



Campagne Nationale Logements 2 : État de la ventilation et de l'aération dans le parc de logements en France hexagonale

Assy Eliane, Ramalho Olivier, Lafaurie Emma, Binot Vincent, Grégoire Anthony,
Virginie Desvignes

► To cite this version:

Assy Eliane, Ramalho Olivier, Lafaurie Emma, Binot Vincent, Grégoire Anthony, et al.. Campagne Nationale Logements 2 : État de la ventilation et de l'aération dans le parc de logements en France hexagonale. Volet 1, OQEI - Observatoire de la qualité des environnements intérieurs. 2026, pp.147. <hal-05695261>

HAL Id: hal-05695261

<https://hal.science/hal-05695261v1>

Submitted on 16 Jul 2026

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

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



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No
Derivative Works - International License



Observatoire de la **qualité**
des **environnements intérieurs**

Campagne nationale
logements 2 (2020 – 2023)
**État de la ventilation et de
l'aération dans le parc de
logements en France
hexagonale (Volet 1)**

RAPPORT FINAL | juin 2026

SC-QEI-2024-039



Préambule

L'Observatoire de la Qualité des Environnements Intérieurs (OQEI), est piloté par l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) et par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). L'OQEI est financé par les ministères en charges de l'écologie (DGPR – Direction générale de la prévention des risques), du logement (DHUP – Direction de l'habitat, de l'urbanisme et du patrimoine), de la santé (DGS – Direction générale de la santé) et de l'Ademe.

Toute utilisation ou modification de ce rapport par des tiers, sous quelque forme que ce soit, est faite sous leur seule et entière responsabilité, sans que celle de l'OQEI ne puisse être recherchée. Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document, faite sans l'autorisation de l'Anses et du CSTB est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1er juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

Auteurs

Assy Eliane – CSTB, DSAM/QEI-IDE

Ramalho Olivier – CSTB, DSAM/QEI-IDE

Lafaurie Emma – CSTB, DSAM/QEI-IDE

Binot Vincent – CSTB, DSAM/QEI-IDE

Grégoire Anthony – CSTB, DSAM/QEI-IDE

Relecteurs

Desvignes Virginie – CSTB, DSAM/QEI-IDE

Historique des versions

Version	Date	Modification
1.0	Juin 2026	Création et validation du document

Citation suggérée

Assy Eliane, Ramalho Olivier, Lafaurie Emma, Binot Vincent, Grégoire Anthony, Desvignes Virginie. 2026. Campagne nationale logements 2 : État de la ventilation et de l'aération dans le parc de logements en France hexagonale (volet 1). Observatoire de la qualité des environnements intérieurs (OQEI), rapport SC-QEI-2024-039, version 1.0, juin 2026, 147 p. <https://doi.org/10.82199/oqei-cn12-bd5h-r089>.

Mots clés

Enquête nationale, système de ventilation, débit d'air, logement, ouverture de fenêtres, CNL2

National survey, ventilation system, airflow rate, dwelling, window opening, CNL2

Résumé

La présente étude dresse un état de la ventilation dans les résidences principales de France hexagonale dans le cadre de la deuxième campagne nationale sur l'état de la qualité de l'air dans les logements (2020-2023). Elle met en évidence les évolutions observées au cours des 15 dernières années (depuis la première campagne CNLI, 2003-2005) en matière de différents systèmes de ventilation, de débits d'air extraits aux bouches et de leur conformité, ainsi que de l'aération par ouverture des fenêtres et des portes.

Près d'un logement sur deux est équipé d'un système de ventilation mécanique contrôlé, principalement de ventilation simple flux par extraction autoréglable. La ventilation naturelle (par conduit ou grilles hautes et basses) n'est présente que dans moins d'un logement sur quatre. La part de logements sans aucun système spécifique de ventilation est encore de 15 %. En 15 ans, entre les deux campagnes, la proportion de logements équipés de VMC a augmenté significativement (+18 points), a contrario de la ventilation naturelle qui a chuté de 19 points.

La présence et l'état des entrées d'air et des grilles de ventilation ont été renseignés au niveau de chacune des 5 488 pièces inspectées lors des enquêtes dans les 571 logements. Un peu plus de 2 % de ces entrées d'air ont été retrouvées obturées ou masquées. Un constat similaire est observé s'agissant des grilles de ventilation. Par rapport à la première campagne, les entrées d'air comme les grilles de ventilation sont moins souvent encrassées ou obturées.

L'état des bouches d'insufflation ou d'extraction n'a été renseigné dans chaque pièce que pour les seuls logements équipés de ventilation mécanique, représentant 3 637 pièces pour 380 logements. Au total, 1 410 bouches de ventilation ont été recensées. Elles sont encrassées dans près de 16 % des cas et obturées/masquées dans 3 % des cas. En comparaison avec la CNLI, les bouches d'extraction sont plus souvent encrassées.

Un débit d'air extrait de base aux bouches autoréglables de 38, 16 et 13 m³/h en valeur médiane a été observé respectivement pour la cuisine, la salle de bains ou les toilettes. Pour 15 % à 17 % des mesures réalisées, les débits observés sont nuls, témoignant d'un dysfonctionnement du système de ventilation. En cuisine, la conformité des débits de base n'est observée que pour près d'un logement sur deux. Elle est plus faible en salle de bains et toilettes avec respectivement 29 % et 36 % de débits conformes. À l'échelle du logement, le débit d'air extrait total minimal est de 78 m³/h en valeur médiane, avec 38 % des débits totaux jugés conformes. Seuls 10 % des logements présentent l'ensemble des mesures de débit minimal au total, en cuisine, en salle de bains et aux WC conformes. Dans les cuisines, le débit de pointe se situe à 46 m³/h en valeur médiane et n'est conforme que dans 11 % des cas. Par rapport à la CNLI, les débits d'air extraits et leur conformité n'ont pas évolué de manière significative.

Les bouches d'extraction hygroréglables ont fait l'objet de mesures de pression comparées à une plage de conformité de fonctionnement type comprise entre 70 et 160 Pa. La part de bouches hygroréglables conformes varie de 41 % en cuisine à 21 % en WC.

En termes d'aération la nuit en période de chauffe, les fenêtres ne sont que rarement ou jamais ouvertes dans 87 % des cas. Cette proportion tombe à 15 % en période hors chauffe. Ces proportions n'ont pas évolué depuis la CNL1.

En journée, les fenêtres restent le plus souvent ouvertes plus d'une heure par jour (jusqu'à 85 % en période hors-chauffe et 51 % en période de chauffe). Comparativement à la CNL1, la fréquence d'ouverture des fenêtres en journée a augmenté de manière significative aussi bien dans la chambre que dans le séjour. Cette augmentation est sans doute en lien avec les recommandations d'aération émises lors de la crise sanitaire juste avant le lancement de la CNL2 (22 % des foyers ont déclaré aérer plus souvent leur logement en raison de la crise sanitaire). Des températures extérieures globalement plus chaudes en CNL2 qu'en CNL1 pourraient également favoriser une ouverture de fenêtres plus fréquente.

Des données relatives à la présence et à l'usage des hottes aspirantes en cuisine ont également été exploitées, en comparaison avec l'utilisation du grand débit ou l'ouverture des fenêtres durant la préparation des repas.

Une exploitation des autres données disponibles est en cours pour calculer le débit de renouvellement d'air nocturne et le taux de renouvellement d'air moyen hebdomadaire avec une méthodologie similaire à celle utilisée lors de la CNL1. Les résultats concernant ces indicateurs seront mis à disposition dans un document dédié.

D'autres exploitations sont également à l'étude pour mieux caractériser les foyers en sous- ou sur-ventilation, tout comme ceux qui disposent d'un système dysfonctionnel. La définition d'autres indicateurs de ventilation basée sur une approche performancielle est également en discussion. Enfin, ces paramètres et indicateurs de ventilation seront mis en regard des concentrations de polluants mesurés à l'intérieur pour évaluer leur influence.

Abstract

This study provides an overview of ventilation in dwellings across mainland France as part of the second national campaign on indoor air quality (2020–2023). It highlights changes observed over the past 15 years (since the first campaign, CNL1, 2003–2005) regarding various ventilation systems, airflow rates at extraction vents and their compliance, as well as window and door openings.

Nearly one in two dwellings is equipped with a controlled mechanical ventilation system (CMV), mainly single-flow ventilation with self-regulating extraction. Stack effect ventilation is found in less than one in four homes. The proportion of dwellings without any specific ventilation system remains at 15%. Over the 15 years between the two campaigns, the proportion of homes equipped with CMV systems increased significantly (+18%), while stack effect ventilation decreased by 19%.

The presence and condition of air inlets and ventilation grids were recorded for each of the 5,488 rooms inspected across 571 homes. Just over 2% of these air inlets were found to be blocked or covered. A similar observation was made for ventilation grids. Compared to the first campaign, air inlets and grids are less frequently dirty or obstructed.

The condition of supply or extraction vents was recorded only in dwellings equipped with mechanical ventilation, representing 3,637 rooms across 380 homes. In total, 1,410 ventilation vents were identified. About 16% were found dirty, and 3% were blocked or covered. Compared to CNL1, extraction vents were found more frequently dirty.

Median values of base exhaust airflow rates were observed at 38, 16, and 13 m³/h for kitchens, bathrooms, and toilets, respectively. For 15% to 17% of the measurements, the observed airflow was zero, indicating a malfunction of the ventilation system. In kitchens, base airflow compliance was observed in only about half of the dwellings. Compliance was lower in bathrooms and toilets, with 29% and 36%, respectively. The total minimum exhaust airflow was 78 m³/h (median value), with 38% of the dwellings complying with the reference value. Only 10% of dwellings showed all measured minimal airflow rates, i.e., total, in kitchen, bathroom and toilets, in compliance with requirements. In kitchens, the median boost rate was 46 m³/h, with 11 % of dwellings achieving compliance. Compared to CNL1, exhaust airflow rates and their compliance have not significantly changed.

Humidity sensitive exhaust vents were subject to pressure measurements and compared to a typical operating compliance range of 70 to 160 Pa. The proportion of compliant humidity-sensitive vents ranged from 41% in kitchens to 21% in toilets.

At night during the heating season, windows were rarely or never opened in 87% of cases. This proportion drops to 15% outside the heating season. Similar values were found during the CNL1 campaign.

During the daytime, windows were most often opened for more than an hour (51% during the heating season, up to 85% outside it). Compared to CNL1, the frequency of daytime window opening has increased significantly in both bedrooms and living rooms. This increase is likely linked to ventilation recommendations issued during the health crisis just before the launch of CNL2 (22% of households reported ventilating their homes more

frequently due to the health crisis). Higher outdoor temperatures were also observed in CNL2 compared to CNL1, and this could induce more frequent window opening.

Data on the presence and use of kitchen range hoods were also analysed and compared with the use of high airflow or window opening during meal preparation.

Further analysis of available data is underway to calculate nighttime air exchange rates and weekly averaged air exchange rates using a methodology similar to that used in CNL1. Results for these indicators will be provided in a dedicated document.

Additional analyses are also being considered to better characterize households with under- or over-ventilation, as well as those with malfunctioning systems. The definition of new ventilation indicators based on a performance-based approach is also under discussion. Finally, these ventilation parameters and indicators will be compared with measured indoor pollutant concentrations to assess their impact.

Table des matières

Résumé.....	4
Abstract.....	6
Liste des figures	10
Liste des tableaux.....	12
Glossaire	15
1 Introduction.....	18
1.1 Contexte.....	18
1.2 Objectifs et périmètre de l'étude sur l'état de ventilation dans les logements	20
2 La CNL2 en bref	22
3 Matériel et méthodes	24
3.1 Les données de ventilation, d'aération et les caractéristiques des logements	24
3.2 Mesures des débits d'air et pression aux bouches.....	25
3.2.1 Mesure des débits d'air et pression aux bouches.....	25
3.2.2 Protocole de mesures	25
3.2.3 Évaluation de la conformité des débits d'air extraits pour les logements équipés d'un système de ventilation mécanique.....	28
3.2.4 Évaluation de la conformité des mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables.....	30
3.3 Description statistique des logements	30
3.3.1 Codage, saisie, intégration en base et validation des données.....	30
3.3.2 Analyses statistiques des données.....	31
3.3.3 Effectif et pondération.....	32
3.3.4 Comparaison entre CNL1 et CNL2.....	33
4 Description du parc de logements et des systèmes de ventilation	35
4.1 Le parc de logements.....	35
4.2 Les systèmes de ventilation.....	38
4.3 Hottes de cuisine.....	44
4.4 Comparaison CNL1 vs CNL2.....	45
4.5 Comparaison avec d'autres données nationales.....	46
4.5.1 Comparaison avec l'Observatoire National Ventilation	46
4.5.2 Comparaison avec l'Observatoire DPE-Audit Ademe.....	47
5 État des entrées et des sorties d'air.....	50
5.1 État des entrées d'air et des grilles de ventilation.....	50
5.2 État des bouches de soufflage et des bouches d'extraction.....	53
5.3 Comparaison CNL1 vs CNL2.....	59
6 Mesures aux bouches de ventilation	61
6.1 Description des mesures aux bouches de ventilation.....	61

6.1.1	Description des mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables	61
6.1.2	Description des mesures de débit aux bouches d'extraction autoréglables	62
6.1.3	Description des mesures de débit aux bouches d'insufflation	64
6.2	Mesures de débits d'air aux bouches de ventilation	64
6.2.1	Débit d'air extrait par pièce de service.....	65
6.2.2	Pression aux bouches d'extraction hygroréglables.....	70
6.2.3	Débits d'air aux bouches d'insufflation	73
6.2.4	Étude de la conformité des débits d'air extrait mesurés.....	74
6.3	Comparaison des mesures de débits d'air extrait entre CNL1 et CNL2.....	83
6.3.1	Comparaison des débits d'air extrait en cuisine.....	83
6.3.2	Comparaison des débits d'air extrait en salle de bains	85
6.3.3	Comparaison des débits d'air extrait en WC	86
6.3.4	Comparaison des débits d'air extrait totaux à l'échelle du logement.....	86
6.4	Synthèse et discussion sur les mesures aux bouches et l'évaluation de la conformité	88
7	Aération des logements par ouverture de fenêtres	94
7.1	Ouverture des fenêtres selon la période de chauffe / hors-chauffe	94
7.2	Ouverture des fenêtres selon le type de système de ventilation	99
7.3	Ouverture des fenêtres selon le type de logement	102
7.4	Ouverture des fenêtres selon la date de construction du logement	105
7.5	Ouverture des fenêtres selon le statut d'occupation	107
7.6	Ouverture et détalonnage de la porte de la chambre selon le système de ventilation	110
7.7	Combinaison d'ouverture porte/fenêtre et systèmes de ventilation.....	112
7.8	Comparaison de la fréquence d'ouverture des fenêtres entre les deux campagnes CNL1 et CNL2	114
7.9	Synthèse et discussion sur l'aération des logements par ouverture de fenêtres.....	117
8	Conclusions et perspectives	120
9	Bibliographie	125
10	Annexes.....	127
	Annexe 1 : Terminologies et descriptifs des différents systèmes de ventilation considérés dans la CNL2	127
	Annexe 2 : Sélection de variables utiles à l'exploitation des données relatives à la ventilation ou à l'aération du logement.....	136
	Annexe 3 : Dispositions relatives à l'aération et à la ventilation des logements en France hexagonale	141
	Annexe 4 : Valeurs de référence des débits d'air extraits aux bouches et méthodes de calculs des ratios	145

Liste des figures

Figure 1. Photo du FlowFinder2 (à gauche) et du micromanomètre FC010 (à droite)	26
Figure 2. Répartition des logements selon le nombre de pièces principales	36
Figure 3. Répartition des logements individuels et collectifs selon le nombre de pièces principales ...	36
Figure 4. Part des différents systèmes de ventilation dans les logements.....	39
Figure 5. Évolution de la part de chaque type de ventilation dans les logements selon la date de construction	42
Figure 6. Évolution de la part des différents types de système de ventilation naturelle dans les logements selon la période de construction.....	43
Figure 7. Évolution de la part des différents types de système de ventilation mécanique dans les logements selon la période de construction.....	44
Figure 8. Répartition des pièces avec composants de ventilation selon le type de système du logement	51
Figure 9. Débits de base d'air extraits observés en cuisine par rapport aux débits de référence (cuisine ouverte ou fermée, n = 147 mesures dans 146 logements).....	66
Figure 10. Débits d'air extrait de pointe observés en cuisine par rapport aux débits de référence (cuisine ouverte ou fermée, n=140 mesures dans 139 logements).....	67
Figure 11. Débits d'air extraits mesurés dans les salles de bain par rapport aux débits de référence (n =300 mesures réparties dans 222 logements).....	68
Figure 12. Débits d'air extraits observés en WC par rapport aux valeurs de référence (n = 221 répartis dans 178 logements).....	69
Figure 13. Pression aux bouches d'extraction hygroréglables observés dans les cuisines, les salles de bains et les toilettes (n =287 répartis dans 94 logements).....	72
Figure 14. Débit d'air insufflé en pièces de vie (n =55 répartis dans 16 logements).....	74
Figure 15. Distribution des ratios des débits minimaux en cuisine (n = 147 mesures sur bouches autoréglables, 146 logements).....	75
Figure 16. Distribution des ratios des débits de pointe en cuisine (n = 140 mesures sur bouches autoréglables, 139 logements).....	75
Figure 17. Ratios des débits d'air extrait mesurés en salle de bain (n = 300 mesures sur bouches autoréglables, 222 logements).....	76
Figure 18. Ratios des débits d'air extrait mesurés dans les WC (n = 221 mesures sur bouches autoréglables, 178 logements).....	77
Figure 19. Débits d'air extraits totaux mesurés à l'échelle du logement par rapport aux valeurs de référence (n = 138 logements équipés de ventilation mécanique hors bouches d'extraction hygroréglables).....	78
Figure 20. Ratios des débits d'air extraits totaux mesurés à l'échelle du logement par rapport à la valeur de référence (n = 138 logements).....	79
Figure 21. Distribution des ratios du débit total minimal en fonction du type de logement.....	81
Figure 22. Distribution des ratios du débit d'air extrait total minimal (mesuré / référence) en fonction de la date de construction du logement	82

Figure 23. Répartition des logements équipés d'un système de ventilation mécanique selon la conformité des mesures du débit total minimal d'air extrait ou des mesures de pression aux bouches d'extraction.....	88
Figure 24. Fréquence d'ouverture des fenêtres de la chambre et du séjour la nuit et le jour pendant la semaine d'enquête selon la période de chauffe (champ : 28 802 380 logements).....	97
Figure 25. Fréquence d'ouverture des fenêtres de la chambre et du séjour la nuit et le jour pendant la semaine d'enquête selon l'état du fonctionnement du chauffage principal (champ : 28 802 380 logements)	98

Liste des tableaux

Tableau 1. Stratégie de mesure des débits d'air en fonction des types de système de ventilation.....	26
Tableau 2. Éléments d'incertitude de mesure du débit d'air insufflé ou extrait par le Flowfinder 2 sur la base des vérifications menées avant ajustement au cours de la campagne (n = 12 instruments)	27
Tableau 3. Éléments d'incertitude de mesure de la pression aux bouches à l'aide du micromanomètre FC010 sur la base des vérifications menées avant ajustement au cours de la campagne (n = 10 instruments).....	28
Tableau 4. Valeurs réglementaires de débit d'air extrait total minimal (arrêté de mars 1982)	29
Tableau 5. Valeurs de référence de débit d'air extrait total minimal (CSTB, 1971)	29
Tableau 6. Comparaison des descriptions des pondérations : Échantillon Initial (571 logements) vs. Échantillon Retenu (483 logements)	33
Tableau 7. Proportion des logements par date de construction.....	35
Tableau 8. Distribution de la surface du logement (en m ²) représentée selon le nombre de pièces principales pour les logements collectifs et individuels	37
Tableau 9. Pourcentages de logements en fonction du nombre de pièces principales et du nombre de personnes du ménage	38
Tableau 10. Type de systèmes de ventilation en fonction des caractéristiques des logements (%)	40
Tableau 11. Description détaillée des systèmes de ventilation en fonction du type du logement (%) ...	41
Tableau 12 : Répartition des systèmes de ventilation en fonction de la date de construction (%).....	41
Tableau 13. Pourcentage de logements avec hottes aspirantes en cuisine	44
Tableau 14. Fréquence d'utilisation de la hotte aspirante sur la semaine lors de la préparation des repas comparativement au grand débit en ventilation mécanique et à l'ouverture des fenêtres	45
Tableau 15. Comparaison des différents équipements de ventilation entre la CNL1 et la CNL2	46
Tableau 16. Comparaison des différents systèmes de ventilation entre la CNL2 et l'Observatoire National Ventilation.....	47
Tableau 17. Comparaison des différents systèmes de ventilation entre la CNL2 et l'Observatoire DPE-Audit de l'Ademe.....	48
Tableau 18. État des entrées d'air et des grilles de ventilation dans les pièces enquêtées.....	52
Tableau 19. État des entrées d'air et des grilles de ventilation à l'échelle du logement.....	52
Tableau 20. Nombre de bouches de ventilation renseignées par logement	54
Tableau 21. Type de bouche renseignée par pièce visitée	55
Tableau 22. Configurations des pièces disposant de plusieurs bouches de ventilation.....	56
Tableau 23. État des bouches d'extraction et de soufflage dans les pièces enquêtées	57
Tableau 24. État des bouches d'extraction et de soufflage à l'échelle du logement.....	58
Tableau 25. Comparaison des états des entrées d'air et des bouches d'extraction et entre la CNL1 et la CNL2.....	60
Tableau 26. Répartition des mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables selon le type des pièces enquêtées.....	61
Tableau 27. Répartition des mesures de débit d'air de base aux bouches d'extraction autoréglables selon le type des pièces enquêtées	63

Tableau 28. Répartition des mesures de débit d'air aux bouches d'insufflation selon le type des pièces enquêtées.....	64
Tableau 29. Statistiques des débits d'air mesurés à l'extraction en cuisine, salle de bain et WC (bouches autoréglables).....	65
Tableau 30. Description des débits de base en fonction de l'année de construction.....	69
Tableau 31. Description des débits de base en fonction du nombre de pièces principales et de l'année de construction.....	70
Tableau 32. Statistiques des mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables en pièces de service (cuisines, salles de bain et toilettes).....	71
Tableau 33. Conformité des mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables en pièces de service.....	72
Tableau 34. Statistiques des mesures de débit d'air aux bouches d'insufflation dans les pièces de vie	73
Tableau 35. Statistiques des débits d'air extraits totaux à l'échelle du logement et du des ratios du débit total mesuré sur le débit total de référence	78
Tableau 36. Part de mesures de débits mesurés ne respectant pas les valeurs de référence (logements équipés d'un système de ventilation mécanique hors bouches hygroréglables)	79
Tableau 37. Ratios des débits « total minimal par logement » par type de logement.....	80
Tableau 38. Ratios des débits d'air extrait totaux minimaux (mesurés / référence) en fonction de la date de construction du logement.....	82
Tableau 39 : Comparaison des débits d'air extrait en cuisine entre CNL2 et CNL1	83
Tableau 40. Comparaison des ratios de débits (mesurés / référence) en cuisine entre CNL2 et CNL184	
Tableau 41. Comparaison des débits d'air extrait en salle de bains entre CNL2 et CNL1.....	85
Tableau 42. Comparaison des débits d'air extrait en WC entre CNL2 et CNL1.....	86
Tableau 43. Comparaison des débits d'air extrait minimaux totaux à l'échelle du logement entre CNL2 et CNL1	87
Tableau 44. Fréquence d'ouverture des fenêtres des logements selon la période de chauffe (champ : 28 802 380 logements).....	96
Tableau 45. Ouvertures de fenêtres du séjour durant la semaine selon le système de ventilation du logement.....	100
Tableau 46. Ouvertures de fenêtres de la chambre durant la semaine selon le système de ventilation du logement.....	101
Tableau 47. Ouvertures de fenêtres du logement durant la semaine selon le système de ventilation du logement.....	101
Tableau 48. Ouvertures de fenêtres du séjour durant la semaine selon le type de logement	103
Tableau 49. Ouvertures de fenêtres de la chambre durant la semaine selon le type du logement ...	103
Tableau 50. Ouvertures de fenêtres du logement durant la semaine selon le type du logement.....	104
Tableau 51. Ouvertures de fenêtres du séjour durant la semaine selon la date de construction	105
Tableau 52. Ouvertures de fenêtres de la chambre durant la semaine selon la date de construction	106
Tableau 53. Ouvertures de fenêtres du logement durant la semaine selon la date de construction.	106
Tableau 54. Ouvertures de fenêtres du séjour durant la semaine selon le statut d'occupation	107

Tableau 55. Ouvertures de fenêtres de la chambre durant la semaine selon le statut d'occupation	108
Tableau 56. Ouvertures de fenêtres du logement durant la semaine selon le statut d'occupation	109
Tableau 57. Ouverture de la porte de la chambre principale pendant la semaine d'enquête au regard du type de système de ventilation du logement	110
Tableau 58. Détalonnage des portes d'accès à la chambre principale au regard du type de système de ventilation du logement	111
Tableau 59. Ouverture de la porte et des fenêtres de la chambre principale la nuit selon le type de ventilation du logement	113
Tableau 60. Ouverture de la porte et des fenêtres de la chambre principale le jour selon le type de ventilation du logement	113
Tableau 61. Comparaison de la fréquence d'ouverture des fenêtres et portes de la chambre et du séjour entre la CNL1 et la CNL2	115
Tableau 62. Changement d'habitude d'aération du logement en raison de la crise sanitaire	116

Glossaire

ADEME : Agence de la Transition Écologique

Aération : Action de renouveler l'air d'une pièce ou d'un ensemble de pièces sans utiliser un système spécifique dédié, par exemple en ouvrant une fenêtre ou une porte.

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

BMR : Base metabolic rate

CHB : Chambre de la personne de référence du logement

CNL1 : Campagne nationale sur l'état de la qualité de l'air dans les logements couvrant l'ensemble du parc de résidences principales en France hexagonale continentale entre septembre 2003 et décembre 2005. La CNL1 a été menée par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) dont le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) était l'opérateur. Les financeurs de la CNL1 sont les ministères publics (DGPR, DHUP, DGS), l'Ademe, Santé publique France et l'Anses.

CNL2 : Campagne nationale sur l'état de la qualité de l'air dans les logements couvrant l'ensemble du parc de résidences principales en France hexagonale continentale entre novembre 2020 et février 2023. La CNL2 a été menée par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) dont le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) était l'opérateur. Les financeurs de la CNL2 sont les ministères publics (DGPR, DHUP, DGS), l'Ademe, Santé publique France et l'Anses (pour le volet mesure des pesticides dans l'air et les poussières).

DGPR : Direction générale de la prévention des risques

DGS : Direction générale de la santé

Entrées d'air : composants associés à des systèmes de ventilation mécanique simple flux par extraction et installés généralement dans les menuiseries de fenêtres des pièces de vie. Les entrées d'air permettent l'introduction d'air neuf du fait d'une différence de pression induite par l'extraction de l'air dans les pièces de services

MA : Moyenne arithmétique

MG : Moyenne géométrique

DHUP : Direction de l'habitat, de l'urbanisme et du patrimoine

Grilles de ventilation : grilles de ventilation naturelle ouvertes sur l'extérieur ou permettant le passage d'air entre deux pièces du logement (grilles de transfert). La grille possède de larges ouvertures permettant le passage de l'air à basse pression.

Logement collectif : logement appartenant à un bâtiment comportant plusieurs logements distincts et dont certains ne disposent pas d'un accès privatif

Logement individuel : logement au sein d'une maison individuelle

NPP : Nombre de pièces principales du logement

OQAI : Observatoire de la qualité de l'air intérieur. Créé en 2001 à l'initiative des ministères de l'écologie, du logement, de la santé et de l'ADEME, il est piloté par le CSTB. AU 1^{er} janvier 2024, il est devenu l'Observatoire de la qualité des environnements intérieurs (OQEI).

OQEI : Observatoire de la qualité des environnements intérieurs. Créé en 2024, il remplace l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) en intégrant à sa thématique d'origine (la qualité de l'air intérieur) d'autres dimensions de la qualité de vie dans les environnements intérieurs (confort thermique, acoustique et visuel), ainsi que l'exposition aux champs électromagnétiques et radiofréquences. C'est un programme d'actions et de recherches copiloté par l'Anses et le CSTB, et financé par les ministères de l'écologie, du logement, de la santé et de l'Ademe.

P_10 : 10ème centile de distribution

Pièce de service : Les pièces de service prises en compte sont les cuisines fermées ou ouvertes (américaines), les salles de bains et les WC.

Pièce de vie : Les pièces de vie considérées comprennent les chambres, les pièces désignées comme studio, les séjours et salons, les bureaux, les cuisines américaines (qui comptent également comme pièce de service) et les salles de jeu.

Pièce principale (PP) : Les pièces du logement considérées comme principales sont les chambres, les séjours et salons, les cuisines américaines, les studios, les bureaux (sauf s'ils disposent d'une bouche d'extraction), les salles de jeux et les autres pièces (uniquement si elles disposent d'une entrée d'air). Cette classification des pièces en pièces principales reprend celle utilisée pour la CNLI (Lucas et al., 2009).

QAI : Qualité de l'Air Intérieur

RA : Débit de renouvellement d'air exprimé en m³ par heure. Il représente l'ensemble des débits d'air entrants que ce soit par aération, par ventilation ou par infiltration.

RE : réglementation environnementale

RT : réglementation thermique

SEJ : Séjour principal du logement

TRA : Taux de renouvellement d'air exprimé en volume/heure (h⁻¹) et qui représente le nombre de fois où l'air d'une ou plusieurs pièces est renouvelé par de l'air neuf provenant de l'extérieur en une heure de temps. C'est le rapport entre l'ensemble des débits d'air neuf entrant sur le volume de la ou des pièces considérées. Il intègre l'aération, la ventilation et les infiltrations d'air au travers de l'enveloppe du bâtiment.

Ventilation : Action de renouveler l'air d'une pièce ou d'un ensemble de pièces en utilisant un système spécifique dédié que ce soit un système de ventilation mécanique ou un dispositif de ventilation naturelle (par exemple ventilation par grilles hautes et basses ou ventilation par conduit). Il permet d'assurer un renouvellement d'air permanent des locaux résidentiels.

VMC : Système de ventilation mécanique contrôlée qui peut être simple flux (par extraction en général ou plus rarement par insufflation) ou double flux (par insufflation et extraction).

VMC_DF : Système de ventilation mécanique contrôlée double flux.

VMC_SFauto : Système de ventilation mécanique contrôlée simple flux par extraction autoréglable.

VMC_SFhygro : Système de ventilation mécanique contrôlée simple flux par extraction hygroréglable.

VMPR : Système de ventilation mécanique ponctuelle ou répartie.

Vnat : Dispositif de ventilation naturelle (par exemple ventilation par grilles hautes et basses ou ventilation naturelle par conduit).

VNC : Dispositif de ventilation naturelle par conduit sans assistance mécanique.

VN_HB : Dispositif de ventilation naturelle par grilles hautes et basses.

VN_HYB : Dispositif de ventilation naturelle par conduit avec assistance mécanique.

VN_ind : Dispositif de ventilation naturelle non renseigné ou indéterminé.

1 Introduction

1.1 Contexte

La campagne nationale dans les logements conduite sur la période 2020-2023 (CNL2) par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur devenu l'Observatoire de la qualité des environnements intérieurs (OQAI puis OQEI) a permis la collecte d'un grand nombre d'informations. Les premiers résultats décrits se sont focalisés sur les niveaux de concentration de différentes familles de polluants et leur évolution par rapport à la première campagne nationale menée entre 2003 et 2005 (CNL1) (Ramalho et al., 2025). Dans ce précédent rapport, les éléments relatifs à la ventilation n'ont pas été développés. Le présent rapport vient approfondir l'exploitation des données sur la ventilation et l'aération des logements pour d'une part fournir un nouvel état de la ventilation dans les logements et comment il a évolué depuis celui établi lors de la première campagne (Lucas et al., 2009) et d'autre part apporter des informations utiles aux pouvoirs publics et aux acteurs de la construction pour mieux connaître les situations existantes et apporter des éléments utiles pour améliorer les conditions de ventilation et d'aération dans l'habitat.

La ventilation et l'aération des logements viennent assurer un renouvellement d'air qui permet de limiter l'accumulation de polluants dans l'air des locaux et affectent ainsi directement les niveaux de concentration à l'intérieur. Destiné également à éliminer les excès d'humidité générés dans les pièces humides comme les salles de bains ou cuisines, le renouvellement d'air intervient également dans l'hygiène du logement en évitant les phénomènes de condensation et l'apparition de moisissures. Le renouvellement d'air au travers de l'ensemble de ses composantes (aération, ventilation mais également infiltrations parasites au travers de l'enveloppe) est un facteur primordial de la qualité de l'air intérieur et plus largement de la qualité de vie des occupants.

Entre les deux campagnes CNL1 et CNL2, de nombreuses dispositions sont venues potentiellement influencer la ventilation et même l'aération dans les logements (pour plus de détails, voir la section 1.2 du rapport sur l'état de la qualité de l'air dans les logements, Ramalho et al., 2025). Les plus impactantes sont notamment :

- L'évolution des réglementations thermiques (RT 2005¹, RT 2012²) et le passage à une réglementation énergétique et environnementale (RE 2020³). Cela se traduit à partir de l'évolution de la RT 2012 par une limitation de la perméabilité à l'air des habitations neuves à moins de 0,6 m³/h.m² (maison individuelle) ou moins de 1 m³/h.m² (logement collectif) exprimée sous 4 Pa de différentiel. Par ailleurs, avec la RE 2020, une inspection obligatoire du système de ventilation à réception est maintenant requise dans les bâtiments résidentiels neufs pour vérifier son bon fonctionnement et qui intègre notamment la vérification des débits d'air et/ou de la pression aux bouches⁴. Les conséquences attendues sur la qualité de l'air intérieur impliquent une contribution plus importante des systèmes de ventilation et d'aération au renouvellement de l'air des logements en limitant les infiltrations. La RE2020 n'a probablement pas impacté la CNL2 vu de la date d'entrée en application au 1er janvier 2022 pour les logements neufs ;
- L'évolution du parc de résidences principales avec 14,5 % de logements construits après 2005 au 1er janvier 2020 d'après le recensement de l'Insee. L'évolution du taux d'équipement en systèmes de ventilation n'est par contre pas disponible depuis les données de l'Insee ;
- Les nombreuses actions de sensibilisation visant notamment à aérer plus fréquemment son logement. Ces actions peuvent avoir contribué à modifier le comportement des occupants dans leur rapport à l'aération du logement ;
- Des guides à l'attention des professionnels du bâtiment ont également été diffusés pour améliorer les conditions de mises en œuvre des équipements de ventilation en particulier (par exemple, le guide DIAGVENT⁵ ou le protocole Promevent⁶) ;
- La survenue d'un épisode pandémique en 2020 qui a modifié la vie quotidienne de la population sur plusieurs mois en termes d'occupation mais également d'aération du logement. Parmi ces changements de pratiques, il est difficile d'établir si elles ont

¹ RT 2005 : Quatrième réglementation thermique du 2 septembre 2006, décret n° 2006-592 du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions (<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000242000/2021-08-18/>)

² RT 2012 : Décret n° 2010-1269 du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000022959342>)

³ RE 2020 : Arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du code de la construction et de l'habitation (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043936431>)

⁴ <https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/verification-des-systemes-de-ventilation-a561.html>

⁵ [Guide pratique DIAGVENT – Diagnostic des installations de ventilation dans les bâtiments résidentiels et tertiaires \(2005\)](#)

⁶ [Promevent – Protocole de Diagnostic des installations de ventilation mécanique résidentielles \(2016\)](#)

perduré depuis et si elles ont affecté de manière significative l'aération et la ventilation des logements.

Depuis 2020, l'ADEME, avec l'appui d'Etalab, met à disposition, sur les portails data.ademe.fr et data.gouv.fr, la base⁷ des diagnostics de performance énergétique (DPE) des logements et des bâtiments tertiaires. Ces données permettent de fournir une répartition du type de ventilation dans les logements sur la base de diagnostics de performance énergétique (11 562 718 DPE établis entre le 1^{er} juillet 2021 et le 31 décembre 2024). Le DPE n'étant obligatoire que pour une vente, une location ou à l'achèvement de toute nouvelle construction, la base de données DPE ne couvre pas l'ensemble du parc immobilier et elle n'en est pas représentative.

Par ailleurs, un Observatoire National Ventilation a été créé en 2023⁸, par le ministère en charge de la construction, suite à l'entrée en application de la RE2020 et des exigences mises en place sur la vérification des systèmes de ventilation mécanique contrôlée dans le résidentiel neuf. Il recense l'ensemble des contrôles mis en place dans le cadre de la RE2020, avec plus de 25000 contrôles réalisés à fin août 2025. Il permettra à terme de fournir des statistiques sur le type de système de ventilation mis en place et sur la conformité des points de vérification et de mesure.

1.2 Objectifs et périmètre de l'étude sur l'état de ventilation dans les logements

L'objectif de ce volet d'étude de la CNL2 est de disposer d'un état descriptif le plus complet possible de la ventilation dans les logements en France hexagonale continentale, sur la même base que celui établi pour la CNL1 en 2009 (Lucas et al., 2009).

Des résultats de statistiques descriptives et inférentielles sont présentés dans un premier temps sur des caractéristiques des logements et des ménages connexes à la ventilation, puis sur les données relatives à l'aération et à la ventilation. L'état du parc de résidences principales en France hexagonale continentale est décrit du point de vue des systèmes de ventilation, puis complété par des analyses plus spécifiques sur les débits extraits aux bouches d'extraction d'air vicié. Les pratiques d'ouverture des ouvrants déclarées par les occupants sont décrites pour l'ensemble des logements enquêtés. Enfin, l'état de la ventilation dans les logements enquêtés entre 2020 et 2023 a été comparé à celui établi pour la CNL1.

Ce travail sera complété ultérieurement sur d'autres aspects pour rechercher les déterminants du renouvellement de l'air dans les logements, prendre en compte les interactions avec la pollution intérieure, analyser plus en détail les situations de sous-ventilation et de sur-ventilation.

⁷ <https://observatoire-dpe-audit.ademe.fr/statistiques/outil>

⁸ <https://www.observatoire-national-ventilation.developpement-durable.gouv.fr/>

Le rôle de la perméabilité à l'air de l'enveloppe des logements n'est pas traité dans la présente étude, même s'il est indirectement intégré au taux de renouvellement d'air global calculé. En effet, les données collectées dans le cadre de la CNL2 ne permettent pas de caractériser avec précision la perméabilité à l'air des logements. Des données sur certaines caractéristiques sont toutefois disponibles comme le matériau constitutif des parois du logement ou de l'immeuble, les travaux portant notamment sur le changement de fenêtres ou d'isolation, l'état des menuiseries et la nature du vitrage.

2 La CNL2 en bref

Un descriptif complet du recrutement des logements et de la mise en œuvre des enquêtes est détaillé dans le rapport Campagne Nationale Logements 2 : État de la qualité de l'air dans les logements en France métropolitaine (novembre 2020 – février 2023), Partie 1 : COV, COSV, NO₂, Particules et Radon (Ramalho et al. 2025)⁹. Une brève synthèse est présentée ci-après.

L'échantillonnage des logements enquêtés a été réalisé sur la base des 14 192 participants à l'enquête EHIS au niveau de la France hexagonale en 2019 (Leduc et al. 2019), parmi lesquels 13 474 ont répondu à une question relative à l'autorisation de transmission de leurs coordonnées en vue d'obtenir plus de détails sur la campagne CNL2. Sur cette base et après consolidation, les coordonnées de 3 667 foyers désireux d'en savoir plus ont été communiquées au prestataire en charge du recrutement de la CNL2. Toutes les adresses ont été contactées. Après quelques relances, 750 accords de consentement à participer à la CNL2 ont été reçus. À la fin du terrain de l'enquête, 571 logements ont été enquêtés en deux vagues (de novembre 2020 à décembre 2021 et de janvier 2022 à février 2023) pour un taux de participation de 15,6 %. Un total de 1 516 individus a répondu aux questions de l'enquête.

Les 571 enquêtes réalisées se répartissent dans 321 communes sur les 389 communes des foyers ayant initialement donné leur consentement de participation. La répartition géographique est assez homogène malgré le faible nombre de communes représentées. Une à 32 enquêtes sont réalisées par commune.

Ces éléments permettent de voir que la représentativité temporelle d'une part n'est assurée que sur la période globale de la campagne et qu'il n'est pas conseillé de comparer différentes sous-périodes de la campagne (saisons, mois) entre elles.

D'autre part, la représentativité spatiale visée est celle de la France hexagonale continentale. Le nombre de logements enquêtés ne permet pas d'être représentatif d'un niveau sub-national, comme la région, le département ou la commune.

L'enquête CNL2 peut être résumée de la façon suivante :

- Deux visites à 7 jours d'intervalle par 2 enquêteurs terrain ;
- Instrumentation de 2 pièces du logement : chambre de la personne de référence et séjour, avec également des mesures ponctuelles aux bouches de ventilation des pièces de service et l'instrumentation de l'extérieur du logement ;

⁹ Ramalho O., Dassonville C., Gregoire A., Sivanantham S., Lafaurie E., Rueda Lopez M.J., Bonnet P., Desvignes V., Samri D. (2025). *Campagne Nationale Logements 2 : Etat de la qualité de l'air dans les logements en France métropolitaine (novembre 2020 – février 2023). Partie 1 : COV, COSV, NO₂ et Radon*. Rapport final OQEI, SC-QEI-2025-109, juin 2025, 308 pages. <https://doi.org/10.82199/oqei-cn12-9xa1-n126>.

- Mise en place de dispositifs de mesure de polluants par diffusion ou en continu sur une semaine en plus de mesures ponctuelles (débits d'air) ;
- Mesure des paramètres de confort (température, humidité) ;
- Mesure des substances prioritaires (issues d'une hiérarchisation OQAI/CNL2) ;
- Mesure de substances pesticides (issues d'une hiérarchisation ANSES/PPV) ;
- Mesure du radon (prise en charge IRSN) et des moisissures (Université de Lille) ;
- Administration de questionnaires en face-à-face avec la personne de référence du ménage, ainsi qu'avec les individus composant le ménage (questionnaires individu) ;
- Distribution des questionnaires individuels auto-administrés (temps passé, semainier activités, semainier des symptômes, questionnaires santé de Santé publique France) ;
- Renseignement du questionnaire enquêteur avec un descriptif des équipements et matériaux présents dans chaque pièce du logement (maximum de 20 pièces visitées pour un logement donné).

Un redressement en trois étapes, suivi d'un calage sur marge (technique de redressement croisant plusieurs variables aux marges connues dans la population d'étude), a conduit à l'élaboration d'un jeu de pondération qui permet d'exprimer l'ensemble des résultats observés (mesures et réponses aux questionnaires) à l'échelle du parc de 29,7 millions de résidences principales en France hexagonale continentale.

3 Matériel et méthodes

3.1 Les données de ventilation, d'aération et les caractéristiques des logements

Les données utilisées dans ce rapport ont été collectées dans le cadre de la campagne nationale Logements 2 (CNL2), qui s'est déroulée de novembre 2020 à février 2023 (Ramalho et al., 2025). La campagne associe des mesures de qualité de l'air au domicile des participants sur une semaine de 7 jours à une enquête sur les caractéristiques des logements, des ménages et des équipements présents, complétée par la fréquence des activités domestiques et la perception des occupants sur leur confort. Le recueil d'un auto-questionnaire relatif à la santé respiratoire et allergique des occupants pour exploitation par Santé publique France clôture l'enquête. Les questionnaires ont été administrés en face à face à la personne de référence du ménage. Un volet du questionnaire est directement renseigné par l'enquêteur sur la base d'un constat visuel des différentes pièces du logement lors de sa visite sur site. Les questions relatives au système de ventilation et ses composantes rentrent dans ce cadre.

Les données utilisées pour établir l'état descriptif des conditions de ventilation dans les logements en France hexagonale continentale comportent à la fois des données mesurées (concentration en CO₂, température et humidité relative, débit de ventilation ou pression aux bouches de ventilation) et des variables renseignées par questionnaire (type de système de ventilation, nombre de pièces principales, nombre de pièces de service, état des composants du système de ventilation au niveau des pièces décrites). Des informations annexes mais néanmoins importantes ont également été étudiées comme le type de logement (individuel/collectif), la date de construction, la composition du ménage, etc.

La terminologie et le descriptif des différents systèmes de ventilation considérés dans la campagne nationale Logements sont présentés en Annexe 1. Au total, environ 200 variables brutes et agrégées ont été utilisées pour réaliser le présent travail. Les variables relatives à la ventilation ou à l'aération du logement renseignées dans le cadre de la CNL2 sont décrites à l'Annexe 2. Les données ont été étudiées au regard des dispositions réglementaires dont un rappel des principaux textes est présenté en Annexe 3.

Dans le cadre de ce rapport, la création/complétion de certaines variables s'est avérée nécessaire à la réalisation des calculs, comme :

- le volume du logement. Il a été calculé en utilisant la surface totale du logement et la hauteur moyenne des pièces enquêtées (chambre et séjour). Pour les logements comprenant plusieurs étages, le volume de chaque étage a été estimé en divisant le volume total du logement par le nombre d'étages. Concernant le type de logement, la modalité "logement dans un immeuble à usage professionnel" a été considérée comme un appartement dans un immeuble collectif pour les besoins des calculs ;

- l'âge et le sexe des individus : Lorsque l'âge des individus était fourni sous forme de groupe d'âge (par exemple, 5-9 ans), un âge moyen a été attribué pour les calculs. Dans cet exemple précis, l'âge moyen attribué est de 7 ans. Lorsque le sexe est indéterminé, nous supposons qu'il s'agit d'un homme, afin de prendre en compte le scénario avec la plus forte production métabolique de CO₂, puisqu'un homme produit en moyenne plus de CO₂ qu'une femme. De même, pour l'âge, si celui d'un enfant de moins de 15 ans est indéterminé, nous supposons qu'il a 14 ans, et pour un adulte, nous supposons 29 ans. Ces choix visent à représenter le scénario avec la plus forte production de CO₂ possible. Ce qui a pour conséquence de surestimer le taux de renouvellement d'air dans ces situations ;
- la période de chauffe : À partir des données des températures extérieures, le nombre de degrés-jours sur la semaine d'enquête a été calculé. Il s'agit d'une mesure du besoin de chauffage sur une période donnée. Il est calculé par rapport à un seuil de référence de 17 °C (SDES 2025). Cette variable est utilisée pour la détermination de la période de chauffe calendaire. Le nombre de degrés-jour est calculé en comparant chaque jour la moyenne entre la température minimale et maximale et le seuil de référence de 17 °C. Si cette valeur moyenne est supérieure ou égale à 17 °C, le nombre de degrés-jours sur la journée est nul. Sinon, il est égal à la différence entre 17 °C et la température moyenne. La période de chauffe est définie comme suit en fonction des degrés-jours (DJ) :
 - Si DJ > 0 au moins 2 jours de la semaine alors l'enquête est en période de chauffe ;
 - Sinon l'enquête est hors période de chauffe ;

Le choix du seuil de 2 jours résulte d'un compromis permettant de conserver dans l'échantillon d'étude un maximum de logements investigués en période de chauffe, tout en vérifiant que les températures extérieures étaient faibles (< 17°C) sur plusieurs jours durant l'enquête.

3.2 Mesures des débits d'air et pression aux bouches

3.2.1 Mesure des débits d'air et pression aux bouches

Cette partie présente tout d'abord le protocole de mesure utilisé pour réaliser les mesures de débit d'air dans les logements, les appareils utilisés, la stratégie opérée et les outils mis à disposition.

3.2.2 Protocole de mesures

Dans les logements équipés d'un système de ventilation mécanique, des mesures de débits d'air (ou de pression) ont été réalisées au niveau des bouches d'extraction ou d'insufflation dans toutes les pièces du logement de façon à évaluer le fonctionnement du système. Les mesures ont été réalisées sans forcément fermer l'ensemble des portes et fenêtres

intérieures comme extérieures (préconisations de Promevent, 2016), ce qui n'était pas forcément compatible avec l'enquête en termes d'acceptation des occupants et de durée.

Deux appareils spécifiques ont été utilisés en fonction du type de bouches (**Tableau 1**) :

- Le balomètre FlowFinder 2 (ACIN) : pour mesurer le débit d'air aux bouches d'extraction des VMC autoréglables, ainsi qu'aux bouches de soufflage. L'incertitude élargie de l'instrument affichée par le fabricant est de $\pm 3\%$ de la valeur lue avec un minimum de $\pm 3 \text{ m}^3/\text{h}$. En tenant compte de la mise en œuvre de la mesure sur site, l'incertitude de mesure est estimée forfaitairement à 15% (Protocole RE2020, 2022) ;
- Le micromanomètre FC010 (Furness Controls) : pour mesurer la pression aux bouches d'extraction des VMC hygroréglables. Cette mesure permet de mieux appréhender les variations de pression, étroitement liées au fonctionnement de la VMC hygroréglable en fonction de l'humidité relative présente dans les pièces. L'incertitude élargie de l'instrument fournie par le fabricant est de $\pm 1\%$ de la valeur lue +1 digit (plus petite valeur affichable selon la gamme). En considérant la mise en œuvre de la mesure sur site, l'incertitude totale est estimée à 10% ou 5 Pa (valeur la plus élevée) (Protocole RE2020, 2022).



Figure 1. Photo du FlowFinder2 (à gauche) et du micromanomètre FC010 (à droite)

Le **Tableau 1** décrit les différents appareils utilisés selon le système de ventilation rencontré.

Tableau 1. Stratégie de mesure des débits d'air en fonction des types de système de ventilation

	VMI	VMC autoréglable		VMC hygroréglable		VMC décentralisée
	Insufflation simple flux	Simple flux	Double flux	Simple flux	Double flux	Double flux
Bouches d'extraction	Sans objet	Mesure de débit (Flowfinder2)		Mesure de pression (micromanomètre FC010)		Mesure de débit (Flowfinder2)
Bouche de soufflage (insufflation)	Mesure de débit (Flowfinder2)	Sans objet	Mesure de débit (Flowfinder2)	Sans objet	Mesure de débit (Flowfinder2)	

Selon les pièces, différentes mesures de débit ont été réalisées :

- **Débit de base** : la mesure des débits est effectuée à chaque bouche d'extraction et d'insufflation, en prenant en considération le type de système de ventilation présent dans le logement (VMI, VMC autoréglable, VMC hygroréglable, VMC décentralisée, insufflation simple flux, double flux). Dans les WC dotés d'une bouche d'extraction à cordelette, cette dernière est activée afin de garantir la prise en compte du débit maximal ;
- **Débit de pointe** : le passage en mode vitesse maximale est effectué et la mesure est réalisée uniquement à la bouche d'extraction. Le débit de pointe n'a été mesuré que dans les cuisines.

Les instruments utilisés ont été étalonnés avant, pendant et après la campagne de mesures. À partir des vérifications réalisées avant ajustement lors des étalonnages, des éléments de justesse et de fidélité des mesures de débit et de pression ont pu être déterminés. Le **Tableau 2** rassemble les éléments d'incertitude concernant la mesure du débit d'air aux bouches de ventilation par le Flowfinder 2. L'écart relatif moyen le plus élevé de 10 % est observé pour la mesure du plus faible débit de 10 m³/h en soufflage. La dispersion de la mesure observée entre les 12 appareils testés et ayant participé à la campagne est au maximum de 9 %. L'incertitude globale élargie d'une mesure de débit d'air prenant en compte la justesse et la fidélité de mesure entre les appareils est au maximum de 15 % sur la plage de 10 à 850 m³/h en extraction et sur la plage de 25 à 850 m³/h en soufflage.

Tableau 2. Éléments d'incertitude de mesure du débit d'air insufflé ou extrait par le Flowfinder 2 sur la base des vérifications menées avant ajustement au cours de la campagne (n = 12 instruments)

Référence (m ³ /h)	Soufflage				Incertitude globale élargie (k = 2) prenant en compte la variation inter-appareil
	MA ± ET (m ³ /h)	CV%	Écart relatif moyen*	Écart relatif (min - max)	
10	10,8 ± 0,9	8,7 %	10 %	-10 % à +20 %	26 %
25	25,4 ± 1,1	4,3 %	3,0 %	-4 % à +8 %	14 %
50	50,1 ± 1,2	2,3 %	1,8 %	-2 % à +4 %	8 %
75	74,8 ± 0,9	1,3 %	0,9 %	-3 % à +1 %	4 %
100	98,9 ± 0,9	0,9 %	1,1 %	-3 % à 0 %	3 %
200	195 ± 3,3	1,7 %	2,5 %	-5 % à +1 %	7 %
400	392 ± 5,8	1,5 %	2,2 %	-5 % à +1 %	6 %
600	591 ± 8,8	1,5 %	1,5 %	-4 % à 0 %	5 %
850	836 ± 13,7	1,6 %	1,7 %	-4 % à 0 %	6 %
10	10 ± 0,7	7,4 %	3,3 %	-20 % à +10 %	15 %
25	24,2 ± 1,0	4,3 %	4,0 %	-12 % à +4 %	14 %
50	48,3 ± 0,6	1,3 %	3,5 %	-6 % à -2 %	8 %
75	73,0 ± 0,9	1,2 %	2,7 %	-4 % à -1 %	6 %
100	97,2 ± 1,0	1,1 %	2,8 %	-4 % à -1 %	6 %
200	198 ± 2,4	1,2 %	1,2 %	-4 % à +1 %	4 %
400	408 ± 6,6	1,6 %	2,3 %	-2 % à +4 %	7 %

	Soufflage				
Référence (m³/h)	MA ± ET (m³/h)	CV%	Écart relatif moyen*	Écart relatif (min - max)	Incertitude globale élargie (k = 2) prenant en compte la variation inter-appareil
600	609 ± 8,7	1,4 %	1,7 %	-2 % à +4 %	5 %
850	846 ± 8,4	1,0 %	0,6 %	-3 % à 0 %	3 %

MA : moyenne arithmétique ; ET : écart-type ; CV% : coefficient de variation ;
*moyenne des valeurs absolues des écarts.

Le **Tableau 3** rassemble les éléments d'incertitude concernant la mesure de la pression aux bouches de ventilation par le micromanomètre FC010. L'écart relatif moyen le plus élevé reste inférieur à 1 % (au plus de 3 % observé sur un appareil). La dispersion de la mesure observée entre les 10 appareils testés et ayant participé à la campagne est au maximum de 1 %. L'incertitude globale de la mesure de pression ne dépasse pas 2,5 % sur la plage -190 à +190 Pa.

Tableau 3. Éléments d'incertitude de mesure de la pression aux bouches à l'aide du micromanomètre FC010 sur la base des vérifications menées avant ajustement au cours de la campagne (n = 10 instruments)

	Pression (Pa)				
Référence (Pa)	MA ± ET	CV %	Écart relatif Moyen	Écart relatif (min - max)	Incertitude globale élargie (k = 2) prenant en compte la variation inter- appareil
-40	-40,2 ± 0,3	0,6 %	0,5 %	-0,4 % à +1,4 %	1,7 %
-80	-80,7 ± 0,6	0,7 %	0,9 %	-0,1 % à +2,0 %	2,3 %
-190	-191,3 ± 1,9	1,0 %	0,7 %	-0,5 % à +3,1 %	2,5 %
40	40,1 ± 0,3	0,8 %	0,2 %	-1,4 % à +1,6 %	1,7 %
80	80,2 ± 0,7	0,8 %	0,2 %	-1,3 % à +2,0 %	1,8 %
190	191,4 ± 1,6	0,8 %	0,7 %	-0,8 % à +2,2 %	2,3 %

Ces éléments d'incertitude proviennent de vérifications établies en conditions de laboratoire. Elles ne tiennent pas compte des conditions de mesure sur le terrain qui pourraient également contribuer à une incertitude sur la mesure. Cette part d'incertitude n'a malheureusement pas pu être évaluée. Toutefois, le protocole RE2020 applique forfaitairement une incertitude totale de mesure de la pression de 10 % ou 5 Pa (valeur la plus élevée entre les deux).

3.2.3 Évaluation de la conformité des débits d'air extraits pour les logements équipés d'un système de ventilation mécanique

La conformité des débits d'air extraits dans les pièces de service (cuisine, salle de bain et WC) a été déterminée en calculant le ratio entre le débit d'air extrait mesuré par rapport à la valeur réglementaire indiquée dans l'arrêté du 24 mars 1982 pour les logements construits après 1982 ou les logements construits avant 1969 réhabilités en VMC. Pour les logements construits entre 1969 et 1982, il n'y a pas de valeurs réglementaires. Pour ces

logements, les valeurs de référence de débit d'air extrait proposées dans le cahier du CSTB de 1971 sont utilisées. Pour les cuisines, la conformité des débits d'air extraits est étudiée séparément au regard du débit minimal (ou réduit) ou du débit maximal (de pointe).

La conformité globale de l'installation de ventilation mécanique a été évaluée par le biais du calcul du **ratio « débit d'air extrait total mesuré / débit d'air extrait total de référence »**.

Le **débit d'air extrait total mesuré** représente la somme des débits d'air extrait de base mesurée dans les pièces de service d'un logement (cuisines, salle de bains et WC). Dans le cas où le débit d'air n'a pas été mesuré dans une des pièces de service (à minima une cuisine et une salle de bain (ou un WC), le débit total et le ratio ne sont pas calculés pour ce logement. Ainsi, pour chaque logement, le débit d'air extrait total comprend au moins une mesure en cuisine et au moins une mesure en salle de bains ou WC (une salle de bains pouvant comprendre un cabinet d'aisance et être désignée comme une salle de bains ou un WC).

Le **débit d'air extrait total réglementaire** est fixé par l'arrêté de mars 1982 pour certaines catégories de logements : les logements construits avant 1969 et ayant été réhabilités en VMC (application de l'arrêté à titre informatif) et les logements construits à partir de 1982 (application rigoureuse de l'arrêté). Le débit d'air extrait total réglementaire dépend du nombre de pièces principales du logement (**Tableau 4**).

Tableau 4. Valeurs réglementaires de débit d'air extrait total minimal (arrêté de mars 1982)

Logements concernés	Débit d'air extrait total minimal réglementaire en m ³ /h selon le nombre de pièce(s) principale(s)						
	1	2	3	4	5	6	7 et +
Logements construits avant 1969 et réhabilités en VMC Logements construits à partir de 1982	35	60	75	90	105	120	135

Pour les logements construits entre 1969 et 1982, l'arrêté du 22 octobre 1969 ne fournit pas de valeurs de débits réglementaires. Dans ce cas, les valeurs issues des exemples de solutions indiquées dans un cahier du CSTB de 1971 sont utilisées comme référence mais ne sont pas considérées comme réglementaires (**Tableau 5**, CSTB, 1971). L'annexe 4 détaille les modalités de calcul et les valeurs réglementaires ou de référence considérées.

Tableau 5. Valeurs de référence de débit d'air extrait total minimal (CSTB, 1971)

Logements concernés	Débit d'air total minimal de référence en m ³ /h selon le nombre de pièce(s) principale(s)						
	1	2	3	4	5	6	7 et +

Logements construits entre 1969 et 1982	75	105	75	120	150	180	210
--	----	-----	----	-----	-----	-----	-----

Un ratio inférieur à 1 indique une non-conformité du débit d'air extrait mesuré par rapport au débit attendu. Compte tenu de l'incertitude de mesure du débit d'air en bouche d'extraction estimée à 15 % (voir section précédente), il est nécessaire d'assouplir ce critère en tenant compte de cette tolérance. De ce fait, le seuil de conformité du débit d'air extrait à l'échelle de chaque bouche a été abaissé à 0,85 au lieu de 1, tandis que ce seuil reste égal à 1 à l'échelle du débit d'air extrait total minimal dans le logement (protocole RE2020) :

- Un ratio $< 0,85$ à l'échelle de chaque bouche représente un débit d'air extrait mesuré jugé non-conforme ;
- Un ratio $\geq 0,85$ à l'échelle de chaque bouche représente un débit d'air extrait mesuré jugé conforme ;
- Un ratio < 1 représente un débit d'air extrait total mesuré jugé non-conforme ;
Un ratio ≥ 1 représente un débit d'air extrait total mesuré jugé conforme.

3.2.4 Évaluation de la conformité des mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables

Les bouches d'extraction hygroréglables n'ont pas fait l'objet d'une mesure de débit, mais d'une mesure de pression. La conformité de ces mesures est évaluée en les comparant à la plage de fonctionnement type d'une bouche d'extraction généralement comprise entre 70 Pa (Pmin) et 160 Pa (Pmax), au regard de la documentation fournie par les fabricants. Une incertitude de mesure est prise en compte à hauteur de 10 % de la valeur mesurée ou d'une valeur minimale de 5 Pa (Protocole ventilation RE2020, 2022).

La conformité à l'échelle du logement est observée lorsque les mesures de pression aux bouches sont conformes à minima en cuisine (ouverte ou fermée) et dans une salle de bains ou des toilettes.

3.3 Description statistique des logements

3.3.1 Codage, saisie, intégration en base et validation des données

La collecte de données et les premières vérifications sont décrites dans le rapport de la CNL2 (Ramalho et al. 2025). La validation globale et la préparation des données de la partie questionnaire consistent à traiter les points suivants :

- La vérification des réponses possibles et des enchaînements logiques sur les données ;
- L'identification et le codage des valeurs sans objet parmi les valeurs manquantes pour les distinguer des non-réponses ;

- Le traitement des champs textes relatifs aux précisions demandés sur les modalités « autre cas » : homogénéisation, correction éventuelle en modalités existantes, ajout de nouvelles modalités le cas échéant ;
- Le traitement et la correction des variables numériques ;
- La mise en place de contrôles de cohérence entre les variables pouvant être mises en relation les unes avec les autres et les corrections associées ;
- La création de variables agrégées ;
- Le traitement des commentaires de saisie.

En parallèle, des dictionnaires de variables sont élaborés pour chaque questionnaire, indiquant pour chacune des variables, le libellé de la question, l'ordre et le chapitre/sous-chapitre associé, le type de variable, les réponses possibles (modalités ou intervalles), les enchaînements logiques liés à chaque modalité, le caractère obligatoire/facultatif ainsi que les informations liées à la création de nouvelles modalités ou nouvelles variables. Un diagramme d'enchaînement logique a également été réalisé concernant les questionnaires pour lesquels cela s'avère pertinent.

3.3.2 Analyses statistiques des données

Les analyses portent sur la description des systèmes de ventilation dans le parc de logements, ainsi sur le calcul du taux de renouvellement d'air associé à chaque logement et la conformité des débits des bouches. L'unité statistique d'intérêt dans le présent rapport est le logement : chaque équipement est donc directement associé au logement dans son ensemble.

L'analyse des données de ventilation se base sur les réponses fournies lors de l'enquête nationale. Des variables complémentaires ont été élaborées pour enrichir l'exploitation des données, notamment des variables agrégées à partir de mesures en continu.

Les concentrations des polluants en particulier le dioxyde de carbone (CO₂) sont présentées au niveau du logement. Toutefois, les mesures ont été réalisées dans des pièces spécifiques : la chambre de la personne de référence et le séjour principal. Il est important de souligner que chaque mesure reflète prioritairement les conditions de la pièce instrumentée, et ne peut pas toujours être généralisée à l'ensemble du logement. Dans cette étude, le CO₂ mesuré dans la chambre est utilisé pour estimer le renouvellement d'air la nuit, tandis que celui mesuré dans le séjour intervient dans le calcul du renouvellement d'air en journée. Ces deux estimations sont ensuite combinées pour évaluer le taux global de renouvellement d'air au niveau du logement.

Les mesures des débits de base et de pointe aux différentes bouches sont réalisées dans les pièces de service du logement (cuisine, salle de bain et WC), et parfois dans les pièces de vie dans le cas d'insufflation. La description de ces données est faite à l'échelle des pièces sans tenir compte du poids de chaque logement.

Les programmes mis en place ont permis, d'une part, de calculer, pour chaque type d'équipement de ventilation donné : le nombre d'observations, ainsi que le nombre et le

pourcentage de logements dans l'échantillon concerné, ainsi que les statistiques descriptives correspondantes (moyenne, médiane, percentiles, minimum, maximum).

Des analyses bivariées sont également réalisées afin d'explorer les liens entre le type d'équipement, les débits mesurés aux bouches d'extraction, et le taux de renouvellement d'air. Différentes variables d'intérêt sont considérées, telles que la période de construction du logement ou la période de chauffe/hors chauffe, afin d'examiner les influences de ces facteurs sur leur répartition au sein du parc de logement. Des outils statistiques appropriés sont utilisés pour évaluer la significativité des associations observées.

Des tests d'indépendance du χ^2 (entre deux variables nominales avec correction de Rao-Scott) et des tests non-paramétriques de comparaisons multiples (test de Kruskal-Wallis entre une variable nominale à plusieurs modalités et une variable continue) ont été réalisés pour vérifier la significativité des associations observées entre les variables liées à la ventilation ou l'aération et les caractéristiques du logement ou du ménage. Une correction de Bonferroni a été appliquée systématiquement pour tenir compte de la multiplicité des tests effectués et des risques de voir apparaître par chance une association là où il n'y en a pas.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec R version 4.3.0 (R Core Team 2023a), via R Studio version 2023.3.1.446 (RStudio Team 2022), en exploitant les packages suivants : tidyverse (Wickham et al. 2019), survey (Lumley 2020), ggplot2 (Wickham 2016), stats (R Core Team 2023b). Ces packages ont été essentiels pour manipuler, analyser et visualiser les données relatives à l'état de la ventilation de la CNL2.

3.3.3 Effectif et pondération

Toutes les analyses, à l'exception de celles portant sur la description de l'état des entrées et sorties d'air avec les débits aux bouches, sont pondérées pour assurer la représentativité au niveau du parc des résidences principales en France hexagonale. La méthode d'élaboration du poids de sondage est décrite dans le rapport de la description de la qualité de l'air intérieur des logements (Ramalho et al. 2025). La représentativité des données se situe à l'échelle du parc de résidences principales en France hexagonale. Les données collectées ne sont absolument pas représentatives d'une région, d'un département, d'une commune enquêtée, ou d'une zone climatique. L'enquête n'est pas non plus représentative d'une typologie de logements particuliers, que ce soit une typologie constructive ou une période de construction. Par exemple, le sous-groupe de logements enquêtés construits après 2012 n'est pas représentatif de l'ensemble des logements construits après cette date.

Dans le cadre de ce rapport, un échantillon de 483 logements a été retenu, parmi les 571 logements initiaux de la CNL2. Cette réduction de l'échantillon s'explique par l'absence ou la non-exploitabilité de certaines données essentielles pour le calcul du TRA (notamment : données CO₂ manquantes ou inexploitable, taux de couverture hebdomadaire en CO₂ inférieur à 50 %, ou encore absence/déficiência des données d'occupation).

Afin de garantir la représentativité de cet échantillon par rapport au parc de résidences principales en France hexagonale, un nouveau jeu de poids d'extrapolation a été

spécifiquement recalculé. Ce recalcul des poids vise à assurer une représentation fidèle des caractéristiques du parc de logements français. Les poids redressés et calés de cet échantillon sont comparés dans le **Tableau 6** ci-dessous avec le jeu de poids initial correspondant aux 571 logements enquêtés.

Tableau 6. Comparaison des descriptions des pondérations : Échantillon Initial (571 logements) vs. Échantillon Retenu (483 logements)

Estimateurs	Rapport de poids INITIAL	Poids redressés et calés INITIAL	Rapport de poids VENTILATION	Poids redressés et calés VENTILATION
Moyenne	1,05	52 034	1,14	61 515
Variance	0,44	6 331 053 680	0,91	8 112 245 796
Écart type	0,66	79 568	0,95	90 068
Minimum	0,35	2 269	0,25	3 102
Maximum	2,68	727 708	3,83	978 862
5 ^{ème} centile	0,37	5 063	0,25	5 597
25 ^{ème} centile	0,51	12 112	0,37	13 525
Médiane	0,78	25 505	0,74	31 257
75 ^{ème} centile	1,52	56 127	1,76	73 939
90 ^{ème} centile	2,11	126 520	2,55	148 425
95 ^{ème} centile	2,39	172 868	3,07	209 775
97,5 ^{ème} centile	2,58	266 253	3,48	296 934
99 ^{ème} centile	2,65	404 815	3,75	417 805
Somme des poids	/	29 711 596	/	29 711 596

À la suite d'une dernière phase de vérification et de correction des données d'occupation, **472 logements** ont finalement été retenus comme base analytique parmi les 483. Ces 472 logements permettent de représenter 97 % du parc de résidences principales de France hexagonale, avec un poids total cumulé de 28 802 380, déduit du jeu de poids recalculé pour les 483 logements initialement pris en compte.

L'ensemble des données décrites dans ce rapport à l'échelle du logement porte sur l'échantillon retenu de 472 logements représentant 28 802 380 logements du parc en intégrant la pondération spécifique aux données de ventilation.

3.3.4 Comparaison entre CNL1 et CNL2

La comparaison des systèmes de ventilation et leurs mesures relatives dans le parc de logements en France a été réalisée sur deux périodes distinctes : la première campagne nationale du logement CNL1 (2003-2005) et la deuxième campagne nationale du logement CNL2 (2020-2023). Cette comparaison vise à examiner l'évolution au cours des 15 dernières années des systèmes spécifiques de ventilation au niveau du parc d'une part, et de l'état de ventilation des logements et des pratiques d'aération d'autre part. Cette comparaison nécessite une analyse approfondie des données des deux campagnes, en mettant en

évidence les similitudes et les différences dans les caractéristiques des logements et les pratiques de ventilation.

La méthodologie de comparaison est similaire à celle décrite dans le rapport descriptif de la CNL2 à la section 4.2.2 (Ramalho et al., 2025). Un jeu de poids spécifique pour la comparaison a été déterminé sur la base des variables de redressement utilisées pour la CNL1 en tenant compte de l'effectif réduit de logements avec l'ensemble des données de ventilation disponibles.

Pour la seule comparaison CNL1-CN2, l'échantillon retenu de 472 logements représente 28 309 485 résidences principales du parc hexagonal.

4 Description du parc de logements et des systèmes de ventilation

4.1 Le parc de logements

Avant de décrire les systèmes de ventilation dans les logements, il est essentiel de décrire le parc de résidences principales. Tout d'abord, d'après l'effectif des logements retenus (472 logements) pour cette étude, le parc de logements est représenté en fonction du type de logements et de la date de construction (**Tableau 7**). À l'échelle du parc (28 802 380 logements), près de 57,5 % des logements enquêtés sont des logements individuels et 42,5 % des logements collectifs.

Le **Tableau 7** présente le pourcentage des logements en fonction de la date de construction mais aussi du type de logements selon l'effectif retenu des logements pour cette étude. Près de 34 % des logements sont construits avant 1967, 29 % avant 1982 et 37 % après 1982.

Tableau 7. Proportion des logements par date de construction

Période de fin de construction	Logement collectif (%)	Logement individuel (%)	Tout logement (%)
Avant 1871	2,5	7,9	5,6
De 1871-1914	11,9	1,9	6,2
De 1915-1948	6,7	9,9	8,5
De 1949-1961	4,7	6,4	5,7
De 1962-1967	13,8	4,0	8,2
De 1968-1974	13,5	15,7	14,8
De 1975-1981	13,1	14,7	14,0
De 1982-1989	4,3	9,9	7,5
De 1990-2000	15,4	8,2	11,2
De 2001-2005	2,7	5,1	4,1
De 2006-2012	7,7	9,9	9,0
Après 2012	3,7	6,4	5,2
Total	100 %	100 %	100%

Champ : 28 802 380 logements.

Les **Figure 2** et **Figure 3** représentent la répartition des logements en fonction du nombre de pièces principales et en fonction du type de logements. Les pièces du logement considérées comme principales sont les chambres, les séjours et salons, les cuisines américaines, les studios, les bureaux (sauf s'ils disposent d'une bouche d'extraction), les salles de jeux et les autres pièces (uniquement si elles disposent d'une entrée d'air). Cette classification des pièces en pièces principales reprend celle utilisée pour la CNLI (Lucas et al., 2009).

Une majorité de logements (près de 64 %) comptent 2 à 4 pièces principales et plus de 32 % de logements disposent de 5 pièces ou plus. Plus des trois-quarts des logements collectifs comportent 2 à 3 pièces principales, alors que les logements individuels comptent 4 à 6

pièces dans près de 75 % des cas. Aucun logement collectif ne comporte plus de 6 pièces principales dans notre échantillon.

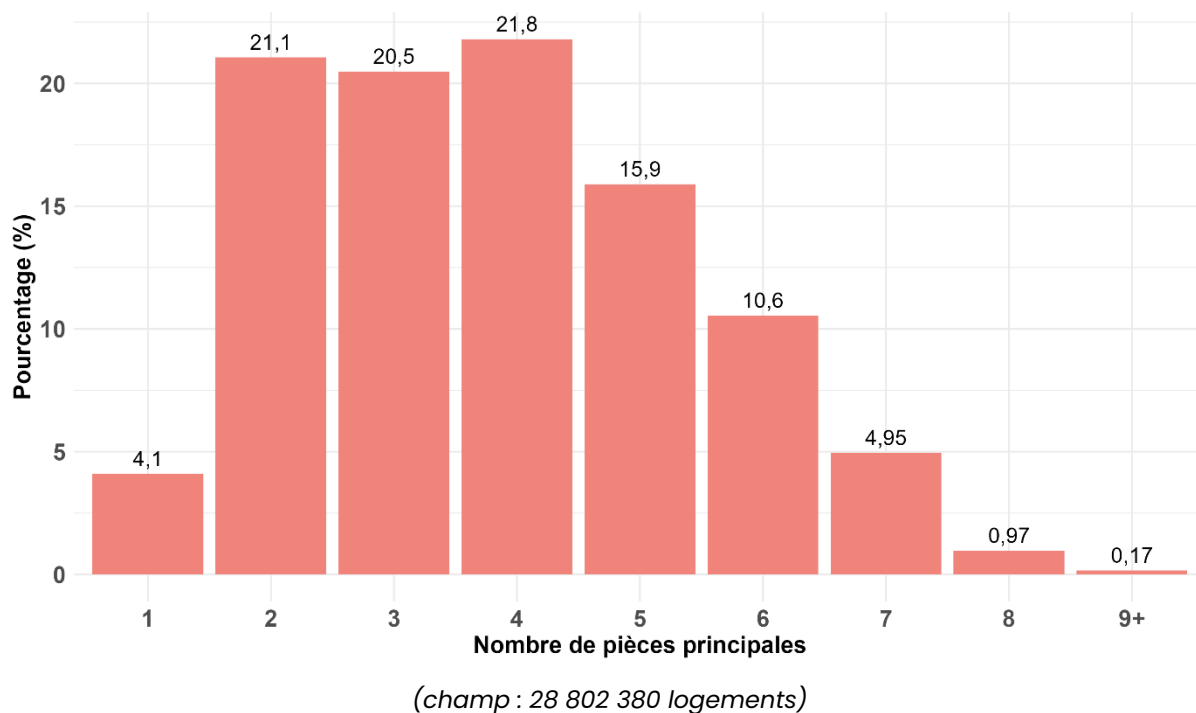
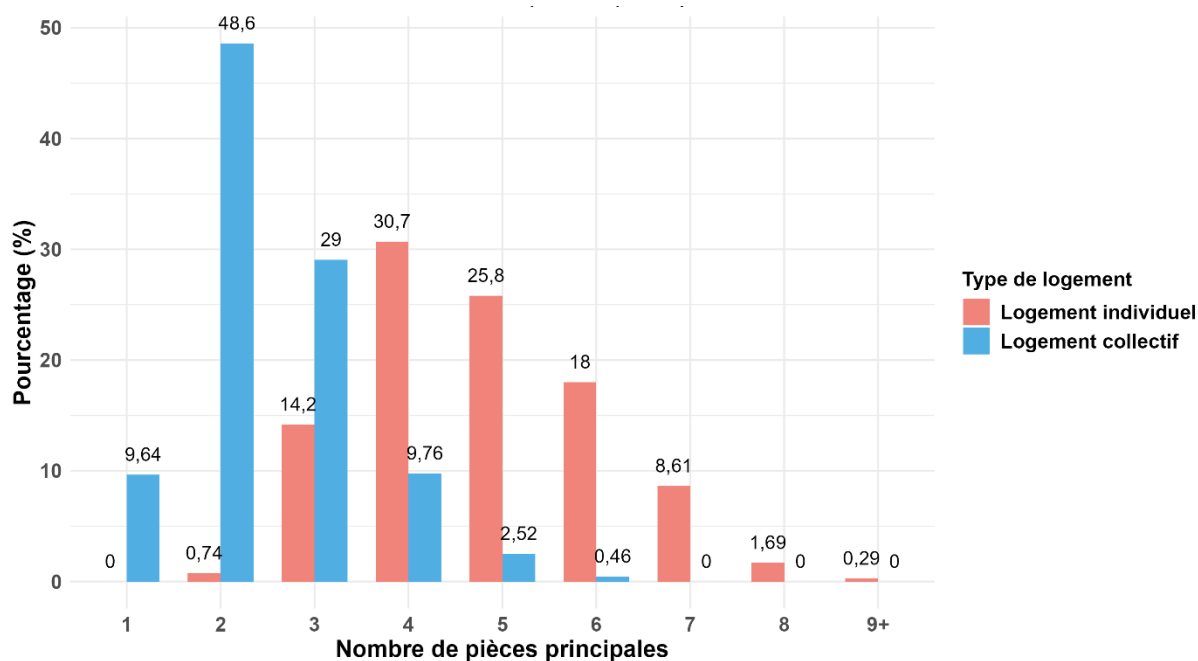


Figure 2. Répartition des logements selon le nombre de pièces principales



(champ : 16 564 946 logements individuels et 12 237 434 logements collectifs)

Figure 3. Répartition des logements individuels et collectifs selon le nombre de pièces principales

La répartition des logements collectifs et individuels selon leur surface est représentée au **Tableau 8**. La surface médiane des logements collectifs varie de 28 à 206 m² selon le nombre de pièces principales alors que celle des maisons individuelles varie de 50 à 600 m².

Tableau 8. Distribution de la surface du logement (en m²) représentée selon le nombre de pièces principales pour les logements collectifs et individuels

Type de logement	Nombre de pièces principales	Surface médiane (m ²)	Intervalle interquartile (Q1-Q3)	Min-Max observé
Logement collectif	1	28	-	20 - 42
	2	45	35 - 54	24 - 88
	3	71	65 - 80	44 - 137
	4	98	87 - 102	66 - 144
	5	105	105 - 110	89 - 150
	6+	206	125 - 206	109 - 206
Logement individuel	2	50	-	50 - 70
	3	93	61 - 110	55 - 240
	4	109	90 - 121	59 - 240
	5	123	104 - 140	85 - 280
	6	150	130 - 165	93 - 300
	7	170	130 - 206	100 - 350
	8	200	190 - 250	160 - 280
	9+	600	330 - 600	245 - 600

(champ : 16 564 946 logements individuels et 12 237 434 logements collectifs) ;

Q1 : premier quartile ; Q3 : 3ème quartile. Q1 et Q3 sont uniquement calculés pour un minimum de 5 observations.

La taille des logements (en nombre de pièces principales) et le nombre de personnes habitant les logements peuvent être des facteurs importants dans la mesure où la suroccupation peut générer des problèmes de confinement et d'humidité. Le **Tableau 9** présente le pourcentage de logements en fonction du nombre de pièces principales et du nombre de personnes du ménage. Par exemple, 25 % des logements constitués d'une seule pièce principale sont occupés par deux personnes décrivant ainsi une situation de suroccupation, notamment lorsque l'on tient compte de la surface de cette configuration de logement. Les couleurs bleu, noir et rouge indiquent respectivement les situations de sous-occupation, d'occupation normale et de suroccupation. Les situations de sur- et sous-occupation sont définies à dire d'experts à partir des données d'enquête nationale (Ribéron, 1989) et de travaux européens (Millet et al., 1997), références reprises des travaux sur la CNLI (Lucas et al., 2009).

Tableau 9. Pourcentages de logements en fonction du nombre de pièces principales et du nombre de personnes du ménage

Nombre de pièces principales	Nombre de personnes						Total en ligne
	1	2	3	4	5	6	
1	75	25	0	0	0	0	100
2	66,7	31,0	2,4	0	0	0	100
3	33,8	44,6	13,5	5,4	2,7	0	100
4	16,7	34,8	18,2	25,8	3,0	1,5	100
5	2,8	39,3	14,0	37,4	6,5	0	100
6	6,0	40,3	19,4	22,4	11,9	0	100
7	9,1	42,4	12,1	24,2	12,1	0	100
8	10	40	20	0	20	10	100
9	0	50	0	0	0	50	100
10	0	100	0	0	0	0	100

(champ : 28 802 380 logements)

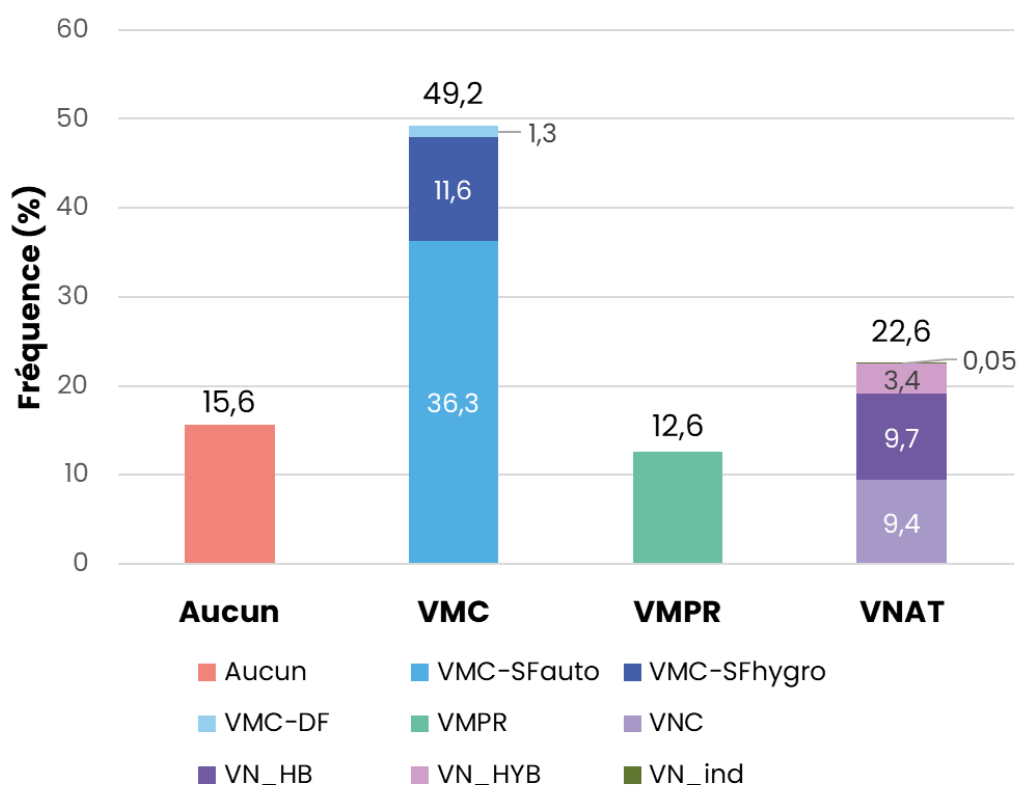
Les couleurs bleu, noir et rouge indiquent à dire d'experts les situations de sous-occupation, d'occupation normale et de suroccupation respectivement.

4.2 Les systèmes de ventilation

L'objectif de cette partie est de décrire les équipements du parc des résidences principales en France hexagonale continentale en se focalisant sur les systèmes de ventilation. Des descriptions bivariées ont été détaillées pour les différents types de systèmes de ventilation selon le type de logement et la date de fin de construction.

D'après l'effectif des logements retenus pour cette étude (472 logements représentant 28 802 380 logements du parc), le type de système spécifique de ventilation présent dans les résidences principales en France hexagonale continentale est détaillé dans la **Figure 4**. La ventilation mécanique prédomine dans plus de 61,8 % des logements avec une part prépondérante de logements équipés d'un système centralisé (49,2 %) et le reste d'un système de ventilation ponctuel ou réparti (VMPR). La ventilation naturelle est présente dans 22,6 % des logements et enfin 15,6 % des logements ne disposent d'aucun système de ventilation spécifique.

Sur l'ensemble du parc étudié, 49,2 %, soit environ 14 millions de logements, sont équipés d'une VMC. Parmi eux, 36,3% (environ 10,5 millions) disposent d'un système de ventilation simple flux par extraction autoréglable (VMC_SFauto), 11,6 % (environ 3,3 millions) sont équipés d'une ventilation simple flux par extraction hygroréglable (VMC_SFhygro) et seulement 1,3 % sont dotés d'un système de ventilation mécanique double flux (VMC_DF), représentant ainsi une part marginale du parc. Aucun système de ventilation mécanique simple flux par insufflation (VMI) n'a été observé durant l'enquête.



(Champ : 28 802 380 logements)

Figure 4. Part des différents systèmes de ventilation dans les logements

Un système spécifique de ventilation naturelle équipe 22,6 % du parc de résidences principales en France, ce qui représente environ 6,5 millions de logements. Parmi ces logements :

- 9,7 %, soit près de 2,8 millions de logements du parc total, disposent d'un système de ventilation naturelle reposant sur des grilles de ventilation hautes et basses installées dans les pièces de service (VN_HB) ;
- 9,4 % soit environ 2,7 millions du parc total, sont dotés d'un système de ventilation naturelle par conduit d'extraction à tirage naturel sans assistance mécanique (VNC) ;
- 3,4 % des résidences principales, correspondant à environ 1 million de logements, sont équipés d'un dispositif de ventilation naturelle par conduit à tirage naturel avec assistance mécanique (ventilation hybride ou VN_HYB) ;
- Enfin, 13 202 logements (0,05 %) ont déclaré la présence d'un système de ventilation naturelle sans autre détail (VN_ind).

La répartition des différents systèmes de ventilation en fonction des caractéristiques des logements est illustrée dans le **Tableau 10**. Le système de ventilation mécanique (incluant des systèmes centralisés, ponctuels ou répartis) est le plus répandu représentant environ 62 % du parc de logements, et ce quel que soit le type de logement. Le système de ventilation naturelle est lui davantage présent dans les logements collectifs (29,6 %) que

dans les maisons individuelles (17,4 %). Enfin, l'absence de dispositif de ventilation clairement identifié est plus fréquente dans les maisons individuelles (20,9 %) que dans les logements collectifs (8,5 %). Un test du χ^2 ne montre toutefois pas de dépendance entre le type de ventilation et le type de logement.

Près de 85 % des logements construits après 1981 sont équipés d'un système de ventilation mécanique. Dans les logements plus anciens, la part de logements équipés avoisine les 50 %. Une association significative entre le type de système de ventilation et la date de construction est observée selon un test d'indépendance du χ^2 .

Cette association du type de système de ventilation avec la date de construction est fondamentalement liée aux réglementations mises en place depuis 1958 qui concernent principalement l'habitat neuf. La réhabilitation continue des logements, notamment les plus anciens, a contribué à l'installation de systèmes de ventilation dans des logements qui n'étaient pas concernés par ces réglementations. L'enquête CNL2 permet d'obtenir des éléments sur la réhabilitation du logement au cours de l'année passée. Ainsi, 5,9 % des logements ont procédé à des travaux d'installation ou de changement de leur système de ventilation au cours de l'année écoulée (soit 18,5 % des logements ayant réalisé des travaux de tout type). Toutefois, il est impossible de connaître l'historique de chaque logement en termes de travaux et réhabilitation. Une part des logements les plus anciens, non soumis à la réglementation, a donc vraisemblablement déjà procédé à l'installation d'un système spécifique de ventilation, notamment mécanique.

Tableau 10. Type de systèmes de ventilation en fonction des caractéristiques des logements (%)

Caractéristiques		Ventilation mécanique	Ventilation naturelle	Aucun dispositif	Total
Type de logement	Collectif	61,9	29,6	8,49	100
	Individuel	61,8	17,4	20,9	100
Date de construction	< 1968	49,4	28,8	21,8	100
	1968-1981	48,0	33,1	18,9	100
	> 1981	84,1	8,56	7,31	100

(Champ : 28 802 380 logements)

La répartition détaillée des systèmes de ventilation mécanique et naturelle est représentée en fonction du type de logement au **Tableau 11**. La répartition détaillée des systèmes de ventilation varie peu selon le type de logement (pas de dépendance observée entre les deux variables). Néanmoins, certaines observations peuvent être faites. Par exemple, aucune ventilation hybride n'a été observée dans les maisons individuelles. De même, la ventilation double flux n'est pratiquement pas présente dans les logements collectifs.

Tableau 11. Description détaillée des systèmes de ventilation en fonction du type du logement (%)

Caractéristiques		Type de logement	
Type de ventilation		Maison individuelle	Logement collectif
Ventilation mécanique	Ventilation mécanique simple flux par extraction autoréglable (VMC_SFauto)	33,2	40,6
	Ventilation mécanique simple flux par extraction hygroréglable (VMC_SFhygro)	9,53	14,4
	Ventilation mécanique double flux (VMC_DF)	2,19	0,08
	Ventilation mécanique ponctuelle ou répartie (VMPR)	16,9	6,85
Ventilation naturelle	Ventilation naturelle par grilles hautes et basses dans les pièces de service (VN_HB)	8,94	10,7
	Ventilation naturelle par conduit d'extraction à tirage naturel (sans assistance mécanique) (VNC)	8,36	10,9
	Ventilation hybride (VN_HYB)	0	8,0
	Ventilation naturelle sans précision (VN_ind)	0,08	0
Aucun dispositif		20,9	8,49
Total		100	100

(Champ : 28 802 380 logements)

Le **Tableau 12** montre la répartition détaillée des différents types de systèmes de ventilation selon la date de construction des logements. La part des systèmes simple flux par extraction hygroréglable apparaît plus importante dans les logements construits après 1981 (près de 22 % des logements). À l'inverse, peu de logements construits après 1981 disposent d'une ventilation naturelle par grilles hautes et basses comparativement aux logements construits avant cette date. La ventilation hybride a été exclusivement observée dans des logements construits avant 1968 (et tous collectifs d'après le **Tableau 11**).

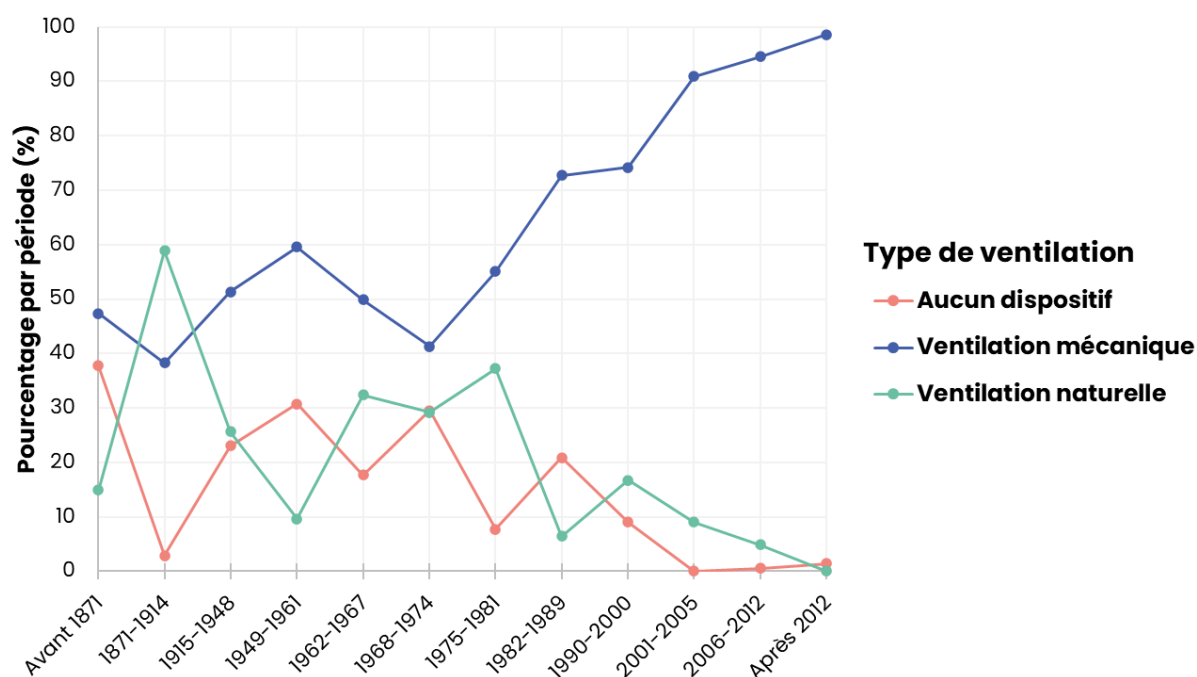
Tableau 12: Répartition des systèmes de ventilation en fonction de la date de construction (%)

Caractéristiques		Période de fin de construction regroupées		
Type de ventilation		< 1968	1968-1981	> 1981
Ventilation mécanique	Ventilation mécanique simple flux par extraction autoréglable (VMC_SFauto)	28,2	32,8	46,6
	Ventilation mécanique simple flux par extraction hygroréglable (VMC_SFhygro)	5,18	6,23	21,7
	Ventilation mécanique double flux (VMC_DF)	1,21	0,83	1,74
	Ventilation mécanique ponctuelle ou répartie (VMPR)	14,8	8,13	14,1
Ventilation naturelle	Ventilation naturelle par grilles hautes et basses dans les pièces de service (VN_HB)	13,6	14,2	2,56
	Ventilation hybride (VN_HYB)	9,94	0	0

Caractéristiques		Période de fin de construction regroupées		
	Ventilation naturelle par conduit d'extraction à tirage naturel (sans assistance mécanique) (VNC)	5,19	18,9	6,0
	Ventilation naturelle sans précision (VN_ind)	0,13	0	0
Aucun dispositif		21,8	18,8	7,3
Total		100	100	100

(champ : 28 802 380 logements)

La **Figure 5** illustre l'évolution de la part de chaque dispositif dans les logements selon la date de construction de manière plus détaillée. La ventilation mécanique (centralisée, répartie ou ponctuelle) domine dans pratiquement toutes les tranches de périodes de construction des logements, tout particulièrement après 1981. La ventilation naturelle oscille entre 10 % et 60 % de part de logements selon la période de construction avec une baisse quasi-régulière à partir de 1982. De même, l'absence de dispositif représente entre 5 % et 38 % de logements selon la période de construction, avant de devenir insignifiante pour les logements construits après 2000. Un test d'indépendance du khi² indique un lien significatif entre les deux variables : période de construction détaillée et type de système de ventilation.

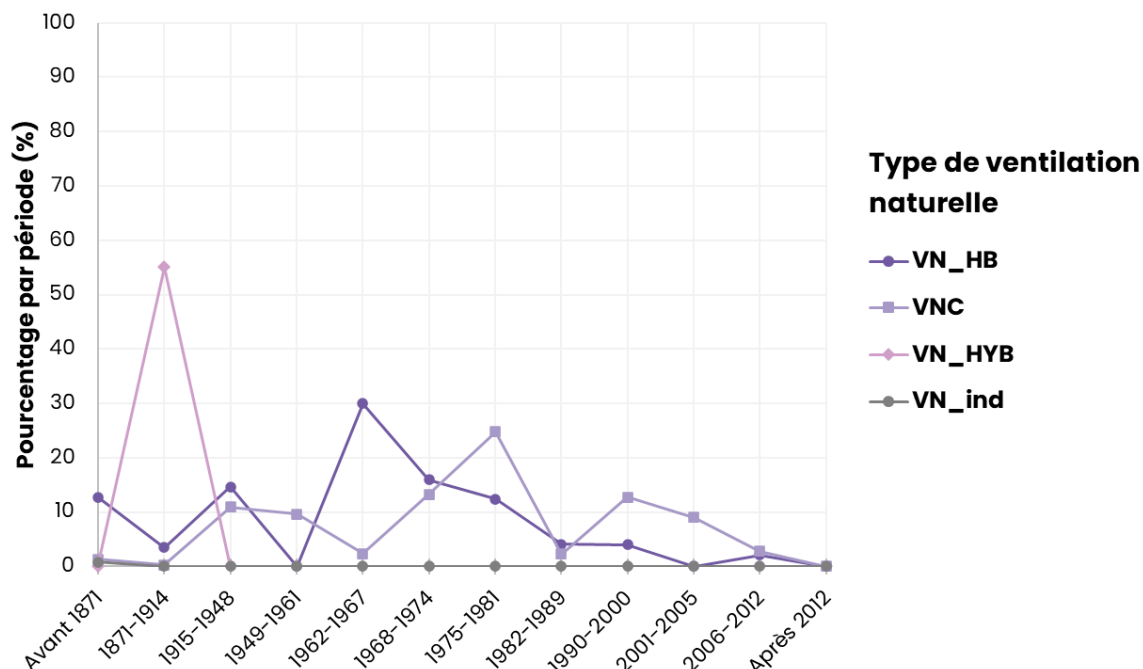


(champ : 28 802 380 logements)

Figure 5. Évolution de la part de chaque type de ventilation dans les logements selon la date de construction

La **Figure 6** présente l'évolution temporelle des parts relatives des dispositifs de ventilation naturelle dans les logements selon les périodes de construction. La ventilation hybride est uniquement présente dans les logements construits entre 1871 et 1914. La part de la ventilation naturelle par conduit est variable selon la période de construction. Il en est de

même s'agissant de la ventilation naturelle par grilles hautes et basses. La présence de dispositif de ventilation naturelle reste particulièrement rare dans les logements construits après 2005.



(champ : 28 802 380 logements)

Figure 6. Évolution de la part des différents types de système de ventilation naturelle dans les logements selon la période de construction

La **Figure 7** présente l'évolution temporelle des parts relatives des systèmes de ventilation mécanique dans les logements selon les périodes de construction. La VMC simple flux autoréglable est prépondérante dans les logements construits entre 1871 et 2005 et équipés d'une ventilation mécanique. Sa présence dans les logements les plus anciens souligne qu'il s'agit d'un système particulièrement utilisé dans les opérations de réhabilitation. À partir de 2005, la part de la VMC simple flux autoréglable décline au profit de la VMC simple flux hygroréglable qui devient prépondérante dans les logements construits après 2012. La part de la VMC double flux reste faible quelle que soit la période de construction. Sa présence dans les logements plus anciens indique qu'il s'agit d'un système installé lors de réhabilitations passées. La ventilation mécanique ponctuelle ou répartie présente une part plus importante dans les logements construits avant 1962, pour ensuite ne représenter que 5 % à 20 % des logements selon la période.

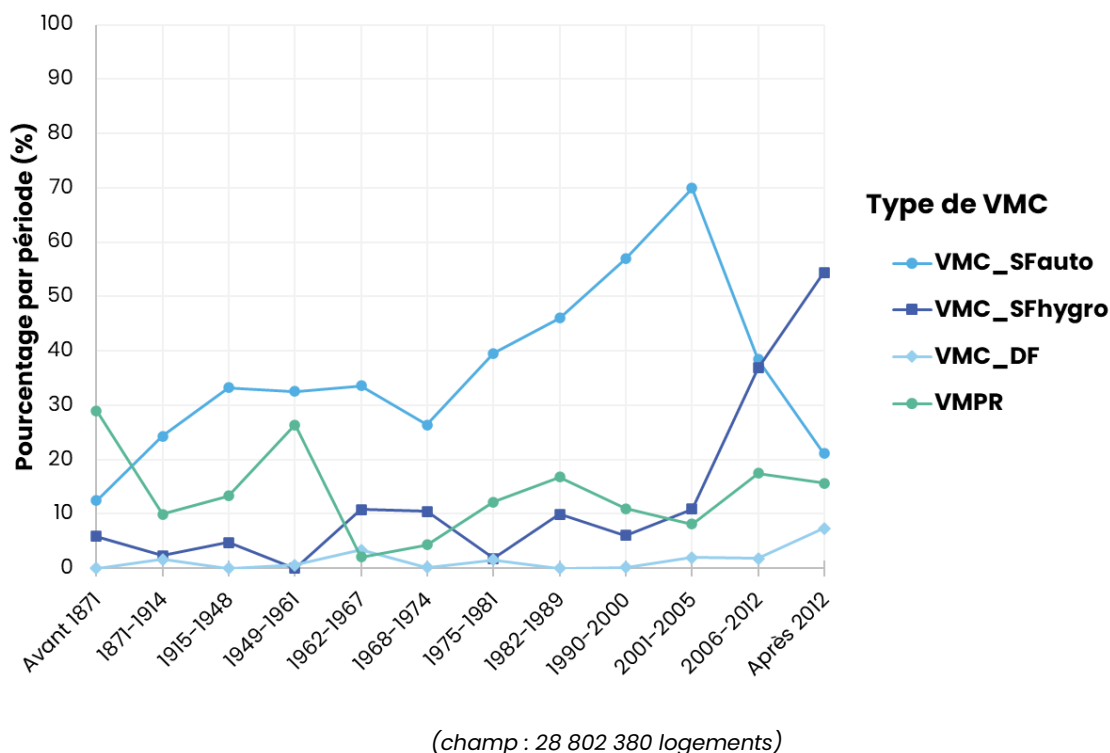


Figure 7. Évolution de la part des différents types de système de ventilation mécanique dans les logements selon la période de construction

4.3 Hottes de cuisine

Les logements peuvent présenter d'autres systèmes qui peuvent venir concurrencer ou compléter le système de ventilation existant, comme les hottes de cuisine. Les deux-tiers des logements disposent d'une hotte aspirante en cuisine avec une grande disparité selon le type de logement (**Tableau 13**). En maison individuelle, près de 90 % des foyers sont équipés d'une hotte aspirante le plus souvent raccordé à l'extérieur (55 % des maisons individuelles). En collectif, près de 60 % des logements ne disposent pas de hottes aspirantes, et lorsqu'ils le sont, il s'agit le plus souvent d'une hotte avec filtre rejetant l'air filtré à l'intérieur du logement (hotte aspirante à recyclage).

Tableau 13. Pourcentage de logements avec hottes aspirantes en cuisine

Présence de hottes aspirantes	Maison individuelle	Logement collectif	Tout logement
Hotte aspirante à recyclage	32,9	35,3	33,9
Hotte aspirante avec rejet à l'extérieur	54,9	4,7	33,5
Hotte aspirante indéterminée	0	0,3	0,1
Pas de hotte aspirante	12,3	59,7	32,4
Total	100	100	100

(champ : 28 802 380 logements)

En termes d'utilisation lors de la préparation des repas, près de 43 % des foyers déclarent utiliser leur hotte aspirante, dont 17 % tous les jours (**Tableau 14**). L'utilisation de la hotte grimpe à 56 % en maison individuelle contre près de 25 % en collectif. Comparativement,

l'utilisation du grand débit en cuisine lors de la préparation des repas ne représente que 15,6 % des foyers, avec peu de différences entre les maisons individuelles et les logements collectifs (16,2 % et 12,5 % respectivement). L'ouverture des fenêtres lors de la préparation des repas est par contre plus répandue (près de 74 % des foyers), aussi bien en maison individuelle (70,3 %) qu'en collectif (78,2 %).

Tableau 14. Fréquence d'utilisation de la hotte aspirante sur la semaine lors de la préparation des repas comparativement au grand débit en ventilation mécanique et à l'ouverture des fenêtres

Utilisation sur la semaine lors de la préparation des repas	Maison individuelle	Logement collectif	Tout logement
Hotte aspirante			
...Jamais	30,6	14,2	23,6
...De temps en temps	33,7	14,9	25,7
...Tous les jours	22,4	9,5	16,9
...Pas de hotte	12,3	59,7	32,4
...Sans réponse	1,0	1,7	1,3
...Total	100	100	100
Ventilation mécanique (grand débit)			
...Jamais	37,3	33,2	35,6
...De temps en temps	6,3	4,7	5,6
...Tous les jours	9,9	7,8	9,0
...Pas de ventilation grand débit	40,9	46,8	43,4
...Sans réponse	5,7	7,5	6,5
...Total	100	100	100
Ouverture de fenêtres			
...Jamais	29,3	21,8	26,1
...De temps en temps	45,7	27,9	38,1
...Tous les jours	24,6	50,3	35,5
...Pas d'ouvrant donnant sur l'extérieur en cuisine	0	0	0
...Sans réponse	0,4	0	0,2
...Total	100	100	100

(champ : 19 430 031 logements)

4.4 Comparaison CNLI vs CNL2

La répartition du type de systèmes de ventilation dans le parc de logements en France en 2020-2023 (CNL2) a été comparée avec la première Campagne Nationale du Logement (CNLI, 2003-2005). Les résultats de la comparaison figurent au **Tableau 15**.

Tableau 15. Comparaison des différents équipements du ventilation entre la CNL1 et la CNL2

Type de ventilation		CNL2 (2020-2023)	CNL1 (2003-2005)	Comparaison CNL2 versus CNL1 Test de khi ² p-valeur
Système de ventilation	Mécanique centralisée	52,5	35,0	< 0,0001
	Mécanique ponctuelle/répartie	15,8	9,1	0,036
	Naturelle	16,1	34,5	< 0,0001
	Aucun dispositif	15,6	21,4	0,147
	Total*	100	100	-
Type de VMC****	VMC simple flux**	97,6	96,9	0,0004
	VMC double flux	2,4	3,1	0,83
	Total***	100	100	-

* Parc de résidences principales : CNL2 (N = 28 309 285) et CNL1 (N = 24 672 135)

** incluant autoréglable et hygroréglable. La distinction n'a pas été faite en CNL1.

*** Parc de logements équipés en VMC : CNL2 (N = 14 854 488) et CNL1 (N = 8 635 543)

**** Sont exclus les logements ne possédant pas un système de ventilation mécanique centralisée

En 15 ans, entre les deux campagnes, la proportion de logements équipés de ventilation mécanique centralisée a augmenté significativement passant de 35 % à près de 53 %, au dépend de la ventilation naturelle qui a chuté significativement de 35 % à 16 %. La ventilation mécanique répartie a légèrement augmenté, passant de 9 % à près de 16 % (p = 0,036). La part des logements sans aucun dispositif de ventilation a légèrement diminué (de 21,4 % à 15,6 %), mais cette variation n'est pas statistiquement significative (p = 0,15).

4.5 Comparaison avec d'autres données nationales

4.5.1 Comparaison avec l'Observatoire National Ventilation

L'Observatoire National Ventilation (ONV)¹⁰ a été établi en 2023 par le ministère en charge de la construction, suite à l'entrée en application de la RE2020 et des exigences mises en place sur la vérification des systèmes de ventilation mécanique contrôlée dans le résidentiel neuf. Cet observatoire présente les principales statistiques globales relatives aux contrôles (vérifications et mesures) des systèmes de ventilation réalisés dans le cadre de la RE2020. En effet, la RE2020 impose la vérification des systèmes de ventilation mécanique dans le résidentiel neuf. Cette vérification est réalisée par des opérateurs reconnus compétents et les résultats de tous les contrôles rassemblés dans une base de données nationale.

¹⁰ <https://www.observatoire-national-ventilation.developpement-durable.gouv.fr/>

Sur la base de 25 305 contrôles réalisés entre 2021 et août 2025 dans des logements neufs équipés d'un système de ventilation mécanique, la quasi-totalité des foyers est équipé d'un système simple flux par extraction hygroréglable (**Tableau 16**). Comparativement, dans les 38 logements enquêtés construits après 2012 lors de la campagne CNL2, la part estimée de la ventilation simple flux hygroréglable est plus faible (45 % à 64 % selon le type de logements). La proportion de logements en ventilation double flux est plus importante pour la CNL2, tout comme la ventilation ponctuelle ou répartie.

Tableau 16. Comparaison des différents systèmes de ventilation entre la CNL2 et l'Observatoire National Ventilation

	ONV (2021-08/2025)		CNL2 (2020-2023)	
	Logements neufs (2021 – 2025)		Logements construits après 2012	
Effectif	25 170	135	27	11
Système de ventilation (%)	Maison individuelle	Logement collectif	Maison individuelle	Logement collectif
Simple Flux hygroréglable	99,1	94,8	44,5	63,6
Simple Flux autoréglable	0,4	4,4	18,5	36,4
Mécanique ponctuelle / répartie	0	0	18,5	0
Double Flux	0,5	0,7	14,8	0
Ventilation naturelle	-	-	0	0
Aucun système	-	-	3,7	0
Total	100	100	100	100

Dans l'échantillon de logements enquêtés lors de la campagne CNL2 et construits après 2012, seuls deux logements ont été construits après 2020 (dont un seul en 2022). La RE2020 n'est toutefois entrée en application dans les logements qu'au 1^{er} janvier 2022.

Les données de l'ONV mettent en évidence une évolution progressive des systèmes de ventilation mécanique vers le simple flux hygroréglable (le plus souvent de type B) qui devraient peu à peu se répercuter à l'échelle du parc.

4.5.2 Comparaison avec l'Observatoire DPE-Audit Ademe

Depuis 2020, l'ADEME au travers de l'Observatoire DPE-Audit¹¹, met à disposition la base des diagnostics de performance énergétique (DPE) des logements et des bâtiments tertiaires. Le DPE est un diagnostic réalisé en France sur les biens immobiliers. Il renseigne sur la performance énergétique d'un logement ou d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie et son impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Il comporte des données techniques sur le bâtiment, notamment une description du système de ventilation. Le DPE est réalisé suite à des transactions immobilières (vente, location et construction neuve) des logements et des bâtiments tertiaires (bureaux, hôtel, etc.). De ce fait, la base

¹¹ <https://observatoire-dpe-audit.ademe.fr/accueil>

de données DPE ne couvre pas l'ensemble du parc immobilier et elle n'en est pas représentative. Toutefois, en prenant en compte les DPE réalisés depuis le 1^{er} juillet 2021, près de 14 millions d'entre eux sont disponibles pour les logements existants, ce qui en fait un échantillon conséquent.

La nomenclature des systèmes de ventilation utilisée entre l'Observatoire DPE-Audit et la CNL2 n'est pas exactement la même. Les dénominations qui ne correspondaient pas exactement entre les deux jeux de données ont été regroupées dans la catégorie « autre système ».

Le **Tableau 17** compare le type de système de ventilation répertorié dans les DPE réalisés depuis juillet 2021 dans les logements existants (toutes dates de construction confondues) avec les données collectées lors de la CNL2. Dans les deux cas, la part de VMC simple flux autoréglable est du même ordre (33 % à 36 %) avec peu d'écarts entre individuel et collectif. De même, les logements sans aucun dispositif (ventilation uniquement par ouverture de fenêtres) se retrouvent dans les mêmes proportions. L'Observatoire DPE relève une part plus importante de VMC simple flux hygroréglable par rapport à la CNL2 (28 % contre près de 12 % seulement). La part de la ventilation naturelle par conduit est similaire entre les deux jeux de données. La ventilation par grilles hautes et basses est un peu plus souvent observée dans la CNL2 (9,7 % contre 6 %). Enfin, la CNL2 compte beaucoup plus de logements équipés d'un autre système de ventilation (17 % par rapport à 7 %), lié notamment à la part de ventilation mécanique ponctuelle et répartie non spécifiquement renseignée dans l'Observatoire DPE.

Les écarts observés peuvent être liés à l'incertitude des estimations réalisées à l'échelle nationale par la CNL2. Ils peuvent également être liés au fait que les DPE ont été réalisés préférentiellement sur une certaine catégorie de logements par rapport à une autre, notamment le logement collectif beaucoup plus représenté que la maison individuelle ou encore des logements plus récents par rapport à des logements plus anciens. Il serait nécessaire de redresser l'échantillon DPE pour pouvoir réellement comparer.

Tableau 17. Comparaison des différents systèmes de ventilation entre la CNL2 et l'Observatoire DPE-Audit de l'Ademe

Type de système (%)	Observatoire DPE (07/2021 – 08/2025)			CNL2 (11/2020 – 02/2023)		
	Logements	Individuel	Collectif	Logements	Individuel	Collectif
VMC SF autoréglable	33,4	35,8	32,3	36,3	33,2	40,6
VMC SF Hygro (A et B)	28,3	20,0	31,7	11,6	9,5	14,4
Ventilation naturelle par conduit	9,3	5,5	10,9	9,4	8,4	10,9
Ventilation naturelle par grilles hautes et basses	6,0	7,1	5,6	9,7	8,9	10,7
Autre système*	7,2	4,7	8,1	17,4	19,1	15,8
Aucun dispositif (ventilation par	15,9	26,9	11,5	15,6	20,9	8,5

	Observatoire DPE (07/2021 – 08/2025)			CNL2 (11/2020 – 02/2023)		
Type de système (%)	Logements	Individuel	Collectif	Logements	Individuel	Collectif
ouverture des fenêtres)						
Total	100	100	100	100	100	100
Effectif**	12 093 060	3 491 319	8 316 588	28 802 380	16 564 946	12 237 434

**Inclus pour l'observatoire DPE : VMC simple flux (SF) gaz, ventilation hybride, ventilation mécanique sur conduit existant, VMC double flux individuelle, autres systèmes. Pour la CNL2, la ligne comprend la ventilation mécanique ponctuelle ou répartie, la VMC double flux et la ventilation hybride.*

***Pour l'observatoire DPE, l'effectif est celui arrêté au 18/08/2025. Il ne prend pas en compte les données des immeubles pour rester à l'échelle du logement (maison ou appartement).*

5 État des entrées et des sorties d'air

La présence et l'état des entrées d'air et des grilles de ventilation ont été renseignés au niveau de chaque pièce visitée des 571 logements enquêtés, soit 5 488 pièces indépendamment du type de système de ventilation (mécanique, naturelle ou aucun). La **Figure 8** présente la répartition des pièces avec différents composants de ventilation (entrées d'air, grilles de ventilation, bouches de ventilation) selon les logements et leur système de ventilation. L'exploitation de ces données est effectuée à l'échelle de l'ensemble des pièces de l'échantillon de logements enquêtés sans pouvoir exprimer ces résultats à l'échelle nationale. En effet, la représentativité des logements à l'échelle du parc de résidences principales ne s'étend pas à la représentativité des pièces visitées. Le nombre et le type de pièces rencontrées peuvent fortement varier d'un logement à l'autre.

L'état des bouches d'insufflation ou d'extraction n'a été renseigné dans chaque pièce que pour les seuls logements équipés en ventilation mécanique, représentant 3 637 pièces pour 380 logements. L'exploitation de ces données se fera à l'échelle de cet échantillon de logements. Le schéma global descriptif des entrées et des sorties d'air au niveau des pièces des logements est représenté dans la **Figure 8**.

L'exploitation des données distingue parmi les pièces visitées : les pièces de vie et les pièces de service. Les pièces de vie considérées comprennent les chambres, les pièces désignées comme studio, les séjours et salons, les bureaux, les cuisines américaines (qui comptent également comme pièce de service) et les salles de jeu. Les pièces de service prises en compte sont les cuisines fermées ou ouvertes (américaines), les salles de bains et les WC. Les pièces qui ne sont ni classées comme pièces de vie ou de service sont regroupées en autres pièces et ne font pas l'objet d'une exploitation particulière.

5.1 État des entrées d'air et des grilles de ventilation

Dans le cadre de la caractérisation des dispositifs de ventilation dans les résidences principales de la France hexagonale, un état des lieux des entrées d'air et grilles de ventilation a été réalisé. Au total, **5 488 pièces** ont été enquêtées dans **571 logements**, dont 1 520 entrées d'air ont été recensées dans 394 logements (69 % des logements). Parmi ces 1 520 entrées d'air, 1 202 sont situées dans les pièces de vie de 359 logements (62,9 % des logements). L'exploitation se focalisera sur les seules entrées d'air présentes en pièces de vie.

Concernant les grilles de ventilation, 549 ont été identifiées dans autant de pièces respectives représentant 239 logements. Les grilles de ventilation sont présentes dans 187 pièces de vie, dans 293 pièces de service (dont 46 cuisines US comptées également en pièces de vie) et dans 115 autres pièces (buanderies, dressings, ateliers, cage d'escaliers, celliers, garages communicants, etc.).

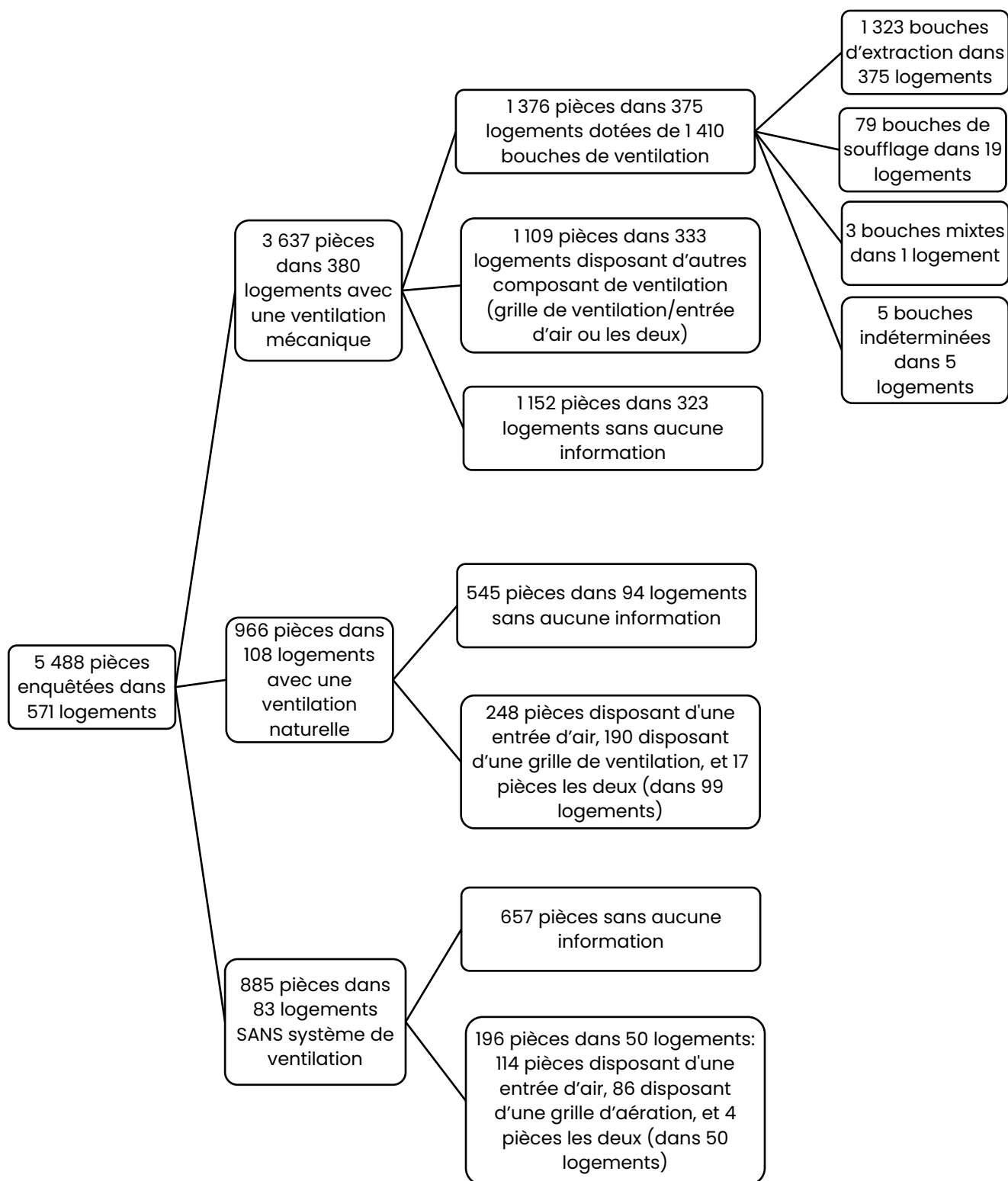


Figure 8. Répartition des pièces avec composants de ventilation selon le type de système du logement

L'évaluation de l'état des entrées d'air dans les pièces de vie indique que plus de 93 % d'entre elles sont jugées en bon état (cf. **Tableau 18**), contre 4,4 % des pièces possédant au moins une entrée d'air encrassée et 2,2 % des pièces possédant une entrée obturée ou masquée par un meuble.

Pour les grilles de ventilation, 86 % des pièces inspectées possèdent au moins une grille avec un état correct, contre 10,2 % possédant au moins une grille encrassée et 3,3 % une grille obturée. Il est à noter qu'un composant peut être à la fois encrassé et obturé ou masqué. Il est alors comptabilisé comme obturé.

Tableau 18. État des entrées d'air et des grilles de ventilation dans les pièces enquêtées

Type de pièce	État des entrées et des sorties	Nombre d'observations	Pourcentage (%)
Pièces de vie enquêtées possédant au moins une entrée d'air dans la pièce	Toutes correctes	1 123	93,4 %
	Au moins une entrée d'air encrassée	53	4,4 %
	Obturée ou masquée par un meuble	26	2,2 %
	Nombre total de pièces enquêtées avec entrée d'air	1 202*	100 %
Pièces enquêtées possédant au moins une grille de ventilation dans la pièce	Toutes correctes	472	86,0 %
	Au moins une grille encrassée	56	10,2 %
	Obturée ou masquée par un meuble	18	3,3 %
	Sans réponse***	3	0,5 %
	Nombre total de pièces enquêtées avec grille de ventilation	549**	100 %

* 359 logements concernés possédant au moins une entrée d'air dans une pièce de vie

** 239 logements concernés possédant au moins une grille de ventilation dans la pièce

*** 3 logements concernés avec chacun une pièce pour laquelle l'état de la grille de ventilation n'est pas renseigné.

L'analyse des états des entrées et des sorties d'air à l'échelle du logement, détaillée dans le **Tableau 19**, met en évidence une majorité de logements avec des entrées d'air et des grilles de ventilation en bon état (respectivement 89 % et 77 %). Toutefois, la présence d'entrées d'air encrassées ou obturées révèle des dysfonctionnements dans la ventilation du logement, pouvant affecter l'efficacité du renouvellement de l'air et ce faisant la qualité de l'air intérieur.

Tableau 19. État des entrées d'air et des grilles de ventilation à l'échelle du logement

	État des entrées et des sorties	Nombre de logements observés	Pourcentage (%)
Entrées d'air dans toutes les pièces de vie du logement	Toutes les entrées d'air sont correctes	319	88,9 %
	Au moins une entrée d'air est encrassée et aucune n'est obturée dans une pièce	28	7,8 %
	Au moins une entrée d'air est obturée dans une pièce	12	3,3 %
	Total logements	359	100 %

	État des entrées et des sorties	Nombre de logements observés	Pourcentage (%)
Grilles de ventilation dans toutes les pièces du logement	Toutes les grilles de ventilation sont correctes	182	76,2 %
	Au moins une grille de ventilation est encrassée et aucune n'est obturée dans une pièce	39	16,3 %
	Au moins une grille de ventilation est obturée dans une pièce	16	6,7 %
	Sans réponse*	2	0,8 %
	Total logements	239	100 %

* Aucune des grilles de ventilation décrites dans le logement ne présente de données relatives à leur état.

5.2 État des bouches de soufflage et des bouches d'extraction

Parmi les 5 488 pièces enquêtées dans les 571 logements, 3 637 pièces appartiennent à 380 logements équipés d'un système de ventilation mécanique, 966 pièces correspondent à 108 logements équipés d'un système de ventilation naturelle, et 885 pièces à 83 logements sans aucun dispositif de ventilation. Afin de dresser un état des lieux précis des bouches de soufflage et d'extraction, l'analyse se concentre sur les logements dotés d'un système de ventilation mécanique, soit 3 637 pièces réparties dans 380 logements.

Sur ces 3 637 pièces, 1 410 bouches de ventilation ont été recensées. Les bouches se répartissent sur 1 376 pièces issues de 375 logements. Pour 5 logements équipés en ventilation mécanique, aucune bouche d'insufflation ou d'extraction n'a été renseignée par les enquêteurs.

Pour toutes les autres pièces, où aucune bouche de ventilation n'a été signalée, 1 109 d'entre elles disposaient d'autres composants de ventilation (une entrée d'air (903 pièces), une grille de ventilation (185) ou les deux (21)). Pour 1 152 pièces, aucun composant de ventilation n'a été identifié.

L'exploitation des données relatives aux bouches de ventilation se fera donc sur les 1 410 bouches recensées. Tout d'abord, l'analyse du nombre de bouches renseignées par logement (cf. **Tableau 20**) montre que les configurations à 2, 3 ou 4 bouches identifiées sont les plus fréquentes, avec une nette prédominance des logements équipés de 3 bouches (en général, extractions en cuisine, salle de bains et WC) qui représentent à eux seuls 48,5 % de l'échantillon observé. À l'inverse, les configurations comprenant plus de 6 bouches renseignées restent marginales.

Les données collectées restent tributaires de l'accessibilité des pièces et des bouches de ventilation par les enquêteurs au moment de la visite sur site.

Tableau 20. Nombre de bouches de ventilation renseignées par logement

Nombre de bouches renseignées par logement	Nombre de logements (n échantillon)
0	5
1	20
2	50
3	138
4	72
5	49
6	29
7	4
8	3
9	2
10	2
11	2
12	1
15	3
Total (logements avec ventilation mécanique)	380

En règle générale, selon les principes de balayage de la ventilation mécanique contrôlée (VMC) et notamment ceux définis par l'arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements, la répartition des bouches est la suivante :

- Apport d'air neuf par les pièces de vie (séjour, chambres, bureau) au travers d'entrées d'air (VMC simple flux) ou de bouches d'insufflation (VMC double flux) ;
- Bouche d'extraction (évacuation de l'air vicié) dans les pièces de service (cuisine, salle de bains, WC).

Cependant, dans les logements équipés d'un système de ventilation mécanique double flux sans balayage, ou d'une ventilation mécanique répartie ou ponctuelle, des configurations différentes peuvent être observées.

La répartition des différents types de bouches de ventilation par type de pièce est détaillée dans le **Tableau 21**. Les pièces de service, telles que la cuisine, la salle de bains ou les WC sont quasi-exclusivement équipées de bouches d'extraction, visant à évacuer l'air vicié et humide. Toutes les pièces de service ne sont pas systématiquement associées à la présence d'une bouche de ventilation du fait souvent du manque d'accessibilité des bouches, dissimulées derrière un meuble par exemple.

Les pièces de vie comme les séjours, les chambres, mais également les bureaux et salles de jeux comptent peu de bouches de ventilation renseignées au regard du nombre de pièces visitées (sauf pour les cuisines américaines). Les pièces de vie dépourvues de bouches de ventilation comptent par contre une entrée d'air ou une grille de ventilation

dans 65 % des cas (898 sur 1381 pièces). La présence d'une bouche d'extraction est considérée normale dans une cuisine ouverte (cuisine US) qui est également une pièce de service. Il en va de même pour un studio qui ne compte pas de cuisine indépendante. Par contre, il est plus étonnant de retrouver une bouche d'extraction dans d'autres pièces de vie (sauf pour un système de ventilation double flux sans balayage). C'est le cas dans un faible nombre de pièces de vie (36) avec 37 bouches d'extraction répertoriées en l'absence de bouches d'insufflation. Il peut s'agir d'une erreur d'appréciation de l'enquêteur, mais 16 de ces bouches ont fait l'objet de mesures de débit ou de pression. Il peut également s'agir de pièces qui ont changé de destination (par exemple, une buanderie transformée en bureau ou chambre, ou d'autres configurations). L'historique des pièces n'est pas forcément connu des enquêteurs au moment de leur visite. Ces configurations soulèvent une interrogation quant à l'efficacité voire la conformité du système de ventilation. Ces situations sont écartées de l'exploitation des mesures de débit aux bouches.

Tableau 21. Type de bouche renseignée par pièce visitée

Type de pièce enquêtée		Type de bouche renseignée					
		E	S	E/S	Ind	Total Bouches	Total Pièces
Pièce de service	Cuisine fermée	122	-	-	1	123	163
	Salle de bains	512	-	-	2	514	571
	WC	382	-	-	2	384	438
Pièce de vie	Cuisine ouverte	187	15	-	-	202	235
	Chambre	34	47	2	-	83	1 115
	Séjour	2	5	1	-	8	194
	Studio	1	-	-	-	1	3
	Salle de jeu	-	1	-	-	1	22
	Bureau	4	6	-	-	10	138
Autre pièce	Buanderie	52	-	-	-	52	148
	Cellier	14	-	-	-	14	45
	Garage	3	-	-	-	3	117
	Escalier	3	2	-	-	5	77
	Dressing	2	1	-	-	3	34
	Entrée	-	1	-	-	1	93
	Débarras	1	-	-	-	1	23
	Couloir	-	1	-	-	1	103
	Cave	1	-	-	-	1	52
	Atelier	-	-	-	-	0	20
	Chaufferie	-	-	-	-	0	14
	Grenier	-	-	-	-	0	12
	Véranda	-	-	-	-	0	26
	Autre	3	-	-	-	3	28
Total		1 323	79	3	5	1 410	3 637

E : Bouche d'extraction ; S : Bouche de soufflage (insufflation) ; E/S : Bouche d'extraction et de soufflage (alternativement) ; Ind : Type de bouche indéterminé.

Parmi les autres pièces, la buanderie et le cellier comptent le plus de bouches d'extraction. D'autres pièces secondaires (garage, cage d'escalier, dressing, etc.) répertorient également des bouches de ventilation. La présence de bouches de ventilation dans ces pièces reste marginale au regard du nombre de pièces visitées.

Dans 30 pièces enquêtées (28 logements) une configuration comprenant plusieurs bouches de ventilation a été observée. Ces logements sont équipés de ventilation double flux (11 logements), de ventilation mécanique ponctuelle ou répartie (2 logements) ou de ventilation par extraction simple flux auto- ou hygroréglable (15 logements).

Parmi les pièces concernées, 12 sont des cuisines américaines qui disposent pour 10 d'entre elles à la fois d'une bouche d'extraction et d'une bouche de soufflage (configuration de ventilation double flux). Les deux autres cuisines US comptent deux bouches d'extraction, tout comme dans les autres pièces de service et les pièces secondaires (salles de bains, WC, buanderie, garage) ou encore dans une chambre d'enfant. Deux autres chambres de différents logements sont équipées d'une bouche d'extraction et d'une bouche de soufflage (configuration de ventilation double flux). Enfin, une bouche de type indéterminé a été répertoriée dans deux pièces (salle de bains et WC) dotées d'une bouche d'extraction. Elles correspondent dans un cas à une bouche condamnée et dans l'autre à une bouche dysfonctionnelle sans extraction ni soufflage d'air.

Tableau 22. Configurations des pièces disposant de plusieurs bouches de ventilation

Type de pièce		Configuration des bouches	Nombre de cas
Pièce de service	Salle de bains	2 bouches d'extraction	10
		1 bouche d'extraction + 1 bouche indéterminable	1
	WC	2 bouches d'extraction	1
		1 bouche d'extraction + 1 bouche indéterminable	1
	Buanderie	2 bouches d'extraction	1
	Cuisine ouverte	2 bouches de soufflage + 1 bouche d'extraction	4
		1 bouche de soufflage + 1 bouche d'extraction	6
		2 bouches d'extraction	2
Pièce de vie	Chambre	1 bouche de soufflage + 1 bouche d'extraction	2
		2 bouches d'extraction	1
Autre	Garage	2 bouches d'extraction	1

L'état des bouches a pu être renseigné pour 1 258 d'entre elles. En revanche, les données manquent pour 152 bouches : il s'agit de 145 bouches d'extraction, de 5 bouches de soufflage et de 2 bouches indéterminées. Le **Tableau 23** présente les résultats détaillés sur l'état des bouches évaluées.

Parmi les 1 410 bouches de ventilation recensées, la majorité correspond à des bouches d'extraction (n = 1 323) réparties dans 375 logements. Les autres types de bouches comptent 79 bouches de soufflage présents dans 19 logements, 3 bouches mixtes observées dans un logement et 5 bouches indéterminées associées à 5 logements différents.

L'examen de l'état des bouches d'extraction révèle que 70,5 % sont dans un état correct de fonctionnement (79 % sans tenir compte des non-réponses). En revanche, près de 3 % des bouches d'extraction sont obturées ou masquées. Concernant les bouches de soufflage, 85% sont jugées correctes (plus de 90 % sans tenir compte des non-réponses), tandis que plus de 6 % apparaissent obturées ou masquées. Les bouches d'extraction sont plus souvent encrassées que les bouches de soufflage (16 % contre 3 %), du fait de leur mode de fonctionnement qui impose un entretien plus régulier que les bouches de soufflage.

Tableau 23. État des bouches d'extraction et de soufflage dans les pièces enquêtées

	État des bouches	Nombre d'observations	Pourcentage (%)
Pièces enquêtées possédant une bouche d'extraction (n=1 307 pièces) *	Correct	932	70,5
	Encrassé	207	15,6
	Obturé ou masqué par un meuble	39	2,9
	Sans réponse	145	11,0
	Nombre total de bouches renseignées	1 323	100
Pièces enquêtées possédant une bouche de soufflage (n=75 pièces) **	Correct	67	84,8
	Encrassé	2	2,5
	Obturé ou masqué par un meuble	5	6,3
	Sans réponse	5	6,3
	Nombre total de bouches renseignées	79	100
Pièces enquêtées possédant une bouche de soufflage et d'extraction (n=3 pièces) ***	Correct	3	100
	Encrassé	0	-
	Obturé ou masqué par un meuble	0	-
	Sans réponse	0	-
	Nombre total de bouches renseignées	3	100
	Correct	3	60

	État des bouches	Nombre d'observations	Pourcentage (%)
Pièces enquêtées possédant une bouche indéterminée (n=5 pièces) ****	Encrassé	0	-
	Obturé ou masqué par un meuble	0	-
	Sans réponse	2	40
	Nombre total de bouches renseignées	5	100

* 375 logements concernés possédant au moins une bouche d'extraction

** 19 logements concernés possédant au moins une bouche de soufflage

*** 1 logement concerné possédant au moins une bouche de soufflage et extraction

**** 5 logements concernés possédant des bouches indéterminées

Tableau 24. État des bouches d'extraction et de soufflage à l'échelle du logement

	État des bouches d'extraction et de soufflage	Nombre de logements observés	Pourcentage (%)
Bouches d'extraction dans les pièces de logements dotés d'un système de ventilation mécanique	Toutes les bouches d'extraction d'air sont correctes	220	58,7
	Au moins une bouche d'extraction est encrassée et aucune n'est obturée	94	25,0
	Au moins une bouche d'extraction est obturée	28	7,5
	Sans réponse	33	8,8
	Total logements avec bouches d'extraction	375	100
Bouches de soufflage dans les pièces de logements dotés d'un système de ventilation mécanique	Toutes les bouches de soufflage sont correctes	17	89,4
	Au moins une bouche de soufflage est encrassée et aucune n'est obturée	1	5,3
	Au moins une bouche de soufflage est obturée	1	5,3
	Sans réponse	0	0
	Total logements avec bouches de soufflage	19	100

Le **Tableau 24** synthétise l'état des bouches d'extraction et de soufflage au niveau du logement. Pour près de 60 % des logements (64 % en excluant les non-réponses), toutes les bouches d'extraction sont dans un état correct suite à l'inspection visuelle. Pour près de 8 % des logements, au moins une bouche d'extraction a été retrouvée obturée ou masquée. Et une ou plusieurs bouches encrassées ont été observées dans un logement sur quatre.

Les bouches de soufflage présentent en grande majorité un état correct. Pour un logement, au moins une bouche a été retrouvée obturée. Et pour un autre, au moins une bouche de soufflage était encrassée.

Les dysfonctionnements liés à l'obturation des bouches restent minoritaires. Un encrassement est plus souvent observé et souligne le manque d'entretien de ces composants. L'impact sur leur fonctionnement et sur la délivrance du débit nominal reste à établir (voir section 6).

5.3 Comparaison CNL1 vs CNL2

Le **Tableau 25** compare l'état des entrées d'air, des grilles de ventilation et des bouches d'extraction dans l'échantillon de logements enquêtés lors de la première Campagne Nationale Logement (CNL1, 2003-2005) et de la deuxième (CNL2, 2020-2023). Les tests du khi² réalisés permettent de vérifier si les proportions observées en CNL2 s'écartent de celles de la CNL1 prises comme référence.

L'état des entrées d'air dans les pièces de vie a connu une évolution significative entre les campagnes CNL1 (2003-2005) et CNL2 (2020-2023). Les entrées d'air sont de moins en moins obturées (5,7 % en CNL1 vs. 2,2 % en CNL2), encrassées et de plus en plus correctes (p -valeur $< 10^{-4}$). À un degré moindre, l'état des grilles de ventilation tend à s'améliorer.

En revanche, l'état des bouches d'extraction en cuisine et dans les pièces humides tend à se dégrader, notamment par une part de bouches encrassées plus importantes. La proportion de bouches masquées ou obturées ne varie que très peu.

Ces résultats peuvent suggérer en ce qui concerne les entrées d'air et les grilles de ventilation une meilleure prise de conscience de la part des occupants de maintenir ces composants de ventilation fonctionnels. Une autre hypothèse possible intégrerait une meilleure mise en œuvre de ces composants par les professionnels dans les bâtiments neufs ou rénovés.

L'encrassement plus prononcé des bouches d'extraction relèverait plutôt d'un défaut d'entretien plus récurrent de la part des occupants.

Tableau 25. Comparaison des états des entrées d'air et des bouches d'extraction et entre la CNL1 et la CNL2

Pourcentages (%)		CNL2 (2020-2023) Parc de résidences principales	CNL1 (2003-2005) Parc de résidences principales	Comparaison CNL2 versus CNL1 Test de khi² p-valeur
État des entrées d'air dans les pièces de vie	Toutes correctes	93,4	89,2	< 0,0001
	Au moins une encrassée	4,4	5,1	
	Au moins une obturée ou masquée par un meuble	2,2	5,7	
	Total (pièces de vie) *	100	100	
État des grilles de ventilation dans les pièces enquêtées	Toutes correctes	86,4	84,2	0,029
	Au moins une encrassée	10,3	9,8	
	Au moins une obturée ou masquée par un meuble	3,3	6,0	
	Total (pièces enquêtées) **	100	100	
État des bouches d'extraction dans les cuisines	Toutes correctes	72,6	83,2	< 0,0001
	Au moins une encrassée	22,7	12,1	
	Au moins une obturée ou masquée par un meuble	4,7	4,7	
	Total***	100	100	
État des bouches d'extraction dans les pièces humides	Toutes correctes	78,4	86,3	< 0,0001
	Au moins une encrassée	18,3	10,9	
	Au moins une obturée ou masquée par un meuble	3,3	2,8	
	Total****	100	100	

*Respectivement 958 et 1202 pièces de vie avec état des entrées d'air renseigné pour CNL1 et CNL2

**Respectivement 183 et 546 pièces enquêtées avec état des grilles de ventilation renseigné pour CNL1 et CNL2 (non-réponses exclues)

***Respectivement 190 et 278 cuisines enquêtées (dont cuisines US) avec état des bouches d'extraction renseigné pour CNL1 et CNL2 (non-réponses exclues).

****Respectivement 737 et 1089 pièces humides enquêtées (cuisines, salles de bains, WC) avec état des bouches d'extraction renseigné pour CNL1 et CNL2 (non-réponses exclues).

6 Mesures aux bouches de ventilation

6.1 Description des mesures aux bouches de ventilation

Comme indiqué précédemment, dans les logements équipés d'un système de ventilation mécanique, un total de 3 671 pièces a été inspecté au sein de 380 logements. Parmi celles-ci, 1 410 bouches de ventilation ont été recensées (représentant 375 logements), pour lesquelles 1 275 mesures de débit ou de pression ont été mises en œuvre (130 bouches d'extraction et 5 bouches d'insufflation n'ont pas fait l'objet de mesures de débit, faute de temps des enquêteurs ou de disponibilité des appareils de mesure). Cela représente 345 logements avec au moins une mesure de débit ou de pression aux bouches de ventilation.

6.1.1 Description des mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables

Parmi les 1 193 bouches d'extraction avec mesures, 329 sont de type hygroréglable et 846 de type autoréglable (18 non-réponses). Les bouches d'extraction hygroréglables ont fait l'objet d'une mesure de pression dans 314 cas (95,4 %). L'absence de mesures de pression aux bouches est essentiellement due au manque d'accessibilité des bouches (meuble ou équipement à proximité de la bouche qui gêne la mise en œuvre de la mesure). Pour deux cas, il s'agit d'une défaillance du matériel de mesure. Les mesures de pression ont été réalisées majoritairement dans les pièces de service humides telles que la salle de bains, les WC et la cuisine (cf. **Tableau 26**). Par ailleurs, 13 mesures de pression ont indiqué une pression nulle, traduisant une absence de fonctionnement de la bouche, due soit à un défaut de raccordement, soit à une bouche inactive sans anomalie apparente.

Le **Tableau 26** détaille la répartition des mesures de pressions relevées aux bouches d'extraction hygroréglables en fonction des types de pièces enquêtées. Les salles de bains concentrent le plus grand nombre de mesures avec 120 mesures effectuées dans 87 logements, suivies des WC (85 mesures dans 73 logements), et des cuisines (81 mesures couvrant 81 logements). Le nombre de mesures réalisées dans les autres pièces reste marginal. Cette répartition reflète la présence majoritaire des bouches d'extraction hygroréglables dans les pièces de service à fort taux d'humidité, telles que les cuisines et les sanitaires, conformément aux principes de ventilation.

Tableau 26. Répartition des mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables selon le type des pièces enquêtées.

Type de pièces		Nombre total de mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables	Nombre de logements concernés
Pièces de service humides	SDB	120	87
	WC	86	73
	Cuisine*	81	81

Autres pièces	Buanderie	14	13
	Cellier	8	8
Pièces de vie	Chambre	5	5
Total		314	95

*Cuisines fermées et ouvertes (US), respectivement 30 et 51 mesures.

Il faut bien noter que la présence marginale de bouches d'extraction dans les chambres peut indiquer un changement de destination de la pièce ou une configuration de ventilation spécifique (ventilation sans balayage). Pour 3 des logements concernés, le système de ventilation mécanique est de type ventilation ponctuelle ou répartie sans autres précisions.

6.1.2 Description des mesures de débit aux bouches d'extraction autoréglables

Sur les 846 bouches d'extraction autoréglables, 711 d'entre elles (84 %) ont fait l'objet d'une mesure de débit de base. Pour 7 bouches en cuisine, seule une mesure à débit maximal est disponible. Dans 5 cas, la bouche était inaccessible pour le Flowfinder, mais une mesure de pression a pu être réalisée. Ces mesures n'ont pas été retenues dans l'exploitation des données de pression réalisées exclusivement sur les bouches hygroréglables. L'absence de mesure de débit est liée dans la très grande majorité des cas (114 soit 84,4 % des anomalies de mesure) à un problème d'accessibilité de la bouche et de mise en œuvre de l'appareil qui doit recouvrir l'intégralité de la bouche. Pour 16 cas (11,9 % des anomalies), c'est la défaillance du matériel de mesure qui est en cause. Pour 113 des 846 bouches d'extraction autoréglables (13,4 %), la bouche n'était pas en fonctionnement ou déclarée hors service. Cette observation était en général mais pas systématiquement accompagnée d'une mesure de débit à 0 m³/h. Par souci de cohérence, une valeur de débit à 0 m³/h a été attribuée dans les cas où la bouche était considérée non fonctionnelle sans mesure de débit. Au final, 711 mesures de débit de base (dont 113 nulles) sont disponibles pour l'exploitation au niveau des bouches d'extraction, représentant 250 logements.

Pour 4 logements, 9 bouches d'extraction en salle de bains ou WC ont été déclarées non fonctionnelles avec une valeur de débit à 0 m³/h, sans que leur type (autoréglable ou hygroréglable) soit spécifié. Ces mesures n'ont pas été retenues dans le cadre de l'exploitation.

En ce qui concerne les débits de pointe en cuisine, 140 mesures sont disponibles (56 en cuisine fermée et 84 en cuisine ouverte) sur les 192 bouches d'extraction autoréglables examinées en cuisine. L'absence de mesures de débit de pointe en cuisine est liée essentiellement à des problèmes d'accessibilité de la bouche pour la réalisation de la mesure (73 % des anomalies de mesures), à un manque de temps des enquêteurs pour basculer le système en débit de pointe (25 %) ou à un défaut du matériel (2 %). Le débit de pointe était nul dans 21 cas (15 % des mesures de débit de pointe réalisées) du fait de systèmes de ventilation non fonctionnel ou de bouche non raccordée voire obturée (19 cas) ou d'un défaut de vitesse de pointe (absence ou non fonctionnelle, 2 cas).

Le **Tableau 27** détaille la répartition des mesures de débit d'air aux bouches d'extraction autoréglables selon le type de pièce. Les mesures de débits d'air extraits aux bouches autoréglables se concentrent principalement dans les pièces de service, à savoir les salles de bains (300 mesures dans 222 logements), les WC (221 mesures dans 178 logements) et les cuisines (147 mesures dans 139 logements), qui représentent à elles seules 94 % des mesures effectuées.

Dans de rares cas (15), une bouche d'extraction autoréglable a fait l'objet de mesures de débit dans une pièce de vie. Pour 2 logements, un système de ventilation mécanique double flux était présent avec la présence conjointe d'une bouche d'extraction et d'une bouche d'insufflation dans les chambres. Mais, dans la majorité des cas il s'agissait d'un système de ventilation mécanique par extraction simple flux. Dès lors, la présence d'une bouche d'extraction dans les pièces de vie ne peut être associée qu'à un changement de destination de ces pièces qui étaient auparavant des pièces de service, ou bien à un défaut de conception du système.

Parmi les autres pièces, la buanderie concentre le plus de mesures de bouches d'extraction et de ce fait de mesures de débit d'air.

Tableau 27. Répartition des mesures de débit d'air de base aux bouches d'extraction autoréglables selon le type des pièces enquêtées

Type de pièces		Nombre total de mesures de débits d'air aux bouches d'extraction autoréglables	Nombre de logements concernés
Pièce de service	SDB	300	222
	WC	221	178
	Cuisine*	147	146
Pièce de vie	Chambre principale	9	7
	Chambre d'enfants	4	3
	Bureau	2	2
	Séjour	0	0
	Salle de jeu	0	0
Autre pièce	Buanderie	19	19
	Cage d'escalier	1	1
	Cellier	2	2
	Débarras	1	1
	Dressing	1	1
	Garage	2	2
	Autre pièce	2	2
Total		711	250

*Cuisines fermées et ouvertes (US), respectivement 58 et 89 mesures.

6.1.3 Description des mesures de débit aux bouches d'insufflation

Parmi les 79 bouches d'insufflation recensées, 56 ont fait l'objet de mesures de débits d'air (70,9 %). L'absence de mesures de débit d'air aux bouches d'insufflation est due essentiellement à l'inaccessibilité de la bouche ou de sa configuration qui ne permet pas le déploiement de l'appareil de mesure (78 % des anomalies). Pour les autres cas, le motif d'absence de mesures n'est pas précisé. Il peut tout aussi bien s'agir d'un problème d'accessibilité, de fonctionnement de l'appareil ou d'un manque de temps de l'enquêteur pour réaliser la mesure.

À noter que 3 mesures de débit d'insufflation (provenant de 2 logements) fournissent une valeur de débit de 0 m³/h. Aucune précision de la part de l'enquêteur n'a été apportée.

La répartition des mesures aux bouches d'insufflation par type de pièce est donnée au **Tableau 28**. Comme attendu, celles-ci sont réalisées dans des pièces de vie à l'exception d'un seul cas dans une zone de circulation (hall d'entrée).

Tableau 28. Répartition des mesures de débit d'air aux bouches d'insufflation selon le type des pièces enquêtées

Type de pièces		Nombre total de mesures de débits d'air aux bouches d'insufflation	Nombre de logements concernés
Pièce de vie	Cuisine ouverte (US)	12	10
	Chambre principale	27	12
	Chambre d'enfants	6	4
	Bureau	4	4
	Séjour	5	5
	Salle de jeu	1	1
Autre pièce	Entrée	1	1
Total		56	17

6.2 Mesures de débits d'air aux bouches de ventilation

Cette section se focalise sur l'analyse des mesures de débit d'air et de pression effectuées au niveau des bouches de ventilation. Pour les mesures de débit d'air extrait, seules les données relatives aux pièces de service, à savoir cuisines (ouvertes ou fermées), salles de bains et WC, sont exploitées. Les logements concernés sont équipés d'un système de ventilation mécanique centralisé (VMC) ou non (ventilation ponctuelle ou répartie). La conformité des débits mesurés est également évaluée au regard des exigences réglementaires (voir section 3.2.3).

6.2.1 Débit d'air extrait par pièce de service

Les statistiques de mesures de débit d'air extrait dans les pièces de service (cuisines, salles de bains et toilettes) au niveau des bouches d'extraction autoréglables sont présentées au **Tableau 29**. Le débit d'air extrait médian en cuisine est de 38 m³/h en base et passe à 48 m³/h en pointe. Pour les salles de bains et les toilettes, le débit d'air extrait médian est respectivement de 16 et 13 m³/h.

Une proportion de 15 % à 17 % des mesures aux bouches indique une valeur de débit nulle, synonyme d'un dysfonctionnement du système de ventilation mécanique. Les causes de dysfonctionnement répertoriées par les enquêteurs sont les suivantes :

- Absence de fonctionnement (59,7 %) : il peut s'agir d'un problème de moteur ou de raccordement non identifié par l'enquêteur. La cause réelle du non fonctionnement de la bouche n'est pas clairement identifiée ;
- Système de ventilation arrêté par l'occupant (11,8 %) : le système est débranché au niveau du tableau électrique par l'occupant du fait du bruit ou encore de la saison (arrêt de la ventilation en période chaude) ;
- Bouche non raccordée (8,4 %) : la bouche n'est pas raccordée au caisson de ventilation. L'absence de raccordement peut être visible après examen de la bouche, mais il peut également s'agir d'une gaine non raccordée au niveau des combles. L'occupant découvre souvent le problème en même temps que les enquêteurs ;
- Bouche obturée (3,4 %) : la bouche est obturée par l'occupant à cause du bruit. L'enquêteur a tout de même réalisé une mesure pour vérifier le débit ;
- Débit nul en vitesse de base (2,5 %) : le débit d'air extrait est nul en vitesse de base, mais la bouche fonctionne en vitesse de pointe avec un débit non nul ;
- Information manquante (14,2 %) : l'enquêteur n'a pas fourni d'informations complémentaires.

Quelques valeurs extrêmes sont observées en salle de bains et toilettes, témoignant également d'un dysfonctionnement. Par exemple, le débit d'air de plus de 300 m³/h observé en salle de bain dans un logement correspond à une bouche qui ne présente plus de capot de protection (ouverture directe sur la gaine) et qui est habituellement obturée par l'occupant. La mesure de plus de 250 m³/h d'air extrait dans les toilettes correspond à une bouche de ventilation indépendante ne fonctionnant que lorsque la lumière est allumée.

Tableau 29. Statistiques des débits d'air mesurés à l'extraction en cuisine, salle de bain et WC (bouches autoréglables).

Débit d'air (m ³ /h)	Cuisine		Salle de bain	Toilettes
	Débit de base	Débit de pointe	Débit de base	Débit de base
n (mesures)	147	140	300	221
Moyenne	38,8	51,9	21,2	17,4
Écart-type	30,1	40,4	25,5	23,1
Minimum	0	0	0	0
% Débits = 0	15,0 %	15,0 %	16,0 %	17,2 %
25ème centile	14,0	15,0	8,8	7,0

Débit d'air (m³/h)	Cuisine		Salle de bain	Toilettes
	Débit de base	Débit de pointe	Débit de base	Débit de base
Médiane	38,0	46,0	16,0	13,0
75ème centile	58,0	83,5	26,3	21,0
90ème centile	82,4	110,2	43,0	35,0
Maximum	130	156	314	251
Nombre de logements représentés	146	139	222	178

Les distributions des débits d'extraction de base et de pointe mesurés en cuisine sont illustrées dans les **Figure 9** et **Figure 10** respectivement, avec en arrière-plan la distribution du débit de référence attendu selon la taille du logement.

Les débits d'extraction de base mesurés en cuisine sont majoritairement inférieurs aux valeurs de référence attendues. En particulier, environ 42 % des logements présentent un débit inférieur à 30 m³/h. Alors que plus de 76 % des logements devraient présenter un débit de base compris entre 40 et 50 m³/h selon la valeur de référence attendue, seule une proportion d'environ 12 % des débits mesurés se situe dans cette plage.

En ce qui concerne les débits de pointe mesurés en cuisine, une faible proportion de logements atteint le débit de référence en pointe (en général compris entre 120 et 140 m³/h).

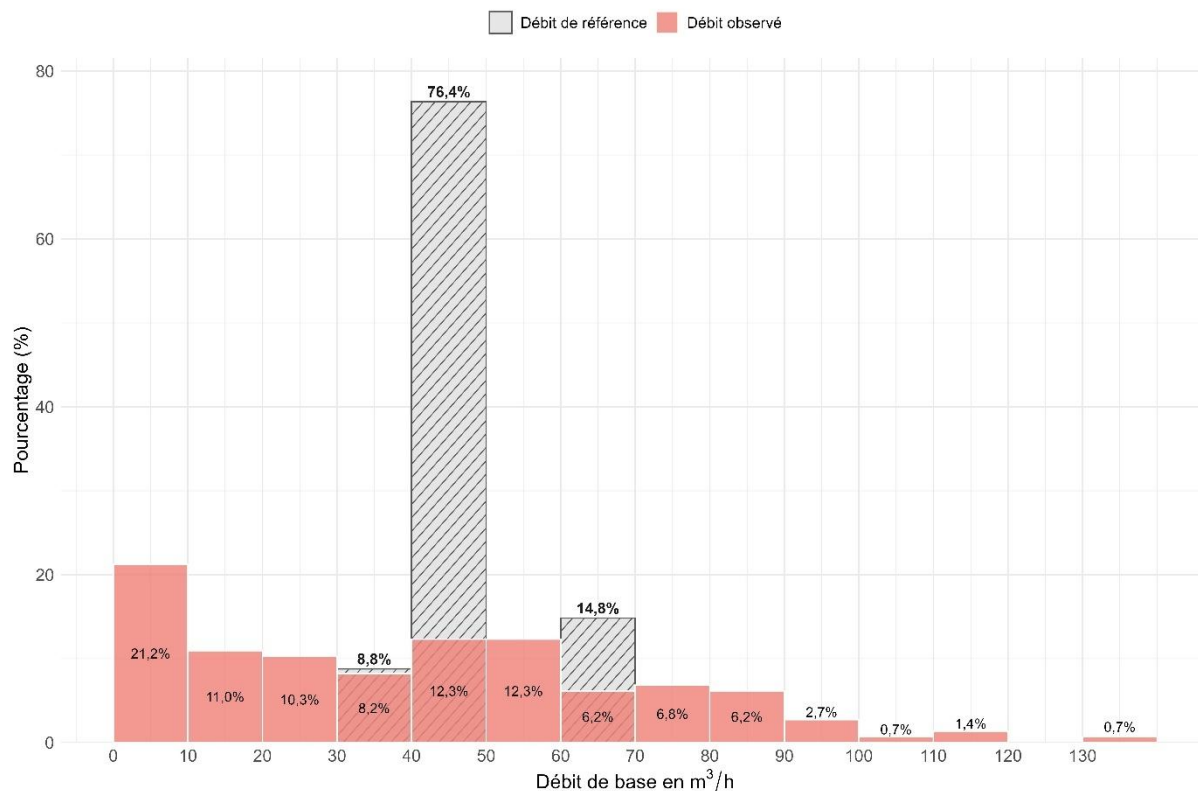


Figure 9. Débits de base d'air extraits observés en cuisine par rapport aux débits de référence (cuisine ouverte ou fermée, n = 147 mesures dans 146 logements).

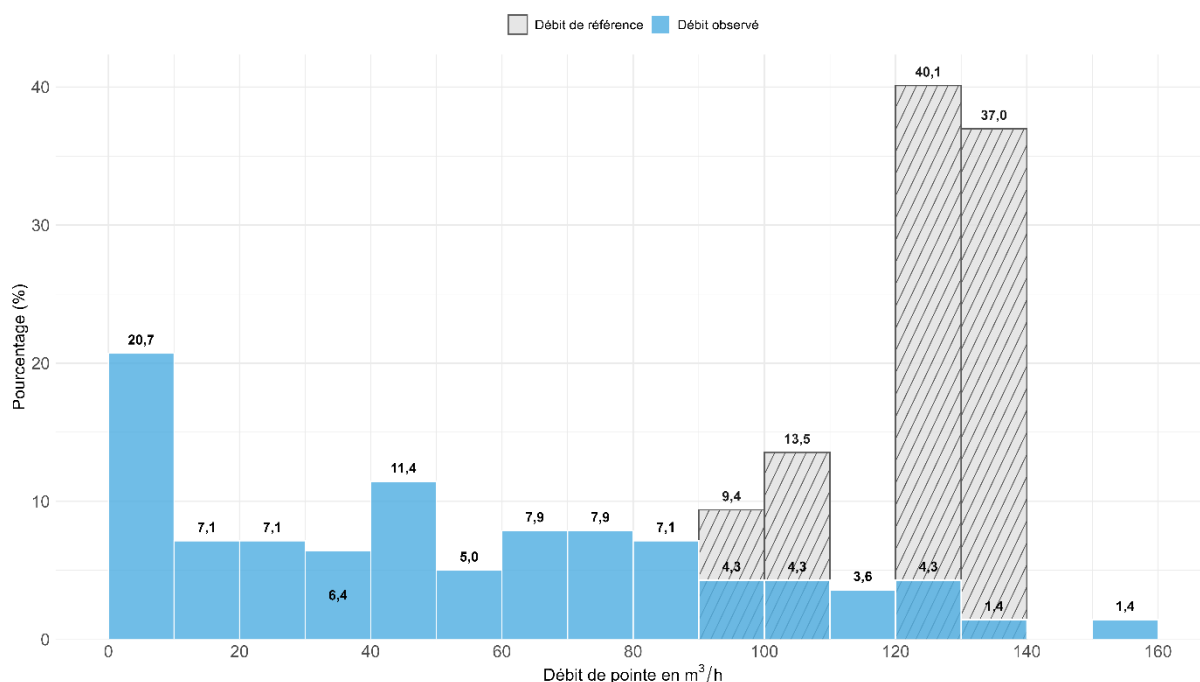


Figure 10. Débits d'air extrait de pointe observés en cuisine par rapport aux débits de référence (cuisine ouverte ou fermée, n=140 mesures dans 139 logements).

Les **Figure 11** et **Figure 12** montrent respectivement les distributions des débits extraits mesurés en salle de bain et aux toilettes, avec en arrière-plan la distribution du débit de référence attendu. Plus de 80 % des débits d'air extraits mesurés sur les bouches d'extraction dans les salles de bains sont inférieurs à 30 m³/h. À l'inverse, les débits de référence attendus se situent en grande majorité autour de 30-40 m³/h. Ces résultats indiquent que la majorité des débits de base mesurés en salle de bains sont inférieurs au débit de référence attendu, suggérant une insuffisance fréquente des performances d'extraction par rapport aux valeurs de référence.

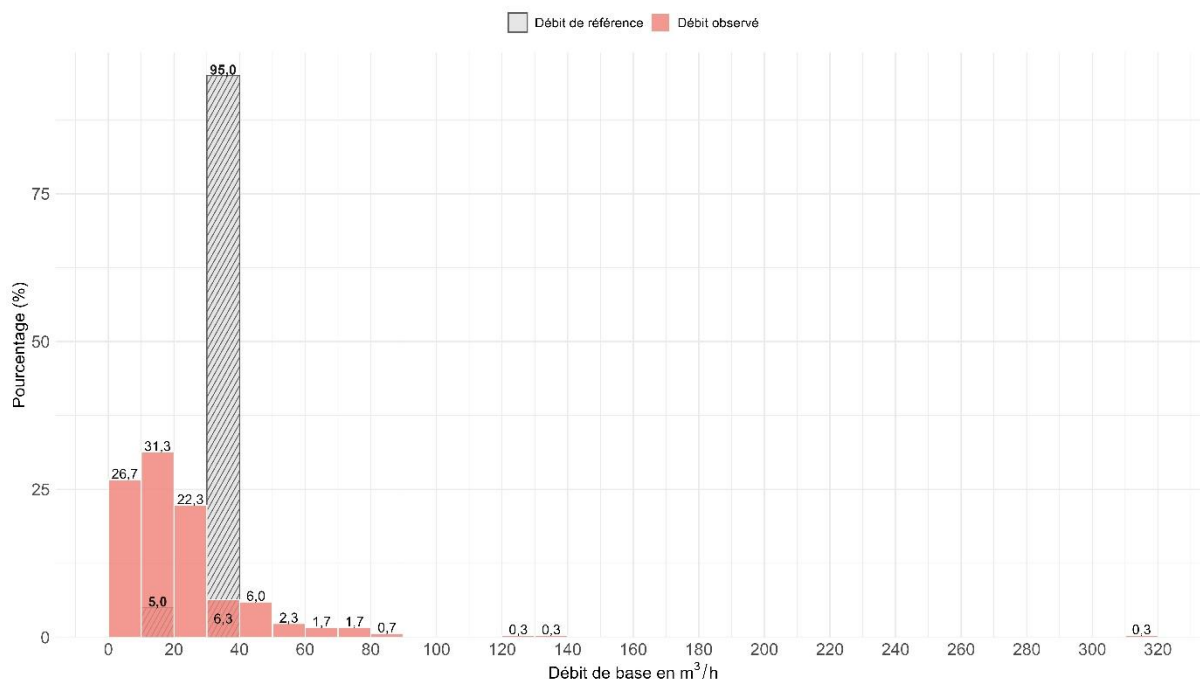


Figure 11. Débits d'air extraits mesurés dans les salles de bain par rapport aux débits de référence (n =300 mesures réparties dans 222 logements).

La distribution des débits d'extraction de base mesurés dans les toilettes présente également une concentration importante de faibles valeurs, avec environ 32 % des logements entre 0 et 10 m³/h et 38 % entre 10 et 20 m³/h. Les débits de référence attendus se répartissent principalement entre 10 et 40 m³/h, correspondant respectivement à environ 56 % et 44 % des logements. Une proportion importante des débits mesurés est inférieure aux valeurs de référence attendues, ce qui traduit une non-conformité des débits de base aux exigences de l'arrêté de 1982.

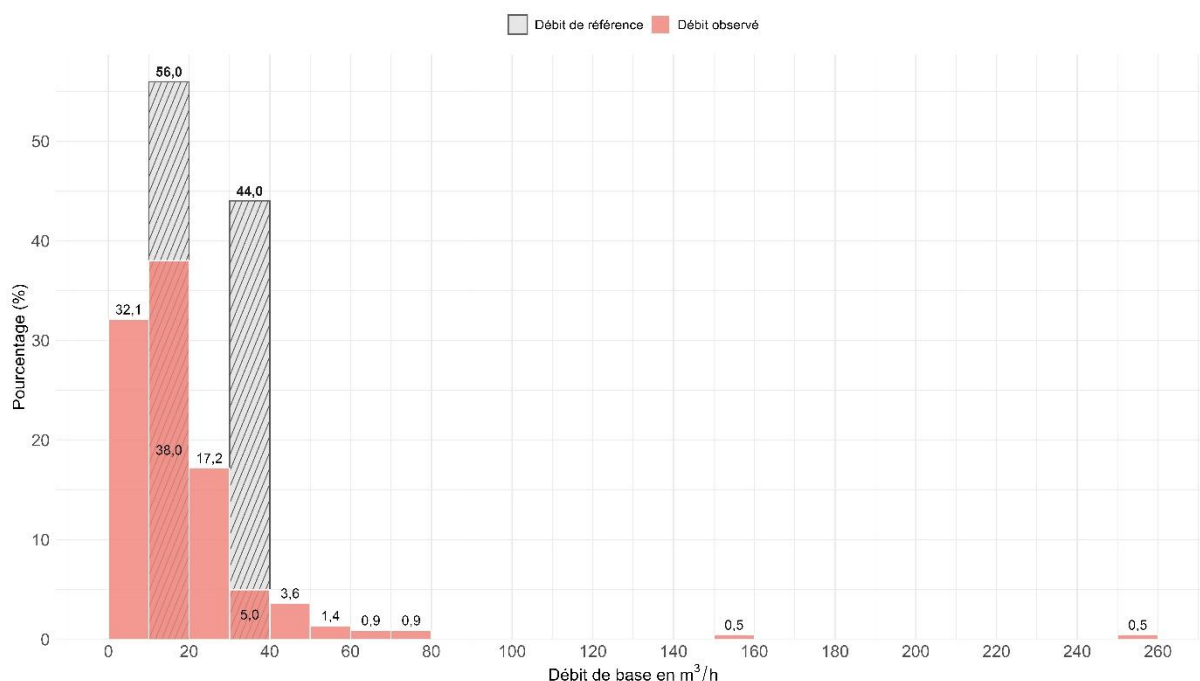


Figure 12. Débits d'air extraits observés en WC par rapport aux valeurs de référence (n = 221 répartis dans 178 logements).

Les mesures de débit d'air extrait dans les pièces de service sont croisées avec la date de construction du logement catégorisées en 3 classes (avant 1968, entre 1968 et 1981 et après 1981) (cf. **Tableau 30**). Aucune différence significative n'est observée dans les mesures de débit d'air extrait de base entre les périodes de construction du logement et ce quel que soit le type de pièce (test de Kruskal-Wallis avec correction de Bonferroni).

Il est nécessaire de compléter l'étude des valeurs de ces distributions par leur considération avec l'année de fin de construction du logement et du nombre de pièces principales. On présente ainsi au paragraphe suivant les valeurs à l'échelle du logement et on ramène ces valeurs à des valeurs de référence notamment les valeurs réglementaires de l'arrêté de mars 1982

Tableau 30. Description des débits de base en fonction de l'année de construction

Pièce	Année de construction du logement	Débit en m³/h			
		n*	min	Médiane	90 ^{ème} centile
Cuisine	Avant 1968 (rénovés en ventilation mécanique)	31	0	26,0	81,0
	1968-1981	22	0	37,5	83,0
	Après 1981	94	0	36,0	72,0
Salle de bain	Avant 1968 (rénovés en ventilation mécanique)	73	0	16,0	43,0
	1968-1981	57	0	22,0	70,0
	Après 1981	170	0	15,0	37,0
Toilettes	Avant 1968 (rénovés en ventilation mécanique)	48	0	13,0	40,0
	1968-1981	34	0	11,5	38,0

	Après 1981	139	0	14,0	29,0
--	-------------------	-----	---	------	------

* Nombre de mesures

Pour aller plus loin, les mesures de débit d'air sont exprimées selon le nombre de pièces principales du logement et sa date de construction (**Tableau 31**). Cette répartition permet alors une comparaison avec les valeurs de référence, notamment les valeurs réglementaires de l'arrêté de mars 1982 (voir section 6.2.4). Aucune différence significative n'est observée dans les mesures de débit d'air extrait entre les différents groupes de logements définis par leur nombre de pièces principales et leur date de construction.

Tableau 31. Description des débits de base en fonction du nombre de pièces principales et de l'année de construction

Année de construction du logement	Pièce	Nombre de pièces principales	Débit minimal d'air extrait en m³/h			
			n*	Minimum	Médiane	90 ^{ème} centile
Avant 1968 (rénovés en ventilation mécanique) et à partir de 1982	Cuisine	2	16	0	40,5	116,0
		3	19	0	35,0	86,0
		4	35	0	41,0	74,0
		5 et plus	55	0	36,0	85,0
	Salle de bain	2	15	0	16,0	31,0
		3	25	0	20,0	40,0
		4	66	0	13,5	41,0
		5 et plus	137	0	17,0	41,0
	WC	2	6	0	20,5	157,0
		3	22	0	11,0	41,0
		4	57	0	15,0	40,0
		5 et plus	102	0	13,0	29,0
Logements construits entre 1969 et 1981	Cuisine	2	0	-		
		3	4	0	4,5	15,0
		4	8	15,0	56,0	100,0
		5 et plus	10	0	29,5	62,5
	Salle de bain	2	1	29,0		
		3	11	0	24	122,0
		4	21	0	22	46,0
		5 et plus	24	0	16,5	77,0
	Toilettes	2	1	22,0		
		3	7	0	15,0	45,0
		4	11	0	11,0	33,0
		5 et plus	15	0	10,0	46,0

* Nombre de mesures

6.2.2 Pression aux bouches d'extraction hygroréglables

Les bouches d'extraction hygroréglables ont fait l'objet de mesures de pression plutôt qu'une mesure de débit étant donné leur caractère variable lié à la teneur en humidité de la pièce. Seules les pièces de service (cuisines, salles de bains et toilettes) avec mesures de pression aux bouches sont prises en compte dans l'exploitation.

Le **Tableau 32** fournit les statistiques de mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables dans les pièces de service (cuisines, salles de bains, WC). La pression médiane aux bouches d'extraction hygroréglables varie entre 34,5 Pa dans les WC à 51 Pa en cuisine (ouverte ou fermée). La part de valeurs nulles mesurées reste inférieure ou égale à 5 %, correspondant à des bouches pas ou mal raccordées lorsqu'une information complémentaire est disponible.

La **Figure 13** donne la répartition des mesures de pression sur l'ensemble des bouches hygroréglables en pièces de service.

Tableau 32. Statistiques des mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables en pièces de service (cuisines, salles de bain et toilettes)

Statistique	Pression aux bouches d'extraction hygroréglables (Pa)		
	Cuisine	Salle de bain	Toilettes
n (mesures)	81	120	86
Moyenne	58,6	49,6	44,7
Minimum	0	0	0
% Pression = 0	2,5 %	5,0 %	3,5 %
25ème centile	30,0	23,6	24,0
Médiane	51	43,1	34,5
75ème centile	87,0	70,0	62,0
90ème centile	115,0	98,2	95,5
Maximum	155,4	152,1	175,2
Nombre de logements représentés	81	87	73

champ : 94 logements en ventilation mécanique avec une mesure de pression aux bouches d'extraction hygroréglables en pièces de service (cuisine, salle de bains, WC).

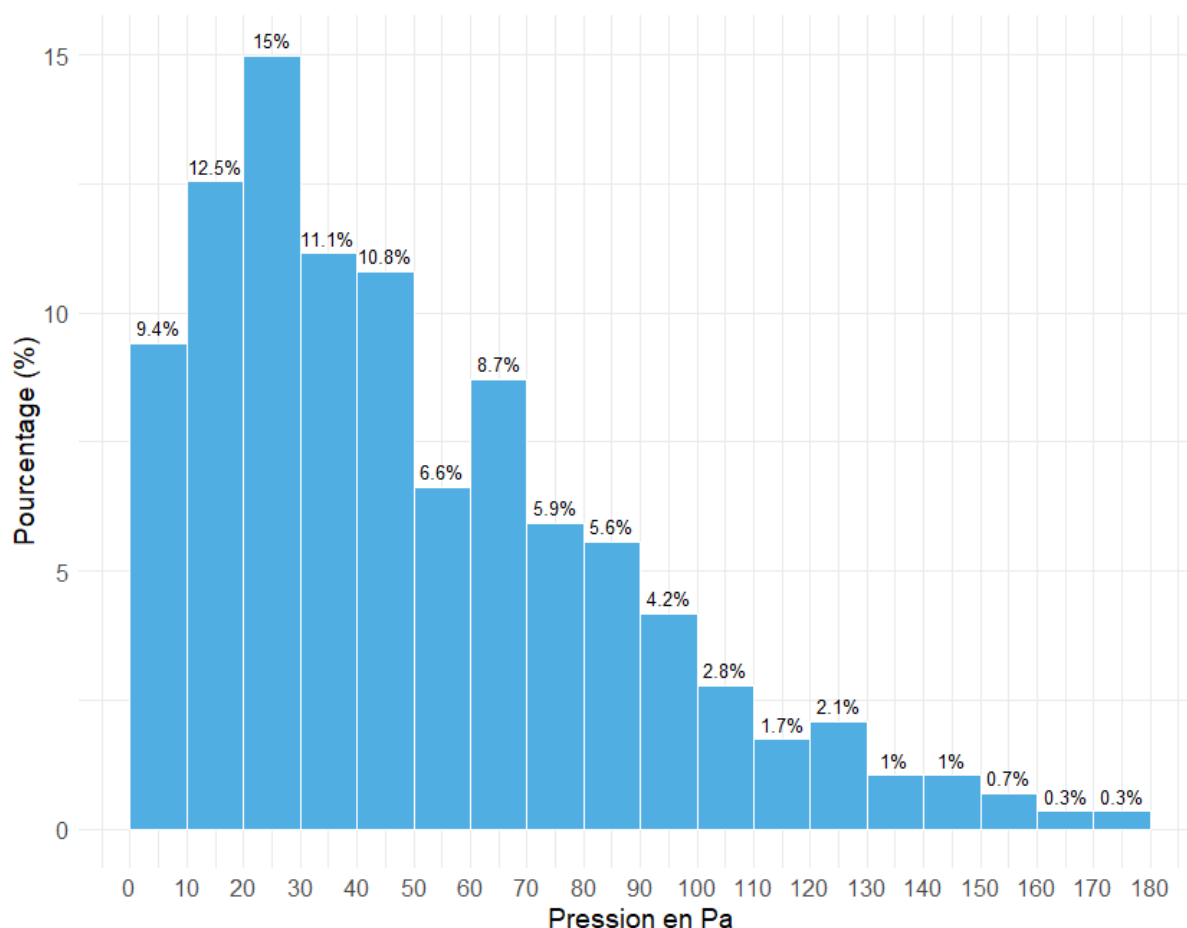


Figure 13. Pression aux bouches d'extraction hygroréglables observés dans les cuisines, les salles de bains et les toilettes (n =287 répartis dans 94 logements).

La plage de fonctionnement type d'une bouche d'extraction est généralement comprise entre 70 Pa (Pmin) et 160 Pa (Pmax), au regard de la documentation fournie par les fabricants de bouches d'extraction. Une pression mesurée en dehors de cette gamme indique une non-conformité du fonctionnement de la bouche d'extraction hygroréglable. L'incertitude de mesure est prise en compte à hauteur de 10 % de la valeur mesurée ou d'une valeur minimale de 5 Pa (Protocole ventilation RE2020, 2022).

À partir de ces éléments, il a été possible de déterminer le nombre de bouches d'extraction hygroréglables conformes sur la base des mesures de pression (**Tableau 33**). Les pressions mesurées sont le plus souvent insuffisantes aux regards des préconisations des fabricants et plus particulièrement au niveau des toilettes et des salles de bains

Tableau 33. Conformité des mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables en pièces de service

Pourcentage de mesures de pression (%)	Cuisine	Salle de bains	WC	Total
Pression insuffisante Pmesurée +max (10 % Pmesurée ; 5 Pa) < 70 Pa	59,3 %	70,0 %	79,1 %	69,7 %

Pression excessive Pmesurée – max (10 % Pmesurée ; 5 Pa) > 160 Pa	0 %	0 %	0 %	0 %
Pression conforme (70 – 160 Pa)	40,7 %	30,0 %	20,9 %	30,3 %
n (mesures)	81	120	86	287

Pour les bouches d'extraction hygroréglables, évaluées au travers d'une mesure de différence de pression, seules 30 % d'entre elles apparaissent conformes. Dans la grande majorité des cas, les pressions mesurées aux bouches sont insuffisantes au regard de la plage préconisée de fonctionnement.

Sur les 94 logements avec mesures de pression aux bouches d'extraction hygroréglables, 79 d'entre eux disposent de données à la fois en cuisine et en salle de bains (ou toilettes) permettant d'évaluer la conformité à l'échelle du logement. **Sur cette base, seuls 23 logements (soit 29,1 %) présentent des mesures de pression conformes en pièces de service.**

6.2.3 Débits d'air aux bouches d'insufflation

Le **Tableau 34** détaille les statistiques de mesures de débit d'air insufflé aux niveaux des pièces de vie de 16 logements équipés d'un système de ventilation double flux. La mesure réalisée au niveau d'un hall d'entrée (pièce de circulation) a été écartée de l'analyse. Le débit d'air insufflé médian est de 14 m³/h et monte à 53 m³/h.

Tableau 34. Statistiques des mesures de débit d'air aux bouches d'insufflation dans les pièces de vie

Statistique	Débit d'air insufflé (m ³ /h)
n (mesures)	55
Moyenne	16,1
Minimum	0
% Débits = 0	5,5 %
25ème centile	10,5
Médiane	14,0
75ème centile	22,5
90ème centile	32,0
Maximum	53,0
Nombre de logements représentés	16

La **Figure 14** présente l'histogramme de répartition des débits d'air insufflés au niveau des pièces de vie des 16 logements en ventilation double flux. Les débits insufflés dépassent rarement 50 m³/h.

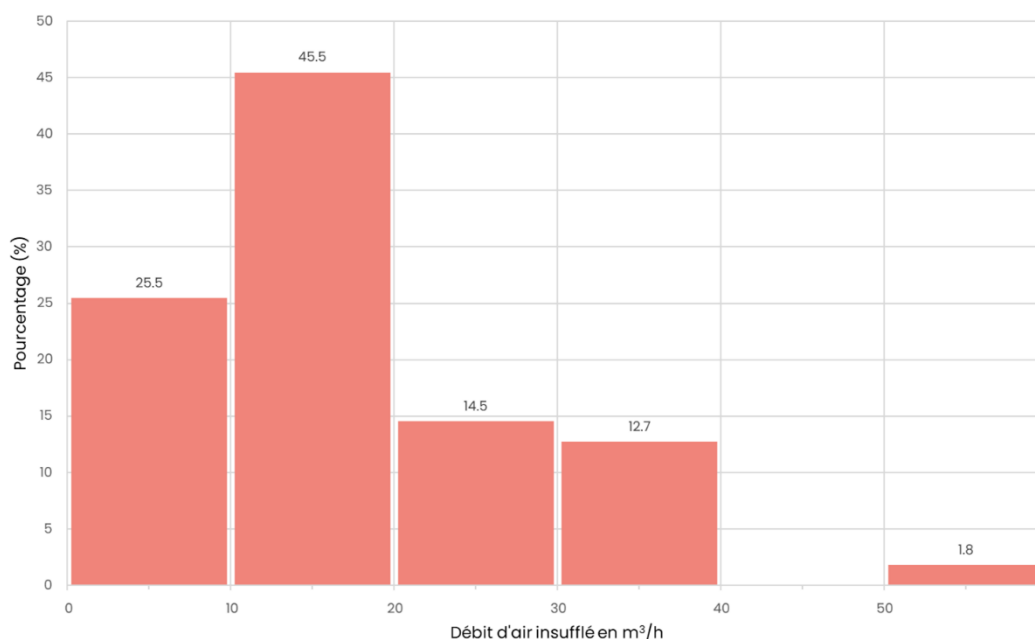


Figure 14. Débit d'air insufflé en pièces de vie (n =55 répartis dans 16 logements).

6.2.4 Étude de la conformité des débits d'air extrait mesurés

Pour étudier la conformité des débits relativement aux valeurs de référence telles que celles formulées réglementairement à l'arrêté de mars 1982, les ratios « débit mesuré / débit de référence » ont été calculés (voir section 3.2.3). Compte tenu de l'incertitude de mesures de débit de 15 % (incertitude similaire à celle préconisée dans le protocole ventilation RE2020), un ratio de débit strictement inférieur à 0,85 correspond à une non-conformité par rapport à la réglementation à l'échelle des mesures individuelles aux bouches d'extraction.

A l'échelle du logement, le débit total minimal d'air extrait est conforme pour un ratio de débit supérieur ou égale à 1 (protocole ventilation RE2020).

6.2.4.1 Conformité des débits d'air extrait mesurés en cuisine

Les Figure 15 et Figure 16 présentent la distribution des ratios des débits d'air extrait de base et de pointe dans les cuisines dotées de bouches autoréglables. Près de la moitié des mesures de débit de base en cuisine (49,7 %) sont conformes avec un ratio supérieur ou égal à 0,85. Dans quelques cas (4,8 %), le ratio dépasse 2. Ce qui signifie que le débit d'air extrait minimal est au moins deux fois supérieur au débit de référence. Le ratio médian des débits d'air minimaux en cuisine est de 0,84.

La conformité des débits de pointe en cuisine n'est atteinte que dans près de 11 % des cas. Les débits maximaux en cuisine sont très inférieurs aux préconisations. Dans de nombreux cas (38 %), le système ne dispose que d'une seule vitesse ou bien le grand débit n'est pas fonctionnel. Dans ce cas, le débit de pointe est égal au débit minimal d'air extrait. Le ratio médian des débits d'air de pointe en cuisine est de 0,43.

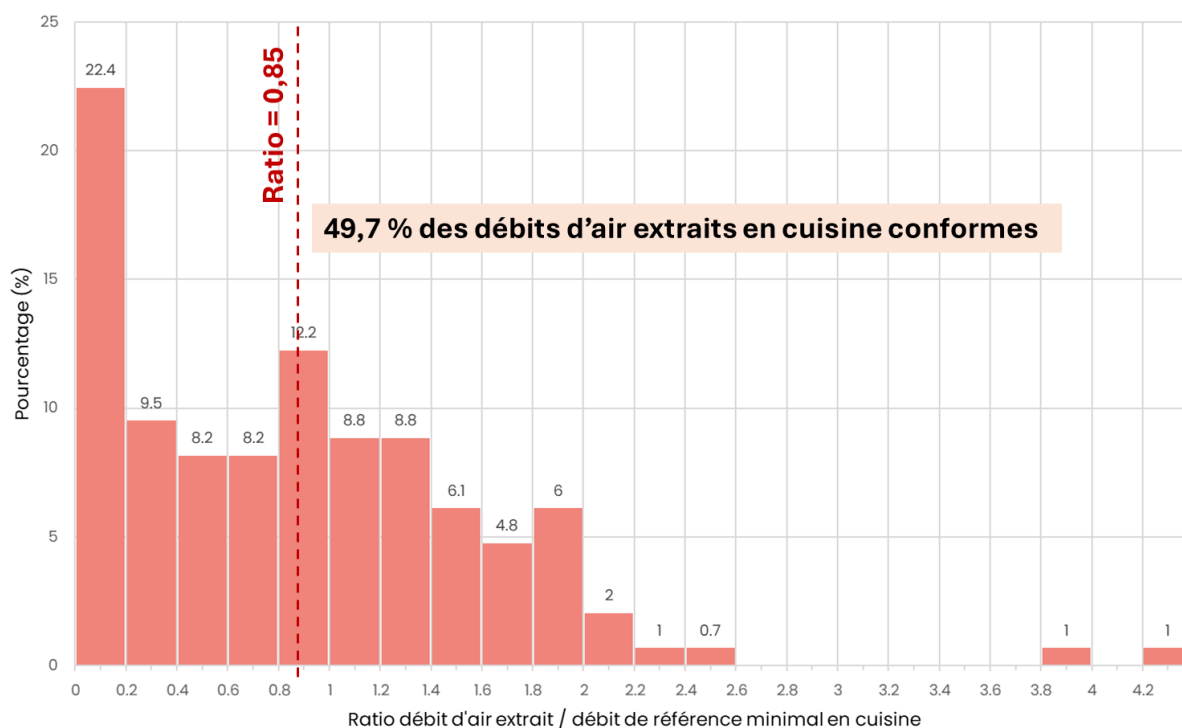


Figure 15. Distribution des ratios des débits minimaux en cuisine (n = 147 mesures sur bouches autoréglables, 146 logements).

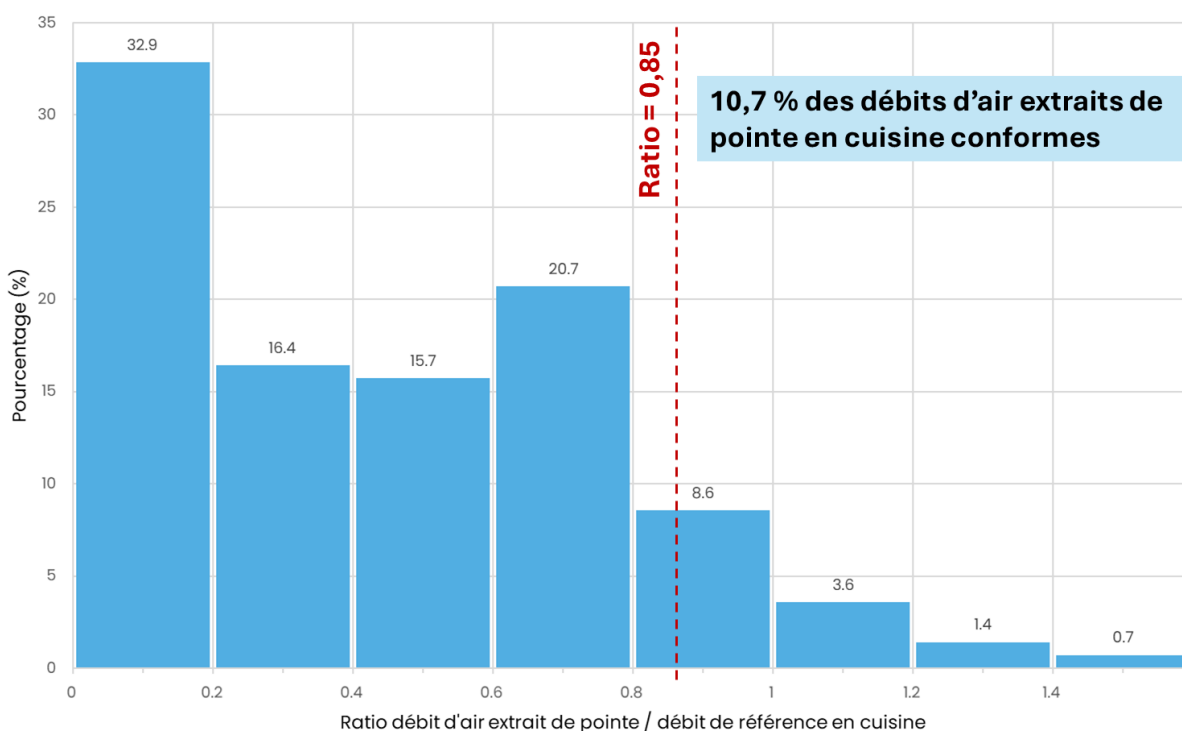


Figure 16. Distribution des ratios des débits de pointe en cuisine (n = 140 mesures sur bouches autoréglables, 139 logements).

6.2.4.2 Conformité des débits d'air extrait mesurés en salle de bains et toilettes

Les **Figure 17** et **Figure 18** présentent la distribution des ratios de débit d'air extrait par rapport aux valeurs de référence dans les salles de bain et les toilettes dotées de bouches d'extraction autoréglables. Pour les toilettes, la valeur de référence tient compte du nombre total de WC présents dans le logement (voir annexes). Les débits mesurés dans les salles de bains ainsi que dans les toilettes respectent la valeur minimale de référence dans respectivement 28,7 % et 35,7 % des cas. Le ratio médian est respectivement égal à 0,57 et à 0,7. Les débits d'air excessifs (ratio supérieur à 2) représentent respectivement 6 % et 7,7 % des mesures.

Dans la grande majorité des logements, les débits d'air extrait en salles de bains et toilettes ne respectent pas les exigences réglementaires et de ce fait sont insuffisants pour évacuer de manière efficace l'humidité générée dans ces pièces, rôle attendu du système de ventilation. Les conséquences de ce manquement peuvent se traduire en un risque de condensation aux parois, de dégradation des revêtements et de développement de moisissures.

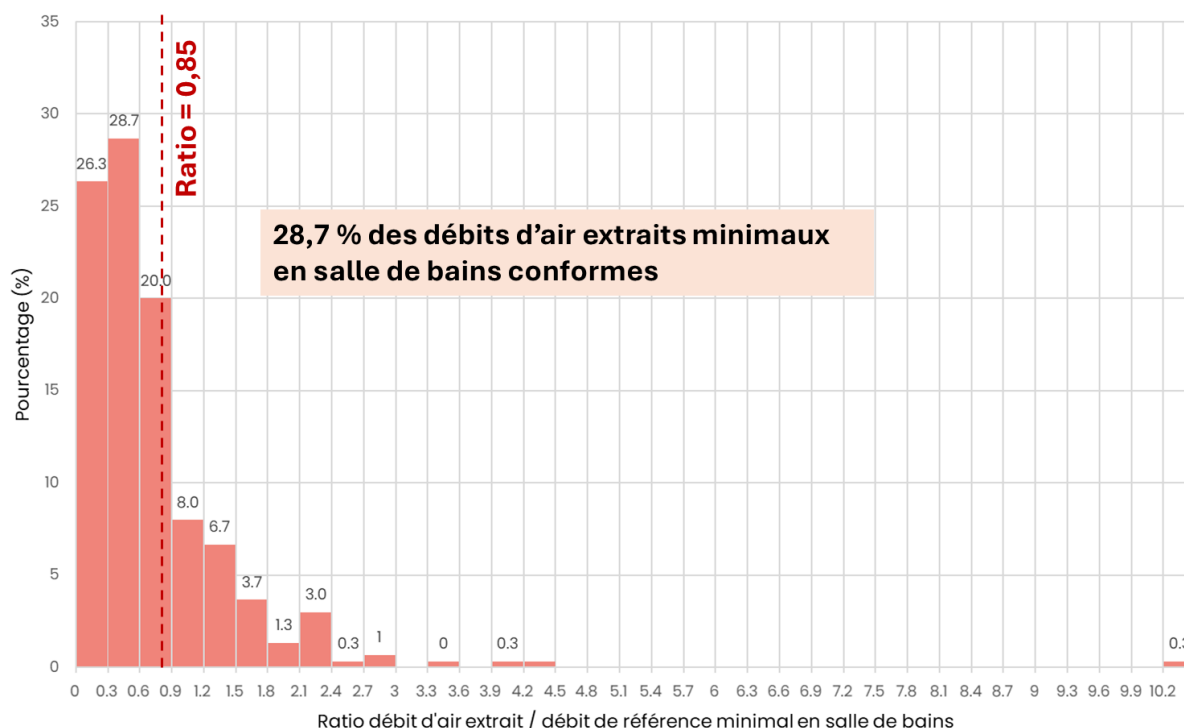


Figure 17. Ratios des débits d'air extrait mesurés en salle de bain (n = 300 mesures sur bouches autoréglables, 222 logements).

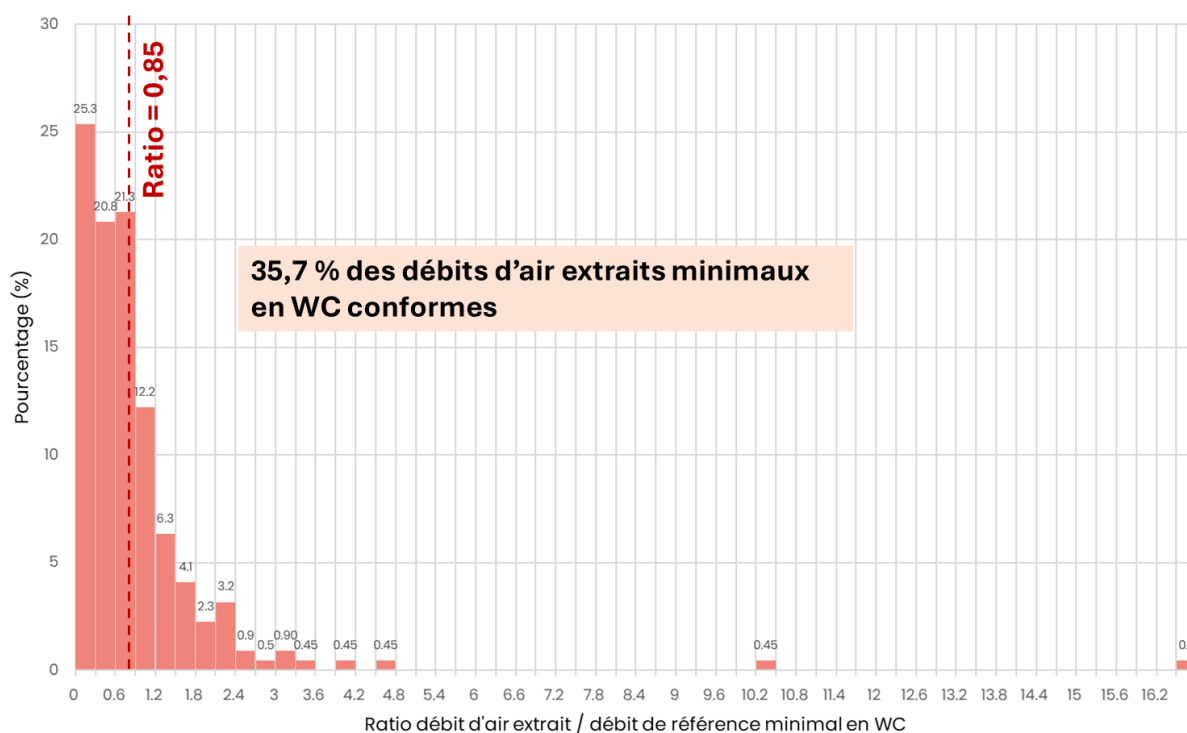


Figure 18. Ratios des débits d'air extrait mesurés dans les WC (n = 221 mesures sur bouches autoréglables, 178 logements).

6.2.4.3 Conformité des débits d'air extrait totaux mesurés à l'échelle du logement

Le débit total d'air extrait mesuré représente la somme des débits d'air extrait de base mesurés dans les pièces de service d'un logement (cuisine, salle de bains et WC). Dans le cas où le débit d'air n'a pas été mesuré dans une des pièces de service (à minima une cuisine, une salle de bain et un WC), le débit total et le ratio ne sont pas calculés pour ce logement. De ce fait, les pièces avec des bouches d'extraction hygroréglables, pour lesquelles une mesure de pression est effectuée, ne sont pas prises en compte.

Le débit d'air extrait total minimal a pu être calculé pour 138 logements équipés d'un système de ventilation mécanique sans bouches d'extraction hygroréglables et comprenant au moins une mesure de débit d'air extrait en cuisine et au moins une mesure en salle de bains et/ou WC. Le **Tableau 35** décrit la distribution du débit d'air extrait total minimal mesuré à l'échelle du logement et le ratio (débit total minimal mesuré / débit total minimal de référence). Près de 9 % des 138 logements montrent un dysfonctionnement de leur système mécanique avec un débit d'extraction nul en pièces de service. Le débit d'air extrait total minimal médian est de 78 m³/h. Le maximum observé est de plus de 300 m³/h pour un logement de 2 pièces principales.

La **Figure 19** représente la distribution des débits totaux minimaux mesurés à l'échelle du logement. La distribution des débits de référence attendus pour les logements conformes est principalement concentrée entre 90 et 130 m³/h. Les distributions observées et attendues se recouvrent partiellement, mais certains logements présentent des débits mesurés inférieurs aux valeurs de référence. Cela indique qu'une part des logements n'atteint pas les débits totaux minimaux attendus à l'échelle du logement.

La **Figure 20** représente la distribution du ratio du débit d'air extrait total minimal (mesuré / référence) calculé à l'échelle du logement. Le ratio du débit total mesuré par rapport à la valeur de référence varie de 0 à 5, avec une valeur médiane de 0,83. Moins de 40 % des logements présentent un débit d'air extrait total minimal conforme avec un ratio ≥ 1 .

Tableau 35. Statistiques des débits d'air extraits totaux à l'échelle du logement et du des ratios du débit total mesuré sur le débit total de référence

Statistique	Débits d'air extrait total minimal au niveau du logement (m ³ /h)	Ratio (Débit total minimal mesuré / Débit total minimal de référence)
N (logements)	138	138
Moyenne	81,3	0,84
Écart-type	56,3	0,65
Minimum	0	0
% Débits = 0	8,7 %	-
% Ratio ≥ 1	-	37,7 %
10ème centile	6,8	0,06
25ème centile	42,0	0,42
Médiane	78,0	0,83
75ème centile	111,0	1,10
90ème centile	141,2	1,45
Maximum	314	5,05

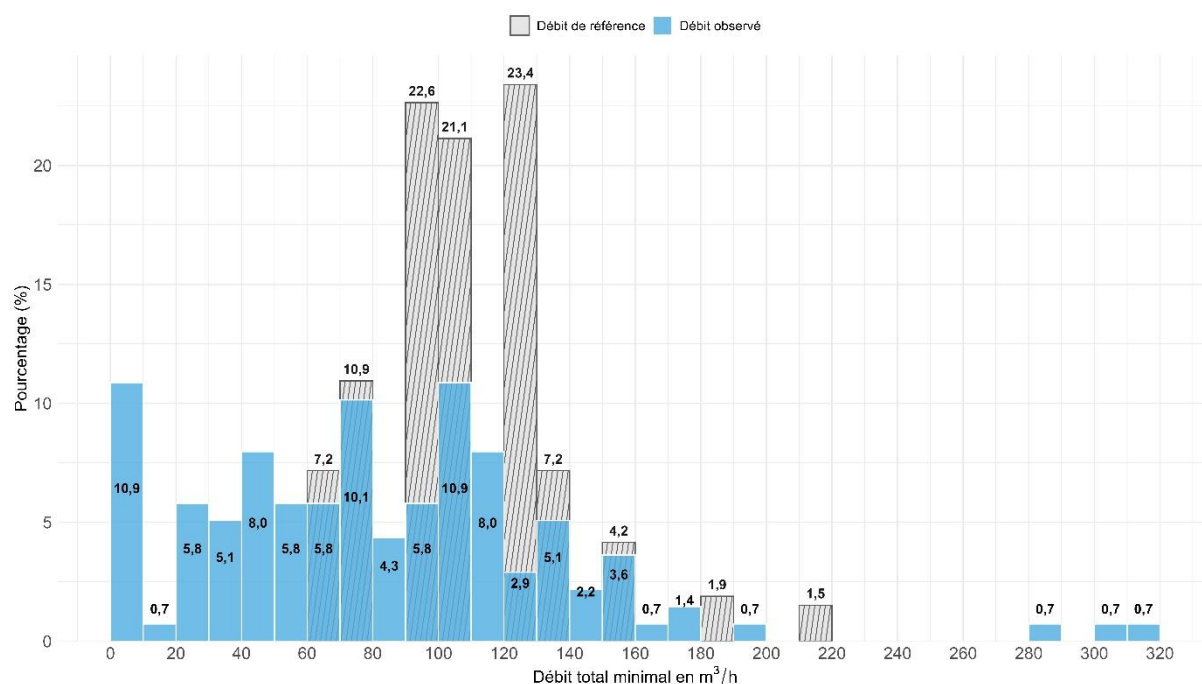


Figure 19. Débits d'air extraits totaux mesurés à l'échelle du logement par rapport aux valeurs de référence (n = 138 logements équipés de ventilation mécanique hors bouches d'extraction hygroréglables).

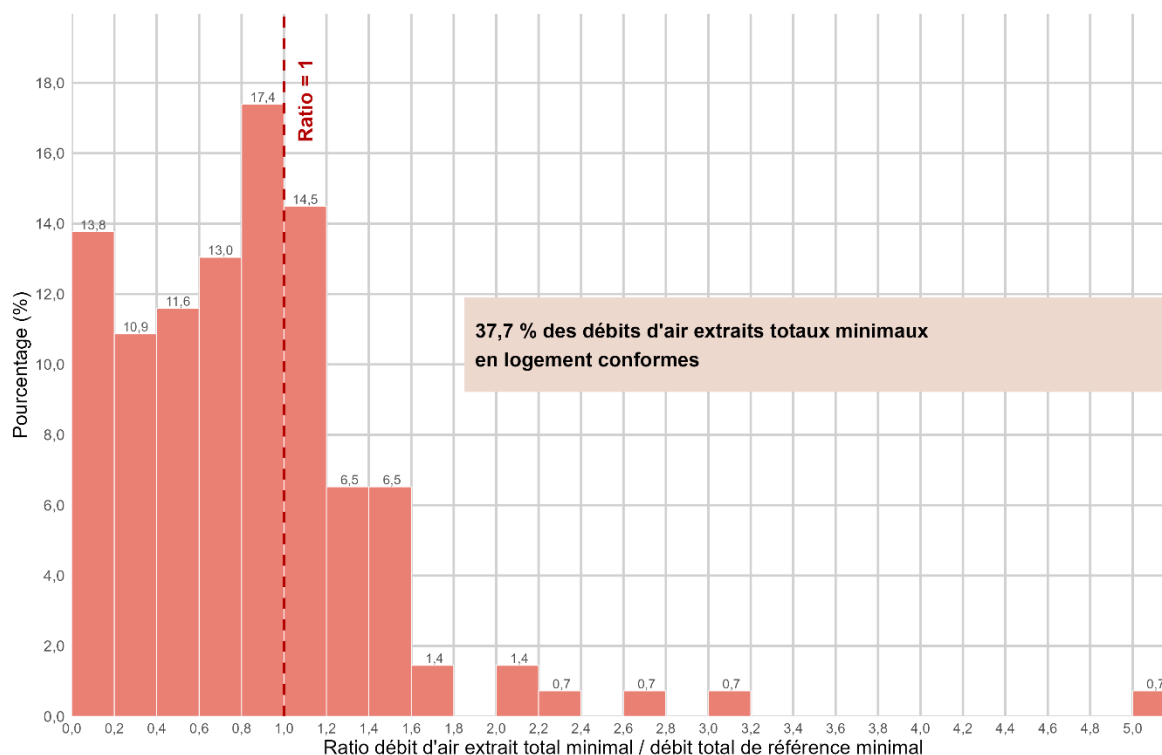


Figure 20. Ratios des débits d'air extraits totaux mesurés à l'échelle du logement par rapport à la valeur de référence (n = 138 logements).

Le **Tableau 36** présente en synthèse l'état de conformité des mesures de débit d'air aux bouches d'extraction autoréglables en cuisine (débit de base et de pointe), en salle de bains, en WC et sur l'ensemble du logement. De manière générale, plus de la moitié des logements ne sont pas conformes en termes de débit d'air extrait, en particulier au niveau des salles de bains et des WC. En cuisine, le débit d'air extrait de base s'avère conforme dans la moitié des cas. Cependant, le débit d'air extrait de pointe est loin d'atteindre les valeurs préconisées.

Tableau 36. Part de mesures de débits mesurés ne respectant pas les valeurs de référence (logements équipés d'un système de ventilation mécanique hors bouches hygroréglables)

	Cuisine Débit de base	Cuisine Débit de pointe	Salle de bain	WC	Débit total minimal
Échelle	Bouches d'extraction autoréglables				Logement
n	147	140	300	221	138
Non conforme	50,3 %	89,3 %	71,3 %	64,3 %	62,3 %
Conforme	49,7 %	10,7 %	28,7 %	35,7 %	37,7 %

6.2.4.4 Conformité des débits d'air extrait selon le type de logement

La conformité des débits d'air extraits aux bouches, évaluée au travers du ratio des débits totaux mesurés / référence totaux, a été mise en regard du type de logement (collectif ou individuel), toutes périodes de construction confondues. Du fait que les débits n'étaient pas réglementés pour les logements construits avant 1982, la notion de conformité des débits est toute relative.

Le **Tableau 37** et la **Figure 21** donnent la répartition des ratios de débits mesurés / référence en maisons individuelles et en logement collectif. Les ratios sont un peu plus élevés en collectif qu'en maison individuelle (ratio médian de 0,88 et 0,78 respectivement). Ce qui se traduit par une proportion un peu plus importante de logements collectifs avec un débit d'air extrait total minimal conforme (42,5 %) par rapport aux maisons individuelles (35,7 %). Toutefois, la différence observée selon le type de logements n'est pas significative (test de Kruskal-Wallis au risque de 5 %).

Au regard des données, le type de logement ne semble pas influencer le degré de conformité aux débits d'air extraits totaux minimaux de référence.

Tableau 37. Ratios des débits « total minimal par logement » par type de logement.

Ratio	Ratio débit d'air extrait total minimal (mesuré / référence)	
Type logement	Logement collectif	Maison individuelle
Effectif observé	40	98
Moyenne	1,04	0,76
Écart type	0,90	0,50
MIN	0	0
P_10	0,18	0,03
P_25	0,61	0,41
P_50	0,88	0,78
P_75	1,31	1,06
P_90	1,79	1,27
P_95	2,30	1,45
MAX	5,05	3,14
% Ratio = 0		9,2 %
% Ratio ≥ 1	42,5 %	35,7 %

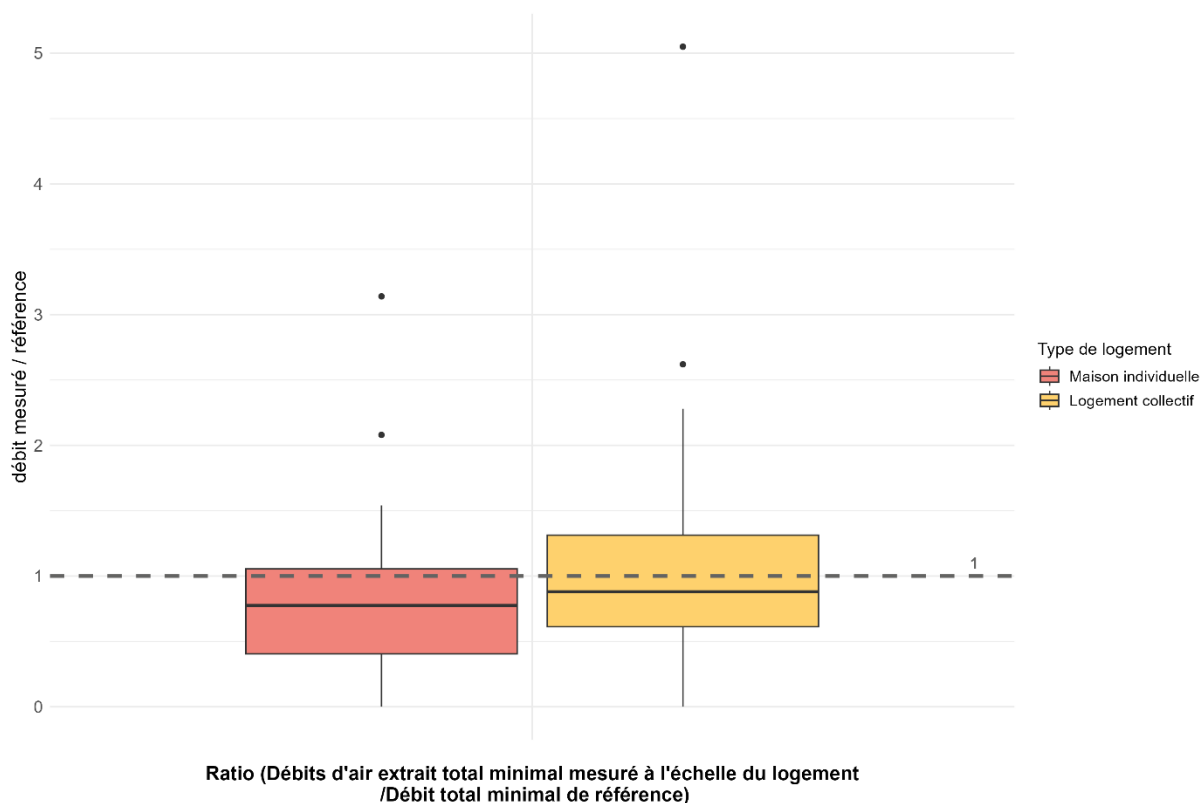


Figure 21. Distribution des ratios du débit total minimal en fonction du type de logement.

6.2.4.5 Conformité des débits d'air extrait selon la date de construction du logement

La question est maintenant de savoir si la conformité des débits d'air extraits peut dépendre de la date de construction du logement. Là encore, la notion de conformité est purement indicative étant donné l'absence de réglementation sur les débits pour les logements construits avant 1982.

Le **Tableau 38** et la **Figure 22** détaillent la répartition des ratios de débit d'air extrait totaux minimaux (mesurés / référence) selon la date de construction du logement. Les ratios des débits totaux (mesurés / référence) sont un peu plus élevés dans les logements construits après 1981 (0,93 en valeur médiane) par rapport aux autres logements (ratio médian compris entre 0,66 et 0,71). Pour 44 % des logements construits après 1981, les débits d'air extraits totaux sont conformes. En revanche, pour les autres logements construits avant cette date, la conformité des débits totaux n'est observée que dans moins de deux logements sur cinq. Néanmoins, les effectifs de logements sont faibles et les différences observées ne sont pas significatives (test de Kruskal-Wallis au risque de 5 %).

Tableau 38. Ratios des débits d'air extrait totaux minimaux (mesurés / référence) en fonction de la date de construction du logement.

Ratio débit d'air extrait total (mesuré / référence)	Date de construction		
	Avant 1968	1968-1981	Après 1981
Effectif de logements	26	21	91
Moyenne	0,82	0,76	0,87
Écart type	0,73	0,56	0,65
MIN	0	0	0
P_10	0,01	0,19	0,20
P_25	0,34	0,38	0,45
P_50	0,71	0,66	0,93
P_75	1,19	0,93	1,10
P_90	1,46	1,26	1,48
P_95	2,08	1,27	1,62
MAX	3,14	2,62	5,05
% Ratio = 0	11,5 %	4,8 %	8,8 %
% Ratio ≥ 1	30,8 %	19,0 %	44,0 %

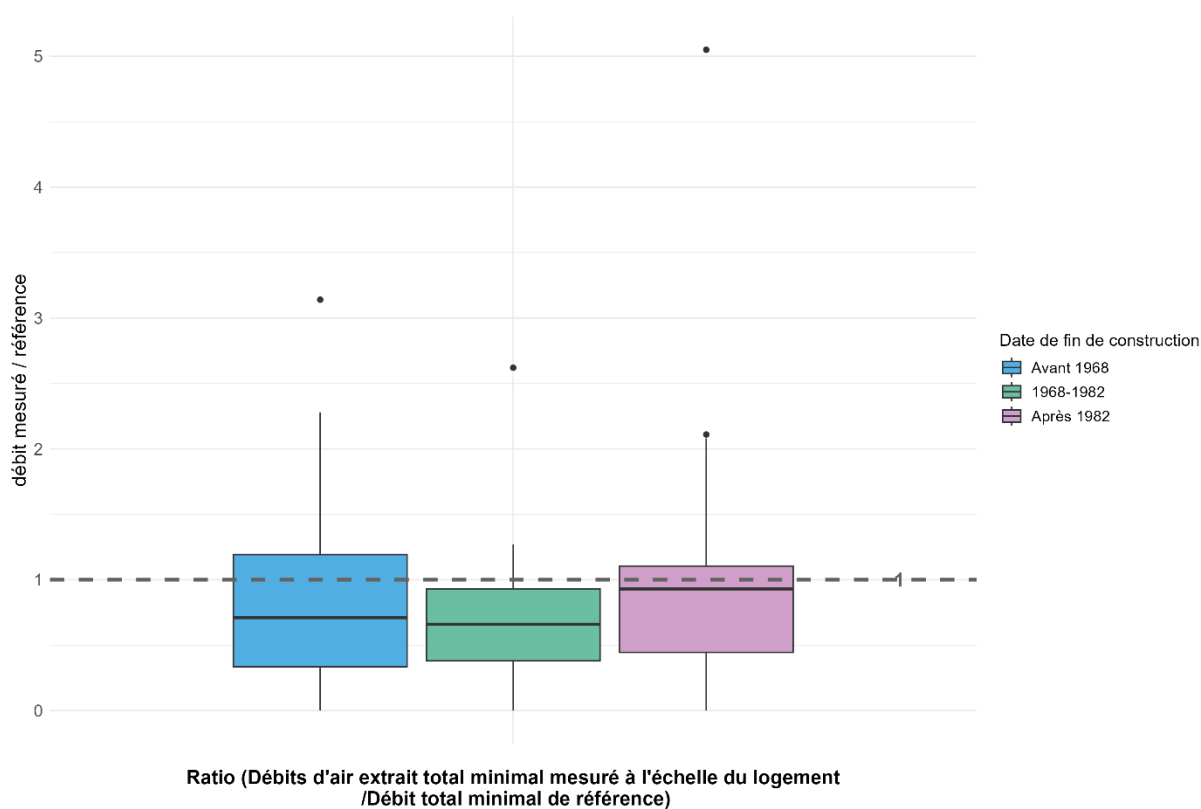


Figure 22. Distribution des ratios du débit d'air extrait total minimal (mesuré / référence) en fonction de la date de construction du logement.

6.3 Comparaison des mesures de débits d'air extrait entre CNL1 et CNL2

Les effectifs de logements en ventilation mécanique avec des mesures de débits d'air aux bouches réalisées et validées sont faibles dans les deux campagnes CNL1 et CNL2. La comparaison portera donc uniquement sur les effectifs observés sans prise en compte de la pondération.

Le traitement des données de débit d'air extrait était un peu différent entre les deux campagnes CNL1 et CNL2. Ces différences sont listées ci-après :

- Prise en compte des studios en tant que pièces de cuisine dans la CNL1 et pas dans la CNL2. Trois studios ont été identifiés dans la CNL2, mais aucun ne disposait de mesures de débit. Un seul studio avec mesure de débit d'air extrait figure dans la CNL1 ;
- Mesures des débits de pointe en SDB et WC avec calcul des ratios prenant en compte la valeur de débit la plus élevée pour la CNL1. Pour les besoins de la comparaison, seules les débits minimaux en salle de bains et WC ont été pris en compte dans le calcul ;
- Pas de différenciation des bouches d'extraction auto- et hygroréglables pour la CNL1. Des bouches hygroréglables avec des mesures de débit d'air extrait (variable selon l'humidité relative de la pièce) peuvent être incluses dans l'échantillon CNL1 ;
- Absence de mesures de pression aux bouches hygroréglables dans la CNL1.

6.3.1 Comparaison des débits d'air extrait en cuisine

Le **Tableau 39** compare les débits d'air extrait de base et de pointe en cuisine dans les deux campagnes CNL2 (2020 - 2023) et CNL1 (2003 - 2005). La distribution du débit d'air extrait est relativement proche entre les deux campagnes avec par exemple une valeur médiane de 38,0 et 38,5 pour la CNL2 et la CNL1 respectivement.

En ce qui concerne les débits de pointe, une différence significative est observée entre les deux campagnes avec des valeurs globalement plus élevées pour la CNL1.

Tableau 39 : Comparaison des débits d'air extrait en cuisine entre CNL2 et CNL1

Débit d'air extrait (m³/h)	Cuisine			
	Débit de base (m³/h)		Débit de pointe (m³/h)	
	CNL2 (2020 - 2023)	CNL1 (2003 - 2005)	CNL2 (2020 - 2023)	CNL1 (2003 - 2005)
n (mesures)	147	104	140	61
Moyenne	38,8	39,9	51,9	65,8

Écart-type	30,1	26,5	40,4	30,1
Minimum	0	0	0	0
% Débits = 0	15,0%	9,6%	15,0%	3,3%
25ème centile	14,0	19,0	15,0	42,0
Médiane	38,0	38,5	46,0*	67,0*
75ème centile	58,0	55,5	83,5	90,0
90ème centile	82,4	79,2	110	104
Maximum	130	103	156	137
Nombre de logements représentés	146	104	139	61

*Différence significative avec $p < 0,01$ (test de Mann-Whitney)

Le **Tableau 40** présente les ratios des débits mesurés rapportés aux valeurs de référence au niveau des deux campagnes. Par rapport à la première campagne, le taux de conformité des débits de base (ratio $\geq 0,85$) reste stable (50 % en CNL2 par rapport à 54 %, différence non significative). Cependant, le taux de conformité des débits de pointe en cuisine a baissé par rapport à la CNL1 (11 % par rapport à 16 % en CNL1). Ces résultats restent à relativiser au regard du faible nombre de mesures.

Tableau 40. Comparaison des ratios de débits (mesurés / référence) en cuisine entre CNL2 et CNL1

Ratio débit (mesuré / référence)	Cuisine			
	Ratio Débit de base / référence		Ratio Débit de pointe / référence	
	CNL2 (2020 - 2023)	CNL1 (2003 - 2005)	CNL2 (2020 - 2023)	CNL1 (2003 - 2005)
n (mesures)	147	104	140	61
Moyenne	0,89	0,93	0,44	0,57
Écart-type	0,75	0,64	0,34	0,26
Minimum	0	0	0	0
25ème centile	0,25	0,44	0,12	0,37
Médiane	0,84	0,89	0,43*	0,61*
75ème centile	1,33	1,23	0,67	0,73
90ème centile	1,83	1,76	0,87	0,88
Maximum	4,3	3,2	1,44	1,18
% Ratios = 0	15,0%	9,6%	15,0%	3,3%
% Ratios $\geq 0,85$	49,7 %	53,8 %	10,7 %	16,4 %

Nombre de logements représentés	146	104	139	61
--	-----	-----	-----	----

**Différence significative avec $p < 0,01$ (test de Mann-Whitney)*

Sur cette base, les débits d'air extrait de base en cuisine restent stables depuis 2005. Une légère tendance à la baisse des débits de pointe a été observée, même si pour les deux campagnes la conformité de ces débits n'est atteinte que pour moins de 20 % des logements.

6.3.2 Comparaison des débits d'air extrait en salle de bains

La comparaison des débits d'air de base en salles de bains et des ratios de débit (mesuré / référence) entre les deux campagnes est présentée au **Tableau 41**. Les valeurs observées sont relativement proches entre les deux campagnes (débit d'air extrait minimal médian de 16 à 17 m³/h). Aucune différence significative (test de Mann-Whitney) n'est observée entre les deux campagnes pour ces deux variables.

Tableau 41. Comparaison des débits d'air extrait en salle de bains entre CNL2 et CNL1

Débit d'air (m³/h) Ratio débits (mesuré / référence)	Salle de bains			
	Débit de base (m³/h)		Ratio (mesuré / référence)	
	CNL2 (2020 - 2023)	CNL1 (2003 - 2005)	CNL2 (2020 - 2023)	CNL1* (2003 - 2005)
n (mesures)	300	222	300	222
Moyenne	21,2	20,0	0,74	0,68
Écart-type	25,5	16,8	0,87	0,59
Minimum	0	0	0	0
% Débits = 0	16,0%	16,7%	-	-
25ème centile	8,8	11,0	0,29	0,33
Médiane	16,0	17,0	0,57	0,57
75ème centile	26,3	25,0	0,91	0,87
90ème centile	43,0	37,9	1,54	1,33
Maximum	314	103	10,5	3,4
% Ratios $\geq 0,85$	-	-	28,7 %	25,7 %
Nombre de logements représentés	222	179	222	179

**Seul le débit minimal a été pris en compte pour le calcul du ratio*

En conclusion, les débits d'air extrait de base en salle de bains restent globalement stables depuis 2005.

6.3.3 Comparaison des débits d'air extrait en WC

La comparaison des débits d'air de base en WC et des ratios de débit (mesuré / référence) entre les deux campagnes est présentée au **Tableau 42**. Comme pour les salles de bains, les valeurs observées restent relativement proches entre les deux campagnes (débit d'air extrait minimal médian de 12 à 13 m³/h). Aucune différence significative (test de Mann-Whitney) n'est observée entre les deux campagnes pour ces deux variables.

Tableau 42. Comparaison des débits d'air extrait en WC entre CNL2 et CNL1

Débit d'air (m ³ /h) Ratio débits (mesuré / référence)	WC			
	Débit de base (m ³ /h)		Ratio (mesuré / référence)	
	CNL2 (2020 - 2023)	CNL1 (2003 - 2005)	CNL2 (2020 - 2023)	CNL1* (2003 - 2005)
n (mesures)	221	172	221	172
Moyenne	17,4	14,3	0,91	0,69
Écart-type	23,1	12,5	1,46	0,65
Minimum	0	0	0	0
% Débits = 0	17,2 %	21,5 %	-	-
25ème centile	7,0	7,8	0,30	0,29
Médiane	13,0	12,0	0,70	0,60
75ème centile	21,0	20,0	1,00	0,93
90ème centile	35,0	26,0	1,80	1,50
Maximum	251	81	16,7	4,2
Nombre de logements représentés	178	150	178	150
% Ratios >= 0,85	-	-	35,7 %	28,5 %

**Seul le débit minimal a été pris en compte pour le calcul du ratio*

En conclusion, les débits d'air extrait de base en WC restent globalement stables depuis 2005.

6.3.4 Comparaison des débits d'air extrait totaux à l'échelle du logement

À l'échelle du logement, les débits d'air extrait minimaux totaux ont été comparés entre les deux campagnes (**Tableau 43**). Les distributions des valeurs de débits et de ratios (mesuré / référence) sont relativement proches entre les deux campagnes avec un débit d'air extrait total compris entre 76 et 78 m³/h en valeur médiane et un ratio médian autour de 0,8. Le taux de conformité (ratio ≥ 1) est passé de 32 % en CNL1 à près de 38 % en CNL2. Aucune différence significative n'est observée entre les deux campagnes (test de Mann-Whitney).

Tableau 43. Comparaison des débits d'air extrait minimaux totaux à l'échelle du logement entre CNL2 et CNL1

Débit d'air extrait total minimal Ratio débit total (mesuré / référence)	Logement			
	Débit total minimal (m³/h)		Ratio (mesuré / référence)	
	CNL2 (2020 - 2023)	CNL1 (2003 - 2005)	CNL2 (2020 - 2023)	CNL1 (2003 - 2005)
Moyenne	81,3	74,7	0,84	0,80
Écart-type	56,3	41,5	0,65	0,43
Minimum	0	0	0	0
% Débits = 0	8,7 %	8,7 %	-	-
25ème centile	42,0	45,0	0,42	0,54
Médiane	78,0	75,5	0,83	0,78
75ème centile	111,0	100,5	1,10	1,05
90ème centile	141,2	116,0	1,45	1,33
Maximum	314	269	5,1	2,2
Nombre de logements	138	104	138	104
% Ratios ≥ 1	-	-	37,7 %	31,7 %

Sur la base de ces éléments, aucune évolution dans les débits d'air extrait n'a été observée entre les deux campagnes, que ce soit en cuisine, en salles de bains, en WC ou sur l'ensemble du logement. La conformité des débits minimaux totaux n'est observée que pour moins de 40 % des logements. Cette observation se fait sur la base des échantillons de logements en ventilation mécanique disposant d'une mesure de débit d'air extrait aux bouches de ventilation. Elle ne peut pas être étendue à l'échelle du parc, les deux campagnes n'étant pas représentatives au sein d'un sous-groupe de résidences principales.

La part de bouches d'extraction hygroréglables prises en compte dans la CNL1 n'est pas connue. Pour la CNL2, les bouches d'extraction hygroréglables ne sont pas considérées dans la comparaison des mesures de débit d'air extrait. L'absence d'évolution des débits d'air extrait entre les deux campagnes ne tient pas compte de la performance de ces bouches hygroréglables. Celles-ci représentent un peu plus de 30 % des bouches d'extraction observées dans la CNL2. Le taux de conformité des bouches d'extraction hygroréglables, évalué au travers d'une mesure de pression, est lui de l'ordre de 30 %.

6.4 Synthèse et discussion sur les mesures aux bouches et l'évaluation de la conformité

Sur la base des 380 logements avec un système de ventilation mécanique, une répartition des logements conformes et non conformes a été réalisée selon le type de système (**Figure 23**). Le graphique combine des informations à différentes échelles : le type de système de ventilation à l'échelle du logement, la présence de bouches de ventilation à l'échelle des pièces du logement (entre 0 et 1 ou plus), la mesure du débit d'air extrait ou de la pression à l'échelle de chaque bouche répertoriée. Différents types de bouches d'extraction (auto-ou hygroréglables) peuvent coexister au sein d'un même logement. Cela concerne 21 logements, en majorité des logements en VMC_SFhygro, mais également 4 logements en VMC_SFauto et 4 autres en VMPPR. Ces incohérences apparentes renforcent l'incertitude autour de la déclaration du type de système détaillé à l'échelle du logement tout autant que sur le type de bouche observé au niveau des pièces, sans possibilité de trancher dans un sens ou dans l'autre.

Parfois, des bouches d'extraction autoréglables ont donné lieu à des mesures de pression plutôt que de débit d'air en raison de leur accessibilité. L'inverse est également vrai concernant certaines bouches d'extraction hygroréglables.

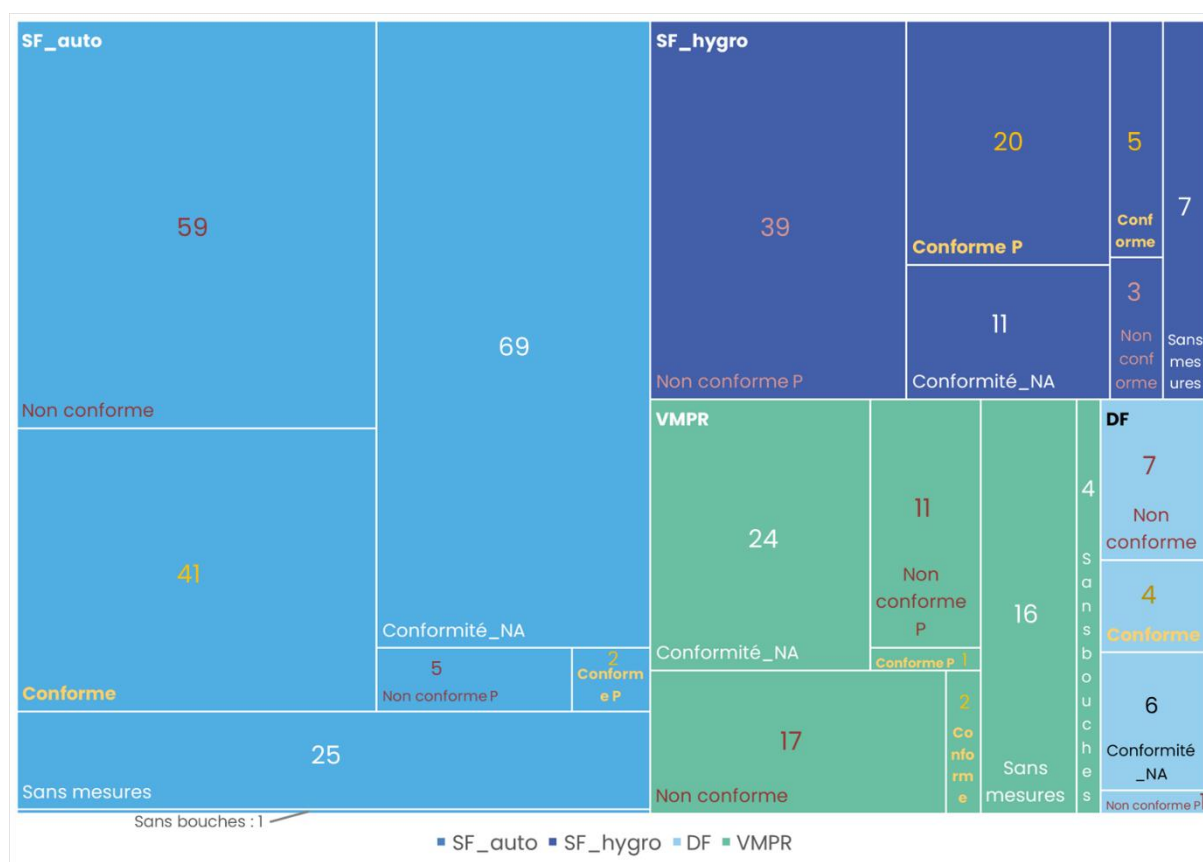


Figure 23. Répartition des logements équipés d'un système de ventilation mécanique selon la conformité des mesures du débit total minimal d'air extrait ou des mesures de pression aux bouches d'extraction

Légende :

- SF_auto : système de ventilation mécanique simple flux par extraction autoréglable ;
- SF_hygro : système de ventilation mécanique simple flux par extraction hygroréglable ;
- VMPPR : ventilation mécanique ponctuelle ou répartie ;
- DF : ventilation mécanique double flux ;
- Conforme : logement pour lequel le débit total minimal d'air extrait (comptabilisant les mesures en cuisine et en salles de bains et/ou toilettes) est conforme au débit de référence (ratio ≥ 1) ;
- Conforme P : logement pour lequel les mesures de pression en cuisine et salle de bains (et/ou toilettes) sont toutes dans la plage de fonctionnement de 70 à 160 Pa ;
- Non conforme : logement pour lequel le débit total minimal d'air extrait (comptabilisant les mesures en cuisine et en salles de bains et/ou toilettes) n'est pas conforme au débit de référence (ratio < 1) ;
- Non conforme P : logement pour lequel au moins une mesure de pression en cuisine et salle de bains (et/ou toilettes) n'est pas dans la plage de fonctionnement de 70 à 160 Pa ;
- Conformité_NA : logement disposant d'au moins une mesure de débit d'air extrait (ou de pression), mais avec une ou plusieurs données manquantes en cuisine ou en salles de bains/toilettes ne permettant pas d'évaluer la conformité du système à l'échelle du logement ;
- Sans mesures : logement disposant de bouches de ventilation mais pour lesquelles aucune mesure de débit ou de pression n'est disponible ;
- Sans bouches : logement pour lequel aucune bouche d'extraction n'a été répertoriée par les enquêteurs lors de l'inspection des pièces (bouches non visibles par l'enquêteur).

L'examen de la **Figure 23** permet d'affiner les informations relatives à la conformité selon le type de système déclaré à l'échelle du logement :

- Pour les logements en VMC simple flux par extraction autoréglable :
 - 41,0 % des logements (41 pour 100) sont conformes sur la base du débit total minimal d'air extrait ;
 - 28,7 % des logements (2 pour 7) sont conformes sur la base des mesures de pression ;
 - 40,2 % des logements (43 pour 107) sont conformes sur la base des mesures de débit total ou de pression.
- Pour les logements en VMC simple flux par extraction hygroréglable :
 - 33,9 % des logements (20 pour 59) sont conformes sur la base des mesures de pression ;
 - 62,5 % des logements (5 pour 8) sont conformes sur la base du débit total minimal d'air extrait ;

- 37,3 % des logements (25 pour 67) sont conformes sur la base des mesures de débit total ou de pression.
- Pour les logements en VMC double flux :
 - 36,4 % des logements (4 pour 11) sont conformes sur la base du débit total minimal d'air extrait ;
 - Aucun logement (0 pour 1) n'est conforme sur la base des mesures de pression ;
 - 33,3 % des logements (4 pour 12) sont conformes sur la base des mesures de débit total ou de pression.
- Pour les logements en ventilation mécanique ponctuelle ou répartie :
 - 10,5 % des logements (2 pour 19) sont conformes sur la base du débit total minimal d'air extrait ;
 - 8,3 % des logements (1 pour 12) sont conformes sur la base des mesures de pression ;
 - 9,7 % des logements (3 pour 31) sont conformes sur la base des mesures de débit total ou de pression.
- Sur l'ensemble des logements équipés d'un système de ventilation mécanique :
 - 37,7 % des logements (52 pour 138) sont conformes sur la base du débit total minimal d'air extrait ;
 - 29,1 % des logements (23 pour 79) sont conformes sur la base des mesures de pression ;
 - 34,6 % des logements (75 pour 217) sont conformes sur la base des mesures de débit total ou de pression ;
 - 10,1 % des logements (14 sur 138) présentent toutes les mesures de débit au total, en cuisine (hors pointe), en salle de bains et en WC conformes.

En considérant l'ensemble des mesures de débit au total, en cuisine, en salle de bains et en WC, seuls 10,1 % des logements (14 sur 138) présentent toutes les valeurs de débit conformes. L'écart avec les 37,7 % de logements conformes en débit total minimal met en évidence une disparité des débits d'air extraits entre les pièces avec des débits pouvant être très élevés en cuisines qui viennent compenser des débits trop faibles en salle de bains ou WC (ou inversement).

Les effectifs de logements restent relativement faibles et ces chiffres sont donc à interpréter avec précaution, notamment au sein d'un type de ventilation en particulier. Ces données ne sont pas représentatives de l'ensemble des logements du parc équipés d'un système de ventilation et encore moins au sein d'un type de système en particulier. Leur représentativité ne porte que sur l'effectif de logements enquêtés.

L'évaluation de la conformité des mesures de débit d'air ou de pression aux bouches d'extraction ne portent que sur les pièces de service de type cuisine (y compris cuisine ouverte), salle de bains et WC. Les mesures réalisées dans d'autres pièces de service, notamment la buanderie, ne sont pas comptabilisées. Il en est de même s'agissant de mesures réalisées en pièces de vie (chambre ou séjour).

La non-conformité des mesures de débit d'air et de pression ne semble pas associée à l'encrassement des bouches d'extraction (test de χ^2 , p-valeur = 0,27). En effet, un taux de conformité (en débit ou pression) de 40,3 % est observé parmi les 62 logements ayant au moins une bouche encrassée, contre 32,4 % parmi les 145 logements n'ayant aucune bouche encrassée (logements avec bouches obturées exclus). De même, malgré la présence d'au moins une bouche obturée (avec 17 % à 50 % des bouches du logement obturées), 30 % des 10 logements concernés sont conformes en termes de mesures de débit et de pression, contre 34,8 % dans les 207 logements sans aucune bouche obturée (test de χ^2 , p-valeur = 0,76). Dans la plupart des cas (80 %), la bouche obturée est associée à une absence de mesure de débit ou de pression et donc à une impossibilité d'évaluer la conformité sur la base de ces mesures. Les logements conformes malgré la présence de bouches obturées compensent avec les valeurs observées pour les autres bouches du logement.

D'autres facteurs peuvent intervenir pour expliquer le faible taux de conformité des mesures de débit ou de pression. L'encrassement au niveau des gaines ou du caisson de ventilation n'est pas forcément visible à l'inspection menée par les enquêteurs. L'absence de vérification et de maintenance du système peut conduire à un encrassement des conduits qui réduit petit à petit la section disponible et le débit d'air extrait.

Des défauts du système lors de sa mise en place peuvent également expliquer des performances insuffisantes. Il peut s'agir de défauts d'étanchéité au niveau des gaines, des bouches ou des gaines pas ou mal raccordées au caisson de ventilation, des coudes ou des pliures au niveau des gaines empêchant la bonne circulation de l'air voire d'un caisson de ventilation sans alimentation électrique. En 2018, dans le cadre du contrôle du respect des règles de construction (CRC) réalisé par les services de l'État, 70% des opérations de construction neuves en résidentiel présentaient au moins un défaut sur le système de ventilation¹². Avec la RE2020, une obligation de vérification des systèmes de ventilation dans le résidentiel (maisons individuelles et logements collectifs) neuf vise à corriger ce problème. Mais, il n'y a pas d'obligation de vérification aujourd'hui dans le résidentiel existant.

En phase d'exploitation, des interventions dans les combles peuvent entraîner une manipulation des gaines et conduire à une perturbation du fonctionnement du système de ventilation. Par ailleurs, le bruit des équipements peut gêner certains occupants qui n'hésitent pas à couper l'alimentation électrique du système ou obturer certaines bouches. De même, par souci d'économie d'énergie notamment en période chaude, des ménages peuvent débrancher la ventilation au niveau du tableau électrique et aérer leur logement par ouvertures de fenêtres. L'aération contrairement à la ventilation n'est pas permanente et dans ces conditions, une dégradation des conditions de renouvellement d'air peut subvenir, notamment durant la période nocturne.

¹² <https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/verification-des-systemes-de-ventilation-a561.html>

En 15 ans, depuis la CNL1, le taux de conformité des mesures de débit aux bouches observé sur un sous-échantillon de logements n'a pratiquement pas évolué. La part de logements équipés en système de ventilation mécanique a dans le même temps augmenté de 18 points passant de 35 % en 2005 à 53 % en 2022. Le fait que le taux de conformité n'est pas augmenté dans les mêmes proportions montre que les performances d'un système récemment installé ne sont pas optimales pour les diverses raisons évoquées précédemment. Durant ce laps de temps, pratiquement aucune action des politiques publiques n'a cherché à améliorer la performance des systèmes dans le résidentiel existant. L'attention s'est surtout portée sur l'occupant au travers de plusieurs actions de sensibilisation visant notamment à améliorer l'aération du logement. Des messages relatifs à l'entretien, à l'accessibilité et au fait de ne pas obturer les bouches de ventilation sont également mis en avant le plus souvent par les professionnels de la ventilation. Les résultats de la CNL2 tendent à montrer que ces messages sont insuffisants, soit parce qu'ils ne sont pas appliqués par les occupants, soit aussi parce qu'ils ne touchent pas suffisamment un autre public, celui des installateurs et des professionnels susceptibles d'interagir avec le système de ventilation installé. Ce public, pas toujours expert dans le domaine, peut également avoir une part de responsabilité dans les performances insuffisantes d'un système de ventilation. Pour les occupants, deux freins importants au maintien en bon état de fonctionnement le système de ventilation existent d'une part le bruit des équipements qui peut représenter une gêne et d'autre part sa consommation énergétique dans une optique pécuniaire. Au niveau de la CNL2, 24 % des foyers sont parfois gênés par le bruit des équipements de leur logement, sans qu'il soit possible d'identifier s'il s'agit du système de ventilation. La conception de systèmes moins bruyants et/ou plus économes en énergie permettrait de lever ces freins.

Par ailleurs, l'entretien du système de ventilation est sans doute une clé du maintien de leur performance. Même si l'occupant a la capacité d'agir sur les composants les plus accessibles, un entretien par un professionnel apparaît nécessaire. La question sur l'entretien du système de ventilation n'a pas été posée dans le cadre de la CNL2, sauf pour les 18 foyers équipés d'un système de ventilation double flux. Sur 16 répondants, 11 (soit 69 %) ont déclaré avoir réalisé une maintenance ou un changement de filtre de leur système dans l'année. Cela représente près d'un tiers des personnes qui n'ont pas réalisé d'entretien sur un système aussi complexe qu'une ventilation double flux. Même s'il est fortement conseillé, l'entretien n'est pas obligatoire pour le particulier.

Depuis 15 ans, les changements ont surtout porté sur le résidentiel neuf au travers des réglementations thermiques RT2005 et RT2012 notamment. Plus tournées vers les performances énergétiques, elles n'amènent pas de changement par rapport à la réglementation toujours en vigueur concernant la ventilation qui repose sur l'arrêté de 1982. Il faut attendre la RE2020 et une application au 1^{er} janvier 2022 pour voir apparaître une inspection obligatoire du système de ventilation à réception. Les logements construits après 2005 et après 2012 dans la CNL2 affichent un taux de conformité des mesures de débit d'air peu différents des autres logements, respectivement de 36 % et 53 %. Ce qui implique que

les performances des systèmes de ventilation soit ne sont pas optimales dès leur installation ou se dégradent très rapidement dans les années qui suivent.

Pour toutes ces raisons, l'absence d'évolution de la conformité des systèmes de ventilation est un résultat quelque part attendu.

7 Aération des logements par ouverture de fenêtres

7.1 Ouverture des fenêtres selon la période de chauffe / hors-chauffe

L'ouverture des fenêtres pendant la semaine impacte directement le renouvellement de l'air à l'intérieur du logement et de ce fait les niveaux de concentration des polluants mesurés, au travers du transfert entre l'extérieur et l'intérieur d'une part et de la dilution par de l'air neuf considéré propre d'autre part. La personne de référence du ménage a renseigné la fréquence d'ouverture des fenêtres dans le séjour principal, la chambre principale et dans tout le logement pendant la semaine d'enquête, de jour comme de nuit. Les durées d'ouverture des fenêtres sont exprimées à la journée (période diurne ou nocturne) en moyenne sur la semaine.

Afin de tenir compte des variations saisonnières des comportements d'aération, l'analyse est réalisée en distinguant la période de chauffe et la période hors chauffe. En effet, une analyse globale sans cette distinction pourrait être fortement influencée par les situations observées en période hors chauffe, généralement associées à des durées d'ouverture des fenêtres plus élevées, ce qui pourrait masquer les spécificités des conditions observées en période de chauffe.

Les **Tableau 44** et **Figure 24** distinguent la fréquence d'ouverture de fenêtres selon la période de chauffe / hors-chauffe de l'enquête. En période de chauffe, l'ouverture des fenêtres la nuit est très rare au niveau du séjour. Au niveau de la chambre et plus globalement du logement, un peu plus de 10 % des foyers ouvrent leurs fenêtres la nuit. En journée, l'ouverture des fenêtres est beaucoup plus fréquente pour 95 % des logements dont la moitié ouvrent plus d'une heure par jour en période de chauffe.

En période hors-chauffe, la proportion de logements qui ouvrent leurs fenêtres la nuit dépasse 80 %. Le séjour reste lui un peu moins souvent aéré la nuit (70 % des logements environ). En journée, plus de 80 % des logements ouvrent leurs fenêtres plus d'une heure par jour. Ces écarts sont statistiquement significatifs, en particulier la nuit ($p < 10^{-4}$),

En se basant plus particulièrement sur l'état de fonctionnement du système de chauffage lors de la semaine d'enquête plutôt que la période de chauffe calendaire, la fréquence d'ouverture des fenêtres tend à diminuer chauffage éteint de jour comme de nuit (**Figure 25** comparée à la **Figure 24**). Cette différence tient au fait que 27,4 % des logements ont déclaré un système de chauffage éteint en période de chauffe et que 5,8 % des logements disposaient d'un chauffage en fonctionnement en période hors-chauffe. L'état de fonctionnement du chauffage n'est pas systématiquement fonction de la période de chauffe. Le premier fait intervenir des décisions comportementales des occupants à partir d'informations contextuelles extérieures (météorologie, température et humidité

extérieures), intérieures (voisins ayant ou non allumé leur chauffage, performance de l'isolation du logement) et personnelles (contraintes économiques et financières, confort personnel), là où le second ne repose que sur des données calendaires et des données météorologiques. L'ouverture des fenêtres est également un processus lié à des décisions comportementales. De ce fait, interpréter l'ouverture des fenêtres en fonction de l'état de fonctionnement du chauffage, revient à croiser deux décisions comportementales sur deux équipements différents du logement. L'ouverture des fenêtres selon la période de chauffe ne repose apparemment que sur une seule décision comportementale. Mais, il est délicat d'interpréter la période de chauffe sans tenir compte de l'état de fonctionnement du chauffage, même si les deux variables ne sont pas complètement corrélées. Elles restent néanmoins dépendantes.

Tableau 44. Fréquence d'ouverture des fenêtres des logements selon la période de chauffe (champ : 28 802 380 logements)

Fréquence d'ouverture des fenêtres sur la semaine	En Période de chauffe						En période hors chauffe					
	Ouverture des fenêtres la nuit			Ouverture des fenêtres la journée			Ouverture des fenêtres la nuit			Ouverture des fenêtres la journée		
	Séjour (%)	Chambre (%)	Logement (%)	Séjour (%)	Chambre (%)	Logement (%)	Séjour (%)	Chambre (%)	Logement (%)	Séjour (%)	Chambre (%)	Logement (%)
Rarement ou jamais	90,7	87,0	86,6	5,8	3,9	4,9	28,0	20,0*	15,4	3,3	5,2*	2,8
Moins de 30 minutes	0,8	1,6	1,0	24,6	24,8	19,5	0,5	0	4,0	2,9	1,1	1,0
Entre 30 minutes et 1 heure	0,3	0,2	2,1	22,1	22,9	23,7	2,2	0,5	0	10,0	12,4	11,1
Plus d'une heure	2,0	10,7	9,7	42,6	48,0	51,3	69,1	79,2	80,4	83,6	80,9	85,0
Ne sait pas	6,2	0,5	0,6	4,9	0,4	0,6	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*Comprend 0,7 % de logements pour lesquels la chambre principale ne dispose pas de fenêtres

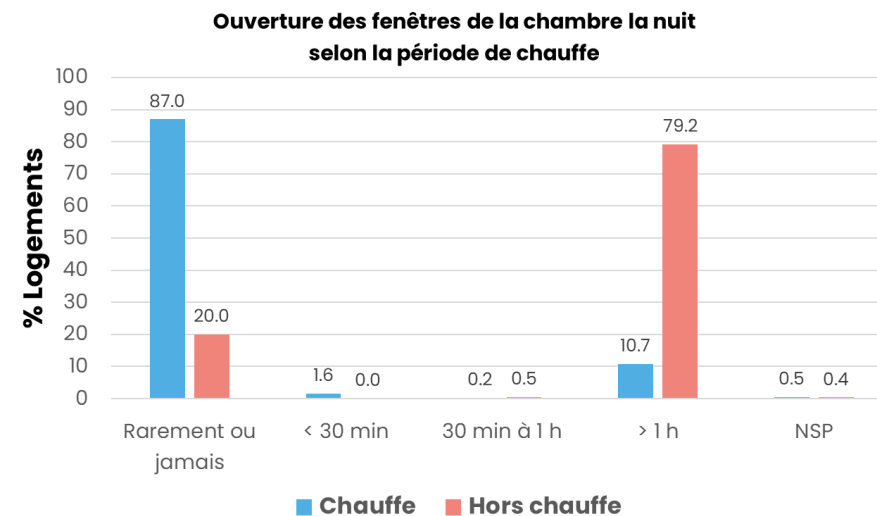
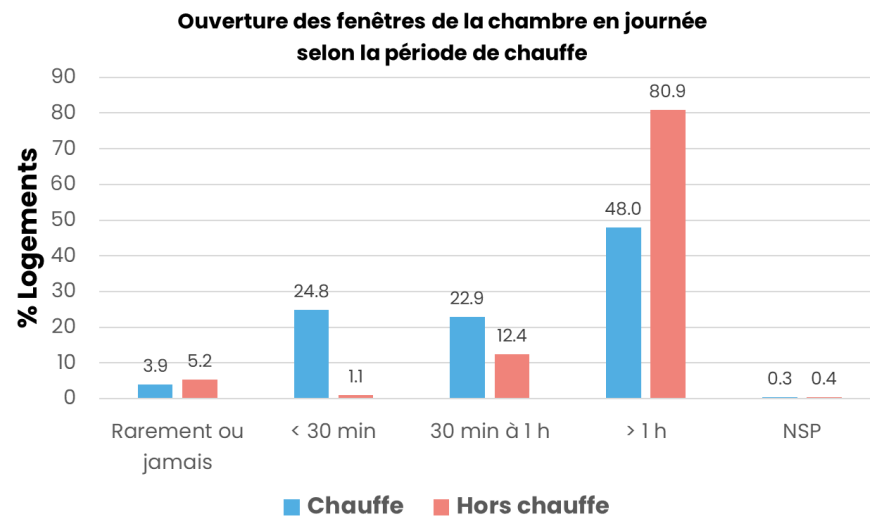
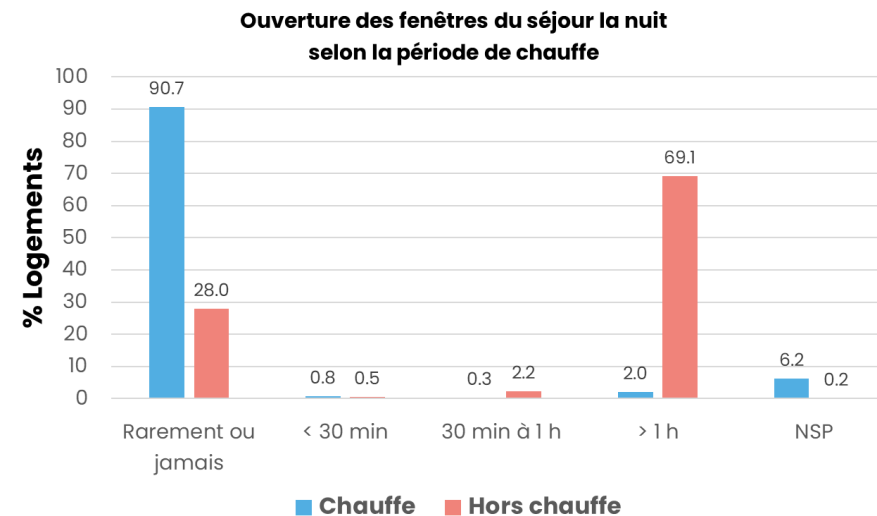
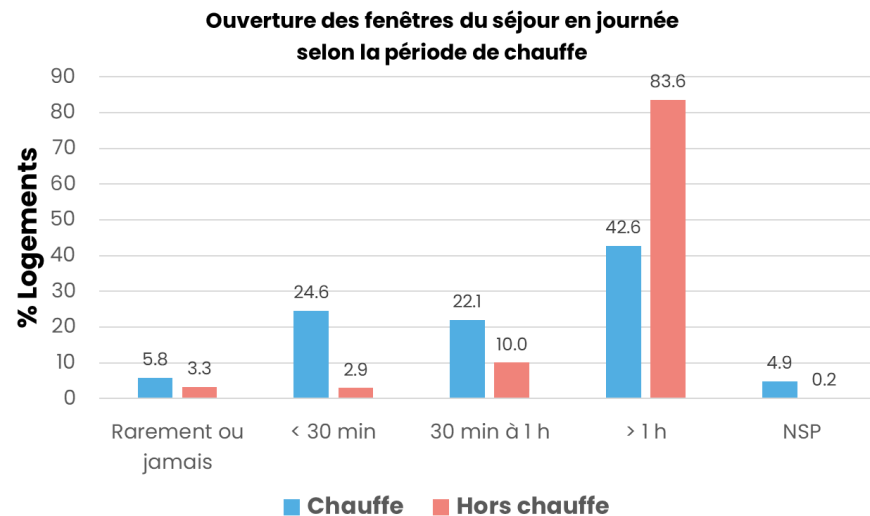


Figure 24. Fréquence d'ouverture des fenêtres de la chambre et du séjour la nuit et le jour pendant la semaine d'enquête selon la période de chauffe (champ : 28 802 380 logements)

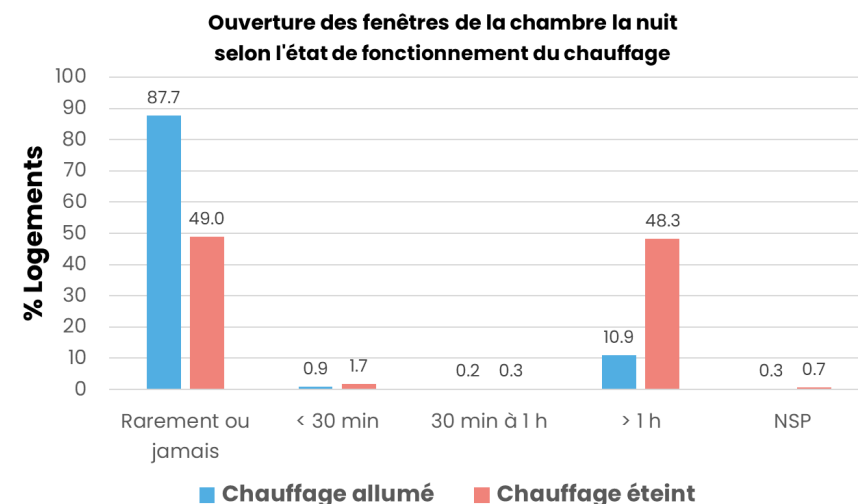
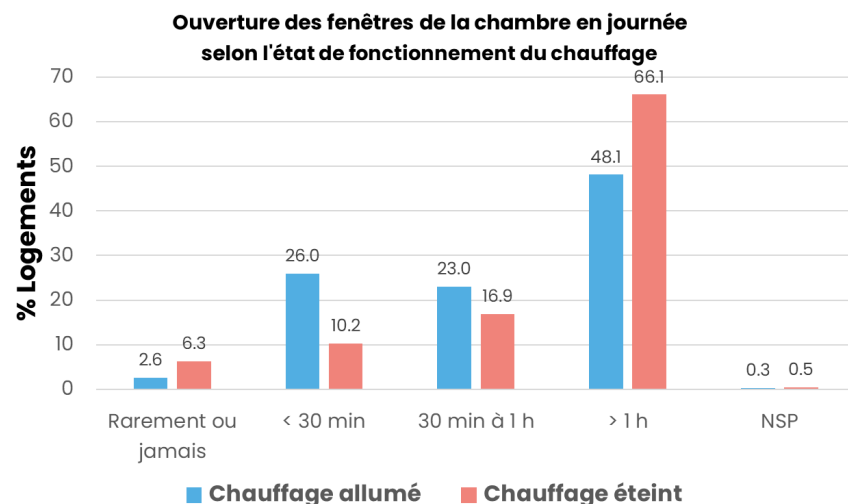
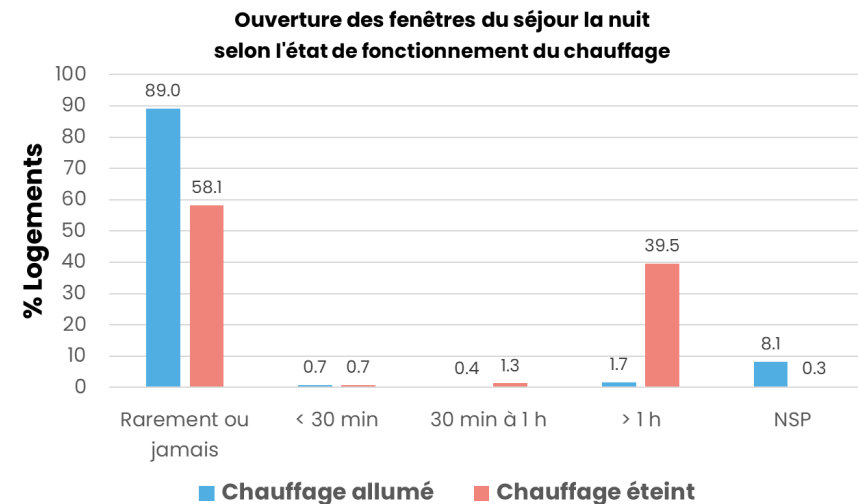
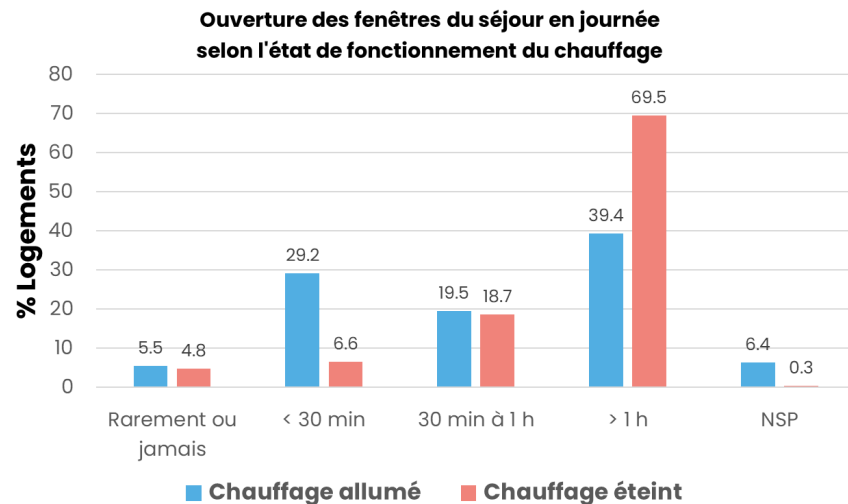


Figure 25. Fréquence d'ouverture des fenêtres de la chambre et du séjour la nuit et le jour pendant la semaine d'enquête selon l'état du fonctionnement du chauffage principal (champ : 28 802 380 logements)

En dehors des différences observées en termes de chiffres sur la fréquence d'ouverture des fenêtres mentionnées plus haut, une répartition assez similaire est observée entre l'ouverture des fenêtres chauffage allumé et l'ouverture des fenêtres en période de chauffe. Comme attendu, la fréquence d'ouverture des fenêtres est plus élevée pour les logements avec chauffage éteint par rapport aux logements avec chauffage allumé, et ce en particulier la nuit. Les différences sont statistiquement significatives ($p\text{-valeur} < 10^{-4}$). Tout comme la période de chauffe / hors-chauffe, l'état de fonctionnement du chauffage est une variable déterminante de la fréquence d'aération du logement.

7.2 Ouverture des fenêtres selon le type de système de ventilation

La présence ou l'absence d'un système spécifique de ventilation a-t-elle une influence apparente sur l'ouverture des fenêtres du logement ? Ou si la question est tournée différemment : La présence ou l'absence d'un système spécifique de ventilation modifie-t-elle le comportement à l'ouverture des fenêtres des occupants ? En particulier, l'occupant ouvre-t-il plus souvent la fenêtre dans un logement sans aucun système de ventilation ?

Pour répondre de manière simple à ces questions, un regroupement des modalités de fréquence d'ouverture des fenêtres a été mis en place. Les modalités de fréquence d'ouverture de fenêtres "*Rarement ou jamais*" et "*Moins d'une demi-heure par jour*" sont regroupées dans la nouvelle modalité « *Moins d'une demi-heure par jour* ». Les modalités "*Entre une demi-heure et une heure*" et "*Plus d'une heure*" par jour sont regroupées dans une nouvelle modalité "*Plus d'une demi-heure par jour*".

Les **Tableau 45**, **Tableau 46** et **Tableau 47** présentent le croisement entre le système de ventilation et la fréquence d'ouverture de fenêtres, en distinguant systématiquement les situations observées en période de chauffe et en période hors-chauffe. La variable associée au système de ventilation est déclinée en 4 catégories (aucune, ventilation naturelle, ventilation mécanique répartie / ponctuelle et ventilation mécanique centralisée). L'ouverture des fenêtres est représentée par la nouvelle variable à 2 catégories au niveau du séjour principal, de la chambre principale et au niveau du logement respectivement. Il est important de préciser que les résultats présentés ci-dessous sont issus d'un sous-échantillon et ne font donc pas l'objet d'une pondération.

Dans l'ensemble des configurations (période de chauffe ou de hors-chauffe, dans le séjour, dans la chambre ou à l'échelle du logement), l'ouverture des fenêtres apparaît indépendante du type de système de ventilation du logement (aucun lien significatif observé).

Tous les logements quel que soit le type de ventilation, semblent ouvrir plus fréquemment leurs fenêtres en journée dans le séjour, la chambre et globalement le logement. Les occupants assurent ainsi en journée une aération quotidienne de leur logement sans tenir compte de leur système de ventilation. Ce comportement d'ouverture de fenêtres peut exprimer un besoin essentiel de l'occupant qui couvre sans doute d'autres aspects que le seul renouvellement d'air du logement, notamment d'ordre sociologique. La nuit, par contre,

la fréquence d'ouvertures de fenêtres durant la période de chauffe reste faible quel que soit le système de ventilation. Cette tendance traduit une volonté de minimiser les pertes de chaleur durant les heures les plus froides de la journée. Durant la période hors-chauffe, l'ouverture des fenêtres est nettement plus fréquente durant la nuit aussi bien dans les logements avec que sans ventilation.

Lors de la période hors-chauffe, l'ouverture des fenêtres plus d'une demi-heure par jour est observée dans plus de 8 logements sur 10, sans différences marquées selon leur type de système de ventilation.

Tableau 45. Ouvertures de fenêtres du séjour durant la semaine selon le système de ventilation du logement

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi ²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans le séjour	Système de ventilation	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période de chauffe) <i>N= 363 logements</i>	Aucun système	32,0	68,0	100	0,66
	Ventilation naturelle	30,6	69,4	100	
	Ventilation mécanique répartie/ponctuelle	38,2	61,8	100	
	VMC	37,6	62,4	100	
La nuit durant la semaine (période de chauffe) <i>N= 364 logements</i>	Aucun système	98,0	2,0	100	(0,84)
	Ventilation naturelle	95,7	4,3	100	
	Ventilation mécanique répartie/ponctuelle	94,6	5,4	100	
	VMC	95,7	4,3	100	
Le jour durant la semaine (période hors-chauffe) <i>N= 101 logements</i>	Aucun système	12,5	87,5	100	(0,66)
	Ventilation naturelle	14,3	85,7	100	
	Ventilation mécanique répartie/ponctuelle	0	100	100	
	VMC	11,7	88,3	100	
La nuit durant la semaine (période hors-chauffe) <i>N= 101 logements</i>	Aucun système	37,5	62,5	100	0,78
	Ventilation naturelle	35,7	64,3	100	
	Ventilation mécanique répartie/ponctuelle	54,5	45,5	100	
	VMC	43,3	56,7	100	

*Proportions recalculées sur la base des seules réponses exprimées. Les non-réponses sont exclues.
(p-valeur) : p-valeur indicative du fait d'effectifs faibles (< 5) dans certaines catégories.

Tableau 46. Ouvertures de fenêtres de la chambre durant la semaine selon le système de ventilation du logement

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans la chambre	Système de ventilation	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période de chauffe) <i>N= 366 logements</i>	Aucun système	26,0	74,0	100	0,45
	Ventilation naturelle	24,7	75,3	100	
	Ventilation mécanique répartie/ponctuelle	25,5	74,5	100	
	VMC	33,0	67,0	100	
La nuit durant la semaine (période de chauffe) <i>N= 366 logements</i>	Aucun système	100	0	100	(0,007)
	Ventilation naturelle	86,1	13,9	100	
	Ventilation mécanique répartie/ponctuelle	92,9	7,1	100	
	VMC	83,0	17,0	100	
Le jour durant la semaine (période hors-chauffe) <i>N= 100 logements</i>	Aucun système	6,2	93,8	100	(0,23)
	Ventilation naturelle	23,1	76,9	100	
	Ventilation mécanique répartie/ponctuelle	18,2	81,8	100	
	VMC	6,7	93,3	100	
La nuit durant la semaine (période hors-chauffe) <i>N= 100 logements</i>	Aucun système	18,8	81,2	100	(0,45)
	Ventilation naturelle	46,2	53,8	100	
	Ventilation mécanique répartie/ponctuelle	27,3	72,7	100	
	VMC	30,0	70,0	100	

*Proportions recalculées sur la base des seules réponses exprimées. Les non-réponses sont exclues.
(p-valeur): p-valeur indicative du fait d'effectifs non pondérés faibles (< 5) dans certaines catégories.

Tableau 47. Ouvertures de fenêtres du logement durant la semaine selon le système de ventilation du logement

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans le logement	Système de ventilation	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
	Aucun système	24,0	76,0	100	0,83
	Ventilation naturelle	20,5	79,5	100	

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans le logement	Système de ventilation	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période de chauffe) <i>N= 366 logements</i>	Ventilation mécanique répartie/ponctuelle	27,3	72,7	100	
	VMC	25,0	75,0	100	
La nuit durant la semaine (période de chauffe) <i>N= 367 logements</i>	Aucun système	98,0	2,0	100	(0,078)
	Ventilation naturelle	84,7	15,3	100	
	Ventilation mécanique répartie/ponctuelle	91,1	8,9	100	
	VMC	86,2	13,8	100	
Le jour durant la semaine (période hors-chauffe) <i>N= 101 logements</i>	Aucun système	12,5	87,5	100	(0,37)
	Ventilation naturelle	14,3	85,7	100	
	Ventilation mécanique répartie/ponctuelle	0	100	100	
	VMC	5,0	95,0	100	
La nuit durant la semaine (période hors-chauffe) <i>N= 101 logements</i>	Aucun système	25,0	75,0	100	(0,80)
	Ventilation naturelle	35,7	64,3	100	
	Ventilation mécanique répartie/ponctuelle	18,2	81,8	100	
	VMC	26,7	73,3	100	

*Proportions recalculées sur la base des seules réponses exprimées. Les non-réponses sont exclues.
(p-valeur): p-valeur indicative du fait d'effectifs non pondérés faibles (< 5) dans certaines catégories.

7.3 Ouverture des fenêtres selon le type de logement

Le type du logement a-t-il une influence apparente sur l'ouverture des fenêtres du logement ? En particulier, l'occupant ouvre-t-il plus souvent la fenêtre dans une maison individuelle plutôt que dans un logement collectif ?

Le même regroupement des modalités de fréquence d'ouverture des fenêtres, utilisé pour la comparaison avec les systèmes de ventilation, a été appliqué. Les modalités de fréquence d'ouverture de fenêtres "Rarement ou jamais" et "Moins d'une demi-heure par jour" sont regroupées dans la nouvelle modalité « Moins d'une demi-heure par jour ». Les modalités "Entre une demi-heure et une heure" et "Plus d'une heure" par jour sont regroupées dans une nouvelle modalité "Plus d'une demi-heure par jour".

Les **Tableau 48**, **Tableau 49** et **Tableau 50**, présentent le croisement entre le type de logement décliné en 2 catégories (maison individuelle/logement collectif) avec la nouvelle

variable à 2 catégories d'ouvertures de fenêtres dans le séjour principal, la chambre principale et au niveau du logement respectivement, en distinguant systématiquement les situations observées en période de chauffe et en période hors-chauffe.

Dans l'ensemble des configurations (période de chauffe ou de hors-chauffe, dans le séjour, dans la chambre ou à l'échelle du logement), l'ouverture des fenêtres apparaît indépendante du type du logement (aucun lien significatif observé). Une tendance générale est observée montrant que l'ouverture des fenêtres dans les logements collectifs semblent plus fréquente que dans les maisons individuelles, mais rien de significatif.

Tableau 48. Ouvertures de fenêtres du séjour durant la semaine selon le type de logement

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans le séjour	Type de logement	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période de chauffe) <i>N= 363 logements</i>	Maison individuelle	37,8	62,2	100	0,14
	Logement collectif	28,4	71,6	100	
La nuit durant la semaine (période de chauffe) <i>N= 364 logements</i>	Maison individuelle	96,4	3,6	100	0,59
	Logement collectif	94,3	5,7	100	
Le jour durant la semaine (période hors-chauffe) <i>N= 101 logements</i>	Maison individuelle	16,4	83,6	100	(0,062)
	Logement collectif	2,5	97,5	100	
La nuit durant la semaine (période hors-chauffe) <i>N= 101 logements</i>	Maison individuelle	50,8	49,2	100	0,062
	Logement collectif	30,0	70,0	100	

*Proportions recalculées sur la base des seules réponses exprimées. Les non-réponses sont exclues.
(p-valeur): p-valeur indicative du fait d'effectifs non pondérés faibles (< 5) dans certaines catégories.

Tableau 49. Ouvertures de fenêtres de la chambre durant la semaine selon le type du logement

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans la chambre	Type de logement	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période de chauffe) <i>N= 366 logements</i>	Maison individuelle	29,8	70,2	100	0,77
	Logement collectif	27,5	72,5	100	
La nuit durant la semaine (période de chauffe)	Maison individuelle	87,6	12,4	100	0,98
	Logement collectif	86,8	13,2	100	

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans la chambre	Type de logement	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
<u>N= 366 logements</u>					
Le jour durant la semaine (période hors-chauffe) <u>N= 100 logements</u>	Maison individuelle	13,3	86,7	100	(0,31)
	Logement collectif	5,0	95,0	100	
La nuit durant la semaine (période hors-chauffe) <u>N= 100 logements</u>	Maison individuelle	31,7	68,3	100	0,82
	Logement collectif	27,5	72,5	100	

*Proportions recalculées sur la base des seules réponses exprimées. Les non-réponses sont exclues. (p-valeur): p-valeur indicative du fait d'effectifs non pondérés faibles (< 5) dans certaines catégories.

Tableau 50. Ouvertures de fenêtres du logement durant la semaine selon le type du logement

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans le logement	Type de logement	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période de chauffe) <u>N= 366 logements</u>	Maison individuelle	24,7	75,3	100	0,86
	Logement collectif	23,1	76,9	100	
La nuit durant la semaine (période de chauffe) <u>N= 367 logements</u>	Maison individuelle	89,1	10,9	100	0,49
	Logement collectif	85,7	14,3	100	
Le jour durant la semaine (période hors-chauffe) <u>N= 100 logements</u>	Maison individuelle	8,2	91,8	100	(0,83)
	Logement collectif	5,0	95,0	100	
La nuit durant la semaine (période hors-chauffe) <u>N= 100 logements</u>	Maison individuelle	27,9	72,1	100	0,93
	Logement collectif	25,0	75,0	100	

*Proportions recalculées sur la base des seules réponses exprimées. Les non-réponses sont exclues. (p-valeur): p-valeur indicative du fait d'effectifs non pondérés faibles (< 5) dans certaines catégories.

7.4 Ouverture des fenêtres selon la date de construction du logement

Dans l'ensemble des configurations (période de chauffe ou de hors-chauffe, dans le séjour, dans la chambre ou à l'échelle du logement), l'ouverture des fenêtres apparaît indépendante de la date de construction du logement (aucun lien significatif observé).

Tableau **51**, **Tableau 52** et **Tableau 53** présentent le croisement entre la date de fin de construction du logement avec la nouvelle variable à 2 catégories d'ouvertures de fenêtres dans le séjour principal, la chambre principale et au niveau du logement respectivement, en distinguant systématiquement les situations observées en période de chauffe et en période hors-chauffe.

Dans l'ensemble des configurations (période de chauffe ou de hors-chauffe, dans le séjour, dans la chambre ou à l'échelle du logement), l'ouverture des fenêtres apparaît indépendante de la date de construction du logement (aucun lien significatif observé).

Tableau 51. Ouvertures de fenêtres du séjour durant la semaine selon la date de construction

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans le séjour	Date de construction	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période de chauffe) <i>N= 363 logements</i>	< 1968	35,0	65,0	100	0,96
	1968–1981	36,8	63,2	100	
	> 1981	35,3	64,7	100	
La nuit durant la semaine (période de chauffe) <i>N= 364 logements</i>	< 1968	94,9	5,1	100	(0,39)
	1968–1981	98,7	1,3	100	
	> 1981	95,4	4,6	100	
Le jour durant la semaine (période hors-chauffe) <i>N= 101 logements</i>	< 1968	11,1	88,9	100	(0,23)
	1968–1981	0	100	100	
	> 1981	14,9	85,1	100	
La nuit durant la semaine (période hors-chauffe) <i>N= 101 logements</i>	< 1968	44,4	55,6	100	0,68
	1968–1981	33,3	66,7	100	
	> 1981	44,7	55,3	100	

*Proportions recalculées sur la base des seules réponses exprimées. Les non-réponses sont exclues.
(p-valeur): p-valeur indicative du fait d'effectifs non pondérés faibles (< 5) dans certaines catégories.

Tableau 52. Ouvertures de fenêtres de la chambre durant la semaine selon la date de construction

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans la chambre	Date de construction	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période de chauffe) <u>N= 366 logements</u>	< 1968	31,7	68,3	100	0,52
	1968-1981	24,4	75,6	100	
	> 1981	29,5	70,5	100	
La nuit durant la semaine (période de chauffe) <u>N= 366 logements</u>	< 1968	90,6	9,4	100	0,31
	1968-1981	87,0	13,0	100	
	> 1981	84,7	15,3	100	
Le jour durant la semaine (période hors-chauffe) <u>N= 100 logements</u>	< 1968	8,6	91,4	100	(0,19)
	1968-1981	0	100	100	
	> 1981	14,9	85,1	100	
La nuit durant la semaine (période hors-chauffe) <u>N= 100 logements</u>	< 1968	31,4	68,6	100	(0,38)
	1968-1981	16,7	83,3	100	
	> 1981	34,0	66,0	100	

*Proportions recalculées sur la base des seules réponses exprimées. Les non-réponses sont exclues. (p-valeur): p-valeur indicative du fait d'effectifs non pondérés faibles (< 5) dans certaines catégories.

Tableau 53. Ouvertures de fenêtres du logement durant la semaine selon la date de construction

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans le logement	Date de construction	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période de chauffe) <u>N= 366 logements</u>	< 1968	25,2	74,8	100	0,65
	1968-1981	27,3	72,7	100	
	> 1981	22,0	78,0	100	
La nuit durant la semaine (période de chauffe) <u>N=367 logements</u>	< 1968	87,8	12,2	100	0,92
	1968-1981	89,6	10,4	100	
	> 1981	88,1	11,9	100	
Le jour durant la semaine (période hors-chauffe)	< 1968	5,6	94,4	100	(0,29)
	1968-1981	0	100	100	

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans le logement	Date de construction	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
<u>N= 100 logements</u>	> 1981	10,6	89,4	100	
La nuit durant la semaine (période hors-chauffe) <u>N= 100 logements</u>	< 1968	33,3	66,7	100	(0,41)
	1968-1981	16,7	83,3	100	
	> 1981	25,5	74,5	100	

*Proportions recalculées sur la base des seules réponses exprimées. Les non-réponses sont exclues.
(p-valeur) : p-valeur indicative du fait d'effectifs non pondérés faibles (< 5) dans certaines catégories.

7.5 Ouverture des fenêtres selon le statut d'occupation

Les **Tableau 54**, **Tableau 55** et **Tableau 56** présentent le croisement entre le statut d'occupation décliné en 2 catégories (Locataire, sous-locataire ou logé gratuitement / Propriétaire, ou accédant à la propriété) avec la nouvelle variable à 2 catégories d'ouvertures de fenêtres dans le séjour principal, la chambre principale et au niveau du logement respectivement, en distinguant systématiquement les situations observées en période de chauffe et en période hors-chauffe.

Dans l'ensemble des configurations (période de chauffe ou de hors-chauffe, dans le séjour, dans la chambre ou à l'échelle du logement), l'ouverture des fenêtres apparaît indépendante du statut d'occupation (aucun lien significatif observé).

Tableau 54. Ouvertures de fenêtres du séjour durant la semaine selon le statut d'occupation

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans le séjour	Statut d'occupation	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période de chauffe) <u>N= 363 logements</u>	Locataire, sous- locataire ou logé gratuitement	34,5	65,7	100	0,973
	Propriétaire ou accédant à la propriété	35,7	64,3	100	
La nuit durant la semaine (période de chauffe) <u>N= 364 logements</u>	Locataire, sous- locataire ou logé gratuitement	94,8	5,2	100	(0,937)
	Propriétaire ou accédant à la propriété	96,1	3,9	100	

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans le séjour	Statut d'occupation	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période hors-chauffe) <u>N= 101 logements</u>	Locataire, sous- locataire ou logé gratuitement	0	100	100	(0,142)
	Propriétaire ou accédant à la propriété	13,9	86,1	100	
La nuit durant la semaine (période hors-chauffe) <u>N= 101 logements</u>	Locataire, sous- locataire ou logé gratuitement	31,8	68,2	100	0,363
	Propriétaire ou accédant à la propriété	45,6	54,4	100	

*Proportions recalculées sur la base des seules réponses exprimées. Les non-réponses sont exclues.
(p-valeur): p-valeur indicative du fait d'effectifs non pondérés faibles (< 5) dans certaines catégories.

Tableau 55. Ouvertures de fenêtres de la chambre durant la semaine selon le statut d'occupation

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans la chambre	Statut d'occupation	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période de chauffe) <u>N= 366 logements</u>	Locataire, sous- locataire ou logé gratuitement	31,1	68,9	100	0,837
	Propriétaire ou accédant à la propriété	28,9	71,1	100	
La nuit durant la semaine (période de chauffe) <u>N= 366 logements</u>	Locataire, sous- locataire ou logé gratuitement	83,6	16,4	100	0,438
	Propriétaire ou accédant à la propriété	88,2	11,8	100	
Le jour durant la semaine (période hors-chauffe) <u>N= 100 logements</u>	Locataire, sous- locataire ou logé gratuitement	0	100	100	(0,171)
	Propriétaire ou accédant à la propriété	12,8	87,2	100	
La nuit durant la semaine (période hors-chauffe)	Locataire, sous- locataire ou logé gratuitement	27,3	72,7	100	0,958

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans la chambre	Statut d'occupation	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
<u>N= 100 logements</u>	Propriétaire ou accédant à la propriété	30,8	69,2	100	

*Proportions recalculées sur la base des seules réponses exprimées. Les non-réponses sont exclues. (p-valeur): p-valeur indicative du fait d'effectifs non pondérés faibles (< 5) dans certaines catégories.

Tableau 56. Ouvertures de fenêtres du logement durant la semaine selon le statut d'occupation

		Ouverture de fenêtres par jour* (%)			Test d'indépendance khi²
Modalité d'ouverture de fenêtres dans le logement	Statut d'occupation	< ½ h	≥ ½ h	Total	p-valeur
Le jour durant la semaine (période de chauffe) <u>N= 366 logements</u>	Locataire, sous-locataire ou logé gratuitement	23,0	77,0	100	0,913
	Propriétaire ou accédant à la propriété	24,6	75,4	100	
La nuit durant la semaine (période de chauffe) <u>N= 367 logements</u>	Locataire, sous-locataire ou logé gratuitement	80,3	19,7	100	0,058
	Propriétaire ou accédant à la propriété	89,9	10,1	100	
Le jour durant la semaine (période hors-chauffe) <u>N= 100 logements</u>	Locataire, sous-locataire ou logé gratuitement	0	100	100	(0,331)
	Propriétaire ou accédant à la propriété	8,9	91,1	100	
La nuit durant la semaine (période hors-chauffe) <u>N= 100 logements</u>	Locataire, sous-locataire ou logé gratuitement	22,7	77,3	100	0,836
	Propriétaire ou accédant à la propriété	27,8	72,2	100	

*Proportions recalculées sur la base des seules réponses exprimées. Les non-réponses sont exclues. (p-valeur): p-valeur indicative du fait d'effectifs non pondérés faibles (< 5) dans certaines catégories.

7.6 Ouverture et détalonnage de la porte de la chambre selon le système de ventilation

L'ouverture de la porte de la chambre (en particulier celle occupée par la personne de référence du ménage) permet d'accentuer l'apport d'air provenant des autres parties du logement. L'air entrant dans la chambre par ce biais n'est pas de l'air neuf, il peut être plus chargé en CO₂ (et en autres polluants) que l'air déjà présent dans la chambre. En l'absence d'autres occupants du logement (et de sources polluantes dans le reste du logement), ce flux d'air provenant de l'intérieur peut permettre de diluer la concentration des produits métaboliques accumulés dans l'air pendant la nuit. À l'inverse en journée, l'ouverture de la porte de la chambre peut faire augmenter la concentration des polluants de l'air de la chambre du fait d'un équilibre des substances émises dans le logement sur l'ensemble des pièces du logement.

L'ouverture de la porte de la chambre durant la nuit, telle qu'elle a été observée pendant la semaine d'enquête, est étudiée au regard du type de système de ventilation présent dans le logement (**Tableau 57**). La porte de la chambre est en règle générale ouverte ou entrebâillée pour la majorité des logements que ce soit la nuit (près de 60 % des logements) ou le jour (près de 80 %). Le type de ventilation du logement ne vient pas significativement modifier l'état d'ouverture de la porte (absence de significativité d'un test du khi²).

Tableau 57. Ouverture de la porte de la chambre principale pendant la semaine d'enquête au regard du type de système de ventilation du logement

La nuit	Effectifs (n échantillon)		Proportion à l'échelle du parc (%)		
Type de ventilation	Porte ouverte ou entrebâillée	Porte fermée	Porte ouverte ou entrebâillée	Porte fermée	Total
Aucun dispositif de ventilation	45	22	63,5	36,5	100
Ventilation naturelle	55	32	60,8	39,2	100
Ventilation mécanique répartie ou ponctuelle	36	31	50,7	49,3	100
VMC	142	106	59,3	40,7	100
Total	278	191	59,2	40,8	100
Le jour	Effectifs (n échantillon)		Proportion à l'échelle du parc (%)		
Type de ventilation	Porte ouverte ou entrebâillée	Porte fermée	Porte ouverte ou entrebâillée	Porte fermée	Total
Aucun dispositif de ventilation	54	13	70,8	29,2	100
Ventilation naturelle	72	15	86,8	13,2	100
Ventilation mécanique répartie ou ponctuelle	51	15	82,6	17,4	100
VMC	184	64	77,2	22,8	100
Total	361	107	79,1	20,9	100

(Champ : 27 848 214 logements)

Le détalonnage des portes d'accès à la chambre principale (incluant les studios) a été inspecté lors des enquêtes menées dans les logements (**Tableau 58**). Cette information permet de déterminer si le principe de balayage fréquent dans les logements équipés d'une VMC est respecté ou non. Le détalonnage de la porte de la chambre a été croisée avec le type de système de ventilation présent dans le logement.

Pour plus de la moitié des logements (56,5 %), le détalonnage des portes d'accès à la chambre principale est systématiquement inférieur à 1 cm, insuffisant pour assurer un balayage correct portes fermées. Seuls 43,5 % des logements présentent un détalonnage de porte permettant d'assurer un passage correct de l'air sous la porte (au moins 1 cm pour une des portes d'accès au niveau des pièces de vie).

Pour les logements équipés de VMC, un peu plus de 48 % des logements ont leur porte d'accès à la chambre avec un détalonnage de moins de 1 cm. Pour ces logements, porte de la chambre fermée, le principe de balayage n'est pas assuré. Cela signifie pour des logements en ventilation simple flux par extraction que l'air neuf peut plus facilement entrer par d'autres pièces que la chambre qui se retrouve alors isolée et moins bien renouvelée en air. Près de 23 % des logements équipés en VMC maintiennent leur porte d'accès à la chambre fermée le jour dont la moitié présente un détalonnage systématiquement inférieur à 1 cm. La nuit, près de 41 % des logements équipés en VMC maintiennent leur porte de chambre fermée avec un détalonnage inférieur à 1 cm dans la majorité des cas (55,3 %).

Environ 56 % des logements équipés d'un dispositif de ventilation naturelle montrent un détalonnage de leur porte d'accès à la chambre inférieur à 1 cm. Les conditions de balayage ne dépendent ici que du tirage thermique et de la pression exercée par le vent, conditions essentiellement dépendantes de l'extérieur du logement. Le principe de balayage n'est donc pas forcément assuré en permanence et ce indépendamment de l'état de la porte d'accès à la chambre.

Pris globalement, il n'y a pas de lien établi entre le détalonnage des portes d'accès à la chambre et le type de ventilation du logement (test d'indépendance du χ^2 entre les deux variables non significatif). Même si, une tendance se dessine avec une proportion plus faible de logements équipés en VMC présentant un détalonnage de porte de chambre inférieur à 1 cm. Et à l'inverse, une proportion plus élevée de logements sans aucun système de ventilation a tendance à présenter un faible détalonnage de la porte de la chambre.

Tableau 58. Détalonnage des portes d'accès à la chambre principale au regard du type de système de ventilation du logement

Détalonnage de toutes les portes d'accès à la chambre	Effectif (n échantillon)	Proportion à l'échelle du parc (%) (n = 28 802 380 logements)				
		< 1 cm	[1 ; 2 cm]	< 1 ou > 2 cm*	≥ 2 cm	Total

Aucun dispositif de ventilation	67	67,8	16,0	0,9	15,2	100
Ventilation naturelle	88	55,9	37,9	3,8	2,4	100
Ventilation mécanique répartie ou ponctuelle	67	62,6	25,3	0,8	11,3	100
VMC	250	51,6	34,1	4,5	9,8	100
Total	472	56,5	31,0	3,3	9,2	100

**Détalonnage inférieur à 1 cm ou supérieur à 2 cm, variable selon les portes d'accès.*

L'information relative au détalonnage des portes a été collectée pour l'ensemble des pièces investiguées au sein de chaque logement enquêté. Seules les informations relatives à la chambre principale (dont les studios) ont été exploitées ici.

7.7 Combinaison d'ouverture porte/fenêtre et systèmes de ventilation

Il s'agit ici de déterminer les différentes combinaisons d'ouvertures de la porte et des fenêtres de la chambre de jour comme de nuit et de déterminer si ces pratiques d'ouverture peuvent être différentes selon le système de ventilation du logement. Quatre combinaisons sont possibles de jour comme de nuit :

- Porte ouverte (ou entrebâillée) et fenêtres ouvertes (moins d'une demi-heure à plus d'une heure par jour) ;
- Porte ouverte (ou entrebâillée) et fenêtres « fermées » (rarement ou jamais) ;
- Porte fermée et fenêtres ouvertes (moins d'une demi-heure à plus d'une heure par jour) ;
- Porte fermée et fenêtres « fermées » (rarement ou jamais).

Le **Tableau 59** représente les combinaisons d'ouverture porte et fenêtre la nuit dans la chambre pendant la semaine d'enquête croisées avec le type de ventilation du logement. Le **Tableau 60** présente les résultats de ce même croisement sur la journée.

La nuit, le premier constat est que les situations de porte de la chambre fermée avec fenêtres ouvertes sont minoritaires et ce quel que soit le type de ventilation. La situation la plus commune est celle d'une porte de la chambre ouverte avec fenêtres fermées, suivi de peu par les portes et fenêtres fermées. Aucun lien significatif n'a été établi entre le type de ventilation et l'ouverture des portes et fenêtres de la chambre la nuit.

En journée, la situation la plus fréquente est celle où les portes et fenêtres de la chambre sont ouvertes et ce quel que soit le système de ventilation. A l'inverse, le cas le moins fréquent est celui où tout est fermé. Quelques écarts sont observés selon le type de ventilation, mais aucun lien significatif n'a été établi entre le type de ventilation et l'ouverture des portes et fenêtres de la chambre le jour.

Tableau 59. Ouverture de la porte et des fenêtres de la chambre principale la nuit selon le type de ventilation du logement

NUIT	Effectif échantillon (n = 463)				Proportion (%) N parc (27 720 146 logements)				
	Porte ouverte	Porte ouverte	Porte fermée	Porte fermée	Porte ouverte	Porte ouverte	Porte fermée	Porte fermée	Total*
Type de ventilation	Fenêtre ouverte	Fenêtre fermée	Fenêtre ouverte	Fenêtre fermée	Fenêtre ouverte	Fenêtre fermée	Fenêtre ouverte	Fenêtre fermée	
Aucun dispositif	11	33	3	19	24,6	38,9	5,2	31,3	100
Ventilation naturelle	15	38	4	27	24,0	36,7	0,9	38,5	100
Ventilation mécanique ponctuelle ou répartie	7	29	6	25	8,7	42,0	11,3	38,1	100
VMC	45	97	30	74	22,9	36,6	9,0	31,5	100
Total	78	197	43	145	21,6	37,7	6,8	33,9	100

*Sont exclus les combinaisons là où une des deux informations est indisponible

Tableau 60. Ouverture de la porte et des fenêtres de la chambre principale le jour selon le type de ventilation du logement

JOUR	Effectif échantillon (n = 462)				Proportion (%) N parc (27 724 373 logements)				
	Porte ouverte	Porte ouverte	Porte fermée	Porte fermée	Porte ouverte	Porte ouverte	Porte fermée	Porte fermée	Total*
Type de ventilation	Fenêtre ouverte	Fenêtre fermée	Fenêtre ouverte	Fenêtre fermée	Fenêtre ouverte	Fenêtre fermée	Fenêtre ouverte	Fenêtre fermée	
Aucun dispositif	53	1	12	0	70,2	0,7	29,1	0	100
Ventilation naturelle	65	5	15	0	83,2	3,5	13,3	0	100
Ventilation mécanique ponctuelle ou répartie	46	4	15	0	74,4	8,0	17,5	0	100
VMC	173	10	62	1	73,2	4,2	21,7	0,9	100
Total	337	20	104	1	75,2	4,0	20,4	0,4	100

*Sont exclus les combinaisons là où une des deux informations est indisponible

7.8 Comparaison de la fréquence d'ouverture des fenêtres entre les deux campagnes CNL1 et CNL2

La comparaison entre les deux campagnes CNL1 (2003 – 2005) et CNL2 (2020 – 2023) a pu être menée sur les questions d'ouverture de fenêtre au niveau de la chambre et du séjour durant la semaine. Pour conserver la représentativité à l'échelle du parc, les données des deux périodes chauffe et hors chauffe ont été regroupées. L'ouverture des fenêtres à l'échelle de l'ensemble du logement n'est pas directement comparable, la formulation des questions étant différente.

L'analyse comparative des campagnes nationales sur le logement (CNL1 : 2003–2005 et CNL2 : 2020–2023) met en évidence une augmentation significative de l'ouverture des fenêtres durant la journée plus d'une heure par jour aussi bien dans la chambre que dans le séjour, passant respectivement de 67 % à 77 % et de 54 % à 73 %. Une tendance à l'ouverture des fenêtres plus fréquente est également observée la nuit, sans que l'évolution soit significative.

L'état de l'ouverture de la porte de la chambre le jour ou la nuit n'a pas significativement varié entre les deux campagnes. Tandis que la combinaison d'ouverture des portes et fenêtres montre une baisse de la proportion de cas avec porte ouverte et fenêtres fermées la nuit, et de cas avec portes et fenêtres fermées le jour.

Tableau 61. Comparaison de la fréquence d'ouverture des fenêtres et portes de la chambre et du séjour entre la CNL1 et la CNL2

Fréquence d'ouverture des ouvrants du logement		CNL2 (2020-2023) Parc de résidences principales	CNL1 (2003-2005) Parc de résidences principales	Comparaison CNL2 versus CNL1 Test de khi² p-valeur
Ouverture de la fenêtre de la chambre la nuit	Rarement ou jamais	67,2	71,4	0,38
	Moins d'une demi- heure	2,2	3,5	0,53
	Plus d'une demi-heure	30,6	25,1	0,23
	Total	100 ^a	100 ^a	-
Ouverture de la fenêtre de la chambre le jour	Rarement ou jamais	4,3	7,6	0,21
	Moins d'une demi- heure	18,8	25,9	0,09
	Plus d'une demi-heure	76,9	66,6	0,025*
	Total	100 ^b	100 ^b	-
Ouverture de la fenêtre du séjour la nuit	Rarement ou jamais	76,5	80,7	0,34
	Moins d'une demi- heure	0,2	3,4	< 0,0001***
	Plus d'une demi-heure	23,4	16,0	0,076
	Total	100 ^c	100 ^c	-
Ouverture de la fenêtre du séjour le jour	Rarement ou jamais	7,0	18,4	0,0015**
	Moins d'une demi- heure	19,7	27,6	0,062
	Plus d'une demi-heure	73,4	54,0	< 0,0001***
	Total	100 ^d	100 ^d	-
État de la porte de la chambre la nuit	Fermée	41,5	34,3	0,14
	Ouverte ou entrebâillée	58,5	65,7	0,14
	Total	100 ^e	100 ^e	-
État de la porte de la chambre le jour	Fermée	21,3	24,4	0,47
	Ouverte ou entrebâillée	78,7	75,6	0,47
	Total	100 ^f	100 ^f	-
Ouverture porte de fenêtre de la chambre la nuit	Porte ouverte / fenêtre ouverte	22,8	19,6	0,46
	Porte ouverte / fenêtre fermée	35,9	45,9	0.048*
	Porte fermée / fenêtre ouverte	9,5	8,9	0,86
	Porte fermée / fenêtre fermée	31,8	25,6	0,16
	Total	100 ^g	100 ^g	-

Fréquence d'ouverture des ouvrants du logement		CNL2 (2020-2023) Parc de résidences principales	CNL1 (2003-2005) Parc de résidences principales	Comparaison CNL2 versus CNL1 Test de khi² p-valeur
Ouverture porte de fenêtre de la chambre le jour	Porte ouverte / fenêtre ouverte	74,6	68,8	0,22
	Porte ouverte / fenêtre fermée	4,3	6,7	0,36
	Porte fermée / fenêtre ouverte	21,0	23,8	0,51
	Porte fermée / fenêtre fermée	0,07	0,7	0,015*
	Total	100 ^h	100 ^h	-

^a CNL2 Parc de résidences principales (N = 28 136 957), CNL1 Parc de résidences principales (N = 24 198 363)

^b CNL2 Parc de résidences principales (N = 28 012 431), CNL1 Parc de résidences principales (N = 24 270 706)

^c CNL2 Parc de résidences principales (N = 27 328 786), CNL1 Parc de résidences principales (N = 24 215 405)

^d CNL2 Parc de résidences principales (N = 27 204 824), CNL1 Parc de résidences principales (N = 24 260 387)

^e CNL2 Parc de résidences principales (N = 27 499 608), CNL1 Parc de résidences principales (N = 23 875 418)

^f CNL2 Parc de résidences principales (N = 27 492 352), CNL1 Parc de résidences principales (N = 23 875 418)

^g CNL2 Parc de résidences principales (N = 27 327 280), CNL1 Parc de résidences principales (N = 23 762 498)

^h CNL2 Parc de résidences principales (N = 27 195 499), CNL1 Parc de résidences principales (N = 23 789 859)

*, **, *** : Niveau de significativité du test, respectivement p-valeur < 0,05, < 0,01, < 0,001

L'augmentation de la fréquence d'ouverture des fenêtres pourrait être liée aux recommandations émises lors de la survenue de la crise liée au Covid-19 en début d'année 2020 peu de temps avant le lancement de la CNL2. Les occupants ont d'ailleurs répondu à une question spécifique sur un éventuel changement concernant leurs habitudes d'aération en raison de la crise sanitaire (**Tableau 62**). Plus de 73 % des foyers ont déclaré ne pas avoir changé leur habitude d'aération du logement. Mais, plus de 21 % d'entre eux déclarent aérer plus souvent depuis la crise sanitaire. Une minorité de logement (0,1 %) indique aérer moins souvent depuis la crise. Cela montre une modification du comportement de certains occupants liée à la crise sanitaire qui s'est répercutée sur les enquêtes de la CNL2. Il est par contre plus difficile d'établir si cette modification de comportement a perduré ou non après la CNL2. En effet, il peut tout aussi bien s'agir d'un effet lié à la survenue de la CNL2 juste après la crise sanitaire ou bien d'un changement de comportement bien ancré chez ces occupants.

Tableau 62. Changement d'habitude d'aération du logement en raison de la crise sanitaire

Les habitudes de votre foyer concernant l'aération du logement ont-elles changé en raison de la crise sanitaire ?	Proportion à l'échelle du parc de résidences principales (%)
Oui, réalisé plus souvent	21,6
Oui, réalisé moins souvent	0,1
Non, pas de changement d'habitude	73,1

Sans réponse	5,2
Total (N = 28 802 380 logements)	100

Une différence dans les paramètres climatiques entre les deux campagnes pourrait également jouer sur l'ouverture des fenêtres et les écarts observés. Les températures extérieures (données Météo France rapprochées au niveau logement durant la période des enquêtes) sont globalement plus élevées en moyenne en CNL2 qu'en CNL1 aussi bien au sein de la période de chauffe (9,9 °C contre 8,2 °C) que de la période hors chauffe (21,4 °C contre 17,6 °C). Des conditions extérieures plus favorables pourraient plus facilement inciter à l'ouverture des fenêtres.

Enfin, il est également possible que les nombreuses actions de sensibilisation à l'aération de son logement aient pu porter en partie leur fruit en induisant un changement de comportement chez certains occupants. Cela reste toutefois plus difficile à quantifier.

7.9 Synthèse et discussion sur l'aération des logements par ouverture de fenêtres

Les occupants ont tendance à ouvrir les fenêtres de leurs logements plus d'une demi-heure par jour en période hors chauffe, y compris la nuit. Cette tendance se répète en journée en période de chauffe. Par contre, la nuit les fenêtres ne sont que rarement ouvertes. La fréquence d'ouverture des fenêtres ne varie pas de manière significative selon le type de système de ventilation présent, le type de logement, sa date de construction ou le statut d'occupation. Le besoin de l'occupant d'ouvrir les fenêtres n'apparaît pas en lien avec des caractéristiques du logement ou même de l'occupant.

La fréquence d'ouverture des fenêtres en journée a augmenté par rapport à la CNL1. Des températures extérieures globalement plus élevées, les recommandations associées à la crise sanitaire de 2020 ou encore les messages de sensibilisation à l'aération du logement, sont autant de facteurs qui pourraient jouer un rôle dans cette augmentation.

Existe-t-il une durée minimale d'ouverture des fenêtres pour bien aérer son logement ? Le site du ministère de la santé préconise parmi les bons gestes à adopter d'aérer au moins 10 minutes par jour hiver comme été¹³. Le questionnaire de la CNL2 ne descend pas en-dessous d'un créneau de 30 min par jour pour renseigner la fréquence d'ouverture des fenêtres. Il est possible néanmoins de considérer que les foyers qui n'ouvrent que rarement ou jamais leurs fenêtres ne respectent pas cette recommandation du ministère. En sélectionnant exclusivement les foyers qui n'ouvrent que rarement ou jamais aussi bien dans le séjour ou dans la chambre ou dans le reste du logement, de jour comme de nuit, toutes saisons confondues, la proportion de logements concernés n'est que de 0,8 %. En considérant

¹³ <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/batiments/article/qualite-de-l-air-interieur-comment-agir-recommandations>

uniquement la période de jour en excluant la nuit, cette proportion monte à 1,2 % des logements. A l'inverse, en considérant la nuit et en excluant le jour, la proportion de logements qui n'ouvre jamais ou rarement leurs fenêtres dans aucune pièce du logement atteint près de 68 %. Ces chiffres indiquent que la recommandation d'ouvrir au moins 10 minutes par jour est suivie par pratiquement tous les foyers en journée. En revanche, elle n'est en général pas adoptée sur la période de la nuit.

Les freins à l'ouverture des fenêtres la nuit apparaissent nombreux : conditions climatiques extérieures, soucis d'économie d'énergie, bruit extérieur, intimité et sécurité notamment. Dans certains logements, le système de ventilation est là pour assurer un minimum de renouvellement d'air durant cette période. Pour ceux qui ne disposent pas de système, tout repose alors sur les infiltrations en absence d'aération par ouverture de fenêtres. Durant cette période nocturne, faire reposer le renouvellement d'air du logement uniquement sur l'occupant à travers l'aération de son logement pourrait ne pas être suffisant.

La durée préconisée d'au moins 10 minutes par jour est-elle suffisante ? Les éléments présentés dans le cadre de cette étude ne permettent pas d'y répondre. Mais, il est prévu dans un prochain volet de croiser les indicateurs de ventilation et d'aération avec les indicateurs de qualité de l'air, ce qui pourrait apporter des éléments de réponse.

Il convient également d'être vigilant au regard des données présentées dans cette étude. Les fréquences d'ouverture de fenêtres sont des données déclaratives fournies par la personne de référence du ménage pour l'ensemble du foyer.

Un premier biais repose sur l'étendue de la connaissance de cette personne au regard du comportement de chacun des individus composant le foyer. Autrement dit, sa déclaration pourrait ne pas être complètement représentative du foyer.

Un deuxième biais est lié à la structure même des questions qui interrogent sur une fréquence d'ouverture de fenêtres journalière à l'échelle de la semaine d'enquête qui plus est en distinguant la pièce concernée et la période de la journée. La réponse à ces multiples questions qui intervient à la fin de la semaine d'enquête requiert une gymnastique cérébrale pour faire correspondre sa mémoire (ou son imaginaire) aux cases du questionnaire. Par ailleurs, il n'y a aucune distinction entre jours ouvrés et week-ends, ce qui force le répondant à raisonner en moyenne sur la semaine. La donnée collectée sur la fréquence d'aération dans le logement est de ce fait entachée d'une certaine incertitude propre à la difficulté d'obtenir cette information de manière déclarative sur une période aussi longue que la semaine et couvrant les différentes pièces d'un logement.

Un troisième biais pourrait également se produire chez certains répondants fournissant une réponse plus proche de ce qui est supposé être attendu que leur comportement réel (biais de désirabilité sociale). S'ajoutent à cela d'autres biais cognitifs tels que l'effet de récence (mieux se rappeler les derniers éléments encodés en mémoire), l'effet de primauté (mieux se rappeler les premiers éléments encodés en mémoire), la reconstruction a posteriori en

mémoire, l'activation de stéréotypes et le biais de connaissance (tendance à choisir l'option la plus connue)¹⁴.

L'alternative au questionnaire et à la réponse déclarative passe par une approche expérimentale nécessitant d'équiper chaque fenêtre du logement avec des capteurs détectant leurs ouvertures et fermetures. Cette solution utilisable dans le cadre de maisons expérimentales ou d'un petit nombre de logements, n'est pas envisageable dans le cadre d'une campagne nationale visant plusieurs centaines de logements en conditions d'occupation réelle et cherchant à mesurer un grand nombre d'autres indicateurs. L'installation de ces capteurs nécessite du temps dans le logement en présence des occupants, temps qui n'est pas forcément disponible. Par ailleurs, ce type d'installation qui peut être perçue comme intrusive peut amener les occupants à modifier leur comportement. Ce qui n'est pas souhaité dans une campagne visant à observer et recueillir de l'information.

Une autre approche vise à déduire les changements d'état d'ouverture de fenêtres directement à partir de plusieurs indicateurs mesurés en continu à l'intérieur comme à l'extérieur, comme le CO₂, la température et l'humidité relative par exemple. La méthodologie repose toutefois sur des hypothèses qu'il est nécessaire de valider par des approches expérimentales au préalable. Par ailleurs, la méthode a des limites liées au fait que les mesures sont la plupart du temps réalisées dans une voire quelques pièces du logement sans le couvrir dans son ensemble. De même, l'identification d'un événement d'une ouverture de fenêtres n'est pas forcément attribuable à la pièce dans laquelle les mesures sont réalisées. Enfin, tous les événements d'ouverture de fenêtres ne sont pas forcément détectables au travers des variations de paramètres mesurés. Cela peut dépendre du degré d'ouverture des fenêtres tout autant que les conditions intérieures ou extérieures, notamment la saison. Une approche de ce type a été menée pour la CNL2 avec les mesures réalisées dans le séjour du logement, la mesure de température à l'extérieur et l'occupation déclarée du logement dans un cadre exploratoire. Ces travaux non publiés ont permis de définir une méthodologie mais nécessitent d'être approfondis et étendus aux mesures dans la chambre pour exprimer des indicateurs d'ouvertures de fenêtres.

Malgré toutes ces limites, la collecte d'informations sur la fréquence d'ouverture de fenêtres par questionnaire reste le moyen le plus utilisé dans les enquêtes. Cela permet notamment de comparer les résultats avec la CNL1 qui déploie les mêmes questions, voire avec d'autres enquêtes. C'est le nombre de répondants qui va venir atténuer l'impact des incertitudes sur le résultat, comme pour toutes les données d'enquêtes. Avec plusieurs centaines de foyers répondants dans le cadre de la CNL2, les biais sur la fréquence d'ouverture des fenêtres sont atténués. L'interprétation d'une réponse individuelle doit cependant tenir compte de possibles biais.

¹⁴ Cités dans l'étude Performance 2 du Cerema (<https://www.cerema.fr/fr/innovation-recherche/recherche/projets/performance-2-durabilite-performance-ventilation>)

8 Conclusions et perspectives

Les données de la CNL2 (2020 – 2023) ont permis d'établir un état descriptif de la ventilation dans les logements actualisés par rapport à la première campagne (CNL1, 2003 – 2005). Cet état descriptif se base notamment sur les données relatives au type de système de ventilation, à l'état des composants de ventilation (entrée d'air, grille de ventilation, bouches d'extraction et de soufflage) inspectés pour chaque pièce du logement, aux mesures de débit d'air ou de pression aux bouches de ventilation, aux mesures de CO₂ réalisées dans la chambre et le séjour et à la fréquence d'ouverture des fenêtres.

L'effectif de logements retenu pour établir cet état est de 472 logements sur les 571 enquêtés, correspondant aux logements disposant de l'intégralité des données de ventilation renseignées (y compris les données individuelles et d'occupation du logement). Un nouveau jeu de poids a été déterminé pour permettre d'extrapoler les résultats des 472 logements à l'échelle du parc.

En termes de typologie des systèmes de ventilation, les éléments suivants peuvent être mis en avant :

- Près de 34 % des logements sont construits avant 1968, donc avant les réglementations sur l'aération des logements instaurant le principe de ventilation générale et permanente ;
- **Près d'un logement sur deux est équipé d'un système de ventilation mécanique contrôlé, principalement ventilation simple flux par extraction autoréglable ;**
- **La ventilation naturelle (par conduit ou grilles hautes et basses) n'est présente que dans moins d'un logement sur quatre.** Cette proportion est plus importante dans les logements collectifs (30 %) par rapport aux maisons individuelles (17 %). Dans les logements construits après 2000, cette proportion chute à moins de 5 % ;
- **La part de logements sans aucun système spécifique de ventilation est encore de 15 %** (majoritairement dans des maisons individuelles). Dans les logements construits après 2000, cette proportion chute à moins de 1 % ;
- En 15 ans, entre les deux campagnes, **la proportion de logements équipés de VMC a augmenté significativement (+18 %)**, aux dépens de la ventilation naturelle qui a chuté significativement de 19 %.

La présence et l'état des entrées d'air et des grilles de ventilation ont été renseignés au niveau de chaque pièce visitée des 571 logements enquêtés, soit 5 488 pièces indépendamment du type de système de ventilation (mécanique, naturelle ou aucun). Un total de 1 202 entrées d'air a été recensées dans les pièces de vie de 359 logements (63 % des logements). Leur état était en grande majorité correct. Un peu plus de 2 % de ces entrées d'air ont été retrouvées obturées ou masquées. Un constat similaire est observé s'agissant des grilles de ventilation. **Par rapport à la première campagne, les entrées d'air comme les grilles de ventilation sont moins souvent encrassées ou obturées.**

L'état des bouches d'insufflation ou d'extraction n'a été renseigné dans chaque pièce que pour les logements équipés en ventilation mécanique, représentant 3 637 pièces pour 380 logements. Sur ces 3 637 pièces, 1 410 bouches de ventilation ont été recensées. Ce sont principalement des bouches d'extraction dans un état correct pour près de 71 % des cas, encrassées pour près de 16 % des cas et obturées/masquées dans 3 % des cas. **En comparaison avec la CNLI, les bouches d'extraction sont plus souvent encrassées. Les bouches d'insufflation sont retrouvées le plus souvent dans un état correct (85 %), avec peu d'encrassement (2,5 %). Mais plus de 6 % d'entre elles ont été obturées ou masquées.**

Parmi les 1 193 bouches d'extraction avec mesures, 329 sont de type hygroréglable et 846 de type autoréglable (18 non-réponses). L'étude des mesures de débit d'air extrait aux bouches de ventilation mécaniques permet de retenir que :

- Les débits d'air extraits aux bouches autoréglables sont très variables d'un logement à l'autre. Le débit de base médian est respectivement de 38, 16 et 13 m³/h pour la cuisine, la salle de bains ou les toilettes. Pour 15 % à 17 % des mesures réalisées, les débits observés sont nuls, témoignant d'un dysfonctionnement du système de ventilation (bouche non raccordée ou caisson de ventilation défaillant). Le débit de pointe en cuisine est de 43 m³/h en valeur médiane ;
- La conformité des débits d'air extraits mesurés a été évaluée sur la base de valeurs de références variables selon la période de construction et les textes réglementaires. La conformité réglementaire ne peut être évaluée que pour les logements construits après 1982. Pour les autres logements, la conformité des débits d'air extraits n'est qu'indicative ;
- En cuisine, la conformité des débits de base n'est observée que pour près d'un logement sur deux. Par contre, le débit de pointe n'est conforme que dans près de 11 % des cas. Dans de nombreux cas, le système ne propose qu'une seule vitesse ou bien le grand débit n'est pas fonctionnel ;
- La conformité des débits en salle de bains et toilettes est respectivement de 29 % et de 36 % ;
- Le débit d'air extrait total minimal à l'échelle du logement est de 78 m³/h en valeur médiane, avec 38 % des débits jugés conformes. Le taux de conformité des débits totaux a tendance à être plus élevé en logement collectif (43 %) par rapport à la maison individuelle (36 %), sans que cette différence soit significative ;
- Seuls 10 % des logements présentent l'ensemble des débits d'air extraits au total, en cuisine, en salle de bains et en WC conformes. Ce qui montre de grandes disparités entre les pièces, avec des débits élevés en cuisine pouvant compenser des débits plus faibles en salle de bains ou WC (et inversement) ;
- **Les logements construits après 1981 avec une ventilation mécanique présentent des débits totaux minimaux plus souvent conformes (44 %) par rapport à ceux construits entre 1968 et 1981 (19 %) ou avant 1968 (31 %) ;**
- **Par rapport à la CNLI (2003 – 2005), les débits d'air extraits et leur conformité n'ont pas évolué de manière significative.** La seule différence observée concerne les débits de pointe en cuisine plus élevés lors de la CNLI (médiane de 67 m³/h) et leur

conformité (16 % conformes en CNL1). Les comparaisons avec la CNL1 ont été réalisées sur la base des données observées non pondérées au sein du sous-groupe de logements équipés en ventilation mécanique ;

- Peu de bouches d'insufflation étaient disponibles dans les pièces de vie pour réaliser des mesures (55). Le débit insufflé médian était de 14 m³/h avec un maximum à 53 m³/h ;
- La pression médiane aux bouches d'extraction hygroréglables était respectivement de 51, 43 et 35 Pa pour la cuisine, la salle de bains ou les toilettes. Au regard d'une plage de fonctionnement type comprise entre 70 et 160 Pa, 59 % (en cuisine) à 79 % des mesures (en WC) indiquaient une pression insuffisante. La part de bouches hygroréglables conformes sur la base d'une mesure de pression variait ainsi de 41 % en cuisine à 21 % en WC. À l'échelle du logement, cela représente 29 % de foyers pour lesquels la mesure de pression aux bouches est conforme en cuisine et dans au moins une pièce d'eau (salle de bains ou toilettes).

La fréquence d'ouverture des fenêtres a été renseignée sur la semaine d'enquête en journée ou durant la nuit au niveau de la chambre de la personne de référence du ménage, du séjour principal et sur l'ensemble du logement.

La nuit, les fenêtres ne sont que rarement ou jamais ouvertes (70 % sur l'ensemble du logement et 76 % au niveau du séjour). En période de chauffe, c'est encore plus prononcé avec 87 % des foyers n'ouvrant que rarement ou jamais leurs fenêtres la nuit dans leur logement. **Cependant, en période hors-chauffe, ils ne sont plus que 15 % de foyers dans ce cas. Par rapport à la CNL1 (2003 - 2005), la fréquence d'ouverture des fenêtres dans la chambre ou le séjour la nuit n'a pas évolué.**

Sur la journée, les fenêtres sont le plus souvent ouvertes plus d'une heure par jour (près de 60 % des logements). Cette proportion augmente en période hors-chauffe jusqu'à 85 % et diminue en période de chauffe à 51 %. **Comparativement à la CNL1, la fréquence d'ouverture des fenêtres en journée a augmenté de manière significative aussi bien dans la chambre que dans le séjour** : évolution respective de 67 % à 77 % et de 54 % à 73 % des logements qui ouvrent leurs fenêtres plus d'une demi-heure par jour.

Cette augmentation de la fréquence d'ouverture des fenêtres en journée est **sans doute en lien avec les recommandations d'aération émises lors de la crise sanitaire juste avant le lancement de la CNL2**. En effet, près de 22 % des foyers ont déclaré aérer plus souvent leur logement en raison de la crise sanitaire et 73 % n'ont pas changé leurs habitudes. Les conditions extérieures avec des températures globalement plus chaudes en CNL2 par rapport à la CNL1 ont également sans doute contribué à ouvrir plus souvent les fenêtres.

De jour comme de nuit, l'ouverture des fenêtres semble indépendante du type de système de ventilation et d'autres caractéristiques du logement et du ménage. En journée en toutes saisons, pratiquement tous les foyers suivent les recommandations des pouvoirs publics d'aérer un minimum de 10 minutes par jour. Cette recommandation n'est par contre pas toujours suivie sur les périodes nocturnes, avec des freins à l'ouverture des fenêtres qui restent nombreux (conditions climatiques extérieures, soucis d'économie d'énergie, bruit extérieur, intimité et sécurité notamment).

La porte de la chambre principale est le plus souvent ouverte ou entrebâillée de jour (79 %) comme de nuit (59 %). **Le détalonnage de la ou des portes d'accès à la chambre est très souvent inférieur à 1 cm (près de 57 % des cas), ce qui est jugé insuffisant** pour assurer un balayage de l'air de la chambre vers les pièces de service en situation de portes fermées. La nuit en chambre, les situations avec portes ouvertes et fenêtres fermées sont les plus fréquentes (38 %), suivies des cas où portes et fenêtres sont fermées (34 %). Le jour, ce sont les situations avec portes et fenêtres ouvertes qui dominent (75 %). Le type de ventilation ne vient pratiquement pas modifier cette répartition.

Au regard de l'absence d'évolution des débits d'air extrait par ventilation mécanique et de l'augmentation de la fréquence d'ouverture des fenêtres, on peut s'attendre à une contribution plus importante de cette dernière au renouvellement d'air du logement, voire à une possible augmentation de celui-ci par rapport à la première campagne. La part liée à l'infiltration au travers de l'enveloppe reste inconnue. Le calcul du taux de renouvellement d'air global du logement à l'échelle de la semaine permettrait de vérifier cette hypothèse. Il permettrait également de déterminer si la baisse générale des niveaux de pollution dans les logements est également le fruit d'une amélioration des conditions de ventilation et d'aération du logement ou des seules actions portant directement sur les sources.

Les données collectées relatives aux hottes de cuisine sont également disponibles. Il s'agit d'équipements complémentaires à la ventilation servant à capter à la source les émissions relatives à la cuisson. **En maison individuelle, près de 90 % des foyers sont équipés d'une hotte aspirante le plus souvent raccordé à l'extérieur** (55 % des maisons individuelles). **En collectif, près de 60 % des logements ne disposent pas de hottes aspirantes, et lorsqu'ils le sont, il s'agit le plus souvent d'une hotte avec filtre rejetant l'air filtré à l'intérieur du logement** (hotte aspirante à recyclage). En termes d'utilisation lors de la préparation des repas, **près de 43 % des foyers déclarent utiliser leur hotte aspirante** (56 % en maison individuelle et près de 25 % en collectif) dont 17 % tous les jours. Comparativement, **l'utilisation du grand débit en cuisine lors de la préparation des repas ne représente que 15,6 % des foyers**, avec peu de différences entre les maisons individuelles et les logements collectifs. **L'ouverture des fenêtres lors de la préparation des repas est par contre plus répandue (près de 74 % des foyers)**, aussi bien en maison individuelle (70,3 %) qu'en collectif (78,2 %). Cette dernière est donc le moyen le plus utilisé pour limiter l'impact des émissions liées à la cuisson dans le logement. Ce faisant, l'ouverture des fenêtres peut plus facilement favoriser la diffusion de ces émissions dans le reste du logement, là où l'utilisation de la hotte ou du grand débit en cuisine est plus à même de limiter cette diffusion vers les autres pièces.

Suite à ce premier volet descriptif sur les systèmes de ventilation, les mesures de débit ou de pression aux bouches et l'aération par ouverture de fenêtres, une exploitation des autres données disponibles (mesures de CO₂, données des individus et d'occupation du logement) a permis la mise en place d'une méthodologie de calcul du débit de renouvellement d'air nocturne et du taux de renouvellement d'air hebdomadaire moyen sur la base de diverses hypothèses. Les résultats s'y afférant sont présentés dans un deuxième volet d'étude

exclusivement porté sur le renouvellement de l'air du logement, sa variabilité et les facteurs qui y sont associés.

D'autres indicateurs de ventilation, portant notamment sur une approche performancielle de la ventilation avec un objectif de résultats à atteindre plutôt que de moyens à mettre en place, sont également à l'étude. Cette approche performancielle s'inscrit dans la dynamique de la loi ESSOC.

Une description plus détaillée des logements en sur- ou sous-ventilation, ou des logements avec systèmes dysfonctionnels pourrait être également menée pour identifier des facteurs socio-économiques ou d'autres caractéristiques qui seraient éventuellement associés. Il serait également intéressant de rechercher les facteurs qui influencent les pratiques d'aération du logement ainsi que la conformité du système de ventilation.

Enfin, l'influence des différents paramètres et indicateurs de ventilation sur les concentrations de polluants mesurés à l'intérieur est en cours et représente un troisième volet d'étude. L'étude permettrait de déterminer si la conformité des systèmes joue effectivement un rôle protecteur vis-à-vis des polluants de l'air intérieur. Ces éléments pourraient également contribuer à affiner les seuils de performance à atteindre par les systèmes de ventilation et à déterminer l'efficacité de l'aération par ouverture de fenêtres.

9 Bibliographie

[Guide pratique DIAGVENT – Diagnostic des installations de ventilation dans les bâtiments résidentiels et tertiaires \(2005\)](#)

Leduc, Aude, Thomas Deroyon, Thierry Rochereau, et Auriane Renaud. 2021. Premiers résultats de l'enquête santé européenne (EHIS) 2019. *Les dossiers de la DREES*. n° 78. Avril 2021. https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2021-04/DD78_0.pdf

LUCAS J.P, RAMALHO O., KIRCHNER S & RIBERON J. (2009), Etat de la ventilation dans le parc des logements français, Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, Campagne Nationale Logements, *Rapport DESE/SB 2009-037*, 84 p – version internet (https://www.oqai.fr/media/download/224/1_LOG_CNLI_Etat-Ventilation.pdf).

Lumley, T. 2020. *Survey: analysis of complex survey samples*. R package. Released.

MILLET J-R., VILLENAVE J-G., ANNEXE 27 DE L'IEA : VENTILATION DES BATIMENTS RESIDENTIELS . Réunion de présentation du 25 avril 1997. Agence Internationale de l'Energie. Rapport CSTB ENEA/CVA-97.078S.

[Promevent – Protocole de Diagnostic des installations de ventilation mécanique résidentielles \(2016\)](#)

Protocole Ventilation RE 2020- Vérification, mesure des performances et exigences pour les systèmes de ventilation mécanique en résidentiel neuf – version juin 2022, 211 p. (https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/protocole_ventilation_re2020_v2.pdf)

R Core Team. 2023a. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Version 4.3.0. R Foundation for Statistical Computing, released. <https://www.R-project.org/>.

R Core Team. 2023b. *stats: The R Stats Package*. Version 4.3.0. Released.

Ramalho O., Dassonville C., Gregoire A., Sivanantham S., Lafaurie E., Rueda Lopez M.J., Bonnet P., Desvignes V., Samri D. (2025). Campagne Nationale Logements 2 : Etat de la qualité de l'air dans les logements en France métropolitaine (novembre 2020 – février 2023). Partie 1 : COV, COSV, NO₂ et Radon. Rapport final OQEI, SC-QEI-2025-109, juin 2025, 308 pages. (<https://doi.org/10.82199/oqei-cn12-9xa1-n126>).

RIBERON J., FRENCH DWELLING VENTILATION. Note réf. CENT/TC 156/WG 2 N 10. Comité européen de normalisation. 1989.

RStudio Team. 2022. *RStudio: Integrated Development Environment for R*. Boston, Released.

SDES. 2025. « Indice de rigueur – Degrés-jours unifiés aux niveaux national, régional et départemental ». Données et études statistiques pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement et les transports. (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indice-de-rigueur-degres-jours-unifies-aux-niveaux-national-regional-et-departemental>).

- Wickham, Hadley. 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Version 3.4.2. Released. <https://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html>.
- Wickham, Hadley, Mara Averick, Jennifer Bryan, Winston Chang, Lucy D'Agostino McGowan, et Romain François. 2019. *Welcome to the tidyverse.* "Journal of Open Source Software". Version 2.0.0. Released. <https://cran.r-project.org/web/packages/tidyverse/index.html>.

10 Annexes

Annexe 1 : Terminologies et descriptifs des différents systèmes de ventilation considérés dans la CNL2

Les informations présentées ci-après constituent une aide fournie aux enquêteurs pour le renseignement du système de ventilation présent dans le logement et utilisée dans le cadre de la CNL2. La première étape consiste à identifier le type de système de ventilation présent dans le logement.

1) Systèmes qui ne sont pas des ventilations mécaniques contrôlées (VMC)

Les illustrations ci-après permettent d'identifier les types de systèmes de ventilation autres que VMC qui ne sont pas concernés par la mesure des débits aux bouches de ventilation.

Type de système de ventilation répartie non centralisée (non VMC)

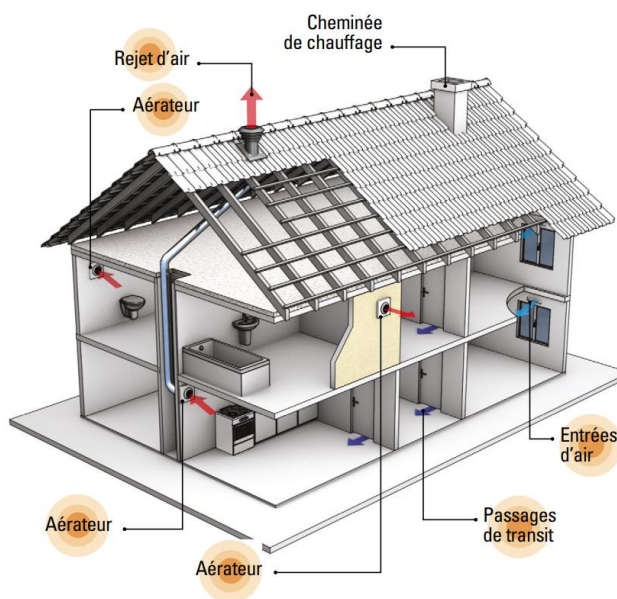
Ventilation mécanique répartie (par pièces)

l'air « neuf » est introduit dans les pièces principales par des entrées d'air, passe sous les portes puis est extrait par plusieurs aérateurs dans les pièces du logement les plus humides

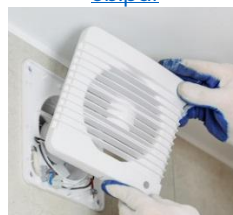
Moteurs de ventilateurs placés dans quelques pièces (sortie directe vers l'extérieur)

Illustrations

(<https://www.batiment-ventilation.fr/> sauf exception)

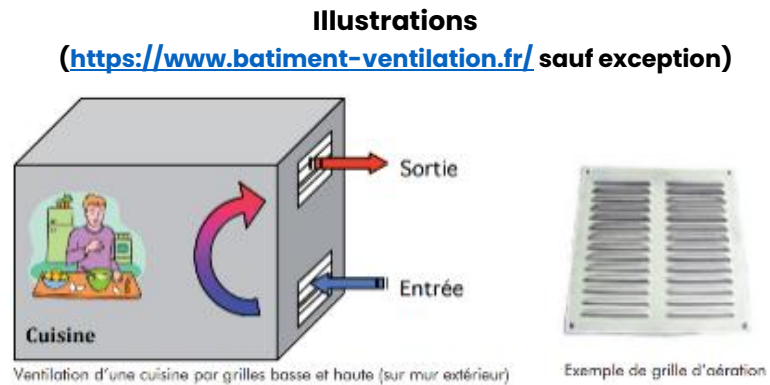


<https://www.programmepacte.fr/sites/default/files/pdf/ccvmrhabrenojan17145web.pdf>

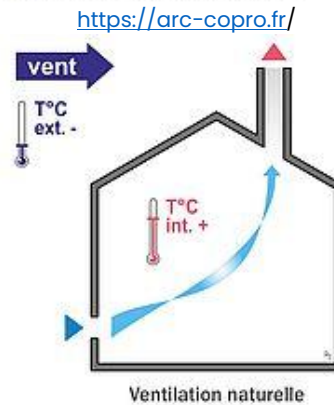


<https://vmc.ooreka.fr/astuce/voir/637013/aerateur-permanent>

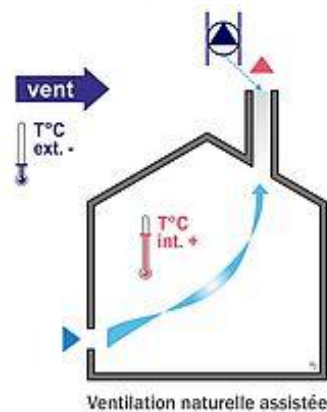
Type de système de ventilation naturelle
Ventilation naturelle par grilles de ventilation hautes et basses



Ventilation par conduits à tirage naturel
SANS assistance mécanique



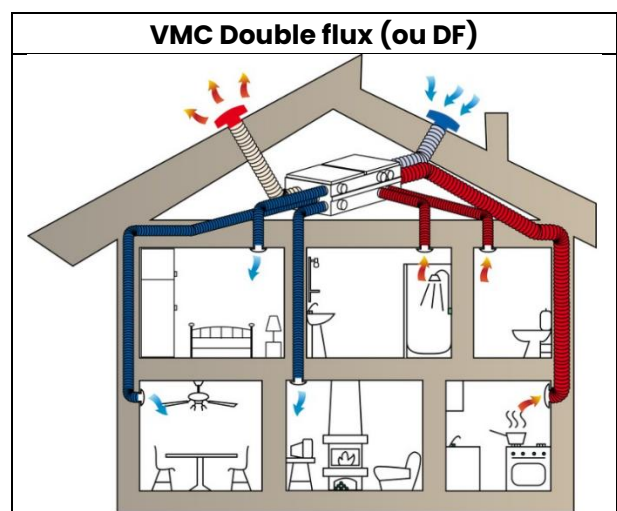
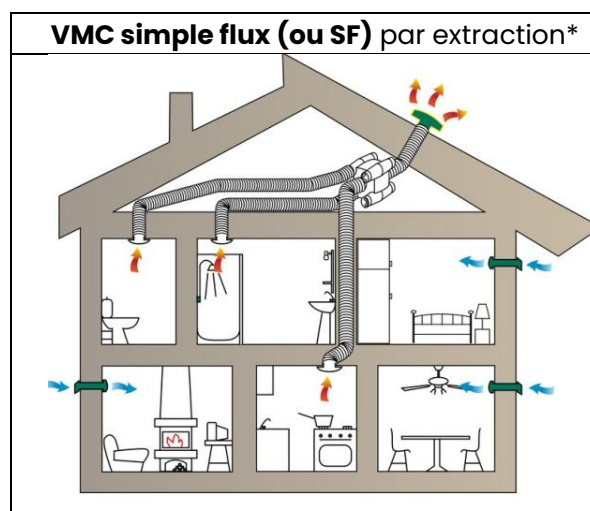
Ventilation par conduits à tirage naturel
AVEC assistance mécanique



2) Type de VMC

Une fois que l'on a identifié la présence d'une VMC, il convient de définir son type : simple ou double flux ; autoréglable ou hygroréglable.

2.1) Simple flux ou double flux ?



<http://www.energissime.fr/particuliers/solutions-techniques/ventilation/>

Système composé d'**entrées d'air** dans les pièces sèches (séjour, chambre, bureau,...) et de **bouches d'extraction** dans les pièces humides (cuisine, salle de bain, WC) reliées par un réseau de conduit à un moteur d'extraction débouchant en toiture

<http://www.energissime.fr/particuliers/solutions-techniques/ventilation/>

Système composé d'un double réseau ; un réseau connecté (**rouge**) à des **bouches d'extraction** d'air vicié placées dans les pièces humides et un réseau connecté (**bleu**) à des **bouches d'insufflation (également nommées bouches de soufflage)** d'air neuf placées dans les pièces sèches

*Il existe également le système **VMC simple flux par insufflation d'air neuf (ou VMI)** composé d'un moteur qui souffle de l'air neuf par un réseau de conduits jusqu'à un ou plusieurs points de diffusion. Le bâtiment est ainsi en surpression et l'air « vicié » sort à l'extérieur par des conduits, grilles, mais aussi par les fuites d'étanchéité résiduelles dans l'enveloppe du bâtiment. Ce système de ventilation reste très rare dans les logements.

2.2) Autoréglable ou hygroréglable ?

Les systèmes **autoréglables** sont caractérisés par un débit constant d'air neuf au niveau des entrées d'air et un débit constant au niveau des bouches d'extraction des pièces humides (salle de bains, WC, salle d'eau, cuisine).

Les systèmes **hygroréglables** sont caractérisés par des débits d'air modulables en fonction de l'humidité de l'air intérieur, ce qui permet de garantir une évacuation plus rapide d'un air très humide tout en limitant les gaspillages (ventilation adaptée aux besoins)¹⁵.

Afin de faciliter la reconnaissance de ces 2 types de VMC par examen visuel, les visuels des bouches d'extraction et des entrées d'air **HYGROREGLABLES** commercialisés depuis les années 1980 par les deux principaux fabricants français (ANJOS et AERECO) sont présentés à la fin de cette annexe.

Le comparatif des systèmes est également fourni dans le tableau suivant :

	Vnat	VMI	VMC AUTOREGLABLE		VMC HYGROREGLABLE		VMC DECENTRALISEE
		Insufflation simple flux	Simple flux	Double flux	Simple flux	Double flux	Double flux
Entrées d'air	Grilles aux murs, conduits, au niveau des fenêtres	Pas d'entrées d'air mais des sorties dans les pièces humides, par	Dans pièces sèches, aux fenêtres		Dans pièces sèches, aux fenêtres		

¹⁵ Pour information, il existe deux types de VMC hygroréglable :

- Type A, bouches d'extraction hygroréglables (débit fonction de l'humidité) et entrées d'air autoréglables (conçues pour un débit d'air constant),
- Type B, bouches d'extraction et entrées d'air hygroréglables (amenée et extraction d'air en fonction de l'humidité)

	Vnat	VMI	VMC AUTOREGLABLE		VMC HYGROREGLABLE		VMC DECENTRALISEE
		Insufflation simple flux	Simple flux	Double flux	Simple flux	Double flux	Double flux
		conduits ou en menuiserie					
Bouches d'extraction			Dans les pièces humides		Dans les pièces humides		Chaque bouche alterne entre extraction et soufflage. Peuvent se trouver dans n'importe quelle pièce
Bouches de soufflage (insufflation)		Dans les pièces sèches		Dans les pièces sèches		Dans les pièces sèches	

3) Description des composants du système de ventilation

La description des composants du système de ventilation est réalisée à l'échelle de chacune des pièces du logement inspectée par l'enquêteur. La description des bouches hygro/auto se fait dans le protocole de mesure des débits/pressions aux bouches (DAE).

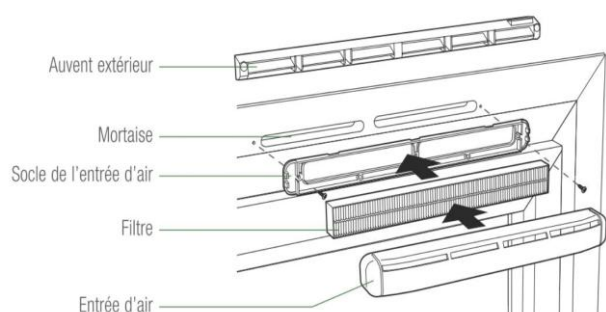
Le but est de décrire visuellement pour l'ensemble des pièces du logement :

- les entrées d'air (si VMC SF) ou les bouches d'insufflation (si VMC DF ou VMI) par lesquelles l'air « neuf » entre dans le logement,
- les passages de transit entre les pièces principales et les pièces de service,
- les bouches d'extraction servant à expulser l'air vicié à l'extérieur.

3.1) Entrée d'air ou bouches d'insufflation

Il est demandé d'indiquer la présence d'entrées d'air (VMC SF) ou de bouches de d'insufflation (VMC DF ou VMI) et leur état (propre, encrassée, masquée/obturée).

Eclaté et nomenclature utilisée



<https://www.fiabishop.com/accessoires-pour-ventilateur-svr-sb/1480-kit-entree-d-air-airfilter-aldes.html>

Obturation de la mortaise par un ruban adhésif (visible après avoir dévisser l'entrée d'air)

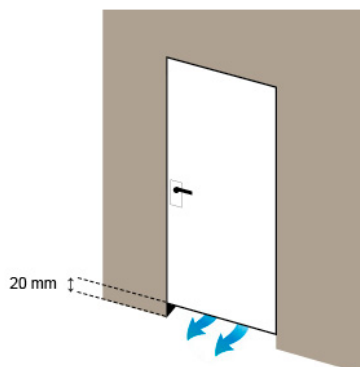


https://www.groupe-sma.fr/SGM/jcms/jirect_20701/fr/entretien-des-bouches-d-extraction-et-d-entree-d-air

3.2) Passage de transit

Il est demandé d'indiquer la présence du détalonnage de la porte de la pièce et de grilles de transferts.

Détalonnage de la porte



<http://www.energissime.fr/particuliers/solutions-techniques/detalonnage-des-portes/>

Grille de transferts sur une porte intérieure



<https://sites.uclouvain.be/energie-plus/index.php?id=10860#c7221>

3.3) Bouches d'extraction

Il est demandé d'indiquer le nombre de bouches d'extraction et leur état (propre, encrassée, masquée/obturée).

Montage correct d'une bouche d'extraction



<https://www.bricoleurdudimanche.com/forums/forum-bricolage/forum-chauffage-climatisation-et/nettoyage-bouches-vmc.html>

Bouche d'extraction inexistante

(mais conduit présent, une mesure de débit d'air extrait est quand même réalisée)

Vérifier toutefois qu'il ne s'agit pas d'un conduit de ventilation naturel)



<https://qualiteconstruction.com/fiche/vmc-simple-et-double-flux/>

3.4) Bouches auto- ou hygroréglables

L'indication des bouches autoréglables / hygroréglables est renseignée en même temps que la mesure de débit/pression aux bouches. Les annexes de ce document présentent les modèles de bouches hygroréglables. **Si la bouche ne correspond pas à un des modèles présentés, elle doit être considérée comme autoréglable.**

Dans la majorité des cas, c'est la bouche d'extraction qui est hygroréglable (HYGRO A). Plus rarement, les bouches d'insufflation et d'extraction peuvent être hygroréglables (HYGRO B). C'est cette indication qui permet de déterminer si une mesure de pression est nécessaire plutôt qu'une mesure de débit (voir protocole DAE).

4) Annexes

4.1) Photographies des composants de VMC hygroréglables commercialisés par ANJOS (simple ou double-flux)

ANJOS - Bouches d'extraction/entrée d'air hygroréglables commercialisées depuis 1987
(illustrations provenant du « Guide rénovation – Habitat collectif » d'ANJOS)

	Bouches d'extraction en CUISINE	Bouches d'extraction en SALLE DE BAIN et SALLE D'EAU	Bouches d'extraction dans WC	Entrées d'air dans pièces principales	
				Acoustiques	Non acoustiques
1987	 BEACH	 BEACH	 BEM	Pas d'entrée d'air hygroréglable au catalogue Anjos	
1988					
1990					
1991					
1992	 BHCM	 BH			
1993					
1994					
1995					
1996					
1997					
1998	 Alizé hygro	 Alizé hygro	 Alizé Tempo	 ISOLA HY	
1999					
2000					
2001					
2002	 Alizé hygro	 Alizé hygro	 Alizé Tempo Ou  Alizé Vision	 ISOLA HY	
2003					
2004					
2005					
2006	 Alizé hygro	 Alizé hygro	 Alizé Tempo Ou  Alizé Vision	 ISOLA HY	
2007					
2008					
2009					
2010	 Alizé hygro	 Alizé hygro	 Alizé Tempo Ou Alizé Vision	 ISOLA HY	
2011					
2012					
2013					
2014	 Alizé hygro	 Alizé hygro	 Alizé Tempo Ou Alizé Vision	 ISOLA HY	
2015					
2016					
2017					
2018	 Alizé hygro	 Alizé hygro	 Alizé Tempo Ou Alizé Vision	 ISOLA HY	
2019					
2020					

4.2) Photographies des composants de VMC hygroréglables commercialisés par AERECO (simple ou double-flux)

AERECO - Bouches d'extraction/entrée d'air hygroréglables commercialisées depuis 1984
(illustrations transmises par AERECO)

	Bouches d'extraction en CUISINE	Bouches d'extraction en SALLE DE BAIN et SALLE D'EAU	Bouches d'extraction dans WC	Entrées d'air dans pièces principales
1984				
1985				
1986				
1987				
1988				
1990				
	BHI	BHI	BHI	EAH
1991				
1992				
1993				
1994				
1995				
	BHR II	BHR II	BHR II	
1996				
1997				
1998				
1999				
2000				
	BH III	BH III	BH III	EMH
2001				

AERECO - Bouches d'extraction/entrée d'air hygroréglables commercialisées depuis 1984 (suite et fin)
(illustrations transmises par AERECO)

	Bouches d'extraction en CUISINE	Bouches d'extraction en SALLE DE BAIN et SALLE D'EAU	Bouches d'extraction dans WC	Entrées d'air dans pièces principales				
2001								
2002								
2003								
2004								
2005								
2006								
2007								
2008								
2009	BAHIA	BAHIA	BAHIA					
2010								
2011								
2012								
2013								
2014								
2015								
2016								
2017								
2018				Curve		BAHIA Curve	BAHIA Curve	
2019								
2020								

4.3) Photographies des composants de VMC décentralisée double flux



Annexe 2: Sélection de variables utiles à l'exploitation des données relatives à la ventilation ou à l'aération du logement

Les mesures ou variables relatives à l'aération ou à la ventilation renseignées dans la CNL2 sont décrites ci-après.

Questions renseignées par l'enquêteur à l'échelle du logement

Code	Libellé	Modalités	Enchaînement
KVNT	Le logement est-il ventilé au moyen de ... ?	☐ Une ventilation mécanique ☐ Une ventilation naturelle ☐ Aucun dispositif spécifique de ventilation	1→ KVNT1 2→ KVNT2 3→ suite*
KVNT1	La ventilation mécanique du logement est-elle ... ?	☐ Une ventilation mécanique centralisée ou une installation centralisée au niveau de l'immeuble ☐ Une ventilation mécanique ponctuelle ou répartie (ouverture motorisée des fenêtres ou aérateurs dans les pièces humides, par exemple)	1→ KVSY 2→ suite*
KVSY	La ventilation mécanique centralisée du logement est-elle... ?	☐ Une ventilation mécanique simple flux ☐ Une ventilation mécanique double flux (avec ou sans échangeur de chaleur)	1→ KVSY1 2→ KVSY2
KVSY1	La ventilation mécanique simple flux est-elle... ?	☐ Une ventilation simple flux par extraction autoréglable ☐ Une ventilation simple flux par extraction hygroréglable (A ou B) ☐ Une ventilation simple flux par insufflation dans les pièces principales	1-3→ suite*
KVSY2	Le dispositif de ventilation mécanique double flux a-t-il fait l'objet d'une maintenance ou d'un changement de filtre dans les 12 derniers mois ?	☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sait pas	1-3→ suite*
KVNT2	Le dispositif de ventilation naturelle est ...	☐ Une ventilation naturelle par grilles de ventilation hautes et basses dans les pièces de service ☐ Une ventilation naturelle par conduit d'extraction à tirage naturel sans assistance mécanique ☐ Une ventilation par conduit d'extraction à tirage naturel avec assistance mécanique (ventilation hybride)	

*suite : poursuite du questionnaire sur d'autres questions

HCU3 **La cuisine principale est-elle équipée d'une hotte aspirante ?**

- 1 ☐ Oui avec filtre pour l'air recyclé (hotte à recyclage)
2 ☐ Oui avec rejet de l'air à l'extérieur du logement (hotte sans recyclage)
3 ☐ Non pas de hotte

Questions renseignées par l'enquêteur à l'échelle de chaque pièce du logement**Q51** **Présence d'au moins un composant de ventilation suivant dans la pièce**

- | | | |
|-------------------------------------|---|-------------|
| 1. Entrée d'air : | Oui ☐ Non ☐ | oui → Q52 |
| | ☐ | |
| 2. Grille d'aération : | Oui ☐ Non ☐ | oui → Q53 |
| | ☐ | |
| 3. Bouche d'extraction : | Oui ☐ Non ☐ | oui → Q57 |
| | ☐ | |
| 4. Bouche de soufflage : | Oui ☐ Non ☐ | oui → Q57 |
| | ☐ | |
| 5. Autre composant de ventilation : | Oui ☐ Non ☐ | oui → Q515a |

Q515a **Quel(s) autre(s) composant(s) de ventilation :**

Q52 **État des entrées d'air dans la pièce (réponses 2 et 3 possibles simultanément)**

- 1 ☐ Toutes les entrées d'air sont dans un état correct
2 ☐ Au moins une entrée d'air est encrassée
3 ☐ Au moins une entrée d'air est obturée ou masquée par un meuble

Q53 **État des grilles de ventilation dans la pièce (réponses 2 et 3 possibles simultanément)**

- 1 ☐ Toutes les grilles sont dans un état correct
2 ☐ Au moins une grille est encrassée
3 ☐ Au moins une grille est obturée ou masquée par un meuble

Q57 **Détalonnage de la ou des portes d'accès à la pièce**

A renseigner quel que soit le type de ventilation. La question ne sera exploitée que pour les installations de ventilation utilisant le principe du balayage.

- 1 ☐ détalonnage < 1 cm pour toutes les portes d'accès
2 ☐ détalonnage ≥ 2 cm pour toutes les portes d'accès
3 ☐ détalonnage compris entre 1 et 2 cm pour toutes les portes d'accès
4 ☐ détalonnage inférieur à 1 ou supérieur à 2 cm selon les portes d'accès

Q11 **Localisation de la pièce par rapport à l'entrée du logement**

- 1 ☐ Même niveau que l'entrée (rez-de-chaussée, palier)
2 ☐ Un niveau au-dessus de l'entrée
3 ☐ Deux niveaux au-dessus de l'entrée
4 ☐ En sous-sol

Type de pièce

Questions administrées à l'occupant du logement

OFSJN	Au cours de la semaine, combien de temps avez-vous ouvert les fenêtres de la pièce abritant le portoir SEJOUR ?		
		Le jour	La nuit
	0 Rarement ou jamais	☐	☐
	1 Moins d'une demi-heure	☐	☐
	2 Entre une demi-heure et 1 heure	☐	☐
	3 Plus d'une heure	☐	☐
	4 Ne sait pas / Ne souhaite pas répondre	☐	☐
	5 ☐ Pas d'ouvrant donnant sur l'extérieur ou fenêtres condamnées		
FCJN	Au cours de la semaine, combien de temps avez-vous ouvert les fenêtres de la pièce abritant le portoir CHAMBRE ?		
		Le jour	La nuit
	0 Rarement ou jamais	☐	☐
	1 Moins d'une demi-heure	☐	☐
	2 Entre une demi-heure et 1 heure	☐	☐
	3 Plus d'une heure	☐	☐
	4 Ne sait pas / Ne souhaite pas répondre	☐	☐
	5 ☐ Pas d'ouvrant donnant sur l'extérieur ou fenêtres condamnées		
OFLJN	Au cours de la semaine, DANS TOUT VOTRE LOGEMENT, avez-vous ouvert au moins une fenêtre ?		
		Le jour	La nuit
	0 Rarement ou jamais	☐	☐
	1 Moins d'une demi-heure	☐	☐
	2 Entre une demi-heure et 1 heure	☐	☐
	3 Plus d'une heure	☐	☐
	4 Ne sait pas / Ne souhaite pas répondre	☐	☐
	5 ☐ Pas d'ouvrant donnant sur l'extérieur ou fenêtres condamnées		
PRTCJ	Précisez l'état (en général) de la porte de la pièce abritant le portoir CHAMBRE en JOURNEE durant la semaine d'enquête		
	1 ☐ Ouverte ou entrebâillée		
	2 ☐ Fermée		
	3 ☐ Sans objet (studio ou T1)		
PRTCN	Précisez l'état (en général) de la porte de la pièce abritant le portoir CHAMBRE la NUIT durant la semaine d'enquête		
	1 ☐ Ouverte ou entrebâillée		
	2 ☐ Fermée		
	3 ☐ Sans objet (studio ou T1)		
HTFA	Au cours de la semaine d'enquête, avez-vous utilisé votre hotte de cuisine lors de la préparation des repas ?		
	1 ☐ jamais		
	2 ☐ de temps en temps		
	3 ☐ tous les jours		
	4 ☐ N'en possède pas (sans objet)		
	5 ☐ Ne sait pas / Ne souhaite pas répondre		
KVG2	Au cours de la semaine d'enquête, avez-vous utilisé votre ventilation mécanique en grand débit (vitesse maximale) lors de la préparation des repas ?		

- 1 ☐ jamais
- 2 ☐ de temps en temps
- 3 ☐ tous les jours
- 4 ☐ N'en possède pas (sans objet)
- 5 ☐ Ne sait pas / Ne souhaite pas répondre

OFPR Au cours de la semaine d'enquête, avez-vous ouvert la fenêtre lors de la préparation des repas ?

- 1 ☐ jamais
- 2 ☐ de temps en temps
- 3 ☐ tous les jours
- 4 ☐ Sans objet (pas d'ouvrant donnant sur l'extérieur ou fenêtre condamnée)
- 5 ☐ Ne sait pas / Ne souhaite pas répondre

Q4. Les habitudes de votre foyer concernant les activités suivantes ont-elles changé en raison de la crise sanitaire ?

	Oui, réalisé plus souvent	Oui, réalisé moins souvent	Non, pas de changement d'habitude
Aérer le logement	☐	☐	☐

Mesures des débits d'air et de pressions aux bouches des systèmes de ventilation mécanique

- Nombre de bouches décrites par pièce
- Type de bouche (extraction, soufflage, extraction et soufflage, indéterminée)
- Type de bouche d'extraction (autoréglable / hygroréglable)
- Etat de la bouche (correct, encrassée, obturée ou masquée)
- Mesure du débit d'air de base en m³/h
- Mesure du débit d'air de pointe en m³/h (uniquement en cuisine)
- Mesure de pression en Pa (uniquement bouches d'extraction hygroréglables)

Variables utilisées pour le calcul du taux de renouvellement d'air

- Mesure en continu du CO₂ dans la chambre de la personne de référence au pas de temps de 10 min
- Mesure en continu du CO₂ dans le séjour principal au pas de temps de 10 min
- Nombre d'occupants dans le logement
- Âge et sexe de chaque individu
- Nombre de pièces, principales et de service dans le logement
- Hauteur et surface de la chambre de la personne de référence
- Hauteur et surface du séjour principal
- Nombre de niveaux du logement
- Présence de chaque individu dans le logement toutes les 30 min sur la semaine
- Combien de personnes en moyenne ont dormi de manière régulière dans le séjour principal : adultes et adolescents de 15 ans et plus d'une part et enfants de moins de 15 ans d'autre part

- Combien de personnes en moyenne ont dormi de manière régulière dans la chambre principale : adultes et adolescents de 15 ans et plus d'une part et enfants de moins de 15 ans d'autre part

Annexe 3 : Dispositions relatives à l'aération et à la ventilation des logements en France hexagonale

Avant 1937, aucun texte ne définissait de dispositions concernant l'aération des logements. Les logements construits avant cette date peuvent donc ne comporter aucun dispositif spécifique de ventilation. Dans ce cas, l'aération s'effectue principalement par les défauts d'étanchéité et l'ouverture des fenêtres.

Le 1^{er} avril 1937, le premier règlement sanitaire départemental impose la ventilation permanente du cabinet d'aisances.

L'arrêté du 14 novembre 1958 « aération des logements » (JO du 18 novembre 1958) fixe les dispositions ayant pour objet d'assurer en permanence le renouvellement d'air des pièces principales et des cuisines, de telle manière que soient maintenues de bonnes conditions de salubrité en ce qui concerne l'air expiré et les condensations. Les pièces principales des logements à simple exposition et celles équipées de baies vitrées étanches doivent comporter des ouvertures d'entrée d'air et des ouvertures d'évacuation d'air. Les cuisines doivent comporter des ouvertures totales d'au moins 150 cm² destinées à l'évacuation de l'air.

L'arrêté du 22 octobre 1969 « aération des logements » (JO du 30 octobre 1969) fixe le principe de la ventilation générale et permanente par balayage : l'air entre dans les pièces principales du logement par des orifices d'entrée d'air et est extrait dans les pièces de service soit par des conduits à tirage naturel, soit par des dispositifs mécaniques. Le taux de renouvellement d'air est d'environ une fois le volume des pièces principales par heure.

L'Article 8 du décret n°69-596 du 14 juin 1969 fixant les règles générales de construction des bâtiments d'habitation stipule que « les logements doivent bénéficier d'un renouvellement de l'air et d'une évacuation des émanations tels que les taux de pollution de l'air intérieur du local ne constituent aucun danger pour la santé et que puissent être évitées les condensations, sauf de façon passagère ».

Cet arrêté autorise d'une part pour les maisons individuelles isolées, jumelées ou en bande, quel que soit leur département, et d'autre part pour les logements en immeubles collectifs situés dans certains départements visés à l'article 6, la ventilation par pièces séparées (en permettant aussi l'aération par simple ouverture des fenêtres), la seule cuisine ayant une obligation d'aération permanente (évacuation par conduit à tirage naturel ou mécanique situé en cuisine et entrée d'air située dans la cuisine ou dans une pièce voisine).

La **circulaire du 9 août 1978** relative à la révision de règlement sanitaire départemental type (JO du 13 septembre 1978) précise que le renouvellement de l'air doit être assuré et les orifices de ventilation non obturés. La ventilation des logements dans des bâtiments existants doit assurer un renouvellement efficace de l'atmosphère sans créer de courant d'air gênant. Plus précisément, les pièces principales et les chambres isolées doivent être munies d'ouvertures donnant à l'air libre et présentant une section ouvrante permettant une aération satisfaisante. Les pièces de service (cuisine, salles d'eau et cabinets d'aisances), lorsqu'elles sont ventilées séparément, doivent comporter un orifice d'évacuation d'air vicié

en partie haute si elles possèdent un ouvrant donnant sur l'extérieur. De plus, les cuisines doivent posséder une amenée d'air frais en partie basse. Pour les pièces de service ne possédant pas d'ouvrant donnant sur l'extérieur, une amenée d'air frais est nécessaire, soit par gaine spécifique, soit par l'intermédiaire d'une pièce possédant une prise d'air sur l'extérieur. L'évacuation de l'air vicié doit s'effectuer en partie haute, soit par gaine verticale, soit par gaine horizontale à extraction mécanique conforme à la réglementation en vigueur. Lorsque ces pièces de service sont ventilées par un dispositif commun à l'ensemble du logement, ce dispositif doit être réalisé conformément à la réglementation en vigueur.

L'arrêté du 24 mars 1982 « dispositions relatives à l'aération des logements » (JO du 27 mars 1982) maintient le principe de la ventilation générale et permanente mais introduit la notion de modulation du débit d'extraction par dispositif manuel. Les exigences sont exprimées en débits d'air extrait dans chaque pièce de service. Les valeurs données pour chaque pièce de service sont fonction du nombre de pièces principales du logement. Les débits exigés sont réduits par rapport à ceux découlant de l'application des exemples de solutions de l'arrêté de 1969.

L'article 3 stipule que, dans les conditions climatiques moyennes d'hiver, les débits extraits dans chaque pièce de service doivent pouvoir atteindre, simultanément ou non, les valeurs données dans le tableau ci-après :

Nombre de pièces principales dans le logement	Débits extraits exprimés en m ³ par heure				
	Cuisine	Salle de bains ou de douches commune ou non avec un cabinet d'aisances	Autre salle d'eau	Cabinet d'aisances	
				unique	multiple
1	75	15	15	15	15
2	90	15	15	15	15
3	105	30	15	15	15
4	120	30	15	30	15
5 et plus	135	30	15	30	15

L'article 4 stipule que des dispositifs individuels de réglage peuvent permettre de réduire les débits définis à l'article 3 à conditions que le débit total extrait et le débit réduit de cuisine soient au moins égaux aux valeurs données dans le tableau suivant :

Nombre de pièces principales	1	2	3	4	5	6	7
Débit total minimal (m³/h)	35	60	75	90	105	120	135
Débit réduit minimal en cuisine (m³/h)	20	30	45	45	45	45	45

L'article 6 de cet arrêté permet de limiter à certaines pièces l'obligation d'aération permanente dans le cas des maisons individuelles isolées, jumelées ou en bande situées dans les zones climatiques H2 et H3 définies par l'arrêté thermique du 24 mars 1982.

L'Article R.III-9 du Code de la Construction et de l'Habitation stipule que « les logements doivent bénéficier d'un renouvellement de l'air et d'une évacuation des émanations tels que les taux de pollution de l'air intérieur du local ne constituent aucun danger pour la santé et que puissent être évitées les condensations, sauf de façon passagère ».

L'arrêté du 28 octobre 1983 « dispositions relatives à l'aération des logements » (JO du 15 novembre 1983) modifie les dispositions de l'arrêté du 24 mars 1982. Par ce texte, l'aération peut être assurée par un dispositif mécanique qui module automatiquement le renouvellement d'air du logement (par exemple système de ventilation hygroréglable).

L'arrêté du 4 mai 2022 vient définir pour la France hexagonale le contenu de l'audit énergétique réglementaire prévu par l'article L. 126-28-1 du code de la construction et de l'habitation (JORF n° 0104 du 5 mai 2022). Un audit énergétique est obligatoire en cas de vente d'un ou plusieurs logements de classe de performance énergétique D, E, F ou G (soit assez peu à extrêmement peu performants, article L. 173-1-1 du code de la construction et de l'habitation). L'audit énergétique formule notamment des propositions de travaux. Il s'accompagne d'un examen des conditions d'aération ou de ventilation du bâtiment avant travaux. Les travaux doivent garantir un renouvellement suffisant mais maîtrisé de l'air ou de recommandations sur la gestion et l'entretien du système de ventilation existant permettant d'assurer des conditions satisfaisantes de renouvellement de l'air. Lorsque le renouvellement de l'air est insuffisant ou non-maîtrisé, les travaux permettant d'y remédier sont proposés dès la première étape du parcours de travaux. Les étapes de travaux successives proposées maintiennent un renouvellement suffisant mais maîtrisé de l'air ;

Le **décret n° 2023-695 du 29 juillet 2023** portant règles sanitaires d'hygiène et de salubrité des locaux d'habitation et assimilés est venu en partie révisé le règlement sanitaire départemental type sur la partie habitation sans conséquence directe sur la conception des installations dans le neuf et n'entre pas en conflit avec l'arrêté du 24 mars 1982 modifié. Il stipule pour les locaux d'habitation que les pièces de vie sont pourvues d'une ouverture sur l'extérieur donnant à l'air libre, le cas échéant par l'intermédiaire d'un volume vitré

donnant lui-même à l'air libre, et présentent une section ouvrante permettant une aération naturelle suffisante. Par ailleurs, tout logement est muni d'un dispositif de renouvellement de l'air qui comprend l'évacuation de l'air vicié et de l'humidité ainsi que l'apport d'air neuf, et peut s'effectuer au moyen de l'aération par les fenêtres et ouvrants ainsi que, le cas échéant, par des systèmes de ventilation naturelle ou mécanique ou tout autre dispositif. Les dispositifs de renouvellement de l'air sont maintenus en bon état d'usage. Les grilles et orifices de ventilation ne sont pas obturés, le détalonnage des portes intérieures est respecté.

Annexe 4 : Valeurs de référence des débits d'air extraits aux bouches et méthodes de calculs des ratios

Il s'agit de préciser les valeurs considérées au numérateur et au dénominateur du ratio calculé permettant de statuer sur le respect de la « réglementation en vigueur » pour chaque logement. On rappelle que **seuls les logements construits après 1982 possèdent une réglementation** exprimée par des débits en m^3/h . Ce sont les seuls logements dont les débits extraits peuvent être officiellement comparés à des débits en termes de réglementation existante. **Ainsi les valeurs de débits utilisées dans la suite comme valeurs de référence pour les logements plus anciens ne peuvent être prises qu'à titre d'information.**

Le ratio calculé N/D est composé de :

- **N** = Soit une valeur de débit extrait mesuré, soit une somme de débits mesurés.
- **D** = Soit une valeur de débit extrait de référence, soit une somme de débits de référence.

Selon la fin de construction d'un logement donné, les valeurs de débits d'air extrait mesurées ne sont pas comparées aux mêmes valeurs de référence. Des valeurs de débits exprimées en mètres cubes par heure n'existe qu'à partir de 1982 avec l'arrêté du 24 mars et ses articles 3 et 4 (modifié par arrêté du 28 octobre 1983).

Les logements dont les valeurs de débits d'air extraits ont été mises au regard des valeurs réglementaires de l'arrêté de mars 1982 sont les logements dont la période de fin de construction est postérieure à 1982. De plus, il a été conventionnellement choisi de comparer les valeurs mesurées des logements réhabilités en VMC construits avant 1969 (plus exactement 1968 selon les données disponibles) aux valeurs réglementaires de ce même arrêté. Notons que les volumes d'air extraits réglementaires sont plus faibles dans l'arrêté du 24 mars 1982 que les volumes demandés par l'arrêté du 22 octobre 1969.

1. LOGEMENTS CONSTRUITS AVANT 1969 REHABILITES EN VMC ET LOGEMENTS CONSTRUITS A PARTIR DE 1982

Les valeurs (en m^3/h) utilisées au dénominateur **D** des ratios, pour les logements construits **avant 1969** (avec système de VMC) et **à partir de 1982** par pièce de service et selon le nombre de pièces principales (NPP), sont les suivantes :

NPP	CUISINE		SALLE DE BAINS	WC
	Débit minimal (débit réduit)	Débit maximal (débit de pointe)		
1	20	75	15	15
2	30	90	15	15
3	45	105	30	15
4	45	120	30	15 (si multiple)
				30 (si unique)
5 et +	45	135	30	15 (si multiple)
				30 (si unique)

2. LOGEMENTS CONSTRUITS A PARTIR DE 1969 JUSQU'À 1982

L'arrêté du 22 octobre de 1969 ne fournit pas des débits réglementaires en mètres cubes par heure. Afin de disposer de valeurs de référence en m³/h au dénominateur **D** pour les débits mesurés de ces logements on utilise les valeurs issues des exemples de solutions du CSTB de novembre 1971 [référence de CNL1]. Les valeurs ainsi déterminées (en **m³/h**) utilisées par pièce de service et selon le nombre de pièces principales (NPP), sont les suivantes :

NPP	CUISINE		SALLE DE BAINS		WC
	Débit minimal (débit réduit)	Débit maximal (débit de pointe)	Débit minimal (débit réduit)	Débit maximal (débit de pointe)	
1	45	90	30	60	30
2	45	90	30	60	30
3 et +	60	120	30	60	30

3. DEBIT TOTAL

Les ratios sont analysés dans le présent document pour le débit total minimal à l'échelle du logement. Le débit total minimal est défini par la somme des débits réduits des pièces de service.

L'arrêté de mars 1982 indique les valeurs de débit total minimal dans le premier tableau de l'article 4 :

	NPP						
	1	2	3	4	5	6	7 et +
Débit total minimal en m³/h	35	60	75	90	105	120	135

Ces valeurs sont utilisées pour les logements construits **avant 1969** et réhabilités en VMC (à titre informatif pour ces logements) ainsi que pour les logements construits **à partir de 1982** (de façon rigoureuse). L'interprétation de ces débits est la suivante :

NPP	Débit total minimal (m³/h)	Légende : interprétation (non exhaustive)
1	35 = 20+15	CUI + 1SDB
2	60 = 30+15+15	CUI + 1SDB + 1WC
3	75 = 45+15+15	CUI + 1SDB + 1WC
4	90 = 45+30+15	CUI + 1SDB + 1WC
5	105 = 45+30+15+15	CUI + 1SDB + 2WC
6	120 = 45+30+15+15+15	CUI + 1SDB + 3WC ou CUI + 2SDB + 1WC
7 et +	135 = 45+30+15+15+15+15	CUI + 1SDB + 4WC ou CUI + 2SDB + 2WC

Pour les logements construits **entre 1969 et 1982**, l'interprétation de la part dans le débit total de chacune des pièces faites ci-avant est utilisée pour reconstruire un débit total minimal de référence avec les valeurs du tableau du paragraphe 2 de cette annexe. Le **débit total minimal de référence** calculé selon le nombre de pièces principales est donc pour les logements construits **entre 1969 et 1982** :

NPP	Débit total minimal (m³/h)	Légende
1	75 = 45+30	CUI + 1SDB
2	105 = 45+30+30	CUI + 1SDB + 1WC
3	120 = 60+30+30	CUI + 1SDB + 1WC
4	120 = 60+30+30	CUI + 1SDB + 1WC
5	150 = 60+30+30+30	CUI + 1SDB + 2WC ou CUI + 2SDB + 1WC
6	180 = 60+30+30+30+30	CUI + 1SDB + 3WC ou CUI + 2SDB + 2WC
7 et +	210 = 60+30+30+30+30+30	CUI + 1SDB + 4WC ou CUI + 2SDB + 3WC ou CUI + 3SDB + 2WC

FIN DE RAPPORT