

Ventilation mécanique contrôlée dans le résidentiel

Conception, mise en œuvre et maintenance

En application de la norme NF DTU 68.3



Ventilation mécanique contrôlée dans le résidentiel

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

Le présent guide est destiné à commenter et à expliquer certaines règles de construction et les documents techniques de mise en œuvre. Il ne se substitue en aucun cas aux textes de référence, qu'ils soient réglementaires (lois, décrets, arrêtés...), normatifs (normes, DTU ou règles de calcul) ou codificatifs (Avis Techniques, « CPT »...) qui doivent être consultés.

Le CSTB décline toute responsabilité quant aux conséquences directes ou indirectes de toute nature qui pourraient résulter de toute interprétation erronée du contenu du présent guide.

Ce guide a été réalisé d'après les documents de référence déjà publiés à la date du 15 février 2015.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), 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 1^{er} juillet 1992 - article L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal article 425).

GUIDE PRATIQUE

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ventilation mécanique contrôlée dans le résidentiel

Conception, mise en œuvre et maintenance

En application de la norme NF DTU 68.3

Anne-Marie Bernard
Valérie Leprince

CSTB
ÉDITIONS

Couverture : Thierry BEL

Illustrations : Thierry BEL

Remerciements

Nous remercions l'Institut de Recherche et d'Innovation sur la Santé et la Sécurité au Travail (IRIS-ST) pour la rédaction des encadrés « prévention sécurité/santé ».



S O M M A I R E

7	Avant-propos
9	CHAPITRE 1 : Le domaine d'application du guide
11	CHAPITRE 2 : Les principes de la ventilation
11	1. L'évacuation des polluants et l'apport d'air neuf
14	2. Le confort des occupants
17	3. La maîtrise des déperditions énergétiques
19	CHAPITRE 3 : La conception de la ventilation mécanique
19	1. Les principes généraux de la conception aéraulique
19	2. Le balayage
21	3. La conception acoustique
23	CHAPITRE 4 : Les exigences réglementaires et normatives
23	1. Les débits extraits
24	2. La réglementation acoustique
27	3. La protection incendie
28	4. Les exigences normatives
31	CHAPITRE 5 : La conception générale d'un système de ventilation avec exemple de dimensionnement
32	1. La description des différents systèmes
40	2. La méthode de dimensionnement
73	CHAPITRE 6 : La mise en œuvre
73	1. Les entrées d'air
75	2. Les passages de transit
76	3. Les dispositifs d'extraction
78	4. Les réseaux
83	5. Les extracteurs
85	6. Les rejets
86	7. L'entretien, le nettoyage et l'accès
87	8. Le réglage des débits
87	9. Les alarmes en cas de défaillance
88	10. Le choix des produits (certifications)
89	CHAPITRE 7 : Le dossier technique
89	1. Les informations à fournir par l'installateur
89	2. Le dossier technique

91	CHAPITRE 8 : La mise en service, la mise en main et la maintenance
91	1. Le contrôle à la mise en main
95	2. La mise en main
96	3. La maintenance et l'entretien
97	ANNEXE 1 : La synthèse des principales nouveautés du NF DTU 68.3
97	1. Sommaire thématique du NF DTU 68.3
100	2. Un nouveau nom
100	3. Une nouvelle structure
100	4. Le domaine d'application
101	5. La conception aéraulique
102	6. La mise en service et l'entretien de l'installation
102	7. Le dossier technique
102	8. La mise en œuvre
103	9. Le contrôle de fonctionnement et les mesures
103	10. La mise en service et la mise en main
104	11. Annexe A P1-1-1 : le calcul des pertes de charge
104	12. Annexe C P1-1-1 (normative) : le montage étanche des accessoires de réseau
105	ANNEXE 2 : L'étanchéité du bâti, les infiltrations et l'impact du vent et du tirage thermique
105	1. Les forces motrices
107	2. Les infiltrations
111	ANNEXE 3 : Exemple de dimensionnement en hygroréglable
111	1. Avis Technique fictif
115	2. Exemple de dimensionnement
121	Glossaire
123	Réglementation, normes et autres documents de référence
123	1. Textes législatifs et réglementaires
124	2. Normes DTU
125	3. Autres normes
126	4. Autres documents de référence
129	Index

Avant-propos

En France, le secteur du bâtiment est responsable de 24 % des émissions de CO₂ et de 44 % de la consommation en énergie finale.

L'objectif affiché par le Grenelle de l'environnement et par la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments est de réduire drastiquement l'impact de la consommation d'énergie des bâtiments en imposant le standard « passif » à toutes les constructions neuves à partir de 2020.

En parallèle, la prise de conscience concernant l'importance de la qualité de l'air intérieur (QAI) s'amplifie et est marquée par le décret du 5 janvier 2012 imposant la surveillance de la QAI dans tous les établissements accueillant des enfants dans un premier temps, qui se généralisera ensuite progressivement dans les établissements recevant du public (ERP).

Tout en étant indispensable pour garantir la santé et le confort des occupants, la ventilation est responsable à elle seule de 20 à 30 % de la consommation énergétique des bâtiments pour le chauffage. La parfaite maîtrise des flux d'air est donc indispensable pour réduire cette consommation énergétique tout en garantissant la qualité d'air intérieur.

L'enjeu est donc de contrôler les flux d'air en concevant, en installant et en entretenant des systèmes de ventilation optimaux.

Le domaine d'application du guide

Ce guide s'applique aux installations de ventilation mécanique par balayage dans les bâtiments d'habitation neufs ou existants. Il s'adresse à la fois aux maîtres d'ouvrage, aux maîtres d'œuvre et aux bureaux d'études. Il a pour objectif de les aider à mieux appréhender et mettre en œuvre la nouvelle norme NF DTU 68.3 sur les ventilations simple flux autoréglables ainsi que les prescriptions spécifiques à la ventilation hygroréglable.

Il détaille donc les règles de conception, de dimensionnement, de mise en œuvre et de mise en service des installations de ventilation par balayage dans les bâtiments d'habitation.

OBSERVATION

Les poêles et autres appareils à combustion non étanches, c'est-à-dire sans amenée d'air de combustion et rejet intégrés, doivent respecter la réglementation sur les risques d'intoxication au CO. Le DTU 68.3 précise que la ventilation des logements comportant ces appareils n'est pas incluse dans son domaine d'application.

Ce guide détaille les exigences des parties suivantes de la norme NF DTU 68.3 :

- P1-1-1 « Règles générales de calcul, dimensionnement et mise en œuvre », dit « tronc commun », qui s'applique à l'ensemble des systèmes de ventilation en habitat (naturel, autoréglable, hygroréglable, double flux, etc.) ;
- P1-1-2 « Ventilation mécanique contrôlée autoréglable simple flux - Règles de calcul, dimensionnement et mise en œuvre », qui complète les spécifications de la P1-1-1 dans le cas des ventilations autoréglables. Cette partie s'applique aussi, dans la plupart des cas, aux systèmes hygroréglables (l'Avis Technique déroge à certains points spécifiques mais tous les autres s'appliquent) ;
- P1-2 « Critères généraux de choix des matériaux », qui précise les matériaux à utiliser dans les installations ;
- P2 « Cahier des clauses administratives spéciales types ».

En complément, ce guide reprend les exigences du cahier des prescriptions techniques (CPT) communes pour les systèmes de ventilation hygroréglable. Il s'agit du *e-Cahiers du CSTB* n° 3615_V3, Systèmes de ventilation mécanique contrôlée simple flux hygroréglable, de mars 2014.

La VMC gaz n'est pas évoquée en détail dans ce guide. Pour plus de détails sur ce sujet, il convient de se référer à la partie P1-1-3 de la norme NF DTU 68.3.

ATTENTION

Une mauvaise étanchéité à l'air du bâti peut compromettre les performances d'un système de ventilation, remettre en cause le principe de balayage et donc l'apport d'air neuf dans les pièces de vie et la bonne évacuation des polluants, même si celui-ci est conçu conformément aux règles en vigueur. Un système de ventilation performant est indissociable d'une bonne étanchéité du bâti et vice-versa.

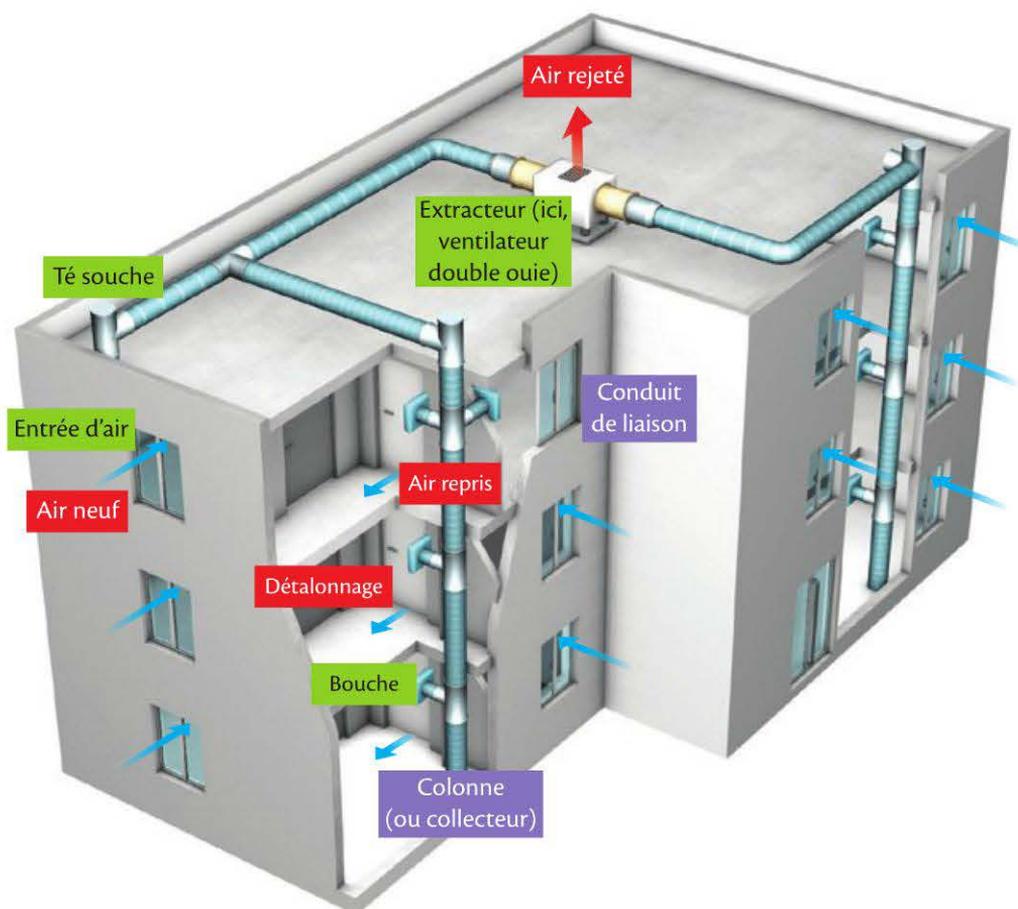


Figure 1 : Schéma de principe de la VMC simple flux - principales définitions

Les principes de la ventilation

La ventilation est le processus par lequel l'air intérieur d'un bâtiment est renouvelé. La ventilation a pour objectif de contribuer au confort et à la santé des occupants ainsi qu'à la pérennité du bâti (éviter les condensations) en maîtrisant les déperditions énergétiques.

1. L'évacuation des polluants et l'apport d'air neuf

Nous passons 80 à 90 % de notre vie à l'intérieur des bâtiments, la qualité d'air intérieur est donc une affaire de santé. Cependant, l'air intérieur des logements est vicié par différents types de polluants :

- les polluants liés au métabolisme humain, dits bio-effluents (CO_2 , sudation, odeurs, etc.) ;
- les polluants liés à l'activité humaine (cuisine, nettoyage, etc.) ;
- les polluants liés aux matériaux et aux équipements présents dans le bâtiment (formaldéhyde, COV... dans les peintures et les sols, etc.).

La ventilation est le processus par lequel de l'air « propre » (en général de l'air extérieur) est introduit intentionnellement dans un espace où l'air vicié est extrait.

OBSERVATION

L'amalgame entre ventilation et infiltration d'air ne doit pas être fait, les infiltrations d'air sont un renouvellement d'air non intentionnel et non maîtrisé.

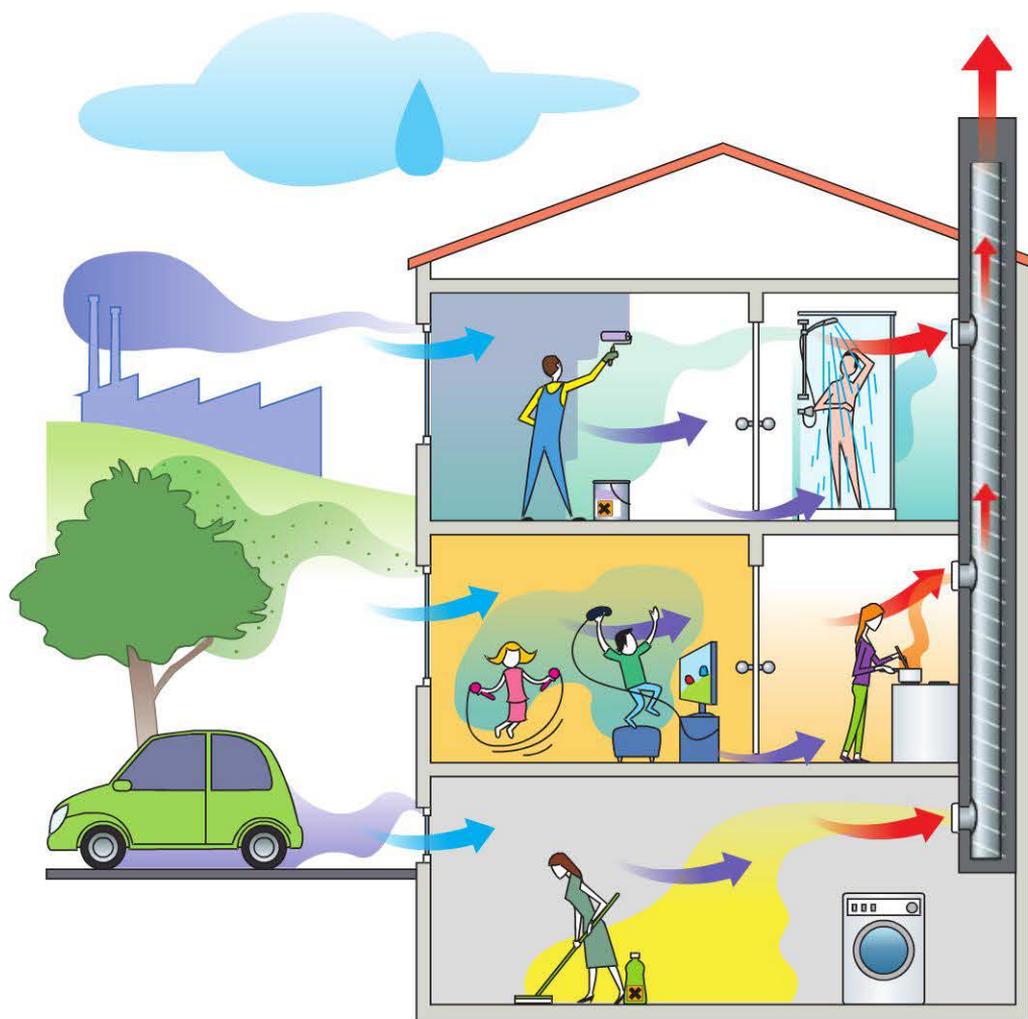


Figure 1 : Évacuation des polluants par le système de ventilation

La ventilation permet donc d'apporter le débit d'air neuf hygiénique aux occupants et d'évacuer les polluants inévitables présents dans le bâtiment.

Le débit de ventilation nécessaire dépend de la quantité et du type de polluants présents dans l'espace. Pour calculer le débit de ventilation nécessaire, il est utile de déterminer le polluant dominant. La réglementation française suppose que dans les logements, les polluants dominants sont ceux liés à l'activité métabolique et à l'activité humaine (humidité et CO_2). Les débits à mettre en place sont donc définis en fonction de la taille des logements en supposant une occupation type.

La norme NF ISO 16814 de juin 2010 intitulée « Conception de l'environnement des bâtiments - Qualité de l'air intérieur - Méthodes d'expression de la qualité de l'air intérieur pour une occupation humaine » aide le concepteur à définir des critères de QAI pour concevoir son bâtiment. La norme requiert de considérer l'ensemble des polluants présents en fonction du type de bâtiment, de son occupation et de son usage. Les pollutions doivent être réduites à la source ou captées au lieu d'émission, avant que la ventilation ne les dilue.

Le concepteur peut définir des critères de QAI, identifier les polluants présents, et d'abord définir des moyens pour les traiter et les épurer pour, ensuite, définir des débits de ventilation raisonnables à mettre en œuvre. Un concepteur peut choisir de mettre en place des débits supérieurs aux débits minimaux réglementaires s'il est confronté à une problématique spécifique telle que :

- des occupants à risque ou plus sensibles (personnes âgées, jeunes enfants, etc.) ;
- des émissions de matériaux non considérées dans la réglementation ;
- des cas particuliers non pris en compte dans la réglementation.

Ces augmentations de débit doivent être compensées par d'autres mesures pour ne pas pénaliser la consommation énergétique.

Les conséquences d'un bâtiment mal ventilé et donc pollué ne sont pas à sous-estimer :

- une mauvaise ventilation entraîne le développement de moisissure et la dégradation du bâti. En effet, la ventilation réduit l'humidité relative dans le bâtiment et les phénomènes de condensation, ainsi que le développement des moisissures, ce qui contribue à garder le bâtiment sain pour l'occupant et à préserver le bâti ;
- la sous-ventilation augmente le taux de transmission des maladies respiratoires et le risque de symptômes pour les personnes en souffrant.

Les mauvaises odeurs (confort olfactif) peuvent être considérées comme un polluant ou un indicateur de la présence de polluants. Cet indicateur n'est pas entièrement fiable car des polluants très dangereux sont inodores (exemple : monoxyde de carbone).

Le syndrome du bâtiment malsain n'est pas dû qu'à un problème de ventilation et peut intervenir même dans un bâtiment bien ventilé. Il est cependant souvent causé par une source de polluant spécifique dans le bâtiment et/ou une sous-ventilation sensible.

OBSERVATION

La ventilation ne représente qu'un aspect de la qualité d'air globale du bâtiment. Elle vient en complément de la réduction des sources de polluants (matériaux certifiés à faible émission, prévieillis, usage de nettoyeurs peu émissifs, etc.).

2. Le confort des occupants

2.1 Le confort hygrothermique

Norme NF EN ISO 7730

La ventilation a une influence sur le confort hygrothermique notamment :

- sur le confort d'été et en mi-saison (surventilation et free cooling) pour éviter les surchauffes lorsque la température extérieure est inférieure à la température intérieure ;
- sur le confort thermique (diffusion d'air neuf éventuellement réchauffé ou rafraîchi sans courant d'air ou inconfort) ;
- sur le confort acoustique (dans les bâtiments de plus en plus isolés des bruits extérieurs, notre sensibilité aux bruits des équipements, de ventilation notamment, est plus forte).

La ventilation influence la température, la vitesse d'air et le taux d'humidité de l'air. Elle doit être mise en place de façon à ne pas générer d'inconfort hygrothermique (courants d'air froid) et acoustique (bruits des équipements, transmission des bruits extérieurs).

Le confort thermique dépend de l'équilibre thermique entre la chaleur produite par le métabolisme et la quantité de chaleur cédée à l'extérieur. La norme NF EN ISO 7730 définit les zones de confort en fonction de la température opérative de la pièce, de l'hygrométrie et de la vitesse d'air ainsi que de l'activité et de l'habillement des occupants. Elle fournit des statistiques de niveau de satisfaction vis-à-vis du confort thermique.

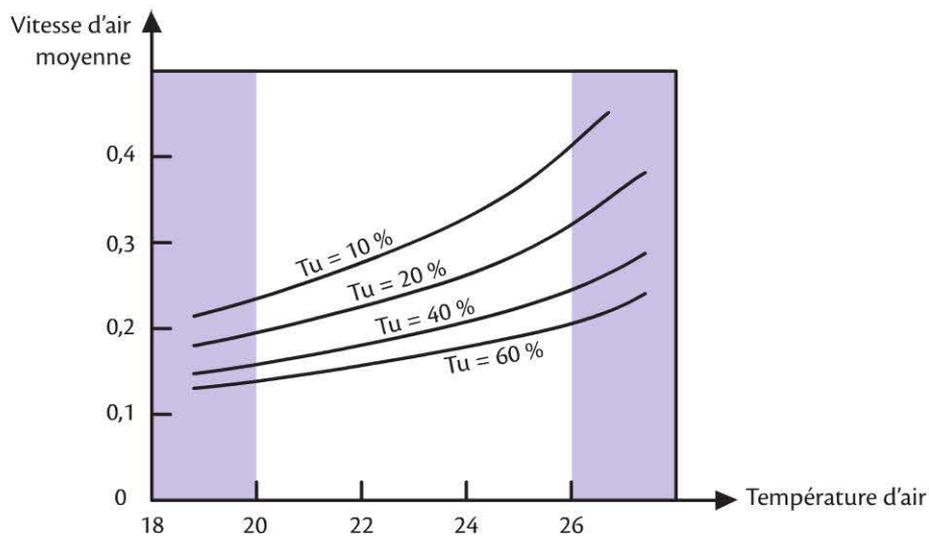
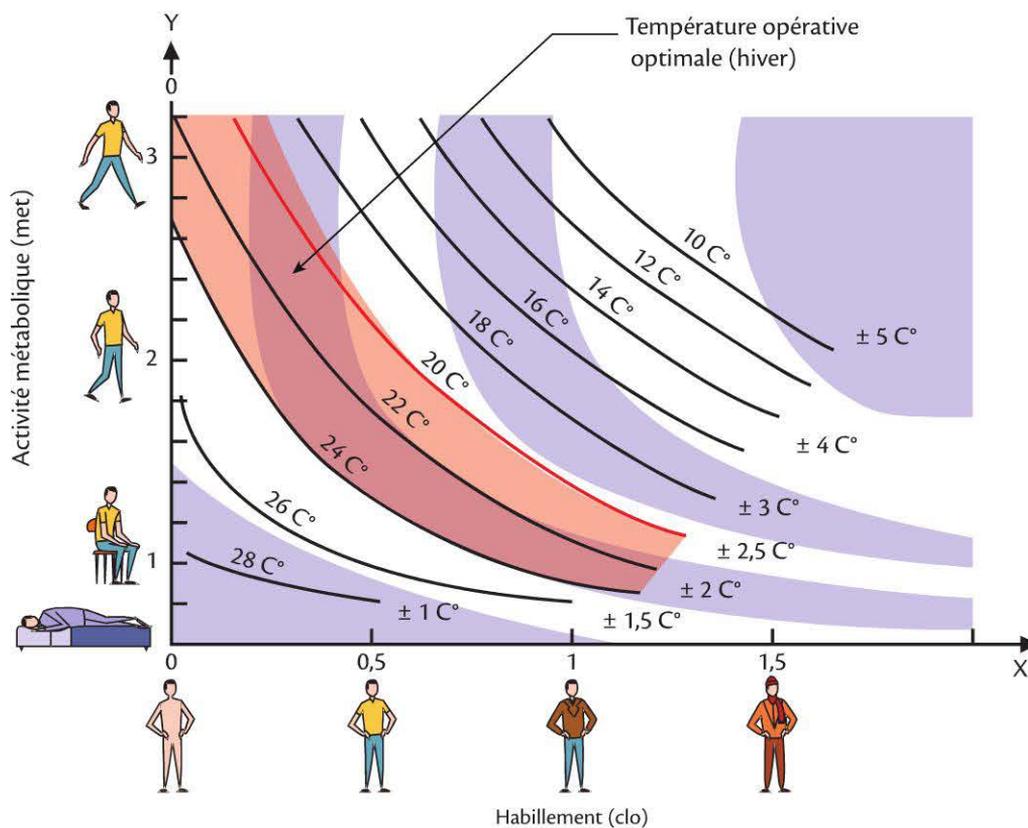


Figure 2 : Zone de confort en fonction de la température, de la vitesse d'air et de la turbulence (issue de l'ISO 7730)

Par exemple, la norme ISO 7730 montre qu'il faut limiter les vitesses d'air et taux de brassage entre 0,16 m/s et 0,19 m/s, selon la saison, pour obtenir moins de 10 % d'insatisfaits. Une vitesse d'air de 1 m/s, même en isotherme, peut conduire à une température ressentie de 3 °C inférieure à la température d'air réelle.

Par ailleurs, la ventilation agit sur le taux d'humidité relative de l'air. Si ce dernier est peu limité dans la nouvelle norme ISO 7730, il reste important pour un aspect santé, et il est communément conseillé que celui-ci reste compris entre 40 et 60 %.

Le système de ventilation doit donc être conçu pour ne pas créer de mouvement d'air gênant. En particulier, la réduction des défauts d'étanchéité dans le cas des ventilations simple flux est, là encore, indispensable pour ne pas créer de mouvements d'air parasites.

2.2 Le confort acoustique

Pour une chambre, on tend à réduire en dessous de 25 ou 30 dB(A) le niveau sonore objectif. Dans les faits, l'oreille humaine est sensible aux basses fréquences et on a vu des occupants se plaindre dans des chambres où pourtant le niveau sonore global ne dépassait pas 22 dB(A). Dans un bâtiment bien isolé des autres bruits extérieurs, on devient plus sensible aux bruits intérieurs et on distingue le ronronnement des basses fréquences du ventilateur. Il faudra donc veiller à réduire ce dernier, et ceci pour tous les débits susceptibles d'intervenir pendant que l'occupant dort (grand débit cuisine, surventilation nocturne).

Dans les chambres, on recommande donc un critère double sur le niveau global et sur le niveau de l'octave 250 Hz assez représentatif des basses fréquences rencontrées. Un meilleur confort sera obtenu en réduisant moins le niveau global mais en contrôlant les basses fréquences.

Tableau 1 : Exemple d'objectif acoustique en pièces principales

	Niveau sonore global Lp en dB(A)	Niveau sonore à 250 Hz Lp en dB
Chambre standard	30	28
Chambre très confortable	25	23
Séjour	30	30

La puissance acoustique des bouches installées devra, pour tous les débits, permettre d'atteindre ces niveaux. Elle se recalcule à partir du volume de la pièce par la formule dite « de Sabine » ou par une des formules simplifiées suivantes :

$$L_w = L_{nA,T} - 11 + 10 \log(V)$$

ou

$$L_w = L_{nA,T} - 10 \log\left(\frac{V}{12,5}\right)$$

Avec :

L_w : niveau de puissance de la bouche en dB(A) ;

$L_{nA,T}$: exigence réglementaire ou objectif en dB(A) ;

V : volume du local en m³.

Un calcul plus précis est proposé dans la norme NF EN 12354-5.

3. La maîtrise des déperditions énergétiques

3.1 L'optimisation de la ventilation

On estime qu'entre 20 et 30 % de l'énergie consommée par le bâtiment pour le chauffage est due à la ventilation, ceci inclut la consommation des ventilateurs mais aussi les pertes thermiques dues au renouvellement d'air.

La ventilation doit donc être optimisée pour garantir une bonne qualité d'air intérieure en minimisant la consommation énergétique.

En particulier pour réduire les pertes liées à la ventilation, il existe plusieurs pistes possibles :

- éviter les pertes incontrôlées par les défauts d'étanchéité (débit d'air supplémentaire dû au traversant) ;
- optimiser le débit de ventilation en fonction des besoins (ventilation à la demande) ;
- récupérer la chaleur contenue dans l'air extrait (ventilation double flux avec récupérateur de chaleur, PAC sur air extrait).

3.2 Le calcul simplifié de la consommation énergétique liée au renouvellement d'air

La consommation énergétique peut se calculer de manière simplifiée par la formule suivante :

$$E = b \cdot \Delta H \cdot \frac{Q}{3600} \cdot C_p \cdot \rho / \eta$$

$$E = 0,34 \cdot b \cdot \Delta H \cdot Q / \eta$$

Avec :

E : consommation énergétique liée au renouvellement d'air en Wh/an ;

C_p : chaleur massique de l'air, environ 1004 J/kg/K ;

ρ : masse volumique de l'air, soit 1,2 kg/m³ à 20 °C (air sec) ;

Q : débit volumique en m³/h ;

ΔH : degré-heures de la région, base 18 °C (ou ramenée à la température de non chauffage). Du fait du fonctionnement permanent, ΔH = 24 . DJU ;

b : coefficient d'apport gratuit (entre 0,5 et 0,8 généralement).

η : rendement de génération

La consommation des ventilateurs se calcule par la formule suivante :

$$E_v = nh \cdot P_{abs} = 8600 \cdot P_{abs}$$

Avec :

E_v : consommation des ventilateurs en Wh ;

nh : nombre d'heures de fonctionnement en h ;

P_{abs} : puissance absorbée en W.

■ Exemple

L'impact sur les déperditions thermiques de la ventilation mécanique simple flux peut s'estimer de manière très simplifiée en utilisant les DJU (degrés jours unifiés)⁽¹⁾.

Ainsi, pour une maison située à Lyon ($D_{Ju_{18}} \text{ Lyon} = 2499 \text{ } ^\circ\text{C}$) ayant un taux de renouvellement d'air moyen de $100 \text{ m}^3/\text{h}$, un coefficient d'apport gratuit de 0,8, un rendement de génération de 0,8 et une puissance absorbée de 35 WThC , la consommation liée au chauffage de l'air (E_{ra}) est de l'ordre de :

$$0,34 \times 100 \times 2\,499 \times 24 \times \frac{0,8}{0,8 \times 1000} \approx 2\,000 \text{ kWh/an}$$

La consommation liée au ventilateur est de :

$$8\,600 \times 35 \times \frac{1}{1000} \approx 300 \text{ kWh/an}$$

Ce calcul très simplifié ne permet pas d'évaluer les consommations précises d'un système de ventilation, mais permet d'estimer les pertes associées pour un bâtiment standard et les gains liés à l'installation de systèmes économes (modulation des débits, récupération de chaleur...). La ventilation interagit avec les autres techniques mises en place (niveau d'isolation, apports solaires passifs) et en fonction de ces techniques, l'impact énergétique de la ventilation varie. Le calcul précis est réalisé par le moteur de calcul de la réglementation thermique RT 2012.

Tableau 2 : Exemples de gains pour différents types de ventilation

kWh/an	E_{ra}	E_v	E_{tot}	Gain par rapport au simple flux
Simple flux autoréglable	2 000	300	2 300	-
Simple flux basse consommation	2 000	90	2 090	210
Simple flux hygroréglable basse consommation	1 000	90	1 090	1 210

On souhaite remplacer le caisson par un caisson basse consommation, de surcoût 100 € HT, dont la consommation est de 10 W ThC . Le gain sera sur la consommation des ventilateurs uniquement qui se réduira à environ 90 kWh/an , soit un gain de 210 kWh/an en énergie finale.

On remplace une VMC Simple flux autoréglable par une VMC hygroréglable de débit énergétique moyen inférieur de moitié et avec un moteur basse consommation. Le gain sera de $1\,210 \text{ kWh/an}$.

1. Pour un lieu donné, les DJU sont la somme, sur toute la période de chauffe, des écarts entre un seuil de température préétabli et une valeur représentative de la température d'une journée.

La conception de la ventilation mécanique

1. Les principes généraux de la conception aéraulique

L'annexe 2 présente les principes généraux des mouvements d'air dans un bâtiment et l'impact sur les infiltrations selon l'étanchéité du bâtiment.

Le système est conçu pour que l'ensemble des amenées d'air volontaires ou non (infiltrations) et l'ensemble des extractions permettent un renouvellement d'air suffisant dans toutes les pièces du logement. Il résulte du fonctionnement du système une pression d'équilibre à l'intérieur du logement.

La norme NF DTU 68.3 P1-1-1 recommande de considérer l'ensemble des risques de réduction du débit dus à des variations de pression pouvant aller jusqu'au refoulement. On veillera particulièrement à ne pas induire de refoulement en présence d'appareil à combustion à tirage naturel, dont l'usage est généralement exclu avec une VMC. En présence de plusieurs extracteurs par logement, on s'assurera aussi de ne pas induire de risque en cas d'arrêt de l'un d'entre eux.

2. Le balayage

Le concepteur doit prévoir et dimensionner son système pour amener l'air neuf dans les pièces de vie et extraire dans les pièces humides les polluants en assurant son transfert à travers les portes et les zones de circulation. Afin de répondre à ces deux exigences, le principe de la ventilation par balayage est le plus couramment retenu dans la pratique. La norme NF DTU 68.3 s'applique à toutes les ventilations résidentielles par balayage. Les valeurs des débits à extraire sont fixées réglementairement.

OBSERVATION

Il existe d'autres solutions qui peuvent répondre à notre réglementation telles que la ventilation par insufflation en un ou plusieurs points du logement (l'air circule alors « en étoile » à partir de ces spots) ou la ventilation locale pièce par pièce (double flux local, etc.), mais ces dernières ne sont pas couvertes par le DTU 68.3.

Un système de ventilation simple flux par extraction met le bâtiment en dépression en extrayant l'air dans les pièces humides pour que l'air neuf entre par les entrées d'air situées dans les pièces principales. Le DTU précise bien que la dépression induite doit permettre le fonctionnement de l'installation portes fermées (le transfert d'air doit encore pouvoir être réalisé).

Les entrées d'air doivent être dimensionnées pour permettre de faire entrer dans chaque pièce de vie un débit suffisant, un déséquilibre peut être prévu entre cette amenée d'air et l'extraction tant qu'il peut être couvert par les infiltrations.

Cependant, pour que le principe de balayage fonctionne correctement, il est nécessaire de supprimer toutes les entrées d'air parasites (défauts d'étanchéité).

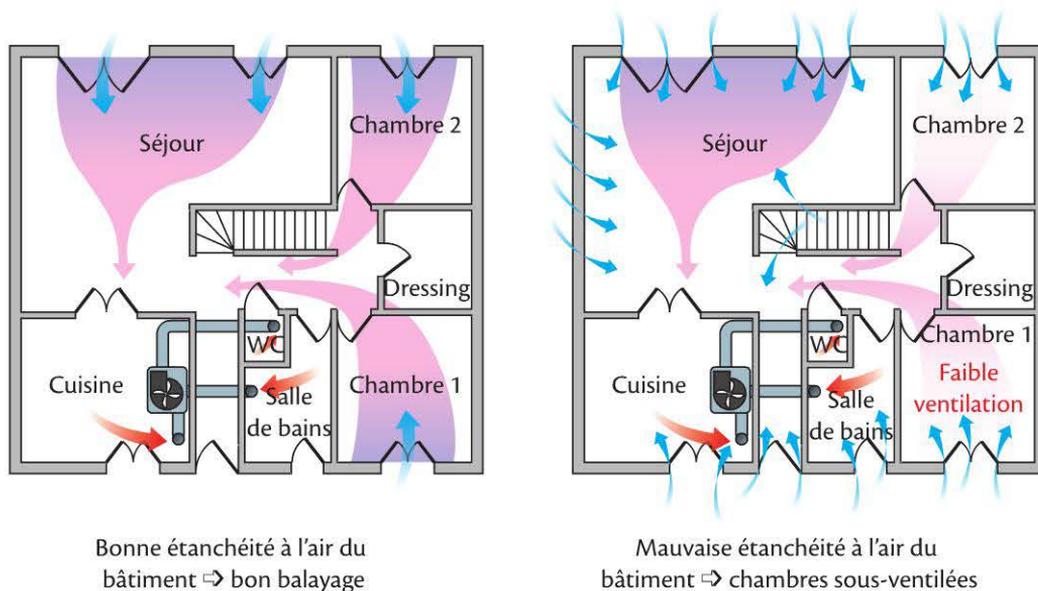


Figure 1 : Minimiser l'étanchéité à l'air pour mieux contrôler les débits volontaires

3. La conception acoustique

Les points à prendre en compte lors de la conception du système se trouvent dans le tronc commun (partie P1-1-1) de la norme NF DTU 68.3 et s'appliquent donc à tous les systèmes de ventilation résidentielle par balayage.

On peut aussi se référer à la norme de calcul acoustique NF EN 12354-5 pour les bruits d'équipement, NF EN 12354-1 pour l'isolement au bruit aérien entre locaux et NF EN 12354-3 pour l'isolement au bruit aérien vis-à-vis de l'extérieur.

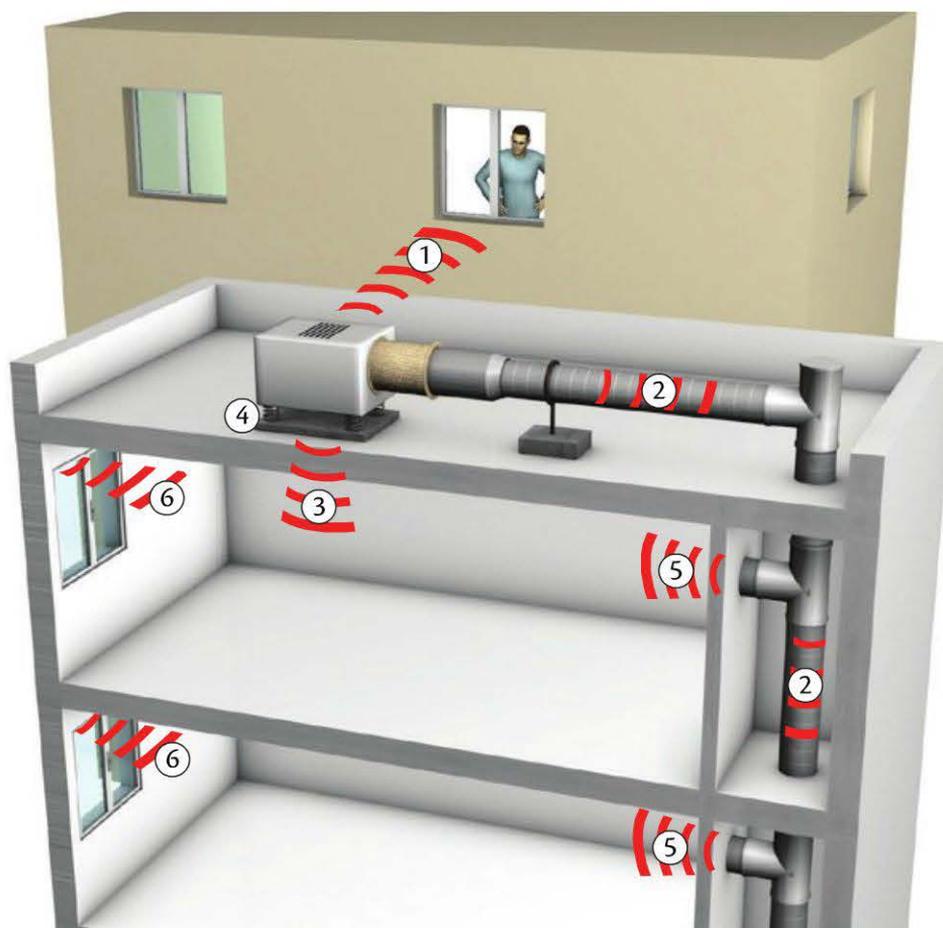


Figure 2 : Modes de propagation du son

Il faut considérer plusieurs modes de propagation du son décrits dans la figure 2 :

- le bruit rayonné du ventilateur vers les voisins ;
- le bruit du ventilateur, qui se propage dans le réseau desservant le ou les logements, indépendamment du sens de l'air. Il peut être traité par un silencieux si nécessaire. Le niveau sonore en résultant dans la pièce desservie dépend aussi du bruit régénéré par la bouche, des vitesses d'air dans le réseau ;
- le risque de transmissions solidiennes entre le(s) logement(s) et l'extracteur mécanique (lorsqu'il y en a). On évitera de positionner le ventilateur au-dessus de pièces calmes mais préférentiellement au-dessus de parties communes ;
- la désolidarisation mécanique du ventilateur (plots, manchettes souples, etc.) est obligatoire ;
- l'isolement entre logements, qui doit être suffisant pour respecter la réglementation acoustique en vigueur ;

- les composants pouvant laisser passer directement le bruit en façade (entrées d'air, grilles, aérateurs), quel que soit leur nombre, doivent présenter un isolement acoustique au bruit extérieur suffisant pour que l'isolement de façade global résultant respecte la réglementation acoustique en vigueur.

Sauf si une étude acoustique valide d'autres critères, la vitesse moyenne de l'air selon le DTU ne doit pas excéder :

- 4 m/s dans la partie individuelle du réseau (logement) ;
- 5 m/s dans la partie verticale du conduit collectif ;
- 6 m/s dans la partie horizontale du conduit collectif pour éviter des nuisances sonores et trop de pression au ventilateur.

Les exigences réglementaires et normatives

L'installation est dimensionnée pour satisfaire les exigences réglementaires en matière de débits extraits et d'acoustique.

1. Les débits extraits

Arrêtés du 24 mars 1982 et du 28 octobre 1983

Pour les logements, les débits d'air à extraire sont réglementés par l'arrêté du 24 mars 1982 modifié par l'arrêté du 28 octobre 1983 pour le cas des systèmes modulants comme les ventilations hygroréglables.

L'arrêté impose une aération des logements générale et permanente au moins pendant la période où la température intérieure oblige à maintenir les fenêtres fermées. Cette aération est faite par circulation de l'air depuis les entrées d'air (ou insufflation) dans les pièces principales jusqu'aux extractions dans les pièces de service (principe de balayage).

L'arrêté fixe les débits que le système de ventilation doit permettre d'atteindre. Ces débits sont donnés dans le tableau 1 en fonction du nombre de pièces dans le logement.

Tableau 1 : Débits extraits à atteindre dans chaque pièce de vie

Nombre de pièces du logement	Débits à extraire en m ³ /h				
	Cuisine	Salle de bains / salle d'eau	Autre pièce avec point d'eau	W.-C.	
				Uniques	Multiplés
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

Des W.-C. sont multiples dès lors qu'il y en a au moins deux dans le logement (même si l'un d'eux est situé dans une salle d'eau). Attention cependant, il faudra aussi s'assurer du respect du débit minimal dans le logement (tableau 2).

Pour limiter les déperditions énergétiques, des dispositifs individuels de réglage peuvent permettre de réduire ces débits.

Toutefois ces débits ne peuvent pas être réduits en dessous de certaines valeurs minimales (voir tableau 2 pour les systèmes classiques).

Tableau 2 : Débits minimaux à respecter pour les systèmes classiques

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

Pour les systèmes modulés mécaniquement (type hygroréglable), les débits pourront être réduits au-delà. Toutefois, cette réduction de débit ne peut être mise en place qu'avec des dispositifs faisant l'objet d'une autorisation ministérielle. Par ailleurs, ces systèmes font l'objet d'Avis Techniques et d'une certification CSTBat. Ils doivent garantir des performances équivalentes à une VMC autoréglable dans un T4, vis-à-vis de la QAI et de la pérennité du bâti.

Les performances acoustiques du produit se traduisent par les indices $D_{new} + C$ en dB et L_w en dB(A) et résultent de mesures en laboratoire conformes aux normes NF EN 13141-1, NF EN ISO 10140 et NF EN ISO 3741.

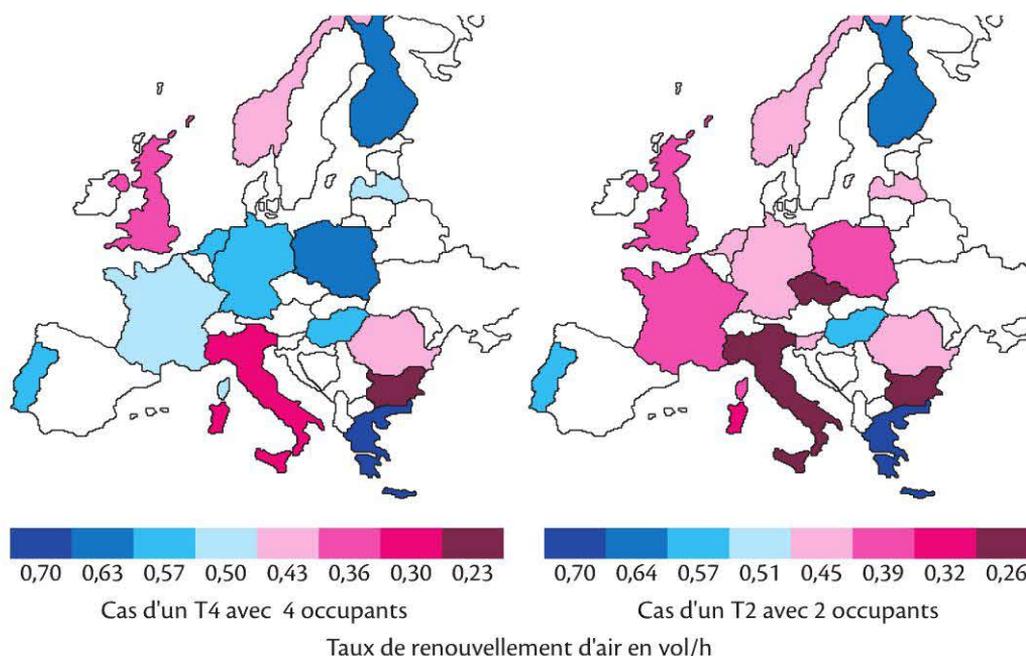


Figure 1 : Exemples de débits de ventilation mis en place en Europe

Beaucoup de pays ont une exigence sur le débit maximal à mettre en place, mais pas sur le débit minimal à maintenir.

2. La réglementation acoustique

2.1 La réglementation acoustique des logements

Arrêtés du 30 juin 1999

Les arrêtés du 30 juin 1999 relatifs aux caractéristiques acoustiques des logements fixent des exigences de résultats et les conditions de contrôle de ces derniers.

Pour ce qui concerne la VMC des logements, les principales exigences concernées sont :

- le niveau de pression acoustique normalisé $L_{nT,A}$ des équipements collectifs en fonctionnement normal (bouche cuisine du logement à débit minimal) :
 - pièces principales ≤ 30 dB(A),
 - cuisine ≤ 35 dB(A) ;
- isolement vis-à-vis de l'extérieur $D_{nT,A}$:
 - cuisine ou pièce principale ≤ 30 dB(A) (sauf en cas de classement des voies).

Le second arrêté fixe, pour les vérifications *in situ*, la valeur de l'incertitude de mesure « I » à 3 dB(A).

L'article R. 111-1 du CCH s'applique également aux locaux assimilables tels que les foyers, les hôtels, les résidences pour personnes âgées, etc.

OBSERVATION

Les niveaux de pression et d'isolement normalisés, indices AT, sont exprimés pour une réverbération de local de 0,5 s.

Le CSTB a rédigé pour le ministère du Logement des exemples de solutions acoustiques (ESA) qui permettent d'obtenir les performances requises. L'emploi de ces ESA sera explicité ci-après pour le dimensionnement des bouches et des entrées d'air.

2.2 Le classement des voies

Arrêté du 30 mai 1996 modifié

L'arrêté du 30 mai 1996 « relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments », modifié le 23 juillet 2013, donne un classement des voies (routières et ferroviaires) en fonction de leur intensité sonore (classement de 1 à 5). Suivant ce classement et la situation de construction du bâtiment (construction dans une rue en U ou en tissu ouvert), un isolement de façade est imposé (tableau 3).

Tableau 3 : Isolement de façade pour un bâtiment construit en tissu ouvert

Catégorie de l'infrastructure	Distance horizontale (m)															
	0	10	15	20	25	30	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
1	45	45	44	43	42	4	4	39	38	37	36	35	34	33	32	
2	42	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30		
3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30						
4	35	33	32	31	30											
5	30															

Tableau 4 : Isolement de façade pour un bâtiment construit dans une rue en U

Catégorie	Isolement minimal $D_{nT,A}$
1	45 db(A)
2	42 db(A)
3	38 db(A)
4	35 db(A)
5	30 db(A)

Cet isolement de façade influe sur la performance acoustique des entrées d'air et de tout élément aéraulique traversant la façade.

Le terme $D_{ne,w} + C$ indique un isolement de la bouche vis-à-vis de l'intérieur. Le terme « C » est un terme correctif calculé par un bruit rose.

Pour une ventilation simple flux, les entrées d'air étant en contact avec l'extérieur, elles sont caractérisées par le terme $D_{ne,w} + C_{tr}$ (dB). Le terme « C_{tr} » indique une correction à apporter à l'isolement calculé à l'aide d'un bruit routier.

2.3 Le bruit de voisinage

Arrêté du 31 août 2006

L'arrêté du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage impose une émergence sonore réglementaire à ne pas dépasser en limite de voisinage :

- diurne (7h - 22h) : 5 dB(A) ;
- nocturne (22h - 7h) : 3 dB(A).

Cette émergence est définie par la différence arithmétique entre le bruit ambiant (bruit correspondant à l'ambiance sonore des lieux avec les nouvelles installations) et le bruit résiduel (bruit constaté lors de l'arrêt de l'installation concernée).

Si l'installation ne fonctionne pas en permanence, un indice correcteur peut être appliqué, mais ce n'est pas le cas en VMC, la ventilation devant être générale et permanente.

OBSERVATIONS

- L'arrêté définit aussi depuis 2006 des émergences spectrales à respecter en octave, mais applicables uniquement lorsqu'il s'agit d'un équipement professionnel (ce qui n'est pas le cas d'une VMC de logement) et que les locaux voisins sont des logements.
- Lorsqu'on contrôle le niveau de bruit de voisinage (gêne due à la VMC du voisin par exemple), il est dû en limite de propriété. Si la mesure est faite à l'intérieur d'une pièce du voisin, elle sera donc réalisée fenêtre ouverte. Par contre, lorsqu'on contrôle la réglementation acoustique des logements (gêne due à la VMC de notre immeuble), on mesure fenêtre fermée.

3. La protection incendie

Arrêté du 31 janvier 1986

L'arrêté du 31 janvier 1986 classe les bâtiments d'habitation en plusieurs familles. Les exigences de désenfumage sont déterminées en fonction de la famille du bâtiment. Celui-ci n'est obligatoire que pour l'habitat collectif, aucune exigence particulière n'est demandée sur l'habitat individuel. Les bâtiments d'habitation d'une hauteur supérieure à 50 m sont soumis à la réglementation relative aux IGH.

Pour les réseaux de ventilation, les points suivants sont particulièrement à retenir.

- Bâtiments concernés
 - 2^e famille collectif.
 - 3^e famille A et B.
 - 4^e famille.
- Principes
 - Les installations de ventilation ont pour but de limiter la propagation des fumées.
 - Les conduits utilisés doivent être M0.
 - L'ensemble du réseau et de son enveloppe doit être : CF 1/4H en 2^e famille, CF 1/2H en 3^e famille et CF 1H en 4^e famille.
- Mise en œuvre
 - 1^{re} possibilité : utilisation d'un ventilateur classé d'une catégorie 1 à 4 selon le taux de dilution des fumées (on retient souvent C4 par défaut). Celui-ci assure le fonctionnement permanent en VMC. Son alimentation électrique doit être protégée et ne doit pas traverser de locaux présentant des risques particuliers d'incendie. Il est possible d'utiliser également un groupe électrogène de secours dont la mise en route doit être asservie à la coupure de l'alimentation normale du caisson. Attention dans ce cas, une vérification mensuelle doit être effectuée.
 - 2^e possibilité : mise en place de clapets terminaux PF sur chaque conduit de raccordement à un conduit collectif. Le clapet est actionné par un déclencheur thermique 70° et doit être contrôlable et remplaçable. Il n'est pas possible d'utiliser cette mise en œuvre en VMC gaz.
 - 3^e possibilité : mise en place de bouches incombustibles qui ne doivent pas disparaître dans le cas où elles sont exposées au feu côté local. Cette possibilité n'est pas applicable en VMC inversée et en VMC double flux.

4. Les exigences normatives

Le DTU référence plusieurs normes pas toujours très connues que l'on présente rapidement ci-après.

4.1 L'entretien des conduits

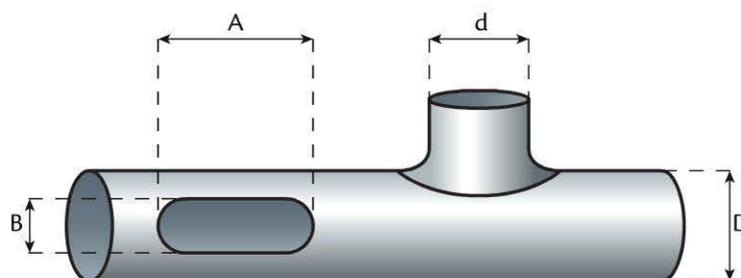
NF EN 12097 Ventilation des bâtiments - Réseau de conduits - Exigences relatives aux composants destinés à faciliter l'entretien des réseaux de conduits, novembre 2006.

L'installation doit être prévue et installée de façon à permettre le nettoyage. La documentation doit indiquer les dimensions et les accès.

On note notamment :

- un accès tous les 7,5 m dès que la direction change de plus de 45° ou que le conduit change de dimension. Tout élément qui obstrue le conduit doit avoir un accès de chaque côté ;
- les dimensions minimales des accès selon la taille des conduits sont données dans le tableau 5 ;

Tableau 5 : Dimensions minimales des accès en fonction de la taille des conduits



Trappe ovale ou rectangulaire		Piquage avec bouchon, diamètre minimum	
Diamètre nominal du conduit D (mm)	Dimensions A x B minimales de la trappe (mm)	Diamètre nominal du conduit D (mm)	Dimensions minimales de l'ouverture d (mm)
100 = D < 200	180 x 80	100	100
200 = D < 315	200 x 100	125	100
315 = D = 500	300 x 200	160	125
500 < D	400 x 300	200	160
		250	200
		315	250
		400	315
		500	400
		= 630	500

- vis et rivets doivent éviter d'obstruer et de gêner le nettoyage. Les vis ont une longueur maximale de 13 mm et il ne doit pas y avoir de tête pointue à moins de 1 m des accès et des plénums et diffuseurs.

4.2 La propreté des systèmes de ventilation

NF EN 15780 Ventilation des bâtiments - Réseaux de conduits - Propreté des systèmes de ventilation, décembre 2011.

Il faut concevoir, construire et entretenir un système pour qu'il puisse être maintenu suffisamment propre pendant toute la durée de vie de l'installation. Pour juger de cette propreté, une inspection visuelle et des méthodes objectives sont données. Le texte présente aussi le choix de la méthode de nettoyage et de l'intervalle. Pour les conduits avec revêtement intérieur ou extérieur (surfaces irrégulières ou poreuses), il propose une méthode par prélèvement sur du ruban collant.

Tableau 6 : Intervalles d'inspection recommandés (en mois)

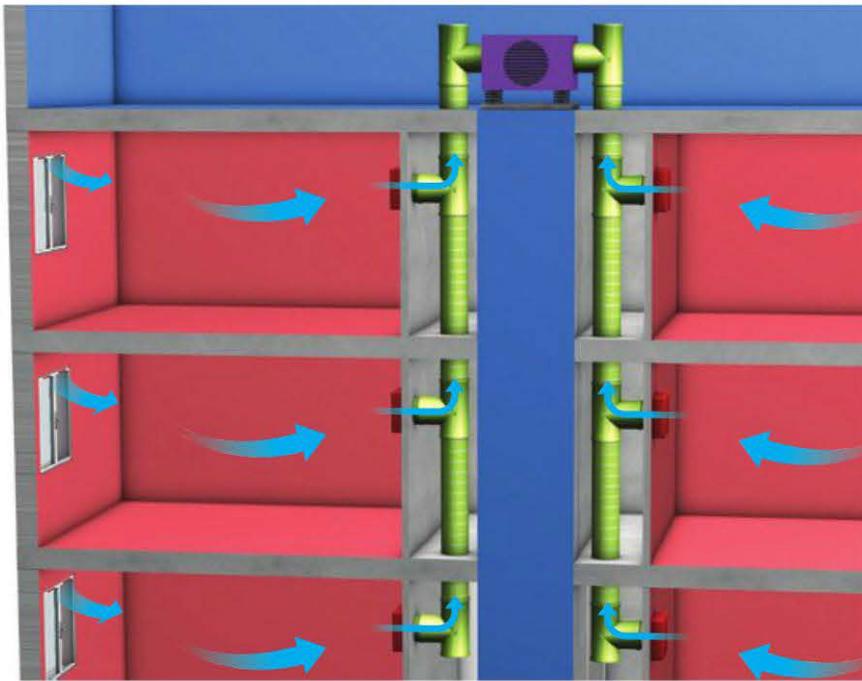
	Caissons de traitement de l'air *	Filtres **	Humidificateurs	Conduits	Bouches
Basique	24	12	12	48	48
Intermédiaire	12	12	6	24	24
Avancé	12	6	6	12	12

* Il convient que les caissons de traitement de l'air équipés de systèmes d'humidification ou de refroidissement adiabatiques, ou se trouvant dans des conditions climatiques douces et humides, soient évalués au moins deux fois par an, quelle que soit l'utilisation du bâtiment.

** Il convient que les filtres soient inspectés et entretenus conformément aux recommandations du fabricant, avec ces intervalles pris comme un maximum.

En extraction, le nettoyage n'est requis que si la réduction du débit induite est de 15 % ou plus.

La conception générale d'un système de ventilation avec exemple de dimensionnement



Pour le bâtiment				
Définir le système de ventilation				
Pour chaque logement				
Déterminer le débit d'extraction dans chaque pièce humide	Déterminer les entrées d'air à mettre en place dans chaque pièce de vie		Prévoir les passages de transit	
Pour les colonnes				
Tracer les colonnes pour desservir l'ensemble des bouches en limitant les pertes de charge	Raccorder les colonnes au ventilateur en toiture	Calculer les débits min et max foisonnés par colonnes (dont fuite)	Dimensionner les conduits (section)	Calculer les pertes de charge à la bouche la plus favorisée et à celle la plus défavorisée
Ventilateur				
Déterminer la plage de fonctionnement débit/pression du ventilateur		Sélectionner le ventilateur adapté		

Figure 1 : Résumé du principe de dimensionnement

Il est parfois nécessaire de procéder de manière itérative en modifiant le dimensionnement du réseau et le choix de l'extracteur pour garantir le débit aux bouches.

1. La description des différents systèmes

1.1 La VMC simple flux autoréglable

La ventilation simple flux autoréglable assure un débit d'extraction constant dans toutes les pièces de service, sauf en cuisine où une bouche bi-débit permet d'augmenter l'extraction quand cela est nécessaire (cuisson, etc.). Cette bouche est en général temporisée (30 min).

Cette VMC est dite autoréglable car :

- les bouches d'extraction sont autoréglables, c'est-à-dire qu'elles garantissent le maintien du débit prévu même lorsque la pression change dans le réseau (notamment quand un autre logement ou local passe en grand débit) ;
- les entrées d'air sont généralement autoréglables, c'est-à-dire qu'elles maintiennent un débit quasiment constant lorsque le vent souffle fort sur la façade et dans une certaine plage de précision.



Figure 2 : Intérieur d'une bouche autoréglable à détection de présence, volet régulateur

■ Cas des maisons individuelles

Dans les maisons individuelles, les bouches sont en général fixes, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas de régulateur de débit intégré, mais la régulation se fait au niveau du caisson de ventilation. Concrètement, tous les piquages, sauf la cuisine, sont équipés d'un régulateur. Lorsque l'utilisateur passe en grand débit, il augmente la vitesse du ventilateur, les régulateurs se referment pour maintenir une extraction constante dans les sanitaires, et ainsi seul le débit cuisine augmente.

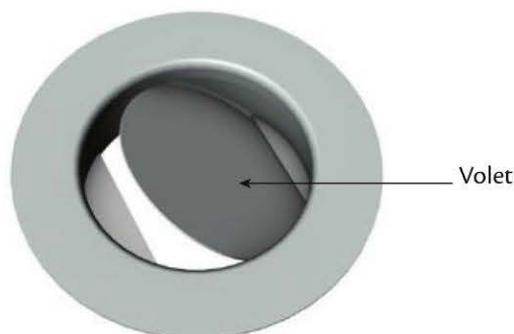


Figure 3 : Exemple de régulateur sanitaire pour caisson de VMC (il existe en 15 et 30 m³/h)

■ Cas des bâtiments collectifs

En règle générale, dans les bâtiments collectifs, ce sont les bouches d'extraction qui sont autoréglables, c'est-à-dire qu'un volet leur permet de maintenir un débit constant même lorsque la pression du réseau varie (en particulier quand d'autres logements passent en grand débit).

■ VMC autoréglable et performance énergétique

Le système autoréglable amène un gain énergétique lié à sa bonne régulation des débits de ventilation par rapport à un système qui ne le serait pas.

En effet, en maison individuelle par exemple, grâce aux régulateurs autoréglables, lorsque l'on va augmenter le débit cuisine dans le logement, les autres pièces vont rester fixes. Ceci évite d'augmenter trop les débits d'air de l'ensemble du logement, et permet d'avoir une forte variation en cuisine entre le petit et le grand débit. En collectif, cela permet de maintenir le débit des sanitaires, quelle que soit la demande des différentes cuisines sur la colonne et l'installation.

Pour une bonne performance énergétique, on recommande :

- en collectif, l'utilisation de caissons de ventilation à pression contrôlée (courbe plate ou courbe montante) pour réduire le plus possible la pression fournie au besoin réel de l'installation ;
- en individuel, l'emploi de moteurs à électronique commutée (EC), qui permettent de réduire la consommation des ventilateurs.

En cas de changement de ventilateur sur une installation ancienne, l'usage de ce type de ventilateur est aussi recommandé. L'étude « Les enjeux de la ventilation » a montré que le surcoût pour ce type de ventilateur était rentabilisé par l'économie de puissance électrique absorbée en 1 à 2 ans pour toutes les configurations, de l'individuel au collectif.

■ VMC autoréglable et QAI

L'arrêté de mars 1982 prévoit une ventilation de l'ensemble du logement. En effet, les débits de ventilation qui sont extraits en fonction du logement correspondent à peu près au taux d'occupation prévisible (par exemple, pour un T4, habité en moyenne par 3 à 4 personnes, le débit minimal de 90 m³/h prévoit donc entre 22 et 30 m³/h/personne). Ceci s'applique bien si les portes intérieures du logement restent ouvertes et que la pollution est bien répartie entre les pièces.

Certains pays européens (pays scandinaves, par exemple) préconisent dans l'habitat une ventilation générale et permanente avec un débit proche de 0,5 Vol/h, ce qui est approximativement notre réglementation, mais rajoutent une exigence de débit par occupant dans les pièces principales.

C'est une forte évolution vis-à-vis de la QAI car cela évite le confinement dans les chambres. Par exemple, dans un T4, on devra ventiler les 3 chambres pour 2 personnes au maximum, et le séjour pour 4 personnes. Si on restait en débit constant, ceci reviendrait à ventiler le T4 pour 10 personnes et non pour 3 ou 4 comme actuellement.

Pour ne pas induire de surventilation ayant un coût énergétique, ces évolutions vont impliquer d'avoir des régulations, de souffler l'air de préférence en séjour en journée et en chambres la nuit, et donc de « suivre » les occupants. Actuellement, dans notre

approche par logement, le débit extrait du logement se répartit dans les différentes pièces : si on a 5 entrées d'air, une chambre sera ventilée la nuit par 1/5^e des 90 m³/h requis, soit 18 m³/h, ce qui confine les occupants avec environ 9 m³/h/personne la nuit si le système fonctionne bien ! L'observatoire de la QAI dans les logements n'a pas manqué de noter ce confinement nocturne.

1.2 La VMC hygroréglable

La ventilation hygroréglable module les débits en fonction du taux d'humidité de la pièce. Ce système repose sur le fait que les occupants dans les locaux dégagent de l'humidité par leur respiration et leur activité (cuisine, douche, etc.), le taux d'humidité sera donc plus important dans les pièces occupées que dans les autres. La modulation des débits permet ainsi d'adapter le débit à l'occupation réelle du logement.

Techniquement, les bouches hygroréglables contiennent une tresse en tissu qui se dilate ou se rétracte en fonction du taux d'humidité intérieur et qui agit sur un clapet pour ouvrir plus ou moins la bouche ou l'entrée d'air. Ce système est donc totalement mécanique et ne requiert aucun capteur électronique ou raccordement électrique.

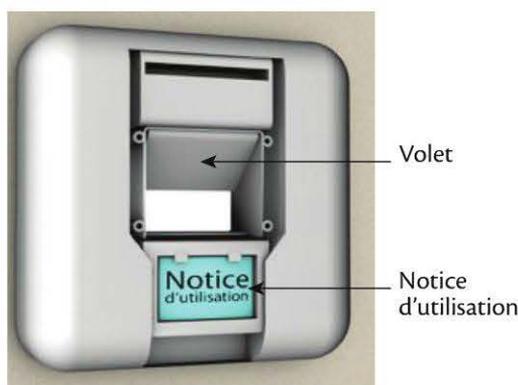


Figure 4 : Volet réglant le débit sur une bouche hygroréglable

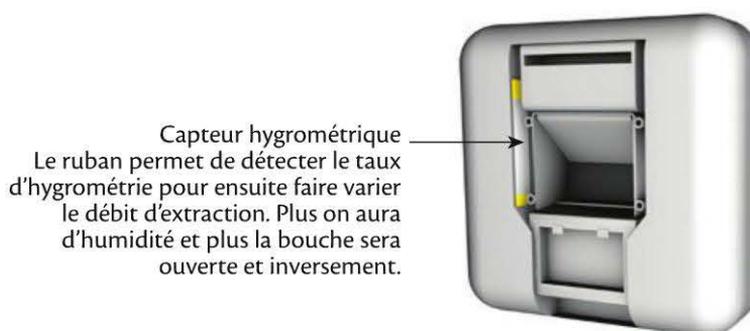


Figure 5 : Tresse hygrométrique actionnant le volet

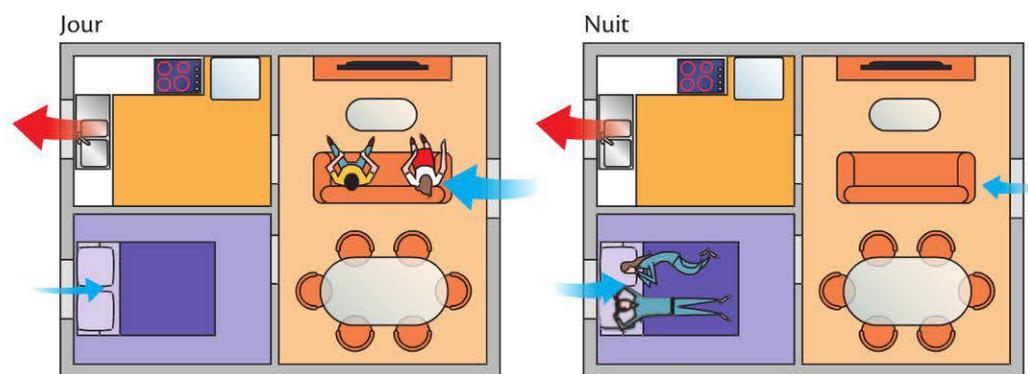


Figure 6 : Principe de fonctionnement de la VMC hygroréglable

Les règles générales de conception et d'installation des systèmes de ventilation autoréglable définies dans la norme NF DTU 68.3 (parties p1-1-1, p1-1-2, p1-2, p2) s'appliquent et sont précisées, pour les systèmes hygroréglables, dans les Avis Techniques et dans le cahier des prescriptions techniques (CPT) des systèmes de ventilation hygroréglable (*e-Cahiers du CSTB* n° 3615). Mais le CPT définit aussi les dérogations aux DTU et les compléments spécifiques aux VMC hygroréglables.

Ce cahier définit la ventilation hygroréglable comme un système comportant simultanément au moins les éléments suivants :

- des entrées d'air fixes, autoréglables ou hygroréglables ;
- un dispositif d'air extrait en cuisine à modulation hygrométrique à débit nominal temporisé ;
- un dispositif modulant le débit extrait en fonction de l'hygrométrie en salle de bains ;
- un dispositif à débit nominal extrait temporisé en WC ;
- un dispositif modulant le débit extrait en fonction de l'hygrométrie et/ou ayant un débit nominal temporisé en salle d'eau (ou autres pièces humides).

Les systèmes hygroréglables se divisent en deux types :

- les systèmes hygro A : toutes les entrées d'air sont autoréglables ou fixes ;
- les systèmes hygro B : au moins une des entrées d'air du logement est hygroréglable pour chacune des pièces principales du logement (à l'exception des studios).

Les deux types de VMC simple flux hygro (A et B) régulent le renouvellement d'air en fonction du taux d'humidité relative des pièces de service ; mais l'hygro B répartit en plus l'air neuf selon le besoin en faisant varier l'ouverture de l'entrée d'air dans les pièces principales. Cependant, les systèmes hygro B ne sont pas compatibles avec les systèmes de rafraîchissement à recirculation d'air fonctionnant pièce par pièce, car ils impactent sur l'humidité du local. En présence d'un tel système, seul l'hygro A est compatible.

Les caractéristiques hygroaérauliques (débit nominal en fonction de l'humidité) d'une bouche d'extraction hygroréglable soumise à une dépression ΔP sont définies selon la figure 7. Les valeurs $[Q_{\min} - Q_{\max} / Q_{\text{temp}}][H_{\min}, H_{\max}]$ sont mentionnées dans l'Avis Technique du système.

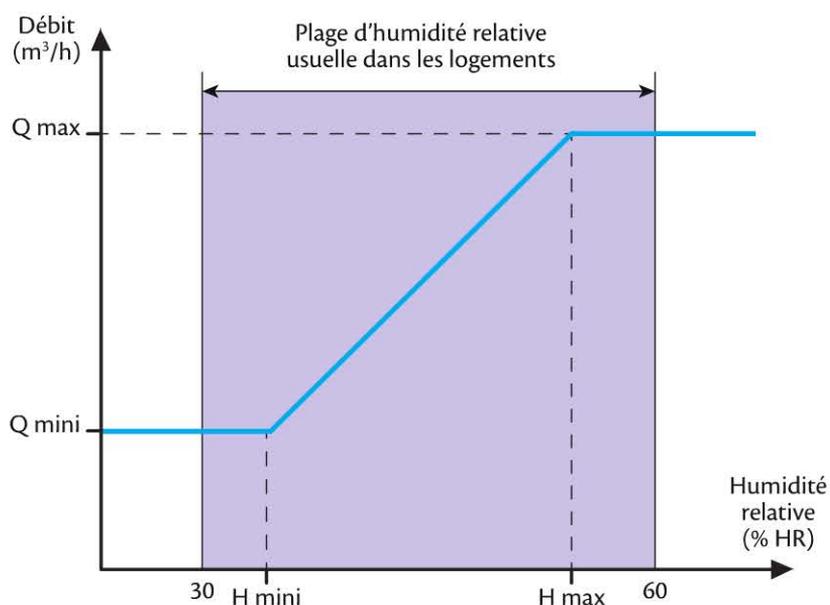


Figure 7 : Exemple de réponse hygroaéraulique d'une bouche d'extraction hygroréglable

■ L'Avis Technique

Les systèmes hygroréglables font l'objet d'un Avis Technique délivré par le GS 14. Cet Avis Technique définit pour chaque type de logement :

- le type de bouches et d'entrées d'air à mettre en place ;
- les débits maximaux, minimaux et foisonnés à prendre en compte pour le dimensionnement (taille des gaines, calcul des pertes de charge, choix du ventilateur) ;
- le débit à prendre en compte pour le calcul des déperditions thermiques.

Enfin, il précise les caractéristiques techniques : plages de pression de fonctionnement, caractéristiques acoustiques et les débits en fonction de l'humidité des différents produits (bouches et entrées d'air...), ainsi que les ventilateurs compatibles (courbes débit pression).

L'Avis Technique du système hygroréglable choisi est donc un document indispensable pour effectuer le dimensionnement.

L'Avis Technique est accordé aux systèmes hygroréglables qui assurent une performance équivalente à une VMC autoréglable répondant à l'arrêté de mars 1982 pour un T4. Cette performance est jugée sur plusieurs critères calculés pour toutes les configurations de logement traitées dans l'Avis Technique :

- calcul d'un nombre de ppm.heures cumulés, c'est-à-dire du nombre d'heures et du nombre de ppm de CO₂ au-dessus de 2000 ppm dans les pièces de vie ;
- nombre d'heures de forte humidité pouvant induire un risque de condensation sur un simple vitrage (ou un pont thermique) ;
- émissions génériques de polluants en cuisine.

OBSERVATION

À ce jour, les émissions de matériaux ne sont pas considérées dans les Avis Techniques du fait qu'elles ne le sont pas dans les textes réglementaires.

■ Gain énergétique

D'un point de vue énergétique, les gains induits par le système hygroréglable sont pris en compte dans le moteur de calcul en utilisant la valeur du débit spécifique de ventilation ($Q_{v_{rep}}$) et le coefficient de dépassement (dépendant de la taille du logement et du nombre de pièces techniques). L'Avis Technique délivré pour chaque système fournit les valeurs de débit énergétique équivalent à indiquer dans l'étude thermique, ainsi que le module d'entrée d'air équivalent.

Selon les types de système et la taille des logements, la ventilation hygroréglable permet de réduire les débits de ventilation à prendre en compte dans le calcul réglementaire de 30 à 50 % et la somme des modules d'entrée d'air de 5 à 50 %. De plus, la consommation du ventilateur est aussi réduite par la baisse des débits en moyenne. On recommande également, comme en autoréglable, l'emploi de caissons basse consommation, d'autant plus efficaces que les variations de débit sont ici encore plus fortes.

L'ensemble de ces paramètres (baisse du débit équivalent, de la puissance absorbée par les ventilateurs, etc.) permet ainsi de réduire de manière conséquente les déperditions liées à la ventilation.

■ Ventilation hygroréglable et QAI

L'étude PREBAT « Performance de la ventilation et du bâti » (www.airh.asso.fr) qui a suivi sur deux ans deux immeubles collectifs équipés en VMC simple flux hygroréglables, montre de bons résultats vis-à-vis des polluants liés à l'occupation. Elle indique même une amélioration de la QAI lorsque les logements sont suroccupés. En effet, le système s'adapte et ventile plus pour compenser. Il tend donc ainsi à améliorer la QAI en présence des occupants, tout en ayant un gain énergétique sensible.

OBSERVATION

On pense souvent que la ventilation hygroréglable réduit les débits, mais ce sont les débits moyens sur la saison de chauffe qui sont réduits. En occupation, les débits peuvent correspondre à ceux d'un système autoréglable, et même être supérieurs en cas de suroccupation (les bouches choisies ont généralement des débits plus élevés à forte humidité), l'objectif du système étant de mettre en adéquation les débits et les besoins.

Vis-à-vis des émissions des matériaux, l'hygroréglable est parfois mis en exergue. Cependant, aujourd'hui, aucune étude n'a clairement montré quels débits minimaux seraient nécessaires pour traiter correctement ces émissions non prises en compte par notre réglementation. L'étude ANR/Habissol QUAD-BBC (QAI dans les bâtiments basse consommation) n'a pas montré d'insuffisance sur la base des hypothèses d'émissions prises en compte. Ces émissions peuvent varier sensiblement et doivent avant tout être contrôlées et réduites le plus possible (labellisation, prévieillessement des matériaux, etc.).

1.3 Le système double flux

L'air neuf est soufflé dans les pièces de vie (séjours, chambres) et est repris dans les pièces humides ou polluées (WC, salle de bains, cuisine).

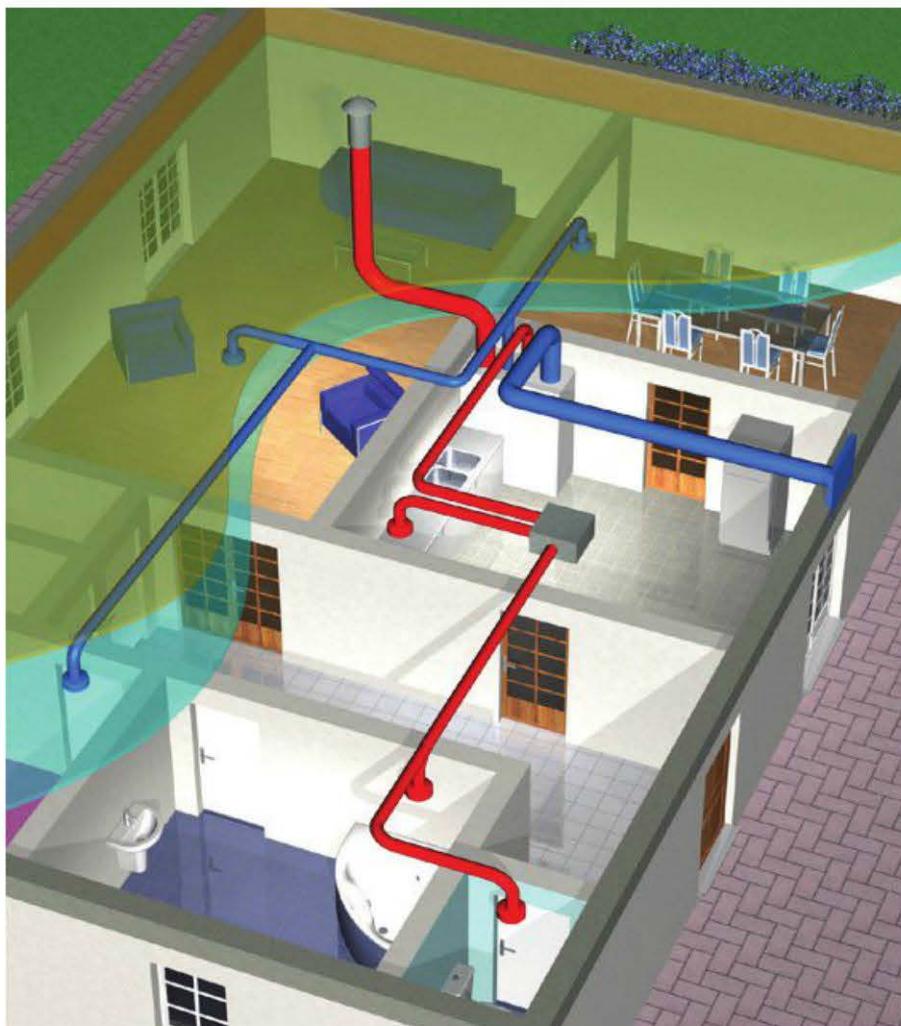


Figure 8 : Principe de fonctionnement d'une installation double flux habitat

Afin que l'air soufflé dans les locaux ne soit pas à une température trop faible et pour faire des économies d'énergie, la VMC double flux est dotée d'un échangeur thermique qui permet de préchauffer l'air neuf avant de l'introduire dans le bâtiment.



Figure 9 : Schéma de principe d'une centrale double flux

Ces échangeurs présentent un rendement pouvant aller de 50 à 95 %. On appelle généralement haute efficacité les échangeurs supérieurs à 80 ou 85 %. Ce rendement correspond à la capacité d'échange de chaleur entre l'air vicié extrait et l'air neuf.

Par exemple, si l'air extérieur est à 10 °C et l'air intérieur à 20 °C, soit un écart de 10 °C, un échangeur à 90 % récupère 90 % de l'écart soit 9 °C, l'air sera donc soufflé à 19 °C dans les locaux. Ces 9 °C sont autant de chauffage économisé et permettent de souffler de l'air moins froid que l'air extérieur (évite les sensations de courant d'air...). Plus le rendement est élevé, plus il y a échange de chaleur.

■ Performance énergétique

La ventilation double flux est généralement plus coûteuse (double réseau) et plus sensible à un éventuel manque d'entretien qu'un simple flux. En revanche, associée à un échangeur de chaleur, elle permet de récupérer l'énergie de l'air extrait et de limiter les déperditions. Son efficacité thermique n'est cependant avérée que si les conditions suivantes sont respectées :

- bonne étanchéité du bâti ;
- bonne étanchéité du réseau ;
- centrale et réseau installés en volume chauffé ;
- ventilateurs basse consommation installés.

À titre d'exemple, les tableaux 1 et 2 montrent comment une centrale haute efficacité 90 % peut voir cette performance dégradée par les conditions autour.

Tableau 1 : Perte d'efficacité du système de ventilation en fonction de l'isolation et de l'étanchéité des conduits pour une longueur de conduit moyenne (en maison individuelle)

Efficacité totale de l'installation (centrale à 90 % + réseaux)	Volume chauffé	Volume non chauffé
Conduits étanches (classe B) et hors volume chauffé, isolation 50 mm bien posée	80 %	60 %
Conduits assez étanches (classe A) et hors volume chauffé, isolation 50 mm bien posée	75 %	55 %
Conduits peu étanches (3 fois la classe A) et hors volume chauffé, isolation 50 mm mal posée ($R_{\text{theq}} = 0,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	65 %	45 %

Tableau 2 : Perte d'efficacité en fonction du système pour deux étanchéités bâti pour une longueur de conduit moyenne (en maison individuelle)

Efficacité (du système complet) en fonction de l'étanchéité du bâtiment	Q4Pa_surf = 0,6 m ³ / (h/m ²) à 4 Pa	Q4Pa_surf = 1,2 m ³ / (h/m ²) à 4 Pa
Conduits étanches (classe B) et en volume chauffé (efficacité 80 %)	65 %	55 %
Conduits peu étanches (3 fois la classe A) et hors volume chauffé, isolation 50 mm mal posée ($R_{\text{theq}} = 0,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) (efficacité 45 %)	35 %	30 %

■ Double flux et QAI

La ventilation double flux permet d'insuffler l'air neuf dans les pièces de vie et ainsi d'assurer leur bon renouvellement d'air, même si des défauts d'étanchéité du bâti viennent interférer sur le transfert de l'air.

Par ailleurs, elle permet de filtrer et prétraiter (préchauffer ou prérafraîchir) l'air neuf pour améliorer le confort.

OBSERVATION

En zone de fort encrassement (proximité de tunnel ou de nœud autoroutier, arbres à pollens, etc.), il est recommandé d'utiliser un préfiltre G4 en amont du filtre air neuf de la centrale pour limiter l'encrassement de ce dernier, réduire le coût des changements et permettre le maintien des débits soufflés.

Toutefois la ventilation double flux :

- nécessite une mise en œuvre et un entretien soigné (remplacement des filtres 1 à 2 fois par an, généralement après la saison des pollens) ;
- peut nécessiter un traitement acoustique pour ne pas provoquer de gêne due à la bouche d'insufflation dans les pièces de vie, et notamment les chambres.

2. La méthode de dimensionnement

2.1 Le choix des bouches d'extraction

Les bouches d'extraction sont définies logement par logement, et doivent être conçues pour que les débits repris soient conformes aux valeurs réglementaires.

Chaque pièce humide est équipée d'une bouche d'extraction.

Les bouches sont marquées afin de vérifier que la bouche installée est conforme au débit prévu. Prenons pour exemple le marquage « 5-30 » : on doit comprendre que lorsqu'une présence est détectée le volet s'ouvre et le débit est de 30 m³/h pendant 30 mn, sinon le débit est de 5 m³/h.

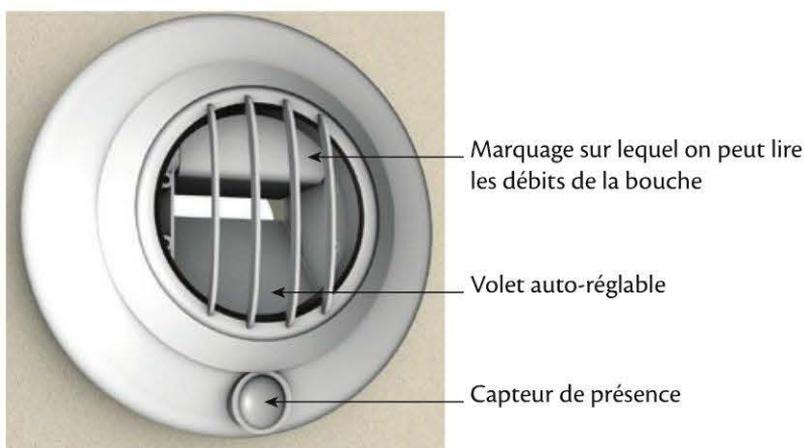


Figure 10 : Exemple de marquage sur une bouche d'extraction à détection de présence

■ Les bouches autoréglables

On détermine d'abord la bouche bi-débit cuisine à partir des débits minimaux cuisine et maximaux définis en fonction de la taille du logement (voir chapitre 4, « Tableau 1 : Débits extraits à atteindre dans chaque pièce de vie »). On détermine

ensuite les bouches à débit fixe à mettre en place dans chacune des pièces d'eau. On calcule le débit minimal total en sommant le débit minimal en cuisine aux débits des autres pièces humides, et l'on vérifie que le débit total est au moins égal au débit minimal total exigé par l'arrêté (voir chapitre 4, « Tableau 2 : Débits minimaux à respecter pour les systèmes classique »).

Si ce n'est pas le cas, le débit d'une ou plusieurs pièces humides doit être augmenté pour atteindre le débit total minimal demandé.

■ Les bouches hygroréglables

Les systèmes hygroréglables doivent toujours permettre d'atteindre les débits maximaux demandés par l'arrêté (voir chapitre 4, « Tableau 1 : Débits extraits à atteindre dans chaque pièce de vie »), mais les débits minimaux peuvent être réduits si le taux d'humidité est faible.

Chaque bouche d'extraction hygroréglable fait l'objet d'un marquage conforme au référentiel de la certification CSTBat ventilation hygroréglable. Ce marquage indique les débits minimum et maximum atteints en fonction de l'humidité et si c'est une bouche bi-débit, le débit maximal. Si le marquage est « 5-40/90 », c'est à dire que la bouche varie de 5 à 40 m³/h en fonction de l'humidité et passe à 90 m³/h en cas de grand débit demandé, temporisé. Le choix des bouches est donné dans l'Avis Technique (dimensionnement).

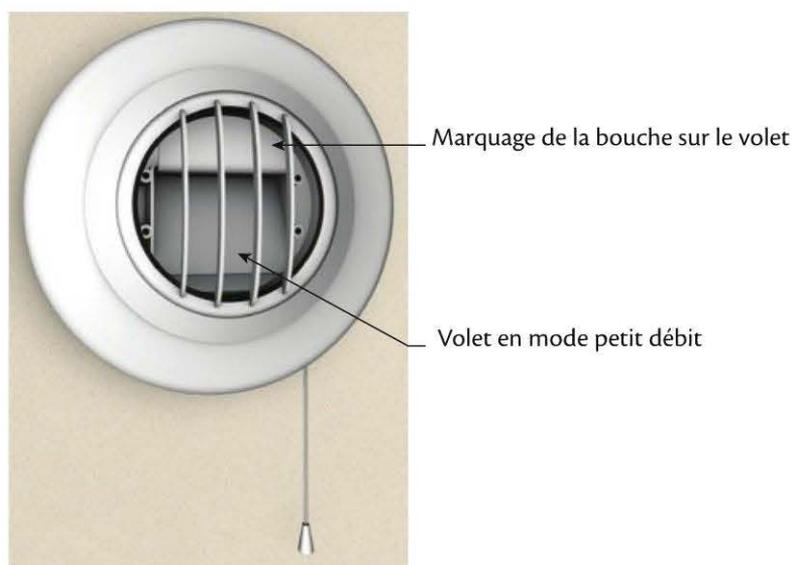


Figure 11 : Exemple de marquage sur une bouche hygroréglable

Le choix des bouches pour une ventilation hygroréglable se fait conformément aux prescriptions de l'Avis Technique du système choisi.

Un exemple de dimensionnement en hygroréglable est donné en annexe.

■ La ventilation double flux

Le cas de la ventilation double flux est traité spécifiquement dans le guide *Ventilation double flux dans le résidentiel* du CSTB.

■ Sélection acoustique des bouches

La performance acoustique des bouches d'extraction est définie par deux paramètres :

- le niveau sonore propre, régénéré par la vitesse de l'air passant dans la bouche L_w ;
- l'isolement acoustique d'un couple de bouche en bruit rose qui permet de réduire les risques de transmission de son entre logements situés sur une même colonne $D_{ne,w} + C$.

Tableau 3 : Classement des bouches de VMC (source : CSTB, Exemples de solutions acoustiques)

Type	Produit caractérisé au choix par	
	Certification NF ventilation mécanique contrôlée ou CSTBat ventilation hygroréglable	Essai de type de moins de 10 ans
ESA 4	$L_w \leq 38$ $55 \leq D_{ne,w} + C$	$L_w \leq 36$ $57 \leq D_{ne,w} + C$
ESA 5	$L_w \leq 36$ $55 \leq D_{ne,w} + C$	$L_w \leq 34$ $57 \leq D_{ne,w} + C$
ESA 6	$L_w \leq 34$ $59 \leq D_{ne,w} + C$	$L_w \leq 32$ $61 \leq D_{ne,w} + C$
ESA 4+	$L_w \leq 38$ $58 \leq D_{ne,w} + C$	$L_w \leq 36$ $60 \leq D_{ne,w} + C$
ESA 5+	$L_w \leq 36$ $58 \leq D_{ne,w} + C$	$L_w \leq 34$ $60 \leq D_{ne,w} + C$
ESA 6+	$L_w \leq 34$ $62 \leq D_{ne,w} + C$	$L_w \leq 32$ $64 \leq D_{ne,w} + C$

La notion « Essai de type... » suppose que l'essai a été réalisé par un laboratoire accrédité reconnu par le COFRAC, suivant les normes en vigueur.

Les performances acoustiques du produit se traduisent par les indices $D_{ne,w} + C$ en dB et L_w en dB(A) et résultent de mesures en laboratoire conformes aux normes NF EN 13141-1, NF EN ISO 10140 et NF EN ISO 3741.

Les exemples de solutions acoustiques du CSTB indiquent les bouches à utiliser pour respecter les exigences de la Nouvelle réglementation acoustique, NRA (voir chapitre 4, « 2. Réglementation acoustique »), en fonction :

- de la surface de la cuisine et de son éventuelle ouverture sur séjour ;
- de la taille du collecteur (de la colonne de VMC desservie).

Tableau 4 : Exigences relatives aux bouches de VMC

Type de cuisine (de surface S)	Collecteur commun à deux cuisines superposées	
	Collecteur Ø 315 ou plus	Collecteur Ø 200 ou 250
Cuisine fermée		
$S \leq 10 \text{ m}^2$	Bouche ESA 5	Bouche ESA 5+
$S > 10 \text{ m}^2$	Bouche ESA 4	Bouche ESA 4+
Cuisine ouverte sur séjour		
$S < 20 \text{ m}^2$	Bouche ESA 6	Bouche ESA 6+
$20 \leq S < 30 \text{ m}^2$	Bouche ESA 5	Bouche ESA 5+
$S \geq 30 \text{ m}^2$	Bouche ESA 4	Bouche ESA 4+

Ainsi, pour le studio du rez-de-chaussée dans l'exemple ci-dessous, la cuisine est ouverte sur séjour et la pièce inférieure à 20 m^2 . Si la colonne lorsqu'elle sera dimensionnée est en diamètre 250, on devra utiliser une bouche classée ESA 6+.

■ Exemple

Au fil de la méthode de conception, l'exemple ci-dessous sera utilisé pour illustrer les prescriptions indiquées. Le bâtiment est un R+5 et le dimensionnement est ici fait en autoréglable.

Les débits indiqués respectent les prescriptions de l'arrêté de 82.

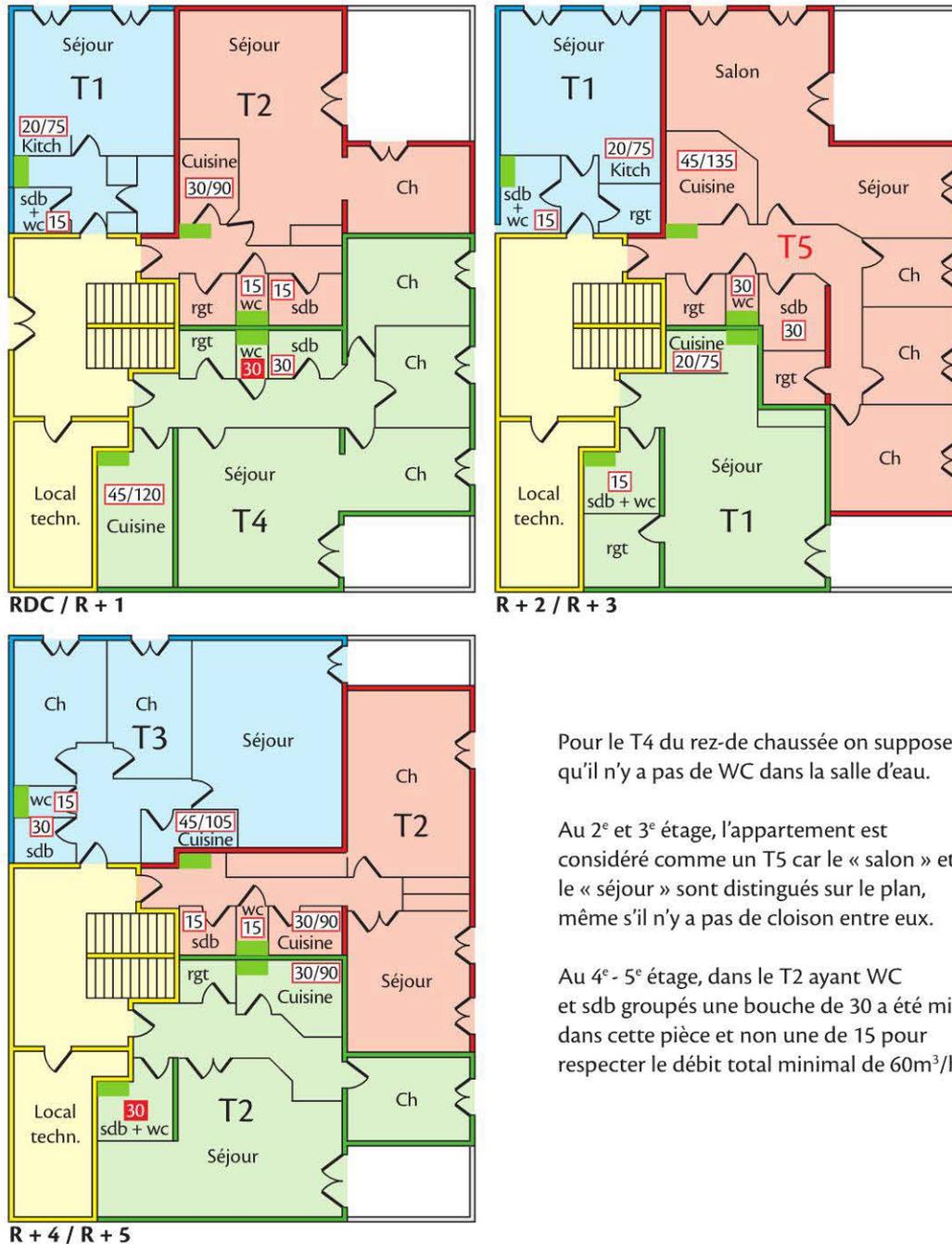


Figure 12 : Exemple de dimensionnement - positionnement des bouches d'extraction

2.2 Le choix des entrées d'air

DTU 68.3 P1-1-1 §5.1.4 et P1-1-2 §5.1.2

Les entrées d'air sont dimensionnées logement par logement. Les exigences sur les entrées d'air sont précisées dans les paragraphes p1-1-1 §5.1.4 et P1-1-2 §5.1.2 du NF DTU 68.3.

Les entrées d'air doivent être dimensionnées pour satisfaire l'équilibre entre la somme des débits massiques d'air neuf entrants (par les entrées d'air et les infiltrations) et la somme des débits massiques sortants.

Toutes les pièces principales doivent être munies d'au moins une amenée d'air répondant aux exigences acoustiques de la façade considérée. L'objectif est de respecter le principe de ventilation par balayage depuis les pièces principales jusqu'aux pièces de service.

Les entrées d'air sont caractérisées par :

- leur nature : fixe, autoréglable ou hygroréglable ;
- leur module ;
- leur isolement acoustique $D_{n,w} + C_{tr}$ et leur niveau de puissance acoustique L_w .

Le débit de fuite à prendre en compte est défini dans le DTU 68.3 (p1-1-1 §5.1.2) et dépend du type de logement.

Ces valeurs de débit correspondent à des bâtiments très performants en termes d'étanchéité à l'air (standard passif : $n_{50} \approx 0,6$).

Tableau 5 : Valeur du débit de fuite à prendre en compte pour le dimensionnement des entrées d'air

Valeur du débit de fuite (Q_f) sous 20 Pa à prendre en compte pour le dimensionnement des entrées d'air (m^3/h)		
Nombre de pièces	Immeuble collectif	Maison individuelle
1	20	30
2	30	45
3	40	60
4	50	75
5	60	90
6	70	105
7	80	120

OBSERVATION

De nombreux dysfonctionnements sont constatés sur chantier sur les entrées d'air : 24 % de défauts sur 1256 logements contrôlés. Elles sont souvent : obturées ou non découpées, interchangeées ou mélangées, présentes dans les pièces humides ou absentes des pièces principales... Enfin, les capots extérieur et intérieur sont souvent inversés, l'air neuf doit être dirigé en direction du plafond à l'intérieur des logements pour éviter les inconforts.

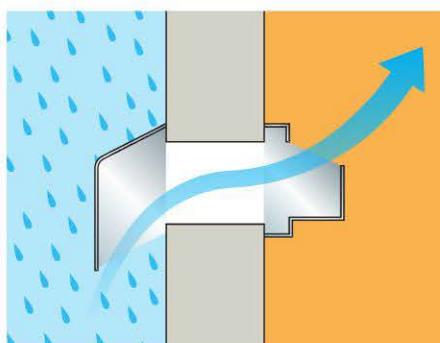


Figure 13 : Schéma de montage

■ Pour les systèmes autoréglables

Les entrées d'air autoréglables sont caractérisées par leur module, c'est-à-dire par le débit qui les traverse lorsque la différence de pression de part et d'autre de l'entrée d'air est égale à 20 Pa.

Il existe des entrées d'air ayant des modules de 15, 22, 30 et 45 m³/h, mais le module 15 est assez rare. Le module 45, plus gros, est rarement utilisé en logement, on dimensionne donc généralement avec des modules 22 et 33. Or l'écart de prix entre ces derniers est nul et l'impact d'une variation de module d'entrée d'air est très faible sur le calcul thermique.

En pratique, il est donc préférable de privilégier l'utilisation d'un seul module sur un même chantier pour éviter le « mélange des entrées d'air ». On dimensionne les entrées d'air d'un logement de telle sorte que, sous une dépression de 20 Pa, la somme des débits traversant les entrées d'air (donc la somme des modules) et du débit de fuite soit supérieure ou égale au débit maximal extrait. Le débit de fuite étant minimisé (cf. annexe 2), on s'assure ainsi que les entrées d'air suffiront à faire passer le grand débit lorsque nécessaire.

Chaque pièce principale doit être équipée au moins d'une entrée d'air, la somme des modules de ces entrées d'air devant être supérieure ou égale à 22 m³/h.

■ Sélection acoustique des entrées d'air

Exemples de solutions acoustiques

Les *Exemples de solutions acoustiques*. Réglementation acoustique 2000 établis par le CSTB permettent de choisir la performance acoustique des entrées d'air selon l'isolement de façade visé. En général, ce dernier est de 30 dB, mais il peut être supérieur en cas de façades donnant sur des voies classées (voir chapitre 4, « 2. Réglementation acoustique »).

Il existe 5 classes de performance pour les entrées d'air (tableau 6).

Tableau 6 : Classement des entrées d'air (source : *Exemples de solutions acoustiques*, janvier 2014)

Type	Produit caractérisé au choix par		
	Certification NF ventilation mécanique contrôlée ou CSTBat ventilation hygroréglable	Essai de type de moins de 10 ans *	Description
ESA 4	$36 \leq D_{new} + C$	$38 \leq D_{new} + C$	—
ESA 5	$39 \leq D_{new} + C$	$41 \leq D_{new} + C$	—
ESA 6	$41 \leq D_{new} + C$	$43^{**} \leq D_{new} + C$	—
ESA 7	$45^{**} \leq D_{new} + C$	$47^{**} \leq D_{new} + C$	—
ESA 8	$48^{**} \leq D_{new} + C$	$50^{**} \leq D_{new} + C$	—

* La notion "Essai de type..." suppose que l'essai a été réalisé par un laboratoire accrédité reconnu par le COFRAC, suivant les normes en vigueur.

** En 2013, ces performances ne peuvent être obtenues qu'avec des entrées d'air murales (en maçonnerie).

Pour les entrées d'air en façade, la performance du produit se traduit par l'indice $D_{new} + C_{tr}$ en dB et résulte d'une mesure en laboratoire conforme à la norme NF EN 13141-1 et à la série de normes NF EN ISO 10140.

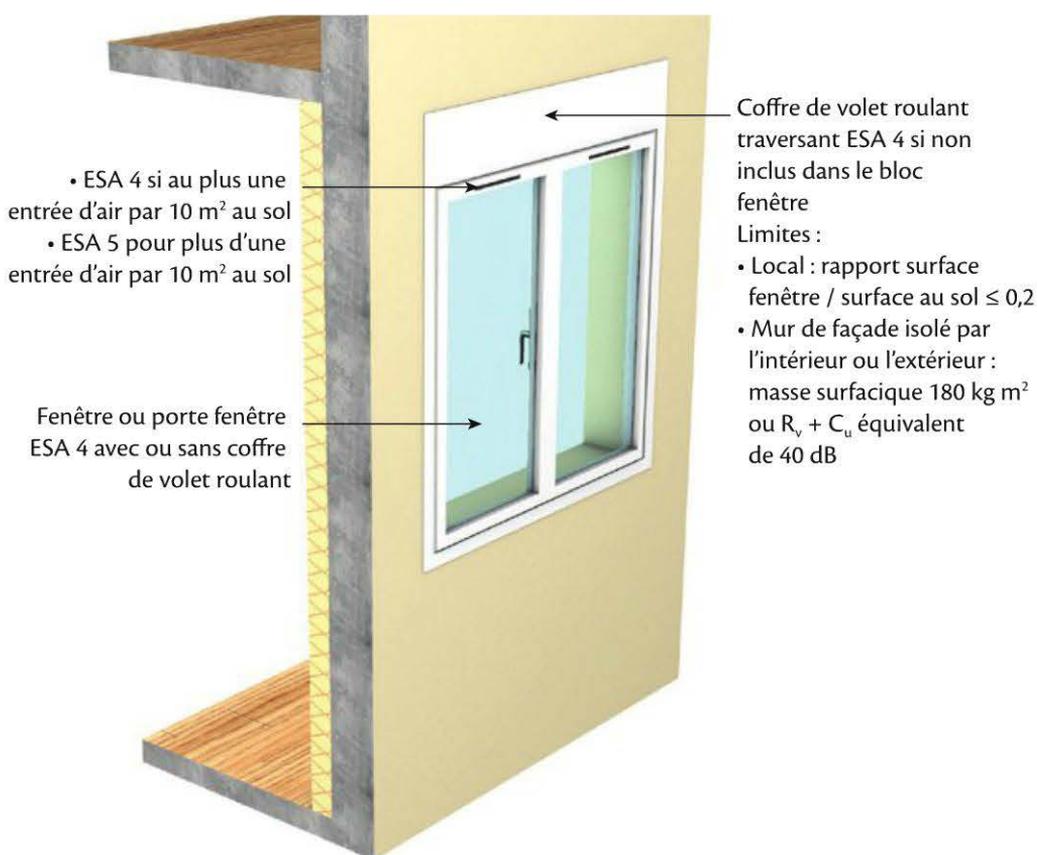


Figure 14 : Exigences sur les entrées d'air pour un isolement de façade de 30 dB
(source : CSTB, Exemples de solutions acoustiques)

Ainsi, dans le studio du rez-de-chaussée de notre exemple, du fait que nous avons 3 entrées d'air module 30 pour une pièce bien inférieure à 30 m², on devra utiliser des entrées d'air classées ESA 5.

■ Pour les systèmes hygroréglables

Les entrées d'air sont placées conformément aux spécificités décrites dans l'Avis Technique du système.

Les entrées d'air hygroréglables sont testées conformément à la norme NF EN 13141-9 pour déterminer leurs caractéristiques hygroaérauliques à une dépression ΔP .

Un exemple de dimensionnement pour un système hygroréglable est donné en annexe.

■ Pour les systèmes double flux

Pas d'entrées d'air mais des bouches d'insufflation qu'il faudra répartir entre les pièces de vie. La future partie 4 de la norme NF DTU 68.3 fixera les règles à respecter dans ce cas, en attendant les recommandations du guide *Ventilation double flux dans le résidentiel* du CSTB peuvent être utilisées.

■ Exemple

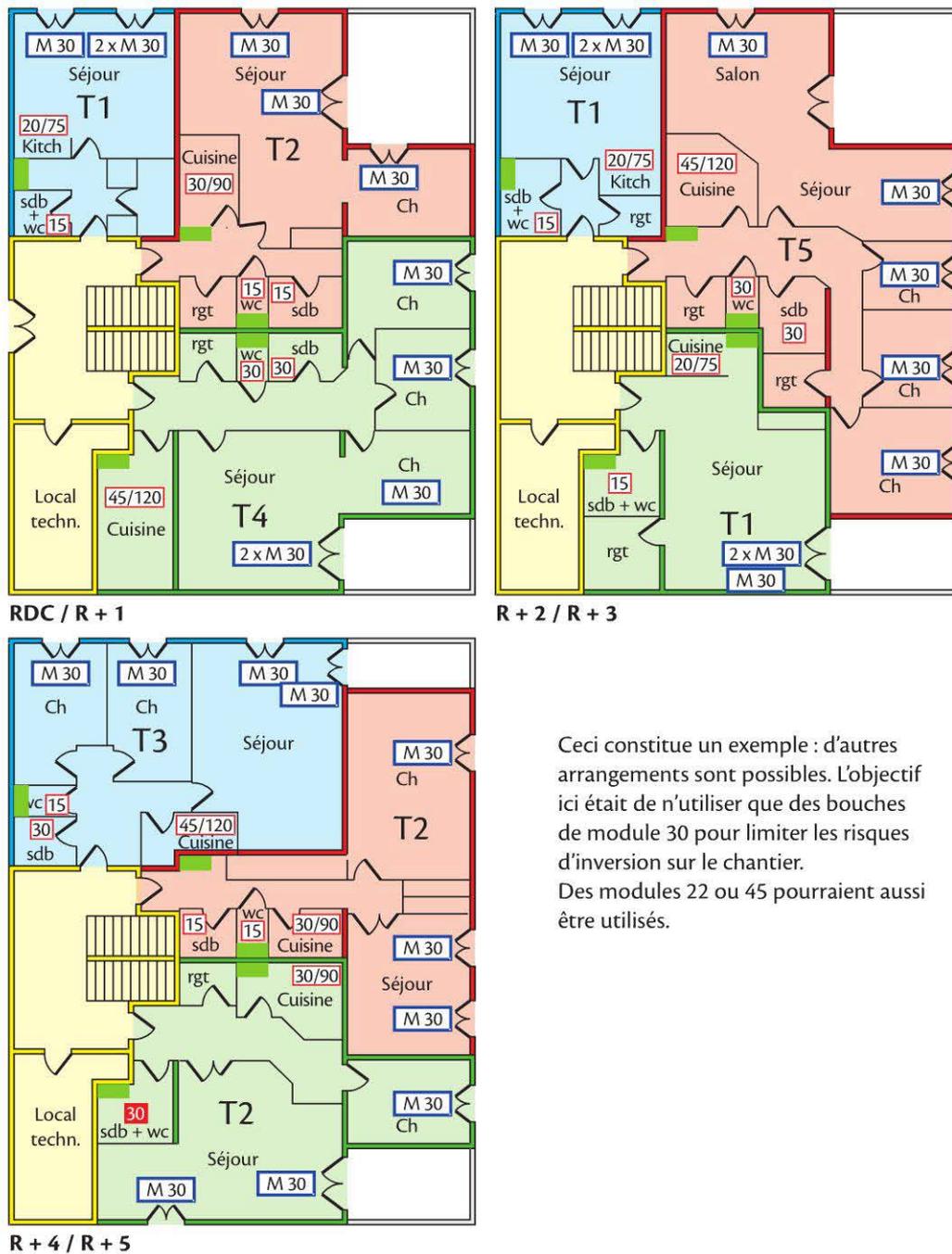


Figure 15 : Exemple de dimensionnement - positionnement des entrées d'air

2.3 Les passages de transit

DTU 68.3 P1-1-1 §6.2 et P1-1-2 §5.1.3

Le bon fonctionnement du principe de balayage doit être garanti même portes fermées. Les exigences sur les passages de transit sont définies dans la P1-1-1 §6.2 et P1-1-2 §5.1.3 du DTU 68.3.

En théorie, les passages de transit doivent être dimensionnés de façon à ce que la différence de pression de part et d'autre de la ou des portes en position fermée soit :

- < 5 Pa pour le débit maximal de bouche d'extraction pour les portes desservant les pièces de service ;

- < 2,5 Pa pour un débit d'air égal à la somme des modules des entrées d'air de la pièce pour les autres portes.

En pratique, un détalonnage de 2 cm sous la porte de cuisine (ou 2 x 1 cm si la cuisine est équipée de deux portes) et de 1 cm sous les portes de toutes les autres pièces est réputé satisfaire les conditions ci-dessus.

2.4 Le dimensionnement des réseaux

■ Les différents types de réseaux

Les réseaux peuvent être de différents types selon les installations concernées, chaque type faisant l'objet de différents types de montage pour respecter les objectifs d'étanchéité recherchés.

C'est la norme NF DTU 68.3, partie P1-2 « Critères généraux de choix des matériaux » qui précise quels matériaux sont employables selon les installations, et qui donne les exigences de performance de ces matériaux.

On distingue en conception les réseaux :

- rigides : en aluminium (par exemple en VMC gaz), acier galvanisé ou acier inoxydable. En maison individuelle, on peut aussi employer des réseaux rigides en plastique ;

Tableau 7 : Usage d'acier galvanisé dans les installations de VMC collectives (source : DTU 68.3 P1-2)

	Conduits horizontaux		Conduits verticaux	Conduits de liaison	Conduits de raccordement
Conduits ne desservant pas d'appareil à gaz raccordé	Oui *		Oui	Oui	Sans objet
Conduits accessibles desservant ** des appareils à gaz	Combles	Terrasse	Non	Non	Non
	Non	Oui			
Conduits non accessibles desservant ** des appareils à gaz	Non		Non	Non	Non

*. Les risques de corrosion étant plus importants en zone marine ou industrielle, les documents particuliers du marché (CPM) peuvent, pour de telles situations, interdire l'emploi d'acier en terrasse.

**.. On entend par là l'ensemble des conduits véhiculant des produits de combustion d'appareils à gaz raccordés.

- semi-rigides : généralement en plastique, ces réseaux permettent une installation plus simple dans le logement et ont généralement des dispositifs intégrés assurant l'étanchéité à leur extrémité. Semi rigides, ils peuvent être légèrement courbés pour faciliter la desserte des différentes bouches ;
- flexibles : ces réseaux sont acceptés en conduit de liaison en collectif où il s'agit alors de flexible aluminium. Ils sont tolérés en réseau de maison individuelle dès lors que leur longueur maximale est de 6 m et que le réseau n'a pas plus de 3 coudes. Ils sont désormais interdits pour desservir plusieurs étages d'une maison, la desserte verticale devra être en rigide ou semi-rigide.

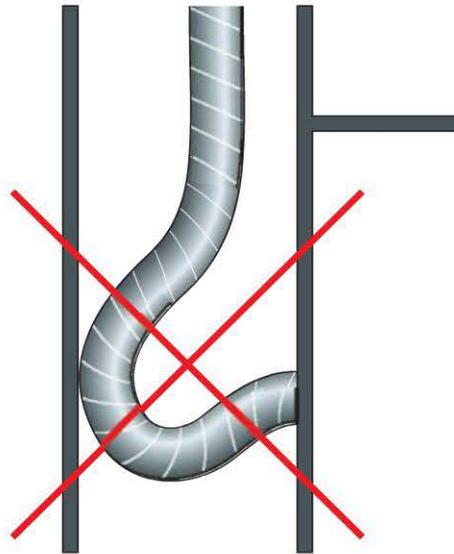


Figure 16 : En vertical, un conduit flexible se détend et crée des coudes supplémentaires

De plus, si des conduits flexibles sont utilisés, ces conduits ne doivent pas présenter d'aplatissements susceptibles de réduire de façon importante les débits extraits.

Quel que soit le conduit choisi, le concepteur devra veiller :

- à prévoir l'entretien des réseaux (NF EN 12097), notamment en collectif par des bouchons démontables en pied de conduit, des trappes de visite en gaine et des accès aux éléments clés du réseau collecteur horizontal depuis les parties communes ;
- à assurer correctement la fixation et le supportage des réseaux, conformément à l'EN NF EN 12236, *Ventilation des bâtiments - Supports et appuis pour réseau de conduits - Prescriptions de résistance* (indice de classement : E51-721).

OBSERVATION

Une bonne tenue mécanique est nécessaire au maintien d'une bonne étanchéité dans le temps. Une fixation par étage *a minima* (le passage de dalle n'en fait pas office) est à prévoir.

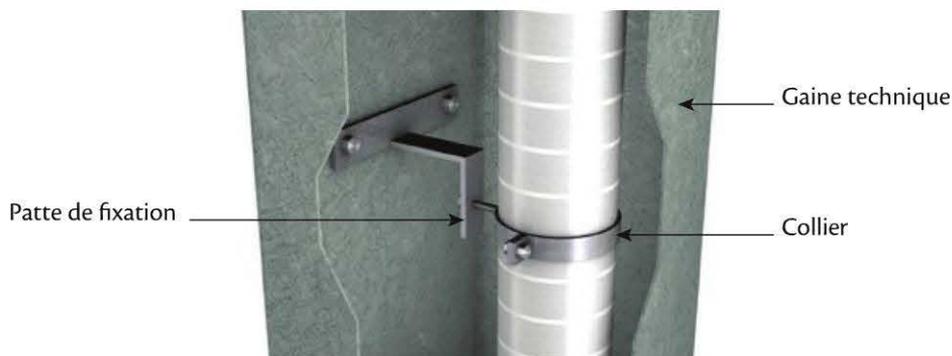


Figure 17 : Exemple de fixation par étage d'une colonne en collectif

- à assurer l'étanchéité des réseaux.

Enfin, l'utilisation de gaine isolée est obligatoire pour toutes les portions de conduit se situant hors volume chauffé :

- pour raison thermique sur les réseaux de soufflage (la résistance thermique minimale de la gaine est de $1,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, soit 50 mm d'isolation standard au minimum),
- pour éviter les condensations sur les réseaux de rejet (la résistance thermique minimale de la gaine est de $0,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, soit 25 mm d'isolation standard au minimum).

■ Positionnement des colonnes en collectif

DTU 68.3 P1-1-1 §5.1.7, P1-1-2§7.4.4

Le positionnement des colonnes doit permettre de respecter les exigences des paragraphes p1-1-1 §5.1.7, p1-1-2§7.4.4 du DTU 68.3.

Si, dans un logement de bâtiment collectif, les bouches d'extraction sont raccordées à plusieurs extracteurs, le fonctionnement de ceux-ci doit être asservi pour se couper en cas d'arrêt accidentel de l'un d'entre eux.

Par ailleurs, pour limiter les transmissions phoniques entre les logements, une même colonne peut desservir plusieurs étages (plusieurs appartements), mais à un étage donné, elle ne dessert qu'un seul logement. Une distance verticale d'au moins 1,20 m entre les raccordements desservant des logements différents permet de satisfaire les exigences acoustiques, ce qui dans la pratique devient donc une hauteur d'étage. Des exceptions peuvent exister, sous réserve de l'emploi de « rupteurs acoustiques » adaptés (sous Avis Technique).

De plus, le dimensionnement doit être fait de façon à ne pas dépasser une vitesse de 6 m/s en partie horizontale, 5 m/s en partie verticale et 4 m/s dans le logement. Cette limitation de vitesse permet de limiter les régénérations du bruit provoqué par le passage de l'air dans le réseau.

Un traitement supplémentaire peut être apporté au ventilateur (silencieux) et ce dernier doit être installé avec des dispositifs antivibratiles (manchettes souples, plots ou suspension souple en individuel) afin de limiter les vibrations.

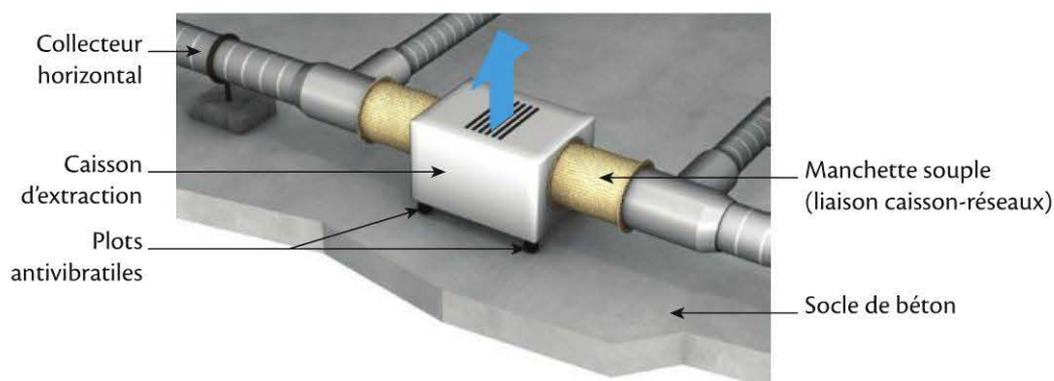


Figure 18 : Raccordement du ventilateur, désolidarisation antivibratile, en collectif

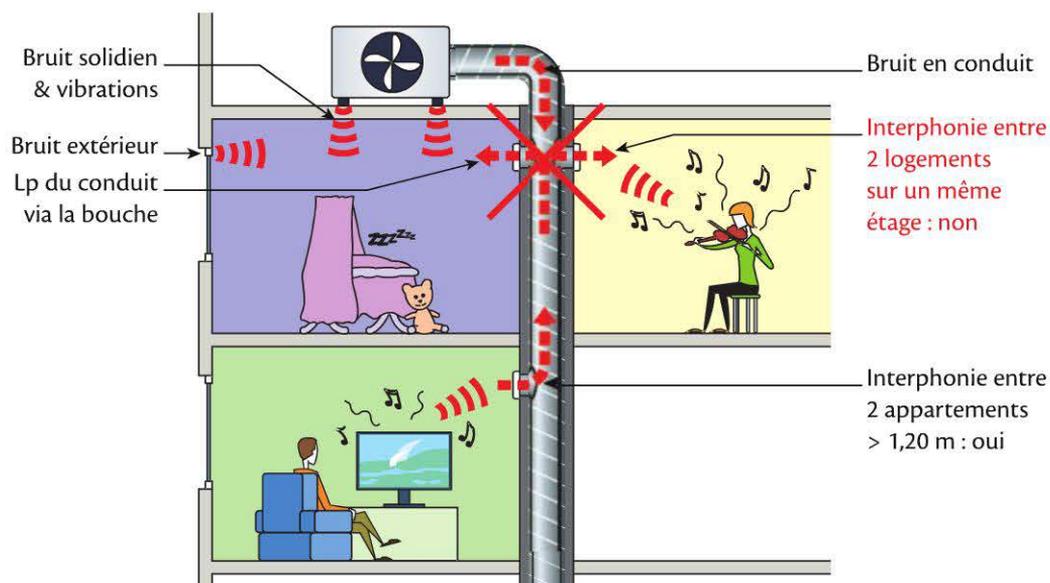
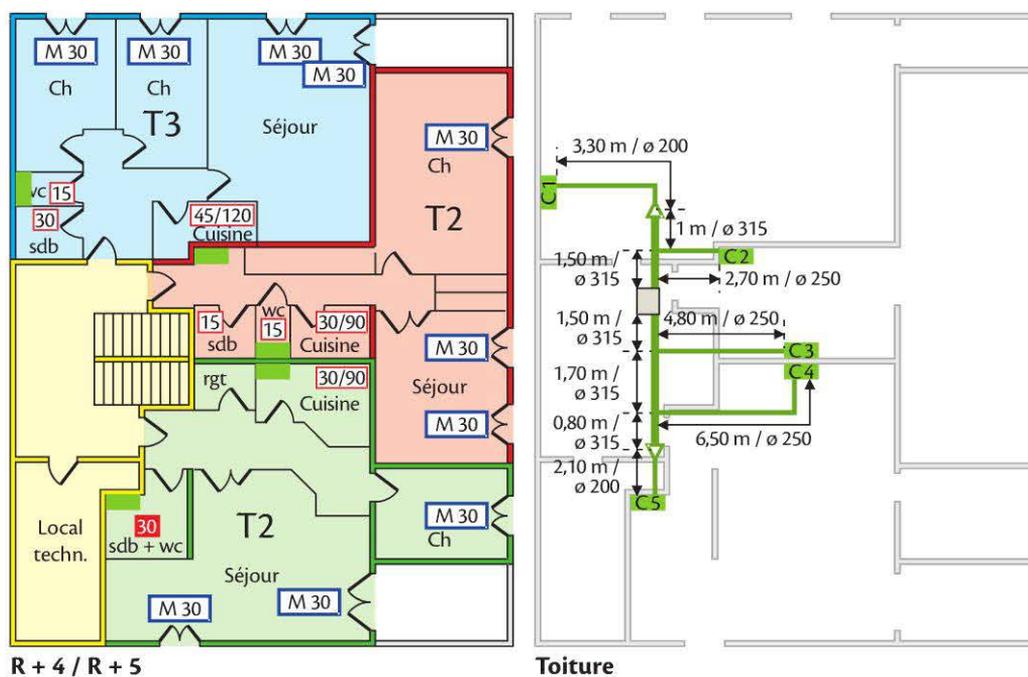


Figure 19 : Interphonie et modes de propagation du bruit en logement

Enfin, si un ventilateur à deux ouïes est utilisé (c'est-à-dire avec deux entrées d'air raccordées), le réseau doit être conçu, et le ventilateur positionné pour que le rapport entre le plus grand des débits et le plus petit soit inférieur à 1,5 (l'alimentation en air de la turbine doit être équilibrée pour un bon fonctionnement).

■ Exemple du dimensionnement en collectif



Une même colonne ne pouvant desservir deux logements à un même étage, deux colonnes (C3 et C4) sont créées au même niveau.

Figure 20 : Exemple de dimensionnement - positionnement des colonnes

■ Calcul de foisonnement

DTU 68.3 P1-1-1 §5.1.8 et P1-1-2 §5.1.4

Le principe du foisonnement est détaillé dans le §5.1.8 de la P1-1-1 et dans le §5.1.4 de la P1-1-2 du DTU 68.3.

Le calcul de foisonnement ne s'applique qu'aux bâtiments collectifs. Il suppose que l'ensemble des dispositifs à débit variable d'une colonne ne sont pas tous simultanément à leur débit maximal. Il permet de dimensionner le réseau et le ventilateur à une valeur de débit réaliste statistiquement et non au débit maximal (somme des maxima).

Les dispositifs concernés par le foisonnement sont les dispositifs temporisés (entre 20 et 30 min) ou asservis à un paramètre physique (humidité, CO₂, etc.). Les dispositifs dont le débit est modifié manuellement et sans temporisation ne sont pas concernés par le foisonnement.

Le débit foisonné est calculé au droit de chaque bouche. Dans un premier temps, on détermine pour chaque colonne le coefficient de foisonnement (k). Il dépend du nombre (N) de dispositifs concernés par le foisonnement et raccordés à cette colonne.

La relation entre k et N est donnée par le tableau 8.

Tableau 8 : Coefficient de foisonnement en fonction du nombre de dispositifs

N	k
1 à 3	1
4	0,8
5	0,6
6 et plus	0,5

Puis, pour chaque bouche, le débit de foisonnement est calculé en appliquant la formule :

$$Q_{df} = k \times Q_{Mf} + (1-k) \times Q_{mf}$$

Ceci revient à compter k bouches en grand débit, et « 1 – k » bouches en petit débit.

Pour une ventilation autoréglable :

- Q_{mf} est :
 - le débit minimal de la bouche pour les bouches bi-débit,
 - le débit d'une bouche simple débit ;
- Q_{Mf} est :
 - le débit maximal de la bouche pour les bouches bi-débit,
 - le débit d'une bouche simple débit.

On calcule ensuite le débit maximal foisonné de la colonne et le débit maximal foisonné du réseau avec les relations suivantes :

$$Q_{\text{maxcolonne}} = \sum_{\text{colonne}} Q_{df}$$

$$Q_{\text{maxréseau}} = \sum_{(\text{Toutes les colonnes})} Q_{\text{maxcolonne}}$$

Débites réglementaires répartis par colonne



Débites foisonnés



Figure 21 : Calcul du foisonnement dans notre exemple « fil rouge »

En prenant en compte le foisonnement, le débit maximal foisonné est de 2 010 m³/h contre 2 310 m³/h sans foisonnement.

OBSERVATION

Avant la publication de la norme NF DTU 68.3 en juin 2013, il n’y avait pas de foisonnement pris en compte en simple flux autoréglable, les réseaux étaient dimensionnés au débit maximal. Or, sur des caissons à vitesse de rotation constante, l’obtention des conditions de débit pression au petit et au grand débit est parfois difficile à obtenir : plus l’écart entre les deux est grand, plus on a du mal à trouver un ventilateur ayant une courbe appropriée.

Cas particulier : la ventilation hygroréglable

Dans le cas des bouches hygroréglables, les débits foisonnés à prendre en compte pour le dimensionnement sont fournis directement dans l’Avis Technique. Le foisonnement est utilisé à la fois pour le débit minimal et pour le débit maximal. Ils sont calculés de la façon suivante (§4.3.2.2 du e-Cahier du CSTB n° 3615) :

- les débits minimaux foisonnés (Q_{mf}) à prendre en compte sont les débits à 35 % d’humidité relative par bouche. Le débit minimal foisonné est en général différent du débit minimal de la bouche ;

- les débits maximaux foisonnés (Q_{mf}) sont :
 - le débit à 60 % d'humidité relative pour les bouches hygroréglables non temporisées,
 - le maximum entre Q_{temp} et le débit à 60 % d'humidité relative pour les bouches temporisées.

Le débit maximal à prendre en compte pour le dimensionnement du groupe d'extraction est calculé comme pour les bouches autoréglables avec la formule :

$$Q_{df} = k \times Q_{Mf} + (1-k) \times Q_{mf}$$

Le coefficient de foisonnement (k) est déterminé de la même manière que pour les systèmes autoréglables.

Les dispositifs concernés par le foisonnement sont donc les bouches autoréglables bi-débit temporisées (avec une temporisation comprise entre 20 et 30 min) et les bouches hygroréglables.

■ Étanchéité des réseaux

Le débit de fuite défini pour chaque système doit être appliqué au droit de chaque bouche (DTU 68.3 P1-1-1 §5.1.9, P1-1-2 §5.1.5).

OBSERVATION

Avant la publication de la norme NF DTU 68.3, on dimensionnait avec 10 % du débit maximal pour les fuites par défaut, mais on passe maintenant à 12 % du débit foisonné. Cependant, le DTU encourage la mise en place de réseaux étanches et rappelle que c'est un élément clé de la conception.

Le réseau sera dimensionné en intégrant, au droit de chaque bouche d'extraction, une valeur de débit de fuite sur le calcul du débit foisonné Q_{df} de la bouche. Cette valeur pourra être :

- de 12 % par défaut ;
- ramenée à 5 % du débit foisonné de la bouche, dans le cas d'utilisation, sur la totalité du réseau, d'accessoires à joint de classe C au minimum, et du respect de la mise en œuvre (voir annexe C du DTU 68.3, P1-1-1) ;
- ramenée à la classe d'engagement retenue, en cas de démarche qualité sur l'étanchéité des réseaux.

En collectif, on utilise des réseaux en acier galvanisé, de préférence avec accessoire à joint afin de limiter les fuites des réseaux.

L'annexe C de la norme NF DTU 68.3, P1-1-1 impose plusieurs règles de mise en œuvre pour bénéficier d'un taux de fuite forfaitaire de 5 %, notamment :

- l'utilisation de mastic est acceptée en extérieur avec le complément d'une bande adhésive adaptée (protection contre les UV, la température, etc.). Cependant, la bande adhésive n'a pas fonction d'étanchéité ;
- il est interdit de faire des piquages express afin de limiter les fuites ;
- une tenue mécanique doit être faite par l'utilisation de vis ou de rivet possédant une tête étanche (ou mastiquée) ou clip (système *plug and play*) ;
- l'étanchéité de la jonction conduit/paroi doit avoir *a minima* une manchette de raccordement ou un dispositif équivalent. Cependant, elle ne doit pas être fixée contre le mur afin de permettre le nettoyage (amovible).

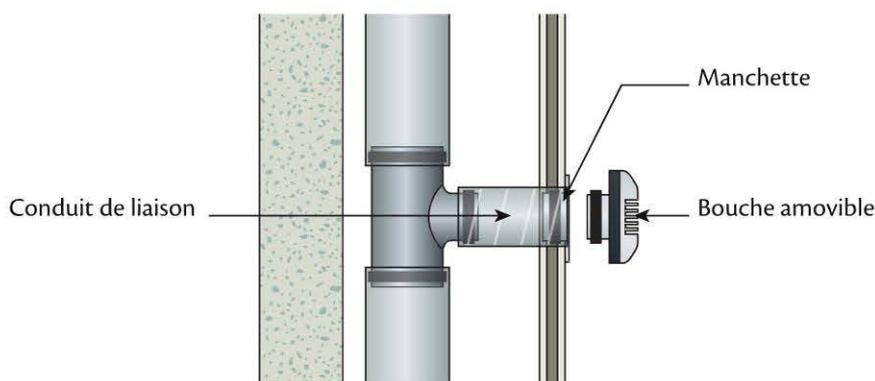


Figure 22 : Exemple de mise en œuvre étanche d'une bouche

■ Cas particulier de la reprise d'un réseau existant

Le concepteur peut reprendre un réseau existant de ventilation ou de cheminée pour faire son réseau de VMC. Il doit alors prévoir :

- un diagnostic visuel (vacuité, étanchéité à l'air et propreté) ;

ATTENTION

La reprise de réseaux existants est considérée comme une installation neuve de VMC et dépend donc des exigences de la norme NF DTU 68.3.

- que les conduits *shunts* ou conduits individuels peuvent avoir des caractéristiques (étanchéité à l'air, perte de charge) « notablement différentes de celles des conduits habituellement utilisés pour la réalisation des installations de VMC. Il convient dans ce cas de rétablir les niveaux de performance compatibles avec les règles de dimensionnement ». La norme NF DTU 68.3, P1-1-2, §5.1.5.2 rappelle ici la responsabilité liée au choix d'un conduit potentiellement fuyard.

En cas de réutilisation d'un réseau VMC métallique existant ou *shunt*, le concepteur peut :

- prévoir une mesure d'étanchéité (selon FD E51-767), auquel cas :
 - si le débit de fuite mesuré est supérieur ou égal à 30 % du débit nominal réduit, il faut proscrire la réutilisation du conduit en l'état,
 - s'il est inférieur à 30 %, il faudra répartir la valeur mesurée à chaque bouche, au prorata du débit foisonné lors du dimensionnement du réseau ;
- si aucune mesure n'est prévue :
 - en conduit métallique, le concepteur prendra un débit de fuite forfaitaire de 30 % du débit nominal réduit qu'il répartira au prorata du débit foisonné aux différentes bouches,
 - en conduit *shunt*, le concepteur prendra un débit de fuite forfaitaire conforme au calcul de la norme NF E 51-766.

■ Exemple 1

Prenons une petite installation de VMC sur 8 appartements dont les caractéristiques sont :

- débit minimum : $Q_m = 840 \text{ m}^3/\text{h}$;
- débit foisonné : $Q_{df} = 1\,320 \text{ m}^3/\text{h}$ sans les fuites.

Le débit de fuite à prendre en compte sera :

- en neuf, forfaitaire : $12 \% \times 1\,320 = 158 \text{ m}^3/\text{h}$;
- en reprise d'un conduit métallique existant, sans mesure : $30 \% \times 840 = 252 \text{ m}^3/\text{h}$ (soit 59 % de plus qu'en neuf).
- si on reprend le calcul en cas de reprise d'un conduit shunt, selon la norme NF E 51-766, il faut rajouter à chaque bouche de l'installation une section complémentaire correspondant aux fuites :
 - pour une bouche cuisine : $A_{\text{fuite}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$,
 - pour une bouche sanitaire : $A_{\text{fuite}} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$,
 - soit pour notre installation au total : $A_{\text{fuite}} = 8 \times (4 + 2 \times 3) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 80 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

Pour revenir en débit, la norme propose ensuite les formules suivantes :

$$C_{\text{fuite},i} = C_d \times \left(\frac{2}{\rho_{\text{air}}}\right)^n \times A_{\text{fuite},i}$$

$$q_{\text{fuite},i} = C_{\text{fuite},i} \times |\Delta P_{b,i,t}|^n$$

avec un coefficient $n = 0,6$.

Pour un coefficient de décharge des bouches $C_d = 0,6$, on obtient alors $C_{\text{fuite}} = 0,0065$, soit un débit de fuite de $493 \text{ m}^3/\text{h}$, soit 3 fois plus de fuites qu'en neuf.

OBSERVATION

L'objectif de la norme NF DTU n'est pas de pénaliser les calculs mais de prévenir les nombreux dysfonctionnements constatés en rénovation directe sur *shunt* où les pressions et les débits ne sont pas atteints. En cas de reprise de conduit *shunt*, il est essentiel de réaliser une mesure des fuites et de traiter le conduit si nécessaire. De nouvelles techniques, comme la pulvérisation de film d'étanchéité, commencent à apparaître pour traiter ces problèmes.

Exemple 2

Reprenons notre exemple en collectif. L'application d'un débit de fuite de 12 % à l'exemple conduit aux débits de la figure ci-dessous.

Débits de fuites
Fuite 1,1

	1		2		3		4		5		
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
	16,8	16,8	33,6	33,6	50,4	84	34	33,6	33,6	100,8	33,6
	16,8	16,8	33,6	33,6	50,4	84	34	33,6	33,6	100,8	33,6
	16,8	16,8	22,4	71,7	50,4	101	34	33,6	33,6	33,6	22,4
	16,8	16,8	22,4	71,7	50,4	101	34	33,6	33,6	33,6	22,4
	16,8	16,8	22,4	71,7	33,6	67,2	16,8	16,8	16,8	16,8	33,6
	16,8	16,8	22,4	71,7	33,6	67,2	16,8	16,8	33,6	33,6	33,6
	16,8	16,8	22,4	71,7	33,6	67,2	16,8	16,8	33,6	33,6	50,4
	16,8	16,8	22,4	71,7	33,6	67,2	16,8	16,8	33,6	33,6	50,4
TOTAL											
Min colone	258		269		336		246		201,6		1310
Max colone	455		504		470		452		369,6		2251

Figure 23 : Prise en compte des fuites sur les colonnes

■ Dimensionnement des réseaux

DTU 68.3 P1-1-2 §5.1.1

Pour les réseaux de ventilation autoréglables et hygroréglables, la règle de dimensionnement suivante s'applique pour le choix des diamètres de conduit (NF DTU 68.3 P1-1-2 §5.1.1) : le dimensionnement en collectif est désormais fait sur la base de 1 Pa/m auquel il faut ajouter des contraintes de vitesse maximale dans les conduits (tableau 9).

Tableau 9 : Vitesse maximale dans les conduits

Réseau	V_{\max} (m/s)
Logement	4
Collectif vertical	5
Collectif horizontal	6

Le dimensionnement à 1 Pa/m donne pour chaque diamètre les débits maximaux, fuites incluses (tableau 10).

Tableau 10 : Débit maximal par diamètre à 1 Pa/m

Diamètre (mm)	Q_{\max} (m ³ /h)	Vitesse (m/s)
80	45	2,5
125	135	3
160	200	3,5
200	450	4
250	800	4,5
315	1 400	5
355	1 950	5,5
400	2 600	6

Les conduits desservant les logements sont dimensionnés en prenant en compte les débits maximaux majorés du débit de fuite, et les conduits collectifs en prenant en compte les débits maximaux foisonnés majorés du débit de fuite.

■ Exemple

Dans notre exemple, le tableau 11 donne les sections des conduits.

Tableau 11 : Exemple de dimensionnement - taille des conduits

	Débit	Section
Colonne 1	455	200
Colonne 2	504	250
Colonne 3	470	250
Colonne 4	452	250
Colonne 5	370	200
Élargissement avec raccord col2 sur col1	959	315
Élargissement avec raccord col3 et col4 sur col5	1 293	315

Les conduits desservant les logements sont en diamètre 125.

Remarque : Le conduit 4 pourrait être en diamètre 200. Toutefois, cela engendrerait des pertes de charge très importantes au niveau des singularités en toiture. Il est donc préférable de le surdimensionner légèrement à 250 mm.

2.5 Le calcul des pertes de charge

L'extracteur crée un débit et une différence de pression entre la mise en mouvement de l'air (à l'entrée d'air) et le rejet via les détalonnages et le réseau. Cette mise en dépression au niveau du ventilateur va se répercuter dans l'ensemble du réseau et conduits à une différence de pression de part et d'autre des bouches d'extraction.

La différence de pression de part et d'autre des bouches est différente de la pression au niveau du ventilateur pour deux raisons :

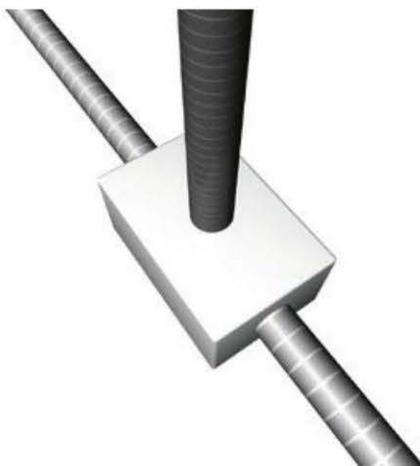
- la pression à l'intérieur du logement est différente de la pression extérieure (pertes de charge au niveau des entrées d'air, du détalonnage des portes, etc.) ;
- le flux subit des pertes de charge dans le réseau.

Le concepteur doit chercher à minimiser ses pertes de charge en concevant un réseau présentant un nombre minimal de singularités, c'est-à-dire d'accidents de parcours (coudes, changements de direction ou de section, etc.). Les calculs des pertes de charge des réseaux doivent être réalisés. L'annexe A de la norme NF DTU 68.3 P1-1-2 donne les formules de calcul des pertes de charge des conduits.

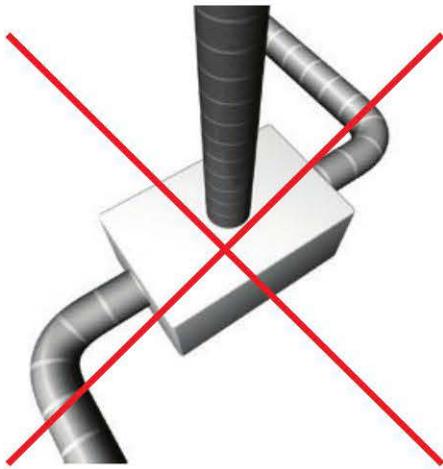
■ Effet système

Deux nouveautés sont apparues dans cette nouvelle norme NF DTU (P1-1-1 Annexe A) :

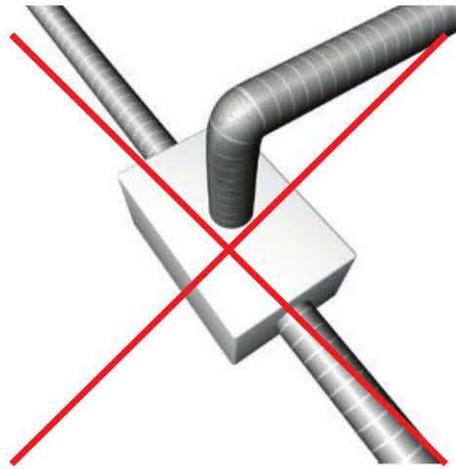
- l'arrivée de formules adaptées au soufflage pour traiter les ventilations double flux ;
- l'insertion dans le calcul des pertes de charge de l'effet système, c'est-à-dire les pertes de charges supplémentaires liées à un mauvais raccordement du ventilateur, notamment un coude ou un obstacle proche.



Exemple de raccordement de ventilateur, sans coude proche, pour éviter l'« effet système »



Exemple de mauvais raccordement de ventilateur, créant un « effet système »



Exemple de mauvais raccordement de ventilateur

Figure 24 : Exemples de raccordements ventilateur avec ou sans effet système

Tableau 12 : Effet système d'un coude en aval d'un ventilateur centrifuge

Position du coude	Distance entre la sortie du ventilateur et le coude				
	0 D	0,3 D	0,62 D	1,25 D	2,5 D
Horizontal	1,0	0,8	0,6	0,3	Pas d'effet système
Vertical	1,2	1,0	0,7	0,35	

Tableau 13 : Effet système d'un coude en amont d'un centrifuge

R/D	Longueur de gaine droite		
	0	2 D	5 D
0,75	1,4	0,8	0,4
1,0	1,2	0,7	0,35
2,0	1,0	0,6	0,35
3,0	0,7	0,4	0,25

Prenons le cas d'un caisson de VMC avec un coude immédiatement au rejet du ventilateur, en flexible écrasé. Si on prend un rayon de courbure de 0,75, l'effet système est alors de $\xi = 1,4$.

Il faut rajouter à ce coefficient celui d'un coude normal (car l'effet système n'inclut que le supplément dû à la succession de singularité), soit d'après l'annexe A du DTU $\xi = 0,57$.

Cela nous donne un total de $\xi = 1,97$.

Si on circule au rejet à 6 m/s, la perte de charge de ce coude au rejet, effet système inclus, sera alors :

$$\Delta P = \xi \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = 1,97 \cdot \frac{1,2}{2} \cdot 6^2 = 42 \text{ Pa}$$

Alors que pour un coude seul, on aurait obtenu $DP = 12 \text{ Pa}$.

■ Cas particulier de la maison individuelle

La norme NF DTU 68.3 P1-1-2 précise que les essais prévus au §3.7 de la norme NF DTU 68.3 P1-2 pour les caissons de VMC intègrent des configurations dites « courtes » et « longues ». Quand la situation réelle ne s'éloigne pas sensiblement de ces deux extrêmes, il n'y a pas lieu de faire un calcul plus précis. Sinon il faut faire un calcul comme dans le cas d'un réseau collectif. Il faut également tenir compte de l'effet système, par exemple en présence de coude proche du ventilateur.

OBSERVATION

L'absence de calcul de pertes de charge est une des causes courantes de mauvais fonctionnement en habitat individuel. Dans l'étude VIA-QUALITE, 8 maisons sur les 21 maisons étudiées ont des ventilateurs mal raccordés (trop de pertes de charge, baissant le débit de 44 % en moyenne) ou non accessibles pour l'entretien et 4 maisons sur 21 ont des pertes de charge trop élevées dues à la complexité des réseaux, soit au total plus de 50 % de non-conformité.

Le rejet est souvent une cause de forte augmentation des pertes de charge en maison individuelle, c'est pourquoi depuis cette nouvelle norme NF DTU 68.3 (P1-1-1 §5.1.11 et P1-1-2 § 7.6.2.6), de nouvelles exigences sont apparues :

- le diamètre du rejet doit être au moins égal au diamètre du caisson de VMC ;
- la perte de charge du rejet doit être inférieure ou égale à 25 Pa pour 200 m³/h (groupe monovitesse) ou à la vitesse maximale sinon. Ceci est réputé satisfait par rejet de toiture aéraulique et longueur de conduit au rejet d'au maximum 2 m. Les tuiles à douille avec lanterne et chatières de diamètre $D < 160$ mm sont interdites à l'utilisation de rejet d'air pour la VMC.

■ Le calcul des pertes de charge

Les bouches d'extraction auto et hygroréglables ont des plages de fonctionnement définies par le fabricant (souvent une plage proche de 60 à 150 Pa). Le calcul des pertes de charge est nécessaire (p1-1-1 §5.1.10) pour estimer la pression aux bouches en fonction de la pression au niveau du ventilateur, et ainsi choisir le ventilateur adapté.

Le calcul des pertes de charge doit être réalisé pour la bouche la plus défavorisée de l'installation et pour la bouche la plus favorisée au débit maximal foisonné et au débit minimal.

Pour les bouches hygroréglables, les débits minimaux et maximaux à prendre en compte pour chaque bouche sont donnés dans l'Avis Technique du système installé.

OBSERVATION

« Défavorisée » désigne la bouche la plus éloignée du ventilateur d'un point de vue pertes de charge, c'est-à-dire celle dont le flux subit le plus de pertes de charge avant d'atteindre le ventilateur.

S'il n'est pas possible de déterminer la bouche la plus défavorisée de manière intuitive, le calcul des pertes de charge doit être effectué pour les bouches situées au pied de chacune des colonnes.

« Favorisée », à l'inverse, désigne la bouche la plus proche du ventilateur, c'est-à-dire celle dont le flux subit le moins de pertes de charge avant d'atteindre le ventilateur.

Pour limiter les calculs, on peut estimer les pertes de charge au débit minimal à partir des pertes de charge au débit maximal pour une bouche donnée en utilisant la formule suivante :

$$\Delta P_{\text{petitdébit}} = \Delta P_{\text{granddébit}} \times \left(\frac{Q_{\text{petitdébit}}}{Q_{\text{granddébit}}} \right)^4$$

Où :

$Q_{\text{petitdébit}}$: le petit débit du réseau ;

$Q_{\text{granddébit}}$: le grand débit du réseau ;

$\Delta P_{\text{petitdébit}}$: la perte de charge de la bouche considérée à petit débit ;

$\Delta P_{\text{granddébit}}$: la perte de charge de la bouche considérée à grand débit.

Les pertes de charge se répartissent en deux catégories :

- les pertes de charge linéiques ;
- les pertes de charge singulières.

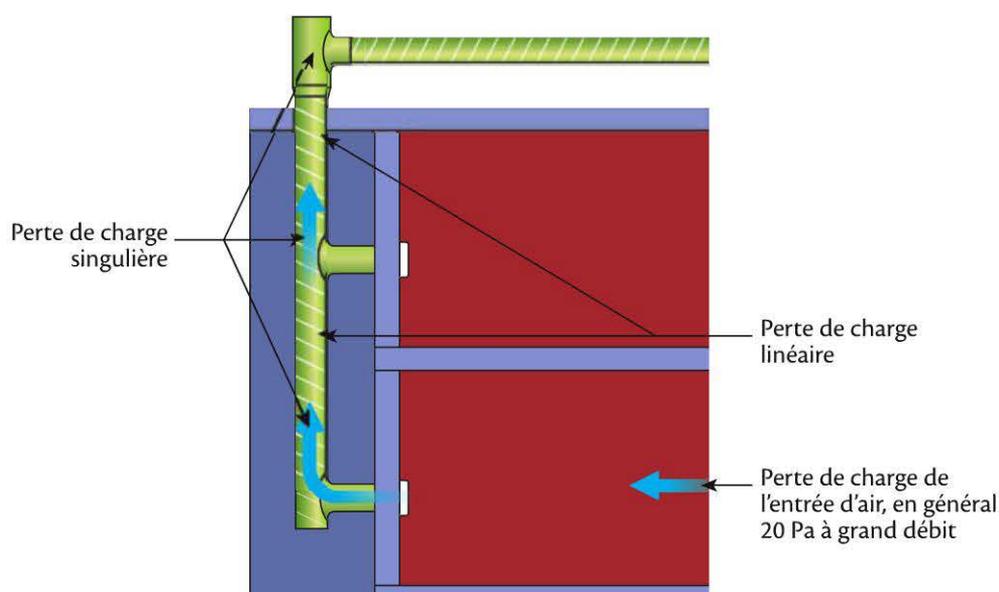


Figure 25 : Synthèse des pertes de charge

■ Les pertes de charge linéiques

Les pertes de charge linéiques interviennent sur les sections droites du réseau. Leur impact est souvent nettement plus faible que celui des pertes de charge singulières.

Elles se calculent en appliquant la relation suivante sur chacune des sections droites du réseau :

$$\Delta P = k \cdot \frac{Q^{1,9}}{D^5} \cdot L$$

Avec :

Q : le débit d'air exprimé en m³/h ;

D : le diamètre du conduit exprimé en mm ;

L : la longueur de la section de conduit en m ;

k : un coefficient dépendant de la nature des conduits :

- $k = 3.10^6$ pour les conduits en tôle spiralée, agrafée et autres conduits lisses tout matériaux,
- $k = 5.10^6$ pour les conduits en béton,
- $k = 9.10^6$ pour les conduits flexibles.

Pour les conduits non circulaires, un diamètre équivalent est calculé.

■ Les pertes de charge singulières

DTU 68.3 P1-1-1 Annexe A

Les pertes de charge singulières interviennent chaque fois que le flux d'air traverse un élément non linéaire (coude, confluence, élargissement, etc.).

Chaque singularité est caractérisée par un coefficient de pertes de charge ξ calculé en fonction du type de singularité et des propriétés du flux (débit, diamètre des conduits). L'annexe A de la P1-1-1 de la norme NF DTU 68.3 détaille le calcul des coefficients de pertes de charge pour tout type de singularité.

La perte de charge se calcule à partir de ξ selon la formule suivante :

$$\Delta P = \xi \cdot 75\,000 \cdot \frac{Q^2}{D^4}$$

Le débit et le diamètre à prendre en compte pour le calcul sont soit ceux en amont de la singularité, soit ceux en aval en fonction du type de singularité.

Beaucoup de fabricants de matériel de ventilation proposent des logiciels et/ou des réglettes de calcul permettant d'évaluer les pertes de charge d'un réseau.

La partie suivante détaille les singularités les plus courantes dans les conduits cylindriques.

Confluence à 90°, branche latérale

C'est, par exemple, la perte de charge que subit le flux provenant d'une bouche en se connectant au conduit principal.

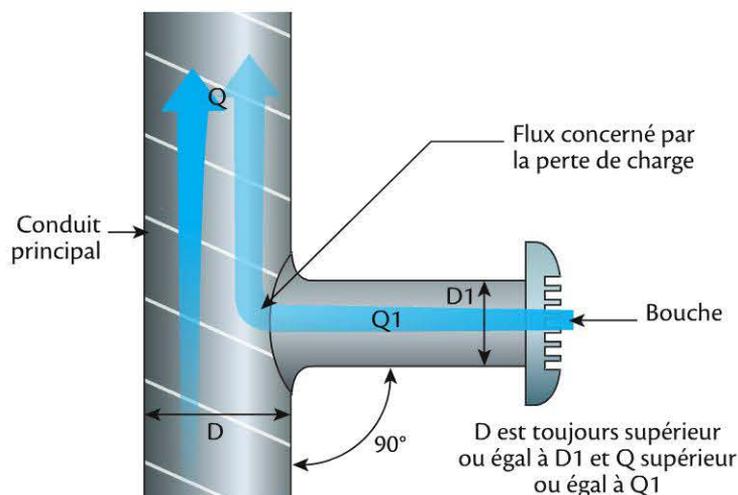


Figure 26 : Perte de charge dans une confluence à 90°, branche latérale

$$\zeta = A \left(a^2 \left(\left(\frac{D}{D_1} \right)^4 - 2 \right) + 4a - 1 \right)$$

Avec a , le ratio des débits :

$$a = \frac{Q_1}{Q} \quad (0 < a \leq 1)$$

Et A , un coefficient dépendant des diamètres de conduit (tableau 14).

Tableau 14 : Coefficient A en fonction de la taille des conduits

D1/D	< 0,5	0,5 à 0,75	> 0,75
A	1	0,75	0,65

La perte de charge augmente donc quand le rapport entre le débit de la branche latérale et celui de la branche principale augmente. Par ailleurs, plus la différence de taille entre les conduits est importante, plus la perte de charge augmente.

Conformément à la formule (ci-dessus), c'est, dans ce cas, le débit en aval du piquage qui est pris en compte pour le calcul de la perte de charge.

Confluence à 90°, branche rectiligne

C'est la perte de charge que subit le flux qui « traverse » un piquage. C'est, par exemple, la perte de charge subie par le flux venant d'étages inférieurs dans un conduit auquel se raccorde une nouvelle bouche.

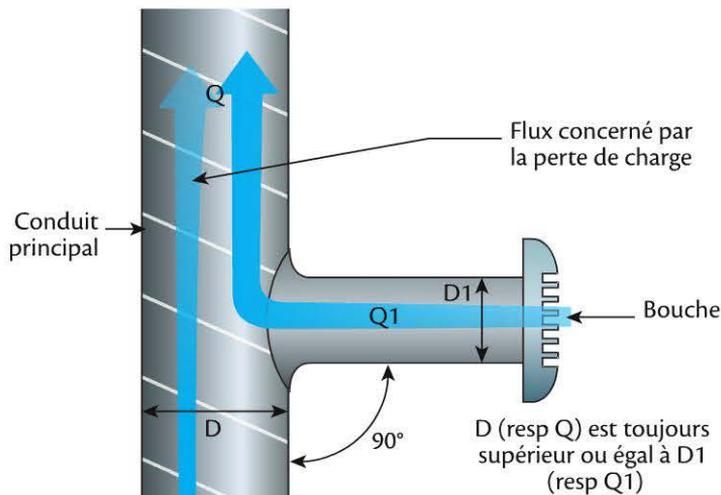


Figure 27 : Perte de charge dans une confluence à 90°, branche rectiligne

$$\xi = 1,55a - a^2$$

Avec a défini précédemment.

Plus le débit rapporté au conduit principal est important par rapport au débit initial du conduit, plus la perte de charge augmente.

Dans le cas où plusieurs piquages sont raccordés à un même niveau, le calcul de la différence de pression s'effectue en considérant que les piquages latéraux de diamètre D_{11} , D_{12} et traversés par des débits Q_{11} , Q_{12} sont équivalents à un piquage unique dont le diamètre D_1 et de débit Q_1 seraient donnés par les expressions suivantes :

$$D_1 = \sqrt{D_{11}^2 + D_{12}^2 + \dots}$$

$$Q_1 = Q_{11} + Q_{12} + \dots$$

Dans la formule ci-dessus, c'est le débit en aval du piquage qui est pris en compte pour le calcul de la perte de charge.

Les coudes

Le coefficient de perte de charge dû au coude dépend de l'angle du coude, de son rayon de courbure et du diamètre du conduit. Les valeurs de ξ sont données dans le tableau 15.

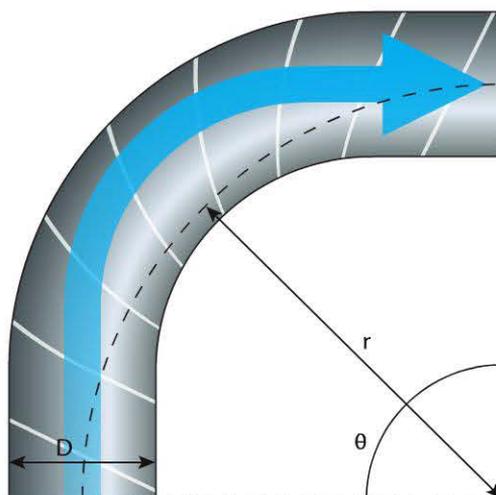


Figure 28 : Perte de charge dans un coude

Tableau 15 : ξ en fonction du diamètre du conduit et du rayon de courbure

r/D	Θ (en degré)				
	30	45	60	75	90
0,5	0,54	0,73	0,95	1,09	1,22
0,7	0,25	0,33	0,43	0,5	0,57
1	0,12	0,17	0,22	0,25	0,29

Le rayon de courbure est mesuré au niveau de l'axe central du conduit. Plus le rayon de courbure est grand, plus la perte de charge diminue.

Les coudes fabriqués en usine ont souvent un rayon de courbure de 1.

Les tés souches ou caissons de piquage

Le coefficient de perte de charge pris par défaut pour les tés souches de fabrication courante est :

$$\xi = 2$$

Les tés souches causent souvent la principale perte de charge du réseau. Des déflecteurs peuvent être installés pour réduire les pertes de charge dans les caissons de piquage et améliorer ses performances acoustiques.



Figure 29 : Caisson de piquage ou té souche

■ Exemple de calcul des pertes de charge conformément à l'annexe A P1-1-1 du DTU 68.3

Le détail du calcul des pertes de charge pour la colonne 1 de l'exemple, pour la bouche la plus défavorisée en grand débit, est donné ci-dessous.

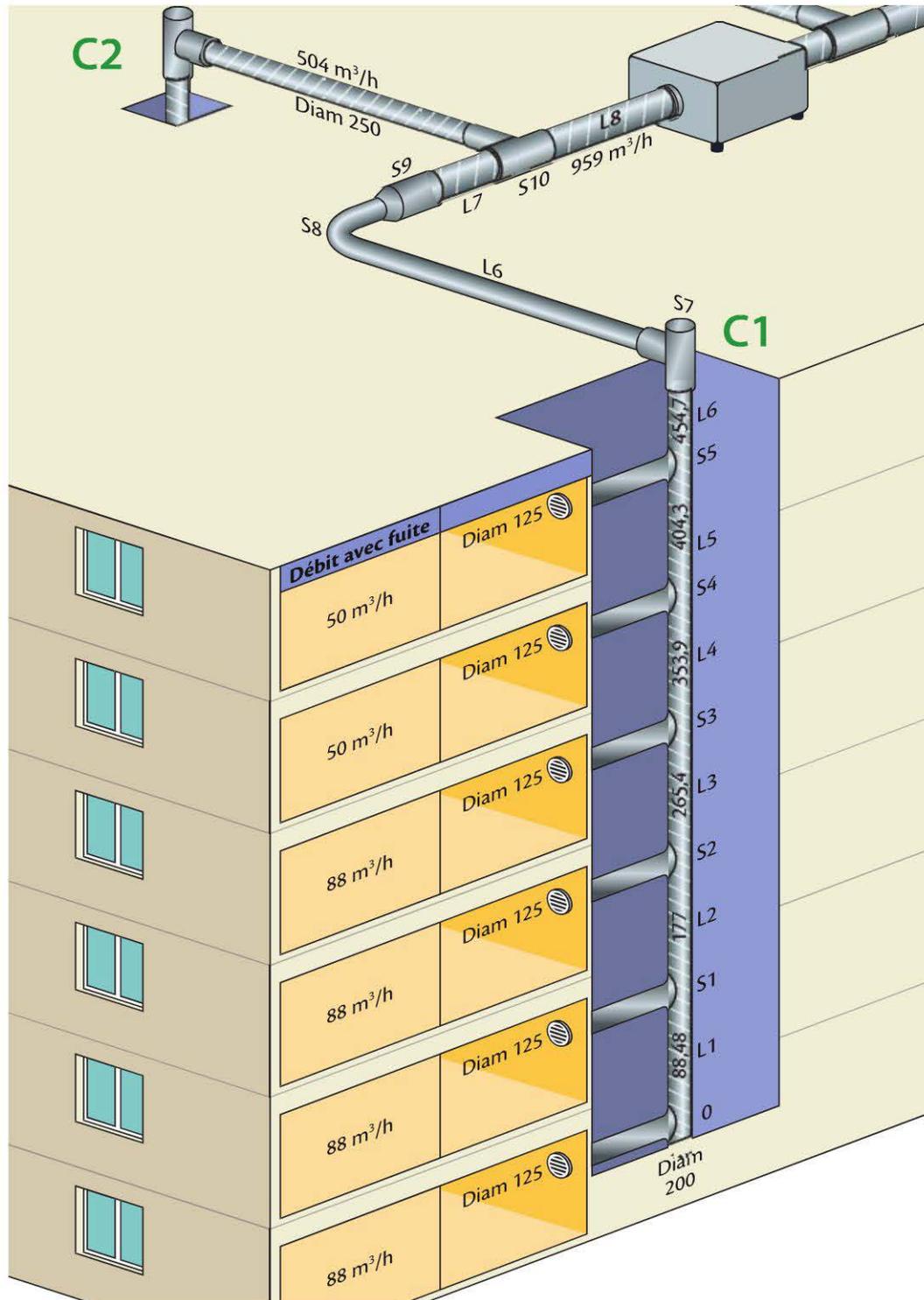


Figure 30 : Représentation schématique de la colonne 1

Tableau 16 : Pertes de charge singulières pour la colonne 1

Pertes de charge singulières							
N°	Type	Débit piquage	Diamètre piquage	Débit aval	Diamètre aval	ζ	ΔP
1	confluence 90° branche latérale	88,48	125	88,48	200	5,67	2,08
2	confluence 90° branche rectiligne	88,48	125	176,96	200	0,53	0,77
3	confluence 90° branche rectiligne	88,48	125	265,44	200	0,41	1,34
4	confluence 90° branche rectiligne	88,48	125	353,92	200	0,33	1,91
5	confluence 90° branche rectiligne	50,4	125	404,32	200	0,18	1,36
6	confluence 90° branche rectiligne	50,4	125	454,72	200	0,16	1,55
7	té souche			454,72	200	2,00	19,38
8	coude			454,72	200	0,29	2,81
9	élargissement			454,72	315	0,36	3,45
10	confluence 90° branche rectiligne	504	250	958,72	315	0,54	3,77
Total							38,42

Tableau 17 : Pertes de charge linéiques pour la colonne 1

Pertes de charge linéiques					
N°	Diamètre	Débit	Longueur	Coefficient k	ΔP
1	200	88,48	3	3 000 000	0,14
2	200	176,96	3	3 000 000	0,52
3	200	265,44	3	3 000 000	1,13
4	200	353,92	3	3 000 000	1,96
5	200	404,32	3	3 000 000	2,52
6	200	454,72	4,3	30 00 000	4,52
7	315	454,72	1	3 000 000	0,11
8	315	958,72	1,5	3 000 000	0,67
					11,58

Entre la bouche située en bas de la colonne 1 et le ventilateur, le flux subit donc une perte de charge totale de 50 Pa lorsque l'ensemble des bouches sont en position « grand débit ».

Le même calcul est effectué pour les bouches en pied et en haut de chaque colonne. La synthèse est donnée dans le tableau 18, en incluant les 20 Pa de pertes de charge supplémentaires dues à la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du logement en grand débit.

Tableau 18 : Synthèse des pertes de charge pour chaque colonne

	Colonne 1		Colonne 2		Colonne 3		Colonne 4		Colonne 5	
	PdC	HdC	PdC	HdC	PdC	HdC	PdC	HdC	PdC	HdC
Petit débit	6	4	3	2	2	2	3	3	4	2
Grand débit	70	51	44	39	40	38	49	44	59	41

PdC : bouche en pied de colonne.
HdC : bouche en haut de colonne.

Les bouches qui seront utilisées pour le dimensionnement (en gras dans le tableau) du ventilateur sont :

- la bouche la plus favorisée aérauliquement, c'est-à-dire la bouche en haut de la colonne 3 ;
- la bouche la plus défavorisée aérauliquement, c'est-à-dire la bouche en bas de la colonne 1.

2.6 Le choix du ventilateur : principe de la pression de fonctionnement admissible des bouches

Le ventilateur choisi doit garantir que la pression de part et d'autre de chaque bouche reste comprise dans sa plage d'utilisation, quelles que soient les conditions de fonctionnement de l'installation (petit débit/grand débit).

Pour s'en assurer, on considère deux situations extrêmes : l'une favorisant les différences de pressions faibles, l'autre les différences de pressions élevées. Puis, en tenant compte des pertes de charge, on sélectionne le ventilateur pour que la plage de fonctionnement des bouches soit respectée.

Les calculs sont donc tout d'abord réalisés au débit maximal foisonné majoré du débit de fuite de l'installation collective :

- on calcule, à ce débit, les pertes de charge dans le réseau pour la bouche la plus défavorisée et la bouche la plus favorisée (voir chapitre 5, « 2.5 Le calcul des pertes de charge ») ;
- on ajoute 20 Pa pour prendre en compte la perte de charge des entrées d'air et des passages de transit.

Pour sélectionner le ventilateur, on vérifie que :

- au débit maximal foisonné majoré du débit de fuite, il assure :
 - une pression supérieure ou égale à $(\Delta P_{1,1})$:

pression minimale de fonctionnement des bouches

+

somme des pertes de charge pour la bouche la plus défavorisée

+

20 Pa (entrée d'air)

OBSERVATION

On peut éventuellement rajouter le détalonnage.

- une pression inférieure ou égale à ($\Delta P_{1,2}$) :
pression maximale de fonctionnement des bouches
+
somme des pertes de charge pour la bouche la plus favorisée
+
20 Pa
- Au débit minimal, il assure :
 - une pression inférieure ou égale à ($\Delta P_{2,1}$) :
pression maximale de fonctionnement des bouches
+
pertes de charge pour la bouche la plus favorisée au débit minimal
 - une pression supérieure ou égale à ($\Delta P_{2,2}$) :
pression minimale de fonctionnement des bouches
+
pertes de charge pour la bouche la plus défavorisée au débit minimal

OBSERVATION

Les pertes de charge des entrées d'air et passages de transit sont négligées pour le dimensionnement à débit minimal.

Si les bouches n'ont pas toutes les mêmes plages de pression d'utilisation, les calculs doivent être effectués pour chaque famille de bouches et, à l'intérieur de chaque famille, pour la bouche la plus favorisée et pour la bouche la plus défavorisée.

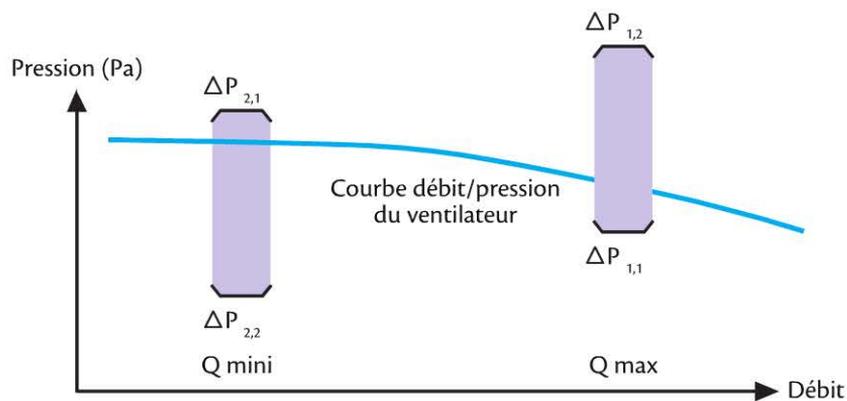


Figure 31 : Sélection d'un ventilateur à partir de sa courbe débit/pression

■ Exemple de sélection d'un ventilateur

Dans l'exemple précédent, nous avons sélectionné des bouches autoréglables dont la plage de fonctionnement est 50-160 Pa, soit $DP_{\min} = 50$ Pa et $DP_{\max} = 160$ Pa. Le débit minimal dans le réseau est de 1 310 m³/h et le débit maximal foisonné est de 2 251 m³/h (majoré par les fuites).

Conformément au calcul des pertes de charge réalisé au chapitre 5, « 2.5 Le calcul des pertes de charge », les pressions à respecter aux débits minimal et maximal sont donnés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Exemple de pression/débit à respecter pour le choix du ventilateur

	Débit minimal	Débit maximal
	1 310	2 251
Pression minimale	$\Delta P_{2,2} = 50 + 6 = 56 \text{ Pa}$	$\Delta P_{1,1} = 50 + 70 = 120 \text{ Pa}$
Pression maximale	$\Delta P_{2,1} = 160 + 2 = 162 \text{ Pa}$	$\Delta P_{1,2} = 160 + 38 = 198 \text{ Pa}$

Nous pouvons par exemple sélectionner le ventilateur ayant la courbe caractéristique présentée figure 32.

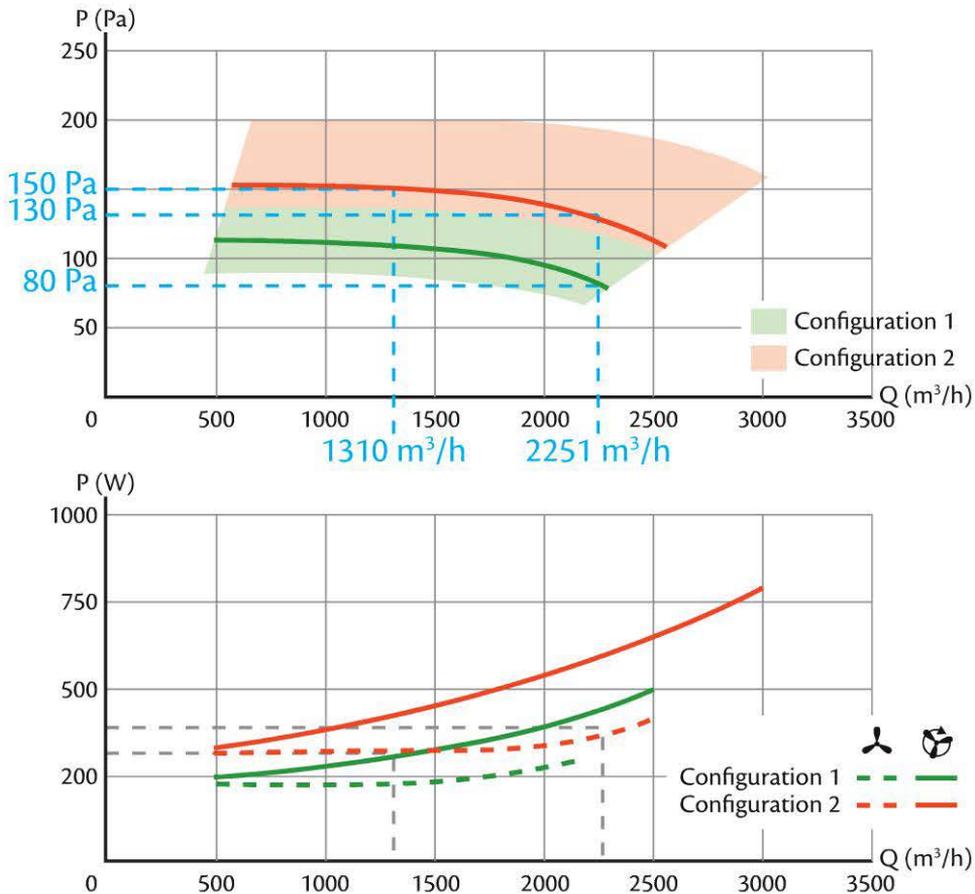


Figure 32 : Exemple de sélection d'un ventilateur

Ce ventilateur peut convenir car il permet d'atteindre les 2 251 m³/h. Toutefois, le réglage dans la configuration 1 (ligne verte) ne peut pas convenir. En effet, à 2 251 m³/h, la pression au niveau du ventilateur est de 80 Pa, c'est-à-dire qu'au niveau de la bouche, elle sera de $80 - 46 = 34 \text{ Pa}$ de pertes de charge du réseau - 20 Pa de pertes de charge des entrées entre l'intérieur et l'extérieur du logement, soit 14 Pa. On est donc en dehors de la plage de fonctionnement de la bouche.

Il faut donc acheter un ventilateur dans sa configuration poulie-courroie usine 2 et effectuer un réglage final léger, puisque la courbe calculée est assez proche du minimum dans cette configuration.

On voit alors que la pression à 2 251 m³/h est de 130 Pa (courbe orange de fonctionnement).

La pression à la bouche la plus défavorisée est donc de : $130 - 46 - 20 = 64 \text{ Pa} > 50 \text{ Pa}$ (pression minimale de fonctionnement de la bouche).

À petit débit ($1\,310\text{ m}^3/\text{h}$), la pression au niveau du ventilateur est de $150\text{ Pa} < 160\text{ Pa}$ (pression maximale de fonctionnement des bouches).

Ce ventilateur permet donc d'assurer le débit aux bouches.

La puissance consommée (P) sera de 280 W à $1\,310\text{ m}^3/\text{h}$ et 380 W à $2\,251\text{ m}^3/\text{h}$.

Tirage thermique

Pour le calcul des pressions extrêmes aux bouches, il est recommandé de prendre en compte le tirage thermique (en Pa) qui est égal au produit de la dénivellation h (en m) du conduit entre le rejet de l'extracteur et la bouche d'extraction la plus éloignée) par un coefficient égal à :

- 1 en zone H1 ;
- 0,85 en zone H2 ;
- 0,75 en zone H3.

OBSERVATION

En cas de VMC inversée, c'est-à-dire d'une VMC dont le sens de circulation de l'air dans les conduits collecteurs verticaux est descendant et le réseau horizontal de collecte est placé en partie basse de l'immeuble, il est nécessaire de prendre en compte le tirage thermique.

ATTENTION

En VMC inversée, la dénivellation h peut être négative.

Exigences spécifiques sur l'extracteur

La norme NF DTU 68.3 P1-1-2 §5.1.9 exige que le point de fonctionnement de l'extracteur soit réglable sur site, par exemple l'ajustement de la vitesse de rotation. Une courroie de secours doit par ailleurs être fournie avec chaque ventilateur et disposée à proximité de celui-ci lorsque l'entraînement de la roue se fait par courroie.

■ Cas particulier de la ventilation hygroréglable

Cas des bâtiments collectifs

Le calcul des pertes de charge et le dimensionnement du ventilateur sont effectués de la même manière que pour les systèmes autoréglables.

Par ailleurs, l'exigence minimale suivante doit être respectée pour l'extracteur. Au débit minimal, le groupe d'extraction doit avoir une pression statique disponible ($P_{\text{groupe};1}$) telle que :

- $P_{\text{groupe};1}$ soit supérieure ou égale à la plus grande des pressions minimales de fonctionnement des bouches utilisées sur le réseau ;
- $P_{\text{groupe};1}$ soit inférieure à la somme de :
 - la plus petite des pressions maximales de fonctionnement des bouches utilisées sur le réseau,
 - 10 Pa , correspondant à la perte de charge forfaitaire du réseau.

Au débit maximal, le groupe d'extraction doit avoir une pression statique disponible ($P_{\text{groupe};2}$) telle que :

- $P_{\text{groupe};2}$ soit supérieure à la somme de :
 - la plus grande des pressions minimales de fonctionnement des bouches utilisées sur le réseau,
 - 30 Pa, correspondant à la perte de charge forfaitaire du réseau en grand débit ;
- $P_{\text{groupe};2}$ soit inférieure à la somme de :
 - la plus petite des pressions maximales de fonctionnement des bouches utilisées sur le réseau,
 - 40 Pa, correspondant à la perte de charge forfaitaire du réseau en grand débit.

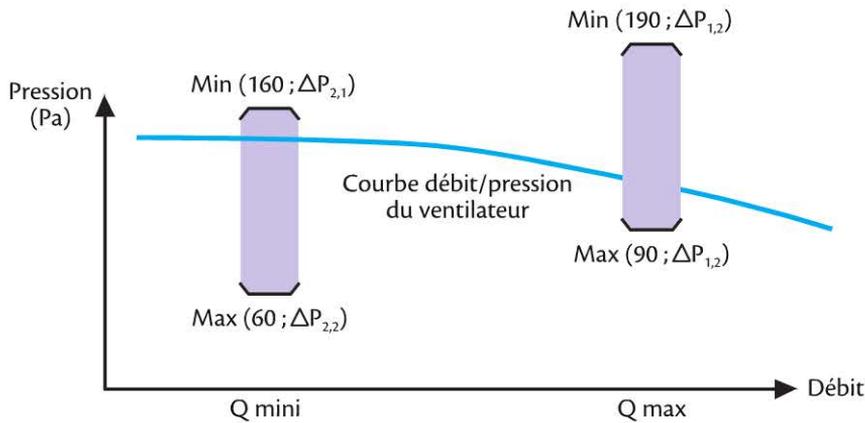


Figure 33 : Sélection du ventilateur pour un système hygroréglable

Cas de la maison individuelle

Les caissons sont sélectionnés suivant les instructions du fabricant :

- en autoréglable, selon le type de logement et le nombre de sanitaires ;
- en hygroréglable, selon les précisions données dans le CPT 3615 et l'Avis Technique concerné.

■ Les différents types de ventilateurs

Il peut exister différents types de ventilateurs, mais en VMC simple flux, on utilise le plus couramment des ventilateurs centrifuges à action.

À l'époque où les variateurs de vitesse étaient chers, on utilisait en collectif ces caissons sur la zone plate de leur courbe, c'est-à-dire dans la partie où la pression varie peu par rapport au débit, ceci pour pouvoir sélectionner des ventilateurs répondant aux 4 critères vus ci-dessus.

Depuis quelques années, on trouve des ventilateurs à pression contrôlée :

- soit à pression constante ;
- soit à courbe de pression montante.

Ces ventilateurs régulent la pression fournie au réseau par variation de fréquence. Cette adaptation permet d'économiser la pression absorbée au ventilateur, et donc sa consommation électrique (voir chapitre 2, « 3. Maîtriser les déperditions énergétiques »).

En habitat individuel, les ventilateurs basse consommation ont plutôt des moteurs à électronique commutée (EC), dits « à courant continu », qui présentent un bon rendement presque constant quand le débit varie.

■ Ventilateurs à pression constante

Ces ventilateurs à vitesse variable sont équipés de pressostats. Ces derniers régulent la vitesse de rotation du ventilateur pour maintenir une pression constante (de consigne) au niveau du ventilateur. Ainsi, en débit minimal, la vitesse du ventilateur est réduite et la consommation diminuée.

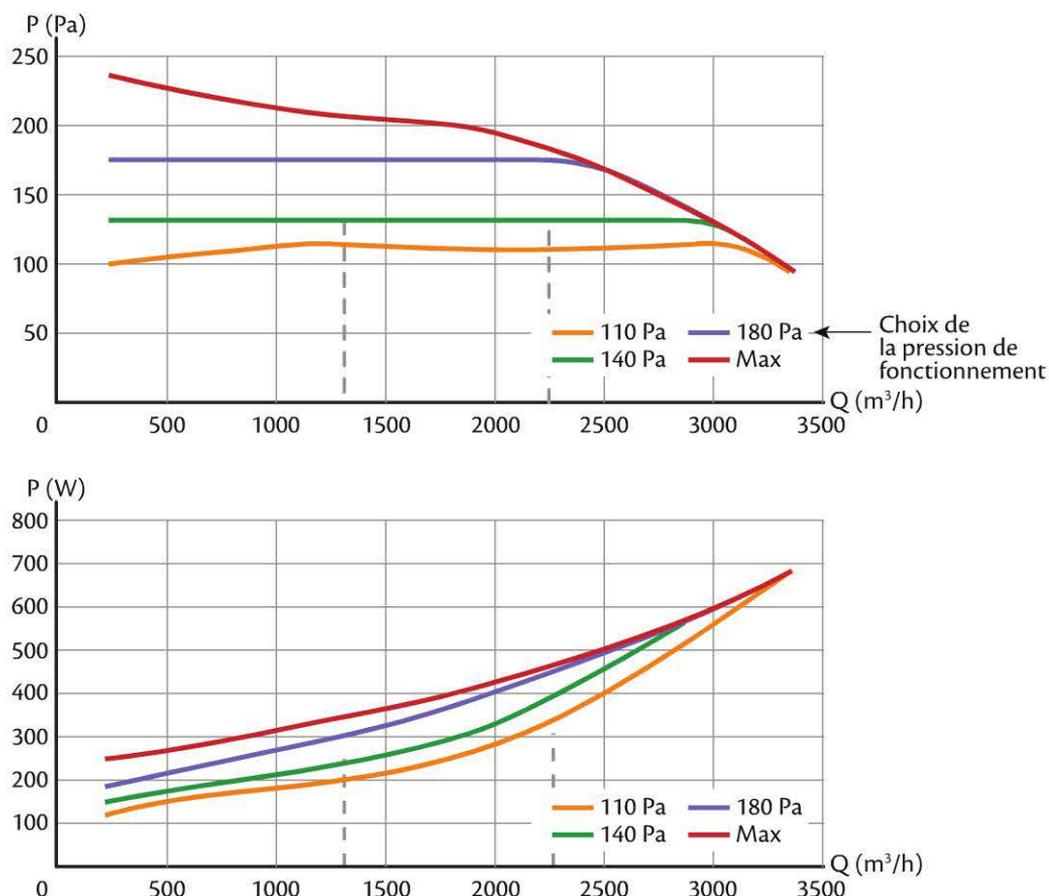


Figure 34 : Courbe de fonctionnement d'un ventilateur à pression constante

■ Exemple de sélection

Dans l'exemple précédent, on choisirait une pression de fonctionnement de 140 Pa (courbe verte du ventilateur ci-dessus).

La puissance consommée serait alors de 400 W à grand débit et de 230 W à petit débit.

En supposant les bouches en position grand débit pendant 1 h par jour (hypothèse RT 2012, cas des bouches avec temporisation), l'économie annuelle par rapport au ventilateur précédent est de plus de 400 kWh/an.

1. Les entrées d'air

DTU 68.3 P1-1-1 §6.1 et 7.1, P2 §3.3.1

1.1 Les spécificités de mise en œuvre

Les exigences sur la mise en œuvre des entrées d'air sont définies dans les §6.1 et 7.1 de la P1-1-1, §3.3.1 de la P2 de la norme NF DTU 68.3.

Le positionnement des entrées d'air doit garantir qu'aucun élément de la construction ne puisse diminuer de façon sensible le débit traversant. Les grilles des entrées d'air doivent être accessibles et démontables de l'intérieur.

Elles doivent être choisies et disposées de façon à éviter les pénétrations d'eau à l'intérieur du logement.

Par ailleurs, leur positionnement doit éviter tout courant d'air gênant, notamment en hiver. Cela est réputé satisfait lorsque l'entrée d'air est autoréglable, installée en partie haute avec son jet d'air dirigé vers le haut.

Enfin, la mise en œuvre des amenées d'air implique le percement d'un orifice dont les dimensions doivent être conformes aux dimensions de mortaises fournies dans le DTU (P1-1-2 §7.1). Si les amenées sont situées sur les menuiseries, leur percement doit être effectué lors de leur fabrication et non sur chantier.

OBSERVATION

Il est presque impossible de faire des découpes propres et sans dégâts sur des menuiseries PVC ou aluminium sur chantier.

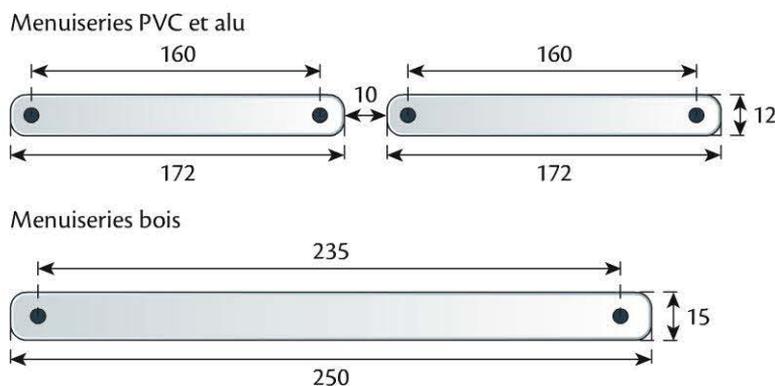
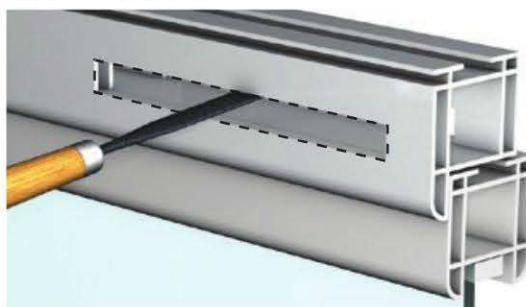


Figure 1 : Exemple de dimensions de mortaise

Percer les mortaises



Fixer l'embase de l'entrée d'air



Clipser la face avant

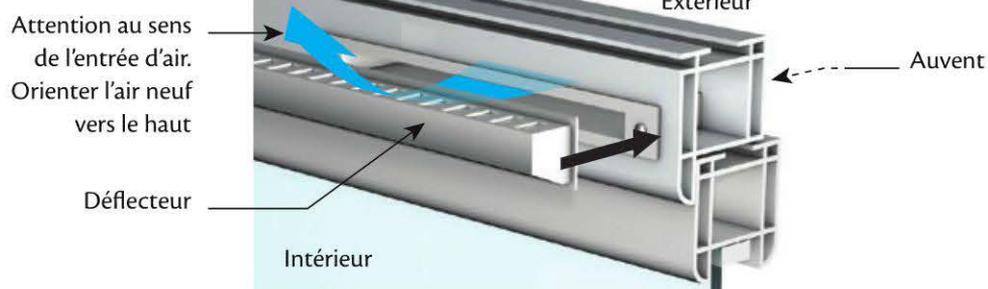


Figure 2 : Pose d'une entrée d'air.

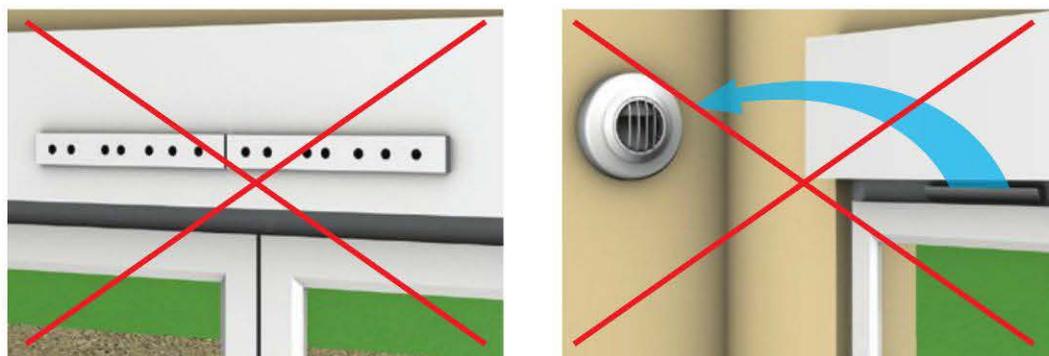


Figure 3 : Mise en œuvre – À ne pas faire

1.2 Les spécificités supplémentaires de l'hygroréglable

Les entrées d'air hygroréglables doivent être espacées horizontalement de plus de 50 cm de la projection verticale des bords extérieurs des appareils de cuisson ou de chauffage, afin de ne pas être influencées par la chaleur dégagée par ceux-ci.

ATTENTION

Cette exigence n'est applicable que pour les émetteurs à convection forcée et à sortie verticale.

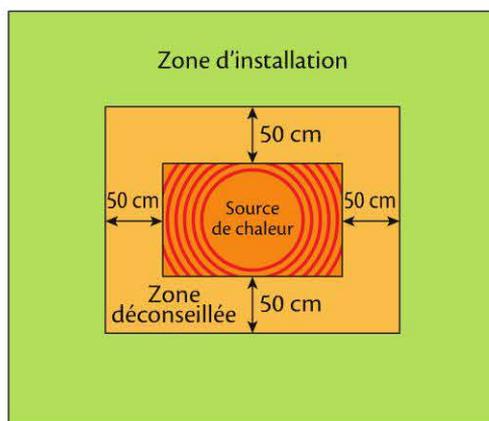


Figure 4 : Zone d'installation des entrées d'air et bouches hygrorégulables en présence d'une source de chaleur (vue de dessus)

2. Les passages de transit

DTU 68.3 P1-1-1 §6.2, P1-1-2 §7.2

La mise en œuvre des passages de transit est décrite dans la P1-1-1 §6.2, P1-1-2 §7.2 de la norme NF DTU 68.3. Les passages de transit entre les pièces peuvent être mis en œuvre :

- soit en utilisant des grilles de transit ;
- soit en utilisant des blocs-portes fabriqués avec des passages d'air sur leur périphérie (cette option est rarement utilisée cependant) ;
- soit en rehaussant les huisseries de portes de manière à ménager un passage d'air en partie basse de l'ouvrant, dit détalonnage des portes.

Si les passages de transit sont faits en détalonnant les huisseries, la hauteur à prendre en compte pour le détalonnage doit être calculée par rapport au sol fini.

	Porte cuisine (ou sanitaire + app. gaz raccordé)	Autre (pièce principale, sanitaire...)
Détalonnage, passage d'air	1 porte 2 cm 2 portes 1 cm	1 cm
Grille de transit	150 cm ²	Non employé

À droite du tableau, deux illustrations illustrent les méthodes de passage de transit. La première montre une porte avec un passage d'air réglable (indiqué par une flèche bleue et la lettre 'e') au bas de l'ouvrant. La seconde montre une grille de transit installée dans une porte, avec une flèche bleue indiquant le passage de l'air.

Figure 5 : Détalonnage des portes ou grilles de transit

3. Les dispositifs d'extraction

3.1 Les spécificités de mise en œuvre

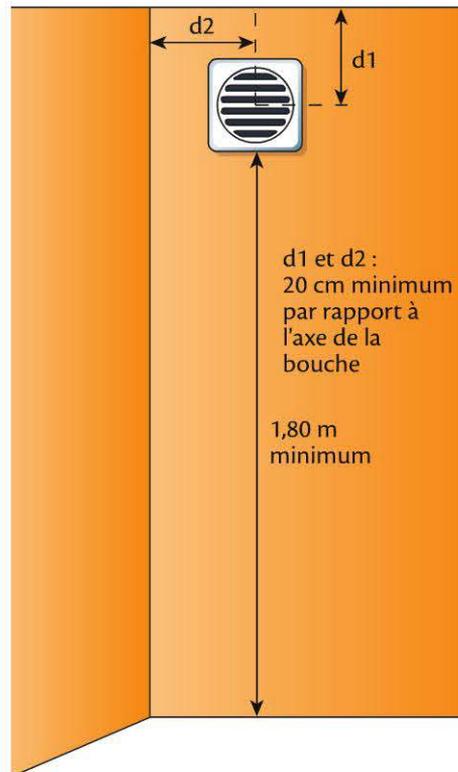


Figure 6 : Position des bouches d'extraction

PRÉVENTION SÉCURITÉ/SANTÉ



L'installation des bouches d'extraction implique de travailler en hauteur. Même s'il s'agit d'une faible hauteur, privilégiez l'utilisation d'un moyen d'accès adapté et sécurisé (plateforme roulante légère munie de garde-corps).

Les bouches doivent être démontables (pour entretien et contrôle).

L'axe des bouches doit être à une distance d'au moins 20 cm des angles de la paroi, qu'elles soient montées au plafond ou au mur. L'extraction doit se situer au moins 1,80 m au-dessus du sol.

Si les bouches sont munies d'une commande manuelle de débit, la commande doit être :

- accessible aux personnes à mobilité réduite (PMR) ;
- facilement manœuvrable ;
- située entre 90 et 130 cm de hauteur.

Les bouches ne doivent pas être obturées par des placards, cumulus ou autres.

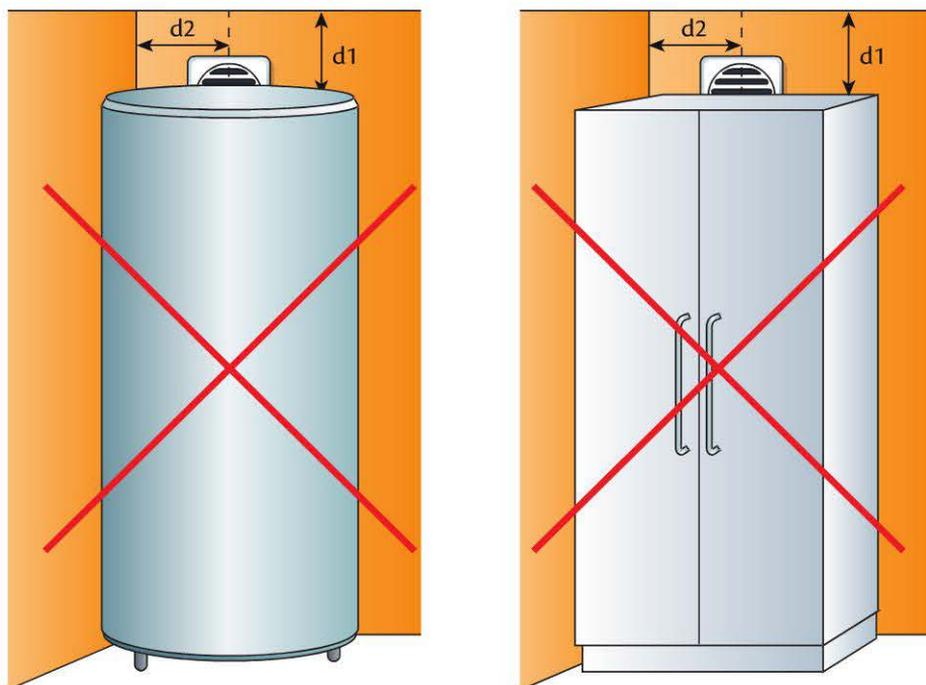


Figure 7 : Mise en œuvre : ne pas installer les bouches derrière un placard ou un cumulus

Les appareils motorisés tels que les hottes ou les chauffe-eau thermodynamiques ne doivent pas être reliés au réseau de VMC (pas de mise en surpression des conduits collectifs d'extraction pour risque de refoulement et protection incendie).

3.2 Les spécificités supplémentaires de l'hygroréglable

Les bouches d'extraction hygroréglables doivent être placées en dehors du volume délimité par deux plans verticaux perpendiculaires à la paroi et distants de 50 cm des bords extérieurs des appareils de cuisson ou de chauffage, afin de ne pas être influencées par la chaleur dégagée par ceux-ci.

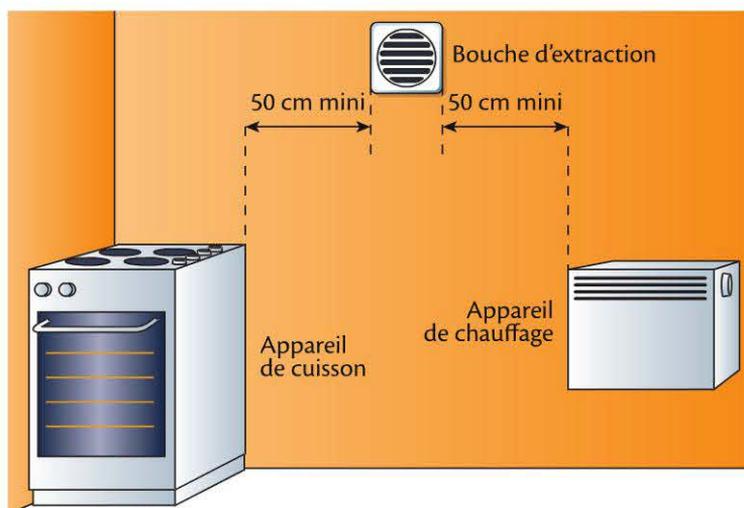


Figure 8 : Position des bouches hygroréglables vis-à-vis des sources de chaleur

4. Les réseaux

NF DTU 68.3 P1-1-1 §6.4.1, P1-1-2 §7.4.1, §7.4.5.1, §7.4.6.1, §7.4.5.3 et §7.4.6.3, §7.4.6.5

Ils doivent être conformes aux normes électriques NF C 15-100, en particulier le conduit doit être relié à la liaison équipotentielle s'ils sont métalliques.

Les exigences sur les réseaux sont définies dans les P1-1-1 §641, P1-1-2 §7.4.1, §7.4.5.1, §7.4.6.1, §7.4.5.3 et §7.4.6.3, §7.4.6.5. Les points clés pour la mise en œuvre des réseaux sont :

- l'étanchéité ;
- l'accessibilité pour l'entretien (trappe de visite, etc.) ;
- les fixations.

Les réseaux doivent être mis en œuvre de telle sorte que :

- les coudes et pièces de confluence mises en œuvre ne présentent pas de changement de direction de l'écoulement de plus de 90° ;
- le réseau horizontal présente une ou des pentes telles que les condensats ne puissent s'écouler dans la souche.

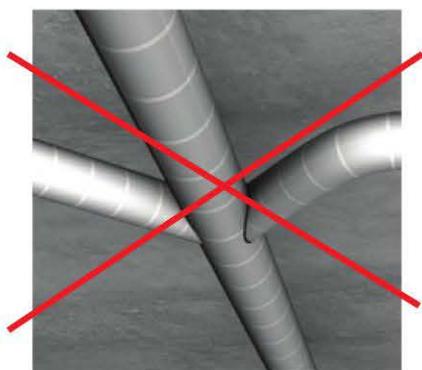
4.1 L'étanchéité

L'étanchéité des réseaux, selon les normes FD E51-767 « Ventilation des bâtiments - Mesures d'étanchéité à l'air des réseaux » et NF EN 12237 « Ventilation des bâtiments - Réseau de conduits - Résistance et étanchéité des conduits circulaires en tôle », est caractérisée par sa « classe d'étanchéité ». Quatre classes d'étanchéité sont définies dans les normes : A, B, C et D, la meilleure (la plus étanche) étant la classe D.

La qualité du montage impacte directement sur la classe d'étanchéité et sur la tenue dans le temps de cette étanchéité.

Pour garantir une bonne étanchéité à l'air (voir chapitre 5, « 2.4.1 Les différents types de réseaux »), il est nécessaire :

- d'assurer une tenue mécanique correcte du réseau (par exemple en fixant les accessoires avec des vis). Un réseau branlant rendra inefficace les mesures d'étanchéité dans le temps : le mastic craquellera et les joints des accessoires à joints n'assureront plus l'étanchéité ;
- de réaliser des découpes soignées ;
- d'éviter les pièces à risques ;
- de bannir les piquages express.



Piquage express non jointif



Piquage express avec mauvaise découpe, vue de l'intérieur

Figure 9 : Étanchéité – À ne pas faire

Les accessoires à joints permettent en général d'obtenir de meilleurs résultats que les montages classiques où l'étanchéité est faite avec du mastic. Il est toutefois nécessaire de les fixer avec une visserie adaptée pour garantir la tenue mécanique et pour ne pas créer de fuite par la tête des vis (vis trop grosses par exemple par rapport au rayon de courbure), ainsi que de compléter avec un ruban adhésif approprié pour les finitions.

PRÉVENTION SÉCURITÉ/SANTÉ



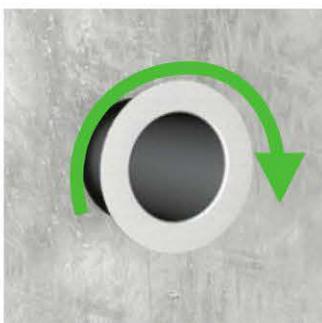
Pour éviter tout risque pour votre santé, veillez à respecter les précautions d'emploi des mastics : conditions d'utilisation, port d'équipements de protection... Pour les connaître, vous pouvez demander gratuitement la FDS (fiche de données de sécurité) du produit à votre fournisseur.

La norme NF DTU est claire et précise que « l'utilisation d'accessoires à joints améliore l'étanchéité à l'air ». Sur les autres options, il est toutefois plus circonspect :

- le mastic est accepté, à l'extérieur du bâtiment, s'il est couvert d'une bande adhésive adaptée protectrice (UV, températures, etc.) ;
- pour les petits diamètres uniquement (\varnothing 315 mm), certains dispositifs (par exemple, la bande adhésive thermorétractable) peuvent être acceptés sous réserve d'essais d'étanchéité suivant la NF EN 12237. Le DTU précise bien que « les bandes adhésives aluminium ne sont généralement pas adaptées pour assurer une fonction d'étanchéité ».

La jonction entre la bouche d'extraction et le conduit doit être parfaitement étanche. L'utilisation de manchette est nécessaire pour assurer une jonction correcte. Elle, ou l'emploi d'un dispositif équivalent, est requise par la nouvelle norme NF DTU. La manchette doit être scellée à la paroi pour assurer l'étanchéité entre le logement et la colonne de ventilation.

Emboîter la manchette dans la réservation



Siliconer la manchette



Emboîter la bouche d'extraction dans la manchette

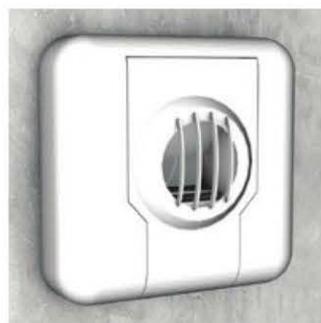


Figure 10 : Pose des bouches

OBSERVATION

La bouche doit rester amovible.

Enfin, pour garantir la classe d'étanchéité durablement, les emboîtements doivent être maintenus par des liaisons mécaniques. Les systèmes *plug and play* permettent de raccorder les réseaux et leurs accessoires en garantissant la tenue mécanique.

Une mauvaise étanchéité entraînera potentiellement :

- une surconsommation du ventilateur, s'il est à vitesse variable et qu'il compense les fuites ;
- des débits aux bouches non respectés, et donc une mauvaise qualité d'air intérieur, si le ventilateur est à débit fixe et qu'il ne compense pas les fuites ;
- des nuisances acoustiques ;
- des transferts d'odeur ou de pollution dans le bâtiment.

C'est pourquoi le label Effinergie+ impose depuis le 1^{er} janvier 2013 de justifier que le niveau d'étanchéité des réseaux de ventilation est au moins de classe A, la justification devant être faite soit par une mesure, soit par une démarche qualité.

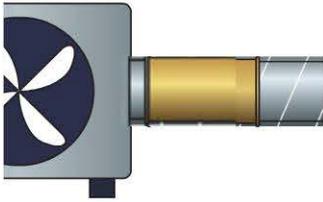
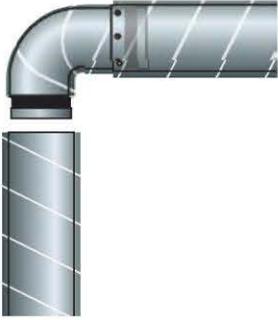
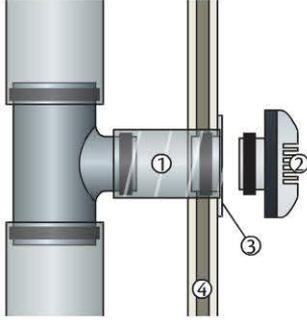
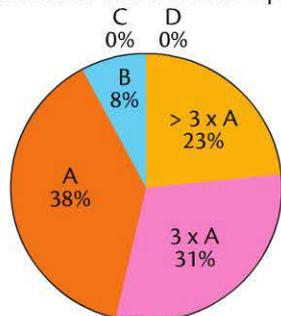
Jonction conduit / extracteur	Les emboîtements	Les bouches
		 <p data-bbox="973 1200 1301 1346"> ① Conduit rigide ou semi-rigide ② bouche de ventilation avec étanchéité périphérique ③ Manchette étanche ④ Paroi </p>
<p data-bbox="319 1361 595 1447">Attention étanchéité aux raccordements de la manchette antivibratile</p>	<p data-bbox="656 1361 943 1420">Solution : accessoire à joints + emboîtement mécanique</p>	<p data-bbox="1010 1361 1271 1384">Solution : les manchettes</p>

Figure 11 : Synthèse des bonnes pratiques pour l'étanchéité des réseaux

OBSERVATION

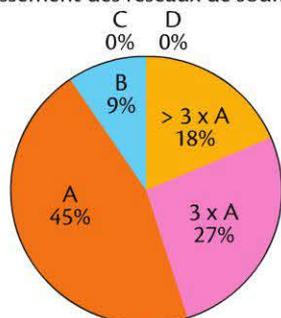
L'étude « Via Qualité » qui a audité 21 maisons a obtenu les résultats suivants en étanchéité.

Classement des réseaux de reprise



- Environ 40 % en classe A (classe d'étanchéité des réseaux demandés dans le label Effinergie +)
- 10% des réseaux classe B
- Environ 50 % non classés
- On constate en moyenne sur ces maisons, du fait des fuites (et des autres défauts conjoints) :
 - 25 % en débit de base
 - 57 % en débit de pointe cuisine

Classement des réseaux de soufflage



Classe C et D (les meilleures) :
fuites négligeables

Classe A : environ 6 % de fuites

Non classé :

- 3A soit 18 % de fuites environ
- plus encore

Figure 12 : Classement des réseaux de reprise et de soufflage

4.2 L'accessibilité du réseau

Les réseaux doivent être accessibles pour permettre leur nettoyage. Pour cela, une trappe de visite doit être aménagée au pied de la paroi de chaque gaine contenant un conduit collecteur vertical, le té souche et un bouchon en pied de colonne doivent être démontables. Ces trappes de visite doivent être munies de joints d'étanchéité et conformes à la réglementation incendie en vigueur.

L'accès au ventilateur, aux échangeurs ou aux filtres, en maison individuelle comme en collectif, doit être sécurisé, facile d'accès et éclairé. Il doit présenter un espace suffisant (passage, démontage, entretien et remplacement). En maison individuelle, cet accès est fait par une trappe d'au moins 50 x 50 cm, qui ne doit pas être située dans un placard.

OBSERVATION

Désormais, en maison individuelle, le caisson doit être accessible de manière sécurisée ou éclairée. Ceci implique un éclairage des combles, un accès par une échelle intégrée à la trappe ou un escalier et *a minima* des planches pour marcher jusqu'au caisson et assurer son entretien autour.

Enfin, l'implantation du réseau collecteur horizontal doit permettre les opérations normales d'entretien des réseaux, et notamment extracteurs, tés souches, purges d'eau, organes de réglage et atténuateurs doivent être accessibles depuis les parties communes ou les combles si ces dernières sont accessibles.

4.3 La fixation

NF DTU 68.3 P1-1-2 §7453

Les dispositifs retenus pour le maintien des conduits doivent permettre d'assurer une fixation pérenne, sans nuire à l'intégrité du conduit et sans transmissions solidiennes. La traversée de dalle n'est pas une fixation, il faut donc prévoir une ou plusieurs fixations par hauteur d'étage.

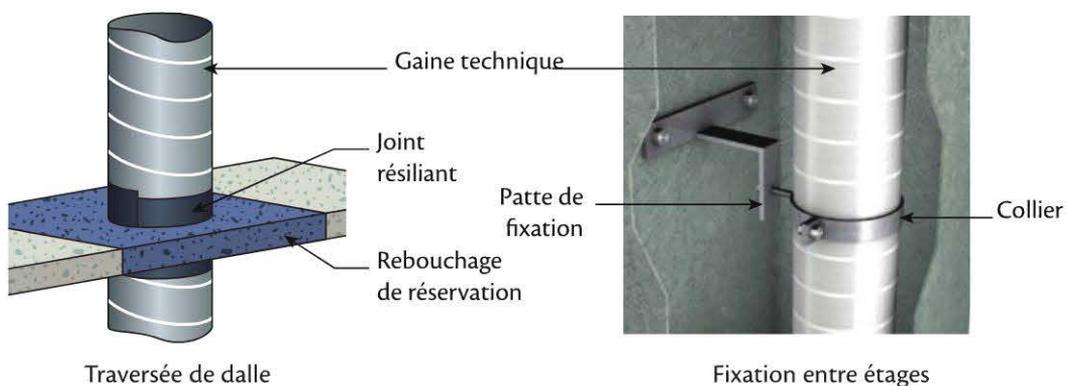


Figure 13 : Dispositifs de fixation

ATTENTION

La traversée de dalle (avec fourreau en matériau résilient) ne fait pas office de fixation. Une fixation par étage doit être prévue.

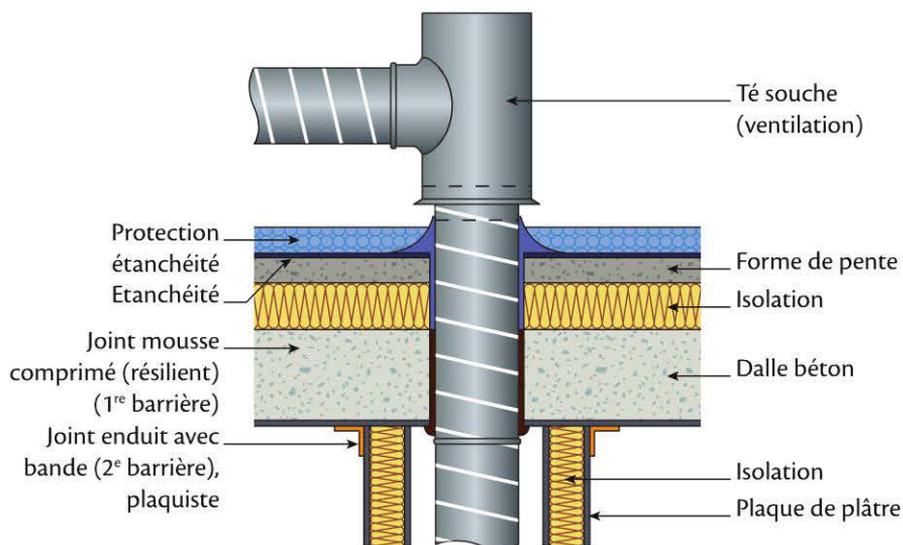


Figure 14 : Traversée de toiture terrasse

5. Les extracteurs

NF DTU 68.3 P1-1-2 §7.5

5.1 En collectif

■ Implantation

La liaison extracteur-toiture doit permettre l'entretien et la réparation de l'étanchéité du toit (selon le NF DTU 43.1), et il faut veiller à l'interposition d'un matériau de désolidarisation conforme, l'extracteur étant posé sur massif émergent solidaire en maçonnerie.

Les conditions d'accès et d'entretien sont à prévoir.

■ Alimentation électrique

L'extracteur doit être muni d'un boîtier étanche (NF C 15-100) et d'un interrupteur de proximité.

Si un même logement est desservi par plusieurs extracteurs, ils doivent être asservis pour éviter tout risque de refoulement.

Enfin, depuis l'entrée en vigueur de cette nouvelle norme NF DTU, une alarme automatique pour la maintenance en cas d'arrêt de l'extracteur est à prévoir.

PRÉVENTION SÉCURITÉ/SANTÉ



Le raccordement de l'extracteur au réseau électrique nécessite une vigilance particulière en matière de sécurité. Le personnel réalisant le raccordement doit avoir suivi une formation adaptée, être habilité pour ce type d'opérations par l'employeur et ainsi réaliser le raccordement en toute sécurité (consignation).

■ Dispositions acoustiques

L'extracteur doit être positionné :

- de préférence au-dessus de parties communes de l'étage en dessous (pour éviter de gêner une chambre ou une pièce de vie) ;
- sur une paroi lourde, avec un matériau antivibratile (plots ou tapis) présentant un affaissement statique d'au moins 5 mm.

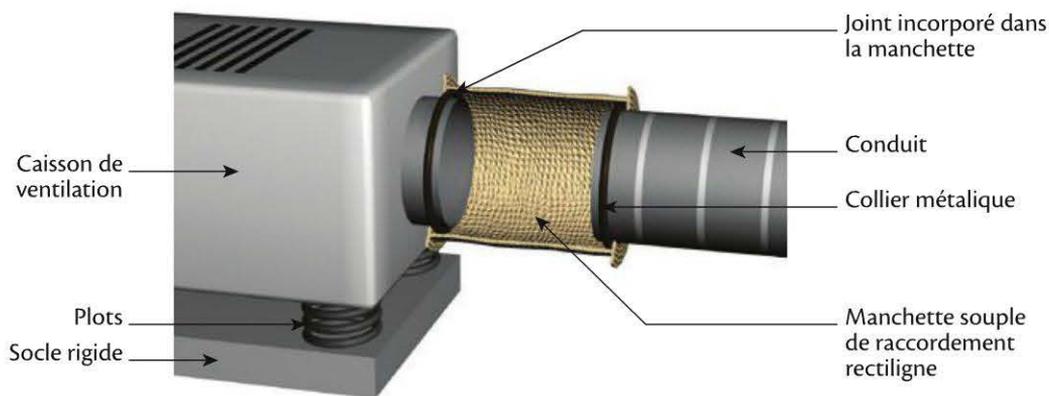


Figure 15 : Exemple de raccordement et de pose avec dispositifs antivibratiles

PRÉVENTION SÉCURITÉ/SANTÉ



Certains extracteurs peuvent être lourds et encombrants, ce qui peut générer des risques pour votre santé lors de leur manutention. Pour limiter les risques, utilisez des équipements d'aide à manutention pour acheminer l'extracteur vers son lieu d'implantation (monte-matériaux, chariots, ventouses...).

Une manchette souple antivibratile de raccordement doit être installée de telle façon que :

- les conduits ainsi reliés soient coaxiaux ;
- les supports des conduits n'exercent pas d'efforts sur la manchette qui ne doit pas être complètement tendue ;
- l'étanchéité à l'air soit assurée, de façon comparable à celle des autres modes de raccordement.

■ Refoulement de l'extracteur

NF DTU 68.3 P1-1-2 §7.5 et 7.6.1

En cas de défaut d'étanchéité, il ne faut pas risquer de refoulement dans les logements.

Tout dévoiement ou restriction doit être intégré dans le calcul de pertes de charge.

Les prescriptions pour la mise en œuvre des extracteurs sont données dans les §7.5 et 7.6.1 de la P1-1-2.

5.2 En maison individuelle

Le plus souvent, l'extracteur est prévu pour être suspendu à la charpente.

Cependant, certains caissons peuvent être posés (par exemple, les caissons plats utilisés en rénovation). Il convient alors de préférer une paroi assez rigide par rapport au poids et d'insérer un tapis antivibratile ou des plots selon les recommandations du constructeur.

Il est recommandé de positionner le caisson au-dessus des pièces humides du logement ou d'un couloir, mais d'éviter un positionnement trop proche des chambres, pour limiter le risque de gêne acoustique.

Dans les deux cas, une manchette souple est utilisée pour raccorder l'extracteur au réseau.

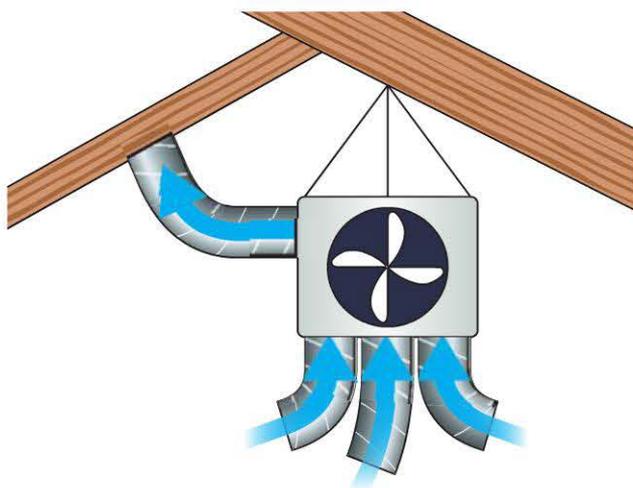


Figure 16 : Exemple de caisson suspendu à la charpente

PRÉVENTION SÉCURITÉ/SANTÉ



Dans les combles, les poussières d'isolants peuvent être mises en suspension lors de l'installation du caisson et lors de son raccordement. Portez donc les EPI adaptés pour protéger votre santé : masque respiratoire, lunettes, gants...

Si l'extracteur est installé dans les combles, une trappe d'accès d'au moins 50 x 50 cm, accessible avec une échelle intégrée, doit être aménagée. Elle ne doit donc pas se trouver dans un placard ou une armoire. L'accès dans les combles doit être sécurisé avec des planches, un éclairage ou autres.

6. Les rejets

NF DTU 68.3 P1-1-1 §5.1.7, §6.5 et P1-1-2 §5.1.1.1

Les exigences sur les rejets sont précisés dans les §5.1.7, §6.5 P1-1-1 et §5.1.1.1 P1-1-2 du NF DTU 68.3.

Le débouché du conduit de refoulement doit :

- être protégé des eaux de pluie ou espèces animales diverses ;
- avoir une section de passage de l'air non réduite ;
- éviter toute infiltration d'eau en traversée de toiture.

Les rejets doivent être positionnés de façon à ce que l'air vicié ne puisse être repris par les ouvrants ou les entrées d'air. Le rejet doit donc se faire directement sur l'extérieur (ni dans les combles, ni dans le garage), à au moins 40 cm de toute baie ouvrante et 60 cm de toute entrée d'air de ventilation.

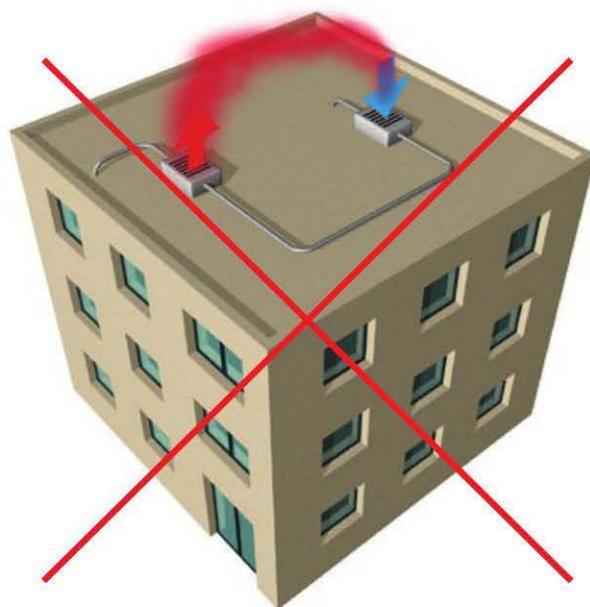


Figure 17 : Exemples de rejets mal positionnés

Par ailleurs, le rejet doit être positionné de façon à ce que le vent ne puisse pas créer de surpression dans le réseau, c'est-à-dire en positionnant, par exemple, le rejet sur un plan horizontal de façon à ce que le jet soit dirigé vers le haut ou dans une couronne de 360° et d'axe verticale. Si l'impact du vent ne peut être évité, le dimensionnement doit se faire en ajoutant 20 Pa de pertes de charge supplémentaires.

PRÉVENTION SÉCURITÉ/SANTÉ



Dans les cas où l'installation des dispositifs de rejets nécessite de travailler sur le toit, veillez à prendre toutes les dispositions pour éviter les chutes de hauteur (accès sécurisé, protection collective, harnais de sécurité...).

7. L'entretien, le nettoyage et l'accès

DTU 68.3 P1-1-1 §5.3

Les prescriptions pour l'entretien et l'accessibilité des composants du système de ventilation sont données dans la P1-1-1 §5.3.

Avant tout, on rappelle que le règlement sanitaire et la norme NF DTU demandent que les réseaux soient nettoyés avant la mise en service, puis maintenus en état de propreté dans le temps. La livraison de réseaux nettoyés est essentielle car, sur le chantier, les conduits stockés, souvent non bouchés, sont susceptibles de s'encrasser. Les installations sont parfois obstruées par des gravats, des débris. À la mise en route, en l'absence de nettoyage, les poussières vont être entraînées vers les filtres qu'elles viendront immédiatement colmater.

Afin de pouvoir effectuer la maintenance et le nettoyage des installations, la prévision d'accès (trappes ou piquages bouchés en attente), leur taille et leur position sont fixées par la norme NF EN 12097. Pour faciliter le nettoyage, il faut éviter toute aspérité ou partie obstruant le réseau. La norme précise que vis et rivets doivent éviter d'obstruer et de gêner le nettoyage (vis de longueur maximale 13 mm, pas de tête pointue à moins de 1 m des accès et des bouches, etc.).

«Le maintien en état de propreté » mentionné par la loi est clairement défini depuis la nouvelle norme de décembre 2011, NF EN 15780 sur la propreté des réseaux (voir chapitre 4, « 4.2 Propreté des systèmes de ventilation »). Elle demande de concevoir, de construire et d'entretenir un système pour qu'il puisse être maintenu suffisamment propre pendant toute la durée de vie de l'installation. Elle recommande un entretien régulier (en donnant des intervalles recommandés) et fixe les conditions d'un entretien obligatoire. En extraction, l'entretien est obligatoire dès lors que les débits ont baissé de 15 %.

8. Le réglage des débits

Pour assurer une répartition des débits correcte entre les logements, des régulateurs autoréglables sont généralement utilisés, soit à la bouche, soit dans le réseau (sur le caisson en individuel).

En habitat, l'usage de régulateur est obligatoire à l'extraction pour respecter les débits de l'arrêté. Dans les bâtiments collectifs, la régulation se fait, en général, directement au niveau des bouches dites « autoréglables », ce qui évite d'installer des registres et limite donc les réglages à faire sur site (seul le ventilateur est à régler à la mise en service).

ATTENTION

En VMC hygroréglable, on n'emploie généralement pas de régulateurs, l'installation s'équilibrant automatiquement sur l'humidité constatée.

9. Les alarmes en cas de défaillance

DTU 68.3 P1-1-1 §6.4.3

Selon la P1-1-1 §6.4.3 du DTU 68.3, les installations collectives de ventilation doivent être équipées d'une alarme se déclenchant automatiquement en cas d'arrêt de l'extracteur. L'alarme peut être :

- soit visible et lumineuse, et dans ce cas disposée dans chaque hall d'entrée ;
- soit sonore, et dans ce cas disposée en partie haute de chaque cage d'escalier.

10. Le choix des produits (certifications)

Les produits choisis doivent être testés conformément aux normes en vigueur et de préférence certifiés lorsqu'une certification existe.

Tableau 1 : Sélection des produits - références normatives

Produits	Norme d'essais	Certification
Entrées d'air et grilles de transfert	EN 13141 Partie 1.	NF 205
Bouches d'extraction et de soufflage	EN 13141 Partie 2.	NF 205
Ventilateurs, caissons collectifs	EN 13141 Partie 4.	NF 205, CSTBat
Rejets et sorties de toiture	EN 13141 Partie 5.	
Kit VMC simple flux	EN 13141 Partie 6.	NF 205, CSTBat
Centrales double flux	EN 13141 Partie 7.	NF 205
Entrées d'air hygroréglables	EN 13141 Partie 9.	CSTBat
Bouches hygroréglables	EN 13141 Partie 10.	CSTBat
Suspentes et supports de conduits	EN 12236	
Conduits métalliques circulaires	EN 1506 et EN 12237	
Conduits flexibles	EN 13180	

La marque NF garantit que les produits sont conformes à des caractéristiques de sécurité et/ou de qualité définies dans le référentiel de certification.

La certification CSTBat atteste la conformité des produits à des spécifications techniques liées à l'Avis Technique.

Le dossier technique

1. Les informations à fournir par l'installateur

Selon le §4 de la P2 du DTU 68.3, l'installateur doit fournir à la maîtrise d'œuvre les éléments suivants :

- les plans donnant la position, la forme et les dimensions des réservations dans les parois ;
- la position et le diamètre extérieur des conduits ou des bouches à incorporer dans les éléments de gros œuvre et les cloisons ;
- la position et l'encombrement des souches, des conduits collecteurs horizontaux et du système d'extraction ;
- la localisation des zones techniques en toiture ;
- les débits nominaux et le type d'entrée d'air, si cela n'est pas spécifié dans le dossier de consultation.

2. Le dossier technique

DTU 68.3 P1-1-1 §5.4 et P1-1-2 §6.1

Un dossier technique doit être établi conformément aux exigences des §5.4 P-1-1 et §6.1 P1-1-2. Il doit consigner l'ensemble des résultats de l'étude de dimensionnement et de l'installation pour permettre de vérifier la bonne mise en œuvre.

Le dossier technique décrit le type de système installé (naturel, simple flux, double flux) et inclut les éléments de calcul du dimensionnement. Tous les composants utilisés sont identifiés par leur référence commerciale.

Le Tableau 1 synthétise les autres éléments devant être inclus dans le dossier technique pour les bâtiments collectifs (C) et les maisons individuelles (MI).

Tableau 1 : Synthèse des éléments à inclure au dossier technique

	Implantation		Nature		Caractéristiques	
	C		C	MI	C	MI
Réseau général		Schéma filaire : plans cotés longueur de tronçon		Type de conduit	Dispositifs atténuateurs de bruit Diamètres des éléments Position des tés, élargissement, registres	
Passage de transit	C	MI	C	MI	C	MI
			Grille/ détalonnage		Dimensionnement	
Les bouches ou composants d'extraction pièce par pièce	C	MI	C	MI	C	MI
			Fixe, autoréglable, hygro-réglable		Caractéristiques aérauliques : débit minimal/maximal, plage de pression	
Conduits de liaison			C		C	
Amenées d'air pièce par pièce	C	MI	C	MI	C	MI
			Autoréglable, hygro-réglable		Caractéristiques aérauliques (débits, module, etc.)	

En ventilation mécanique

Les extracteurs (le cas échéant)	C	MI	C		C	
					Réglage de la vitesse prévue au calcul, vitesse maximale acceptable acoustiquement	
Conduit de raccordement aux extracteurs			C			
Les dispositifs d'alarme	C		C		C	
Organes d'équilibrage du débit	C		C		C	
					Réglage	
Les dispositifs atténuateurs de bruit	C		C		C	
Les clapets coupe-feu	C		C		C	
					Position du volet de fermeture	

Autres spécificités : hottes non motorisées, échangeurs et récupérateurs de chaleur, filtres, etc.

OBSERVATION

Outre les éléments de conception, le dossier technique doit désormais comprendre le rapport d'autocontrôle de l'installation lors de sa mise en service, incluant les résultats des mesures décrites dans le paragraphe suivant.

La mise en service, la mise en main et la maintenance

1. Le contrôle à la mise en main

DTU 68.3 P1-1-1 §7

Le contrôle à la mise en main est une étape nécessaire pour vérifier le fonctionnement de l'installation. Les statistiques montrent que dans l'habitat 40 % des installations récentes présentent au moins un dysfonctionnement.

Le NF DTU 68.3 dans le §7 P1-1-1 spécifie que des contrôles et mesures doivent être réalisés conformément aux §7.1, 7.2 et 7.3 et ce pour tout type d'installation.

1.1 Les documents de référence pour le contrôle des installations

NF DTU 68.3 P1-1-1 §7 et P1-1-2 §8

Les §7 P1-1-1 et §8 P1-1-2 du NF DTU 68.3 précisent très clairement les constats et mesures attendus lors du contrôle à la mise en service.

Les documents suivants qui décrivent le diagnostic des installations peuvent aussi être utilisés :

- le guide DIAGVENT sur le diagnostic des installations de ventilation, qui présente des check-lists ;
- le guide UNICLIMA sur la réception des installations de VMC, notamment en habitat collectif, qui explicite comment corriger l'installation en fonction des défauts constatés ;
- les règles techniques Effinergie ;
- le guide du Cetiati, qui présente les méthodes de mesure des débits ;
- la NF EN 15239 (en cours de révision en 2014), qui présente l'inspection des installations pour la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments ;
- la norme NF EN 12599, « Ventilation des bâtiments - Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de conditionnement d'air et de ventilation », décembre 2012 ;
- le projet de norme PR NF EN 16211 « Systèmes de ventilation pour les bâtiments – Mesurages de débit d'air dans les systèmes de ventilation – Méthodes ».

1.2 Les différents niveaux d'inspection

D'une manière générale, les diagnostics prévoient plusieurs niveaux :

- préparation et inspection visuelle ;
- vérification des principales performances des installations de ventilation ;

- mesures et vérifications particulières complémentaires de ventilation.

Le premier niveau consiste à vérifier visuellement (sans mesure) l'installation vis-à-vis des plans et du dossier technique qu'il convient de récupérer préalablement :

- les réseaux : adéquation vis-à-vis des plans, configuration, nature des conduits, fixations et supports, connexions... ;
- le caisson de ventilation : installation, désolidarisation (manchettes, plots ou éventuellement suspension pour les VMC individuelles), tension de la courroie... ;
- les bouches et entrées d'air sur un échantillon de locaux (nature et état des bouches et entrées d'air, raccordement des bouches...).

Le deuxième niveau consiste à effectuer un échantillonnage suffisant de relevés de mesures sur les caractéristiques essentielles de l'installation (débit, pression, éventuellement niveau sonore) afin de permettre une analyse correcte des dysfonctionnements :

- au caisson : mesures directes et indirectes (puissance absorbée, vitesse de rotation et sens) du débit de l'installation, vérification du mode de fonctionnement en cas de vitesse variable ;
- diffusion d'air dans les locaux : débit aux bouches d'insufflation/extraction, éventuellement pression aux bouches en VMC auto ou hygroréglable... ;
- commande/contrôle sur l'armoire électrique : indications, tension, raccordements, horloges, parfois mesure de la puissance du caisson, alarmes...

Le troisième niveau consiste à fournir des mesures complémentaires afin de déterminer la source d'un dysfonctionnement possible de l'installation, comme des nuisances sonores, une insuffisance de débit, la présence d'humidité, une trop forte consommation électrique ainsi que le transfert d'odeur et la présence de courant d'air. On pourra alors tester l'étanchéité des réseaux ou valider le confort dans le local induit par l'amenée d'air...

À l'issue de ces trois phases, un rapport est émis avec des photos, le compte rendu des mesures effectuées, les résultats de l'analyse des éléments spécifiques étudiés pour déterminer la source de dysfonctionnement... Le guide DIAGVENT propose aussi des fiches de réception permettant de valider par des check-lists les différents points contrôlés.

Le guide UNICLIMA permet d'effectuer la réception d'une ventilation en logement collectif. Il se compose également de trois phases et propose pour chacune, un cheminement permettant de corriger les défauts et revalider le résultat.

La deuxième phase inclut :

- des mesures aux bornes du ventilateur, afin d'effectuer des vérifications telles que la pression au débit maximal, le sens de rotation des pales du ventilateur... ;
- une mesure de la dépression au débit maximal en tête de colonne et au rez-de-chaussée. Un trop gros écart de pression sur la colonne signifie que le réseau comporte beaucoup de pertes ou engendre de fortes pertes de charge (bouchons, fuites...);
- de refaire la même mesure avec les fenêtres ouvertes afin d'observer la différence de pression. Si la différence de pression est comprise entre 10 et 30 Pa, le logement comporte peu d'entrées d'air parasites. Au-delà, un défaut d'entrée d'air est constaté. En dessous, la perméabilité du logement peut être supposée élevée ;
- puis une reprise des mesures de pression au débit minimal.

1.3 L'inspection visuelle requise dans le DTU

DTU 68.3 P1-1-1 §7.1 et P1-1-2 §8.2

Cela consiste à vérifier visuellement et sans mesure la conformité du système avec les plans, le dossier technique et la réglementation. Le contrôleur doit préalablement se procurer le dossier technique du bâtiment conforme au §2. L'inspection visuelle est décrite dans le §7.1 P1-1-1 et §8.2 P1-1-2 du DTU 68.3.

L'inspection visuelle consiste à vérifier la cohérence :

- du dossier technique avec la réglementation ;
- de l'installation avec le dossier technique.

Elle vérifie *in situ* l'implantation, la nature et les caractéristiques de chacun des composants décrits dans le dossier technique (voir chapitre 7, « Dossier technique ».

Par ailleurs, elle doit vérifier les éléments suivants (qui devront apparaître dans le rapport) :

- le bon fonctionnement du système ;
- le bon état des éléments constituant le système, leur emplacement, leur fixation et leur propreté ;
- l'accessibilité du système et des commandes en ce qui concerne le fonctionnement, le nettoyage et l'entretien ;
- pour les entrées d'air, en plus des éléments indiqués dans le tableau 1 du chapitre 7, la présence de dispositifs contre les pénétrations des eaux de pluie ;
- les extracteurs (accès, support, présence de manchettes souples, alimentations électriques, dispositif de coupure électrique..);
- conduits de refoulement et débouché en toiture (tracé, accès, dispositif évitant la pénétration des eaux...);
- les dispositifs de commande et de régulation (emplacement, accès, branchements électriques...);
- les câblages électriques (cheminement, protections contre les risques électriques);
- les points d'évacuation d'eau condensée (s'il y a lieu) ;
- tout autre élément requis.

1.4 La vérification des points clés : le contrôle fonctionnel

DTU 68.3 P1-1-1 §7.2 et P1-1-2 §8.3

Le contrôle fonctionnel consiste à vérifier que l'ensemble des composants du système de ventilation fonctionne conformément aux spécifications, et qu'ils sont correctement assemblés et installés.

Pour s'en assurer, un échantillonnage est réalisé et les caractéristiques essentielles de l'installation (débit, pression, voire niveau sonore) sont mesurées pour détecter et analyser les éventuels dysfonctionnements.

L'inspection fonctionnelle est décrite dans le §7.2 P1-1-1 et §8.3 P1-1-2 du NF DTU 68.3.

■ Mesures au caisson de ventilation

Il faudra vérifier :

- la puissance absorbée ;
- le débit de l'installation ;
- le mode de fonctionnement en cas de vitesse variable.

Il faut ensuite s'assurer que la mesure ΔP en amont de l'extracteur (si possible sur une longueur droite d'au moins 6D en conduit droit amont) au débit foisonné respecte :

$$\Delta P_{\text{mesuré}} - \Delta P_{\text{dim}} < 15 \text{ Pa}$$

Avec :

$\Delta P_{\text{mesuré}}$: mesure de dépression à l'extracteur ;

ΔP_{dim} : dépression calculée à l'extracteur au dimensionnement.

Sinon, il faut ajuster la vitesse de rotation.

■ Mesures aux bouches

Les contrôles aux bouches peuvent être effectués :

- soit en mesurant directement le débit extrait ou insufflé en positionnant un appareil de mesure adapté sur la bouche ;
- soit, de façon indirecte, en mesurant la différence de pression de part et d'autre de la bouche et en contrôlant que celle-ci est conforme à la plage de fonctionnement de la bouche donnée par le fabricant. La méthode indirecte est la seule possible en présence de bouches hygroréglables.

Dans les bâtiments collectifs, la vérification se fait aux bouches les plus défavorisées et les plus favorisées de l'installation selon le dimensionnement du dossier technique :

- lorsque les bouches sont placées en position grand débit conformément au calcul de foisonnement, le débit extrait aux bouches les plus défavorisées est conforme au débit prévu ou que la dépression est conforme à la plage de fonctionnement de la bouche (à 5 Pa près) ;
- lorsque toutes les bouches sont placées en position « petit débit », le débit extrait aux bouches les plus favorisées est conforme au débit prévu ou que la dépression est conforme à la plage de fonctionnement de la bouche (à 5 Pa près).

Dans les maisons individuelles, on vérifie les débits ou les pressions à chaque bouche. Pour les bouches manœuvrables, on effectue les mesures pour les différentes positions.

- Au niveau des commandes, on vérifie aussi : raccordements électriques, piles, horloges, alarmes...

La mesure de la pression aux bouches doit, à 5 Pa près, être conforme à la plage de fonctionnement de ces dernières en autoréglable et à la pression de l'Avis Technique en hygroréglable.

Les mesures fonctionnelles sont décrites dans le §7.3 P1-1-1 et §8.4 P1-1-1 du NF DTU 68.3. Elles doivent se faire avec portes et fenêtres extérieures fermées.

L'ensemble des résultats de mesure doit être consigné dans un rapport à intégrer au dossier technique et remis au maître d'ouvrage.

■ Autres mesures

On pourra aussi vérifier :

- le sens du débit d'air dans les entrées d'air ;
- la présence d'entrées d'air parasites ;
- les courants d'air gênants ;
- les distances des bouches par rapport aux différentes parois (sol, mur et plafond) ;
- la section de l'orifice pour l'entrée d'air dans l'enveloppe de construction ;
- le bon fonctionnement des clapets coupe-feu ;
- le sens de rotation de l'extracteur, sa vitesse (ou autre réglage).

1.5 La vérification approfondie du système : les mesures fonctionnelles

La vérification approfondie du système consiste à réaliser des mesures complémentaires, pour déterminer les sources de dysfonctionnement possibles, comme des nuisances sonores, une insuffisance de débit, la présence d'humidité, une surconsommation électrique, le transfert d'odeur, la présence de courant d'air. Ces mesures ont pour but que les performances requises du système de ventilation soient atteintes.

OBSERVATION

Cette phase n'est pas requise dans le DTU, elle ne s'impose qu'en cas de recherche de l'origine d'un dysfonctionnement.

2. La mise en main

NF DTU 68.3 P1-1-1 §8 et P1-1-2 §9

Les prescriptions pour la mise en main sont données dans le §8 P1-1-1 et le §9 P1-1-2 du NF DTU 68.3.

Le maître d'ouvrage doit recevoir le dossier technique de son installation ainsi que les instructions de fonctionnement qui incluent les exigences d'entretien et les documentations fabricant.

Il est important que le maître d'ouvrage soit sensibilisé à l'intérêt de la ventilation (qualité de l'air intérieur, préservation du bâti) et à la nécessité de maintenir une ventilation permanente. Le maître d'ouvrage doit comprendre le fonctionnement technique de son installation et connaître les règles basiques synthétisées dans la figure 1.

Enfin, le maître d'ouvrage doit être informé des obligations de maintenance et d'entretien périodiques que requiert son installation.

En VMC simple flux, on sensibilisera notamment l'utilisateur :

- à ne pas obstruer les entrées d'air ni les bouches d'extraction ;
- à laisser les passages de transit dégagés ;

- à ne jamais arrêter la ventilation ;
- à nettoyer régulièrement les entrées d'air et les bouches ;
- à faire assurer la maintenance périodiquement.

3. La maintenance et l'entretien

Selon l'article 101 de l'arrêté du 31 janvier 1986 : « *Le propriétaire ou, le cas échéant, la personne responsable désignée par ses soins, est tenu de faire effectuer, au moins une fois par an, les vérifications des installations de détection, de désenfumage, de ventilation, ainsi que de toutes les installations fonctionnant automatiquement et des colonnes sèches.* »

L'encrassement peut conduire à une réduction des débits des entrées d'air et des bouches d'extraction. Pour maintenir dans le temps le bon fonctionnement du système de ventilation, celui-ci doit être nettoyé et entretenu régulièrement.

Le *e-Cahier du CSTB* n° 3615 précise que, pour les systèmes hygroréglables, le nettoyage doit être effectué par l'utilisateur une fois par an pour les entrées d'air et deux fois par an pour les bouches d'extraction.

La synthèse des principales nouveautés du NF DTU 68.3

1. Sommaire thématique du NF DTU 68.3

1.1 Entrées d'air

- NF DTU 68.3 P1-1-1 (tronc commun)
 - 5.1.4 Dimensionnement des amenées d'air
 - 6.1 Amenées d'air
- NF DTU 68.3 P1-1-2 (SF autoréglable)
 - 5.1.2 Entrées d'air
 - 7.1 Mise en œuvre des entrées d'air
- NF DTU 68.3 P1-2 (choix des matériaux)
 - 3.1 Entrées d'air

1.2 Transfert d'air/détalonnage

- NF DTU 68.3 P1-1-1 (tronc commun)
 - 6.2 Passages de transit
- NF DTU 68.3 P1-1-2 (SF autoréglable)
 - 5.1.3 Passages de transit
 - 7.2 Passages de transit
- NF DTU 68.3 P1-2 (choix des matériaux)

1.3 Bouches d'extraction

- NF DTU 68.3 P1-1-1 (tronc commun)
 - 6.3 Mise en œuvre des dispositifs d'extraction
 - 6.3.1 Emplacement
 - 6.3.2 Fixation
 - 6.3.3 Cas des appareils motorisés
 - 6.3.4 Cas des bouches équipées d'une commande manuelle du débit
- NF DTU 68.3 P1-1-2 (SF autoréglable)
 - 7.3 Mise en œuvre des bouches d'extraction
 - 7.3.1 Emplacement
 - 7.3.2 Pièce d'adaptation
 - 7.3.3 Cas des appareils non motorisés

- NF DTU 68.3 P1-2 (choix des matériaux)
 - 3.4 Bouches d'extraction
 - 3.4.1 Marquage
 - 3.4.2 Pièces d'adaptation
 - 4.1 Bouches VMC gaz

1.4 Caissons de VMC

- NF DTU 68.3 P1-1-1 (tronc commun)
- NF DTU 68.3 P1-1-2 (SF autoréglable)
 - 5.1.9 Extracteurs
 - 7.5 Mise en œuvre des systèmes d'extraction en collectif
 - 7.5.1 Emplacement
 - 7.5.2 Alimentation électrique
 - 7.5.3 Dispositions acoustiques
 - 7.5.4 Raccordement du réseau horizontal de collecte à l'extracteur
 - 7.5.5 Rejet de l'extracteur
 - 7.6.3 Groupe d'extraction
- NF DTU 68.3 P1-2 (choix des matériaux)
 - 3.7 Extracteurs
 - 3.7.1 Visserie
 - 3.7.2 Caisson

1.5 Réseaux

- NF DTU 68.3 P1-1-1 (tronc commun)
 - 5.1.9 Prise en compte des débits de fuite des réseaux
 - 5.1.10 Calcul des pertes de charge des réseaux de conduits
 - 6.4.2 Trappes de visite pour l'entretien des réseaux
- NF DTU 68.3 P1-1-2 (SF autoréglable)
 - 5.1.10 Réseau et autres composants
 - 7.4 Mise en œuvre des réseaux collecteurs en installations collectives
 - 7.4.1 Coudes et pièces de confluence
 - 7.4.4 Conduits de liaison
 - 7.4.5 Conduit collecteur vertical
 - 7.4.6 Réseau horizontal de collecte
 - 7.4.7 Trappes de visite pour l'entretien des réseaux
 - 7.6.1 Accessibilité du réseau collecteur
 - 7.6.2 Réseau collecteur
 - 7.7.1 Réseau horizontal de collecte
 - 7.7.2 Débouché du conduit de ventilation
- NF DTU 68.3 P1-2 (choix des matériaux)
 - 3.5 Réseau collecteur en installations collectives
 - 3.5.1 Prescriptions générales
 - 3.5.2 Conduits de liaison - prescriptions complémentaires
 - 3.5.3 Réseau horizontal de collecte

- 3.6 Réseau individuel en logement individuel ou collectif
- 3.6.1 Généralités
- 3.6.2 Conduits

1.6 Étanchéité des réseaux

- NF DTU 68.3 P1-1-1 (tronc commun)
 - 5.1.9 Prise en compte des débits de fuite des réseaux
 - 6.4.1 Étanchéité à l'air des réseaux
 - Annexe C (normative) Montage étanche des accessoires de réseaux
- NF DTU 68.3 P1-1-2 (SF autoréglable)
 - 5.1.5 Taux de fuite du réseau
 - 7.4.2 Étanchéité à l'air

1.7 Rejet toiture

- NF DTU 68.3 P1-1-1 (tronc commun)
 - 6.5 Emplacement du rejet d'air extrait et des entrées d'air neuf
 - 6.5.1 Généralités
 - 6.5.2 Effet d'obstacle au rejet
- NF DTU 68.3 P1-1-2 (SF autoréglable)
 - 5.1.11 Rejet de l'air extrait
 - 7.5.5 Rejet de l'extracteur
 - 7.7.2 Débouché du conduit de ventilation
- NF DTU 68.3 P1-2 (choix des matériaux)

1.8 Conception/dimensionnement

- NF DTU 68.3 P1-1-1 (tronc commun)
 - 5.1 Conception aéraulique
 - 5.2 Conception acoustique
- NF DTU 68.3 P1-1-2 (SF autoréglable)
 - 5 Conception générale de la ventilation
 - 5.1.6 Dimensionnement au débit maximal de l'installation collective
 - 5.1.7 Dimensionnement au débit minimal de l'installation collective

1.9 Dossier technique et contrôles à la mise en service

- NF DTU 68.3 P1-1-1 (tronc commun)
 - 5.4 Dossier technique
 - 5.4.1 Dans le collectif
 - 5.4.2 Dans la maison individuelle
 - 7 Essais et vérifications
 - 7.1 Contrôle de bon achèvement
 - 7.2 Contrôles fonctionnels
 - 7.3 Mesures fonctionnelles (essais)

- NF DTU 68.3 P1-1-2 (SF autoréglable)
 - 6 Dossier technique
 - 6.1 Dans le collectif
 - 6.2 Dans la maison individuelle
 - 8 Essais et vérifications
 - 8.1 Généralités
 - 8.2 Contrôle de bon achèvement
 - 8.3 Contrôles fonctionnels
 - 8.4 Mesures fonctionnelles
 - 8.4.1 Mesure de la dépression en amont de l'extracteur
 - 8.4.2 Mesure des débits et dépressions aux bouches d'extraction

1.10 Mise en service et mise en main

- NF DTU 68.3 P1-1-1 (tronc commun)
 - 5.3 Mesures visant à prévoir la mise en service et l'entretien des installations
 - 8 Mise en service et mise en main
- NF DTU 68.3 P1-1-2 (SF autoréglable)
 - 9 Mise en service et mise en main

2. Un nouveau nom

Le NF DTU 68.3 remplace désormais les NF DTU 68.1 et 68.2.

3. Une nouvelle structure

La structure du DTU a été modifiée pour séparer les parties communes à l'ensemble des systèmes de ventilation des parties spécifiques aux ventilations mécaniques simple flux autoréglables et à la ventilation double flux (à paraître).

4. Le domaine d'application

La nouvelle norme NF DTU 68.3 s'applique à toutes les installations neuves de ventilation résidentielle par balayage, dans les bâtiments neufs et existants, y compris lors de l'utilisation de tout ou partie d'un réseau existant, ou d'un système d'évacuation des produits de combustion non utilisés.

ATTENTION

La norme NF DTU 68.3 s'applique donc d'ores et déjà à la ventilation double flux ou à la ventilation naturelle générale, notamment pour toutes les parties génériques (P 1-1-1 tronc commun, P 1-2 choix des matériaux, P2 clauses administratives, etc.) et ce, même en l'absence de partie spécifique encore publiée.

5. La conception aéraulique

5.1 L'expression du débit de fuite du bâti

Les aspects généraux de conception sont inchangés. Toutefois, le débit de fuite Q_f , bien qu'inchangé, est exprimé à 1 Pa pour s'adapter à des systèmes se dimensionnant à différentes pressions.

5.2 Le foisonnement

Le principe de foisonnement des débits par colonne, permet désormais de dimensionner les réseaux et les ventilateurs à une valeur réaliste et non au maximum. Il s'applique au dimensionnement de tout système ayant des dispositifs à débits multiples ou variables, dès lors qu'ils sont asservis ou temporisés.

5.3 Le cas des VMC autoréglables (P1-1-2)

Le dimensionnement des conduits se fait désormais à 1 Pa/m (et non plus à 0,7 Pa/m) et sans jamais excéder la vitesse d'air maximale.

Le raccordement à un même étage et sur un même conduit vertical de deux conduits de liaison desservant des logements est admis sous réserve de justifier (rapport d'essai) du respect des exigences limitant les transmissions phoniques entre logements (la distance de 1,20 m n'est plus qu'une recommandation).

Concernant les entrées d'air, le dimensionnement se fait désormais uniquement à 20 Pa (et non plus à 10 ou 20 Pa).

Concernant les fuites du réseau, elles sont désormais de 12 % du débit foisonné de la bouche (anciennement 10 % du débit maximal) ou moins si on garantit une classe dès la conception. Par défaut, il est aussi possible de les réduire à 5 % sous réserve d'utiliser des accessoires à joints de classe C au minimum et de respecter les prescriptions de mise en œuvre qui font l'objet d'une annexe spécifique du nouveau DTU.

Il est désormais interdit de réutiliser des réseaux existants trop fuyards, notamment shunts, et l'installation doit être surdimensionnée jusqu'à 30 % pour les autres. La responsabilité du concepteur est engagée sur cette vérification en cas de reprise de conduits existants.

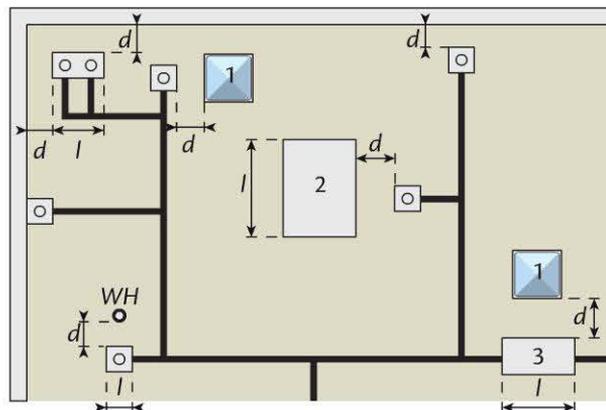
6. La mise en service et l'entretien de l'installation

Les réseaux doivent être équipés de trappes conformément à la NF EN 12097.

L'accès au ventilateur doit être facile, sécurisé, éclairé et suffisamment espacé même en maison individuelle.

Les distances d'implantation minimales en terrasse sont données dans le tableau 1.

Tableau 1 : Distances minimales d'implantation à respecter



- 1 - Lanterneau
- 2 - Machinerie ascenseur
- 3 - Extracteur

Cas des réseaux en terrasse : implantation par rapport aux émergences

Longueur du caisson l (en m)	Distance minimale de toute émergence d (en m)
$l < 0,40$	0,25
$0,40 \leq l \leq 1,20$	0,50
$l > 1,20$	1,00

7. Le dossier technique

Le dossier technique est obligatoire en maison individuelle comme en collectif.

Il était déjà explicité dans la précédente version du DTU. Il est désormais très détaillé pour la VMC autoréglable.

8. La mise en œuvre

L'accent est fortement mis sur l'étanchéité des réseaux.

Par ailleurs, les installations collectives doivent être équipées d'un système d'alarme pour déclencher l'intervention de la maintenance en cas d'arrêt de l'extracteur.

Normalement, l'air neuf est prélevé directement à l'extérieur. Toutefois, il est possible que l'amenée d'air transite via un espace tampon (véranda, par exemple) à condition que celui-ci ne soit pas le lieu d'une pollution spécifique (ce qui exclut des combles non aménagés ou un vide sanitaire par exemple) et ait sa propre entrée d'air intégrée dans le dimensionnement.

Enfin, le rejet de l'air vicié doit se faire à au moins 40 cm de toute baie ouvrante et 60 cm de toute entrée d'air de ventilation.

8.1 Les entrées d'air en VMC autoréglable

Les dimensions des mortaises pour les entrées d'air sont désormais spécifiées.

8.2 Les conduits en VMC autoréglable

Pour les conduits de liaison en collectif, l'utilisation des conduits flexibles est limitée à 2 m sans dévoiement fort ni aplatissement.

En maison individuelle, l'emploi de flexible est limité à des longueurs de 6 m au maximum et interdit en changement d'étage (liaison verticale).

9. Le contrôle de fonctionnement et les mesures

Le contrôle et les mesures, notamment des débits, sont obligatoires à la livraison et doivent être reportés de manière détaillée.

Le protocole de contrôle est désormais fixé dans le DTU et les résultats doivent être corrélés aux calculs de dimensionnement reportés dans le dossier technique, l'ensemble de ces conclusions devant y être adjoint.

10. La mise en service et la mise en main

La mise en service et la mise en main sont obligatoires, l'installation doit être vérifiée au moins une fois par an.

11. Annexe A P1-1-1 : le calcul des pertes de charge

L'annexe a été revue et étoffée pour intégrer les pertes de charge des réseaux de soufflage également. Par ailleurs l'effet système au raccordement du ventilateur est explicité et quantifié (voir chapitre 5, « 2.5 Le calcul des pertes de charge »).

12. Annexe C P1-1-1 (normative) : le montage étanche des accessoires de réseau

Cette annexe interdit les piquages express et l'utilisation de bandes adhésives en aluminium. Elle rappelle le besoin d'une bonne fixation des éléments du réseau et recommande l'emploi d'accessoires à joints. Enfin elle explique l'usage du mastic et tolère certaines bandes thermorétractables.

L'étanchéité du bâti, les infiltrations et l'impact du vent et du tirage thermique

Les mouvements d'air dans un bâtiment résultent de l'équilibre entre des forces motrices (ventilateur, vent, tirage thermique) et des forces résistantes (pertes de charge). Le débit d'air entrant et sortant se calcule en prenant en compte les systèmes de ventilation mécanique, mais aussi les défauts d'étanchéité du réseau et du bâti et les conditions climatiques extérieures (vitesse de vent, température). Pour chaque combinaison de paramètres, une pression d'équilibre et les débits entrant et sortant peuvent être calculés.

La norme NF EN 15242 décrit les équations des conservations du débit massique utilisées pour réaliser ce calcul en supposant une pression intérieure homogène dans la zone considérée. Cette partie n'en explique que les grands principes.

1. Les forces motrices

Pour une configuration donnée, le débit d'air entrant et sortant du bâtiment varie en fonction des forces motrices qui s'exercent sur le bâtiment.

Ce débit résulte du principe de conservation de la masse : le débit massique de l'air entrant est égal au débit massique de l'air sortant. Pour calculer cet équilibre, le débit traversant chaque ouverture (entrées d'air, fenêtres, défauts d'étanchéité) est exprimé en fonction de la différence de pression que subit cette ouverture.

$$Q_{\text{ouv}} = C \cdot \Delta P_{\text{ouv}}^n$$

Avec :

Q_{ouv} : débit traversant l'ouverture ;

C : coefficient caractéristique de l'ouverture ;

n : coefficient d'écoulement ;

ΔP_{ouv} : différence de pression de part et d'autre de l'ouverture.

Les phénomènes physiques connus associés aux forces motrices permettent d'exprimer ces débits en fonction d'une seule inconnue : la pression intérieure.

La résolution de l'équation des débits massiques permet de déterminer cette inconnue et d'en déduire les débits entrant et sortant du bâtiment.

1.1 Le vent

Le vent en frappant le bâtiment induit une pression positive sur la façade au vent et une pression négative sur les autres façades et le toit. L'action du vent tend donc à faire entrer l'air par les ouvertures (fenêtres, défauts d'étanchéité, entrées d'air) situées sur la façade au vent et à le faire sortir par les autres.

La pression induite par le vent sur les façades est égale à :

$$P_{\text{vent}} = C_p \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v^2$$

Avec :

C_p : le coefficient de pression de la façade. Il dépend de la position de la façade par rapport au vent, de la hauteur et de l'environnement du bâtiment ;

v : la vitesse de vent en m/s ;

ρ : la masse volumique de l'air.

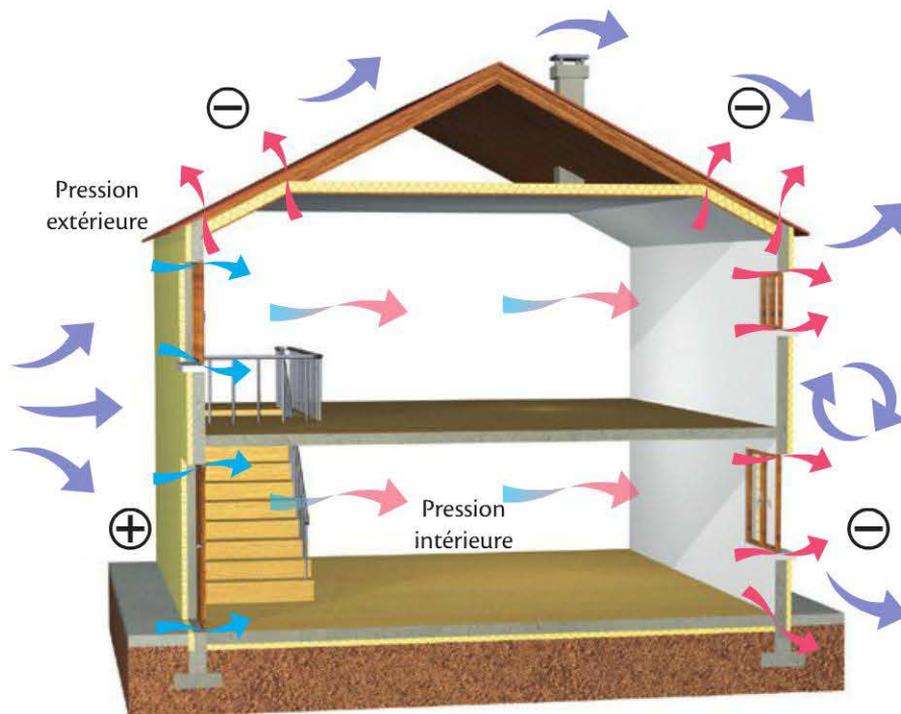


Figure 1 : Effet du vent

1.2 Le tirage thermique

Le tirage thermique est dû à la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur. Cela provoque un déséquilibre du gradient de température et donc une différence de pression vertical. Quand l'air intérieur est plus chaud que l'air extérieur, l'air entre par les ouvertures inférieures et ressort par les ouvertures supérieures. Le sens du flux est inversé quand la température intérieure est inférieure à la température extérieure. La différence de pression générée par le tirage thermique est proportionnelle à la différence de température et à la hauteur.

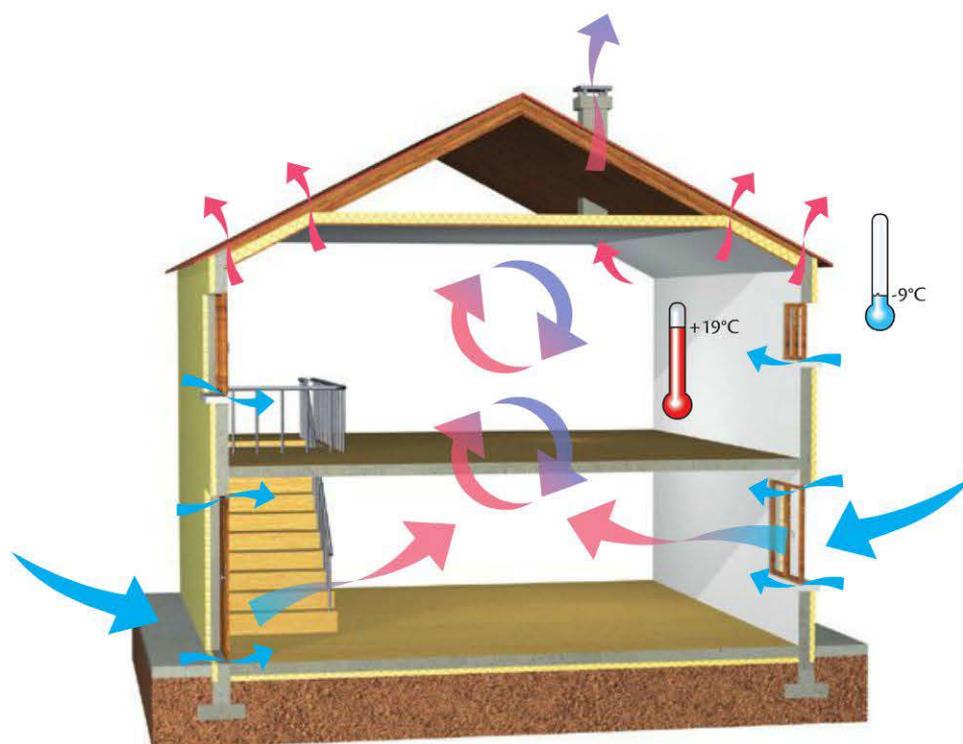


Figure 2 : Effet du tirage thermique

1.3 Le tirage mécanique

Le ou les ventilateurs du système mécanique ont bien évidemment un impact prédominant sur la pression intérieure du bâtiment.

Lorsqu'un système de ventilation autoréglable est normalement dimensionné dans un bâtiment étanche, la position « grand débit » crée une différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur de l'ordre de 20 Pa. L'impact seul du vent et du tirage thermique crée une différence de pression moyenne d'environ 4 Pa.

Les systèmes simple flux créent donc une dépression qui limite l'impact du traversant.

2. Les infiltrations

Les infiltrations résultent des effets de tirage thermique et de vent sur les défauts d'étanchéité du bâtiment. Afin de calculer le débit susceptible de passer par les infiltrations pour dimensionner les entrées d'air, on prend une sécurité, c'est-à-dire qu'on le calcule au plus faible possible.

Le tableau 1 propose des valeurs du débit de fuite résultant pour dimensionner les entrées d'air ainsi que la formule permettant de le ramener à la pression intérieure du logement en fonctionnement.

Tableau 1 : Débit de fuite à prendre en compte pour le dimensionnement des entrées d'air

Nombre de pièces du logement	Valeur de Q_f (m ³ /h) sous 1 Pa	
	Immeubles collectifs	Maisons individuelles
1	2,69	4,03
2	4,03	6,05
3	5,37	8,06
4	6,72	10,08
5	8,06	12,09
6	9,41	14,11
7	10,75	16,12

Note : les valeurs figurant dans ce tableau sont basées sur des mesures de perméabilité de l'air effectuées en immeubles collectifs et maisons individuelles : elles correspondent aux valeurs minimales susceptibles d'être rencontrées dans le cas d'immeubles de construction courante. Dans certains cas, et notamment en réhabilitation, la perméabilité à l'air peut être plus importante. On peut alors, sur justifications particulières, retenir des valeurs plus élevées.

La formule de conversion pour une dépression de y Pa devient :

$$Q_f(\text{m}^3/\text{h}) \text{ sous } y \text{ Pa} = Q_f(\text{m}^3/\text{h}) \text{ sous } 1 \text{ Pa} \times (y)^n$$

Une valeur par défaut de n à 0,67 peut être utilisée.

OBSERVATION

En VMC simple flux, on dimensionne sous 20 Pa et on retrouve alors le tableau 2 ci-dessous par recalcul.

Exemple

Pour un T4 en collectif, si on recalcule sous 20 Pa le débit de fuite, on obtient un débit de fuite de $Q_f = 6,72 \cdot 10^{0,67} = 31 \text{ m}^3/\text{h}$ (on arrondit à 30 m³/h).

Ce qui donne directement les valeurs du tableau 2 qui était précédemment utilisé pour un dimensionnement à 20 Pa.

Tableau 2 : Valeur du débit de fuite à prendre en compte pour le dimensionnement des entrées d'air en fonction du type de logement

Valeur du débit de fuite (Q_f) sous 20 Pa à prendre en compte pour le dimensionnement des entrées d'air (m ³ /h)		
Nombre de pièces	Immeubles collectifs	Maisons individuelles
1	20	30
2	30	45
3	40	60
4	50	75
5	60	90
6	70	105
7	80	120

Exemple pour un T4 collectif avec 60 m² de surface extérieure :

- le débit de fuite supposé sous 20 Pa est de 50 m³/h ;
- le débit de fuite sous 4 Pa est de $50(4/10)^{0,65} = 17$ m³/h ;
- soit $Q_4 = 0,3$ m³/(h/m²) à 4 Pa.

OBSERVATION

C'est une valeur sécuritaire par rapport à un bâtiment RT 2012 mais qui peut ne pas l'être en passif.

Exemple de dimensionnement en hygroréglable

Le dimensionnement en hygroréglable est effectué sur le même bâtiment que l'exemple en autoréglable.

1. Avis Technique fictif

L'exemple de dimensionnement en ventilation hygroréglable est effectué à partir d'un Avis Technique fictif type développé à partir de plusieurs Avis Techniques existants. L'objectif de cet Avis Technique fictif est d'être représentatif de ceux que l'on peut rencontrer lors de l'installation d'un système hygroréglable. Les débits indiqués sont globalement cohérents avec les exigences réglementaires, mais il se peut que, sur certains cas particuliers, ils diffèrent légèrement. Les tableaux pour le dimensionnement sont donnés dans l'annexe A de l'Avis Technique du système concerné.

ATTENTION

Seul l'Avis Technique du système considéré est utilisable pour son dimensionnement, cette annexe vise seulement à expliciter comment l'utiliser pour dimensionner une ventilation. Il s'agit d'un exemple fictif.

Tableau 1 : Caractéristiques hygroaérauliques des bouches d'extraction pour la cuisine

Nom de la bouche	Q_{mini}	Q_{maxi}	HR mini en %	HR maxi en %	Q_{temp}
BC1	5	42	45	82	75
BC2	8	42	48	82	90
BC3	10	47	36	73	105
BC4	11	47	30	67	120
BC5	15	52	30	67	135

Tableau 2 : Caractéristiques hygroaérauliques des bouches d'extraction pour les salles de bains

Nom de la bouche	Q_{mini}	Q_{maxi}	Q_{temp}	HR mini en %	HR maxi en %
BSdB1	5	45	-	45	80
BSdB2	5	45	-	30	70
BSdB3	10	45	-	25	60
BSdB3T	10	45	45	25	60

Tableau 3 : Caractéristiques aérauliques des bouches pour les W.-C.

Nom de la bouche	Q _{mini}	Q temporisé
BWC1	5	30

Tableau 4 : Caractéristiques hygroaérauliques des entrées d'air hygro-réglables

Nom de l'entrée d'air	Q _(HR mini)	Q _(HR maxi)	HR mini	HR maxi
EA1	5	45	45	60

Par ailleurs, l'entrée d'air fixe EAF1 ayant un module de 30 m³/h à 20 Pa est utilisée.

1.1 Le tableau de configuration

Ce tableau est destiné à sélectionner les entrées d'air et les bouches d'extraction à mettre en place dans chaque pièce en fonction de la configuration de chaque logement.

Tableau 5 : Configuration du système « HygroType »

	Modules d'entrées d'air ou type si hygro-réglable		Bouches d'extraction				
	Séjour	Par chambre	Cuisine	Salle de bains 1	Salle de bains 2	WC	Salle d'eau
F1 (W.-C. commun avec SdB)	2 x EAF1		BC1	BSdB2			BSdB1
F1 (W.-C. séparé)	2 x EAF1		BC1	BSdB1		BWC1	BSdB1
F2 (W.-C. commun avec SdB)	EA1	EA1	BC2	BSdB3			BSdB1
F2 (W.-C. séparé)	EA1	EA1	BC2	BSdB2		BWC1	BSdB1
F3 (W.-C. commun avec SdB)	EA1	EA1	BC3	BSdB3T			BSdB1
F3	EA1	EA1	BC3	BSdB2		BWC1	BSdB1
F4 (W.-C. commun avec SdB)	EA1	EA1	BC4	BSdB3T			BSdB1
F4	EA1	EA1	BC4	BSdB2		BWC1	BSdB1
F5 (W.-C. commun avec SdB)	2 x EA1	EA1	BC5	BSdB3T			BSdB1
F5 (W.-C. séparé)	2 x EA1	EA1	BC5	BSdB2		BWC1	BSdB1
F6 et + (W.-C. commun avec SdB)	2 x EA1	EA1	BC5	BSdB3T	BSdB2		BSdB1
F6 et + (W.-C. séparé)	2 x EA1	EA1	BC5	BSdB2	BSdB2	BWC1	BSdB1

1.2 Les valeurs de dimensionnement par logement

Le tableau 6 est utilisé pour dimensionner le ventilateur au débit minimal. Le débit minimal est égal à $\max(Q_{\min} ; Q_{\text{à } 35\% \text{ HR}})$.

Tableau 6 : Valeurs de débit minimal par bouche d'extraction à prendre en compte pour le dimensionnement en bâtiments collectifs d'habitation pour le système « HygroType »

Type de logement	Cuisine	Salle de bains	WC	Salle d'eau
F1 (W.-C. commun avec SdB)	5	10		5
F1 (W.-C. séparé)	5	5	5	5
F2 (W.-C. commun avec SdB)	8	20		5
F2 (W.-C. séparé)	8	10	5	5
F3 (W.-C. commun avec SdB)	10	20		5
F3 (W.-C. séparé)	10	10	5	5
F4 (W.-C. commun avec SdB)	15	20		5
F4 (W.-C. séparé)	15	10	5	5
F5 (W.-C. commun avec SdB)	20	20		5
F5 (W.-C. séparé)	20	10	5	5
F6 et + (W.-C. commun avec SdB)	20	20		5
F6 et + (W.-C. séparé)	20	10	5	5

1.3 Le tableau de dimensionnement des débits minimaux et maximaux

Ces tableaux sont utilisés pour calculer les débits foisonnés par colonne de l'installation, et ainsi pour déterminer les sections de conduit et le ventilateur à mettre en place.

Tableau 7 : Valeurs de débit maximal par bouche d'extraction à prendre en compte pour le dimensionnement en bâtiments collectifs d'habitation pour le système « HygroType »

Type de logement	Cuisine		Salle de bains QHR = 60 %	WC		Salle d'eau QHR = 60 %
	$Q_{temp} = Q_{Mf}$	$Q_{mf} = QHR = 60 \%$		Q_{Mf}	Q_{mf}	
F1 (W.-C. commun avec SdB)	75	20	45			22
F1 (W.-C. séparé)	75	20	22	30	5	22
F2 (WC commun avec SdB)	90	20	45			22
F2 (W.-C. séparé)	90	20	35	30	5	22
F3 (W.-C. commun avec SdB)	105	34	45			22
F3 (W.-C. séparé)	105	34	35	30	5	22
F4 (W.-C. commun avec SdB)	120	40	45			22
F4 (WC séparé)	120	40	35	30	5	22
F5 (W.-C. commun avec SdB)	135	45	45			22
F5 (W.-C. séparé)	135	45	35	30	5	22
F6 et + (W.-C. commun avec SdB)	135	45	45 en SdB avec WC 34 autre SdB			22
F6 et + (W.-C. séparé)	135	35	35	30	5	22

Tableau 8 : Tableau pour le calcul des déperditions liées au renouvellement d'air - système « HygroType »

Logement	Pièces humides	$Q_{varep_{spec}}$	C_{dep}	$Q_{varep_{spec}}$ pour $C_{dep} = 1^*$	S_{mea}^{**}
F1	1 SdB avec W.-C.	24,5	1,1	27,0	60,0
F2	1 SdB 1 W.-C.	25,7	1,1	28,3	60,0

* Débit extrait à prendre en compte dans le calcul réglementaire pour chaque logement en fixant le C_{dep} à 1

** Module d'entrée d'air à prendre en compte pour chaque logement

Le calcul de la puissance consommée par le ventilateur doit être effectué conformément au §2.4.1.4 du e- Cahier du CSTB n° 3615.

2. Exemple de dimensionnement

2.1 Étape 1 : positionner les bouches d'extraction et les entrées d'air

À l'aide du Tableau 5 de l'Avis Technique, il faut déterminer le type de bouche d'extraction et les entrées d'air à mettre en place dans chaque pièce.

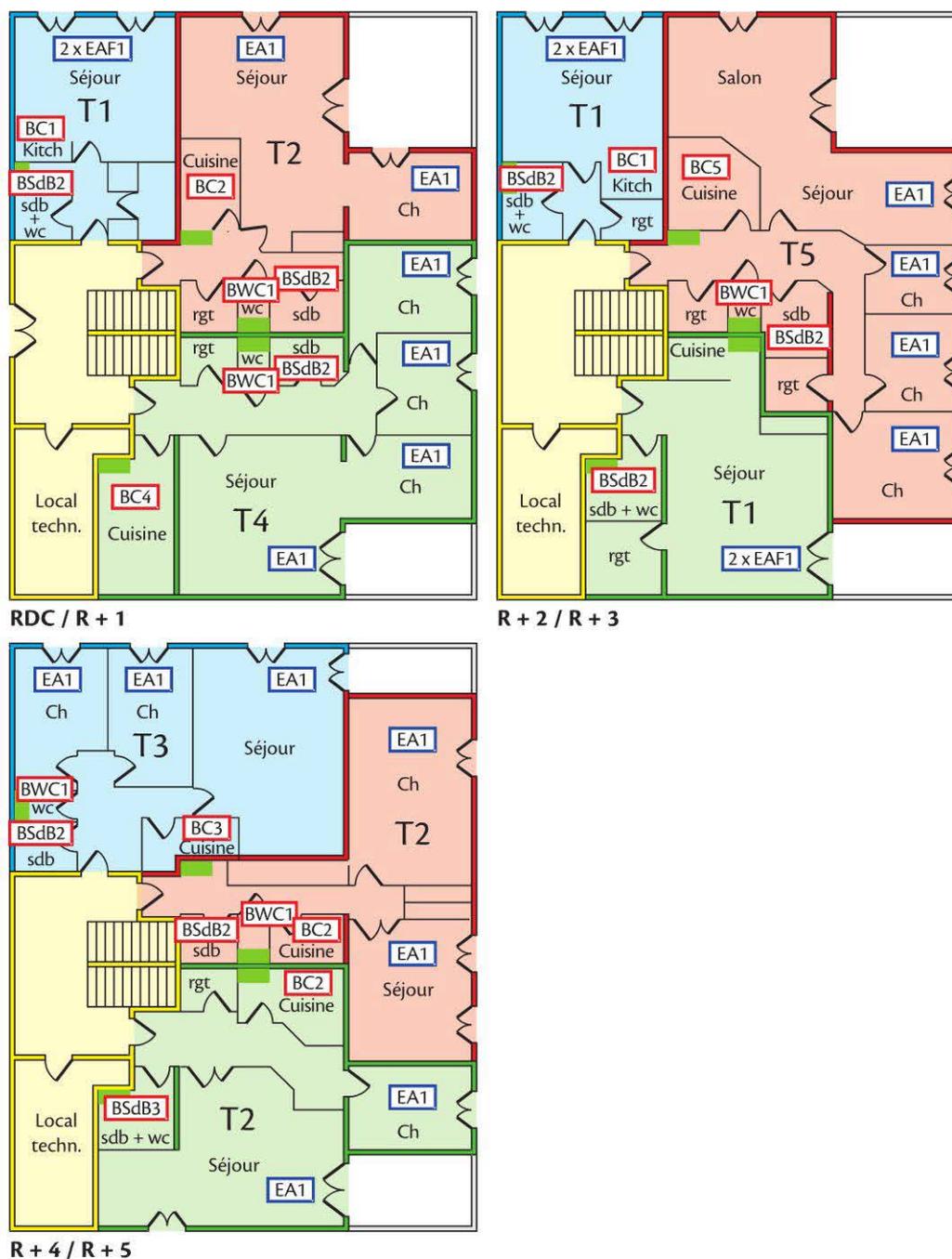


Figure 1 : Exemple - sélection des bouches d'extraction pour un système hygroreglable

2.4 Étape 4 : calculer le débit foisonné

Le coefficient de foisonnement pour chaque colonne est obtenu conformément au « 2.4.4.1 Cas particulier : la ventilation hygroréglable » du chapitre 5. Ici, chaque colonne compte plus de 6 dispositifs hygroréglables (tous les dispositifs hygroréglables et pas uniquement les bouches cuisine comptent pour le calcul du coefficient). Le coefficient est donc de 0,5 pour chaque colonne.

Débits foisonnés



Figure 3 : Représentation des débits foisonnés par colonne

Une fois le foisonnement pris en compte, le débit maximal de dimensionnement en hygroréglable est inférieur à celui de l'autoréglable.

2.5 Étape 5 : ajouter les débits de fuite

Comme en autoréglable, par défaut, un débit de fuite de 12 % est pris en compte et ajouté au débit maximal foisonné.

Débits foisonnés

Fuite 1,12



Figure 4 : Représentation des débits foisonnés en incluant les fuites par colonne

2.6 Étape 6 : dimensionner les conduits

Tableau 9 : Choix des conduits par colonne

	Débit	Section
Colonne 1	532	250
Colonne 2	480	250
Colonne 3	476	250
Colonne 4	347	200
Colonne 5	381	200
Élargissement avec raccord col2 sur col1	1 012	315
Élargissement avec raccord col3 et col4 sur col5	1 204	315

Par rapport à l'exemple en autoréglable, le dimensionnement de la colonne 4 change avec un diamètre de 200 mm au lieu de 250, et celui de la colonne 1 avec un diamètre de 250 mm au lieu de 200.

2.7 Étape 7 : calculer les pertes de charge

Le calcul des pertes de charge s'effectue comme pour la ventilation autoréglable en utilisant les débits et les diamètres de conduit calculés ci-dessus.

Tableau 10 : Synthèse des pertes de charge par colonne

	Colonne 1		Colonne 2		Colonne 3		Colonne 4		Colonne 5	
	PdC	HdC								
Petit débit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grand débit	49	37	42	37	42	36	58	49	55	41

PdC : bouche en pied de colonne.

HdC : bouche en haut de colonne.

La perte de charge en grand débit inclut la perte de charge des entrées d'air : 20 Pa.

La perte de charge maximale à grand débit est obtenue pour la bouche située en pied de colonne 4 : elle est de 38 Pa. On ajoute 20 Pa pour prendre en compte la perte de charge des entrées d'air, soit 58 Pa.

La perte de charge minimale à grand débit est de 37 Pa.

Au débit minimal, la perte de charge est négligeable.

2.8 Étape 8 : le choix du ventilateur

Les bouches sélectionnées ont une pression de fonctionnement de 60-150 Pa.

Suite au calcul des débits et des pertes de charge, le ventilateur doit respecter les conditions du tableau 11.

Tableau 11 : Synthèse des débits/pressions à respecter pour le ventilateur

	Débit minimal 482	Débit maximal 2216
Pression minimale	$60 + 0 = 60$ Pa	$60 + 58 = 118$ Pa
Pression maximale	$150 + 0 = 150$ Pa	$150 + 37 = 187$ Pa

Ces pressions sont par ailleurs conformes aux exigences minimales sur l'extracteur détaillées dans le chapitre 5, « Cas particulier de la ventilation hygroréglable ».

Un ventilateur à pression constante fonctionnant entre 460 et 2 250 m³/h et réglé à une pression comprise entre 120 et 150 Pa permettra de remplir ces exigences.

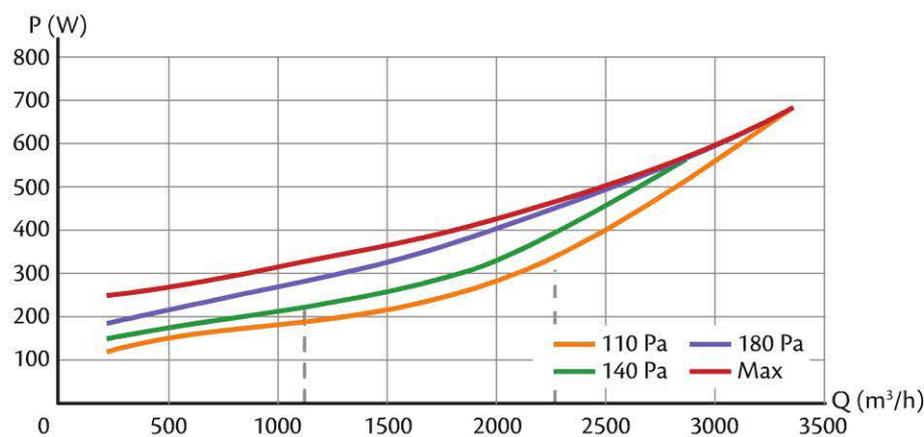
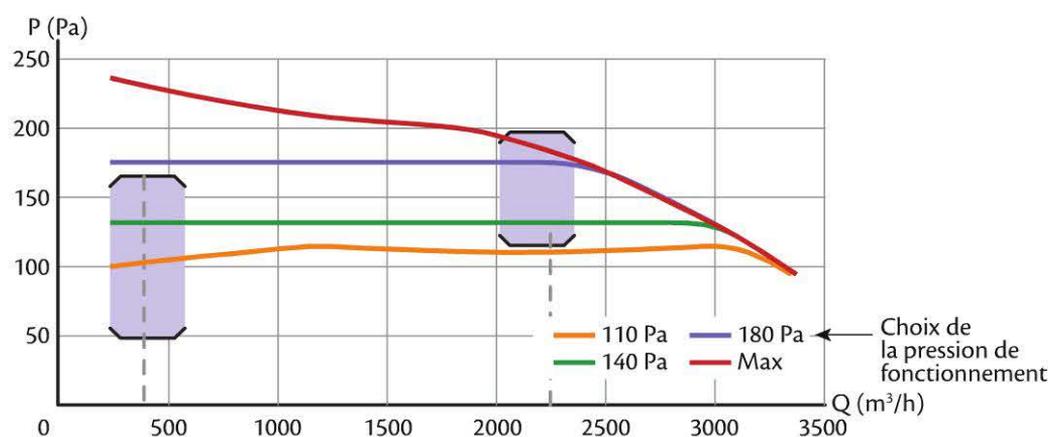


Figure 5 : Exemple de sélection de ventilateur pour le cas hygroréglable

Le ventilateur de la figure 5 convient s'il est réglé à 140 Pa.

Glossaire

Air extrait, air repris

Air qui, ayant séjourné dans un local, s'est chargé des polluants intérieurs (produits de la respiration des occupants, humidité, odeurs, etc.) et quittant l'espace à traiter.

Air rejeté ou air vicié

Air repris rejeté vers l'extérieur.

Air neuf

Air contrôlé entrant dans le système ou par des ouvertures depuis l'extérieur avant tout traitement de l'air.

Amenée d'air

Dispositif spécifique motorisé ou non mettant en communication un local avec l'air extérieur, soit directement soit par l'intermédiaire d'un conduit.

Appareil à combustion non étanche

Appareil dont le circuit de combustion (amenée d'air, chambre de combustion, sortie des gaz brûlés) communique, en tout ou partie, avec l'ambiance intérieure du logement.

Passages de transit

Passages permettant la circulation de l'air depuis les pièces principales jusqu'aux bouches d'extraction.

Ce sont des orifices (détalonnage de porte, dispositifs de transit, dispositif de transfert, etc.) généralement ménagés dans les portes intérieures.

Perte de charge ou chute de pression

Différence de pression totale entre deux points d'une installation, généralement causée par la résistance de frottement à l'écoulement dans un conduit ou un composant.

Effet système

Pertes de charge supplémentaires liées à un mauvais raccordement du ventilateur, notamment un coude ou un obstacle proche.

Réseau collectif

Partie de réseau commune à plusieurs logements.

Singularités

Obstacles à l'écoulement, incluant les changements de direction et de section du réseau, créant des pertes de charge singulières.

Té souche

Composant du réseau horizontal de collecte permettant de relier celui-ci à un conduit collecteur vertical.

VMC

Système de ventilation mécanique contrôlée (VMC) des locaux constitué d'amenées d'air, de passages de transit, de bouches, de conduits aérauliques et d'un ou plusieurs ventilateurs centralisés.

VMC autoréglable

Système ayant des dispositifs dans les bouches ou les réseaux permettant de maintenir le débit souhaité quelles que soient les variations de pression dans le réseau pour une plage donnée.

VMC gaz

Dénomination de la VMC lorsqu'elle assure conjointement l'extraction de l'air vicié des locaux et des produits de combustion d'un ou de plusieurs appareils à gaz raccordés.

VMC hygroréglable

Système de VMC destiné à assurer une modulation des débits de ventilation en fonction de l'humidité de l'atmosphère à l'intérieur des locaux à traiter.

VMC inversée

Système d'extraction mécanique contrôlée dans lequel le sens de circulation de l'air dans les conduits collecteurs verticaux est descendant. Le réseau horizontal de collecte est placé en partie basse de l'immeuble.

Réglementation, normes et autres documents de référence

1. Textes législatifs et réglementaires

Directive 2010/31/UE du Parlement européen et du Conseil du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments.

Code de la construction et de l'habitation (parties législative et réglementaire)
- Chapitre 1 Règles générales - Section 2 Dispositions générales applicables aux bâtiments d'habitation - Articles L111-4 à L111-6-5, R111-1-1 à R111-17.

Code de la construction et de l'habitation (partie législative) – Chapitre 1 Chauffage des immeubles - Articles L131-1 à L131-7.

Circulaire du 9 août 1978 modifiée relative à la révision du règlement sanitaire départemental type (RSDT).

Arrêté du 24 mars 1982 modifié relatif à l'aération des logements - Chapitre 1 Aération générale et permanente, Chapitre 2 Aération permanente pouvant être limitée à certaines pièces.

Arrêté du 2 août 1977 modifié relatif aux règles techniques et de sécurité applicables aux installations de gaz combustible et d'hydrocarbures liquéfiés situées à l'intérieur des bâtiments d'habitation ou de leurs dépendances.

Arrêté du 25 avril 1985 modifié relatif à la vérification et à l'entretien des installations collectives de ventilation mécanique contrôlées - gaz.

Arrêté du 31 janvier 1986 modifié relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation.

Arrêté du 19 juin 2006 modifié définissant les opérations standardisées d'économies d'énergie.

Arrêté du 23 février 2009 relatif à la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone dans les locaux à usage d'habitation.

Réglementation acoustique

Arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation et circulaire d'application du 28 janvier 2000.

Exemples de solutions acoustiques - Réglementation acoustique 2000, janvier 2014.

Décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage.

RT 2012 neuf

Décret n° 2010-1269 du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions.

Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments.

Décret n° 2012-1530 du 28 décembre 2012 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions de bâtiments.

Arrêté du 28 décembre 2012 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments autres que ceux concernés par l'article 2 du décret du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions + Rectificatif.

RT 2005 existant

- Arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT élément par élément).
- Arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants (RT globale).

Qualité de l'air intérieur (QAI)

Décret n° 2011-1728 du 2 décembre 2011 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public.

Décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public.

2. Normes DTU

DTU 68.3 Travaux de bâtiment - Installations de ventilation mécanique (indice de classement : P50-413), juin 2013.

- Partie 1-1-1 : règles générales de calcul, dimensionnement et mise en œuvre – Cahier des clauses techniques types
- Partie 1-1-2 : ventilation mécanique contrôlée autoréglable simple flux – Règles de calcul, dimensionnement et mise en œuvre – Cahier des clauses techniques types
- Partie 1-1-3 : ventilation mécanique contrôlée gaz – Règles de calcul, dimensionnement et mise en œuvre – Cahier des clauses techniques types
- Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux
- Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types

NF DTU 43.1 Travaux de bâtiment - Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine (indice de classement : P84-204), novembre 2004.

3. Autres normes

NF ISO 16814 Conception de l'environnement des bâtiments – Qualité de l'air intérieur – Méthodes d'expression de la qualité de l'air intérieur pour une occupation humaine (indice de classement : P01-042), juin 2010.

NF EN 12097 Ventilation des bâtiments – Réseau de conduits – Exigences relatives aux composants destinés à faciliter l'entretien des réseaux de conduits (indice de classement : E51-734), novembre 2006.

NF EN 12236 Ventilation des bâtiments – Supports et appuis pour réseau de conduits – Prescriptions de résistance (indice de classement : E51-721), avril 2002.

FD E51-767 Ventilation des bâtiments – Mesures d'étanchéité à l'air des réseaux (indice de classement : E51-767), mars 2014.

NF EN 12237 Ventilation des bâtiments – Réseau de conduits – Résistance et étanchéité des conduits circulaires en tôle (indice de classement : E51-717), juin 2003.

NF EN 14134 Ventilation des bâtiments – Essai de performances et contrôles d'installation des systèmes de ventilation résidentiels (indice de classement : E51-739), août 2004.

NF EN 1506 Ventilation des bâtiments – Conduits en tôle et accessoires à section circulaire – Dimensions (indice de classement : E51-715), septembre 2007.

NF EN 15239 Ventilation des bâtiments – Performance énergétique des bâtiments – Lignes directrices pour l'inspection des systèmes de ventilation (indice de classement : E51-761), août 2007.

NF EN 15242 Ventilation des bâtiments-Méthodes de calcul pour la détermination des débits d'air dans les bâtiments y compris les infiltrations, août 2007.

PR NF EN 16211 Systèmes de ventilation pour les bâtiments – Mesurages de débit d'air dans les systèmes de ventilation – Méthodes (indice de classement : E51-77PR), sortie attendue en 2015.

NF EN 12599 Ventilation des bâtiments - Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de conditionnement d'air et de ventilation (indice de classement : E51-724), décembre 2012.

NF EN ISO 7730 Ergonomie des ambiances thermiques - Détermination analytique et interprétation du confort thermique par le calcul des indices PMV et PPD et par des critères de confort thermique local (indice de classement : X35-203), mars 2006.

4. Autres documents de référence

Systèmes de ventilation mécanique contrôlée simple flux hygroréglable, *e-Cahiers du CSTB* n° 3615_V3, janvier 2014.

Effinergie, *Règles techniques applicables aux bâtiments neufs faisant l'objet d'une demande de label effinergie+*, validées par le CA du 12 février 2014.

Ministère du Développement Durable. Grenelle de l'environnement - Plan Bâtiment Durable. 2011.

Observatoire de la Réglementation Technique dans la Construction. Respect des règles de construction - Contrôles 2005 à 2009 - Non-conformités détaillées (France entière). CSTB. 2009.

JOBERT Romuald. La ventilation mécanique des bâtiments résidentiels neufs : État de l'art général, Analyse qualitative et technique des dysfonctionnements. CETE de Lyon. 2012.

Étude QUAD-BBC, BOULANGER X. et al. Lessons learned on ventilation systems from the IAQ calculations on tight energy performant buildings, Conference paper, AIVC, Tightvent, Copenhagen, Denmark, 2012, , rapport complet téléchargeable sur www.airh.asso.fr.

AIR.H et Partenaires. Projet PREBAT PERFORMANCE (Phases 1 et 2). 2009, rapport téléchargeable sur www.airh.asso.fr.

AQC. La VMC double flux en neuf. Mémo chantier AQC. 2013.

Qualité Construction. Fiche d'information : Attention à... Installation des conduits de ventilation mécanique contrôlée (VMC). Qualité Construction n°111. 2008.

AQC. La VMC simple flux en maison individuelle. Les plaquettes développement durable de l'AQC, 2012.

AQC. La VMC double flux en maison individuelle. Les plaquettes développement durable de l'AQC, 2012.

Règles de l'Art Grenelle Environnement (RAGE). VMC simple flux en habitat individuel, Conception et dimensionnement, Installation et mise en service, Entretien et maintenance. Programme d'accompagnement des professionnels. RAGE, 2013. <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr/>.

Règles de l'Art Grenelle Environnement (RAGE). VMC simple flux en habitat collectif, Conception et dimensionnement, Installation et mise en service, Entretien et maintenance. Programme d'accompagnement des professionnels. RAGE, 2013. <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr/>.

COSTIC, FFB, UECE. Ventilation, Habitat individuel. Guide d'accompagnement et Fiches d'autocontrôle. COSTIC, 2013.

UNICLIMA. Guide « Réception d'une installation de VMC », éditions SEPAR.

UNICLIMA. Guide « Nécess'air, l'air et la manière », Guide pratique. ADEME 2013.

CETIAT, Guide DIAGVENT, diagnostic des installations de ventilation. CETIAT, téléchargeable gratuitement sur www.cetiat.fr.

Ministère de l'Égalité des territoires et du Logement, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. Construire Sain, Guide à l'usage des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'oeuvre pour la construction et la rénovation. DGALN 2013.

Commissariat général au développement durable, Chiffres clés de l'énergie, Édition 2013, Service de l'observation et des statistiques, Février 2014.

Jobert R., Perméabilité à l'air de l'enveloppe, Réglementation, risques, mesure et amélioration, Guide pratique développement durable, CSTB éditions, 2012.

Bernard A.M., Ventilation double flux dans le résidentiel, Conception, mise en oeuvre et entretien, Collection : Guide Pratique développement durable, CSTB éditions, Janvier 2011.



BATIPEDIA.COM

L'adresse web unique et incontournable des professionnels de la construction, pour chercher, consulter, comprendre et suivre en temps réel le **référentiel technique et réglementaire** de la construction.

Le complément indispensable à votre ouvrage pour suivre les dernières évolutions réglementaires et bénéficier de compléments d'information.

L'inscription est rapide et **gratuite**, vous pourrez :

- utiliser nos outils de recherche et identifier immédiatement le ou les textes susceptible(s) de répondre à vos questions en tapant le mot-clé « VMC » dans le menu « RECHERCHE »;
- accéder à la notice descriptive de tous les documents et aux Avis Techniques en vigueur ;
- suivre en temps réel l'actualité sur le thème « VMC » dans le menu « ACTUALITE », onglet « Actualité technique et réglementaire », et filtre Ouvrage « Chauffage-Ventilation-Climatisation » et vous abonner à la newsletter ;
- télécharger de nombreux documents et dossiers ;
- consulter les rubriques Questions / Réponses.

Index

- Acoustique** — 21, 24
- Amenée d'air, entrée d'air** — 20, 43, 73
- Autoréglable** — 11, 32

- Bouche d'extraction** — 25, 26, 40, 76

- Conception** — 19, 21, 31, 35, 48, 54
- Contrôle** — 91, 103

- Débit de fuite** — 19, 54, 107
- Détalonnage, transfert d'air** — 19, 48, 75
- Dimensionnement, diamètre** — 48
- Dossier technique** — 89, 102
- Double flux** — 11, 38

- Effet système** — 58, 104
- Énergie** — 17
- Étanchéité, mastic, joints, bande** — 78

- Fuite** — 19, 54, 78, 107

- Hygroréglable** — 11, 34, 74, 77

- Mise en main** — 91, 95

- Pertes de charge, singularités** — 58, 104
- Pose, installation** — 74, 79, 84
- Propreté, entretien** — 28, 29, 86

- QAI** — 12

- Réception** — 91, 92
- Réseau, conduit, manchette, té souche, colonne** — 78

- Simple flux** — 11, 32

- Ventilateur, extracteur** — 83



**Déjà parus
dans les
collections**

Collection Guide Pratique

Fondations

Conception, dimensionnement et réalisation
Maisons individuelles et bâtiments assimilés
En application des DTU 13.12, 13.3 et du fascicule 62, titre V

Maçonneries

Murs intérieurs et extérieurs
En application des NF DTU 20.1 et 20.13

Les enduits de façade

Mise en œuvre des enduits minéraux sur supports
neufs et anciens
En application de la norme NF DTU 26.1 et de la certification
« Certifié CSTB Certified » des mortiers d'enduits monocouches

Le ravalement de façade

Par application de revêtements
En application des DTU 42.1 et 59.1

Façades rideaux

Performances, mise en œuvre, entretien
et maintenance
En application de la norme NF DTU 33.1

Salissures de façade : comment les éviter ?

Exemples de solutions techniques
Diagnostic des causes de salissures et solutions pour les prévenir
ou y remédier

Planchers et rupteurs de ponts thermiques

Conception et mise en œuvre
En application des normes européennes, des Eurocodes et des DTU

Plafond Rayonnant Plâtre (PRP)

En application des Avis Techniques et du DTU 25.41

Plancher Rayonnant Electrique (PRE)

En application des Avis Techniques, du CPT PRE
(e-Cahiers du CSTB n° 3606_V3), des normes NF DTU 26.2,
du NF DTU 52.1 et du DTU 26.2/52.1

Les escaliers

Conception, dimensionnement, exécution :
escalier en bois, métal, verre, maçonnerie,
pierre naturelle...
En application des textes réglementaires, normes et règles
consacrées par l'usage

Ouvrages en plaques de plâtre avec ou sans isolation

Plafonds, habillages, cloisons, doublages,
parois de gaines techniques
En application des normes NF DTU 25.41, 25.42

Pose collée de carrelage en travaux neufs

Carreaux céramiques ou assimilés – pierres naturelles
En application de la norme NF DTU 52.2
et du e-Cahiers du CSTB n° 3527_V3

Revêtements de sol scellés en intérieur et extérieurs

Carreaux céramiques ou assimilés - Pierres naturelles

Les sous-couches isolantes sous carrelage

Mise en œuvre sous carrelage scellé
ou sous chape et carrelage collé

En application des NF DTU 52.10, 26.2 et 52.1

Pose flottante des parquets

Revêtements de sol à placage bois et stratifiés
En application de la norme NF DTU 51.11 et du CPT
« Systèmes de revêtements de sol stratifiés posés flottants »

Les peintures et revêtements muraux collés

En intérieur
En application du NF DTU 59.1 et du DTU 59.4

Garde-corps de bâtiments

Fonction, conception et dimensionnement
En application de l'article R. 111-15 du Code de la construction
et de l'habitation (CCH) et des normes NF P01-012 et P01-013

Les couvertures en tuiles

Tuiles de terre cuite - tuiles en béton
En application des DTU 40.21, 40.211, 40.22, 40.23, 40.24, 40.241 et 40.25

Écrans souples de sous-toiture

Conception et mise en œuvre

Étanchéité des toitures-terrasses

Conception et réalisation
En application des DTU 43.1, 43.3, 43.4 et 43.5

Les vérandas

Conception, construction, entretien, maintenance
En application des règles professionnelles SNFA et du référentiel
du CSTB pour l'homologation des systèmes de vérandas

Ossatures métalliques

Maisons individuelles, bâtiments résidentiels,
locaux industriels et bureaux
En application du PR NF DTU 32.3

Installations de gaz dans les bâtiments d'habitation

En application de la norme NF DTU 61.1

Installations électriques et de communication des bâtiments d'habitation

En application de la norme NF C 15-100 et du guide UTE C 15-900

Procédés de traitement des eaux

à l'intérieur des bâtiments individuels ou collectifs

Plomberie et raccordements aux appareils

Conception, mise en œuvre et entretien des réseaux

En application des DTU 60.1, 60.11 et du *e-Cahiers du CSTB 2808_V2*

Collection Guide Pratique **Développement durable**

Installation d'assainissement autonome

Pour maison individuelle

En application de la norme NF DTU 64.1

Procédés non traditionnels d'assainissement autonome

Procédés compacts de filtration, micro-stations et filtres plantés de roseaux

Perméabilité à l'air de l'enveloppe

Réglementation, risques, mesure et amélioration

En application de la RT 2012

Les ponts thermiques dans le bâtiment

Mieux les connaître pour mieux les traiter

En conformité avec la réglementation thermique

Fenêtres en travaux de rénovation

Aluminium, bois, PVC

Conception et mise en œuvre

En application de la norme NF DTU 36.5

et du *e-Cahiers du CSTB n° 3709*

Fenêtres en travaux neufs

Aluminium, bois, PVC

Conception et mise en œuvre

En application de la norme NF DTU 36.5 et

du *e-Cahiers du CSTB n° 3709*

Les volets roulants

Conception et mise en œuvre

En application du CPT n° 3676

Isolation thermique extérieure par enduit sur isolant PSE

En application du *e-Cahiers du CSTB n° 3035_V2*

Bardage rapporté sur ossature secondaire en bois

Mise en œuvre sur murs en béton banché ou en maçonnerie d'éléments

En application du Cahier du CSTB n° 3316 et de ses modificatifs n° 3422 et n° 3585_V2

Isolation des combles aménagés

Produits en rouleaux, panneaux

Isolation des combles perdus

Produits en rouleaux, panneaux et en vrac

Isolation en sous face des planchers bas

Bâtiments neufs et existants

En application du DTU 27.1 pour la technique de projection de laine minérale

Isolation des toitures-terrasses

Conception, mise en œuvre et entretien

En application des DTU de la série 43

Les toitures végétalisées

Conception, réalisation et entretien

En application des DTU de la série 43 et des Règles professionnelles CSFE-ADIVET-SNPPA-UNEP

Ventilation double-flux dans le résidentiel

Conception, mise en œuvre et entretien

Construction d'une cheminée

Âtres, appareils à foyer ouvert, inserts et poêles

à bois. Conduits maçonnés et métalliques

En application des normes NF DTU 24.1 et 24.2

Chauffe-eau solaire individuel

Conception, mise en œuvre et entretien

Pompe à chaleur géothermique

Chauffage et rafraîchissement en maison individuelle

Conception, mise en œuvre et entretien

Plancher chauffant - rafraîchissant basse température

Conception, mise en œuvre et entretien

En application du DTU 65.14, de la norme NF EN 1264

et du *e-Cahiers du CSTB N° 3164*

Végétalisation des murs

Conception, mise en œuvre, entretien et maintenance

Collection Guide Pratique **Aménagements urbains durables**

Aires de jeux

Conception, installation, entretien

En application des normes NF EN 1176 et EN 1177

L'arbre en milieu urbain

Choix, plantation et entretien

Les haies urbaines et péri-urbaines

Fonctions, choix des espèces, mise en œuvre et entretien

Conception et mise en œuvre

des clôtures et portails

Réalisation, entretien et sécurité

Collection Guide Pratique **Droit & construction**

L'Assurance construction

Mieux comprendre le système de l'assurance construction

Les diagnostics immobiliers

Diagnostics obligatoires ou quasi-obligatoires

Risques et litiges des marchés privés de travaux

Passation des marchés, exécution et réception des travaux et garantie de parfait achèvement

Ventilation mécanique contrôlée dans le résidentiel

Conception, mise en œuvre et maintenance

Avec la collection Guide Pratique développement durable, le CSTB met en avant des sujets mariant bâtiment et préoccupations environnementales : santé, économies d'énergie, limitation de l'impact sur l'environnement, coût global... Les sujets choisis sont pris en compte par le Grenelle de l'environnement et souvent éligibles à des aides financières. La collection Guide Pratique permet aux professionnels du bâtiment une lecture facilitée des règles techniques de construction à travers un large éventail de situations possibles de mise en œuvre. Ces guides ne remplacent pas les textes de référence mais en constituent un complément indispensable, particulièrement illustré.

Avec ses 132 pages richement illustrées, le Guide Pratique Ventilation mécanique contrôlée (VMC) dans le résidentiel détaille les bonnes pratiques de conception et de mise en œuvre de la ventilation simple flux autoréglable et hygro-réglable en tenant compte de la Réglementation Thermique et de la norme NF DTU 68.3.

Le Guide Pratique VMC dans le résidentiel détaille la conception, la mise en œuvre et l'entretien d'une VMC :

- Quelle est l'utilité d'une VMC ?
- Quels sont les systèmes existants ?
- Quels sont les points clés de la conception ?
- Quels sont les détails d'exécution ?
- Quels sont les mesures et contrôles à réception ?
- Comment procéder à l'entretien des installations ?

Ce guide constitue un outil indispensable à tout professionnel concerné par le choix, le dimensionnement, la mise en œuvre et l'entretien d'un système de VMC (maîtres d'ouvrage, architectes, bureaux d'études, entreprises, installateurs thermiques, ...).

Ce guide a été rédigé par Anne-Marie Bernard et Valérie Leprince, ingénieurs experts en aéraulique, avec la collaboration des ingénieurs thermiciens du CSTB.

SIÈGE SOCIAL

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33)01 60 05 70 37 | www.cstb.fr

CSTB
le futur en construction