

Protocole de Diagnostic

des installations de ventilation mécanique en tertiaire



Novembre 2022

Ce document a été rédigé dans le cadre du projet **PromevenTertiaire** coordonné par le CETIAT. Les personnes ayant contribué à ce projet sont présentées ci-dessous :

Partenaires du projet :



CETIAT

Isabelle Caré, Laure Mouradian



Cerema - Directions Territoriales Centre-Est et Méditerranée

Nathalie Moral, Pascal Pelte, Cédric Lentillon, Ariane Lesage



ALLIE'AIR

Anne-Marie Bernard, Julien Boxberger



CETii

Gilles Frances



PBC

Pierre Barles



Effinergie

Angélique Sage



AQC

Mariangel Sanchez



ICEE

François-Rémi Carrié



PLEIAQ

Valérie Leprince, Nolwenn Hurel

Nous remercions également les membres du groupe reflet qui ont apporté des commentaires pour améliorer les projets de protocole.

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

Appel à Projets Recherche

"Vers des bâtiments responsables à horizon 2020"

Édition 2018

Sommaire

1 Introduction	5
2 Domaine d'application	6
3 Références normatives	7
4 Termes et définitions	8
5 Mode opératoire	11
5.1 Généralités	11
5.2 Echantillonnage	13
6 Pré-inspection	15
6.1 Généralités	15
6.2 Spécifications de réalisation	15
6.3 Manuel de fonctionnement et de maintenance	17
6.4 Récapitulatif Standardisé d'Étude Thermique ou d'Étude Energétique et Environnementale	17
6.5 Etude d'exécution	17
6.6 Données de sortie de la pré-inspection	18
7 Vérifications et mesures sur site	19
7.1 Vérifications fonctionnelles	19
7.2 Mesures fonctionnelles aux caissons/CTA	22
7.3 Mesures fonctionnelles aux terminaux	29
7.4 Mesures aérauliques complémentaires	35
7.5 Mesures spécifiques	35
8 Rapport	38
8.1 Présentation du bâtiment et périmètre d'intervention	38
8.2 Pré-inspection et résultat de l'étude documentaire	38
8.3 Résultats des vérifications fonctionnelles	38
8.4 Résultats des mesures fonctionnelles aux caissons/CTA	39
8.5 Résultats des mesures fonctionnelles aux terminaux	39
8.6 Résultats de la mesure de la perméabilité à l'air des réseaux	40
8.7 Conclusion du diagnostic et écarts constatés	40
Annexes	41
Annexe A (informative) : Règles d'échantillonnage des caissons à vérifier	42
Annexe B (informative) : Règles d'échantillonnage des terminaux pour chaque caisson de ventilation ou de traitement d'air vérifié	43
Annexe C (informative) : Fiche de renseignements administratifs	48

Annexe D (informative) : Liste des points de vérification sur les caissons et les réseaux	49
Annexe E (informative) : Listes des points de vérification en SF par extraction Terminaux et locaux desservis	50
Annexe F (informative) : Liste des points de vérification en ventilation DF Terminaux et locaux desservis	51
Annexe G (informative) : Fiche de relevés de mesures aux caissons/CTA	52
Annexe H (informative) : Fiche de relevés de mesures aux terminaux	55
Annexe I (informative) : Mesure sur une poutre climatique active	58
Annexe J (informative) : Particularité des mesures sur les systèmes de ventilation à modulation de débit	61
Annexe K (informative) : Matériel de mesure	64
Annexe L (informative) : Mesure d'étanchéité à l'air des réseaux en tertiaire	68
Bibliographie	72

1 Introduction

Le présent document, appelé protocole PromevenTertiaire, propose une méthodologie pour réaliser des vérifications et des mesures de la performance des installations de ventilation mécanique dans les bâtiments tertiaires (bâtiments de bureaux, d'enseignement, commerces...).

Le protocole PromevenTertiaire a pour objectif d'établir le respect d'une installation de ventilation à un ensemble d'exigences relatives à la réglementation, règles de l'art ou niveaux de fonctionnement selon lesquelles cette installation a été conçue.

La méthodologie s'appuie sur la norme européenne NF EN 16798-17 et reprend le guide DIAGVENT¹. Elle comprend plusieurs étapes :

- une pré-inspection,
- des vérifications fonctionnelles des installations de ventilation : contrôles visuels, vérifications n'intégrant aucune mesure,
- des mesures fonctionnelles :
 - o aux caissons de ventilation ou de traitement d'air : débits, pressions, puissance électrique absorbée,
 - o aux terminaux (bouches, diffuseurs) et en amont du terminal : débits, pressions,
- des mesures spécifiques :
 - o une mesure de perméabilité à l'air des réseaux de ventilation,
 - o une mesure de vitesse de rotation des ventilateurs.

Le protocole PromevenTertiaire ne traite pas des autres mesures ou vérifications qui peuvent être réalisées pour évaluer l'état ou les performances d'un système de ventilation, telles que :

- des mesures acoustiques, selon NF EN 16798-17,
- des mesures sur site pour évaluer l'efficacité de l'échangeur, selon NF EN 308,
- des mesures de renouvellement d'air global par gaz traceur, selon NF EN 16211,
- des mesures de polluants,
- la vérification de la propreté des réseaux aérauliques selon NF EN 15780.

Ce protocole s'accompagne d'annexes techniques et informatives qui ont vocation à servir de guide pour les opérateurs dans la réalisation du diagnostic des installations de ventilation, afin de leur permettre notamment :

- d'identifier les points de vérification et de mesure qui nécessitent une vigilance particulière pour éviter les erreurs ;
- de choisir un matériel de mesure adapté à chaque configuration de mesure.

Ce document ne définit pas quelles sont les étapes de vérification et/ou les mesures obligatoires ou optionnelles, ni les exigences à respecter. Les étapes de vérification et/ou mesures à réaliser doivent être définies par le maître d'ouvrage, en fonction de l'objectif du diagnostic, et en s'appuyant éventuellement sur les normes NF EN 16798-17 et NF EN 12599 pour identifier les vérifications et mesures qu'il souhaite faire réaliser. Des référentiels de certification, de labellisation ou des réglementations peuvent définir les éléments obligatoires de ce protocole, et les exigences à respecter.

Dans le cadre de ce protocole, la vérification s'appuie sur les données présentes dans le dossier d'exécution, ou à défaut dans le dossier de conception, et n'a pas pour objet la vérification du dimensionnement des systèmes. La vérification du dimensionnement lors de la conception est une mission à part entière qui peut être couplée à cette vérification mais n'est pas visée par le protocole PromevenTertiaire et doit faire l'objet d'un accord spécifique avec le maître d'ouvrage.

Ce document est un outil pratique pour les professionnels : bureaux d'études et de contrôles, experts, services techniques, installateurs, sociétés de maintenance, etc.

2 Domaine d'application

Le protocole présenté dans ce document propose une méthodologie pour réaliser le diagnostic d'installations de ventilation dans des bâtiments tertiaires (bureaux, enseignement, commerces...).

Les installations de ventilation concernées peuvent être :

- des installations de ventilation mécanique contrôlée simple flux
- des installations de ventilation mécanique contrôlée double flux
- des installations de ventilation mécanique incluant du traitement d'air

Le protocole est rédigé pour être appliqué à des installations neuves ou existantes.

Il existe pour les bâtiments tertiaires une grande variété de typologies de systèmes et composants. Le protocole définit les vérifications et mesures à réaliser pour les cas standards qui sont le plus couramment rencontrés. Il nécessite d'être adapté pour les systèmes non décrits dans le présent document.

3 Références normatives

FD E51-767 : 2017

Ventilation des bâtiments - Mesures d'étanchéité à l'air des réseaux

NF E 51-777 : 2016

Systèmes de ventilation pour les bâtiments - Mesures de débit d'air dans les systèmes de ventilation - Mesures de débits d'air indirecte

NF EN 12599 : 2012 / prEN 12599 : 2022 (enquête publique à venir)

Ventilation des bâtiments - Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de conditionnement d'air et de ventilation

NF EN 15780 : 2011

Ventilation des bâtiments - Réseaux de conduits - Propreté des systèmes de ventilation

NF EN 16211 : 2015 / prEN 16211 : 2022 (enquête publique à venir)

Systèmes de ventilation pour les bâtiments - Mesurages de débit d'air dans les systèmes de ventilation - Méthodes

NF EN 16798-17 : 2017

Performance énergétique des bâtiments — Partie 17 : Ventilation des bâtiments - Module M4-11, M5-11, M6-11, M7-11 - Lignes directrices pour l'inspection des systèmes de ventilation et de conditionnement d'air

4 Termes et définitions

4.1 Diagnostic

Procédure, constituée d'une pré-inspection, de vérifications fonctionnelles et/ou de mesures, permettant d'établir le respect d'une installation de ventilation à un ensemble d'exigences relatives à la réglementation, aux règles de l'art ou à d'autres documents de référence identifiés en amont de la procédure.

4.2 Pré-inspection

Vérification de la documentation d'un système ou de dispositifs prévus pour être utilisés pendant le processus de vérification

4.3 Vérification

Observation du fonctionnement d'un système ou de dispositifs par rapport à une spécification sans avoir recours à des mesures particulières.

Note : La vérification est une inspection visuelle qui n'implique pas de mesure, est non-destructive, et ne requiert pas de démontage des composants du système de ventilation hormis la dépose de bouche/grille/diffuseur normalement démontable pour la maintenance.

4.4 Mesure

Processus consistant à obtenir expérimentalement (sur site et à l'aide d'un matériel adapté) une ou plusieurs valeurs que l'on peut attribuer à une grandeur.

Source : JCGM 200:2012 *Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM, 3^e édition)*.

4.5 Spécifications

Ensemble des données et informations décrivant l'installation de ventilation, et notamment les paramètres de réglages, les consignes de maintenance et d'utilisation.

4.6 Erreur maximale tolérée (EMT)

Valeur extrême de l'erreur de mesure, par rapport à une valeur de référence connue, qui est tolérée par les spécifications ou règlements pour un mesurage, un instrument de mesure ou un système de mesure donné.

Source : JCGM 200:2012 *Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM, 3^e édition)*.

4.7 Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)

Document contractuel qui fixe les clauses techniques nécessaires à l'exécution des prestations du marché, décomposé ou non en plusieurs lots, rédigé par le pouvoir adjudicateur ou l'entité adjudicatrice et intégré au dossier de consultation des entreprises.

4.8 Dossier de Consultation des Entreprises (DCE)

Dossier constitué de documents contractuels rédigés par le pouvoir adjudicateur ou l'entité adjudicatrice regroupant l'ensemble des clauses à caractère technique régissant le marché.

Note : Outre les spécifications techniques et performantielles des installations du projet décrites dans le CCTP, il peut comporter des plans, des schémas techniques et des études techniques (sols, thermique, acoustique, etc.).

4.9 Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)

Document contractuel établi dans le domaine du bâtiment, fourni au client final lors de la livraison du chantier et de la remise des clefs et constitué par les entreprises ayant réalisé les travaux.

Note : Le DOE comporte différents types de documents dont le but est de faciliter la compréhension et la gestion du bâtiment tout au long de son exploitation. Il doit comporter au minimum :

- les plans d'exécution conformes à l'ouvrage exécuté,
- les notices de fonctionnement,
- les notices de maintenance.

4.10 Dossier d'Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage (DIUO)

Dossier qui rassemble toutes les données utiles à la maintenance d'un ouvrage (plans, notes techniques...) et permet d'intégrer la sécurité des intervenants dès la conception d'un ouvrage pour son entretien futur.

4.11 Caisson de ventilation ou de traitement d'air

Enveloppe contenant au minimum un ventilateur, et qui peut inclure des raccordements de conduits, des filtres, des batteries, un chauffage électrique, ou tout autre composant de traitement d'air.

Note : Dans le cadre de ce document, le terme « caisson de ventilation/CTA » est utilisé pour désigner un caisson VMC simple flux ou double flux, assurant ou non une fonctionnalité de traitement d'air.

4.12 Terminal de ventilation (UTD)

Élément terminal du réseau qui assure le soufflage ou la reprise d'air dans un local (par exemple : bouches, poutres climatiques, autres diffuseurs, etc.)

4.13 Unité de traitement d'air (UTA)

Élément situé à l'extrémité du réseau aéraulique, en amont du terminal, comprenant une batterie/échangeur et/ou un ventilateur et/ou un filtre.

4.14 Air neuf

Air entrant dans le système de ventilation/traitement d'air de manière contrôlée ou par des ouvertures depuis l'extérieur avant tout traitement de l'air.

4.15 Air rejeté

Air du bâtiment rejeté à l'extérieur par le système de ventilation/traitement d'air ou par des ouvertures.

4.16 Air repris

Air extrait quittant un espace à traiter et qui peut être rejeté à l'extérieur ou recyclé.

4.17 Air recyclé

Air repris dans un groupe de locaux et renvoyé à un caisson de traitement d'air pour être réintroduit dans ce groupe de locaux ; l'air neuf peut y être mélangé ou introduit séparément.

4.18 Singularité

Accident de réseau/conduit, c'est-à-dire modification géométrique du conduit comme un changement de direction (coude, té, piquage...), une variation de section ou un composant de réseau (registre, clapet coupe-feu...).

5 Mode opératoire

5.1 Généralités

Afin de pouvoir établir le diagnostic de l'installation, les étapes à effectuer et les documents de référence permettant de statuer sur le respect des exigences doivent être définis explicitement dans la mission de vérification.

Le diagnostic des installations de ventilation/traitement d'air est réalisé en suivant les étapes de la *Figure 1* de façon exhaustive ou non (étendue du diagnostic à définir dans la mission).

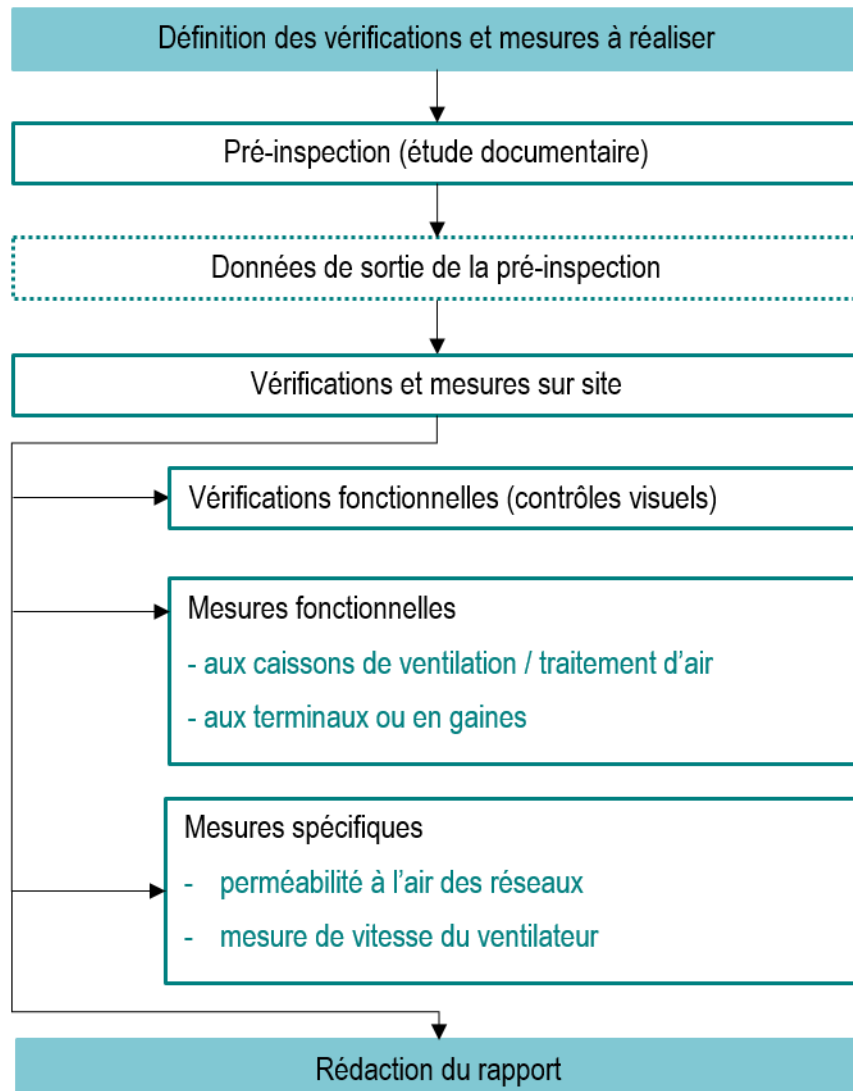


Figure 1 : Organisation générale d'un diagnostic d'une installation de ventilation

Dans le cas d'une installation neuve, avant de commencer les vérifications et les mesures énumérées dans la *Figure 1*, les travaux d'installation des éléments du système de ventilation ou de traitement d'air doivent être achevés et le système doit avoir été réglé et mis au point de façon à satisfaire aux exigences des spécifications du système.

Néanmoins, afin de permettre à l'ensemble des contrôles et mesures de se dérouler dans de bonnes conditions, il est conseillé de prévoir des vérifications et mesures en cours de chantier. Ces contrôles et mesures intermédiaires peuvent, par exemple, s'inscrire dans le cadre d'une démarche volontaire de la maîtrise d'ouvrage. Ils ne peuvent pas être retenus pour valider la performance du système de ventilation mais peuvent toutefois être communiqués à titre informatif et ainsi permettre au maître d'ouvrage une validation intermédiaire de la mise en œuvre de l'installation.

Pour les installations existantes, la mission doit préciser si le diagnostic est réalisé avec des conditions de fonctionnement en l'état ou après un réglage spécifique préalable.

Dans les deux cas, installation neuve ou existante, l'étape de pré-inspection est obligatoire pour pouvoir préparer les vérifications et les mesures sur site.

Concernant la mesure spécifique de perméabilité à l'air des réseaux de ventilation, il convient de respecter toutes les conditions normatives du FD E51-767 qui sont complétées par l'Annexe L dédiée à la mesure de perméabilité à l'air des réseaux – conseils/prérequis.

5.2 Echantillonnage

Un projet peut être composé de plusieurs bâtiments. Un bâtiment peut lui-même être équipé de plusieurs systèmes de ventilation. Un système de ventilation peut desservir un ou plusieurs locaux répartis sur un ou plusieurs étages, et le nombre de terminaux peut être plus ou moins important. L'échantillonnage, s'il est appliqué, consiste à ne vérifier qu'une partie des systèmes de ventilation, en fonction de critères ou règles à établir avant le diagnostic, généralement à l'issue de la pré-inspection.

5.2.1 Echantillonnage des bâtiments

Le protocole ne propose pas de règle d'échantillonnage de bâtiment au sein d'un même projet de plusieurs bâtiments : cet échantillonnage, c'est-à-dire le choix des bâtiments diagnostiqués, doit être défini en fonction de l'objectif du diagnostic (certification, démarche volontaire, contrôle sur l'existant...), en amont de celui-ci. Sans indication contraire, tous les bâtiments du projet sont soumis au protocole.

5.2.2 Echantillonnage des caissons de ventilation/CTA

Le protocole ne définit pas de règle précise pour l'échantillonnage des caissons de ventilation/CTA dans le cas d'un ou plusieurs bâtiments équipés de plusieurs caissons associés à leurs réseaux : cet échantillonnage, c'est-à-dire le choix des caissons diagnostiqués, doit être défini en fonction de l'objectif du diagnostic (certification, démarche volontaire, contrôle sur l'existant...), en amont de celui-ci.

Néanmoins, en l'absence d'objectif préalablement fixé, l'Annexe A informative propose un exemple de règles d'échantillonnage des caissons de ventilation/CTA pour les vérifications fonctionnelles et les mesures fonctionnelles présentées dans le protocole.

5.2.3 Echantillonnage des terminaux à contrôler

Les terminaux peuvent ne pas être tous vérifiés. Le nombre de terminaux à vérifier par caisson de ventilation/CTA à considérer peut être réduit lorsque le nombre de terminaux total par caisson est supérieur ou égal à 20.

L'échantillon des terminaux est fonction des locaux. Il doit être suffisamment représentatif en termes de typologies et de taille. Lorsqu'un local est sélectionné dans l'échantillonnage, tous les terminaux de ce local sont concernés par les vérifications. Chacun des terminaux doit faire l'objet d'une vérification complète : vérifications fonctionnelles et mesures fonctionnelles présentées dans le protocole.

Le *Tableau 1* donne des indications sur le nombre minimum de terminaux à vérifier. Des exemples sont proposés en Annexe B du présent document.

Nombre de terminaux par caisson de ventilation	Recommandations d'échantillonnage des terminaux à vérifier
n<20	Aucun échantillonnage
20≤n<200	<p>Echantillon d'a minima 20 terminaux pour chaque caisson de ventilation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - si le caisson dessert une seule salle : <ul style="list-style-type: none"> o l'ensemble des terminaux de la salle doit être vérifié (de façon individuelle ou éventuellement de manière globale via une mesure en gaine à l'entrée de la salle) ; - si le caisson dessert plusieurs locaux/salles répartis sur un seul étage, l'échantillon doit inclure : <ul style="list-style-type: none"> o les terminaux des locaux/salles les plus proches du caisson. La somme des terminaux à vérifier desservant ces locaux/salles doit être ≥ 10 ; o les terminaux des locaux/salles les plus éloignées du caisson. La somme des terminaux à vérifier desservant ces locaux/salles doit être ≥ 10 ; - si le caisson dessert plusieurs salles réparties sur plusieurs étages, l'échantillon doit inclure : <ul style="list-style-type: none"> o à l'étage le plus proche du caisson : <ul style="list-style-type: none"> ▪ les terminaux des locaux/salles les plus proches du caisson. La somme des terminaux à vérifier desservant ces locaux/salles doit être ≥ 5 ; ▪ les terminaux des locaux/salles les plus éloignées du caisson. La somme des terminaux à vérifier desservant ces locaux/salles doit être ≥ 5 ; o à l'étage le plus éloigné du caisson : <ul style="list-style-type: none"> ▪ les terminaux des locaux/salles les plus proches du caisson. La somme des terminaux à vérifier desservant ces locaux/salles doit être ≥ 5 ; ▪ les terminaux des locaux/salles les plus éloignées du caisson. La somme des terminaux à vérifier desservant ces locaux/salles doit être ≥ 5.
n≥200	<p>Echantillon d'a minima 40 terminaux pour chaque caisson de ventilation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - si le caisson dessert plusieurs locaux/salles répartis sur un seul étage, l'échantillon doit inclure : <ul style="list-style-type: none"> o les locaux/salles les plus proches du caisson. La somme des terminaux à vérifier desservant ces locaux/salles doit être ≥ 20 ; o les locaux/salles les plus éloignées du caisson. La somme des terminaux à vérifier desservant ces locaux/salles doit être ≥ 20 ; - si le caisson dessert plusieurs salles réparties sur plusieurs étages, l'échantillon doit inclure : <ul style="list-style-type: none"> o à l'étage le plus proche du caisson : <ul style="list-style-type: none"> ▪ les locaux/salles les plus proches du caisson. La somme des terminaux à vérifier desservant ces locaux/salles doit être ≥ 10 ; ▪ les locaux/salles les plus éloignées du caisson. La somme des terminaux à vérifier desservant ces locaux/salles doit être ≥ 10 ; o à l'étage le plus éloigné du caisson : <ul style="list-style-type: none"> ▪ les locaux/salles les plus proches du caisson. La somme des terminaux à vérifier desservant ces locaux/salles doit être ≥ 10 ; ▪ les locaux/salles les plus éloignées du caisson. La somme des terminaux à vérifier desservant ces locaux/salles doit être ≥ 10.

Tableau 1 : Recommandations d'échantillonnage pour définir le nombre minimum de terminaux à vérifier par caisson de ventilation

6 Pré-inspection

6.1 Généralités

La pré-inspection a pour objectif de réunir et d'examiner toute la documentation disponible pertinente relative aux installations de ventilation à vérifier : paramètres de conception, caractéristiques des systèmes et régime de fonctionnement. Cette pré-inspection permet à l'opérateur de comprendre l'installation de ventilation et de préparer les vérifications et mesures qu'il réalisera sur site pendant son diagnostic.

La documentation inclut :

- les plans Chauffage – Ventilation – Climatisation (CVC) du projet, avec :
 - o la localisation, le nom et éventuellement la fonction de chaque pièce,
 - o les caractéristiques et le débit de chacun des terminaux,
 - o les spécifications de réalisation, servant de référence et figurant dans les études de conception et/ou d'exécution ;
- les manuels de fonctionnement et de maintenance ;
- le récapitulatif standardisé d'étude thermique (RSET) ou d'étude énergétique et environnementale (RSEE).

Les documentations supplémentaires éventuelles indiquant toute modification ou transformation du bâtiment, des systèmes de ventilation ou du mode d'utilisation depuis l'établissement des documentations d'origine, doivent également être obtenues et examinées.

Pour chacun des éléments qui doivent être vérifiés selon les paragraphes 6.2 à 6.5, l'opérateur indiquera :

- l'information relevée (par exemple, « CTA double flux ») ;
- ou « l'information est manquante » ;
- ou « l'information n'est pas vérifiable » ;
- ou « le projet n'est pas concerné par cette information ».



Certaines de ces informations peuvent être disponibles dans le dossier technique du système de ventilation dans les documents suivants : CCTP du lot ventilation, DOE du lot ventilation et DIUO du lot ventilation.

Lors de l'étape de la pré-inspection, une pré-visite sur le site de l'opération peut permettre de collecter la documentation manquante pour finaliser la pré-inspection et anticiper l'intervention sur site grâce au repérage des installations, des accès et à la prise de contact avec l'exploitant.



D'expérience, la pré-visite est une étape incontournable pour préparer l'intervention sur site. Elle peut éventuellement être menée à distance avec le gestionnaire et/ou l'exploitant équipé d'une caméra.

6.2 Spécifications de réalisation

A partir des documents de conception ou d'exécution recueillis, la présence des éléments de spécifications suivants doit être vérifiée :

- type de système de ventilation (CTA à débit d'air constant ou à débit d'air variable, air neuf + UTA, VMC simple flux ou double flux, modulation des débits en fonction de l'occupation, combinaison de ces systèmes, ...) ;
- type de commandes (le cas échéant) et mode(s) de fonctionnement prévu(s) (par exemple, fonctionnement en continu ou par intermittence des ventilateurs via le boîtier

- de commande) ; l'analyse fonctionnelle peut venir compléter les informations lorsqu'elle est fournie ;
- débits d'air volumiques de dimensionnement pour le système dans son ensemble ;
 - pour les entrées d'air des locaux vérifiés :
 - o localisation,
 - o marque et référence commerciale,
 - o débit de sélection (fiche technique),
 - o plage de fonctionnement en pression (si concernées et données précisées dans la fiche technique),
 - o plage de fonctionnement en débit ;
 - pour les terminaux de ventilation (bouches de soufflage et d'extraction, grilles, diffuseurs, ...) des locaux vérifiés:
 - o localisation,
 - o marque et référence commerciale,
 - o débit de sélection (fiche technique),
 - o plage de fonctionnement en pression (si concernés et données précisées dans la fiche technique),
 - o plage de fonctionnement en débit (si concernés et données précisées dans la fiche technique) ;
 - pour les UTA des locaux vérifiés définis par la règle d'échantillonnage :
 - o localisation,
 - o marque et référence commerciale,
 - pour les éléments d'équilibrage et de modulation des débits sur le réseau :
 - o type,
 - o marque et référence commerciale,
 - o débit de sélection (fiche technique),
 - o plage de fonctionnement en pression (si concernés et données précisées dans la fiche technique),
 - o plage de fonctionnement en débit (si concernés et données précisées dans la fiche technique) ;
 - pour les passages de transit :
 - o localisation,
 - o type,
 - o taille ;
 - pour le réseau :
 - o forme des conduits : circulaires ou rectangulaires,
 - o nature (flexibles, semi-rigides ou rigides) et caractéristiques des conduits (matériau, thermiques, acoustiques),
 - o classe d'étanchéité à l'air du réseau de ventilation attendue,
 - o présence ou non de trappes de visite,
 - o localisation des trappes de visite le cas échéant ;
 - pour le caisson de ventilation ou CTA :
 - o localisation,
 - o marque et référence commerciale,
 - o caractéristiques de réglage (et heures de service),
 - o SFPint (Specific Fan Power) ou η_{vu} (rendement ventilateur), selon déclaration Éco-conception R1253/2014 ;
 - pour les échangeurs thermiques :
 - o localisation,
 - o référence commerciale,
 - o efficacité minimale,
 - o système de bypass ;
 - pour les filtres :
 - o type,
 - o classe,
 - o localisation,
 - o présence et type d'alarme de changement de filtres ;

- pour le rejet d'air (en simple flux extraction ou en double flux) et la prise d'air neuf (en double flux) :
 - o localisation,
 - o nature,
 - o dimension ;
- pour tout autre composant faisant partie intégrante du système de ventilation (atténuateur, registre, clapet coupe-feu, batterie de préchauffage, caisson de répartition, puits climatique, etc.) :
 - o nature,
 - o localisation.

6.3 Manuel de fonctionnement et de maintenance

La présence des éléments suivants dans le dossier d'installation complet, regroupant le manuel de fonctionnement et de maintenance, doit être vérifiée :

- utilisation et entretien (nettoyage, changement des piles, filtres...) des modules d'entrée d'air, des terminaux de soufflage et d'extraction, des caissons, des centrales double flux et des réseaux aérauliques ;
- paramétrage des commandes automatiques (si elles sont réglables par l'utilisateur, par exemple asservissement occupation, surventilation nocturne, ...) ;
- instructions aux occupants et/ou aux services de maintenance sur la façon de réaliser le nettoyage et l'entretien ;
- coordonnées de l'exploitant ou du personnel en charge de la maintenance dans le cas d'un bâtiment en utilisation ;
- documentation appropriée des fabricants.



Il peut s'agir des spécifications sur les composants, du guide d'installation, des instructions de fonctionnement, des calendriers d'entretien, des garanties, des listes de pièces détachées, des moyens d'obtenir les pièces détachées, etc.

6.4 Récapitulatif Standardisé d'Étude Thermique ou d'Étude Energétique et Environnementale

Les éléments relatifs à la ventilation, présents dans le récapitulatif standardisé de l'étude thermique (RSET) ou de l'étude énergétique et environnementale (RSEE), doivent être relevés :

- le type de système de ventilation ;
- le nombre de systèmes renseignés ;
- le débit maximal de ventilation pour chaque système ;
- la classe d'étanchéité réseau pour chaque système ;
- la surface utile du bâtiment (SU) au sens de la RT ou de la RE2020.

6.5 Etude d'exécution

L'étude d'exécution est le document ou l'ensemble des documents contractuels que l'on peut retrouver dans le DOE et qui correspond à la justification du dimensionnement pour le respect du CCTP du projet.

La présence des éléments suivants, relatifs à la ventilation, dans l'étude d'exécution doit être vérifiée :

- le dimensionnement de l'installation : calcul des pertes de charge et dimensionnement des réseaux ;

- la sélection du ou des équipements de ventilation ;
- la sélection ou fiche technique des équipements participant à l'équilibrage et à la modulation des débits : registres, modules d'équilibrage automatique... ;
- la sélection ou fiche technique des terminaux de ventilation ;
- la sélection ou fiche technique des UTA ;
- la sélection ou fiche technique des silencieux installés.

6.6 Données de sortie de la pré-inspection

Les données de sortie de la pré-inspection doivent inclure les éléments suivants :

- la liste des caissons de ventilation/CTA à vérifier et leur localisation ;
- pour chaque caisson de ventilation/CTA à vérifier, la liste des locaux et terminaux à vérifier conformément à l'échantillonnage éventuel ;
- l'identification de la documentation manquante ou obsolète ;
- l'identification d'informations incohérentes avec les spécifications de référence.

En cas d'informations incohérentes, les points concernés doivent faire l'objet d'une vérification préliminaire, voire prioritaire.

Les informations manquantes identifiées lors de la procédure de pré-inspection doivent être collectées avant de procéder à la vérification.

En cas d'impossibilité de collecter les informations manquantes, la vérification ne pourra pas être réalisée dans sa globalité et les points manquants devront être mentionnés dans le rapport final.

7 Vérifications et mesures sur site

7.1 Vérifications fonctionnelles

7.1.1 Généralités

L'objectif des vérifications fonctionnelles est d'évaluer la complétude et le bon fonctionnement du système de ventilation.

Dans la limite du possible (accessibilité et possibilité de vérification visuelle), la correspondance entre les éléments suivants doit être vérifiée :

- la documentation de conception et les composants réellement installés ;
- les dessins d'exécution ou d'installation et le système réel.

Chaque différence doit être notifiée dans le rapport ainsi que les parties non inspectées.

Tous les points suivants doivent être vérifiés :

- tous les éléments ont été installés et sont en bon état ;
- le système est libre de tout objet l'encombrant et propre ;
- l'accessibilité au système pour la mise en marche et la maintenance est sécurisé et adéquat ;
- toutes les commandes sont facilement accessibles.

7.1.2 Méthodologie

Les éléments suivants, regroupés par catégories, doivent être vérifiés pour s'assurer qu'ils sont présents et cohérents avec les spécifications de référence, qu'ils sont fixés correctement et de façon sûre, et que leur fonction principale est assurée :

- **Dispositifs de transfert d'air montés en extérieur** (c'est-à-dire les éléments permettant à l'air de traverser une paroi extérieure, par exemple les modules d'entrées d'air - dans le cas de la ventilation simple flux par extraction, vérifier la section libre pour les entrées d'air situées aux fenêtres, sur les murs, en toiture ou au plafond) :
 - o Nombre et dimensions en tenant compte du débit d'air requis et de la concordance avec les caractéristiques de conception ;
 - o Positionnement relatif des entrées d'air afin d'éviter un court-circuit des flux induisant une faible efficacité de la ventilation ;
 - o Accessibilité pour l'entretien ;
 - o Propreté et fonctionnement correct des entrées d'air ;
- **Dispositifs de transfert d'air montés en intérieur** (c'est-à-dire les éléments permettant à l'air de traverser une paroi intérieure, par exemple les grilles de transfert) ;
- **Réseaux de ventilation et dispositifs d'accès** (trappes de visite) : partie visible et parties non visibles mais vérifiables grâce à leur facilité d'accès (en soulevant une dalle de faux plafond par exemple) :
 - o Etat du réseau d'après observation visuelle lorsque cela est possible ;
 - o Qualité des raccordements (état et type de ruban adhésif, de mastic, de joints, etc.) ;
 - o Qualité de l'isolation des conduits (type d'isolation, qualité de la surface d'isolation, installation correcte de l'isolant sur les connections des conduits, étanchéité de l'isolation, dégradation, cas où l'isolation est humide, etc.) ;
 - o Facilité d'accès aux différentes zones pour l'entretien et le nettoyage ;
 - o Défauts de réalisation (singularités et points critiques pour la perte de charge) ;
- **UTD** (bouches, diffuseurs, ...) :
 - o Nombre et dimensions en tenant compte du débit d'air requis et de la concordance avec les caractéristiques de conception ;

- Positionnement relatif des entrées/sorties afin d'éviter un court-circuit des flux induisant une faible efficacité de la ventilation ;
- Qualité des raccordements entre les dispositifs d'air rejeté/soufflé et le réseau de conduits (pas de fuite) ;
- Accessibilité pour l'entretien ;
- Propreté et fonctionnement correct des terminaux ;
- **Caissons de ventilation/CTA et UTA** (extracteurs, centrales double flux, éventuellement caissons de filtration, échangeurs thermiques, ...) :
 - Concordance entre les spécifications de référence et l'installation réelle (suivi de la pré-inspection sur site) ;
 - Facilité d'accès au caisson ou à l'UTA et liberté de mouvement pour le réglage et l'entretien ;
 - Présence de raccordements flexibles, de dispositifs anti-vibratiles ;
 - Etat de la courroie du ventilateur (alignement, tension, usure) ;
 - Qualité des raccordements électriques (état des câbles) ;
- **Rejet et sorties**, et éventuellement **prises d'air neuf** ;
- **Filtres à air** :
 - Nature : dimensions adéquates, orientation (poches/plis verticaux), classe du filtre à air conformément à l'ISO 16890 (ou à défaut à l'EN 779), informations concernant la performance énergétique des filtres à air (classe énergétique ou consommation d'énergie annuelle calculée en kWh) ;
 - Etat : cadres de montage droits et correctement maintenus, joints/agraves d'étanchéité montés sur les filtres à air ou sur les cadres de montage, filtres à air et plaques d'obturation ni manquants, ni bouchés, ni endommagés ;
Si connues, relever la fréquence des remplacements/nettoyages des filtres et la période écoulée depuis le dernier remplacement/nettoyage ;
 - Alarme : présence et état des dispositifs d'alerte ou des systèmes de contrôle de changement des filtres à air (le cas échéant) ;
- **Sens de rotation** du ventilateur dans le cas de caissons alimentés en courant triphasé : vérifier que l'entraînement résiduel après arrêt de l'alimentation électrique est cohérent avec le sens indiqué sur la volute ou le carter moteur ;
- **Bruit/vibrations** : En cas de nuisances sonores ou vibrations excessives, les paliers du ventilateur, l'état et la conformité des supports anti-vibrations doivent être inspectés (cf. §6.4.2.10.1 de l'EN 16798-17) ;
- Tout autre élément requis par les spécifications de référence.

En outre, des vérifications doivent être réalisées pour s'assurer que ces éléments sont placés dans leur position adéquate les uns par rapport aux autres et par rapport aux autres parties du bâtiment.

En Annexe D sont donnés les principaux points de vérifications fonctionnelles sur les caissons de ventilation/CTA et les réseaux.

En Annexe E sont donnés les principaux points de vérifications sur les terminaux et locaux des installations de ventilation simple flux.

En Annexe F sont donnés les principaux points de vérifications sur les terminaux et locaux des installations de ventilation double flux (VMC double flux, CTA).

Ces points de vérifications sont donnés sous forme de tableau ou check-list, à remplir par le diagnostiqueur.



L'impact de l'encrassement des filtres, des défauts d'isolation et des mauvais réglages de la CTA (horaire, pression de fonctionnement, etc.) sur la consommation des ventilateurs, les besoins de chauffage et de froid et sur la qualité d'air ont été étudiés dans le cadre du projet PromevenTertiaire.

Les résultats de cette étude sont disponibles sur le site www.promevent.fr.

7.2 Mesures fonctionnelles aux caissons/CTA

7.2.1 Généralités

Les performances requises du système de ventilation sont définies à l'issue de la pré-inspection.

Les mesures fonctionnelles ont pour but de garantir que le système respecte les spécifications prévues pour les performances suivantes :

- pression(s) de fonctionnement,
- débit global d'air neuf,
- débit global d'air repris,
- puissance électrique.

La nature de ces mesures dépend du type de système de ventilation. Ce protocole définit des mesures à réaliser a minima en fonction du système de ventilation. Des mesures complémentaires peuvent être ensuite réalisées.



Certaines mesures peuvent nécessiter le percement de gaines. L'opérateur doit s'assurer en amont de la faisabilité de ce percement vis-à-vis de la sécurité incendie : flocage, gaine coupe-feu, ... Il doit également s'assurer de disposer du matériel nécessaire pour reboucher les orifices de manière durable une fois les mesures effectuées (ex : bouchons en plastique).

Les mesures fonctionnelles sont réalisées par l'opérateur. En complément, si l'opérateur peut accéder à des valeurs mesurées par les équipements installés ou relayées par la GTC, ces valeurs peuvent être notées dans le rapport en mentionnant à chaque fois leur origine.



Les valeurs données par les équipements ou la GTC peuvent sembler faciles d'accès. Cependant, l'opérateur ne maîtrise pas le dispositif de mesure complet, il ne peut donc pas en évaluer la fiabilité.

7.2.2 Conditions de mesure/fonctionnement

Concernant les mesures de pression de fonctionnement, de débit d'air global et de puissance électrique, le système de ventilation mécanique doit être en fonctionnement. Le paramétrage des commandes doit être relevé. Le système doit demeurer inchangé pendant les mesures ou les changements doivent être notés. Toutes les conditions doivent être dans la gamme des spécifications de dimensionnement.

Le matériel de mesure à utiliser est présenté en Annexe K.

7.2.3 Pression de fonctionnement

7.2.3.1 Préconisations pour les mesures

L'installation réglée à son débit maximal¹, vérifier la différence de pression obtenue aux bornes du caisson de ventilation/CTA (amont et aval), et ce, si possible, à au moins $5 \times D_h$ (diamètre hydraulique du conduit) de l'extracteur ou de toute singularité.

avec : $D_h = 4 \times S/P$

- $D_h[m]$: diamètre hydraulique du conduit
- $S[m^2]$: section du conduit

¹ Débit de dimensionnement (si modulation/variation) ou nominal (sans modulation/variation)

- $P[m]$: périmètre du conduit

Exemple :

- pour un conduit circulaire : $D_h = D$;
- pour un conduit rectangulaire de section $a \times b$: $D_h = 2 ab/(a + b)$



Dans le cas où la mesure effectuée ne remplit pas les préconisations énoncées ci-dessus, un calcul détaillé de l'incertitude de mesures sera alors à réaliser.

7.2.3.2 Matériel de mesure

La mesure de pression est réalisée à l'aide d'un manomètre muni d'un tube de mesure souple adapté (cf. Annexe K : Matériel de mesure).

7.2.3.3 Description des mesures

Le principe est de mesurer la pression statique en amont et en aval du caisson (selon raccordement du caisson) en insérant dans cette dernière, depuis le local technique ou l'extérieur, le tube de mesure relié au manomètre.

Pour les cas où le caisson comporte deux ventilateurs, l'opération est répétée sur chacune des branches des ventilateurs : air neuf/air soufflé et air repris/air rejeté.

L'opérateur insère le tube de mesure dans la gaine (amont ou aval) en respectant les conditions suivantes :

- réalisation d'un percement positionné selon les critères définis au chapitre 7.2.3 dont le diamètre permettra la réalisation de la mesure et son rebouchage étanche ;
- le tube est positionné en affleurement de la gaine dans le cas de l'utilisation d'un tube souple seul ou d'un connecteur ;
- le tube est positionné au centre de la gaine perpendiculairement au flux d'air de la gaine dans le cas de l'utilisation d'un tube droit rigide ;
- le tube est positionné au centre de la gaine parallèlement au flux d'air dans le cas de l'utilisation d'un tube de Pitot ;
- le tube n'est pas pincé ;
- la pression de référence est mesurée à la hauteur de la gaine. Si nécessaire, un deuxième tube de mesure est utilisé pour mesurer la pression de référence ;
- l'appareil de mesure est positionné verticalement ou horizontalement en fonction des spécifications du fabricant ;
- un zéro est réalisé avant chaque mesure ;
- le relevé des pressions se fait dans des conditions stables, pendant une dizaine de secondes.



L'Annexe K présente différents types de tubes de mesure pouvant être utilisés pour mesurer la pression.



La pression de référence est prise au niveau de l'entrée sur la sonde de pression avec le manomètre laissé à l'air libre, il convient donc de positionner cette entrée à la même hauteur que la gaine.

7.2.4 Débit d'air

7.2.4.1 Préconisations pour les mesures

L'installation est testée en conditions d'usage normal. En cas de système à modulation de débit, se référer à l'Annexe I.

Les mesures de débit d'air⁵ peuvent être réalisées en gaine ou au niveau des grilles de prise et de rejet d'air :

- Débit d'air neuf : mesures effectuées au niveau de la gaine d'air neuf ou au niveau de la prise d'air neuf en cas de recyclage, et pouvant être effectuées au niveau de la gaine d'air soufflé en cas de système 100% air neuf ;
- Débit d'air repris : mesures effectuées au niveau des gaines d'air repris ;
- Débit d'air rejeté : mesures effectuées au niveau de la gaine d'air rejeté ou au niveau de la grille de rejet ;
- Débit d'air recyclé : mesures effectuées au niveau de la gaine d'air recyclé si existante ou valeurs calculées à partir des mesures effectuées aux autres connexions.



Les fuites externes, et les fuites internes en cas de système double flux, peuvent engendrer des déséquilibres sur les bilans massiques des débits entrants et des débits sortants (hors recyclage). Le débit de fuite du caisson, s'il est précisé dans les informations techniques du fabricant, pourra être mentionné dans le rapport.

7.2.4.2 Matériel de mesure

Dans le cas d'une **mesure en gaine** :

- La mesure de **pression dynamique** est réalisée à l'aide d'un manomètre muni d'un tube de Pitot, conformément à la NF EN 16211 ;
- La mesure de **vitesse d'air** est réalisée à l'aide d'un anémomètre thermique, conformément à la NF EN 16211.

Dans le cas d'une mesure au niveau de la prise d'air neuf ou de rejet d'air :

- La mesure de **vitesse d'air** doit être réalisée à l'aide d'un anémomètre (thermique ou à hélice/moulinet) doté d'une fonction de calcul de moyenne automatique dans un intervalle de temps choisi.
- La mesure de **débit** peut être réalisée à l'aide d'une hotte de mesure/balomètre (si dimension adaptée et débit dans la plage de mesure).



L'Annexe J présente les différents appareils de mesure pouvant être utilisés pour mesurer les débits d'air globaux, ainsi que les calculs à effectuer pour obtenir le débit lorsque d'autres grandeurs (pression dynamique, vitesse) sont mesurées.

7.2.4.3 Description des mesures

- **Mesures en gaine**

Mesures en gaine au tube de Pitot :

- vérifier les conditions de mesure conformément au 7.3.2 ;
- relever les conditions climatiques (température extérieure, température intérieure, pression atmosphérique) ;
- réaliser un percement positionné selon les critères définis et dont le diamètre permettra la réalisation de la mesure et son rebouchage étanche ;
- le tube de Pitot est positionné parallèlement au flux d'air selon les points définis ;
- le tube n'est pas pincé ;
- la pression dynamique est mesurée à la hauteur de la gaine. Si nécessaire un deuxième tube de mesure est utilisé pour mesurer la pression de référence ;

- l'appareil de mesure est positionné verticalement ou horizontalement en fonction des spécifications du fabricant ;
- un zéro est réalisé avant chaque mesure ;
- le relevé des pressions se fait dans des conditions stables, pendant une dizaine de secondes, pour chaque point défini.

Mesures en gaine à l'anémomètre thermique :

- vérifier les conditions de mesure conformément au 7.3.2 ;
- relever les conditions climatiques (température extérieure, température intérieure, pression atmosphérique) ;
- réaliser un percement positionné selon les critères définis et dont le diamètre permettra la réalisation de la mesure et son rebouchage étanche ;
- l'anémomètre thermique est positionné perpendiculairement à la gaine selon les points définis ;
- l'anémomètre thermique est positionné dans le sens de l'écoulement l'air ;
- le relevé des vitesses se fait dans des conditions stables, pendant une dizaine de secondes.



Quelle que soit la méthode choisie, il est primordial de s'assurer que la longueur de l'appareil de mesure (tube de Pitot, anémomètre) est suffisante pour garantir, lors de l'insertion de l'appareil dans la gaine, l'atteinte de tous les points de mesure définis dans la norme NF EN 16211. Si certains points de mesure en gaine sont inaccessibles, le débit d'air ne pourra pas être mesuré grâce à cette méthode. Il est alors recommandé de réaliser des mesures aux prises d'air neuf et/ou de rejet, selon les indications données dans le paragraphe ci-après.

● **Mesures à la prise d'air neuf ou de rejet d'air vicié**

Mesures à la grille d'air neuf ou à la grille de rejet d'air vicié à l'aide d'un anémomètre :

- vérifier les conditions de mesure conformément au 7.3.2 ;
- relever les conditions climatiques (température extérieure, température intérieure, pression atmosphérique, vent)
- l'anémomètre thermique ou à hélice est positionné :
 - parallèlement à la grille selon les points définis ;
 - dans le sens de l'écoulement l'air le plus proche possible de la grille ;
 - où le passage d'air est réalisé (ex : pas en face d'une ailette) ;
- un zéro est réalisé avant chaque mesure ;
- le relevé des vitesses se fait dans des conditions stables, pendant une dizaine de secondes.



L'opérateur de mesure doit éviter dans la mesure du possible de faire obstacle au flux d'air. La norme NF EN 16211 révisée permettra d'encadrer les conditions de vent acceptables pour la recevabilité de la mesure.

Mesures avec une hotte ou un balomètre :

- vérifier les conditions de mesure conformément au 7.3.2 ;
- relever les conditions climatiques (température extérieure, température intérieure, pression atmosphérique) ;
- appliquer la hotte ou le balomètre de dimension adaptée, de manière étanche autour de la grille ;
- centrer la hotte ou le balomètre vis à vis de l'axe de la grille ;
- relever les débits dans des conditions stables, pendant une dizaine de secondes.

7.2.4.4 Synthèse des mesures de débit d'air global aux caissons

Le *Tableau 2* fait la synthèse des mesures de débit pouvant être réalisées en fonction du type de système installé.












	Air neuf	Air soufflé	Air repris	Air rejeté
Simple flux par extraction				
Simple flux par insufflation				
Double flux ou CTA 100% air neuf				
CTA avec recyclage				

Tableau 2 : Recommandations pour les mesures de débit d'air global



: mesure recommandée permettant la vérification de l'obtention du débit global d'air neuf fourni (soufflé) et extrait (repris)



: mesure réalisable permettant de vérifier le bon fonctionnement de l'installation et la cohérence avec les spécifications des documents de référence ; cette mesure doit tenir compte de plusieurs éléments parmi lesquels l'augmentation de l'incertitude selon la méthode de mesure choisie, les fuites internes du caisson ou de la CTA selon l'ancienneté de l'installation, etc.

Les bilans massiques de débits d'air peuvent ne pas être équilibrés en raison des fuites des caissons de ventilation/CTA mais aussi des incertitudes liées aux méthodes de mesure choisies.

Cas spécifique des mesures de débit d'air global en présence de recyclage :

En cas de recyclage, seule une partie de l'air soufflé dans les locaux est de l'air neuf. Le pourcentage d'air neuf contenu dans l'air soufflé peut être obtenu en mesurant l'air neuf et l'air repris au niveau de la CTA. Ce pourcentage d'air neuf est à relever pour pouvoir ensuite l'appliquer à toutes les mesures de débit aux terminaux afin d'estimer le débit d'air neuf soufflé dans un local et le comparer au débit attendu.

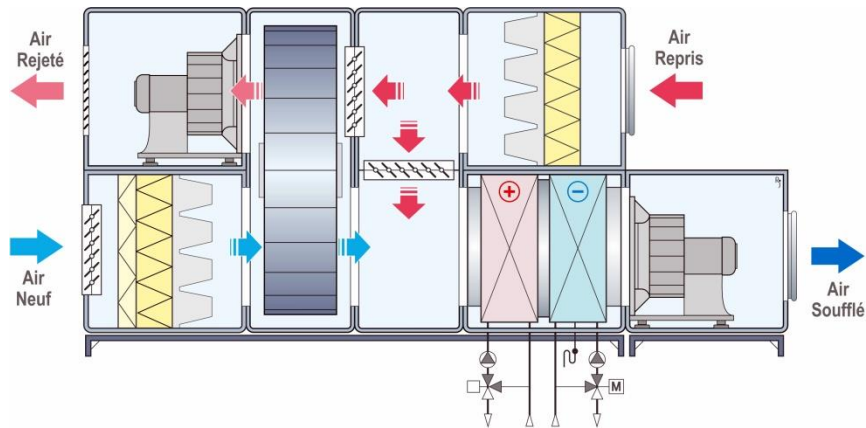


Figure 2 : Schéma de fonctionnement d'une CTA avec recyclage

Cas spécifique du Roof-Top :

Dans une configuration particulière type Roof-Top où il n'y a pas de réseau de gaines, il s'avère très difficile voire impossible de réaliser des mesures avec une faible incertitude. En effet, l'air est directement soufflé dans les locaux, qu'il soit chauffé, refroidi ou recyclé. Deux sources d'informations sur les débits peuvent être fournies :

- Les mesures en gaine n'étant pas réalisables, il convient de réaliser une mesure par exploration de champ de vitesse au niveau des grilles, lorsque les conditions de vent le permettent. La valeur de débit déduite doit être accompagnée par l'incertitude de mesure.
- Par ailleurs le relevé des informations fournies par les équipements ou la GTC (voir §7.2.1) permet de compléter les indications sur les débits.

7.2.5 Puissance électrique

7.2.5.1 Préconisations pour les mesures

Les informations concernant la consommation électrique des ventilateurs permettent de vérifier que ceux-ci fonctionnent à leur point nominal et ne sont pas en surcharge.

Ces informations peuvent être obtenues de la façon suivante :

- par l'intermédiaire d'une GTB/GTC, via l'intégration d'un sous-compteur d'énergie mesurant à la fois les consommations et la puissance absorbée du caisson de ventilation/CTA,
- **ou** par l'intermédiaire d'une centrale de mesure avec afficheur spécifique installé à proximité du ventilateur et permettant de récupérer l'information,
- **ou** par la réalisation d'une mesure électrique (puissance ou couple tension/intensité).



Dans le cas où une mesure électrique est réalisée, l'opérateur doit être habilité à pouvoir l'effectuer (habilitation électrique en adéquation avec la tâche effectuée).

7.2.5.2 Matériel de mesure

Les appareils de mesures suivants peuvent être utilisés :

- Multimètre
- Pince ampèremétrique
- Puissance mètre



L'Annexe K présente les différents appareils de mesure pouvant être utilisés pour mesurer la puissance électrique consommée.

7.2.5.3 Description des mesures

La mesure de la puissance électrique est généralement réalisée dans l'armoire électrique d'alimentation du ventilateur ou éventuellement au niveau du boîtier d'alimentation du ventilateur où se trouve le bouton d'arrêt d'urgence.

7.2.5.4 Méthode de calcul de la puissance absorbée

Cas d'un moteur monophasé :

$$P[W] = U \times I \times \cos \varphi$$

Avec :

$U[V]$: tension mesurée

$I[A]$: intensité mesurée

$\cos \varphi$: facteur de puissance soit mesuré directement soit récupéré sur la plaque moteur

Cas d'un moteur triphasé :

$$P[W] = \sqrt{3} \times U \times I_{moyen} \times \cos \varphi$$

Avec :

$U[V]$: tension mesurée

$I_{moyen}[A]$: intensité mesurée, moyenne de I1, I2, I3 sur les 3 phases

$\cos \varphi$: facteur de puissance soit mesuré directement soit récupéré sur la plaque moteur

Pour les cas où le facteur de puissance $\cos \varphi$ n'est pas connu, il est possible d'utiliser la relation suivante en se basant sur les données de la plaque moteur et les mesures de tension/intensité :

$$P[W] = P_{\text{plaquée}} \times (U_m \times I_m) / (U_p \times I_p)$$

Avec :

$P_{\text{plaquée}}[W]$: puissance indiquée sur la plaque du moteur

$U_m[V]$ et $I_m[A]$: tension et intensité mesurées

$U_p[V]$ et $I_p[A]$: tension et intensité indiquées sur la plaque moteur

7.3 Mesures fonctionnelles aux terminaux

7.3.1 Généralités

Les performances requises du système de ventilation sont définies à l'issue de la pré-inspection en se basant sur les documents de référence.

Les mesures fonctionnelles ont pour but de garantir que le système respecte les spécifications de référence prévues pour les performances suivantes :

- débit d'air au niveau du terminal ;
- débit d'air en gaine en amont du terminal ;
- pression de fonctionnement en gaine en amont du terminal ;
- pression de fonctionnement au niveau du terminal.

La nature de ces mesures dépend du type de terminal installé.

En effet, il existe pour les bâtiments tertiaires une plus grande variété de typologie de terminaux. Le protocole définit ici les mesures à réaliser pour les cas standards qui sont rencontrés couramment sur les bâtiments.

Ce protocole définit des mesures à réaliser a minima en fonction du système de ventilation. Des mesures complémentaires peuvent également être réalisées.



Certaines mesures peuvent nécessiter le percement de gaines. L'opérateur doit s'assurer en amont de la faisabilité de ce percement vis-à-vis de la sécurité incendie : flocage, gaine coupe-feu, ... Il doit également s'assurer de disposer du matériel nécessaire pour reboucher les orifices de manière durable une fois les mesures effectuées (ex : bouchons en plastique).

Le *Tableau 3* synthétise ces différentes situations. Le symbole (?) présent dans certaines cases du tableau indique que la mesure n'a pas été éprouvée lors des campagnes de mesures sur site. La méthode peut être applicable dans certaines conditions mais le protocole ne peut la recommander compte tenu de l'incertitude et du manque de retour d'expérience.

Méthodes / Grandeurs mesurées	Mesure au terminal									Mesure en conduit terminal		
	Débit	Débit	Débit	Débit	Débit	Débit	Pression statique	Débit via vitesse d'air	Débit via méthode du k (NF EN 16211)	Débit via vitesse d'air	Pression statique	Pression différentielle
Appareils	Cône avec anémomètre thermique ponctuel (fil chaud)	Cône avec anémomètre thermique en réseau (quadrillage)	Cône avec anémomètre à moulinet / hélice	Cône avec anémomètre à moulinet déporté	Hotte, balomètre avec redresseur	Cône avec compensation de pression	Tube souple relié à manomètre	Anémomètre thermique ou à moulinet seul	Capteur de pression différentielle	Anémomètre thermique / Tube de Pitot	Tube souple relié à manomètre	Tube souple relié à manomètre
Terminaux de soufflage												
Terminaux petits débits (bouches type VMC)		x	x	x		x			x			
Grilles		x	x	x	x	x		x		x		
Soufflage unidirectionnel				x	x	x				x		
Plafonniers mélanges		x			x	x				x		
Plafonniers tourbillonnaires					x	x				x		
Linéaires					(?)	(?)				x		
Déplacement										x		
Gaines textiles											x	
Bouches de sol		x	x	x		x						
Buses longue portée					(?)	(?)				x		
UTA										x		
Poutres climatiques							x			x		
Terminaux de reprise												
Terminaux petits débits (bouches type VMC)	x	x	x	x		x						
Bouches autoréglables	x	x	x	x		x	x				x	
Bouches hygroréglables							x				x	
Autres UTD					x	x		x		x		
Autres composants sur branche terminale												
Régulateur de débit autoréglable											x	
Plénum avec mesure intégrée									x			
Station de mesure de débit												x
Registre à iris caractérisé												x

Tableau 3 : Synthèse des méthodes de mesures autorisées dans le cadre du protocole PromevenTertiaire en fonction du terminal

7.3.2 Conditions de mesure/fonctionnement

Les conditions suivantes s'appliquent à toutes les mesures de débit d'air et de pression aux terminaux et en gaines terminales :

- Le système de ventilation mécanique doit être activé ;
- Le paramétrage des commandes doit être enregistré ;
- Le système doit demeurer inchangé pendant les mesures ou les changements doivent être notés ;
- Toutes les conditions doivent être dans la gamme des spécifications de dimensionnement ;
- Toutes les fenêtres et portes extérieures doivent être fermées.



Des mesures spécifiques complémentaires peuvent être réalisées fenêtres ouvertes pour identifier des problèmes sur les passages de transit ou les entrées d'air.

7.3.3 Mesure du débit d'air aux terminaux de diffusion

7.3.3.1 Matériel de mesure

Différents principes peuvent être appliqués pour déterminer le débit⁵, tels que :

- cônes non compensés équipés d'un :
 - o anémomètre à moulinet
 - o ou anémomètre thermique,
 - o avec ou sans rallonge selon les préconisations du protocole ;
- cônes à compensation de pression ;
- balomètres ou hottes de mesure ;
- anémomètre à moulinet ou anémomètre thermique seul ;
- capteur de pression pour la méthode k (cf. chapitre 7.3.3.4).



La dimension des cônes de mesure doit permettre une bonne fiabilité de la mesure, notamment en soufflage. Les essais réalisés lors de la campagne en laboratoire de Promevent⁶ résidentiel (2014-2017) ont montré que l'utilisation d'un cadre de déport permettait de limiter les erreurs.

En complément, la plage de mesure du cône choisi doit être adaptée au débit mesuré et à la taille du terminal.

L'opérateur doit également s'assurer du caractère non-intrusif de l'équipement de mesure choisi en fonction du débit attendu.

7.3.3.2 Description des mesures avec un cône ou un balomètre/hotte de mesure

Les mesures doivent être réalisées comme suit :

- vérifier les conditions de mesure conformément au 7.3.2 ;
- relever les conditions climatiques (température extérieure, température intérieure, pression atmosphérique) ;
- appliquer le cône de mesure de manière étanche autour de l'UTD. Dans le cas de faux plafonds amovibles, le matériel de mesure ou la pression de l'air elle-même ne doit pas faire bouger le plafond ou créer de fuites ;
- centrer le cône de mesure vis à vis de l'axe de l'UTD ;
- relever les débits dans des conditions stables, pendant une dizaine de secondes.

7.3.3.3 Description des mesures avec un anémomètre à moulinet ou un anémomètre thermique

Méthodologie :

- mesure des vitesses d'air réparties sur la section effective de passage de l'air ;
- la répartition des points pourra être réalisée selon la NF EN 16211 ou selon la forme de la grille ;
- calcul de la vitesse moyenne v_k (selon nombre de points effectués) ;
- calcul du débit en fonction de la section effective de passage A_k de la grille selon la formule ci-dessous :

$$Q_v [m^3/h] = v_k [m/s] \times A_k [m^2] \times 3600$$

Les mesures doivent être réalisées comme suit :

- vérifier les conditions de mesure conformément au 7.3.2 ;
- relever les conditions climatiques si nécessaire (température extérieure, température intérieure, pression atmosphérique) ;
- positionner l'anémomètre au niveau de la section de passage de l'air en veillant à ce que celui-ci soit parfaitement parallèle au flux d'air (un fumigène pourra aider à repérer le flux d'air) ;
- relever les vitesses dans des conditions stables, pendant une dizaine de secondes ;
- répéter l'opération sur l'ensemble des points répartis sur la section de passage.

7.3.3.4 Description des mesures avec un capteur de pression – méthode du k

Cette méthode, précisément décrite dans la NF EN 16211, nécessite de connaître le coefficient k du terminal mesuré. Elle peut être applicable au niveau du terminal ou au niveau d'un plénum équipé d'une prise de pression statique ou d'une section de mesure (servant au réglage du débit).

Il est nécessaire de consulter le fabricant pour savoir si cette donnée a été caractérisée et dans quelle configuration il est possible de réaliser la mesure (soufflage et/ou reprise).



Le coefficient k doit être connu pour chaque réglage et fonctionnement possible (soufflage et/ou reprise). Des abaques peuvent être fournies par les fabricants.

Méthodologie :

- Mesure de la pression différentielle à l'aide d'un crochet de mesure au niveau du terminal ou d'un tube au niveau du plénum ;
- Calcul du débit en fonction du coefficient k et de la masse volumique ρ (en kg/m^3) :

$$Q_v [m^3/h] = k \times (\Delta P / \rho)^{0.5}$$

Les mesures doivent être réalisées comme suit :

- vérifier les conditions de mesure conformément au 7.3.2 ;
- relever les conditions climatiques (température extérieure, température intérieure, pression atmosphérique) ;
- positionner le crochet de mesure à l'intérieur du terminal ou bien raccorder le capteur de pression aux tubes de la section de mesure du plénum (pour permettre la mesure de pression différentielle) conformément aux spécifications du fabricant du plénum ou du terminal ;
- vérifier qu'aucun tube n'est pincé ;
- mesurer la pression différentielle à la hauteur du terminal/plénum ; si nécessaire, un deuxième tube de mesure peut être utilisé pour mesurer la pression de référence ;
- positionner l'appareil de mesure verticalement ou horizontalement en fonction des spécifications du fabricant ;
- réaliser un zéro avant chaque mesure ;
- relever les pressions dans des conditions stables, pendant une dizaine de secondes.

7.3.3.5 Correction du débit mesuré

La vérification de la conformité des débits est réalisée sur un débit volumique. En fonction des méthodes de mesure utilisées, les résultats de mesure doivent parfois être corrigés : lorsque l'appareil de mesure affiche un débit en conditions dites standard (20°C et 101325 Pa), il faut appliquer une correction pour se ramener au débit réel. Cette correction dépend de la technologie de l'appareil de mesure et doit donc être réalisée selon les préconisations du fabricant du matériel.

7.3.4 Mesure du débit d'air en gaines terminales



Les mesures sont réalisées uniquement sur les parties rigides.

7.3.4.1 Matériel de mesure

Différents principes peuvent être appliqués pour déterminer le débit, nécessitant l'utilisation d'appareils de mesure tels qu'un tube de Pitot associé à un capteur de pression (mesure de la pression dynamique) ou un anémomètre thermique (mesure de la vitesse).

7.3.4.2 Description des mesures

Les mesures en gaines sont réalisées conformément à la NF EN 16211 ou à la NF EN 12599. Par analogie avec la mesure de débit global en gaine, il convient de se référer au chapitre 7.2.4.3 détaillant la mesure de débit en gaine.

7.3.5 Mesure de pression aux terminaux de ventilation

Les mesures sont réalisées conformément à la NF E 51-777 uniquement pour des bouches VMC de type autoréglables et hygroréglables.

Les mesures de pression au niveau des poutres climatiques sont réalisées suivant l'Annexe I.

7.3.5.1 Matériel de mesure

La mesure de pression est réalisée à l'aide d'un manomètre muni d'un tube de mesure souple adapté (cf. Annexe K : Matériel de mesure).

7.3.5.2 Description des mesures

Le principe est de mesurer la pression statique en amont du terminal en insérant dans ce dernier, depuis le local, le tube de mesure relié au manomètre.

L'opérateur insère le tube de mesure dans le terminal en respectant les conditions suivantes :

- le tube est enfoncé de 1 à 3 cm après l'arrière du régulateur du terminal ;
- le tube de mesure doit être inséré parallèlement au flux, si possible vers le centre, dans la partie ouvrante du régulateur, sans peser sur cet organe ou gêner son fonctionnement. La grille amovible peut être retirée si nécessaire pour mieux voir le positionnement du tube ;
- le tube n'est pas pincé ;
- si le terminal a une forme coudée, le tube de mesure sera alors coudé et devra déboucher à l'arrière du terminal, sans être pincé ;
- le diamètre du tube et sa raideur ne doivent pas interférer avec le réglage du terminal (ouverture du volet par exemple) ;
- la pression de référence est mesurée à la hauteur du terminal mais ne subit pas les perturbations engendrées par le flux d'air qui en sort ou en rentre. Si nécessaire, un deuxième tube de mesure est utilisé pour mesurer la pression de référence ;

- l'appareil de mesure est positionné verticalement ou horizontalement en fonction des spécifications du fabricant ;
- un zéro est réalisé avant chaque mesure ;
- le relevé des pressions se fait dans des conditions stables, pendant une dizaine de secondes.



L'Annexe K présente différents types de tubes de mesure pouvant être utilisés pour mesurer la pression.



La pression de référence est prise au niveau de l'entrée sur la sonde de pression ou le manomètre laissé à l'air libre, il convient donc de positionner cette entrée suffisamment en hauteur comme la gaine.

7.3.6 Mesure de pression en gaines terminales



Les mesures sont réalisées uniquement sur les parties rigides.

7.3.6.1 Matériel de mesure

La mesure de pression est réalisée à l'aide d'un manomètre muni d'un tube de mesure souple adapté (cf. Annexe K : Matériel de mesure).

7.3.6.2 Description des mesures

Le principe est de mesurer la pression statique en amont du terminal ou de l'élément de régulation du débit d'air (module de régulation autoréglable).

L'opérateur insère le tube de mesure dans la gaine rigide en respectant les conditions suivantes :

- réalisation d'un percement positionné en amont du terminal ou du module autoréglable dont le diamètre permettra la réalisation de la mesure et son rebouchage étanche ;
- positionnement :
 - o le tube est positionné en affleurement de la gaine dans le cas de l'utilisation d'un tube souple seul ou d'un connecteur ;
 - o le tube est positionné au centre de la gaine perpendiculairement au flux d'air de la gaine dans le cas de l'utilisation d'un tube droit rigide ;
 - o le tube est positionné au centre de la gaine parallèlement au flux d'air dans le cas de l'utilisation d'un tube de Pitot ;
- le tube n'est pas pincé ;
- la pression de référence est mesurée à la hauteur de la gaine. Si nécessaire, un deuxième tube de mesure est utilisé pour mesurer la pression de référence ;
- l'appareil de mesure est positionné verticalement ou horizontalement en fonction des spécifications du fabricant ;
- un zéro est réalisé avant chaque mesure ;
- le relevé des pressions se fait dans des conditions stables, pendant une dizaine de secondes.



L'Annexe K présente différents types de tubes de mesure pouvant être utilisés pour mesurer la pression.



La pression de référence est prise au niveau de l'entrée sur la sonde de pression ou le manomètre laissé à l'air libre, il convient donc de positionner cette entrée suffisamment en hauteur comme la gaine.

7.3.7 Spécificité des mesures de débit aux terminaux en cas d'air recyclé

Pour mesurer le débit d'air neuf au niveau d'un terminal, il suffit de mesurer le débit d'air au terminal puis d'appliquer le pourcentage d'air neuf obtenu par mesures de débits à la CTA (cf. 7.2.4.4).

7.4 Mesures aérauliques complémentaires

En complément des mesures présentées dans les chapitres précédents, il existe également d'autres possibilités permettant de déterminer un débit d'air :

- Mesure de la pression différentielle aux bornes d'un registre à iris ;
- Mesure de la pression différentielle sur une station de mesure ;
- Détermination directe du débit par une station de mesure ;
- Détermination directe du débit en utilisant les prises de pressions disponibles au niveau de la CTA.

7.5 Mesures spécifiques

7.5.1 Perméabilité à l'air des réseaux

La mesure de perméabilité à l'air des réseaux est réalisée conformément au FD E51-767.



L'impact de la perméabilité à l'air des réseaux sur la consommation des ventilateurs, les besoins de chauffage et de froid, et sur la qualité d'air a été étudié dans le cadre du projet PromevenTertiaire. Les résultats de cette étude sont disponibles sur le site www.promevent.fr.

7.5.2 Vitesse de rotation du ventilateur

7.5.2.1 Généralités

La mesure de la vitesse de rotation du ventilateur permet de vérifier que celui-ci fonctionne à son point nominal et n'est pas en surcharge.

Celles-ci peuvent être obtenues de la façon suivante, soit :

- par l'intermédiaire d'une GTB/GTC ;
- **ou** par l'intermédiaire d'un afficheur installé à proximité du ventilateur et permettant de récupérer l'information ;
- **ou** par l'intermédiaire de la vitesse de rotation plaquée sur le moteur et du ratio des diamètres de poulies (pour le cas d'un entraînement poulie/courroie) ;
- **ou** par la réalisation d'une mesure de vitesse de rotation sur la roue du ventilateur.

7.5.2.2 Matériel de mesure

Les appareils de mesure suivants peuvent être utilisés :

- tachymètre avec contact ;
- tachymètre sans contact.

De manière générale, un compte-tours ou stroboscope permet une mesure satisfaisante.



L'Annexe K présente les différents types de tachymètres pouvant être utilisés pour mesurer la vitesse de rotation du ventilateur.

7.5.2.3 Conditions de fonctionnement

Le système de ventilation mécanique doit être en fonctionnement. Le paramétrage des commandes doit être relevé. Le système doit demeurer inchangé pendant les mesures ou les changements doivent être notés. Toutes les conditions doivent être dans la gamme des spécifications de dimensionnement.

7.5.2.4 Description des mesures

Mesure avec un tachymètre à contact :

- arrêter le ventilateur concerné ;
- ouvrir ou retirer la porte/trappe d'accès au ventilateur ;
- remettre en route le ventilateur en veillant à mettre en sécurité la zone (accès autre personne) ;
- mettre en place la pointe du tachymètre contre l'arbre de la roue du ventilateur ;
- relever la vitesse une fois la valeur stabilisée pendant une dizaine de secondes ;
- arrêter à nouveau le ventilateur ;
- remettre en place la porte/trappe d'accès au ventilateur ;
- remettre en route le ventilateur.

Mesure avec un tachymètre sans contact :

- arrêter le ventilateur concerné ;
- ouvrir ou retirer la porte/trappe d'accès au ventilateur ;
- coller la pastille réfléchissante sur la roue du ventilateur ou sur la poulie d'entraînement du ventilateur ;
- remettre en route le ventilateur en veillant à mettre en sécurité la zone (accès autre personne) ;
- pointer le tachymètre sur la bande réfléchissante ;
- relever la vitesse une fois la valeur stabilisée pendant une dizaine de secondes ;
- arrêter à nouveau le ventilateur ;
- retirer la pastille réfléchissante ;
- remettre en place la porte/trappe d'accès au ventilateur ;
- remettre en route le ventilateur.

Dans les deux cas, la valeur mesurée est la valeur retenue (pas de correction à appliquer).

7.5.2.5 Calcul en fonction de la vitesse du moteur



Valable dans le cas d'un entraînement poulie/courroie et lorsque le moteur est en pleine charge (100%).

La vitesse de rotation du ventilateur peut également être calculée en fonction de la vitesse de rotation plaquée sur le moteur et du ratio des diamètres des poulies moteur et ventilateur (*Figure 3*).

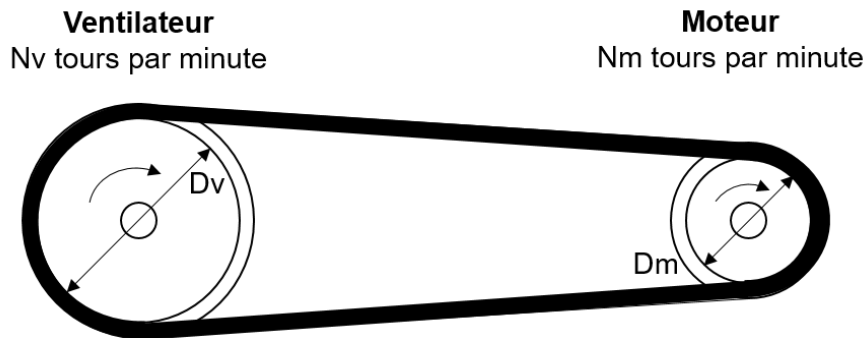


Figure 3 : Relation entre la vitesse de rotation du ventilateur et la vitesse de rotation plaquée sur le moteur

La relation à utiliser est la suivante :

$$N_v = (D_m / D_v) \times N_m$$

Avec : N_v [tr/min] : vitesse de rotation du ventilateur

N_m [tr/min] : vitesse de rotation du moteur plaquée sur le moteur

D_m [mm] : diamètre de la poulie moteur

D_v [mm] : diamètre de la poulie ventilateur

Méthodologie :

Les données à récupérer sur l'installation sont :

- la vitesse de rotation du moteur indiquée sur la plaque ;
- le diamètre de la poulie moteur ;
- le diamètre de la poulie ventilateur.

Pour ce faire, il faut :

- arrêter le ventilateur concerné ;
- ouvrir ou retirer la porte/trappe d'accès au ventilateur ;
- relever la vitesse de rotation sur la plaque moteur ;
- relever le diamètre de la poulie moteur (fond de gorge) ;
- relever le diamètre de la poulie ventilateur (fond de gorge) ;
- remettre en place la porte/trappe d'accès au ventilateur ;
- remettre en route le ventilateur.

8 Rapport

8.1 Présentation du bâtiment et périmètre d'intervention

Le rapport final comprend une présentation succincte du bâtiment ou du site faisant l'objet d'un diagnostic des installations de ventilation.

Selon l'EN 16798-17, le rapport doit au moins contenir les éléments suivants :

- désignation officielle et adresse du bien immobilier,
- nom et adresse du propriétaire du bâtiment,
- nom, adresse et statut de la personne et de l'organisme en charge de l'inspection,
- date de l'inspection.

Ces informations générales peuvent être renseignées en utilisant le modèle fourni en Annexe C.

De plus, le périmètre d'intervention (échantillonnage des locaux et/ou des équipements et/ou réseaux aérauliques) doit être précisé de manière à identifier la zone couverte par le diagnostic, tant pour les vérifications fonctionnelles que pour les mesures fonctionnelles.

8.2 Pré-inspection et résultat de l'étude documentaire

Les données récoltées lors de la pré-inspection, telles que décrites au chapitre 6 du protocole, doivent être détaillées dans le rapport. La liste de la documentation et des données manquantes qui n'ont pas pu être collectées à l'issue de la pré-inspection (pré-visite incluse) doit également être consignée dans le rapport.

Le résultat de l'étude documentaire doit inclure :

- l'évaluation de la cohérence entre les différentes informations recueillies,
- la liste des caissons de ventilation/CTA à vérifier et leur localisation,
- pour chaque caisson de ventilation/CTA à vérifier, la liste des locaux et terminaux à vérifier conformément à l'échantillonnage éventuel,
- tout autre élément soumis à vérification prioritaire ou préliminaire sur site, compte tenu des incohérences relevées au cours de l'étude documentaire.

8.3 Résultats des vérifications fonctionnelles

Le rapport doit comporter le résultat des vérifications fonctionnelles visuelles, c'est-à-dire :

- la checklist complétée, tant pour les caissons de ventilation/CTA que pour les différents locaux inspectés (cf. Annexes D, E et F du présent document) ;
- des photographies de l'ensemble du système de ventilation (terminaux, entrées d'air, transferts d'air, réseau visible, caisson de ventilation ou de traitement d'air...) et des points de dysfonctionnements identifiés dans la checklist.

Toute incohérence/différence entre les données récoltées pendant la pré-inspection et les composants réellement installés doit apparaître dans le rapport.

Si certains points figurant dans la checklist n'ont pas pu être vérifiés, les raisons pour lesquelles il n'a pas été possible de les vérifier doivent être indiquées dans le rapport.

Si d'autres vérifications que celles listées dans les tableaux en annexes ont été menées, les ajouter au rapport.

Si des mesures sont prévues, la liste des points de vérification doit inclure les points de vérifications nécessaires à la réalisation de ces mesures, comme les conditions d'accessibilité par exemple.

8.4 Résultats des mesures fonctionnelles aux caissons/CTA

8.4.1 Mesures de pression aux bornes du caisson ou de la CTA

Pour chaque caisson de ventilation ou de traitement d'air inspecté, le rapport doit préciser le positionnement des points de mesures, le matériel utilisé, et le résultat des mesures de pression avant et après le caisson et le filtre à air (cf. NF EN 16798-17).

8.4.2 Mesures de débit global

Pour toutes les mesures de débit global d'air neuf, air soufflé, air repris, air rejeté et air recyclé (si présent) effectuées au niveau d'un caisson de ventilation ou de traitement d'air, le rapport doit contenir les éléments suivants :

- position des points de mesures,
- matériel utilisé,
- méthodologie employée,
- résultat final de la mesure,
- calcul de l'écart en % avec la valeur théorique attendue (en citant la référence prise pour la valeur attendue ; ex : réglementation, documentation de conception ou d'exécution).

Le relevé détaillé est à fournir en annexe du rapport selon l'Annexe G du présent document.

8.4.3 Mesures de puissance absorbée du ventilateur

Le rapport doit comporter le résultat des mesures de puissance électrique effectuées au niveau du tableau électrique ou du boîtier d'alimentation du ventilateur.

8.4.4 Mesure de la vitesse de rotation

Si la mesure est prévue, le rapport doit inclure le résultat de mesure. Un modèle de relevé est donné en Annexe G.

Des photographies des mesures peuvent être utilement jointes au rapport.

Si des valeurs ont été relevées depuis une GTC ou bien depuis des affichages numériques existants sur l'installation, le préciser.

8.5 Résultats des mesures fonctionnelles aux terminaux

8.5.1 Mesures de débit

Les résultats doivent être consignés selon les modèles de l'Annexe I et présentés avec au moins les points suivants :

- la description de l'emplacement des mesures (si possible avec un plan) ;
- la date, les débits d'air mesurés, le paramétrage des commandes, les températures intérieure et extérieure pendant l'essai ; Les conditions climatiques telles que la vitesse du vent et la pression barométrique doivent être décrites ;
- une description des appareils de mesure utilisés ;
- l'incertitude estimée de chaque mesure ;
- une description des perturbations rencontrées pendant les mesures ;
- la plage de débit des bouches mesurées.

8.5.2 Mesures de pression

Les résultats doivent être consignés selon les modèles de l'Annexe I et présentés avec au moins les points suivants :

- la description de l'emplacement des mesures (si possible avec un plan) ;
- la date, les pressions mesurées, le paramétrage des commandes ;
- une description des appareils de mesure utilisés ;
- l'incertitude estimée de chaque mesure ;
- une description des perturbations rencontrées pendant les mesures ;
- la plage de pression des bouches mesurées.

Des photographies des mesures peuvent être utilement jointes au rapport.

8.6 Résultats de la mesure de la perméabilité à l'air des réseaux

Lorsqu'une mesure de perméabilité à l'air des réseaux est réalisée, le rapport doit comporter l'ensemble des données requises par le FD E51-767.

Des photographies des mesures (préparation du réseau) peuvent être utilement jointes au rapport.

8.7 Conclusion du diagnostic et écarts constatés

En conclusion du rapport de diagnostic, il est attendu une synthèse finale des vérifications fonctionnelles et des écarts constatés, ainsi qu'une synthèse des mesures réalisées et la comparaison avec les valeurs attendues.

Annexes

Annexe A (informative) : **Règles d'échantillonnage des caissons à vérifier**

Dans le cas d'une opération comportant un bâtiment composé de plusieurs systèmes de ventilation, ou dans le cas d'une opération comportant plusieurs bâtiments composés de plusieurs réseaux, un échantillonnage sur l'ensemble des caissons de ventilation pourra être réalisé comme suit :

- Les caissons de ventilation du bâtiment ou des bâtiments sont regroupés en un ou plusieurs ensembles. Les règles d'échantillonnage ci-dessous sont ensuite appliquées à chacun de ces ensembles ;
- Un ensemble de caissons est défini pour un même type de systèmes de ventilation : VMC simple flux, VMC double flux, CTA, etc. ;
- Pour chaque ensemble de caissons, les caissons à vérifier sont définis conformément à la règle d'échantillonnage suivante : Soit N le nombre de caissons par ensemble ;
 - Si $N \leq 5$ alors chaque caisson est vérifié ;
 - Si $N > 5$ alors le nombre de caissons à vérifier est : $5 + 40 \% \times (N - 5)$, le résultat est arrondi au nombre entier supérieur.
- Les caissons à vérifier sont choisis en fonction de leur débit Max selon la séquence suivante : valeur la plus élevée de l'ensemble, puis valeur la moins élevée, puis alternativement la plus élevée et moins élevée des caissons n'ayant pas été retenus. Dans le cas de systèmes de ventilation double flux, le choix est basé sur les débits d'air soufflés des caissons.

Exemple avec ventilation simple flux :

Supposons N = 10 caissons présentant les débits Max d'extraction suivants :

N1 : 600 m³/h ; N2 : 700 m³/h ; N3 : 650 m³/h ; N4 : 500 m³/h ; N5 : 750 m³/h ; N6 : 550 m³/h ;
N7 : 800 m³/h ; N8 : 900 m³/h ; N9 : 450 m³/h ; N10 : 850 m³/h.

Alors, comme $N > 5$, il convient de vérifier : $5 + 40\% \times (10 - 5) = 7$ caissons

Sélection des caissons à vérifier :

- 4 caissons ayant le QMax de dimensionnement le plus fort parmi les 10 caissons de l'ensemble, soit : N8, N10, N7 et N5 ;
- 3 caissons ayant le QMax de dimensionnement le plus faible parmi les 10 caissons de l'ensemble, soit : N9, N4 et N6.

Annexe B (informative) : **Règles d'échantillonnage des terminaux pour chaque caisson de ventilation ou de traitement d'air vérifié**

B.1 - Généralités

Pour chaque caisson de ventilation/CTA à contrôler, un échantillonnage des terminaux peut être réalisé en fonction des locaux desservis.

Le nombre de terminaux dans l'échantillon doit respecter la valeur minimale de $\max\{20 \text{ terminaux ; } 20\% \text{ des terminaux}\}$.

Pour chaque caisson de ventilation/CTA, l'échantillon inclut :

- si le système ne dessert qu'un seul étage :
 - le local le plus proche du caisson/CTA. Si la somme des terminaux du local est inférieure à $\max\{10 \text{ terminaux ; } 10\% \text{ des terminaux}\}$, alors il faut ajouter des salles proches du caisson/CTA pour atteindre la valeur minimale ;
 - le local le plus éloigné du caisson/CTA. Si la somme des terminaux du local est inférieure à $\max\{10 \text{ terminaux ; } 10\% \text{ des terminaux}\}$, alors il faut ajouter des salles éloignées du caisson/CTA pour atteindre la valeur minimale.
- si le système dessert plusieurs étages :
 - le local le plus proche du caisson/CTA. Si la somme des terminaux du local est inférieure à $\max\{10 \text{ terminaux ; } 10\% \text{ des terminaux}\}$, alors il faut ajouter des salles proches du caisson/CTA pour atteindre la valeur minimale ;
 - le local le plus éloigné du caisson/CTA. Si la somme des terminaux du local est inférieure à $\max\{10 \text{ terminaux ; } 10\% \text{ des terminaux}\}$, alors il faut ajouter des salles éloignées du caisson/CTA pour atteindre la valeur minimale.
- sur l'étage le plus proche du caisson/CTA :
 - le local le plus proche. Si la somme des terminaux du local est inférieure à $\max\{5 \text{ terminaux ; } 5\% \text{ des terminaux}\}$, alors il faut ajouter des locaux proches du caisson/CTA pour atteindre la valeur minimale ;
 - le local le plus éloigné. Si la somme des terminaux du local est inférieure à $\max\{5 \text{ terminaux ; } 5\% \text{ des terminaux}\}$, alors il faut ajouter des locaux éloignés du caisson/CTA pour atteindre la valeur minimale.
- sur l'étage le plus éloigné du caisson/CTA :
 - le local le plus proche. Si la somme des terminaux du local est inférieure à $\max\{5 \text{ terminaux ; } 5\% \text{ des terminaux}\}$, alors il faut ajouter des locaux proches du caisson/CTA pour atteindre la valeur minimale ;
 - le local le plus éloigné. Si la somme des terminaux du local est inférieure à $\max\{5 \text{ terminaux ; } 5\% \text{ des terminaux}\}$, alors il faut ajouter des locaux éloignés du caisson/CTA pour atteindre la valeur minimale.

Lorsque plusieurs locaux satisfont la même condition, le local choisi est celui permettant d'obtenir, dans l'échantillon, l'ensemble de locaux le plus représentatif en termes de typologie.



Dans le cas de systèmes double flux, le décompte des terminaux est effectué sur les terminaux de soufflage.

B.2 - Exemples d'échantillonnage sur des bâtiments d'enseignement

Cas 1 - enseignement : un caisson de soufflage ou d'extraction desservant plusieurs salles sur un seul étage avec un nombre de terminaux >20 et <100 (Figure 4)

Les locaux à inspecter **en priorité** sont :

- la salle 21, la plus proche du caisson, et
- la salle 24, la plus éloignée du caisson

Respect du nombre minimum de terminaux dans l'échantillon (20 a minima) :

- Si la somme des terminaux de la salle 21 est <10, alors il faudra ajouter des salles dans l'échantillon, proches du caisson pour atteindre au minimum 10 terminaux (salle 22, ...).
- Si la somme des terminaux de la salle 24 est <10, alors il faudra ajouter des salles dans l'échantillon, éloignées du caisson pour atteindre au minimum 10 terminaux (salle 23, ...).

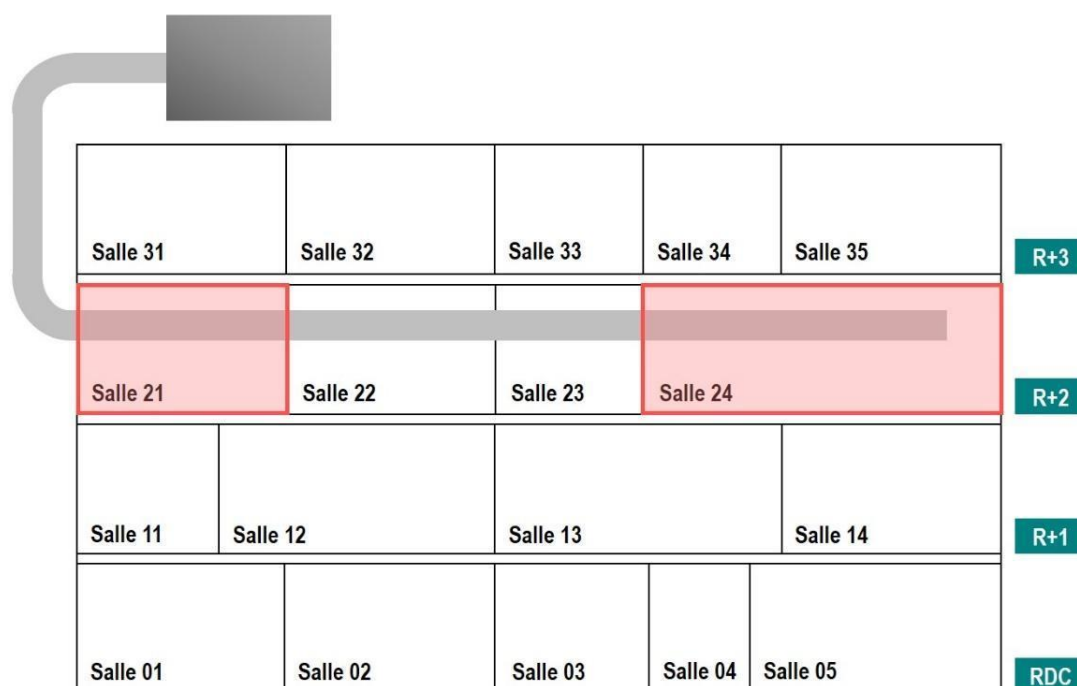


Figure 4 : Schéma d'échantillonnage des terminaux à vérifier dans le cas 1 – enseignement (en couleur, les locaux à inspecter en priorité)

Cas 2 - enseignement : un caisson de soufflage ou d'extraction desservant plusieurs salles sur plusieurs étages avec un nombre de terminaux >20 et <100 (Figure 5)

Les locaux à inspecter **en priorité** sont :

- sur la branche R+3, la plus proche du caisson :
 - la salle 31, la plus proche,
 - la salle 35, la plus éloignée,
- sur la branche RDC, la plus éloignée du caisson :
 - la salle 01, la plus proche,
 - la salle 05, la plus éloignée.

Respect du nombre minimum de terminaux dans l'échantillon (20 a minima) :

- Si la somme des terminaux de la salle 31 est <5, alors il faudra ajouter des salles dans l'échantillon sur la même branche à l'étage R+3 et proches du caisson pour atteindre au minimum 5 terminaux (salle 32, ...).

- Si la somme des terminaux de la salle 35 est <5 , alors il faudra ajouter des salles dans l'échantillon sur la même branche à l'étage R+3 et éloignées du caisson pour atteindre au minimum 5 terminaux (salle 34, ...).
- Si la somme des terminaux de la salle 01 est <5 , alors il faudra ajouter des salles dans l'échantillon sur la même branche à l'étage RDC et proches du caisson pour atteindre au minimum 5 terminaux (salle 02, ...).
- Si la somme des terminaux de la salle 05 est <5 , alors il faudra ajouter des salles dans l'échantillon sur la même branche à l'étage RDC et éloignées du caisson pour atteindre au minimum 5 terminaux (salle 04, ...).

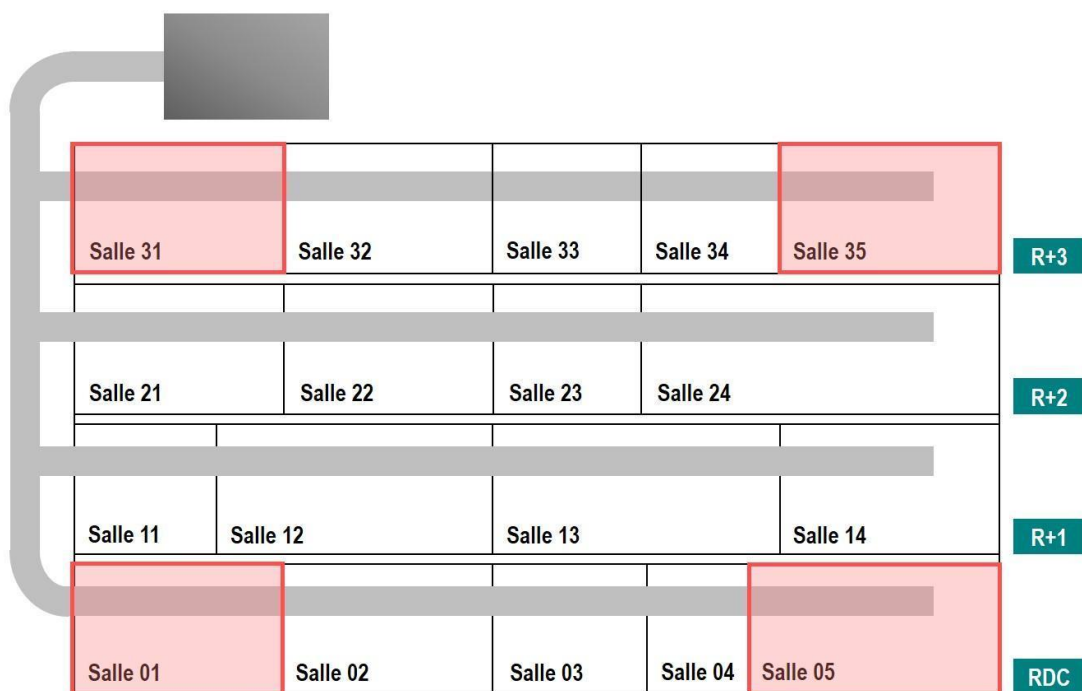


Figure 5 : Schéma d'échantillonnage des terminaux à vérifier dans le cas 2 – enseignement (en couleur, les locaux à inspecter en priorité)

B.3 - Exemples d'échantillonnage sur des bâtiments de bureaux

Cas 1 - bureaux : un caisson de soufflage ou d'extraction desservant plusieurs salles sur un étage avec un nombre de terminaux >20 et <100 (Figure 6)

Les locaux à inspecter **en priorité** sont :

- l'open space 21, local le plus proche du caisson,
- l'open space 24, local le plus éloigné du caisson.

Respect du nombre minimum de terminaux dans l'échantillon (20 a minima) :

- Si la somme des terminaux de l'open space 21 est <10, alors il faudra ajouter des salles dans l'échantillon, proches du caisson pour atteindre au minimum 10 terminaux (open space 22, ...).
- Si la somme des terminaux de l'open space 24 est <10, alors il faudra ajouter des salles dans l'échantillon, éloignées du caisson pour atteindre au minimum 10 terminaux (salle de réunion 23, ...).

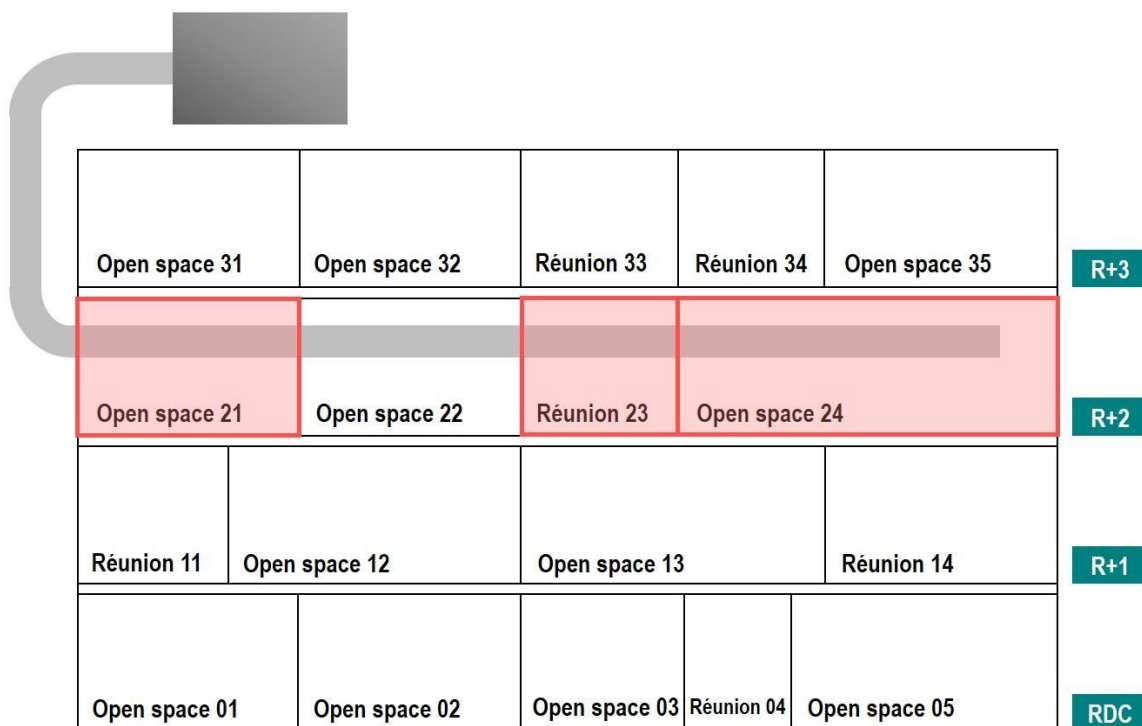


Figure 6 : Schéma d'échantillonnage des terminaux à vérifier dans le cas 1 – bureaux (en couleur, les locaux à inspecter en priorité)

Cas 2 - bureaux : un caisson de soufflage ou d'extraction desservant plusieurs salles sur plusieurs étages avec un nombre de terminaux >20 et <100 (Figure 7)

Les locaux à inspecter **en priorité** sont :

- sur la branche R+3, la plus proche du caisson :
 - l'open space 31, local le plus proche du caisson,
 - l'open space 35, local le plus éloigné du caisson.
- sur la branche RDC, la plus éloignée du caisson :
 - l'open space 01, local le plus proche du caisson,
 - l'open space 06, local le plus éloigné du caisson.

Respect du nombre minimum de terminaux dans l'échantillon (20 a minima) :

- Si la somme des terminaux de l'open space 31 est <5 , alors il faudra ajouter des salles dans l'échantillon sur la même branche à l'étage R+3 et proches du caisson pour atteindre au minimum 5 terminaux (open space 32, ...).
- Si la somme des terminaux de l'open space 35 est <5 , alors il faudra ajouter des salles dans l'échantillon sur la même branche à l'étage R+3 et éloignées du caisson pour atteindre au minimum 5 terminaux (salle de réunion 34, ...).
- Si la somme des terminaux de l'open space 01 est <5 , alors il faudra ajouter des salles dans l'échantillon sur la même branche à l'étage RDC et proches du caisson pour atteindre au minimum 5 terminaux (réunion 02, ...).
- Si la somme des terminaux de l'open space 06 est <5 , alors il faudra ajouter des salles dans l'échantillon sur la même branche à l'étage RDC et éloignées du caisson pour atteindre au minimum 5 terminaux (bureau 05, ...).

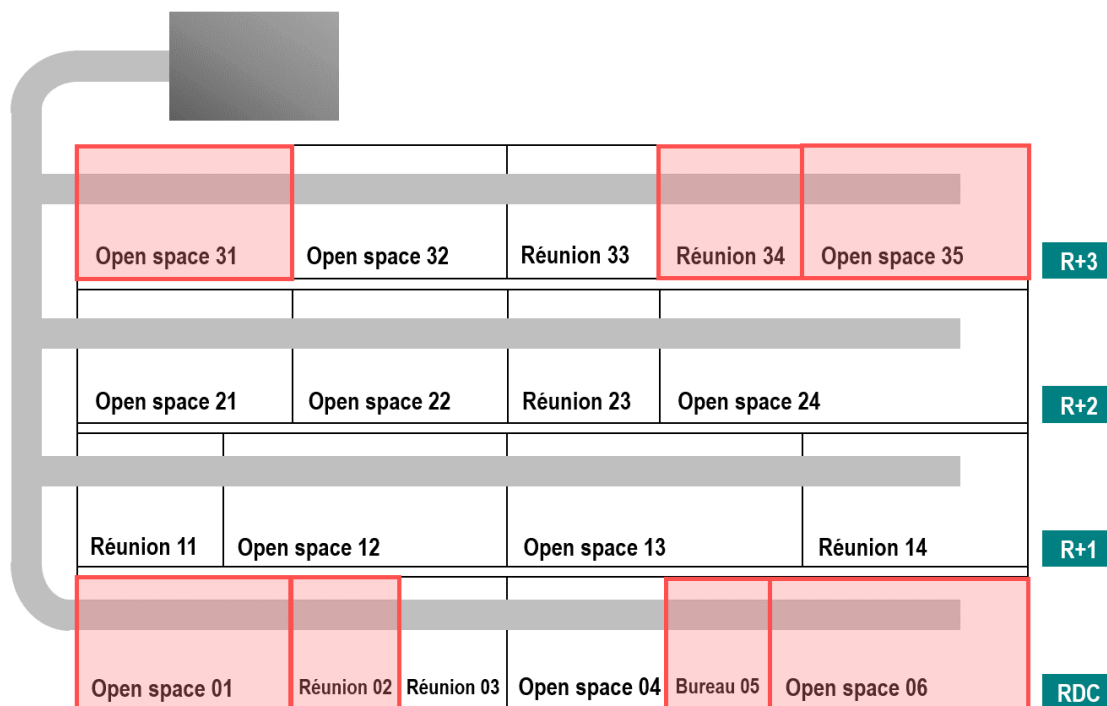


Figure 7 : Schéma d'échantillonnage des terminaux à vérifier dans le cas 2 – bureaux (en couleur, les locaux à inspecter en priorité)

Annexe C (informative) : Fiche de renseignements administratifs

Fiche de renseignements - Description générale de l'opération



Informations administratives

Ouvrage/Réalisation/Complexe/Site		Propriétaire/Gestionnaire		Responsable technique	
Nom		Nom		Nom	
Adresse		Adresse		Adresse	
Date de livraison		Tél.		Tél.	

Expertise - diagnostic des installations de ventilation

Société		Intervenant(s) sur site		Date et signature	
Nom		Nom(s)	Niveau Qualification	Date de la visite	
Adresse				Signature(s)	
Tél.					

Annexe D (informative) :

Liste des points de vérification sur les caissons et les réseaux

Contrôle visuel du système (caissons/CTA et réseaux)

Deux principales actions sont à mener :

- 1/ Vérification de la concordance des matériels installés avec ceux préconisés au cahier des charges
- 2/ Vérification des branchements aérauliques et électrique

Pas de mesure requise, appui de photos souhaitable



Défauts importants à corriger rapidement
 Pas de défauts importants, défauts mineurs éventuels

Ouvrage/Réalisation/Complexe/Site	Expert-Diagnostiqueur		
Nom	Nom	Date de la visite	
Bâtiment inspecté	Société	Signature	
N° bât, nom			
Activité			
Surface utile (m²)			

Système de ventilation			
Type de système <i>ex : F ouverture fenêtres, N/H naturel/hybride, SF/DF simple flux/double flux</i>			
Désignation (nom modèle, marque)	Mode de fonctionnement <i>ex : tout air neuf (VMC, CTA), recyclage</i>		
Nb d'étages desservis	Traitement thermique <i>ex : refroidissement seul, chauffage seul, refroidissement et chauffage, sans traitement</i>		
Utilisation (ponctuelle, permanente)	Horloge (jour, semaine, absence)		
Fixe/modulant/débit d'air variable	Mode surventilation (Oui/Non - débit)		
Débit d'air nominal (si connu)	Type de terminal associé au système étudié <i>ex : grilles/bouches, diffuseurs, poutres froides, gainables/cassettes (UTA), gaines diffusantes</i>		

Etape	Opération/Point à vérifier	Description	Commentaire	Cohérent (O/N)
A	Pré-inspection			
A1	Documents (plans, dossier technique, CCTP lot CVC, étude RT...) disponibles			
A2	Localisation (volume chauffé...)			
A3	Type régulation débit (autoréglable, équilibrage, asservissement)			
A4	SFPint ou nrv (déclaration Eco-conception R1253/2014)			
A5	Bypass échangeur			
A6	Efficacité échangeur			
A7	Efficacité filtres et type			
A8	Classe d'étanchéité du réseau aéraulique visée			
A9	Accessibilité des réseaux (présence de trappe de visite ?)			
B	Vérifications de l'armoire électrique			
B1	Tension d'alimentation (monophasée/triphasée)			
B2	Raccordement à la terre			
B3	Alimentation indépendante par ventilateur			
B4	Dispositif arrêt/protection			
C	Inspection visuelle des réseaux			
C1	Matériau des conduits			
C2	Isolation des conduits			
C3	Tracé cohérent avec les plans fournis			
C4	Singularités			
C5	Raccordements			
C6	Désolidarisation antivibratile			
C7	Supports, suspentes			
C8	Accessibilité			
C9	Présence de trappes de visite			
D	Inspection visuelle du (des) caisson(s)/centrale(s)			
D1	Accessibilité			
D2	Type(s)			
D3	Raccordements			
D4	Tension courroie			
D5	Etat général de la courroie, de l'échangeur si présent			
D6	Alimentation poulies			
D7	Support			
D8	Facilité d'ouverture			
D9	Alimentation électrique			
D10	Variation de vitesse - affichage			
D11	Sens de rotation			
D12	Bruit, vibrations			
D13	Nature des filtres, état et alarme			
D14	Protection prévue si installation en extérieur			
E	Air neuf			
E1	Positionnement prise d'air (conforme RSDT 8m)			
E2	Présence caisson de mélange			
E3	Registre fixe (% ouverture si possible)			
E4	Registre motorisé (position si visible)			
F	Rejet			
F1	Raccordement vers l'extérieur			
F2	Eviter risque de refoulement vers l'intérieur du bâtiment			
F3	Eviter gêne voisinage			
G	GTC (si existence) / régulation			
G1	Présence (cf. réglementation)			
G2	Contrôle temps fonctionnement ventilateurs (cf. réglementation)			
G3	Report alarmes			
G4	Horloge (obligatoire si coupure inoccupation) présente			
G5	Heure de l'horloge - réglage			

Annexe E (informative) :

Liste des points de vérification en SF par extraction Terminaux et locaux desservis

Liste des points de vérification en simple flux par extraction Terminaux et locaux desservis



Deux principales actions sont à mener :
 1/ Vérification de la concordance des matériels installés avec ceux préconisés au cahier des charges
 2/ Vérification des branchements aérauliques et électrique
 Pas de mesure requise, appui de photos souhaitable

<input type="checkbox"/> Défauts importants à corriger rapidement		<input type="checkbox"/> Pas de défauts importants, défauts mineurs éventuels	
Ouvrage/Réalisation/Complexe/Site		Expert-Diagnostiqueur	
Nom		Nom	Date de la visite
Bâtiment inspecté		Société	Signature
N° bât, nom			
Activité			
Surface utile (m²)			
Local inspecté		Superficie (m²)	
N° local, nom		Précisions	
Désignation du système de ventilation (nom)			

Etape	Pré-inspection	Description	Commentaire	Cohérent (O/N)
A	Amenée d'air (hors locaux à pollution spécifique)			
A1	Une entrée d'air par local à occupation humaine a minima (non applicable en local à pollution spécifique)			
B	Transfert d'air			
B1	Localisation des transferts			
B2	Type et taille des transferts			
C	Extraction/reprise			
C1	Type, marque et débit/plage de fonctionnement			
C2	Réseau air repris et débit air repris			
C3	Raccordement au réseau			
C4	Asservissement			

Etape	Inspection visuelle sur site	Description	Commentaire	Cohérent (O/N)
D	Amenée d'air (hors locaux à pollution spécifique)			
D1	Une entrée d'air par local à occupation humaine a minima (non applicable en local à pollution spécifique)			
D2	Conformité module p/r plans ou CCTP			
D3	Dimension mortaise			
D4	Chaque entrée d'air n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée			
D5	Somme des modules du local \geq débit maximum du local à 10% près			
E	Transfert d'air			
E1	Type et taille de transferts installés p/r étude			
E2	Les passages de transit permettent d'assurer le balayage entre amenée et sortie de la zone de ventilation			
F	Extraction/reprise gainée			
F1	Présence UTD (nombre)			
F2	Type UTD, marque et débit/plage de fonctionnement p/r étude			
F3	Débit ressenti à chaque UTD et sens correct			
F4	Accessibilité de chaque UTD pour vérification et entretien			
F5	Chaque UTD n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée			
F6	Chaque UTD est raccordée au réseau par un dispositif adapté (plénum, collerette, manchette...)			
F7	Asservissement fonctionnel et conforme			
G	Reprise en vrac			
G1	Vérifier la possibilité de passage de l'air entre le local et la reprise en vrac			
G2	Cohérence p/r études-plans			
G3	Asservissement fonctionnel et conforme			

Annexe F (informative) :

Liste des points de vérification en ventilation DF Terminaux et locaux desservis

Liste des points de vérification en ventilation double flux Terminaux et locaux desservis



Deux principales actions sont à mener :
 1/ Vérification de la concordance des matériels installés avec ceux préconisés au cahier des charges
 2/ Vérification des branchements aérauliques et électrique
 Pas de mesure requise, appui de photos souhaitable

<input type="checkbox"/> Défauts importants à corriger rapidement		<input type="checkbox"/> Pas de défauts importants, défauts mineurs éventuels	
Ouvrage/Réalisation/Complexe/Site		Expert-Diagnostiqueur	
Nom		Nom	Date de la visite
Bâtiment inspecté		Société	Signature
N° bât, nom			
Activité			
Surface utile (m ²)			
Local inspecté		Superficie (m²)	
N° local, nom		Précisions	
Désignation du système de ventilation (nom)			

Etape	Pré-inspection	Description	Commentaire	Cohérent (O/N)
A	Amenée d'air (hors locaux à pollution spécifique)			
A1	Une entrée d'air par local à occupation humaine a minima (non applicable en local à pollution spécifique)			
A2	Typologie (UTD/UTA)			
A3	Type, marque et débit/plage de fonctionnement			
A4	Réseau air neuf et débit air neuf			
A5	Raccordement au réseau			
A6	Asservissement			
B	Transfert d'air			
B1	Localisation des transferts			
B2	Type et taille des transferts			
C	Extraction/reprise			
C1	Type, marque et débit/plage de fonctionnement			
C2	Réseau air repris et débit air repris			
C3	Raccordement au réseau			
C4	Asservissement			

Etape	Inspection visuelle sur site	Description	Commentaire	Cohérent (O/N)
D	Amenée d'air			
D1	Une amenée d'air par local à occupation humaine a minima (non applicable en local à pollution spécifique)			
D2	Typologie			
D3	Type, marque et débit/plage de fonctionnement p/r étude (DOE ou CCTP)			
D4	Si UTA/poutre : référence (coefficient k) p/r étude			
D5	Débit ressenti à chaque diffuseur et sens correct (hors UTA et poutre)			
D6	Chaque UTD/UTA est accessible et permet sa vérification et son entretien			
D7	Chaque UTD/UTA n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée			
D8	Chaque UTD/UTA est raccordée au réseau par un dispositif adapté (plénum, collerette, manchette, réseau d'air neuf...)			
D9	Asservissement fonctionnel et conforme			
E	Transfert d'air			
E1	Type et taille de transferts installés p/r étude			
E2	Les passages de transit permettent d'assurer le balayage entre amenée et sortie de la zone de ventilation			
F	Extraction/reprise gainée			
F1	Présence UTD (nombre)			
F2	Type UTD, marque et débit/plage de fonctionnement p/r étude			
F3	Débit ressenti à chaque UTD et sens correct			
F4	Accessibilité de chaque UTD pour vérification et entretien			
F5	Chaque UTD n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée			
F6	Chaque UTD est raccordée au réseau par un dispositif adapté (plénum, collerette, manchette...)			
F7	Asservissement fonctionnel et conforme			
G	Reprise en vrac			
G1	Vérifier la possibilité de passage de l'air entre le local et la reprise en vrac			
G2	Cohérence p/r études-plans			
G3	Asservissement fonctionnel et conforme			

Annexe G (informative) :

Fiche de relevés de mesures aux caissons/CTA

Fiche de mesures débits caisson/CTA et réseau



Ouvrage/Réalisation/Complexe/Site		Expert-Diagnostiqueur		
Nom		Nom	Date de la visite	
Bâtiment inspecté				
N° bât, nom				
Activité				
Surface utile (m²)		Signature		

Caisson/CTA	
N° caisson/CTA	Nom

Méthodes de mesure du débit	Mesure(s) réalisée(s)	Détail au §	Valeur résultante corrigée <small>(préciser le circuit d'air le cas échéant)</small>	Ecart (/référence)
Le débit peut être mesuré de façon directe (1 et 2) ou de façon indirecte puisque deux mesures a minima (parmi 3, 4 et 5) suffisent pour retrouver un point de fonctionnement sur la courbe ventilateur (6). Dans tous les cas, les mesures de pression aux bornes et de puissance électrique du caisson sont des mesures fonctionnelles requises pour garantir les performances du système. La vitesse de rotation est quant à elle une mesure spécifique décrite dans le protocole.	<input type="checkbox"/> En conduit	1		
	<input type="checkbox"/> A la grille	2		
	Mesure(s) réalisée(s)	Détail au §	Valeur résultante corrigée	Ecart (/référence)
	<input type="checkbox"/> Pression aux bornes (Pa)	3		
	<input type="checkbox"/> Puissance absorbée (W)	4		
	<input type="checkbox"/> Vitesse de rotation - mesure spécifique (tr/min)	5		
	Extrait de la courbe de fonctionnement et débit résultant	6		

1 - Mesure de débit en conduit (caisson/CTA)

Date : _____

Heure : _____

Température relevée (°C) : _____

à proximité de la mesure dans le local en reprise

Pression atm relevée (Pa) : _____

Type de conduit : _____

Circuit d'air : _____

Section du conduit : _____

Norme de mesure utilisée : _____

NF EN 16211 NF EN 12599

Vitesse ou pression dynamique	1	2	3	4	5	6	7	8
Ligne 1								
Ligne 2								
Ligne 3								
...								
...								
Moyenne vitesse (m/s) ou pression dyn. (Pa)								
Débit non corrigé (m³/h)								
Coeff. Correction T								
Coeff. Correction Patm								
Correction étalonnage si EMT non connu								
Débit corrigé (m³/h)								

2 - Mesure aux grilles avec fil chaud ou moulinet (caisson/CTA)

Date :
 Heure :
 Température relevée (°C) :
 à proximité de la mesure dans le local en reprise
 Pression atm relevée (Pa) :
 Type de conduit :
 Circuit d'air :
 Section effective grille (m²) :
 Norme de mesure utilisée :
 NF EN 16211 NF EN 12599

Vitesse mesurée (m/s)	1	2	3	4	5	6	7	8
Ligne 1								
Ligne 2								
Ligne 3								
...								
...								
Moyenne vitesse (m/s)								
Débit non corrigé (m ³ /h)								
Coeff. Correction T								
Coeff. Correction Patm								
si EMT non connu								
Débit corrigé (m ³ /h)								

3 - Mesure de pression aux bornes (caisson/CTA)

Date :
 Heure :
 Température relevée (°C) :
 à proximité de la mesure dans le local en reprise dans l'unité
 Pression atm relevée (Pa) :

	Amont	Aval	Différence
Δ Pression (Pa)*			

* généralement statique pour limiter les fluctuations

4 - Puissance absorbée (caisson/CTA)

Date :
 Heure :

	Mono	Tri 1	Tri 2	Tri 3
Intensité				
Relevé intensité I (A)*				
Relevé tension U (V)				
Puissance absorbée (W)				

* en triphasé $P_{abs} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$ avec I = Imoyen 3 phases

5 - Vitesse de rotation (caisson/CTA)

Date :
 Heure :

Relevé	Vitesse plaquée moteur	Ratio poulie/courroie (rp) *	Ratio fréquence (rf) **
Vitesse turbine calculée			
ou Vitesse turbine mesurée par tachymètre			

* $rp = D_{poulie\ moteur} / D_{poulie\ turbine}$

** $rf = \text{fréquence variateur} / 50\text{ Hz}$

Vitesse turbine calculée = plaquée moteur . rp . rf

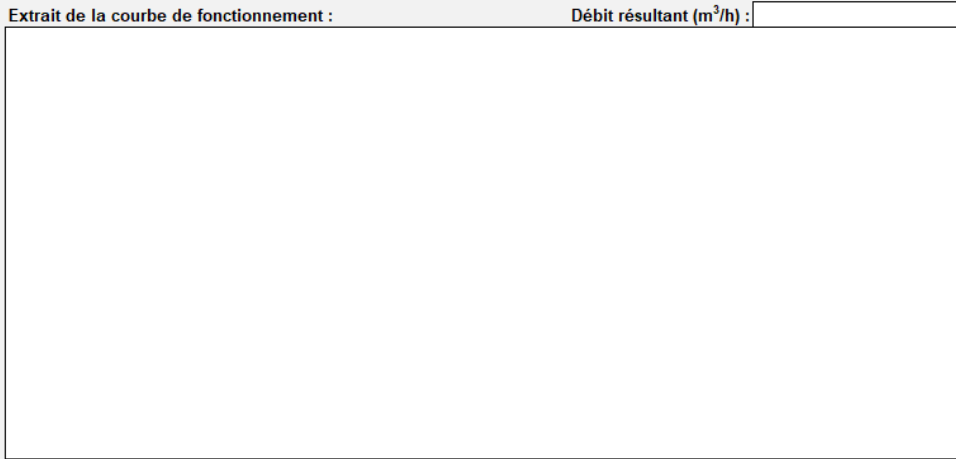
6 - Méthode indirecte de mesure de débit

Date :

Heure :

Extrait de la courbe de fonctionnement :

Débit résultant (m³/h) :



2 - Mesure avec cône ou hotte, tous modèles (terminaux)

Date :
Heure :
Température relevée (°C) :
 à proximité de la mesure dans le local en reprise dans l'unité
Pression atm relevée (Pa) :
Norme de mesure utilisée :
 NF EN 16211 NF EN 12599

Débit mesuré (m ³ /h)	
Correction T si non intégrée	
Correction P si non intégrée	
Correction étalonnage si EMT non connu	
Débit corrigé (m ³ /h)	

3 - Mesure aux grilles avec anémomètre à fil chaud ou moulinet (terminaux)

Date :
Heure :
Température relevée (°C) :
 à proximité de la mesure dans le local en reprise
Pression atm relevée (Pa) :
Type de conduit :
Section du conduit :
Norme de mesure utilisée :
 NF EN 16211 NF EN 12599

Vitesse mesurée (m/s)	1	2	3	4	5	6	7	8
Ligne 1								
Ligne 2								
Ligne 3								
...								
...								
Moyenne vitesse (m/s)								
Débit non corrigé (m ³ /h)								
Coeff. Correction T								
Coeff. Correction Patm								
Correction étalonnage si EMT non connu								
Débit corrigé (m ³ /h)								

4 - Mesure en plénum ou autre, méthode dite du "k" (terminaux)

Date :
Heure :
Température relevée (°C) :
 à proximité de la mesure dans le local en reprise dans l'unité
Pression atm relevée (Pa) :
Valeur du k de l'unité :
Norme de mesure utilisée :
 NF EN 16211 NF EN 12599

Pression mesurée (Pa)	
Débit calculé - k ou formule (m ³ /h)	
Correction T si non intégrée	
Correction P si non intégrée	
Débit corrigé (m ³ /h)	

5 - Mesure pression dynamique différentielle - station de mesure ou iris (terminaux)

Date :

Heure :

Température relevée (°C) :

à proximité de la mesure dans le local en reprise dans l'unité

Pression atm relevée (Pa) :

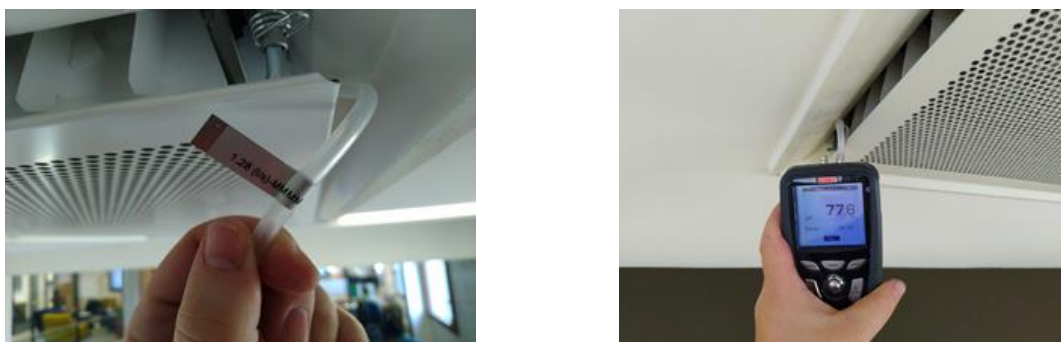
Pression dynamique (Pa)	
Débit relevé - courbe ou diagramme (m ³ /h)	
Correction T si non intégrée	
Correction P si non intégrée	
Débit corrigé (m ³ /h)	

Annexe I (informative) : Mesure sur une poutre climatique active

I.1 Définition

Une poutre climatique active est raccordée à l'air neuf d'une CTA contrairement à une poutre climatique passive qui est indépendante du système de ventilation.

I.2 Principe de mesure



Source ALLIE'AIR

Figure 8 : Prise de mesure de pression au niveau d'une poutre climatique

Le débit d'air primaire alimentant une poutre climatique active est déterminé par la relation suivante :

$$Q_v = k \times (\Delta P)^{0.5}$$

Avec : Q_v en m³/h ou l/s

k sans unité – donné pour un débit en m³/h ou l/s selon données fabricants

ΔP en Pa

Il est alors nécessaire de faire un relevé de pression statique au niveau du ou des capillaire(s) raccordé(s) et intégré(s) à l'UTD.

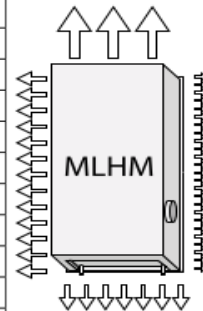
Le facteur k de la poutre climatique active est à récupérer sur la fiche technique et/ou la sélection du fabricant. Celui-ci devra éventuellement être calculé selon la configuration de l'UTD (réglage et équilibrage). Des exemples de détermination du facteur k , spécifique pour chaque type de poutre, sont présentés en Figure 9.

Certains fabricants de poutres climatiques avec sections de passage d'air réglables fournissent des abaques afin de retrouver le débit d'air équivalent en fonction de la mesure de pression statique et du réglage de la poutre ; un exemple est présenté Figure 10.

Exemple 1

Tableau 7. Guide du facteur K

Type de module:	Débit d'air primaire	Côté	Réglage des buses	facteur k (C.O.P.)
Parasol 600 MF	Bas	Indifférent	L	0,253
	Moyen	Indifférent	M	0,44
	Haut	Indifférent	H	0,693
	Aucun	Indifférent	C	0
Parasol 1200 LF	Bas	Côté court	L	0,124
	Moyen	Côté court	M	0,176
	Haut	Côté court	H	0,3
	Aucun	Côté court	C	0
	Bas	Côté long	L	0,328
	Moyen	Côté long	M	0,464
	Haut	Côté long	H	0,792
	Aucun	Côté long	C	0



Exemple : configuration MLHM (côté court MH et côté long LM)

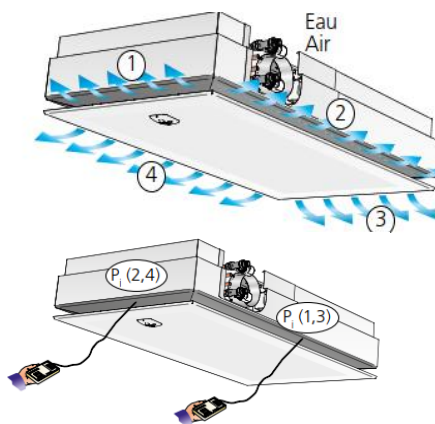
$$\rightarrow k = 0.176 + 0.3 + 0.328 + 0.464 = 1.268$$

Source SWEGON

Exemple 2

guide du facteur K par côté

Type	Débit air primaire	Côté	Réglage des buses	facteur K/ côté
690	Faible	1,2,3,4	L	0,253
	Moyen	1,2,3,4	M	0,44
	Élevé	1,2,3,4	H	0,693
	Néant	1,2,3,4	C	0
1290 MF	Faible	1&3	L	0,176
	Moyen	1&3	M	0,253
	Élevé	1&3	H	0,429
	Néant	1&3	C	0
1290 MF	Faible	2&4	L	0,464
	Moyen	2&4	M	0,667
	Élevé	2&4	H	1,131
	Néant	2&4	C	0

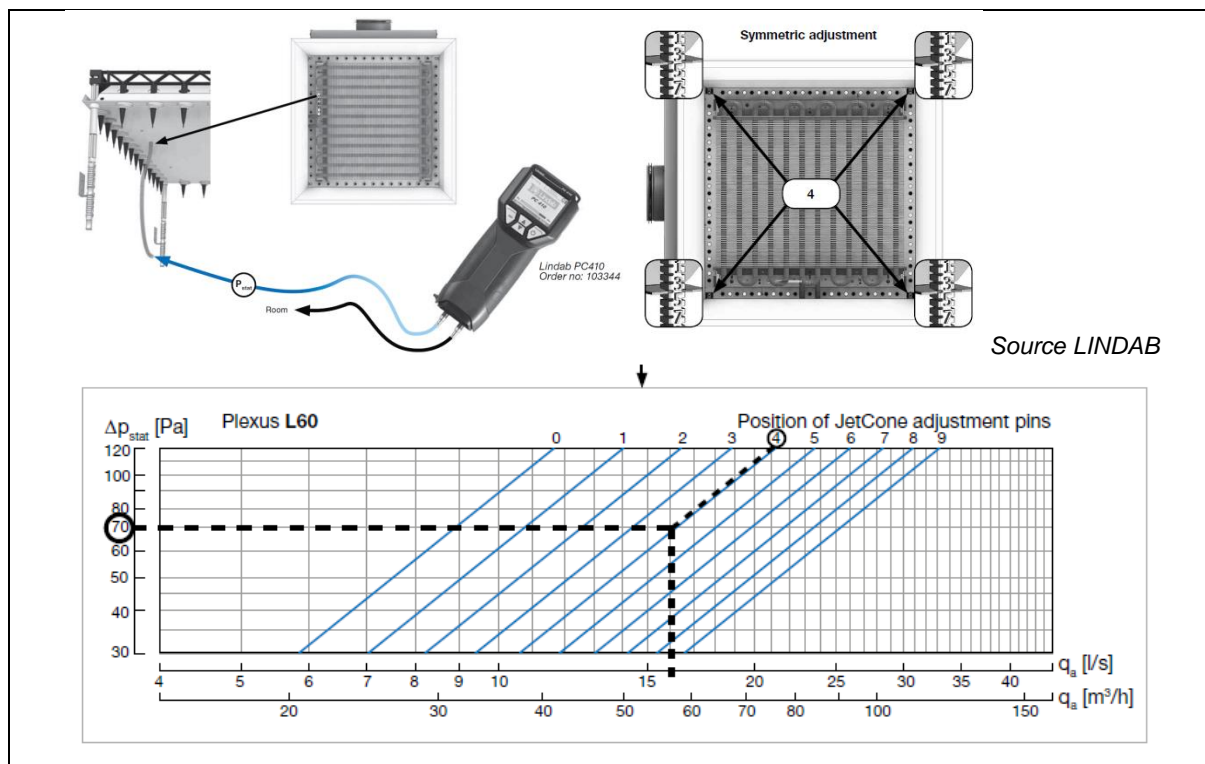


Exemple : configuration CLHL (côté court CH et côté long LL)

$$\rightarrow k = 0 + 0.3 + 0.328 + 0.328 = 0.956$$

Source SWEGON

Figure 9 : Exemple d'obtention du facteur k d'une poutre climatique à partir d'un extrait de la documentation fabricant



Source LINDAB

Figure 10 : Exemple de détermination du débit d'air selon des abaques disponibles sur les documentations techniques du fabricant

I.3 Matériel de mesure

La mesure de pression est réalisée à l'aide d'un manomètre muni d'un tube de mesure souple² (cf. Annexe K).

I.4 Conditions de mesure

Le système de ventilation mécanique doit être en fonctionnement. Le paramétrage des commandes doit être relevé. Le système doit demeurer inchangé pendant les mesures ou les changements doivent être notés. Toutes les conditions doivent être dans la gamme des spécifications de dimensionnement.

Toutes les fenêtres et portes extérieures doivent être fermées.



Des mesures spécifiques complémentaires peuvent être réalisées fenêtres ouvertes pour identifier des problèmes sur les passages de transit ou les entrées d'air.

I.5 Description des mesures

Le principe est de mesurer la pression statique en branchant le manomètre sur le(s) capillaire(s) prévu(s) à cet effet :

- le manomètre est raccordé de manière étanche sur le(s) capillaire(s) de l'UTD ;
- le tube n'est pas pincé ;
- la pression de référence est mesurée à la hauteur de l'UTD mais ne subit pas les perturbations engendrées par le flux d'air de celle-ci. Si nécessaire un deuxième tube de mesure est utilisé pour mesurer la pression de référence ;
- l'appareil de mesure est positionné verticalement ou horizontalement en fonction des spécifications du fabricant ;
- un zéro est réalisé avant chaque mesure ;
- le relevé des pressions se fait dans des conditions stables, pendant une dizaine de secondes.

² Tube souple adapté aux mesures de pression et permettant de se raccorder à la sonde ou au manomètre, par exemple tube de mesure en silicone

Annexe J (informative) : **Particularité des mesures sur les systèmes de ventilation à modulation de débit**

J.1 Rappel – principe des systèmes à modulation de débit

Source : Ademe / AIR.H - Guide pratique sur la modulation des débits de ventilation dans le tertiaire

La modulation des débits de ventilation vise à fournir le débit de ventilation approprié au moment où il est nécessaire.⁷

Un système de modulation des débits de ventilation inclut forcément plusieurs éléments spécifiques qui sont :

- Le capteur approprié aux sources rencontrées : humidité, CO₂, COV et présence ;
- Une action sur un ou plusieurs éléments pilotant le débit d'air neuf (ventilateur, registre, bouche...), éventuellement couplée à une régulation plus générale ou une GTC.

On distingue notamment les systèmes monozones (desservant un seul local) des systèmes multizones (desservant plusieurs locaux).

Les systèmes monozones sont généralement constitués d'un ventilateur à vitesse variable, d'un capteur qui pilotera directement ce ventilateur. Le débit est réglé au ventilateur et se répartira dans le local traité selon le mode retenu d'équilibrage

Dans le cas d'un système multizones, le ventilateur dessert cette fois plusieurs zones, chacune disposant de son propre capteur qui pilotera un registre ou un terminal (bouche hygroréglable ou bi-débit) asservi. Le ventilateur est muni d'une vitesse variable et d'un pressostat. Si le choix d'un asservissement à pression constante est souvent fait, des régulations à pression variable peuvent aussi être envisagées pour optimiser la puissance électrique absorbée.

Les actions exercées par les registres peuvent être les suivantes :

- Tout ou rien (temporisation possible) ;
- Tout ou peu (temporisation possible) ;
- Proportionnel ;
- Débit d'air variable (avec croix de mesure intégrée).

J.2 Systèmes sous Avis Techniques

Des fabricants proposent des systèmes de modulation des débits de ventilation pour les bâtiments tertiaires sous avis technique.

Généralement, ces Avis Techniques (ATEC) concernent plusieurs systèmes d'une même famille, qui se différencient à la fois par le type de détection (ex : capteur de CO₂, capteur de présence, etc.) et par le type d'action sur les débits (ex. action sur le ventilateur, action sur un registre, etc.).

Le fonctionnement, le dimensionnement et les composants à prévoir (bouches, registres, caissons simple ou double flux, ...) sont définis dans ces avis techniques.

J.3 Système hors Avis Technique

Il est également possible pour un concepteur ou un installateur de mettre en place une modulation des débits de ventilation sans passer par l'avis technique d'un fabricant. Dans ce cas de figure, le principe de fonctionnement, les capteurs, les registres, la régulation et les ventilateurs sont définis dans le CCTP du lot ventilation du projet.

J.4 Conditions pour mesurer un débit d'air global

Ce point concerne la vérification du débit d'air global du système de ventilation.

Le système de ventilation mécanique doit être en fonctionnement et doit avoir été réglé conformément aux conditions définies dans le cahier des charges :

- Débit nominal délivré par l'installation
- ou
- Débit foisonné délivré par l'installation : ce coefficient de dimensionnement est précisé dans la note de calcul et/ou le CCTP du lot ventilation.

Actions à prévoir pour établir les conditions de fonctionnement :

- Système monozone : action sur un variateur de tension / fréquence pour ajuster le débit nominal. ;
- Système multizone : action sur les éléments de régulation des débits par branche
 - o Action manuelle sur les registres : débrayage des volets via le servomoteur (Figure 11)
 - o Action via la GTC pour demander l'ouverture des volets.



Pour les systèmes à modulation de débit, le débit de dimensionnement, calculé en prenant en compte un foisonnement, peut être inférieur à la somme des débits max de chaque branche. L'installation doit être testée sans que l'opérateur n'ait à modifier les réglages du caisson.

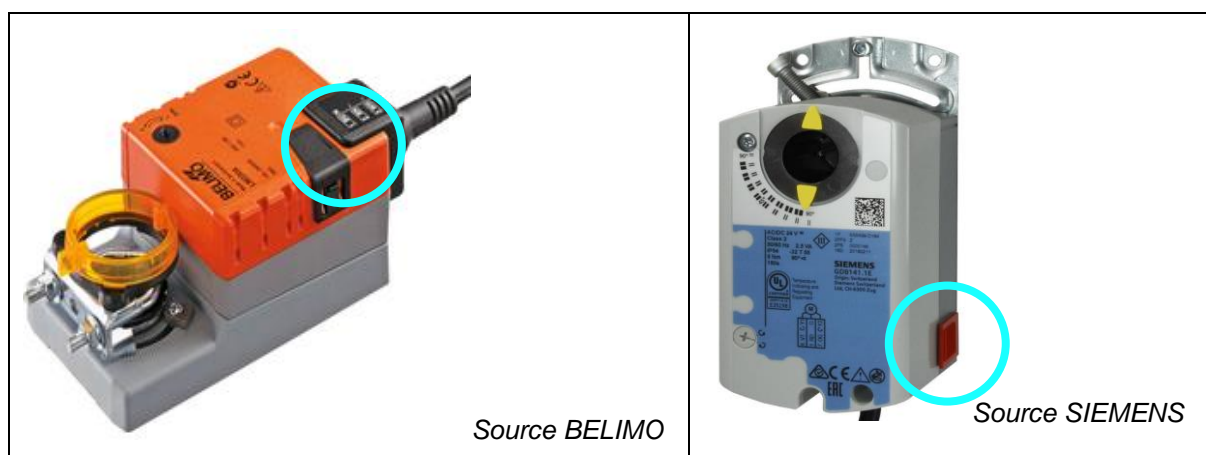


Figure 11 : Exemples d'organes servomoteurs avec bouton de débrayage (identifié par un cercle)

Le nombre de volets à ouvrir doit permettre d'obtenir le débit nominal ou foisonné selon les conditions définies dans le CCTP du lot ventilation.

Le paramétrage des commandes doit être relevé. L'opérateur doit ensuite s'assurer de la remise en état de fonctionnement normal de l'installation.

Dans le cas où il n'est pas possible d'ajuster l'installation en débit nominal ou foisonné, la vérification de l'obtention des débits souhaités n'est alors pas vérifiable. Ce point est mentionné dans le rapport.

Le système doit demeurer inchangé pendant les mesures ou les changements doivent être notés. Toutes les conditions doivent être dans la gamme des spécifications de dimensionnement.



Pour les systèmes équipés de terminaux hygroréglables ou autoréglables bi-débit, les mesures peuvent être réalisées conformément au protocole PROMEVENT® résidentiel.



Lorsque les conditions de réception sont définies pour les systèmes sous Avis Technique, celles-ci doivent être respectées.

Les mesures peuvent être réalisées selon les conditions définies aux chapitres 7.2 et 7.3 du présent document.

J.5 Conditions pour mesurer un débit d'air local

Ce point concerne la vérification du débit d'air local sur une partie d'un système de ventilation (exemple : salle de réunion, salle de classe, ...). Les mesures sont alors réalisées au niveau des terminaux ou liaisons terminales.

Le débit de ventilation du local contrôlé est ajusté sur son débit nominal.

Actions à prévoir pour établir les conditions de fonctionnement :

- Système monozone : action sur un variateur de tension / fréquence pour ajuster le débit nominal ;
- Système multizone : action sur les éléments de régulation des débits par branche
 - o Action manuelle sur le/les registre(s) : débrayage du/des volet(s) via le servomoteur (*Figure 11*)
 - o Action via la GTC pour demander l'ouverture du/des volet(s).

Le paramétrage des commandes doit être relevé. L'opérateur doit ensuite s'assurer de la remise en état de fonctionnement normal de l'installation.

Dans le cas où il n'est pas possible d'ajuster l'installation en débit nominal, la vérification de l'obtention des débits souhaités n'est alors pas vérifiable. Ce point est mentionné dans le rapport.

Le système doit demeurer inchangé pendant les mesures ou les changements doivent être notés. Toutes les conditions doivent être dans la gamme des spécifications de dimensionnement.



Pour les systèmes équipés de terminaux hygroréglables ou autoréglables bi-débit, les mesures peuvent être réalisées conformément au protocole PROMEVENT® résidentiel.



Lorsque les conditions de réception sont définies pour les systèmes sous Avis Technique, celles-ci doivent être respectées.

Les mesures peuvent être réalisées selon les conditions définies au chapitre 7.3 du présent document.

Annexe K (informative) : Matériel de mesure

K.1 Choix de l'appareil en fonction de la grandeur à mesurer

Grandeur mesurée	Appareil de mesure	Principe de la mesure et grandeur obtenue	Illustration
Vitesse d'air (m/s)	Tube de Pitot	Mesure de la pression différentielle entre deux positions égale à la pression dynamique et qui permet, si la masse volumique de l'air est connue, de déterminer la vitesse de l'écoulement d'air. Conditions d'utilisation : pour des vitesses au-delà de 5 m/s sur site (correspondant à une mesure de pression différentielle de l'ordre de 15 Pa.	Figure 12
Vitesse d'air (m/s)	Anémomètre à moulinet	Mesure de la vitesse de rotation d'une hélice placée perpendiculairement à l'écoulement. Conditions d'utilisation : pour des vitesses supérieures ou égales à 1 m/s.	
Vitesse d'air (m/s)	Anémomètre thermique	Mesure d'une grandeur directement liée à l'échange thermique entre l'écoulement et l'élément sensible chauffée. Conditions d'utilisation : permet de mesurer des vitesses faibles, de l'ordre de 0,1 m/s, jusqu'à des valeurs de quelques dizaines de m/s selon les modèles.	
Pression statique (Pa)	Tube souple + manomètre	Mesure réalisée par un capteur de pression, de gamme de mesure adaptée, reliée à la prise de pression par un tube souple, généralement. Pour une mesure en conduit, il est important que la prise de pression soit réalisée de telle manière que l'écoulement de fluide ne soit pas modifié. Son embout peut être connecté à un tube droit rigide, à un tube de Pitot ou encore à un connecteur tel qu'illustré en Figure 13.	Figure 13
Débit d'air (m ³ /h)	Cône + anémomètre à moulinet	La mesure est réalisée par un anémomètre à moulinet positionné sur un cône de mesure qui vient recouvrir entièrement la bouche pour laquelle le débit (entrant ou sortant) veut être mesuré. Précaution d'utilisation : étanchéité lors de l'application du cône.	
Débit d'air (m ³ /h)	Cône + anémomètre thermique	La mesure est réalisée par un anémomètre thermique positionné au niveau de la section la plus étroite d'un cône de mesure qui vient recouvrir entièrement la bouche pour laquelle le débit (entrant ou sortant) veut être mesuré.	

		Précaution d'utilisation : étanchéité lors de l'application du cône.	
Débit d'air (m ³ /h)	Cône + anémomètre déporté (rallonge)	Le principe est le même que dans le cas du cône+moulinet. Un tube prolongateur est toutefois positionné entre le cône et l'anémomètre afin d'améliorer l'homogénéité du flux d'air au niveau de l'anémomètre. Précaution d'utilisation : étanchéité lors de l'application du cône.	
Débit d'air (m ³ /h)	Cône avec compensation de pression	Le cône de mesure est équipé d'un ventilateur qui permet de compenser la perte de charge dû à l'appareil de mesure positionné sur la bouche afin que le débit mesuré ne soit pas influencé par la présence de l'appareil de mesure. Précaution d'utilisation : étanchéité lors de l'application du cône.	
Débit d'air (m ³ /h)	Balomètre ou hotte de mesure avec redresseur	Il s'agit d'une hotte généralement souple et de forme pyramidale qui se positionne sur la totalité du diffuseur afin d'en mesurer le débit insufflé ou extrait. L'élément de mesure se situe au niveau de la section la plus étroite et est constitué d'un réseau de prises de pression ou d'anémomètres thermiques permettant de réaliser une mesure « moyenne » sur l'ensemble de la section et de tenir compte des éventuelles inhomogénéités du flux d'air. Précautions d'utilisation : <ul style="list-style-type: none"> • étanchéité lors de l'application du balomètre, • plage de mesure ne couvrant pas les faibles débits (cf. documentation fabricant de l'appareil de mesure). 	
Vitesse de rotation (tr/min)	Tachymètre (compte-tours)	La vitesse de rotation se mesure généralement à l'aide d'un tachymètre avec contact ou sans contact (dispositif optique). Le tachymètre sans contact s'utilise avec une bande réfléchissante fournie avec le matériel. Les deux types de tachymètres sont représentés sur la <i>Figure 14</i> .	<i>Figure 14</i>
Puissance électrique (W)	Multimètre ou puissance mètre	En courant électrique triphasé, une mesure d'intensité sur chaque phase permet d'obtenir l'intensité moyenne. Dans ce contexte, il peut être judicieux d'utiliser un enregistreur de puissance afin d'obtenir les valeurs I ₁ , I ₂ et I ₃ en même temps.	

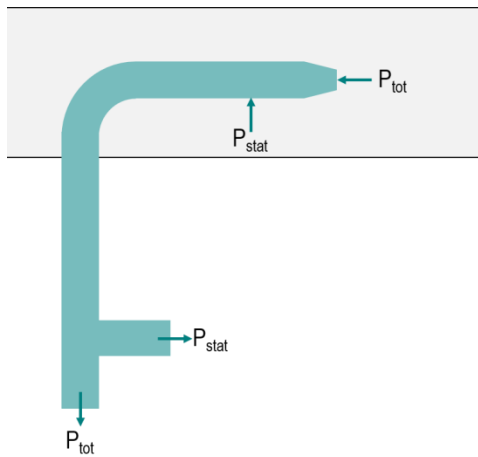


Figure 12. Principe de mesure avec un tube de Pitot





<p>Tube souple</p> 	<p>Tube souple + tube droit rigide</p> 
<p>Tube souple + tube de Pitot</p> 	<p>Tube souple + connecteur</p> 

Figure 13 : Exemples de tubes utilisables pour mesurer la pression



Figure 14 : Exemples de tachymètres utilisables pour mesurer la vitesse de rotation

K.2 Calcul du débit à partir d'une mesure de pression ou de vitesse

a) Calcul du débit d'air en fonction d'une mesure de pression dynamique $P_{dyn}[Pa]$:

Calculer la vitesse d'air moyenne à partir de la relation suivante :

$$V_{moyenne}[m/s] = moyenne \left(\sqrt{\frac{2 \times P_{dyn}}{\rho}} \right)$$

avec $\rho[kg/m^3]$ la densité de l'air,

Puis calculer le débit :

$$Q[m^3/h] = V_{moyenne}[m/s] \times Section [m^2] \times 3600 \times correction$$

Le débit sera à corriger en fonction des conditions atmosphériques

b) Calcul du débit d'air en fonction d'une mesure de vitesse en gaine :

$$Q[m^3/h] = V_{moyenne}[m/s] \times Section [m^2] \times 3600 \times correction$$

Le débit sera à corriger en fonction des conditions atmosphériques

c) Calcul du débit d'air en fonction d'une mesure de vitesse en gaine :

$$Q[m^3/h] = V_{moyenne}[m/s] \times Section [m^2] \times 3600 \times correction$$

Le débit sera à corriger en fonction des conditions atmosphériques

K.3 Corrections éventuelles à appliquer aux valeurs mesurées

a) Conditions atmosphériques :

Certains appareils de mesure corrigent directement les valeurs mesurées à partir des conditions atmosphériques de température et pression. Lorsque c'est le cas, cela est précisé dans les spécifications du matériel de mesure.

Par exemple, si une mesure est réalisée avec un anémomètre à hélice, aucune correction de pression et de température n'est nécessaire. Si un tube de Pitot fournissant une mesure directe de la vitesse sur l'afficheur associé ou un anémomètre thermique est utilisé, alors il convient de vérifier dans la documentation du fabricant le type d'affichage des valeurs mesurées :

- Un affichage en conditions standards implique une correction ; il convient de rechercher les conditions de pression et température correspondant aux conditions standards ;
- Un affichage en conditions réelles n'implique pas de correction.

b) Erreur de l'appareil :

Si l'erreur de l'appareil de mesure est trop élevée (dépassant l'EMT), des corrections sont à appliquer à partir du certificat d'étalonnage de l'appareil.



Un ajustement de certains appareils est possible auprès du laboratoire d'étalonnage ou du constructeur afin de ramener l'erreur dans les limites acceptables.

Annexe L (informative) : Mesure d'étanchéité à l'air des réseaux en tertiaire

L.1 Résumé

Cette annexe répond à des questionnements que peuvent se poser les acteurs du bâtiment lors de la mise en place des mesures d'étanchéité à l'air des réseaux, et plus particulièrement au moment de :

- la présentation de l'intervention au client (contractualisation),
- la préparation des interventions au bureau,
- la visite préliminaire à la mesure sur site,
- la réalisation des mesures,
- la restitution des résultats.

L'objet de cette annexe est d'apporter des précisions sur la réalisation des différentes étapes évoquées ci-dessus, en complément du fascicule documentaire FD E51-767 dans le cas de mesures réalisées sur des réseaux de ventilation tertiaires.

Cette annexe est à destination :

- des bureaux d'études en charge de piloter les mesures ou rédiger les CCTP,
- des mesureurs d'étanchéité à l'air,
- des maîtres d'ouvrages,
- des bureaux de contrôle,
- des maîtres d'œuvre.

L.2 Réglementation et normes

a) Mesure de l'étanchéité à l'air des réseaux dans le cadre de la réglementation thermique et énergétique

La mesure de l'étanchéité à l'air des réseaux dans le cadre de la réglementation thermique et énergétique est nécessaire pour justifier la classe d'étanchéité à l'air des réseaux (hors valeur par défaut) prise en compte dans l'étude thermique et énergétique. **Cette mesure doit être réalisée selon le fascicule documentaire FD E 51-767.** Pour justifier la classe d'étanchéité à l'air des réseaux d'un projet composé de plusieurs réseaux, **un échantillon de réseaux est soumis à essai.** Chaque réseau de l'échantillon est testé en globalité ou sur une **section continue représentative.**

b) Mesure de l'étanchéité à l'air des réseaux selon la norme NF EN 12237 et/ou de la NF EN 1507.

Il peut être précisé dans les CCTP que la classe des réseaux attendue est à vérifier selon la norme NF EN 12237 et/ou de la NF EN 1507. Ces normes sont des normes de performances de conduits qui ne visent que la partie rigide des réseaux. Elles sont utilisées pour classer les conduits et composants. **Elles ne peuvent pas s'appliquer à la globalité du réseau et en aucun cas cette mesure ne permet de justifier la classe prise en compte dans l'étude thermique et environnementale.** Dans le cas où la mesure est réalisée selon les normes NF EN 12237 et/ou de la NF EN 1507, il est recommandé d'inclure l'alerte suivante dans la conclusion du rapport

« Cette mesure a été réalisée selon la norme NF EN 12237 et/ou de la NF EN 1507. Elle ne permet pas de justifier la classe d'étanchéité du réseau au sens de la réglementation thermique et environnementale. »

L.3 Précisions relatives au FD E51-767

1 Mode opératoire

a) Conditions de mesurage

En complément du §6.1.3 du FD E51-767, l'implantation du système de mesure doit permettre de pressuriser ou dépressuriser l'ensemble du réseau ou section continue de réseau soumise à essai. La mise en œuvre du matériel doit permettre de s'assurer que l'ensemble du réseau est soumis à la pression de test. Pour cela, la bonne pratique consiste à vérifier cette pression à l'opposé et au plus loin du système d'extraction ou de soufflage.

Le test est réalisé à la pression de référence et à la pression de dimensionnement.

Dans le cas où le réseau n'est pas testé à 100%, la partie testée est appelée « section continue ». La section continue doit être **représentative**, pour cela, la section continue doit aller à minima d'un terminal (diffuseur, bouche...) au caisson/CTA.

Il est préférable de réaliser la mesure sur la globalité du réseau. Si cette condition ne peut pas être remplie, la mesure doit être réalisée sur une section continue comprenant :

- Dans le cas d'une distribution par étage, l'ensemble des terminaux d'un étage complet jusqu'au ventilateur,
- Dans le cas d'une distribution par colonne, l'ensemble des terminaux d'une colonne complète jusqu'au ventilateur.

Enfin, s'il n'est pas possible d'intervenir sur les sections continues définies précédemment, celles-ci peuvent être réduites.

Attention, dès lors que la globalité du réseau n'est pas testée, les caractéristiques de la section continue soumise à essai doivent respecter le FD E51-767.

Pour justifier la classe d'étanchéité à l'air des réseaux, dans le cas où le projet est composé de plusieurs bâtiments, eux-mêmes équipés de plusieurs systèmes de ventilation, donc de plusieurs réseaux, il faut vérifier l'ensemble des réseaux ou un échantillon de réseaux. Le nombre de réseaux de l'échantillon à tester est fonction du nombre total de réseaux présents sur le projet.

b) Moment de mesurage

En complément du §6.1.3 du FD E51-767, **les mesures pour attribuer la classe d'étanchéité à l'air du réseau sont effectuées à partir de la réception du bâtiment. En effet, à ce moment il est certain qu'aucun travail sur les réseaux ou les éléments périphériques (plafonds par exemple) ne sera réalisé, au risque de détériorer l'étanchéité du réseau après la mesure.**

Si les mesures sont réalisées avant la réception, il est nécessaire de :

- préciser dans le rapport l'état d'avancement du réseau et des travaux du bâtiment,
- reporter la phrase suivante dans le rapport : « *Cette mesure a été réalisée avant la réception du bâtiment. Elle ne permet pas de justifier la classe d'étanchéité du réseau au sens de la réglementation thermique / environnementale.* »

2 Réalisation de l'essai

a) Préparation

En complément du §6.2.1 du FD E 51-767, le réseau ou la section continue de réseau soumise à essai est isolée du reste du système à l'aide d'obturations. Ces obturations peuvent être réalisées à l'aide d'adhésifs, tôles, vessies, bouchons...

Dans le cas où le réseau est testé à 100%, les obturations seront mises en place :

- entre le caisson/CTA et le début du réseau (au niveau de la manchette) pour garantir la prise en compte de l'ensemble du réseau et des accessoires présents à proximité du caisson/CTA,
- au niveau des terminaux, en lieu et place de leurs grilles de diffusion pour permettre de vérifier l'étanchéité des plenums et des gaines souples assurant le lien entre les terminaux (plenums...) et le réseau rigide.

Dans le cas où le réseau n'est pas testé à 100%, la section continue est isolée entre le caisson/CTA et le réseau, au niveau des terminaux, comme indiqué au paragraphe précédent. En complément de ces obturations, la section continue est isolée du reste du réseau :

- à partir de registres ou clapets (il conviendra, pour ne pas pénaliser le test, que ces clapets ou registres assurent une obturation parfaitement étanche),
- à l'aide d'obturations mises en place à l'intérieur du réseau à partir des trappes de visites destinées à l'entretien du réseau.

Il est possible de déroger aux exigences de conditionnement décrites précédemment uniquement pour 3 composants du réseau : la manchette de raccordement du réseau au caisson/CTA, les plénums et/ou les UTA. Dans ce cas une pénalité est appliquée sur le débit de fuite mesuré et les raisons qui conduisent à cette dérogation doivent être précisées dans le rapport d'essai en reportant par exemple la phrase suivante :

« Les exigences liées à la représentativité n'ont pas pu être respectées pour les raisons suivantes ... Par conséquent, une pénalité est appliquée sur le débit mesuré. »

Dans le cas de réseaux (type VMC...) avec des bouches, il est nécessaire de disposer de manchettes ou dispositif équivalent d'étanchéité. En l'absence de ces éléments, le réseau ne pourra pas être classé et il conviendra de reporter la phrase suivante dans le rapport :

« En l'absence de manchette ou de dispositif équivalent, le réseau ne peut pas être classé. »

Pour rappel, les bonnes pratiques interdisent le siliconage des bouches pour qu'elles puissent être retirées, remplacées facilement.

Important : Pour s'assurer de la faisabilité de la mesure, il convient de prévoir une visite sur site en présence du gestionnaire ou de l'installateur afin de vérifier que l'accessibilité, mais aussi l'obturation du réseau ou de la section continue soumise à l'essai est possible sans devoir effectuer des modifications sur site.



En effet, si des éléments sont manquants (ex: trappes de visites) il est recommandé de demander la mise en conformité du réseau avant de pouvoir intervenir sur site pour réaliser la mesure. S'il intervenait lui-même pour procéder à des modifications lui permettant de réaliser la mesure, l'opérateur risquerait de porter atteinte à l'intégrité du réseau et engagerait sa responsabilité, ce qui n'est pas souhaitable.

Enfin, pour le bon déroulement de l'intervention, il est nécessaire d'identifier les conditionnements à charge client de ceux à charge mesureur.

b) Raccordement et conditions de mesurage

La mesure est réalisée en dépression dans le cas d'un réseau aéraulique d'extraction et en surpression dans le cas d'un réseau aéraulique de soufflage.

Pour les essais en surpression, il convient de respecter une distance minimale de 4 Dr entre la prise de pression statique du réseau et le raccord au système de mesure, Dr étant le diamètre du conduit de raccordement du ventilateur d'essai au réseau à soumettre à essai.

c) Recommandations :

- L'opérateur doit s'assurer que les CCF/de réglage/volet de régulation ne sont pas fermés de manière étanche sur l'échantillon à tester.
- En présence de module de régulation autoréglable sur la liaison où est raccordée le système de mesure, il faut s'assurer que le débit de fuite visé pour obtenir la classe recherchée n'est pas supérieur à celui prévu sur le module. Sinon, l'opérateur doit choisir un autre point de raccordement sur le réseau pour permettre la réalisation de l'essai. Si des modules sont installés sur toutes les branches et non retirables, la mise en place de piquages de diamètre adapté peut permettre le raccordement du système de mesure.

- En présence d'un volet de régulation sur la liaison où est raccordée le système de mesure, il faut s'assurer que celui-ci est en position ouverte à 100% lors de la séquence de mesurage.

Remarque : Les éléments requis pour préparer le projet sont les suivants :

- Le permis de construire
- CCTP du lot ventilation
- Le dossier technique "ventilation" au sens du DTU 68.3 incluant notamment :
 - La nomenclature des CTA, VMC
 - la classe d'étanchéité des réseaux
 - Les plans CVC, synoptiques
 - Les études de dimensionnement
 - Les descriptifs des produits mis en œuvre
 - La pression de dimensionnement de chaque système
- Le récapitulatif standardisé de l'étude thermique (RSET) ou le récapitulatif standardisé de l'étude environnementale synthèse (RSEE) incluant notamment :
 - La classe objectif de chacun des réseaux
 - Le nombre de CTA/VMC/caisson d'extraction/caisson de soufflage de l'étude

d) Pression d'essai

La mesure est réalisée en pression ou dépression en fonction du type de réseau successivement à la pression de référence puis à la pression de dimensionnement du réseau et ce pendant une durée de 300 secondes.

e) Corrections à appliquer

Au terme de la mesure, le débit mesuré est corrigé en fonction :

- des conditions atmosphériques
- de la prise en compte du caisson dans le cas de système de ventilation individuelle
- de la prise en compte des éléments tels que plénums, UTA ou manchette.

3 Expression des résultats

a) Aire de la surface du conduit A_j et longueur de jonction L

La classe du réseau est fonction du débit mesuré et de la surface développée du réseau appelée A_j .

Le débit mesuré est déterminé conformément à la méthodologie décrite au paragraphe précédent.

La surface développée du réseau est calculée en fonction des dimensions réelles des éléments ou de manière simplifiée conformément à la NF EN 14239.

En complément du paragraphe §7.1 du FD E51-767, le calcul de la surface développée A_j et des longueurs de jonction L doit être détaillé. Les plans cotés et la note détaillée des calculs sont à joindre en annexe du rapport.

b) Classification du réseau

Si l'ensemble des conditions et exigences normatives énumérées précédemment sont respectées, le réseau peut être classé. Les conditions évoquées sont notamment la préparation et la prise en compte de l'ensemble des composants.

4 Rapport d'essai

En complément du §6.2.1 du FD E51-767, le rapport d'essai doit permettre à un opérateur tierce partie de reproduire à l'identique l'essai décrit dans le rapport

Bibliographie

- (1) PBC, CETIAT. Guide Pratique DIAGVENT - Diagnostic Des Installations de Ventilation Dans Les Bâtiments Résidentiels et Tertiaires; 2005.
- (2) EFFINERGIE. Protocole de Contrôle Des Systèmes de Ventilation Des Bâtiments Non Résidentiels Demandant Les Labels Effinergie; version 6; 2017.
- (3) AICVF. La Recommandation 03-2005 - Mise En Œuvre Des Centrales de Traitement d'Air, 2005.
- (4) AICVF. La Recommandation 04-2007 - Qualité de l'Air Intérieur et Ventilation, 2007.
- (5) CETIAT. Guide Des Bonnes Pratiques Des Mesures de Débit d'air Sur Site Pour Les Installations de Ventilation; 2012.
- (6) Protocole et Guide PROMEVENT - Protocole de Diagnostic Des Installations de Ventilation Mécanique Résidentielles; ADEME, 2016.
- (7) AIR.H. Guide Pratique Sur La Modulation Des Débits de Ventilation Dans Le Tertiaire; ADEME, 2011.



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

Appel à Projets Recherche

"Vers des bâtiments responsables à horizon 2020"

Édition 2018