

norme européenne

norme française

NF EN 14134
Août 2004

Indice de classement : E 51-739

ICS : 91.140.30

Ventilation des bâtiments

Essai de performances et contrôles d'installation des systèmes de ventilation résidentiels

E : Ventilation for buildings — Performance testing and installation checks
of residential ventilation systems

D : Lüftung von Gebäuden — Leistungsprüfung und Einbaukontrollen
von Lüftungsanlagen von Wohnungen

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 juillet 2004 pour prendre effet
le 5 août 2004.

Correspondance La Norme européenne EN 14134:2004 a le statut d'une norme française.

Analyse Le présent document spécifie les contrôles et méthodes d'essai permettant de vérifier l'aptitude à l'emploi des systèmes de ventilation installés dans les logements.

Descripteurs **Thésaurus International Technique** : bâtiment, bâtiment résidentiel, ventilation, ventilation mécanique contrôlée, ventilateur, filtre d'air, bouche d'air, dispositif de commande, installation, caractéristique de fonctionnement, aptitude à l'emploi, essai, essai de conformité, contrôle, essai de réception, mesurage, écoulement d'air, débit, pression sonore, vitesse, puissance électrique.

Modifications

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, avenue Francis de Pressensé — 93571 Saint-Denis La Plaine Cedex
Tél. : + 33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : + 33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.fr

Membres de la commission de normalisation

Président : M FRUGIER

Secrétariat : MME DE LUZE — UNM

M	ASFAUX	GFCC
MME	BERNARD	CETIAT
MME	BIANCHINA	VIM
M	BLAZY	ANJOS
M	BORDAS	ABB VIM SNC
M	BOULANGER	ALDES
M	CHAFFOIS	ALDES
M	CHIESA	ACV
M	DEJUST	STRULIK
M	DIBON	NATHER
M	DUPRE	SODIAMEX INTERNATIONAL-BEHLEN
M	FRUGIER	UNM
M	FOLEMPIN	UNICLIMA
M	GIRARD	HALTON SA
M	HANTZ	CETIAT
M	JARDINIER	AERECO
M	LE POUTRE	WESTAFLEX BATIMENT
M	MAILLEY	SYND GIF
M	MARGRITA	FRANCE AIR
M	MILLET	CSTB
M	NOUVEL	ALDES
MME	RACAPE	SODIAMEX INTERNATIONAL-BEHLEN
M	ROUSSET	CARRIER SAS
M	ROUYER	ALDES
M	VIALLE	CETIAT

Avant-propos national

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

EN 12792	: NF EN 12792 (indice de classement : E 51-600)
EN 13141-1	: NF EN 13141-1 (indice de classement : E 51-729-1) ¹⁾
EN 13141-2	: NF EN 13141-2 (indice de classement : E 51-729-2) ¹⁾
EN 13141-5	: NF EN 13141-5 (indice de classement : E 51-729-5) ¹⁾
EN 14788	: NF EN 14788 (indice de classement : E 51-735) ¹⁾
EN ISO 3747	: NF EN ISO 3747 (indice de classement : S 31-067)

1) En cours de préparation.

Version française

**Ventilation des bâtiments —
Essai de performances et contrôles d'installation
des systèmes de ventilation résidentiels**

Lüftung von Gebäuden —
Leistungsprüfung und Einbaukontrollen
von Lüftungsanlagen von Wohnungen

Ventilation for buildings —
Performance testing and installation checks
of residential ventilation systems

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 3 novembre 2003.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite dans une autre langue par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Centre de Gestion, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Centre de Gestion : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Sommaire

	Page
Avant-propos	3
1 Domaine d'application	4
2 Références normatives	5
3 Termes et définitions	6
4 Mode opératoire d'essai et de contrôle	6
5 Contrôles de bon achèvement	6
5.1 Généralités	6
5.2 Documents à transmettre au client	7
5.3 Contrôles des éléments	7
6 Contrôles fonctionnels	9
6.1 Généralités	9
6.2 Travaux préliminaires	9
6.3 Mode opératoire	9
7 Mesures fonctionnelles	11
7.1 Généralités	11
7.2 Étendue des mesures fonctionnelles	11
7.3 Débit d'air et sens du débit	11
7.4 Régulation et durée de fonctionnement	13
8 Mesures spéciales	14
8.1 Généralités	14
8.2 Étanchéité du réseau de conduits	14
8.3 Niveau de pression acoustique	15
8.4 Puissance électrique	16
Annexe A (informative) Mesures de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment	17
Annexe B (informative) Influence des systèmes de ventilation sur la vitesse de l'air intérieur	18
Annexe C (informative) Détermination de l'étendue des contrôles et mesures fonctionnels pour la mise en service de nouveaux systèmes (voir l'EN 12599)	19
Bibliographie	22

Avant-propos

Le présent document EN 14134:2004 a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 156 «Systèmes de ventilation pour les bâtiments», dont le secrétariat est tenu par BSI.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en juillet 2004, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en juillet 2004.

Les Annexes A, B et C sont informatives.

Ce document contient une bibliographie.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovénie, Suède et Suisse.

1 Domaine d'application

La présente Norme européenne spécifie les contrôles et méthodes d'essai permettant de vérifier l'aptitude à l'emploi des systèmes de ventilation installés dans les logements. Elle peut être appliquée pour la mise en service de nouveaux systèmes et l'essai de performances de systèmes existants.

La norme permet de choisir entre des méthodes d'essai simples, lorsqu'elles suffisent, et des mesures plus importantes, lorsqu'elles sont nécessaires.

La présente norme s'applique aux systèmes de ventilation mécanique et non mécanique (naturelle), comprenant n'importe lequel des éléments suivants :

- conduits de ventilation passive par tirage naturel ;
- bouches d'alimentation et d'évacuation d'air ;
- dispositifs de transfert d'air (montés en extérieur ou en intérieur) ;
- régulations ;
- conduits ;
- ventilateurs ;
- filtres ;
- systèmes de récupération thermique ;
- systèmes de chauffage/refroidissement de l'air soufflé ;
- récupération d'énergie ;
- hottes de cuisine ;
- extracteurs ;
- registres ;
- atténuateurs.

La présente norme est prévue pour définir la procédure de vérification et de mise au point du système avant la réception (voir Figure 1).

La présente norme ne s'applique pas :

- aux systèmes de chauffage et à leur commande ;
- aux systèmes réfrigérants et à leur commande ;
- aux systèmes d'alimentation électrique.

La présente norme ne prend pas en compte l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment. Le taux de ventilation du logement dans son ensemble et de chaque pièce peut être influencé par l'infiltration d'air à travers l'enveloppe du bâtiment (voir l'Annexe A informative).

La présente norme n'inclut pas l'effet du système de ventilation sur la vitesse de l'air intérieur au sein de la zone d'occupation, bien que cet effet puisse exister (voir l'Annexe B informative).

La présente norme ne comporte aucune exigence relative au contrat d'installation.

La présente norme prend exemple sur le manuel de maintenance (voir l'Annexe C informative).

La Figure 1 illustre les différentes étapes de la conception, de l'installation et du contrôle d'un système de ventilation. La présente Norme européenne ne s'applique qu'aux éléments D, E, F et G présentés ci-après. Les éléments B et C sont désignés sous le terme de «travaux préliminaires» dans la présente norme.

Les termes «maître œuvre», «installateur», «contrôleur» sont définis par la tâche décrite à la Figure 1.

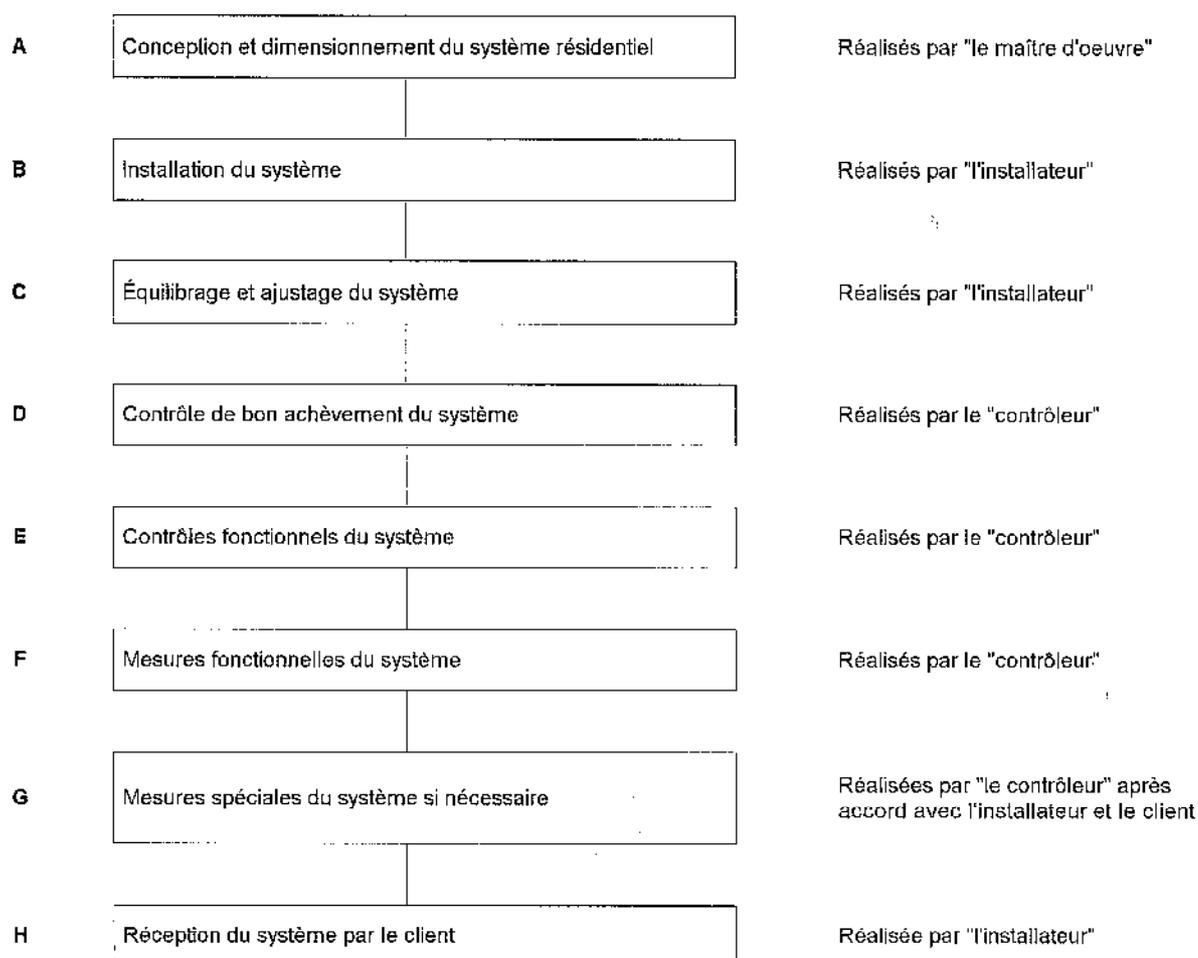


Figure 1 — Schéma des différentes phases de la conception, de l'installation, du contrôle et de la réception d'un système de ventilation

2 Références normatives

Cette Norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette Norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

EN 12792, *Ventilation des bâtiments — Symboles, terminologie et symboles graphiques.*

EN 13141-1, *Ventilation des bâtiments — Essais des performances des composants/produits pour la ventilation des logements — Partie 1 : Dispositifs de transfert d'air montés en extérieur et en intérieur.*

EN 13141-2, *Ventilation des bâtiments — Essais des performances des composants/produits pour la ventilation des logements — Partie 2 : Bouches d'air d'évacuation et d'alimentation.*

prEN 13141-5, *Ventilation des bâtiments — Essais des performances des composants/produits pour la ventilation des logements — Partie 5 : Capots et dispositifs de sortie en toiture.*

prEN 14788, *Ventilation des bâtiments — Conception et dimensionnement des systèmes de ventilation résidentiels.*

EN ISO 3747, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthode de comparaison in situ (ISO 3747:2000).*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme européenne, les termes et définitions donnés dans l'EN 12792 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

minuteur de «fonctionnement»

dispositif qui assure que le débit d'air à travers un système de ventilation ou une bouche d'air se poursuit pendant une durée spécifique après l'extinction d'une commande gérée par l'utilisateur

NOTE Généralement utilisé pour commander les ventilateurs d'extraction qui sont actionnés par l'interrupteur de lumière dans les pièces intérieures.

3.2

conduit de ventilation par tirage naturel

réseau de conduits pour la ventilation par tirage naturel qui ne comprend aucun dispositif mécanique d'augmentation de la différence de pression entre l'entrée et la sortie du conduit

3.3

obstacles

éléments qui perturbent la fonction prévue d'un élément quelconque du système de ventilation

4 Mode opératoire d'essai et de contrôle

Pour les systèmes de ventilation résidentielle neufs, les étapes suivantes doivent être effectuées dans l'ordre indiqué :

- a) contrôles de bon achèvement ;
- b) contrôles fonctionnels ;
- c) mesures fonctionnelles.

Si des mesures spécifiques sont nécessaires, elles doivent être réalisées conformément à l'article 8. Ces mesures permettent d'obtenir un niveau différent d'incertitude de mesure et engendrent un surcroît de travail et donc de coût. Par conséquent, les mesures spécifiques doivent être décidées d'un commun accord entre le client et la personne réalisant les essais avant que la phase d'essai ne commence.

L'étendue des contrôles fonctionnels et des mesures fonctionnelles à réaliser sur le système est spécifiée dans les articles 6 et 7, et doit être établie après accord entre le client et la personne chargée du travail avant que la phase d'essai ne commence.

Pour les systèmes existants, l'étendue des procédures d'essai réalisées dépend de l'objectif de réalisation des essais et relève d'un accord entre le client et la personne réalisant les essais avant que la phase d'essai ne commence. Par exemple, si l'objectif consiste simplement à établir les débits d'air de ventilation fournis par un système existant, alors seules des mesures fonctionnelles limitées peuvent être réalisées, sans qu'il soit nécessaire de procéder à des contrôles de bon achèvement et fonctionnels. Ces contrôles peuvent toutefois être requis ultérieurement afin de diagnostiquer les défaillances signalées par les mesures fonctionnelles.

5 Contrôles de bon achèvement

5.1 Généralités

Le contrôle de bon achèvement est destiné à s'assurer que le système est conforme aux spécifications de conception et aux normes et règlements applicables, qu'il a été installé correctement, qu'il est libre de tout objet encombrant, raisonnablement propre et que toute la documentation adéquate a été fournie.

5.2 Documents à transmettre au client

5.2.1 Spécifications de conception

Les spécifications de conception, qui peuvent être incluses dans le manuel de fonctionnement et de maintenance (voir 5.2.2), doit contenir la liste des hypothèses de conception requises par le prEN 14788, ainsi que les informations suivantes :

- type de système de ventilation (naturelle, naturelle assistée mécaniquement, mécanique simple ou double flux ou combinaison de ces types) ;
- type de commandes (le cas échéant) et mode(s) de fonctionnement prévu(s) (par exemple, fonctionnement en continu ou par intermittence des ventilateurs) ;
- débits d'air volumiques de dimensionnement pour le système dans son ensemble et pour les bouches d'air individuelles (ou informations équivalentes pour les systèmes de ventilation naturelle, par exemple dimensions des conduits, sections équivalentes des dispositifs de transfert, etc.).

5.2.2 Manuel de fonctionnement et de maintenance

Le manuel de fonctionnement et de maintenance doit contenir des instructions destinées aux occupants quant au moment et à la manière d'utiliser, de nettoyer et d'entretenir le système de ventilation et/ou ses éléments. En fonction du type de système et de son mode de commande, des informations sur les points suivants peuvent être données :

- utilisation des dispositifs de transfert d'air montés en extérieur (s'ils sont réglables) ;
- paramétrage des commandes automatiques (si elles sont réglables par l'utilisateur, par exemple contrôle de l'humidité) ;
- utilisation des fonctions d'activation/désactivation et d'amplification pour un système de ventilation naturelle assistée mécaniquement ;
- utilisation des commandes pour les systèmes d'extraction d'air naturelle (par exemple, bouches d'extraction réglables sur les conduits verticaux) ;
- instructions aux occupants et/ou aux services de maintenance sur la façon de réaliser le nettoyage et l'entretien.

Le manuel de fonctionnement et de maintenance doit également inclure la documentation appropriée des fabricants, qui a été fournie avec le système ou avec les composants du système.

NOTE 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.

5.3 Contrôles des éléments

5.3.1 Contrôles applicables à tous les types de système de ventilation

L'installation du système, ainsi que son chemin d'accès, doivent être contrôlés pour vérifier qu'ils sont conformes à toutes les prescriptions des normes et règlements applicables pouvant être établies par contrôle visuel et pour vérifier que le système est apte à fonctionner et être maintenu en toute sécurité. Il peut s'agir des contrôles de sécurité mécanique (par exemple, protections sur les appareils rotatifs), de sécurité électrique (par exemple, câblage correct et protection contre les électrocutions), de protection incendie (par exemple, registres coupe-feu correctement installés), d'isolation thermique (par exemple, conduits placés dans des espaces non chauffés), et de tout autre facteur pertinent. Cette inspection visuelle ne remplace pas les procédures de certification et prescriptions nationales réglementaires ou les directives Européennes applicables.

Le système doit être contrôlé pour vérifier qu'il est correctement accessible et qu'il y a suffisamment d'espace pour les besoins de fonctionnement et de maintenance, qu'il respecte les spécifications du dimensionnement.

EXEMPLE L'utilisateur peut enlever ou ouvrir les capots/accès nécessaires pour réaliser la maintenance normale du système de ventilation et changer les éléments amovibles tels que les filtres, échangeurs, etc.

Pour les systèmes desservant plusieurs logements, ces mêmes exigences s'appliquent et, en plus, il peut être d'avoir des trappes d'accès au réseau de conduits.

Il convient que toutes les commandes du système actionnées par l'utilisateur soient facilement accessibles par des adultes dans le logement, mais pas nécessairement par de jeunes enfants. Il convient de limiter essentiellement l'accès pour la maintenance des systèmes de ventilation résidentiels au nettoyage des ventilateurs, des échangeurs de chaleur, des conduits et des bouches d'air, ainsi qu'au nettoyage ou au remplacement des filtres à air.

Contrôler le système pour vérifier qu'il a été laissé dans un état relativement propre après l'installation. Une définition exploitable de ce que l'on entend par «relativement propre» et les méthodes pour quantifier cet état doivent encore être établies, si bien qu'il s'agit actuellement d'une évaluation subjective. Cette exigence s'applique uniquement à l'intérieur des conduits, ventilateurs, échangeurs de chaleur, etc., à moins que la poussière et des débris à l'extérieur ne constituent un risque pour la santé des personnes dans le bâtiment ou ne diminuent les performances du système. Évidemment, les emballages, les fragments de bande d'étanchéité et autres débris similaires ne doivent pas être laissés à l'intérieur des systèmes de ventilation. Il convient que le fond des conduits et autres éléments ne soient pas recouverts de plus d'une légère couche de poussière lorsqu'ils viennent d'être installés. Des traces graisseuses provenant du procédé de fabrication sont parfois présentes sur les conduits, mais il convient qu'elles ne soient pas excessives.

Contrôler tous les éléments pour garantir qu'ils sont dans un bon état. Les clients peuvent accepter des éléments qui sont légèrement endommagés (par exemple, légères encoches dans les conduits métalliques), mais ils ne doivent pas avoir à accepter des éléments endommagés au point où certaines de leurs performances en fonctionnement soient diminuées.

5.3.2 Systèmes de ventilation naturelle

Les éléments suivants doivent être contrôlés pour vérifier qu'ils sont présents comme le requièrent les spécifications de conception et qu'ils sont fixés correctement et de façon sûre :

- dispositifs de transfert d'air montés en extérieur ;
- dispositifs de transfert d'air montés en intérieur ;
- bouches d'évacuation sur les conduits (conduits de ventilation en tirage naturel) ;
- conduits ;
- extracteurs ou sorties en toiture sur les conduits ;
- isolation sur les conduits ;
- tout autre élément requis par les spécifications de conception.

Des contrôles doivent être réalisés pour vérifier que ces éléments sont placés dans leur position adéquate les uns par rapport aux autres et par rapport aux autres parties du bâtiment (par exemple, les registres coupe-feu dans les murs et planchers qui sont destinés à résister au feu).

5.3.3 Systèmes de ventilation mécanique (soufflage, reprise ou double flux)

Les éléments suivants doivent être contrôlés pour vérifier qu'ils sont présents comme le requièrent les spécifications de conception et qu'ils sont fixés correctement et de façon sûre :

- dispositifs de transfert d'air montés en extérieur ;
- dispositifs de transfert d'air montés en intérieur ;
- bouches d'extraction ;
- bouches de soufflage ;
- réseau de conduits ;
- registres de réglage du débit ;
- clapets coupe-feu ;
- extracteurs ou sorties en toiture ou unité terminale à l'extérieur du bâtiment ;

- isolation sur les conduits ;
- ventilateurs ;
- échangeurs de chaleur et/ou pompes à chaleur ;
- filtres à air ;
- atténuateurs phoniques (silencieux) ;
- dispositifs de commande et commutateurs ;
- tout autre élément requis par les spécifications de conception.

Des contrôles doivent être réalisés pour vérifier que ces éléments sont placés dans leur position adéquate les uns par rapport aux autres et par rapport aux autres parties du bâtiment (par exemple, les registres coupe-feu dans les murs et planchers qui sont destinés à résister au feu).

6 Contrôles fonctionnels

6.1 Généralités

Le contrôle fonctionnel a pour but d'établir la capacité de fonctionnement du système conformément aux spécifications. L'essai montre si les divers éléments du système, tels que filtres, ventilateurs, échangeurs de chaleur, etc., ont été correctement assemblés et installés et si les éléments incluant des parties mobiles fonctionnent correctement.

6.2 Travaux préliminaires

Avant de commencer les contrôles fonctionnels, les travaux d'installation doivent être achevés et le système doit être réglé par l'installateur de façon à satisfaire aux exigences des spécifications du système.

6.3 Mode opératoire

6.3.1 Généralités

Les contrôles fonctionnels doivent être effectués sur tous les équipements installés faisant partie du système de ventilation.

Avant de commencer les contrôles, une liste de vérification doit être établie.

6.3.2 Étendue des contrôles fonctionnels

Pour un système desservant un seul logement, un contrôle fonctionnel complet doit être effectué.

Pour un complexe de logements construits de façon identique (même type sur le même site, même entrepreneur et même installateur), les contrôles fonctionnels doivent être effectués sur un échantillon statistique aléatoire de logements. Pour un complexe de logements qui ne sont pas identiques, les contrôles fonctionnels doivent être effectués sur un échantillon statistique de chaque type de logement. Les contrôles fonctionnels peuvent également être effectués dans n'importe quel logement spécifique dans le cadre du diagnostic d'une défaillance de ventilation. L'échantillon statistique destiné aux contrôles fonctionnels pour la mise en service de nouveaux systèmes est établi conformément à l'Annexe C.

6.3.3 Instruction pour le mode opératoire

Des contrôles doivent être effectués pour vérifier que les fixations des éléments à la structure du bâtiment ou aux autres supports sont d'un type approprié (par exemple, les ventilateurs peuvent nécessiter des montages absorbant les vibrations) et que la structure et les supports sont suffisamment solides pour soutenir l'élément.

6.3.4 Contrôles distincts pour les éléments

6.3.4.1 *Dispositifs centraux, ventilateurs*

Les points suivants doivent être contrôlés :

- sens de rotation des ventilateurs ;
- vitesse ou autres réglages du débit d'air des ventilateurs ;
- commutateur de remise à zéro ;
- fonctionnement des dispositifs de commande.

6.3.4.2 *Filtres à air*

Le point suivant doit être contrôlé :

- indication de la différence de pression (le cas échéant).

6.3.4.3 *Clapets coupe feu*

Les clapets coupe-feu doivent être vérifiés selon le dimensionnement et les réglementations sur le matériel.

6.3.4.4 *Bouches d'air*

Les points suivants doivent être contrôlés :

- essai à la fumée pour une première évaluation du sens du débit d'air (bouches d'air pour le soufflage et/ou l'extraction) ;
- hauteur au-dessus du plancher et surface des entrées d'air montées en extérieur (ventilation mécanique simple flux et ventilation naturelle).
- pour les unités terminales passives, la possibilité d'une courbe caractéristique débit/pression ou aire libre géométrique selon les EN 13141-1 et EN 13141-2 ;
- débit obtenu de cette courbe à une différence de pression spécifiée.

Pour les systèmes de modulation de débit, le fonctionnement de l'asservissement ne peut pas être vérifié.

NOTE La différence de pression spécifiée est généralement défini dans les normes ou réglementations nationales.

6.3.4.5 *Dispositifs de régulation*

Les points suivants doivent être contrôlés :

- contrôle du débit d'air ;
- interface avec les systèmes de chauffage ou de climatisation.

6.3.4.6 *Extracteurs*

Les points suivants doivent être contrôlés :

- possibilité de la caractéristique de perte de charge et de l'effet de succion selon le prEN 13141-5 ;
- performances tirées de ces courbes.

7 Mesures fonctionnelles

7.1 Généralités

Le principal but d'un système de ventilation résidentiel consiste à alimenter en air les pièces d'un logement et à en extraire l'air.

Le système doit être conçu de façon à atteindre ce but tout en réduisant au minimum la dépense d'énergie et les problèmes d'environnement tels que le bruit et l'inconfort thermique.

Les performances requises du système de ventilation sont spécifiées par le concepteur dans les spécifications de conception.

Les mesures fonctionnelles ont pour but de garantir que le système respecte les spécifications de conception quant aux aspects suivants des performances :

- débit d'air et sens du débit ;
- commande et durée de fonctionnement.

D'autres aspects des performances peuvent être traités dans le cadre de mesures spéciales.

7.2 Étendue des mesures fonctionnelles

Pour un système desservant un seul logement, les mesures fonctionnelles doivent être effectuées sur le système dans son intégralité.

Pour un complexe de logements, l'étendue des mesures fonctionnelles doit être basée sur échantillon statistique aléatoire, en supplément du cas le plus défavorable concernant le débit d'air et le niveau de pression acoustique. Le cas le plus défavorable concernant le débit d'air inclut l'extrémité du réseau des conduits connectés. Le cas le plus défavorable concernant le niveau de pression acoustique inclut un logement à proximité des ventilateurs et de leurs ouïes de refoulement.

Pour un complexe de logement construits de façon identique (même type sur le même site, même entrepreneur et même installateur), les mesures fonctionnelles doivent être effectuées sur un échantillon statistique aléatoire des logements, en supplément du cas le plus défavorable.

Pour un complexe de logements qui ne sont pas identiques, les mesures fonctionnelles doivent être effectuées sur un échantillon statistique aléatoire de chaque type de logement, en supplément du cas le plus défavorable.

Les mesures fonctionnelles peuvent également être effectuées dans n'importe quel logement spécifique dans le cadre du diagnostic d'une défaillance de ventilation.

L'échantillon statistique destiné aux mesures fonctionnelles pour la mise en service de nouveaux systèmes est établi conformément à l'Annexe A.

7.3 Débit d'air et sens du débit

7.3.1 Débits d'air en alimentation et extraction mécaniques

7.3.1.1 Principe

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

- Anémomètre à moulinet placé au-dessus d'une hotte fixée à la bouche d'air.
- Dispositif d'écoulement d'air à compensation de pression avec une hotte reliée à la bouche d'air.
- Méthode au gaz traceur par injection constante dans un conduit relié à la bouche d'air.
- Tube de Prandtl ou sonde de vitesse dans un conduit relié à la bouche d'air.
- Méthode du sac, pour soufflage uniquement.

7.3.1.2 Conditions d'essai

Le système de ventilation mécanique doit être activé. Le paramétrage des commandes doit être enregistré. Le système doit demeurer inchangé pendant les mesures. Toutes les conditions doivent être dans la gamme des spécifications de dimensionnement et les conditions météorologiques extrêmes doivent être évitées.

Toutes les portes et fenêtres intérieures et extérieures doivent être fermées excepté celles devant être testées lorsque prévues pour la ventilation.

Toutes les autres dispositions de ventilation telles que des unités de transfert d'air montées en extérieur et en intérieur doivent être dans la position prévue, qui doit être enregistrée.

7.3.1.3 Incertitude de mesure

L'incertitude totale du système de mesure du dispositif choisi doit être inférieure à $\pm 10\%$ du débit à mesurer.

NOTE Cela inclut tout changement du débit d'air dû à la perte de charge du dispositif de mesure.

7.3.1.4 Description des essais

Les essais doivent être réalisés comme suit :

- contrôler les conditions d'essai conformément au 7.3.1.2 ;
- monter tous les appareils de mesure ;
- réaliser les mesures sur toutes les bouches d'air dans les logements ;
- convertir les données de mesure d'origine en débit d'air.

7.3.1.5 Résultats

Les résultats doivent être consignés 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.

7.3.2 Débits d'air soufflés et extraits naturellement

7.3.2.1 Principe

Les essais fonctionnels décrits dans cet article sont nécessaires lorsque les courbes débit-pression ou les sections libres (si nécessaire) selon les EN 13141-1 et EN 13141-2 ne sont pas disponibles.

7.3.2.2 Conditions d'essai

Le paramétrage des commandes utilisé pour les mesures fonctionnelles doit être enregistré.

Toutes les UTD doivent demeurer inchangées pendant les mesures.

Toutes les portes intérieures et extérieures doivent être fermées.

Il convient que toutes les autres dispositions de ventilation telles que des dispositifs de transfert d'air montés en extérieur et en intérieur soient dans la position prévue, qui doit être enregistrée.

7.3.2.3 Incertitude de mesure

L'incertitude totale de mesure doit être inférieure à $\pm 20\%$ du débit à mesurer.

NOTE Cela inclut tout changement du débit d'air dû à la perte de charge du dispositif de mesure.

7.3.2.4 Description des essais

Les essais doivent être réalisés comme suit :

- contrôler les conditions d'essai conformément au 7.3.2.2 ;
- monter tous les appareils de mesure, si les mesures en laboratoire ne sont pas disponibles ou pas applicables ;
- déterminer sur site la courbe pression/débit ou aire libre conformément aux principes des EN 13141-1 et EN 13141-2.
- déterminer le débit d'air à partir de la courbe pression/débit à la différence de pression spécifiée.

NOTE La différence de pression spécifiée est généralement défini dans les normes ou réglementations nationales.

7.3.2.5 Résultats

Les résultats doivent être enregistrés et présentés de façon à inclure au moins les points suivants :

- la description de l'emplacement des mesures (si possible avec un plan) ;
- la date, la courbe pression/débit ou aire libre, le paramétrage des commandes, la température intérieure, les conditions climatiques telles que la vitesse du vent et la pression barométrique ;
- une description des appareils de mesure utilisés ;
- l'incertitude estimée de chaque mesure ;
- une description des perturbations rencontrées pendant les mesures.

7.4 Régulation et durée de fonctionnement

7.4.1 Commandes manuelles du débit d'air

Les mesures fonctionnelles impliquant les commandes du débit d'air s'appliquent à la fois aux systèmes de ventilation naturelle et mécanique.

- a) Pour les systèmes de ventilation et UTD ayant des commandes continuellement variables, le débit d'air doit être mesuré conformément au 7.3.1 ou au 7.3.2 aux paramétrages de commandes maximal et minimal. Si le paramétrage minimal correspond à la position désactivée (débit d'air nominal nul), alors seul le débit maximal doit être mesuré.
- b) Pour les systèmes de ventilation et UTD ayant un certain nombre de positions de commandes discrètes (par exemple, un commutateur donnant deux vitesses particulières de ventilateur ou une grande et une petite ouverture dans une UTD), le débit d'air doit être mesuré conformément au 7.3.1 ou 7.3.2 au paramétrage de commandes maximal et minimal (différent de nul). Le débit d'air peut également être mesuré à d'autres paramétrages de commandes si cela est requis par un accord avec le client.

7.4.2 Durée de fonctionnement

Les mesures fonctionnelles de la durée de fonctionnement du système doivent s'appliquer à la fois aux systèmes de ventilation naturelle et mécanique s'ils comportent des dispositifs qui commandent automatiquement le débit d'air au moyen d'interrupteurs à minuterie et/ou de minuteurs de fonctionnement.

Lorsqu'un système de ventilation ou une bouche d'air comporte un interrupteur à minuterie, la durée de fonctionnement doit être déterminée en prenant la durée de toutes les périodes d'activité sur l'affichage de l'interrupteur.

Lorsqu'un système de ventilation ou une bouche d'air comporte un interrupteur à minuterie de fonctionnement, la durée de fonctionnement doit être déterminée en activant l'interrupteur de commande et en mesurant la durée de fonctionnement à l'aide d'une montre ou d'un chronomètre avec une incertitude de ± 15 s.

7.4.3 Débit variant automatiquement

Des dispositions et hypothèses particulières doivent être déterminées au niveau national pour les mesures de système de ventilation modulée automatiquement.

7.4.4 Résultats

Les résultats des mesures fonctionnelles pour les commandes et la durée de fonctionnement doivent être enregistrés et présentés de façon à inclure au moins les points suivants :

- la description des emplacements des éléments sur lesquels les mesures ont été effectuées ;
- la description du type et de la fonction prévue des commandes et des minuteurs de fonctionnement.

8 Mesures spéciales

8.1 Généralités

Les mesures spéciales conviennent lorsque les mesures fonctionnelles ne suffisent pas pour vérifier la qualité du système de ventilation.

NOTE Les mesures ainsi que les instruments de mesure appropriés peuvent engendrer une quantité considérable de travail et de coûts associés. Cela nécessite des accords contractuels particuliers portant sur la nature et le domaine de performance.

Le programme de mesures spéciales, les paramètres à mesurer, les instruments de mesure et les points de mesure doivent faire l'objet d'un accord distinct entre le client et l'entreprise réalisant les mesures. Il convient que cet accord aborde également l'incertitude admise pour les résultats de mesure.

8.2 Étanchéité du réseau de conduits

8.2.1 Principe

Un ventilateur avec un débit d'air réglable envoie de l'air par un dispositif de mesure du débit dans ou depuis une section installée du conduit dont les extrémités ont été temporairement scellées. La pression statique dans le conduit d'air est mesurée par rapport à son environnement. Le débit d'air nécessaire pour maintenir la pression statique à un certain niveau est mesuré pour déterminer la fuite du réseau de conduits.

Pour plus de détails, voir l'EN 12237.

8.2.2 Conditions d'essai

Toutes les UTD et autres ouvertures intentionnelles dans la section installée du système de conduit doivent être temporairement scellées.

NOTE L'utilisation d'adhésif peut suffire, mais la fermeture d'un registre ne donne pas une étanchéité adéquate.

8.2.3 Incertitude de mesure

L'incertitude de mesure de la pression statique doit être inférieure à ± 1 Pa. La précision de la mesure du débit de fuite d'air doit être supérieure à ± 5 % du débit d'air de fuite mesuré.

8.2.4 Description des essais

Les essais doivent être réalisés comme suit :

- contrôler et enregistrer les conditions d'essai conformément au 8.1.2 ;
- monter tous les appareils de mesure ;
- connecter les appareils de mesure au réseau de conduits ;
- établir la différence de pression entre l'intérieur du conduit fermé et l'environnement ambiant en contrôlant le ventilateur ;
- vérifier qu'il n'y a aucune fuite au niveau des bouches d'air scellées et des autres ouvertures scellées. Un dispositif de génération de fumigène peut être utilisé pour contrôler les fuites au niveau des emplacements scellés ;

- mesurer la différence de pression ;
- mesurer le débit d'air de fuite à au moins trois points de différence de pression d'environ 20 Pa, 60 Pa et 200 Pa ;
- déterminer la courbe de la pression par rapport au débit d'air de fuite en traçant une ligne droite passant par les deux points sur un graphe bi-logarithmique ;
- déterminer la classe de fuite selon les normes sur les conduits (c'est-à-dire prEN 1507, ...)

NOTE En raison des conditions d'accès au réseau et des niveaux de fuites, il peut s'avérer nécessaire de diviser les grands systèmes ou les systèmes complexes en plusieurs parties.

8.2.5 Résultats

Les résultats doivent être enregistrés et présentés de façon à inclure au moins les points suivants :

- la description du plan du réseau de conduits et des sections scellées du conduit pendant l'essai ;
- la date, la (les) pression(s) mesurées et le(s) facteur(s) de fuite ;
- la description des appareils de mesure utilisés ;
- l'incertitude estimée de(s) mesure(s) de différence de pression et de(s) mesure(s) du débit d'air de fuite.

8.3 Niveau de pression acoustique

8.3.1 Principe

Mesurer le niveau de pression acoustique dans la zone d'occupation de la pièce (en utilisant des appareils de mesure conformément à l'EN ISO 3747).

8.3.2 Conditions d'essai

Toutes les portes intérieures et extérieures doivent être fermées.

8.3.3 Incertitude de mesure

L'incertitude du système de mesure du niveau de pression acoustique pondéré A dans la (les) pièce(s) doit être inférieure à ± 3 dB(A).

8.3.4 Description des essais

Les essais doivent être réalisés comme suit :

- contrôler et enregistrer les conditions d'essai conformément au 8.2.2 ;
- monter tous les appareils de mesure ;
- procéder aux mesures.

Quand les conditions de débit varient, la condition maximum doit être testée. Optionnellement, les conditions nominales peuvent être testées.

8.3.5 Résultats

Les résultats doivent être enregistrés et présentés de façon à inclure au moins les points suivants :

- la description de l'emplacement de mesure ;
- la date et le niveau de pression acoustique pondéré A mesuré dans la pièce ;
- la description des appareils de mesure utilisés.

8.4 Puissance électrique

8.4.1 Principe

La puissance électrique consommée est mesurée soit directement à l'aide d'un compteur de puissance (wattmètre), soit indirectement à partir de l'énergie électrique utilisée en relevant les données d'un compteur électrique (compteur de kWh) sur une certaine durée.

Si applicable, les mesures de puissance électrique consommée sont en général appropriées pour les systèmes de ventilation mécanique seulement.

8.4.2 Conditions d'essai

Le système de ventilation mécanique doit être activé. Le paramétrage des commandes doit être enregistré. Le paramétrage du système doit demeurer inchangé pendant les mesures. Toutes les portes extérieures et fenêtres doivent être fermées, les passages de transfert d'air ouverts.

Quand les conditions de débit varient, les conditions maximum doivent être testées. En option, les conditions nominales peuvent être testées.

8.4.3 Incertitude de mesure

L'incertitude de mesure du système doit être inférieure à $\pm 3\%$ de la puissance électrique à mesurer et inférieure à $\pm 3\%$ de l'énergie électrique à mesurer.

8.4.4 Description des essais

Les essais doivent être réalisés comme suit :

- Contrôler et enregistrer les conditions d'essai conformément au 8.3.2.
- Monter tous les appareils de mesure.
- Procéder aux mesures.

8.4.5 Résultats

Les résultats doivent être enregistrés et présentés de façon à inclure au moins les points suivants :

- La description de l'emplacement de mesure.
- La date, la puissance électrique mesurée, le paramétrage de commandes, la température intérieure, les conditions climatiques, la vitesse du vent et la pression barométrique.
- La description des appareils de mesure utilisés ;
- L'incertitude estimée de(s) mesure(s) de puissance électrique.

Annexe A
(informative)

**Mesures de l'étanchéité à l'air
de l'enveloppe du bâtiment**

La première exigence en matière de performances d'un système de ventilation installé est qu'il convient que le débit d'air total corresponde à la valeur de conception. La deuxième exigence est que la répartition des écoulements d'air entre les bouches d'air soit correcte. La troisième exigence de performances consiste à ce que chaque pièce soit efficacement ventilée lorsque le volume correct d'air entre et sort du logement.

Toutefois, la ventilation, c'est-à-dire le débit de ventilation du logement dans son ensemble et de chaque pièce, est influencé par l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du logement. Moins un logement est étanche, plus le taux d'exfiltration d'air non souhaité sera élevé, et la variation du débit de ventilation total sera également plus importante. Plus un logement est étanche, plus il est facile d'obtenir une ventilation « contrôlée ». En fonction du système de ventilation, il convient d'établir différentes exigences quant à l'étanchéité à l'air. Il est recommandé que les logements ayant une ventilation naturelle soient relativement moins étanches (y compris entrées d'air dans l'enveloppe du bâtiment). La ventilation par extraction requiert une meilleure étanchéité à l'air, afin d'obtenir un faible taux d'exfiltration d'air. Il convient que les logements ayant une ventilation double flux soient davantage étanches si ils doivent avoir le même taux d'exfiltration d'air qu'avec une ventilation simple flux par extraction. Un logement équipé d'une simple flux par extraction est la plupart du temps dépressurisée par le système de ventilation et est par conséquent moins sensible aux différences de température (intérieur/extérieur) et au vent qu'un logement avec ventilation double flux.

La méthode normalisée pour connaître la fonction d'étanchéité d'un bâtiment est la pressurisation par ventilateurs (EN 13829). Typiquement, toutes les ouvertures dans l'enveloppe extérieure prévues pour la ventilation sont condamnées avant d'effectuer l'essai. Les autres ouvertures restent fermées.

Toutes les pièces chauffées sont incluses dans l'essai. Néanmoins, les pièces disposant d'une ventilation distincte telles que les pièces hébergeant une chaudière et les garages sont souvent ignorées. Un vantail de porte ou une fenêtre est remplacé par une planche de contreplaqué ou un film plastique étanche fixé au châssis et scellé. Un système de génération d'écoulement d'air et de mesure est connecté à travers la planche et un tube issu d'un micro manomètre conduit à l'extérieur pour mesurer la différence de pression intérieure/extérieure. Le débit d'air est enregistré à plusieurs différences de pression, positives et négatives, et les résultats d'essai sont présentés sous forme d'un diagramme ayant pour axes la différence de pression et le débit d'air.

La pressurisation normale par ventilateur constitue une méthode directe pour caractériser l'étanchéité à l'air d'un bâtiment. Le principal inconvénient est que le résultat est valable pour des pressions plus élevées que celles qui surviennent au cours de l'infiltration d'air dans des conditions normales. Les avantages sont que l'essai en soi est plutôt facile à réaliser et qu'il peut être combiné à l'utilisation de bâtons de fumée ou d'une caméra infrarouge pour localiser les fuites. De plus, il est possible de caractériser de grandes ouvertures telles que des gaines verticales pour la ventilation naturelle.

Annexe B
(informative)
**Influence des systèmes de ventilation
sur la vitesse de l'air intérieur**

Le système de ventilation peut avoir une influence sur la vitesse de l'air au sein de la zone d'occupation d'un logement. Dans le cas des UTD montées en extérieur, au cours de l'hiver, de l'air froid peut rentrer par un dispositif de ce type et créer un inconfort au sein de la zone d'occupation. L'air alimenté de manière mécanique peut pénétrer dans la zone d'occupation à une vitesse et une température qui engendrent une gêne. Il est souvent difficile de mesurer cette gêne dans la pratique. Si les données de la diffusion d'air conformément à l'EN 13141-1 et à l'EN 13141-2 sont disponibles pour l'UTD concernée, une évaluation du niveau de confort peut être réalisée. Des contrôles dans le logement peuvent devoir être effectués pour déterminer si les UTD fonctionnent selon leurs spécifications.

Si des mesures au sein de la zone d'occupation sont à effectuer, il convient de déterminer la vitesse de l'air intérieur à l'aide d'une sonde omnidirectionnelle sensible à la vitesse quel que soit le sens (voir aussi l'EN 13182). La vitesse de l'air varie généralement d'un endroit à l'autre au sein de la zone d'occupation, ces variations étant aléatoires en terme d'ampleur et de sens. Par conséquent, une mesure exacte de la vitesse de l'air s'avère compliquée. Généralement, il suffit de mesurer la vitesse de l'air moyenne aux endroits sélectionnés. La température ambiante doit être mesurée à tous les points de mesure. Il est également recommandé de mesurer la température d'alimentation d'air.

Annexe C (informative)

Détermination de l'étendue des contrôles et mesures fonctionnels pour la mise en service de nouveaux systèmes (voir l'EN 12599)

C.1 Généralités

Dans le cas de contrôles ou de mesures fonctionnels sur un système, il peut souvent être nécessaire de répéter le même mode opératoire en différents endroits.

Il est possible d'effectuer des contrôles localisés afin de réduire la quantité de travail.

La présente annexe spécifie une méthode permettant de déterminer le nombre requis de contrôles ou de mesures qui doivent être effectués dans le cas mentionné ci-dessus.

Il convient de spécifier l'étendue de contrôles ou des mesures avant l'installation, à l'aide de l'un des quatre niveaux A, B, C ou D. sinon, le niveau A doit être adopté (voir la Figure C.1).

Ces niveaux sont indépendants des classes concernant d'autres points, tels que le niveau de confort, etc.

Sauf convention contraire, le niveau des mesures fonctionnelles doit être le même que pour les contrôles fonctionnels.

C.2 Termes et définitions

C.2.1

paramètre

état d'un élément du système (réponse aux commandes, condition de fonctionnement, etc.) qui doit être contrôlé, ou grandeurs physiques (par exemple, température, débit d'air, courant, etc.) qui doivent être mesurées

C.2.2

emplacements similaires

parties du bâtiment (pièces, zones) ou éléments du système (ventilateurs, diffuseurs d'air, conduits, etc.) ayant des fonctions de même type et impliquant des actions du même ordre de grandeur de la part du système

C.3 Symboles

p nombre de mesures ;

n nombre d'emplacements similaires identifiés dans un bâtiment ;

$f(x)$ fonction dépendant de la variable indépendante x .

C.4 Détermination du nombre total n d'emplacements similaires

Pour que les systèmes, les éléments ou les composants du bâtiment soient considérés comme similaires, ils doivent être identiques ou bien leurs paramètres doivent avoir des valeurs identiques (nominales ou réelles). Par exemple, toutes les UTD du même type desservant des pièces de taille et d'usage comparables sont réputées être à des emplacements similaires pour mesurer les débits d'air.

Si la conception du système maintient un paramètre à la même valeur en un certain nombre d'emplacements similaires, un seul emplacement peut être pris en compte. Par exemple, si la température d'alimentation d'air est contrôlée uniquement par zone, elle peut être mesurée à un seul emplacement dans chaque zone. Les emplacements sont donc jugés similaires ou non, séparément pour chaque paramètre donné et en fonction de la conception et des commandes du système.

Dans la mesure où un système a été installé au même moment par des personnes travaillant de manière analogue, le nombre total d'emplacements similaires identifiés dans le bâtiment doit être pris comme nombre n , même si des sous-systèmes similaires peuvent être identifiés au sein du système.

Par exemple, si un bâtiment de 10 étages possède un système de climatisation distinct à chaque étage, chacun d'eux ayant 20 UTD, le calcul doit reposer sur $n = 200$ UTD.

C.5 Étendue des contrôles ou des mesures

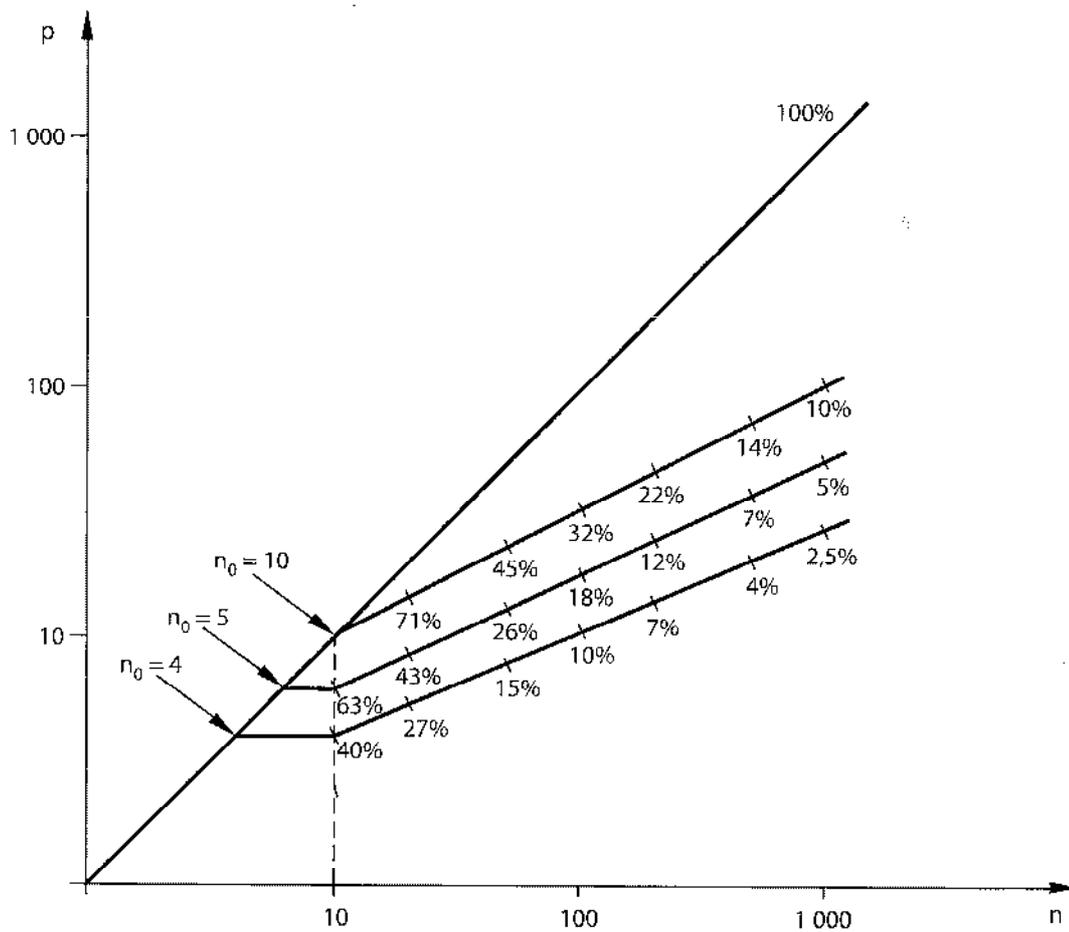
Les contrôles et mesures doivent être effectués sur un moins un nombre p , pris sur le nombre total n d'emplacements similaires. p est donné par les courbes de la Figure C.1 comme une fonction de n et des niveaux A, B, C et D de l'étendue des contrôles et mesures fonctionnels.

Lors du contrôle du réglage des systèmes à des fins de contrôle de la qualité avant livraison, le nombre de contrôles ou de mesures sera généralement supérieur à celui qui est indiqué à la Figure C.1.

Si les mesures sont effectuées dans des pièces similaires, certains paramètres peuvent être mesurés dans un nombre réduit de pièces qui n'est qu'une fraction de p . Le Tableau C.1 donne le nombre de mesures nécessaires.

Tableau C.1 — Nombre de mesures à réaliser comme étant une fraction du nombre p

Paramètre	Nombre de mesures	
	Normal	Minimum
Température de l'air ambiant relevée en permanence sur 24 h	$p/10$	1
Humidité de l'air ambiant relevée en permanence sur 24 h	$p/10$	1
Profil vertical de température	$p/10$	1
Vitesse de l'air intérieur	$p/10$	1
Niveau de pression acoustique	$p/5$	3



Légende

Niveau D : $p = n$

Niveau C : $p = 3,16$ $n 0,5$

Niveau B : $p = 2,23$ $n 0,45$

Niveau A : $p = 1,6$ $n 0,40$

Figure C.1 — N Nombre p d'éléments similaires à soumettre à essai sur n

Les pourcentages approximatifs p/n sont représentés sur le graphique. Les nombres p doivent être arrondis à l'entier le plus proche. Les formules des niveaux A et C s'appliquent à $n \geq 10$.

Bibliographie

- [1] prEN 1507, *Ventilation des bâtiments — Réseau de conduits — Résistance et étanchéité des conduits aérauliques rectangulaires en tôle.*
- [2] EN 12237, *Ventilation des bâtiments — Réseau de conduits — Résistance et étanchéité des conduits circulaires en tôle .*
- [3] EN 12599, *Ventilation des bâtiments — Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de ventilation et de climatisation installées.*
- [4] EN 13141-6, *Ventilation des bâtiments — Essais des performances des composants/produits pour la ventilation des logements — Partie 6 : Kits pour systèmes de ventilation simple flux pour logement individuel.*
- [5] EN 13182, *Ventilation des bâtiments — Prescription d'instrumentation pour les mesures de vitesses d'air dans des espaces ventilés.*
- [6] EN 13829, *Performance thermique des bâtiments — Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments — Méthode de pressurisation par ventilateur (ISO 9972:1996, modifié).*