

La ventilation des immeubles de bureaux

***Vers une meilleure expression
des exigences...***

Version du 29 août 2005

HYBVENT



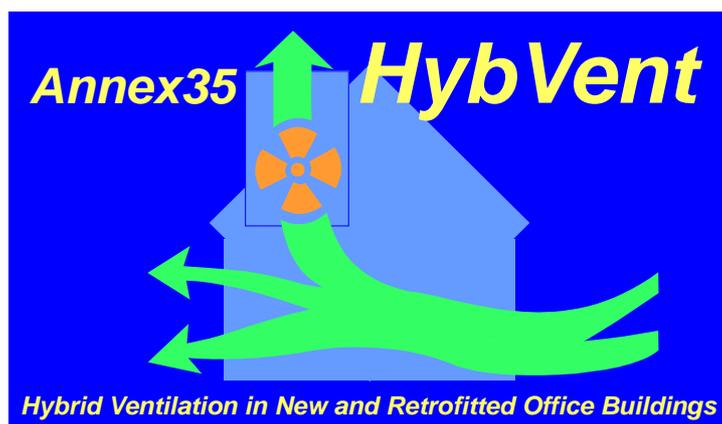
**Centre Scientifique et Technique de la Construction
Division physique du bâtiment et climat intérieur**

REMERCIEMENTS

Le présent document a été rédigé dans le cadre du projet "HybVent" de l'Agence Internationale de l'Energie (IEA ECBCS Annex 35 : Hybrid Ventilation in new and retrofitted office buildings and schools).

Une description complète de ce projet est disponible sur le site <http://hybvent.civil.auc.dk/> (en anglais uniquement).

La participation belge à ce projet a été financée par le Ministère Fédéral des Affaires Economiques¹, les Gouvernements de la Région flamande, de la Région wallonne et de la Région de Bruxelles-Capitale, IVEG - intercommunale voor energie - et par le CSTC. Le CSTC tient à remercier ses partenaires pour leur soutien financier et technique.



La présente brochure a été élaborée par N. Heijmans, P. Wouters, Ch. Delmotte et D. Van Orshoven, avec le concours de D. L'heureux, L. Vandaele, M. Blasco, Y. Martin et M. Wagneur et A.-F. Duchenne, collaborateurs du CSTC et de B. Vandermarcke (WenK, département architecture St-Lucas).

¹ Le Ministère des Affaires Economiques a depuis été intégré au Service public fédéral Economie, PME, Classes moyennes et Energie.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	2
TABLE DES MATIÈRES.....	3
1 OBJECTIFS ET STRUCTURE DU PRÉSENT DOCUMENT	3
2 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE.....	3
2.1 Rôles des normes et réglementations.....	3
2.2 Normes.....	3
2.3 Législations	3
3 NORMES EUROPÉENNES RELATIVES À LA VENTILATION.....	3
4 OBJECTIFS DE LA VENTILATION ET ATTENTES PRINCIPALES DES UTILISATEURS.....	3
4.1 Objectifs de la ventilation.....	3
4.2 Attentes principales des utilisateurs.....	3
4.3 Autres attentes des utilisateurs	3
5 ASPECTS RELATIFS À LA QUALITÉ DE L'AIR.....	3
5.1 Conditions d'application.....	3
5.2 Qualité de l'air intérieur	3
5.3 Débits d'air dans des espaces spécifiques	3
5.4 Qualité de l'air neuf (ou air extérieur).....	3
5.5 Qualité de l'air fourni	3
5.6 Qualité de l'air repris.....	3
5.7 Qualité de l'air rejeté.....	3
5.8 Emplacement des bouches de prise et de rejet d'air	3
5.9 Echangeurs de chaleur.....	3
5.10 Conditions de pressions	3
5.11 Entretien des installations.....	3
6 ASPECTS RELATIFS AUX PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES.....	3

6.1	Débit d'air à mettre en œuvre.....	3
6.2	Types de contrôle de la qualité d'air intérieur	3
6.3	Puissance spécifique des ventilateurs.....	3
6.4	Étanchéité à l'air du système de ventilation	3
6.5	ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DU BÂTIMENT	3
6.6	Pertes de charge des composants du système de ventilation.....	3
7	ASPECTS RELATIFS AU CONFORT	3
7.1	Zone d'occupation	3
7.2	Vitesse de l'air	3
7.3	Confort acoustique	3
8	ASPECTS RELATIFS À L'INSTALLATION	3
8.1	Type de système	3
8.2	Conditions de pression	3
8.3	Spécification des critères de dimensionnement	3
8.4	Fonctionnement et entretien de l'installation	3
8.5	Espace prévu pour les composants et le système.....	3
8.6	Pénétration des animaux indésirables	3
8.7	Pénétration d'eau	3
9	PROPOSITION CONCRÈTE	3
9.1	Expression des exigences relatives aux systèmes de ventilation et détermination des performances des systèmes de ventilation	3
9.2	Exigences relatives aux systèmes de ventilation et performances minimales des systèmes de ventilation	3
9.3	Commentaires	3
10	APPLICATION À DES BÂTIMENTS EXISTANTS	3
10.1	Description du bâtiment PROBE.....	3
10.2	Détermination des débits	3
10.3	Détermination du type d'air fourni et extrait (☞ article 5.3).....	3

10.4	Résumé des débits d'air à réaliser	3
10.5	Autres aspects importants	3
10.6	Autres recommandations de la norme NBN EN 13779	3
10.7	Autres exemples.....	3
10.8	Conclusions.....	3
11	CONCLUSIONS.....	3
12	RÉFÉRENCES.....	3
12.1	Références normatives.....	3
12.2	Autres références.....	3
ANNEXE 1 RÉGLEMENTATIONS EXISTANTES EN BELGIQUE.....		3
A1.1	Réglementations régionales	3
A1.2	Réglementation fédérale.....	3
A1.3	Autres réglementations ayant un impact sur les systèmes de ventilation	3
ANNEXE 2 NOTES RELATIVES À LA MANIÈRE DONT LA PROPOSITION DES MÉTHODES DE DÉTERMINATION ET DES EXIGENCES A ÉTÉ ÉTABLIE.....		3
A2.1	Dispositifs de ventilation dans les habitations.....	3
A2.2	Exigences en matière de ventilation dans les bâtiments non résidentiels	3
ANNEXE 3 LEXIQUE DE QUELQUES TERMES UTILISÉS		3

1 OBJECTIFS ET STRUCTURE DU PRÉSENT DOCUMENT

Ces dernières années, divers projets réalisés par le CSTC ont montré qu'une grande partie des immeubles de bureaux n'était pas du tout ou pas correctement ventilée. Par exemple, près d'un tiers des immeubles de bureaux analysés dans le projet "Kantoor 2000" n'était pas équipé de système de ventilation et l'analyse détaillée des systèmes existants a mis en évidence un certain nombre de carences dans leur fonctionnement.

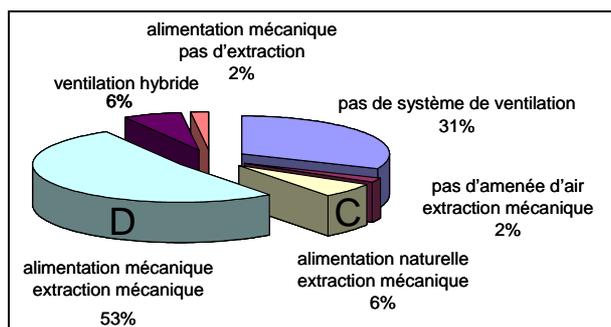


Figure 1 : Systèmes de ventilation dans les immeubles de bureaux (source : Kantoor 2000 [21])²

L'une des causes de cette situation réside sans doute dans le fait que les exigences de base ne sont pas assez bien exprimées, soit par les "clients" (propriétaires ou occupants d'un bâtiment), soit par la "société" (c'est-à-dire par les normes et réglementations). Ainsi, à l'heure actuelle (janvier 2005), seule la Région wallonne s'est dotée d'une réglementation fixant les débits d'air à fournir dans les immeubles de bureaux³. Par ailleurs, il n'existe pas de norme belge traitant de la conception et du dimensionnement de systèmes de ventilation pour les immeubles de bureaux.

Le présent document a pour but de présenter des exigences minimales pour dimensionner le système de ventilation d'un immeuble de bureaux⁴ (chapitre 9). L'expression de ces exigences s'inscrit dans le contexte réglementaire tel qu'il se dessine actuellement. Ce contexte sera décrit au chapitre 2. Il y sera notamment question du rôle des normes et des réglementations.

L'expression des exigences, telle qu'elle est proposée, se base sur les normes européennes existantes, et dont on retrouvera une description au chapitre 3. Les principes de base de la ventilation seront rappelés au chapitre 4 et seront développés aux chapitres 5 à 8. En guise d'illustration, la méthode proposée sera appliquée à des bâtiments existants (chapitre 10).

² Le nombre de bâtiments sur lesquels cette étude s'est basée étant limité, les valeurs présentées à la Figure 1 sont purement indicatives et n'ont pas de valeur statistique.

³ Il existe aussi une exigence au niveau fédéral, incluse dans le RGPT (voir § et 2.3.1 et A1.2.1)

⁴ Par dimensionnement, on entend principalement la détermination des débits nécessaires dans les différents locaux. Le calcul des pressions, des sections de conduits, le choix des ventilateurs, ... ne fait pas l'objet du présent document.

2 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

2.1 RÔLES DES NORMES ET RÉGLEMENTATIONS

De nos jours, la plupart des aspects de la vie industrielle sont soumis à des normes et des réglementations; la ventilation des immeubles n'échappe pas à cette règle.

Idéalement, les normes et réglementations ont des objectifs différents :

- une **norme** produit/système devrait être un document donnant une procédure pour évaluer les performances d'un produit/système,
- une **réglementation** devrait être un document prescrivant les exigences minimales auxquelles un produit/système doit répondre; elle devrait faire référence aux normes appropriées.

En fait, cette distinction entre description et évaluation des performances, d'une part, et exigences de performances, d'autre part, n'est pas si évidente. Certaines normes sont plus "prescriptives" que "descriptives" et contiennent un certain nombre d'exigences. Ainsi, par exemple :

- la norme *NBN B 62-301 : Isolation thermique des bâtiments - Niveau d'isolation thermique globale* est purement descriptive et ne contient qu'une procédure de calcul du niveau K d'un bâtiment; les exigences sont à trouver dans les réglementations régionales (par exemple : les nouveaux logements doivent présenter un niveau K55 ou inférieur),
- la norme *NBN D 50-001 : Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation* est essentiellement prescriptive et contient pratiquement toutes les exigences; la réglementation se contente d'imposer le respect de la norme, sans avoir à spécifier d'exigence supplémentaire.

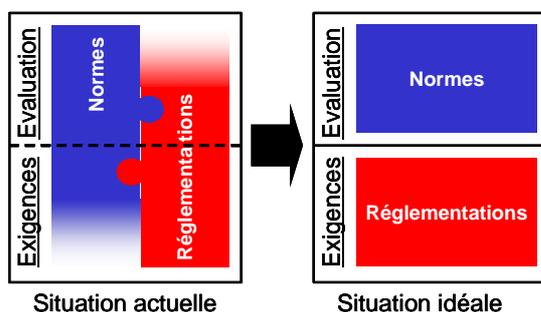


Figure 2 : Rôles des normes et réglementations

Cependant, il semble opportun que les nouvelles normes respectent cette distinction (comme c'est d'ailleurs le cas dans une large mesure aux Pays-Bas). La distinction ne sera sans doute jamais totale. Certaines normes contiendront encore certaines exigences (directes ou indirectes). Certaines réglementations préciseront certaines méthodes de mesure ou d'évaluation, surtout dans le cas où il n'existe pas de norme sur lesquelles elles peuvent se référer.

Les normes et réglementations peuvent avoir des origines très différentes : normes nationales, européennes, internationales et réglementations locales, régionales, nationales,

européennes, ... Le présent paragraphe a pour objet de clarifier cette situation (en ce qui concerne la ventilation des immeubles de bureaux).

2.2 NORMES

2.2.1 Normes belges

La Belgique, comme la plupart des états, établit des normes nationales. C'est la tâche de l'Institut Belge de Normalisation (IBN).

Les normes belges sont considérées par la loi⁵ comme des règles de l'art ou de savoir-faire, et sont de ce fait implicitement d'application. L'application des normes homologuées peut être rendue obligatoire par simple référence explicite dans une réglementation⁶.

La référence aux normes peut également être utilisée dans les cahiers des charges et est même obligatoire dans les cas où la réglementation de l'Union européenne (UE) pour l'octroi des marchés publics est d'application.

L'IBN (<http://www.ibn.be>) est une asbl sous la tutelle du Service public fédéral Economie, PME, Classes moyennes et Energie et est reconnu comme établissement d'intérêt public. Il a pour mission principale d'élaborer des normes "dans le but de créer un cadre économique et social optimal, à l'intérieur duquel les entraves au commerce sont supprimées, les produits, services et procédés sont optimisés et la sécurité des personnes et de l'environnement est garantie".

Il existe deux types de normes belges : les normes homologuées et les normes enregistrées :

- Une norme *homologuée* est une norme qui a été initiée par un membre ou un comité technique de l'IBN, éventuellement sur base d'un document normatif international ou étranger. Une commission, composée de représentants des producteurs, des consommateurs, de l'administration publique et des milieux scientifiques et commerciaux, remanie ce texte. Après accord unanime, le texte remanié prend la forme d'un projet de norme qui, après soumission au Comité de Direction, est mis à l'enquête publique. Le texte définitif est rédigé par la commission compétente; dans la mesure du possible, il est tenu compte des remarques formulées lors de l'enquête publique. Après consensus au sein de la commission, il est de nouveau soumis au Comité de Direction, qui peut

⁵ AR du 30.07.1976, modifié par l'AR du 23.10.1986, article 7 : "L'Etat et les autres personnes de droit public, les personnes de droit privé ainsi que les autres personnes concernées considèrent les normes homologuées par le Roi ainsi que les normes enregistrées par l'IBN comme les règles de savoir-faire; en outre pour les produits, ces personnes considèrent que lesdites normes sont conformes à l'état des connaissances scientifiques et techniques au moment de la mise en circulation de ces produits."

⁶ AR du 30.07.1976, modifié par l'AR du 23.10.1986, article 5 : "L'Etat et toutes les personnes de droit public peuvent rendre le respect des normes homologuées par le Roi obligatoire dans les Arrêtés, les règlements, les actes administratifs et les cahiers des charges par simple référence à l'indicatif de ces normes."

éventuellement décider de faire homologuer ce document par le Roi. Les homologations doivent être annoncées au Moniteur Belge.

La norme *NBN D 50-001 : Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation* est un exemple de norme homologuée.

- Une norme *enregistrée* est une norme ou publication d'origine étrangère ou internationale qui, avec l'accord de la commission compétente, est soumise au Comité de Direction. Ce comité peut décider d'adopter le document comme norme belge. Les enregistrements doivent également être annoncés au Moniteur Belge. Par ailleurs, en vue de satisfaire aux obligations dans le cadre de l'Union européenne, le Comité de Direction peut enregistrer ou soumettre à l'homologation des normes européennes, même sans avis favorable de la commission compétente. En fait, l'IBN est tenu de convertir les normes européennes en normes nationales dans un délai de six mois.

La norme NBN EN 12599 : Ventilation des bâtiments - Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de ventilation et de climatisation installées est un exemple de norme enregistrée. Si une norme est enregistrée, il en est fait mention sur la page de couverture.

2.2.2 Normes européennes

L'Europe ayant décidé de s'unifier et de créer un marché européen unique, il est indispensable que les entraves à la circulation des biens soient levées. Les taxes douanières n'étaient pas les seules entraves, loin s'en faut. Le fait qu'un même produit doive être conforme à des normes variant de pays à pays, et donc testé selon chacune des procédures, est également une entrave majeure à sa circulation à travers l'Union. Cette simple constatation explique toute l'importance d'une normalisation européenne.

La Commission Européenne a donné des mandats à trois organisations privées pour le développement et l'adoption de normes européennes. Il s'agit du CENELEC pour les questions électrotechniques (Comité européen de normalisation électrotechnique - <http://www.cenelec.org/>), de l'ETSI pour le domaine des télécommunications (European Telecommunications Standards Institute - <http://www.etsi.org/>) et du CEN (Comité Européen de Normalisation - <http://www.cenorm.be/>) pour les autres domaines, y compris la construction.⁷

Le CEN compte 28 membres nationaux (et 8 organisations associées); la Belgique est représentée par l'IBN. Les projets de normes sont élaborés par des comités techniques, évalués par tous les membres (enquête publique), et adoptés par un système de vote pondéré. Le CEN produit différents types de documents, énumérés à la Table 1.

⁷ En outre, la Commission a donné des mandats à l'EOTA (<http://www.eota.be/>) pour l'élaboration des guides d'agrément techniques européens (ETAG).

Terme et abréviation		Description
Norme Européenne (European Standard)	EN	Une EN doit être transposée telle quelle en norme nationale dans les six mois qui suivent sa disponibilité. Toute norme nationale en contradiction doit être abrogée.
Spécifications Techniques (CEN Technical Specifications)	TS	Un TS est un document ayant une durée de vie limitée à 3 ans. Au terme de cette période (qui peut être prolongée une fois), le TS peut soit être transformé en EN ou en HD, soit être retiré, en fonction des commentaires exprimés. L'application d'un TS est libre. Les normes nationales en contradiction avec le TS ne doivent pas être abrogées.
Rapport Technique CEN (CEN Technical Report)	TR	Un TR est une publication autorisée par le Bureau Technique, dans le but de fournir des informations.
Document d'harmonisation (Harmonisation document)	HD	Un HD peut être traité comme une EN, avec deux différences : un HD peut comporter certaines particularités propres à un pays; un HD ne doit pas être transposé en norme nationale, mais les normes nationales en conflit doivent être mises en concordance.

Table 1 : Documents produits par le CEN

Les critères d'approbation de projets de normes CEN stipulent que le document doit être approuvé par 71 % de l'ensemble des votes pondérés des pays membres⁸.

L'harmonisation implique que les états membres adoptent au niveau national les nouvelles normes européennes et abrogent les normes nationales non conformes avec les normes européennes.

Il n'est pas interdit aux pays membres de produire de nouvelles normes nationales, mais il est évident que ces nouvelles normes ne peuvent entrer en contradiction avec les normes européennes (il est toutefois interdit de préparer une norme nationale traitant d'un sujet pour lequel une norme européenne est également en préparation).

Pour respecter ce principe de non contradiction, les nouvelles normes nationales auront tendance à faire de plus en plus référence aux normes européennes publiées ou en cours de préparation (sans toutefois en reprendre textuellement des parties, car une révision de la norme européenne engendrerait une contradiction entre celle-ci et la norme nationale). Des documents explicatifs, tels que les NIT du CSTC, seront dès lors de plus en plus utiles pour la compréhension de ces nouvelles normes.

2.2.3 Normes internationales

Des normes sont également éditées par l'International Organization for Standardisation (ISO <http://www.iso.ch/>). L'ISO est l'équivalent du CEN, à l'échelle mondiale; elle regroupe 145 pays. Au total, il existe plus de 13700 normes ISO, couvrant des domaines très variés.

⁸ La procédure complète peut être lue sur le site du CEN.

Les critères d'acceptation de projets de normes ISO stipulent que le document doit être approuvé par les deux tiers des membres de l'ISO qui ont participé activement au processus d'élaboration de la norme et par 75 % de l'ensemble des membres votants.

Les normes ISO **peuvent** être enregistrées directement par l'IBN et reçoivent un numéro "NBN ISO", comme par exemple la norme *NBN ISO 131 :1992 : Acoustique - Expression des intensités physiques et subjective d'un son ou d'un bruit aérien*. D'autres sont reprises par le CEN et **doivent** donc être enregistrées par l'IBN, comme par exemple la norme *NBN EN ISO 7730 :1996 : Ambiances thermiques modérées - Détermination des indices PMV et PPD et spécifications des conditions de confort thermique*.

2.2.4 Normes volontaires du secteur privé

Le guide *EUROVENT⁹ 2/2 - 1991 - Degré d'étanchéité à l'air dans les réseaux de distribution d'air en tôle* est un exemple de document normatif issu du secteur privé. Ce document n'a certes pas le même poids qu'une NBN, mais ses objectifs sont bien ceux d'une norme.

Citons également, pour la Belgique :

- les Notes d'Information Technique (NIT) du CSTC,
- les Spécifications Techniques (STS) du Ministère des Communications et de l'Infrastructure,
- les cahiers des charges-types de la Régie des Bâtiments¹⁰.

Ces documents n'ont pas la même valeur que les NBN, mais doivent toutefois être considérés comme des règles de l'art par le secteur de la construction; leur portée dépend de la confiance que les professionnels et les autorités accordent à la connaissance scientifique et technologique de ceux qui les élaborent.

2.3 LÉGISLATIONS

2.3.1 Législations belges

La ventilation des immeubles présente plusieurs aspects : l'aspect "santé publique" et l'aspect "utilisation d'énergie". Ces deux points de vue se retrouvent dans la législation :

- La **santé publique** est une compétence fédérale. C'est dans ce cadre que s'inscrivent, par exemple, les Arrêtés concernant l'interdiction de fumer dans certains lieux publics¹¹.

⁹ EUROVENT (<http://www.eurovent-cecomaf.org/>) est une association de fabricants de matériel HVAC.

¹⁰ Le *cahier des charges-type 105 - chauffage central, ventilation et conditionnement d'air* (1990) donne un ensemble de conditions techniques que doivent remplir les composants des systèmes HVAC.

¹¹ Arrêté Royal du 15.05.1990, modifié par l'Arrêté Royal du 02.01.1991; Arrêté Ministériel du 09.01.1991.

En outre, les immeubles de bureaux sont des lieux de travail. La **protection des travailleurs** est une compétence fédérale, dont le Règlement Général pour la Protection du Travail (RGPT) est un texte essentiel. Le RGPT prescrit que chaque travailleur doit pouvoir disposer d'un débit d'air frais de 30 m³/h.

- L'**utilisation rationnelle de l'énergie** est une compétence des Régions. C'est dans ce cadre que s'inscrivent les réglementations sur l'isolation thermique et la ventilation des bâtiments. A ce jour (janvier 2005), seule la Région wallonne¹² a adopté une réglementation fixant des prescriptions en matière de ventilation des immeubles de bureaux.



Le lecteur intéressé trouvera également plus d'informations sur les sites <http://www.normes.be> et <http://www.bbri.be/webcontrole/>.

2.3.2 Législations européennes

En vertu de l'Acte Unique Européen et du traité de Maastricht, l'Union européenne a la possibilité de prendre un certain nombre de dispositions législatives. On distingue les *règlements*, les *décisions* et les *directives*.

- *Règlements*

Les règlements sont des dispositions législatives qui deviennent immédiatement des lois dans les états membres, conservant la forme dans laquelle ils ont été émis.

- *Décisions*

Les décisions, contraignantes, peuvent être adressées aux états membres aussi bien qu'aux parties privées et sont les moyens par lesquels la Communauté adopte différents actes administratifs.

- *Directives*

Une directive est un instrument de législation de l'UE qui prédomine légalement les lois des états membres individuels. Toutes les directives doivent être votées par le Parlement européen et le Conseil des Ministres compétent. Une fois adoptées, elles prévoient normalement un délai pour être transposées en lois dans les états membres. Les directives sont obligatoires pour les états membres en termes de résultats à atteindre, mais les autorités nationales peuvent décider de la meilleure manière d'obtenir ces résultats en introduisant leur propre législation nationale.

Table 2 : Différents types de dispositions législatives européennes

En 1985, la Commission a mis en œuvre le principe de "La Nouvelle Approche" pour l'élaboration des Directives Européennes. Ce principe vise à assurer la libre circulation des produits industriels au sein du marché intérieur de l'Union européenne et à garantir la sécurité des consommateurs et utilisateurs européens de ces produits.

A l'inverse des anciennes directives, qui imposaient aux fabricants des dispositifs techniques stricts et précis, les directives "Nouvelle Approche" sont fondées sur deux grandes idées :

¹² Arrêtés du Gouvernement wallon du 15.02.1996 (Moniteur Belge du 30.04.1996 et du 09.05.1996).

- l'obligation de respecter des exigences essentielles de sécurité identiques pour tous les états membres de l'Espace Economique Européen (EEE¹³),
- le renvoi à des normes européennes (EN) harmonisées pour les spécifications techniques des produits lors de leur mise sur le marché.

La Directive 89/106/CEE des Produits de Construction¹⁴ (CPD pour Construction Products Directive) est un exemple de directive "Nouvelle Approche". Elle est née du constat que les réglementations nationales sont une source d'entraves à la libre circulation des produits de construction et de la volonté de supprimer ces entraves, sans toutefois compromettre la liberté des états membres à exiger des performances minimales.

La Directive constate que six *exigences essentielles* sont à la base des législations en vigueur. Ces six exigences sont :

1. la résistance mécanique et la stabilité,
2. la sécurité en cas d'incendie,
- 3. l'hygiène, la santé et l'environnement,**
4. la sécurité d'utilisation,
5. la protection contre le bruit,
- 6. l'économie d'énergie et l'isolation thermique.**

Pour chacune de ces exigences, la directive prévoit que des *documents interprétatifs* établiront les caractéristiques des produits qui devront être spécifiées en détail dans les normes élaborées pour l'application de la directive, dites *normes harmonisées* ou dans les agréments techniques européens. Ces documents interprétatifs constituent la base des *mandats* délivrés par la Commission aux organismes chargés d'élaborer ces spécifications harmonisées, à savoir le CEN et l'EOTA.

La Directive impose l'apposition du marquage CE aux produits de construction mis sur le marché, au fur et à mesure que les spécifications techniques harmonisées relatives à ces produits (normes européennes harmonisées ou guides pour les agréments techniques européens) seront disponibles et leurs références publiées dans le Journal officiel des Communautés Européennes.

¹³ L'EEE comprend l'Union européenne et les membres de l'Association Européenne de Libre Echange (AELE), à l'exception de la Suisse.

¹⁴ Pour plus d'informations : <http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/direct.htm>.

3 NORMES EUROPÉENNES RELATIVES À LA VENTILATION

Au sein de l'Union européenne, les normes relatives à la ventilation des immeubles sont préparées par le comité technique TC 156 du Comité Européen de Normalisation CEN.

Une série de normes (et de rapports techniques) ont déjà été publiées; certaines d'entre elles ont d'ailleurs déjà été ratifiées par l'IBN et portent un numéro tel que NBN EN 12599. Une série d'autres documents sont en préparation et peuvent avoir l'un des trois statuts suivants : ratifié¹⁵, en voie d'acceptation, en cours de développement.



Le lecteur trouvera des informations à jour sur le site "normes antenne" du CSTC : <http://www.normes.be> > Energie et climat intérieur > Normes > Ventilation.

Le TC 156 est composé de neuf groupes de travail :

1. Terminologie.
2. Ventilation des logements.
3. Conduits et accessoires.
4. Unités terminales.
5. Centrales de traitement de l'air.
6. Critères de conception pour les ambiances intérieures.
7. Performance des systèmes (fonctionnalités et performances).
8. Installation (en pratique : réception des installations).
9. Résistance au feu des systèmes de distribution d'air.

Le simple énoncé des groupes de travail laisse apparaître la diversité des documents produits. Les documents les plus intéressants pour la présente publication sont :

1. NBN EN 12792 : Ventilation des bâtiments - Symboles, terminologie et symboles graphiques.
2. NBN EN 12599 : Ventilation des bâtiments - Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de ventilation et de climatisation installées.
3. NBN EN 13779 : Ventilation dans les bâtiments non résidentiels - Spécifications des performances pour les systèmes de ventilation et de climatisation.
4. NBN 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.
5. NBN 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.
6. NBN ENV 12097 : Ventilation des bâtiments - Réseau de conduits - Prescriptions relatives aux composants destinés à faciliter l'entretien des réseaux de conduits.

¹⁵ Un document ratifié est un document déjà accepté, mais pas encore publié.

4 OBJECTIFS DE LA VENTILATION ET ATTENTES PRINCIPALES DES UTILISATEURS

Avant d'aborder un certain nombre d'aspects auxquels il faut faire attention lors du dimensionnement d'un système, il paraît judicieux de rappeler brièvement les principes de base de la ventilation.

4.1 OBJECTIFS DE LA VENTILATION

4.1.1 Confort intérieur

La ventilation est l'une des installations qui participent à la réalisation d'un bon **confort intérieur** pour les utilisateurs d'un immeuble.

D'un point de vue physique du bâtiment, le confort intérieur comprend quatre aspects et est soumis à quatre types de contraintes.

Les quatre aspects sont :

1. le confort thermique, que l'on peut diviser en confort thermique estival et hivernal,
2. la qualité de l'air intérieur,
3. le confort visuel,
4. le confort acoustique.

Les quatre types de contraintes sont :

1. le bâtiment et son enveloppe, qui conditionnent fortement le confort, d'où une grande importance doit être accordée à ces aspects dès l'avant-projet,
2. les installations, qui trop souvent sont perçues comme les principaux (seuls ?) acteurs pour maintenir un climat intérieur acceptable,
3. les occupants, à qui il faut laisser une certaine liberté de contrôle, mais qui peuvent également agir de façon moins rationnelle d'un point de vue climat et énergie,
4. les aspects environnementaux, c'est-à-dire la consommation énergétique et son corollaire, la production de CO₂ et autres gaz à effet de serre, qu'il faut réduire au maximum.

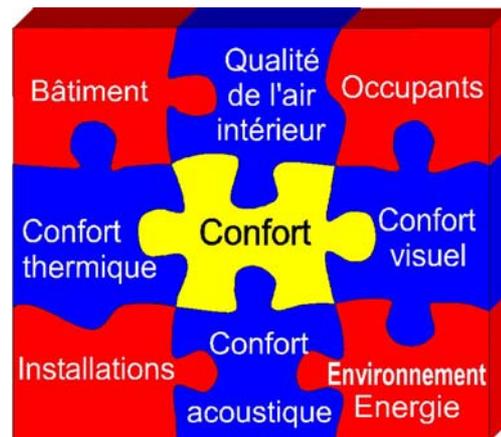


Figure 3 : Le confort intérieur d'un point de vue physique du bâtiment

4.1.2 Qualité de l'air intérieur

Le premier objectif de la ventilation est de maintenir une **bonne qualité de l'air intérieur**; c'est d'ailleurs la seule installation qui permette d'atteindre cet objectif¹⁶. La ventilation fournit de l'air frais aux différents espaces¹⁷ du bâtiment et en extrait l'air vicié.

Les termes "*ventilation de base*" ou "*ventilation hygiénique*" désignent les débits d'air servant à maintenir une bonne qualité de l'air, un débit supplémentaire pouvant être ajouté pour, par exemple, conditionner les espaces.

4.1.3 Confort thermique

Le second objectif de la ventilation est de maintenir un **bon confort thermique**¹⁸.

Cette fois, la ventilation n'est pas le seul système qui permette d'atteindre cet objectif. La ventilation a cependant un impact clair sur le confort thermique. Il faut dès lors éviter qu'elle ne le détériore, mais au contraire s'efforcer de faire en sorte qu'elle y contribue.

Pour assurer un bon confort climatique en été, le recours à un système de refroidissement actif peut être évité grâce à l'application d'une stratégie de *ventilation intensive nocturne*, pour autant qu'un certain nombre de conditions¹⁹ soient remplies. Ce point ne sera pas abordé en détail dans le présent document, qui s'intéresse essentiellement à la ventilation hygiénique.

¹⁶ Une qualité de l'air acceptable peut être assurée sans qu'un "système" de ventilation ne soit présent, si le bâtiment est peu étanche et/ou si les utilisateurs ouvrent suffisamment leurs fenêtres. Une telle stratégie est peu efficace et gourmande en énergie, et ne saurait être recommandée.

¹⁷ La terminologie anglaise du CEN TC 156 (voir § 3), utilise les termes "space" et "room", traduits en français par "espace" et "pièces". Ces deux notions n'étant pas définies dans le CR 12792, la distinction entre elles n'est pas claire. Nous avons utilisé la plupart du temps le terme "espace"; toutefois, dans certains cas, nous avons utilisé le terme "local" (au lieu de pièce), notamment lorsqu'il s'agissait d'espaces bien définis. Notons encore que d'autres réglementations (voir Annexe 1) utilisent le terme "local". En néerlandais, le terme "ruimte" peut couvrir les deux notions d'espace et de local.

¹⁸ Le confort thermique comprend différents aspects : la **température** résultante (que l'on peut évaluer en première approximation comme la moyenne entre la température de l'air et la température de surface des parois de l'espace), l'**humidité** relative de l'air et la **vitesse** de déplacement de l'air.

¹⁹ Sans entrer dans le détail, ces conditions sont : accepter que la température intérieure soit chaude durant un certain nombre d'heures de bureaux durant l'année (par exemple : 100 h au-dessus de 25.5°C dont 20 h au-dessus de 28°C); limiter les gains internes et solaires (protections solaires); rendre la masse thermique du bâtiment, qui doit être élevée, accessible (limiter les faux-planchers et faux-plafonds); prévoir des ouvertures de ventilation suffisamment grandes pour mettre en œuvre des débits importants (*ventilation intensive*); ...

Il sort du cadre de la présente brochure de développer ces aspects plus en détail.

4.2 ATTENTES PRINCIPALES DES UTILISATEURS

4.2.1 Consommation énergétique

La ventilation consomme de l'énergie : principalement pour le chauffage de l'air pulsé en hiver et pour les ventilateurs, en cas de ventilation mécanique. Comme le suggère la Figure 4, pour un certain nombre de personnes dans un bâtiment, la consommation d'énergie est proportionnelle au débit d'air, alors que le niveau de pollution atteint est inversement proportionnel au débit d'air. D'un point de vue énergétique, il convient donc de réduire le débit au maximum. Cependant, l'objectif premier de la ventilation est de maintenir la pollution sous un certain niveau, ce qui nécessite un débit minimum.

En été, lorsque la consommation d'énergie est faible, ce débit minimum peut être augmenté, afin de diminuer la concentration des polluants et d'augmenter la qualité d'air intérieur.

Afin de minimiser la consommation énergétique, il convient également de veiller à l'étanchéité du bâtiment (dès la conception mais surtout durant la construction), à l'étanchéité des conduits (également dès la conception et lors de l'installation), au système de régulation, à l'entretien du système de ventilation,...

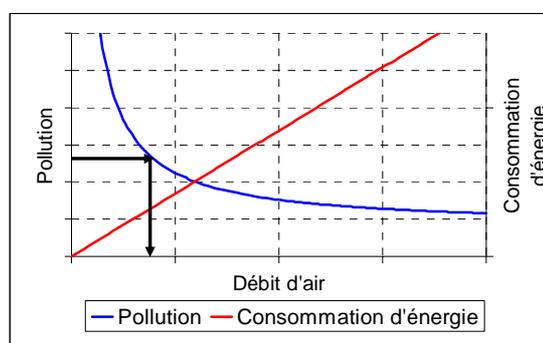


Figure 4 : Relation entre ventilation, pollution et consommation énergétique

4.2.2 Exigences de confort

Comme nous l'avons vu au § 4.1.1, le confort intérieur comprend 4 aspects, dont le confort thermique et le confort acoustique.

Le confort thermique

Le confort thermique inclut non seulement la température et l'humidité relative de l'air (et l'installation de ventilation peut aider à maintenir ces paramètres à leur niveau "idéal" (cfr. § 4.1.3)), mais également la sensation de courant d'air, qui est liée à la vitesse de l'air. La vitesse de l'air ne doit pas être excessive.

Le confort acoustique

La ventilation ne doit pas mettre le confort acoustique en péril. Un système de ventilation peut transmettre des sons de trois manières :

1. puisqu'il nécessite des ouvertures dans l'enveloppe du bâtiment, il peut transmettre des sons de l'extérieur,
2. il peut transmettre des sons d'un espace à l'autre,

3. il peut générer lui-même des nuisances sonores et les transmettre à travers le bâtiment (par exemple : ventilateurs, bouches d'alimentation qui "sifflent", ...).

4.3 AUTRES ATTENTES DES UTILISATEURS

Les utilisateurs ont encore toute une série d'attentes complémentaires vis-à-vis du système de ventilation : sécurité incendie, facilité d'entretien, espace requis minimal, ... Certains de ces points seront abordés plus en détail au chapitre 8 et dans l'Annexe 1.

5 ASPECTS RELATIFS À LA QUALITÉ DE L'AIR

Les chapitres 5 à 8 ont pour but de dresser une liste (non exhaustives) d'aspects sur lesquels le concepteur d'un système de ventilation devra porter son attention (et sur lesquels une norme devrait donc s'attarder).

A l'heure actuelle, il existe une norme européenne, la norme NBN EN 13779, qui contient un certain nombre d'aspects essentiels à l'expression des performances des systèmes de ventilation des immeubles non résidentiels. La norme NBN EN 13779 comprend un texte principal et cinq annexes informatives. Un aperçu de la table des matières est donné ci-dessous.

Avant-propos
Introduction
1. Domaine d'application
2. Références normatives
3. Termes et définitions
4. Symboles et unités
5. Classification
6. Environnement intérieur
7. Accord sur les critères de conception
8. Phases du projet à l'exploitation
Annexe A (Informative) Conseils de bonne pratique
Annexe B (Informative) Aspects économiques
Annexe C (Informative) Liste des vérifications pour la conception et l'utilisation de systèmes à consommation d'énergie faible
Bibliographie

Table 3 : Aperçu de la table des matières de la norme NBN EN 13779

Le premier objectif de la ventilation étant de maintenir une qualité d'air intérieure suffisante, le présent chapitre s'intéresse aux aspects qui y sont liés :

- **Comment définir la qualité de l'air intérieur ?**
- **Quels débits d'air faut-il fournir ?**
- **Que faire si l'air extérieur n'est pas pur ?**
- **Où faut-il et ne faut-il pas placer les bouches d'alimentation et d'extraction ?**
- ... liste non exhaustive...



Les niveaux de performances minimales qu'il paraît raisonnable d'exiger seront présentés dans des cadres identiques à celui-ci et repris au chapitre 9.

En outre, une référence à l'article de la proposition présentée au chapitre 9 sera donnée sous le format ( article 1).

5.1 CONDITIONS D'APPLICATION

Comme l'a montré la Figure 3, le confort (d'un point de vue physique du bâtiment) est soumis à quatre types de contraintes, dont l'environnement et le bâtiment.

Dans le cas de la qualité de l'air, il est important de garder en mémoire deux conditions essentielles au bon fonctionnement d'un système de ventilation hygiénique :

- 1) **L'air extérieur doit présenter une qualité suffisante** pour pouvoir être utilisé pour la ventilation. A défaut, il doit pouvoir être suffisamment assaini pour cet usage.
- 2) Le système de ventilation a pour but de diluer et d'évacuer **les polluants dus à l'occupation humaine**. Il n'est pas tenu compte de risques particuliers liés à l'émission de matières.

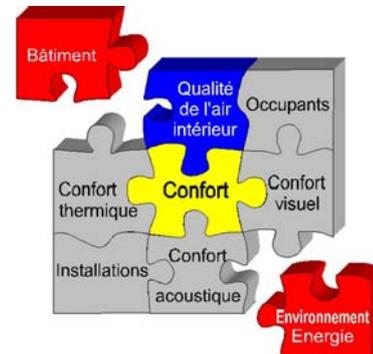


Figure 5 : Conditions d'application

Par ailleurs, la présente brochure s'intéresse à la **ventilation hygiénique** des immeubles de bureaux. Les systèmes de chauffage tout-air ou d'air conditionné ne sont pas pris en considération.

Enfin, la présente brochure **ne s'intéresse pas** à la ventilation des **espaces spéciaux**, pour lesquels des normes spécifiques peuvent exister. Par espaces spéciaux, on entend :

- les garages dont la surface (calculée sur base des dimensions intérieures) est supérieure à 40 m²,
- les chaufferies (→ NBN B 61-001 et NBN B 61-002 (projet)),
- les espaces de stockage de carburant,
- les locaux où se trouvent les compteurs de gaz (→ NBN D 51-003 :2003 (projet)),
- les locaux pour postes de détente de gaz naturel (→ NBN D 51-001),
- les cages et cabines d'ascenseurs,
- les conduits d'évacuation et espaces de collectes des déchets.

5.2 QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

La ventilation hygiénique a pour but de maintenir la qualité de l'air à un niveau suffisant. Il est donc nécessaire de définir cette notion de "qualité de l'air".

L'air est réputé de bonne qualité s'il ne contient pas de polluants qui engendrent un inconfort, des irritations, ou une menace pour la santé. La norme NBN EN 13779 distingue quatre catégories de qualité d'air intérieur.

Catégorie ²⁰	Description ²¹
IDA1	Qualité de l'air excellente
IDA2	Qualité de l'air moyenne
IDA3	Qualité de l'air modérée
IDA4	Qualité de l'air médiocre

Table 4 : Classification de l'air intérieur (d'après la NBN EN 13779 - Tableau 8)

Ces descriptions sont pour le moins évasives et inutilisables sans une méthode objective pour déterminer l'appartenance à l'une de ces catégories. Il convient dès lors d'identifier les types de pollutions.

Dans un immeuble de bureau, on distingue deux types de pollutions (voir Figure 6) : celles liées à l'occupation humaine et celles liées au bâtiment et à son utilisation. Connaissant les types de pollutions et leurs caractéristiques, il est possible de donner des critères objectivement quantifiables pour délimiter les trois catégories IDA1 à IDA4.

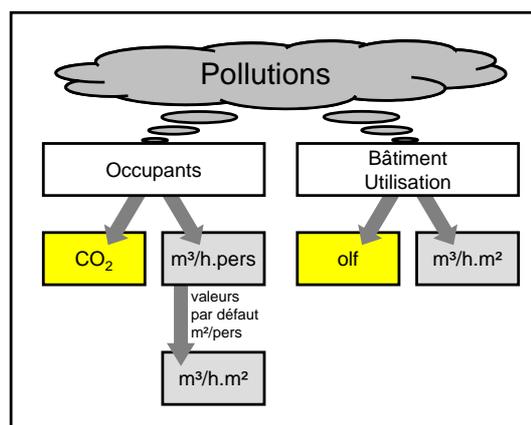


Figure 6 : Types de pollution

²⁰ Remarque : les noms des catégories de la version anglaise ont été préférés à ceux de la version française de la norme NBN EN 13779, afin de conserver une uniformité entre les versions française et néerlandaise de la présente brochure.

²¹ Le tableau 8 de la version française de la norme NBN EN 13379 n'est pas conforme à la version anglaise, en particulier pour la description de la catégorie INT3 (IDA3). Les termes repris ici sont ceux du tableau A.1.

5.2.1 Classification en fonction de la pollution due à l'occupation humaine

Première option : Classification directe par mesure du niveau CO₂

Dès les premières études sur la qualité de l'air, il a été démontré que le CO₂ est un bon indicateur de la pollution liée au métabolisme humain. De plus, il peut être mesuré objectivement avec une bonne précision. Il est par conséquent aisé d'opérer une classification selon le taux de CO₂.

Catégorie	Différence de concentration de CO ₂ entre l'air intérieur et extérieur	
	Plage type	Valeur par défaut
IDA1	≤ 400	350
IDA2	400 – 600	500
IDA3	600 – 1000	800
IDA4	> 1000	1200

**Table 5 : Classification de l'air intérieur selon le taux de CO₂
(NBN EN 13779 - Tableau 9)**

Cette méthode indirecte appelle plusieurs remarques :

1. Cette classification implique que la pollution est principalement due à l'occupation humaine (puisque le CO₂ est un indicateur de celle-ci) et qu'il est interdit de fumer (car le CO₂ n'est pas un bon indicateur de la présence de fumées de cigarettes).
2. Il est important de noter qu'il s'agit bien d'une différence entre les concentrations intérieure et extérieure. Cela implique qu'une même concentration absolue de CO₂ à l'intérieur de bâtiments situés en milieux ruraux et urbains n'implique pas la même catégorie de qualité d'air intérieur. Les capteurs de CO₂ mesurent la concentration ambiante et non une différence de concentration. Si un capteur gère un dispositif de ventilation, l'algorithme de contrôle devrait disposer de la concentration extérieure de CO₂. A défaut, il devrait tenir compte d'une valeur moyenne (en général 350 à 450 ppm).
3. Actuellement, le prix des capteurs reste une barrière à leur pénétration sur le marché (mais cette situation devrait s'améliorer dans un proche avenir). Dès lors, une méthode indirecte de classification a été proposée.

Seconde option : Classification indirecte selon le taux de ventilation par de l'air extérieur

Cette méthode indirecte se base sur la classification par taux de CO₂. Sachant qu'une personne exerçant une activité de bureau produit environ 18 litres de CO₂ par heure, on a :

$$q_{v,sup} = \frac{q_{m,E}}{\Delta C_r}$$

où $q_{v,sup}$ est le débit d'air fourni, en m³/h,

$q_{m,E}$ est le débit massique d'émission du polluant, soit 18 l/h \cong 35.6 g/h,

ΔC_r est la différence de concentration autorisée selon la catégorie (voir 5).

Ainsi, par exemple, pour la catégorie IDA1 :

$$q_{v,sup} = (35600 \text{ mg/h}) / (400 \text{ ppm} * 1.8 \text{ mg/m}^3/\text{ppm}) = 49 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cette valeur suppose une efficacité parfaite de la ventilation, des conditions de travail d'un bureau et un espace dont les matériaux n'émettent aucun polluant. Pour palier à ces simplifications, ce débit a été divisé par un coefficient correcteur arbitrairement fixé à 0.9, d'où $q_{v,sup} = 49/0.9 = 54 \text{ m}^3/\text{h}$.

Catégorie	Unités	Débit de ventilation par de l'air extérieur (zone non fumeur)		Débit de ventilation par de l'air extérieur (zone fumeur)	
		Plage type	Valeur par défaut	Plage type	Valeur par défaut
IDA1	m ³ /h.personne	> 54	72	> 108	144
	l/s.personne	> 15	20	> 30	40
IDA2	m ³ /h.personne	36 - 54	45	72 - 108	90
	l/s.personne	10 - 15	12.5	20 - 30	25
IDA3	m ³ /h.personne	22 - 36	29	43 - 72	58
	l/s.personne	6 - 10	8	12 - 20	16
IDA4	m ³ /h.personne	< 22	18	< 43	36
	l/s.personne	< 6	5	< 12	10

Table 6 : Classification selon le taux de ventilation par de l'air extérieur (NBN EN 13779 - Tableau 11)

Comme l'indique la Table 6, dans les zones où il est permis de fumer, les débits doivent être multipliés par 2 (et ce quel que soit le pourcentage de fumeurs). Il est en outre fortement recommandé de bien séparer les zones fumeurs des zones non-fumeurs afin d'éviter la contamination des premières par les secondes (et ce quelle que soit la classification adoptée). De plus, la distinction entre zones fumeurs et non-fumeurs devrait être clairement connue des usagers, par un marquage adéquat des espaces.

La norme NBN EN 13779 considère que, si aucune indication n'est donnée, il faut supposer qu'il est interdit de fumer. Cette hypothèse est peut-être conforme aux us et coutumes dans certains pays européens, mais ne l'est pas pour la Belgique. Dans notre pays en effet, les espaces non fumeurs sont toujours clairement signalés. Par conséquent, afin de maintenir une qualité d'air acceptable, il semble plus judicieux de considérer que, à défaut d'indication d'interdiction explicite, il est autorisé de fumer.



A défaut de prévoir une interdiction de fumer explicite, le concepteur d'un bâtiment doit considérer qu'il est autorisé de fumer et doit prévoir les débits d'air en conséquence (📖 article 5.2).

Cette méthode indirecte appelle plusieurs remarques :

1. Il s'agit d'air extérieur, indépendamment de sa catégorie. L'air est supposé avoir été filtré correctement (voir Table 12).
2. Ces valeurs ont été calculées sur base de l'hypothèse d'un taux d'émission de CO₂ de 18 l/h, ce qui correspond à une activité de bureau sédentaire (avec un métabolisme de ± 1.2 met). Elles supposent également que l'efficacité de la ventilation est égale à 1, et que les matériaux soient peu polluants. Au cas où ces hypothèses ne sont pas satisfaites, les débits proposés devraient être revus à la hausse (et ce en dépit du coefficient correcteur).
3. Le taux de renouvellement d'air d'un espace peut varier en fonction du nombre de personnes présentes dans cet espace. Tout comme la classification selon le taux de CO₂, la classification indirecte autorise la ventilation en fonction de la demande réelle. Une telle stratégie permettra de réaliser des économies d'énergie.
4. Si l'occupation nominale n'est pas connue lors du dimensionnement du système de ventilation, on se basera sur des valeurs par défaut (voir § 9.2).

5.2.2 Classification en fonction de la pollution liée au bâtiment et à son utilisation

Classification directe en fonction de la perception de la qualité de l'air par les occupants

Nous l'avons vu, les sources de pollution dans un bâtiment sont multiples et ne sont certainement pas uniquement liées au métabolisme humain. Une méthode a été développée pour prendre en considération d'autres types de polluants.

Le principe est de quantifier de manière objective la perception de la qualité de l'air par les occupants, due au sens olfactif (situé dans la cavité nasale) et à la sensibilité chimique (située dans les muqueuses nasales et dans les yeux). Cette méthode a nécessité la création de deux nouvelles unités : les olfs et les décipols.

La pollution standard d'un employé de bureau moyen dont la sensation thermique est neutre est définie comme étant égale à **1 olf**. Suivant le taux de ventilation de l'espace où cet "employé standard" se trouve, un nombre plus ou moins important de personnes sera insatisfait de la qualité de l'air. L'intensité d'une source quelconque de pollution peut dès lors

être exprimée en "personnes équivalentes" ou olfs, c'est-à-dire en nombre de personnes standards nécessaires pour causer le même taux d'insatisfaction.

La perception de la qualité de l'air peut encore être exprimée en décipols, notés dp. La qualité de l'air dans un espace présentant une source de pollution d'intensité de 1 olf et ventilé par de l'air frais à raison de 10 l/s est de **1 dp**. On a donc $1 \text{ dp} = (1 \text{ olf}) / (10 \text{ l/s})$.

Cette méthode paraît fort ingénieuse. Cependant, tant qu'il n'existe pas un appareil capable de mesurer des décipols, elle est difficilement applicable en pratique. En outre, toutes les pollutions nuisibles à la santé ne sont pas nécessairement perçues par l'homme.

Catégorie	Qualité de l'air perçue en decipols	
	Plage type	Valeur par défaut
IDA1	$\leq 1.0 \text{ dp}$	0.8 dp
IDA2	1.0 – 1.4 dp	1.2 dp
IDA3	1.4 – 2.5 dp	2.0 dp
IDA4	$> 2.5 \text{ dp}$	3.0 dp

**Table 7 : Classification selon le niveau de décipol
(NBN EN 13779 - Tableau 10)**

Cas particulier : espaces non prévus pour l'occupation humaine : Classification indirecte selon le taux de ventilation par de l'air extérieur

Les espaces qui ne sont pas conçus pour l'occupation humaine (tels que les espaces d'archives, caves, ou espaces de circulation) doivent également être ventilés pour y maintenir une bonne qualité d'air. La norme propose de définir la catégorie de qualité d'air en fonction des débits donnés à la Table 8. Ces valeurs ne sont applicables que pour autant il n'y ait pas de polluants tels que le CO, le radon, ...

Catégorie	Unités	Débit de ventilation par de l'air extérieur	
		Plage type	Valeur par défaut
IDA1	m ³ /h.m ² l/s.m ²	Classification non applicable	
IDA2	m ³ /h.m ² l/s.m ²	> 2.5	3
		> 0.7	0.83
IDA3	m ³ /h.m ² l/s.m ²	1.3 - 2.5	2
		0.35 - 0.7	0.55
IDA4	m ³ /h.m ² l/s.m ²	< 1.3	1
		< 0.35	0.28

Table 8 : Classification selon le taux de ventilation par de l'air extérieur par surface nette pour les espaces non prévus pour l'occupation humaine (NBN EN 13779 - Tableau 12)



La norme NBN EN 13779 impose que les espaces non prévus pour l'occupation humaine soient ventilés avec de l'air extérieur. Toutefois, il semble (techniquement et économiquement) plus raisonnable d'accepter que de l'air repris de qualité ETA1 ou ETA2 puisse être transféré vers ce type d'espaces (📖 article 5.2.)

5.2.3 Débits d'air minimaux

Quelle que soit la classification adoptée, la détermination des débits d'air minimaux dans les espaces se fait selon la catégorie de qualité d'air intérieur désirée.



Il semble raisonnable d'exiger une catégorie IDA3 ou supérieure (IDA2 ou IDA1) (📖 article 5.1).

5.3 DÉBITS D’AIR DANS DES ESPACES SPÉCIFIQUES

La norme NBN EN 13779 donne des débits typiques à réaliser dans les cuisines et les toilettes, dans le cas d'un système où seule l'extraction est mécanique.

Catégorie	Unités	Débit de ventilation par de l'air extérieur		
		Plage type	Valeur par défaut	
Cuisines à usage simple (par exemple : cuisine pour préparer des boissons chaudes) (*)	m ³ /h	> 72	108	
	l/s	> 20	30	
Toilettes/Salles de bain (**)	m ³ /h	> 24	36	
	- Minimum par espace	l/s	> 6.7	
	- Débit par surface	m ³ /h.m ²	> 5.0	7.2
		l/s.m ²	> 1.4	2.0

Table 9 : Valeurs de dimensionnement des débits d'air repris (d'après la NBN EN 13779 - Tableau 23)

Remarques :

(*) Ces débits ne sont pas valables pour des cuisines à usage professionnel, pour lesquelles une étude spécifique est nécessaire.

(**) Ces débits sont valables pour autant que l'extraction fonctionne au moins 50 % du temps; dans le cas contraire, des débits plus élevés sont requis.

Dans le cas d'un système de ventilation mécanique (alimentation et extraction mécanique), le débit d'air repris est donné par le débit d'air d'alimentation et les conditions de pressions souhaitées. Il semble cependant peu judicieux de ne pas donner d'information sur les débits d'air à réaliser dans les toilettes pour d'autres systèmes de ventilation que l'extraction mécanique.

En Région wallonne, la réglementation impose "une extraction mécanique permettant un débit nominal de 30 m³/h par appareil [sanitaire, y compris urinoir] en cas de fonctionnement continu et de 60 m³/h en cas de fonctionnement intermittent".



Il semble judicieux d'exiger un débit d'air minimum dans les toilettes. En outre, lorsque, lors du dimensionnement de l'installation, le nombre de toilettes n'est pas connu, on supposera qu'il est égal à la moitié de la superficie (en m²) de l'espace sanitaire (2 m²/toilette) (☞ article 5.5.2).

5.4 QUALITÉ DE L'AIR NEUF (OU AIR EXTÉRIEUR)

Remarque importante : Les normes NBN EN 12792 et NBN EN 13779 parlent de "*outdoor air*". Bien que la traduction exacte de ces mots soit "air extérieur", la terminologie française adoptée par le CEN a opté pour le terme "*air neuf*". Dans la suite de ce texte, on utilisera donc le terme "air neuf", mais il s'agira toujours d'air extérieur.

Puisque l'un des objectifs primaires de la ventilation est d'obtenir une bonne qualité d'air intérieur en renouvelant l'air vicié par de l'air neuf provenant de l'extérieur, il faut que l'air neuf soit de bonne qualité.

Pour pouvoir évaluer la qualité de l'air neuf, il faut tout d'abord définir cette notion. La normalisation européenne distingue cinq catégories.

Catégorie	Description
ODA1	Air pur susceptible de n'être poussiéreux que temporairement (par exemple pollen)
ODA2	Air neuf avec une concentration importante de particules
ODA3	Air neuf avec une concentration importante de polluants gazeux
ODA4	Air neuf avec une concentration importante de polluants gazeux et de particules
ODA5	Air neuf avec une concentration très élevée de polluants gazeux ou de particules

Table 10 : Classification de l'air neuf (NBN EN 13779 - Tableau 5)

A nouveau, une telle classification n'est pas réellement applicable si des critères ne sont pas fixés de manière univoque afin de différencier les cinq catégories. Malheureusement, constatant la disparité des réglementations nationales existantes et l'absence de critères bien établis permettant de fixer ces limites, la norme NBN EN 13779 ne donne pas de valeur par défaut pour chacune des catégories ODA. Il se contente de décrire la qualité de l'air neuf en trois types de lieux différents, sans les rattacher à une catégorie particulière. L'auteur de projet est invité à se référer aux recommandations et/ou aux réglementations nationales.

Description du lieu	CO ₂ ⁽³²⁾ [ppm]	CO [mg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	SO ₂ [µg/m ³]	Particules [mg/m ³]	PM10 [µg/m ³]
Zones rurales, pas de source importante	350	< 1	5 à 35	< 5	< 0.1	< 20
Petites villes	375	1 à 3	15 à 40	5 à 15	0.1 à 0.3	10 à 30
Centres villes pollués	400	2 à 6	30 à 80	10 à 50	0.2 à 1.0	10 à 50

Table 11 : Exemples de concentrations moyennes annuelles de polluants de l'air neuf (NBN EN 13779 - Tableau 6)

Remarque : C'est le polluant le plus abondant qui détermine la catégorie de l'air neuf.

La qualité d'air neuf constitue bien évidemment une contrainte du problème; elle est imposée par l'environnement et non par la législation. La qualité de l'air intérieur constitue elle une imposition du législateur et/ou du maître d'ouvrage. Pour pouvoir garantir l'exigence sur la qualité de l'air intérieur en fonction de la contrainte de qualité d'air neuf, il faut que l'air neuf soit d'une qualité supérieure à celle de l'air intérieur. Sans quoi, il sera nécessaire de recourir à un système de *filtres*.

		Qualité de l'air intérieur			
		IDA1 (excellente)	IDA2 (moyenne)	IDA3 (modérée)	IDA4 (médiocre)
Qualité de l'air neuf	ODA1 (air pur)	F9	F8	F7	F6
	ODA2 (poussière)	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
	ODA3 (gaz)	F7/F9	F8	F7	F6
	ODA4 (poussière+gaz)	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
	ODA5 (concentration très forte)	F6/GF/F9	F6/GF/F9	F6/F7	G4/F6

Table 12 : Filtre à utiliser selon la catégorie d'air neuf et la catégorie d'air intérieur désirée (NBN EN 13779 - Tableau A.1)

L'annexe A.3 de la norme NBN EN 13779 donne des recommandations concernant les filtres. Le type de filtre à utiliser dépend de la qualité de l'air neuf à laquelle le bâtiment est soumis et à la qualité intérieure que l'on désire obtenir.

La classe d'un filtre est déterminée par un essai décrit dans la norme *NBN EN 779 :2003 : Filtres à air de ventilation générale pour l'élimination des particules - Détermination des performances de filtration*. Une classe G désigne un filtre grossier, une classe F désigne un filtre fin, GF désigne des filtres à gaz²².

²² La classification se fait selon le rendement moyen d'arrêt de poussières du filtre, déterminé à une certaine perte de charge finale. Les poussières et la perte de charge finale sont différentes pour les classes G et F (G : poussières synthétiques, 250 Pa - F : particules 0.4 µm, 450 Pa). Une classe F6 est définie par un rendement moyen E_m compris entre 60 % et 80 %, une classe F7 par E_m compris entre 80 % et 90 %, une classe F8 par E_m compris entre 90 % et 95 %, et une classe F9 par E_m supérieur à 95 %. Pour plus de détails, le lecteur se référera à la norme NBN EN 779.

L'annexe A.3 donne également un certain nombre de recommandations, dont :

- Un grand soin doit être apporté au dimensionnement et au choix de la position des bouches d'alimentation, afin d'éviter l'apport d'impuretés, de pluie ou de neige dans le filtre.
- Le remplacement des filtres doit intervenir lorsque la perte de pression dépasse une limite, ou lorsque leur durée de vie est atteinte. Pour les filtres de première filtration (lorsque la filtration a lieu en deux étapes, sans compter le préfiltrage), cette durée est de maximum 2000 heures de fonctionnement ou d'un an. Pour les filtres ultérieurs et les filtres des systèmes d'extraction ou de recyclage, cette durée est de maximum 4000 heures de fonctionnement ou de deux ans. Le remplacement se fera de préférence en automne, à la fin de la saison des pollens.
- Pour les autres recommandations, le lecteur se référera directement à la norme NBN EN 13779.

5.5 QUALITÉ DE L'AIR FOURNI

L'air pulsé dans un espace est dénommé "air fourni" par la norme NBN EN 13779. Cet air peut être constitué non seulement d'air neuf requis par la ventilation hygiénique, mais également d'une certaine quantité d'air recyclé, notamment pour le conditionnement des espaces. Dès lors, la qualité de l'air fourni peut être moindre que la qualité de l'air neuf. La norme distingue donc deux catégories de qualité d'air fourni.

Catégorie	Description
SUP1	Air fourni ne contenant que de l'air neuf
SUP2	Air fourni contenant de l'air neuf et de l'air recyclé

Table 13 : Classification de l'air fourni (NBN EN 13779 - Tableau 7)

Cette classification est évidemment très limitée. Elle ne tient pas compte du fait que l'air neuf peut être pollué par le système de ventilation lui-même. C'est pourquoi, la norme recommande de ne pas se contenter de ces deux catégories, mais de définir des limites de concentration de polluants à ne pas dépasser dans l'air fourni.

5.6 QUALITÉ DE L'AIR REPRIS

Il est également nécessaire de pouvoir évaluer la qualité de l'air repris d'un espace, puisqu'il pourra ensuite être transféré, ou recyclé. La qualité de l'air repris dépend du type d'espace et des activités qui s'y produisent. La norme distingue quatre catégories, de manière descriptive. Si l'air repris contient de l'air provenant de différents espaces, c'est la catégorie ayant le nombre le plus élevé qui détermine la catégorie.

Catégorie	Description	Exemples (à titre informatif)
ETA1	<u>Air repris avec un faible niveau de pollution</u> Air des pièces où les sources principales d'émission sont les matériaux et structures de la construction, et air provenant des pièces où les sources principales d'émission sont le métabolisme humain et les matériaux et structures du bâtiment. Les pièces où il est autorisé de fumer sont exclues.	Bureaux, y compris les petites pièces de stockage intégrées, espaces pour service public, salles de classes, escaliers, couloirs, salles de réunion, espaces commerciaux sans source d'émission supplémentaire.
ETA2	<u>Air repris avec un niveau de pollution modéré</u> Air provenant de pièces occupées qui contiennent plus d'impuretés que la catégorie 1 provenant des mêmes sources et/ou aussi des activités humaines. Pièces devant autrement faire partie de la catégorie ETA 1 mais où il est permis de fumer.	Salles à manger, cuisines pour préparation de boissons chaudes, magasins, entrepôts d'immeubles de bureaux, chambres d'hôtel, vestiaires.
ETA3	<u>Air repris avec un niveau de pollution élevé</u> Air provenant de pièces où l'humidité émise, les procédés, les produits chimiques, etc. abaissent considérablement la qualité de l'air.	Toilettes et lavabos, saunas, cuisines, quelques laboratoires de chimie, ateliers de reproduction, fumeurs.
ETA4	<u>Air repris avec un niveau de pollution très élevé</u> Air contenant des odeurs et des impuretés nuisibles à la santé avec des concentrations nettement plus élevées que celles admises pour l'air intérieur dans des zones occupées.	Hottes aspirantes à usage professionnel, grills et évacuations locales de cuisines, garages et tunnels routiers, parcs à voitures, locaux de manutention de peintures et solvants, locaux pour linge sale non lavé, locaux pour débris alimentaires, systèmes de nettoyage à air centralisés, fumeurs à usage intensif et certains laboratoires de chimie.

Table 14 : Classification de l'air repris (NBN EN 13779 - Tableau 3)

L'annexe A.6 de la norme NBN EN 13779 donne des recommandations concernant la réutilisation de l'air repris.

Catégorie	Remarques concernant la réutilisation possible
ETA1	Cet air convient pour de l'air recyclé et de l'air transféré.
ETA2	Cet air ne convient pas à de l'air recyclé mais il est permis de l'utiliser pour de l'air transféré dans des toilettes, lavabos, garages et autres espaces similaires.
ETA3	Cet air ne convient pas pour de l'air recyclé ou transféré.
ETA4	Cet air ne convient pas pour de l'air recyclé ou transféré.

Table 15 : Réutilisation de l'air repris (NBN EN 13779 - Tableau A.2)



Il est raisonnable d'exiger le respect des recommandations données par la norme européenne.

Toutefois, il semble (techniquement et économiquement) plus raisonnable d'accepter que de l'air repris de qualité ETA1 ou ETA2 puisse être transféré vers les espaces non prévus pour l'occupation humaine (y compris les couloirs) ( article 5.3).

5.7 QUALITÉ DE L'AIR REJETÉ

La norme distingue également quatre catégories d'air rejeté, de manière descriptive. La différence de catégorie entre l'air rejeté et extrait provient uniquement d'un éventuel traitement de celui-ci. La catégorie de l'air rejeté a une influence sur l'emplacement des bouches de prise et de rejets d'air.

Catégorie	Description
EHA1	Taux de pollution faible Equivalente à ETA 1 (ne peut être atteint par traitement)
EHA2	Taux de pollution modéré Equivalente à ETA 2
EHA3	Taux de pollution élevé Equivalente à ETA 3
EHA4	Taux de pollution très élevé Equivalente à ETA 4

Table 16 : Classification de l'air rejeté (d'après la NBN EN 13779 - Tableau 4)

5.8 EMBLACEMENT DES BOUCHES DE PRISE ET DE REJET D'AIR

L'emplacement des bouches de prise et de rejet d'air constitue un aspect important. En effet :

- l'emplacement des bouches de prise et de rejet d'air doit favoriser le tirage naturel dû à "l'effet cheminée" et au vent,
- l'air fourni devant être de bonne qualité (cfr. § 5.1), il ne faut pas que l'air pris à l'extérieur soit pollué par l'air rejeté ou par une autre source de pollution.

C'est pourquoi l'annexe A.2 de la norme NBN EN 13779 donne un certain nombre de prescriptions relatives à cet aspect. Ces prescriptions peuvent être très brièvement résumées comme suit :

- Les bouches de prise d'air ne doivent pas être situées près de sources de pollution (au sens large) telles qu'une rue encombrée, un conduit d'extraction (du même bâtiment ou d'un autre), la neige (distance minimale entre le sol et la grille), un excès de chaleur en été (cas d'une grille placée à côté d'un toit non protégé), point de collecte de déchets, parking de trois voitures ou plus, tours de refroidissements, ...

- En règle générale, les bouches d'extraction doivent déboucher en toiture (à l'exception des bouches d'extraction d'air de qualité EHA1 de débit inférieur à 1800 m³/h et satisfaisant une série de conditions).
- Des distances minimales entre les bouches d'alimentation et d'extraction doivent être préservées. Les distances recommandées sont données par la norme NBN EN 13779, annexe A.2.4.
- Il faut tenir compte du fait que les prises d'air doivent être accessibles pour être nettoyées.

5.9 ECHANGEURS DE CHALEUR

Les échangeurs de chaleur sont une autre source possible de contamination entre l'air repris et l'air fourni. En effet, les échangeurs à plaques présentent une certaine inétanchéité entre les plaques. Quant aux échangeurs rotatifs, une certaine contamination de l'air fourni par de l'air repris est inévitable, vu le principe même du fonctionnement de cet échangeur. C'est pourquoi la norme NBN EN 13779 (§ A.4) recommande, en fonction de la catégorie de l'air repris :

- air repris ETA2 : maintenir une surpression du côté de l'air pulsé (débit pulsé supérieur au débit extrait),
- air repris ETA3 : maintenir une surpression du côté de l'air pulsé; dans le cas où une contamination est possible (par exemple : échangeur rotatif), maintenir moins de 5 % d'air repris dans l'air pulsé,
- air repris ETA4 : échanger la chaleur par l'intermédiaire d'un autre caloporteur (par exemple : échangeur à eau glycolée).

5.10 CONDITIONS DE PRESSIONS

Les conditions de pressions dans les différents espaces ont une influence sur la qualité de l'air, dans la mesure où elles favorisent ou empêchent la propagation des polluants, y compris les odeurs. Cet aspect est abordé dans l'annexe A.10 de la norme NBN EN 13779.

5.11 ENTRETIEN DES INSTALLATIONS

L'entretien du système de ventilation a une influence sur la qualité de l'air intérieur. Cet aspect est abordé dans divers paragraphes de la norme NBN EN 13779 (voir § 8.4).

6 ASPECTS RELATIFS AUX PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES

Une des attentes de l'utilisateur porte sur la consommation énergétique. Afin de diminuer celle-ci, plusieurs aspects doivent être pris en considération, dont :

- **les débits d'air mis en œuvre,**
- **le type de contrôle (gestion) de la ventilation,**
- **la puissance spécifique des ventilateurs,**
- **l'étanchéité à l'air des conduits,**
- **l'étanchéité à l'air du bâtiment,**
- ...liste non exhaustive...

6.1 DÉBIT D'AIR À METTRE EN ŒUVRE

Les débits d'air doivent être déterminés de telle sorte que la qualité de l'air soit maintenue au niveau souhaité (voir chapitre 5). Il n'est pas nécessaire de ventiler plus, particulièrement lorsque le coût énergétique est important (en période de chauffe ou de refroidissement par exemple).

6.2 TYPES DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ D'AIR INTÉRIEUR

Différents systèmes et algorithmes de contrôle peuvent être utilisés pour limiter les débits d'air lorsque la qualité de l'air est (réputée) suffisante. La norme NBN EN 13779 en distingue quatre types.

Catégorie	Description
IDA-C1	Sans régulation : Le système fonctionne constamment.
IDA-C2	Régulation manuelle : Le système fonctionne selon une commutation manuelle.
IDA-C3	Régulation temporelle: Le système fonctionne selon un programme temporel donné.
IDA-C4	Régulation par l'occupation : Le système fonctionne en fonction de la présence (commutateur d'éclairage, détecteurs à infrarouge, etc.).
IDA-C5	Régulation par la présence (nombre de personnes) : Le système fonctionne en fonction de la présence de personnes dans l'espace.
IDA-C6	Régulation directe : Le système est régulé par des détecteurs mesurant les paramètres l'air intérieur ou des critères adaptés (détecteurs de CO ₂ , gaz mélangés, COV, etc.). Les paramètres utilisés doivent être adaptés à la nature de l'activité dans l'espace.

**Table 17 : Classification du type de contrôle de la qualité de l'air intérieur
(NBN EN 13779 - Tableau 13)**



Dans le contexte de l'utilisation rationnelle de l'énergie, il semble raisonnable de ne pas promouvoir/concevoir/utiliser des systèmes de contrôle de catégorie IDA-C1 et IDA-C2 (☞ article 5.3).

6.3 PUISSANCE SPÉCIFIQUE DES VENTILATEURS

Afin d'évaluer les performances énergétiques du ventilateur, la norme NBN EN 13779 définit cinq catégories de puissance spécifique des ventilateurs.

Catégorie	Puissance spécifique
SFP 1	inférieure à 500 W.s/m ³
SFP 2	entre 500 et 750 W.s/m ³
SFP 3	entre 750 et 1250 W.s/m ³
SFP 4	entre 1250 et 2000 W.s/m ³
SFP 5	supérieure à 2000 W.s/m ³

Table 18 : Classification des puissances spécifiques des ventilateurs (NBN EN 13779 - Tableau 17)



Dans le contexte de l'utilisation rationnelle de l'énergie, il semble raisonnable de ne pas promouvoir/concevoir/utiliser des ventilateurs dont le rendement est trop faible. Le législateur pourrait interdire l'utilisation de ventilateurs de catégorie SFP5 ou SFP4 (☞ article 5.6).

6.4 ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DU SYSTÈME DE VENTILATION

L'étanchéité à l'air du système de ventilation influence les performances énergétiques du système de ventilation (et/ou la qualité de l'air intérieur). En effet, le ventilateur devra fournir un débit égal aux débits nominaux nécessaires pour maintenir une qualité de l'air dans les espaces, augmentés des débits de fuites dus à l'inétanchéité des conduits. Ceci entraîne une augmentation de :

- l'énergie de préchauffage de l'air en hiver,
- l'énergie nécessaire au conditionnement de l'air en été (le cas échéant),
- l'énergie consommée par le ventilateur.

La norme NBN EN 13779 - § A.8 donne des recommandations relatives à cet aspect.

Le principe de base est d'éviter que l'infiltration/l'exfiltration dans la partie du système en dépression/surpression ne dépasse un certain pourcentage du débit total. Le pourcentage maximal admissible est de 6%. Cependant, la classe d'étanchéité de chaque partie du

système de ventilation doit être choisie selon sa fonction, comme cela est illustré à la Table 19.

Description	Classe d'étanchéité
Groupe de traitement d'air Conduits visibles dans les endroits ventilés qu'ils desservent et où la pression différentielle par rapport à l'air intérieur est inférieure ou égale à 150 Pa.	Classe A ($f = 0.027 p^{0.65}$ avec f = débit de fuite en l/s.m ² et p = pression statique en Pa)
Autres conduits. Conduits d'extraction en surpression situés dans des espaces autres que les espaces techniques.	Classe B ($f = 0.009 p^{0.65}$, donc 3 fois plus étanche que la classe A)
Cas particuliers où il y a un risque pour la qualité de l'air, les conditions de pression ou le fonctionnement du système.	Classe C ($f = 0.003 p^{0.65}$, donc 3 fois plus étanche que la classe B)
Cas spéciaux	Classe D ($f = 0.001 p^{0.65}$, donc 3 fois plus étanche que la classe C)

**Table 19 : Etanchéité à l'air des composants du système de ventilation
(d'après la norme NBN EN 13779 - Annexe A.8)**

La norme NBN EN 13779 rappelle que les débits d'air fourni dans un espace doivent l'être effectivement; le débit d'air fourni par le ventilateur doit donc inclure les fuites d'air dues aux inétanchéités du réseau de conduits.



Mesure

La mesure de l'étanchéité est décrite par les normes NBN EN 12237 et NBN EN 1886. Pour cet essai, la partie du réseau de ventilation à tester est isolée du reste du système et les bouches de pulsion/extraction sont bouchées. Le réseau est ensuite mis en pression ou en dépression grâce à un ventilateur. Plusieurs couples débits - différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du conduit sont mesurés. L'étanchéité à l'air du conduit est déduite de ces mesures. Elle s'exprime sous la forme d'une relation de type $f = C \cdot p^n$, ainsi que sous la forme d'une classe (A,B,C,D).



Figure 7 : Pressurisation d'un conduit de ventilation

La Figure 7 montre un test de pressurisation de conduit. On peut voir que les (futurs) bouches de pulsion sont bouchées par un ballon, à l'exception de l'une d'entre elles sur laquelle est raccordé le ventilateur. Le test a idéalement lieu durant la phase de construction, avant que le réseau de conduites ne soit caché par les éventuels faux-plafonds. De la sorte, non seulement il est plus facile d'isoler la partie du réseau à tester, mais de plus, les fuites pourront éventuellement être détectées par une visualisation à l'aide de fumigène.

6.5 ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DU BÂTIMENT

L'inétanchéité à l'air du bâtiment influence les performances énergétiques du système de ventilation, mais peut également perturber son bon fonctionnement. Il convient donc d'attacher de l'importance à cet aspect, dès la conception du bâtiment, mais principalement lors de sa construction.

La norme NBN EN 13779 - § A.9 donne quelques recommandations relatives à cet aspect. Les bâtiments avec un système de pulsion et d'extraction mécanique devraient présenter une étanchéité à l'air inférieure à $n_{L50} = 1 \text{ h}^{-1}$ pour les bâtiments de plus de 3 étages et à $n_{L50} = 2 \text{ h}^{-1}$ pour les autres bâtiments.



Mesure

La mesure de l'étanchéité est décrite par la norme NBN EN 13829. Pour cet essai, toutes les fenêtres et portes extérieures du bâtiment sont fermées. Les dispositifs de ventilation (entrées et sorties d'air) sont fermés. Les portes intérieures sont maintenues ouvertes. L'immeuble est pressurisé/dépressurisé par une "porte soufflante". Le débit, ainsi que la différence de pression à travers cette porte sont mesurés. L'étanchéité à l'air de l'immeuble est déduite de ces mesures. Elle s'exprime sous la forme du nombre de renouvellements de l'air par heure pour une différence de pression de 50 Pa (n_{L50}). Cette différence de pression est une bonne valeur pour effectuer des comparaisons entre les mesures réalisées sur différents immeubles, mais elle n'est pas très réaliste, car les différences de pression réelles sont en moyenne de l'ordre de 2 Pa. Une règle



Figure 8 : Porte soufflante pour l'essai de pressurisation du bâtiment

de calcul simplifiée permet d'estimer le taux moyen (sur base annuelle) de renouvellement de l'air dû à l'infiltration : il faut diviser la valeur n_{L50} par un facteur compris entre 10 et 30, que l'on fixe souvent à 20.

Pendant la pressurisation du bâtiment, les principales fuites peuvent éventuellement être détectées par visualisation au moyen de fumigène.



Figure 9 : Visualisation par fumigène des fuites à l'angle des nouveaux châssis

6.6 PERTES DE CHARGE DES COMPOSANTS DU SYSTÈME DE VENTILATION

Les pertes de charge des composants du système de ventilation devraient être aussi basses que possible, afin de maintenir la consommation des ventilateurs aussi faible que possible. La norme NBN EN 13779 - § A.12.2 donne des recommandations relatives à cet aspect.

7 ASPECTS RELATIFS AU CONFORT

Outre la qualité de l'air, le confort comprend également le confort thermique, le confort acoustique et le confort visuel :

- **Le confort thermique** dépend de la température de l'air et des surfaces de l'espace, de l'humidité et de la vitesse de l'air, et est influencé par le type d'activité, les vêtements, ... Seule la vitesse de l'air sera abordée ici.
- **Le confort acoustique** est dégradé par les bruits transmis par le système (bruits extérieurs, bruits des autres locaux, bruits générés par le système lui-même).
- **Le confort visuel** n'est pas influencé par la ventilation, à l'exception des aspects esthétiques.

7.1 ZONE D'OCCUPATION

Il est difficile de garantir que les critères de confort soient satisfaits dans l'ensemble d'un espace. Ainsi par exemple, en hiver, une personne assise à quelques centimètres d'une fenêtre risque d'être soumise à un inconfort dû au "rayonnement froid" émis par la fenêtre. De même, une personne se tenant trop près d'une bouche d'alimentation risque d'être gênée par un courant d'air, même si la température de l'air pulsé est confortable et que la bouche est munie d'un diffuseur de qualité. Ces gênes locales sont difficiles à éviter près des parois. C'est pourquoi on définit la zone d'occupation d'un espace comme un volume intérieur à cet espace, dont les parois (imaginaires) sont situées à une certaine distance des parois réelles de l'espace.

Distance par rapport à la surface interne de l'élément	Plage type	Valeur par défaut
Plancher (limite inférieure)	0.00 à 0.20 m	0.05 m
Plancher (limite supérieure)	1.30 à 2.00 m	1.80 m
Fenêtres et portes extérieures	0.50 à 1.50 m	1.00 m
Appareils HVAC	0.50 à 1.50 m	1.00 m
Murs extérieurs	0.15 à 0.75 m	0.50 m
Murs intérieurs	0.15 à 0.75 m	0.50 m
Portes, zones de passage, etc...	Accord spécial	-

Table 20 : Dimensions de la zone d'occupation (NBN EN 13779 - Tableau 18)

7.2 VITESSE DE L'AIR

Une vitesse de l'air trop élevée peut susciter une gêne (sensation de courant d'air). La relation entre le pourcentage de personnes insatisfaites et les paramètres influençant la gêne est donnée par la norme *NBN EN ISO 7730 : Ambiances thermiques modérées - Détermination des indices PMV et PPD et spécifications des conditions de confort thermique*.

En ce qui concerne la sensation de courant d'air, la norme NBN EN 13779 propose de limiter les vitesses de l'air aux valeurs suivantes (pour des conditions typiques que l'on retrouve dans des bureaux, dont une intensité de turbulence de 40 %, correspondant à une ventilation de type mixage parfait). De cette table, il apparaît que la vitesse de l'air peut être supérieure en été qu'en hiver; elle viendra en effet "rafraîchir" l'occupant.

Température d'air local	Vitesse de l'air	
	Plage type	Valeur par défaut
20° C	0.10 – 0.16 m/s	≤ 0.13 m/s
21° C	0.10 – 0.17 m/s	≤ 0.14 m/s
22° C	0.11 – 0.18 m/s	≤ 0.17 m/s
24° C	0.13 – 0.21 m/s	≤ 0.18 m/s
26° C	0.15 – 0.25 m/s	≤ 0.20 m/s

Table 21 : Vitesse de l'air à prendre en considération pour le dimensionnement
Valeurs moyennes sur 3 minutes de mesure (NBN EN 13779 - Tableau 21)



Il semble raisonnable d'inclure une exigence relative à la diffusion de l'air dans la zone occupée, afin d'éviter dans la mesure du possible des plaintes liées à une sensation de courant d'air (📖 article 5.13).

7.3 CONFORT ACOUSTIQUE

La norme NBN EN 13779 donne les pressions acoustiques (exprimées en dB(A)) générées ou transmises par le système de ventilation qui sont admissibles, en fonction du type d'espace. Les valeurs proviennent du rapport CR 1752; la norme y renvoie pour des informations complémentaires.

Type d'espace	Plage type	Valeur par défaut
Bureau individuel	30 à 40 dB(A)	35 dB(A)
Bureau paysager	35 à 45 dB(A)	40 dB(A)
Salle de réunions	30 à 40 dB(A)	35 dB(A)
Cafétérias	35 à 50 dB(A)	40 dB(A)
Restaurants	35 à 50 dB(A)	45 dB(A)

**Table 22 : Niveau admissible de pression acoustique (en dB(A))
(extrait de NBN EN 13779 - Tableau 24)**



Mesure

La mesure de la pression acoustique est réalisée à l'aide d'un sonomètre.

Le niveau équivalent (L_{eq}) est le niveau total obtenu par l'addition énergétique des niveaux de pression mesurés dans les différentes bandes de fréquences pendant toute la durée T de l'observation. Ce niveau est mesuré en dB(A) sur le chantier. Il permet de déterminer le surplus d'énergie sonore que donne le fonctionnement de sources sonores particulières rencontrées dans les bureaux, comme par exemple une photocopieuse, un ordinateur, le système de ventilation... On mesure aussi le bruit de fond dans l'espace lorsqu'on veut déterminer le niveau de pression d'une source sonore. Ceci pour faire la distinction entre le bruit venant de la source sonore et le bruit ambiant (sans la source en fonctionnement).

Le décibel (dB) est une "unité" pratique et très adaptée pour ramener à une échelle raisonnable (0 à 120 dB) l'énorme variation des pressions que perçoit l'oreille humaine (de $2 \cdot 10^{-5}$ à 20 Pa). Cependant, elle ne tient pas compte de la sensibilité accrue de l'oreille aux fréquences moyennes (1000-2000 Hz). C'est le rôle des dB(A). Une valeur en dB ramenée à une valeur en dB(A) traduit mieux le niveau sonore que l'oreille perçoit (valeur physiologique), par rapport à une valeur mesurée par les instruments de mesure (valeur physique). Dès lors, un filtre tenant compte de cette sensibilité non linéaire en fonction des fréquences a été ajouté aux sonomètres, de sorte qu'il est possible de lire directement la valeur d'un niveau de pression en dB(A). La figure ci-dessous donne les valeurs de correction par bande de tiers d'octave permettant de passer des dB aux dB(A).



Figure 10 : Filtre permettant de passer des dB aux dB(A)



Figure 11 : Sonomètre

8 ASPECTS RELATIFS À L'INSTALLATION

Certains aspects importants concernent l'installation et son dimensionnement, dont :

- **les conditions de pression admissibles**, qui dépendent des débits d'air fourni et extrait, ainsi que de l'étanchéité de l'enveloppe du bâtiment,
- **la spécification des critères de dimensionnement**,
- **le fonctionnement et l'entretien de l'installation**,
- ...liste non exhaustive...

8.1 TYPE DE SYSTÈME

Selon le type de traitement thermodynamique (chauffage, refroidissement, humidification, déshumidification), la norme NBN EN 13779 définit six types de système.

Catégorie	Fonction				
	Ventilation	Chauffage	Refroidissement	Humidification	Déshumidification
THM-C0	X	-	-	-	-
THM-C1	X	X	-	-	-
THM-C2	X	X	-	X	-
THM-C3	X	X	X	-	(X)
THM-C4	X	X	X	X	(X)
THM-C5	X	X	X	X	X

Table 23 : Types de système selon le type de traitements thermodynamiques

- : non influencé par le système

X : régulé par le système et garanti dans la pièce

(X) : affecté par le système mais non garanti dans la pièce

(extrait de NBN EN 13779 - Tableau 15)

Dans le contexte de la présente brochure, seule la fonction "ventilation" est prise en compte. Dès lors, cette classification ne sera pas utilisée dans la suite du document.

8.2 CONDITIONS DE PRESSION

Pour certains espaces spéciaux, le choix d'être en surpression ou en dépression se fait sur base d'un critère de propreté. Ainsi, dans un laboratoire où il faut éviter que d'éventuelles substances toxiques ne s'échappent de manière incontrôlée dans le reste du bâtiment et dans l'environnement, on optera pour une légère dépression. Par contre, une salle d'hôpital que l'on désire garder propre sera maintenue en surpression, afin d'éviter l'infiltration d'air et de polluants extérieurs.

Pour un immeuble de bureaux, ce même principe peut être retenu. On peut choisir de maintenir l'immeuble légèrement en surpression, afin d'éviter que des infiltrations d'air froid incontrôlées ne provoquent une gêne locale. Toutefois, la meilleure option est sans doute de construire un bâtiment le plus étanche possible et d'équilibrer au mieux les débits de pulsion et d'extraction.

Ces considérations tendent à montrer qu'une notion supplémentaire doit être définie : les conditions de pression.

Les conditions de pression à l'intérieur d'un bâtiment dépendent des débits de pulsion et d'extraction, ainsi que de l'infiltration et de l'exfiltration (dépendant de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment et des conditions climatiques). Elles peuvent être estimées par la formule suivante :

$$PC = \text{sign}(q_{v,\text{supply}} - q_{v,\text{extract}}) \cdot \left(\frac{\text{abs}(q_{v,\text{supply}} - q_{v,\text{extract}})}{\dot{V}_{50}} \right)^{0,65} \cdot 50$$

où²³ :

PC = conditions de pression [Pa]

$q_{v,\text{supply}}$ = débit d'air fourni [m³/h]

$q_{v,\text{extract}}$ = débit d'air repris [m³/h]

\dot{V}_{50} = débit de fuite à 50 Pa [m³/h] du bâtiment ou de la partie du bâtiment en question, comme défini par la norme NBN EN 13829.



Il est proposé de maintenir les conditions de pression PC entre - 5 Pa et 10 Pa (article 5.4).

Remarque : La norme NBN EN 13779 définit cinq catégories de conditions de pression dans un espace ou un bâtiment. Cette classification n'a pas été utilisée dans le présent document. Le lecteur intéressé se référera à la norme.

²³ Par abs(a-b), on entend la valeur absolue de (a-b). Par sign(a-b), on entend le signe de (a-b), c'est-à-dire (a-b)/abs(a-b).

8.3 SPÉCIFICATION DES CRITÈRES DE DIMENSIONNEMENT

La performance d'un système (de ventilation) ne peut être évaluée que sur base d'un certain nombre de critères. Il est important que ces critères soient définis à l'avance par le maître d'ouvrage dans son cahier des charges. Sans avoir défini ses critères de dimensionnement et ses exigences *a priori*, il sera difficile au maître d'ouvrage de se retourner contre le concepteur du projet s'il apparaît *a posteriori* que le système ne satisfait pas à ses attentes.

Il est évidemment impossible pour un maître d'ouvrage d'avoir les connaissances nécessaires pour pouvoir exprimer ses exigences sur l'ensemble des aspects du bâtiment; les normes sont là pour l'aider.

La norme européenne NBN EN 13779 se penche sur cet aspect (§ 7 - Agreement of Design Criteria). Ainsi, la norme NBN EN 13779 suggère que le concepteur spécifie clairement un certain nombre de critères de dimensionnement. A savoir, outre la géométrie du bâtiment :

- les conditions climatiques (températures, vitesse du vent, humidité, rayonnement solaire),
- l'occupation (nombre et période),
- les autres gains intérieurs (propres au bâtiment),
- les autres sources de pollution et d'humidité (propres au bâtiment),
- ...

Pour une liste complète, le lecteur se référera à la norme NBN EN 13779.

La norme NBN EN 13779 définit également un certain nombre de paramètres à prendre en considération lors du dimensionnement d'un système de conditionnement d'air (gains internes dus aux occupants, à l'éclairage, aux équipements). Ce point dépasse le cadre de la présente brochure.

8.4 FONCTIONNEMENT ET ENTRETIEN DE L'INSTALLATION

Il est important que l'utilisateur dispose d'un manuel de fonctionnement et d'un carnet d'entretien du système de ventilation. En outre, la consommation énergétique du système de ventilation devrait être surveillée, afin de vérifier son efficacité. La mesure et l'enregistrement de certains paramètres importants, ainsi que des procédures d'évaluation des performances, devraient être prévus et préparés dès la phase de conception de l'installation.

Les composants du système de ventilation doivent être placés de telle sorte que leur entretien soit possible. La norme NBN EN 13779 donne quelques recommandations mais renvoie vers la *NBN ENV 12097 : Ventilation des bâtiments - Réseau de conduits - Prescriptions relatives aux composants destinés à faciliter l'entretien des réseaux de conduits*.

8.5 ESPACE PRÉVU POUR LES COMPOSANTS ET LE SYSTÈME

Le système de ventilation devrait être conçu et placé de telle sorte que son entretien et son nettoyage soient possibles et faciles. Il faut dès lors prévoir suffisamment d'espace dans les locaux et gaines techniques. La norme NBN EN 13779 - § A.13 donne des recommandations sur cet aspect.

8.6 PÉNÉTRATION DES ANIMAUX INDÉSIRABLES

Le système de ventilation devrait être conçu et placé de telle sorte que la pénétration des insectes indésirables soit évitée, en particulier au travers les bouches d'alimentation des systèmes de ventilation naturelle ou de ventilation mécanique simple flux par extraction. La norme NBN EN 13779 n'aborde pas ce point.



*Il semble toutefois raisonnable d'inclure d'une exigence relative à ce point.
( article 5.11).*

8.7 PÉNÉTRATION D'EAU

Le système de ventilation devrait être conçu et placé de telle sorte que la pénétration d'eau (pluie) soit évitée, en particulier au travers les bouches d'alimentation des systèmes de ventilation naturelle ou de ventilation mécanique simple flux par extraction. La norme NBN EN 13779 aborde ce point dans l'Annexe A.2, mais sans entrer dans le détail.



*Il semble raisonnable d'inclure d'une exigence relative à ce point.
( article 5.12).*

9 PROPOSITION CONCRÈTE

Les chapitres 5 et suivants ont présenté un ensemble d'aspects importants pour le dimensionnement correct et le bon fonctionnement du système de ventilation d'un immeuble non résidentiel, en se basant au maximum sur les normes du CEN/TC156. Pour la clarté du texte, les aspects normatifs (expression des performances) et réglementaires (recommandations ou exigences) ont été abordés simultanément. Or, comme il a été expliqué au chapitre 2, il est important que ces deux aspects soient bien distincts. Dès lors, le § 9.1 propose un texte décrivant l'expression des performances des systèmes de ventilation des immeubles non résidentiels, tandis que le § 9.2 propose un texte décrivant l'expression des exigences relatives à ces systèmes.

Remarque : Bien que l'objet de la présente brochure soit les immeubles de bureaux et les écoles, le texte proposé ci-dessous a un champ d'application plus large; il s'applique aux bâtiments non résidentiels destinés à l'occupation humaine.

9.1 EXPRESSION DES EXIGENCES RELATIVES AUX SYSTÈMES DE VENTILATION ET DÉTERMINATION DES PERFORMANCES DES SYSTÈMES DE VENTILATION

Article 1 : Domaine d'application

Le présent texte s'applique aux bâtiments ou parties de bâtiments non résidentiels destinés à l'occupation humaine.

La ventilation des espaces spéciaux (voir Article 5.4) ne rentre pas dans le domaine d'application de cette méthode de détermination.

Article 2 : Références normatives

Le présent texte fait plusieurs fois référence à des dispositions tirées d'autres publications dont voici la liste :

1. NBN EN 12792 :2003 : Ventilation des bâtiments - Symboles, terminologie et symboles graphiques.
2. NBN EN 12599 :2000 : Ventilation des bâtiments - Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de ventilation et de climatisation installées.
3. NBN EN 13779 :2004 Ventilation dans les bâtiments non résidentiels - Spécifications des performances pour les systèmes de ventilation et de climatisation.
4. NBN EN 13829 :2001 : Performance thermique des bâtiments - Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments - Méthode de pressurisation par ventilateur.

Article 3 : Définitions

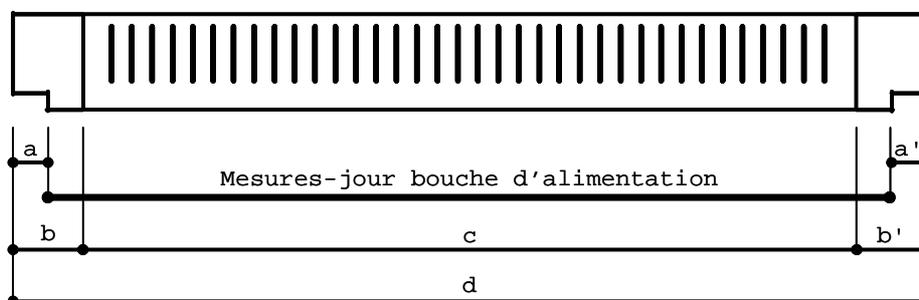
Les définitions de la norme NBN EN 12792 sont d'application²⁴, ainsi que les suivantes :

Débit de conception : Le débit de ventilation pour lequel le système de ventilation est conçu.

Espace non destiné à l'occupation humaine : Espace prévu pour que les personnes n'y séjournent qu'un temps relativement court en usage normal (par exemple : espaces de circulation tels que couloirs, cages d'escaliers, ...; toilettes; archives; locaux de stockage; garages, ...). Si un poste de travail est prévu dans un espace (par exemple : bureau pour un travailleur dans un espace d'archives), alors l'espace ne tombe pas dans cette catégorie.

Espace destiné à l'occupation humaine : Espace prévu pour que les gens y séjournent plus longtemps (par exemple : locaux de bureaux, salles de réunion, salle des guichets, accueil, ...).

Mesure-jour d'une bouche d'alimentation : Dimension totale de la bouche d'alimentation moins la dimension du rebord à encastrer. Toutes ces dimensions sont considérées du côté intérieur.



Vue de l'intérieur avec :

a, a' = dimension du rebord à encastrer

b, b' = dimension de l'embout

c = dimension du profil

d = dimension totale de la bouche d'alimentation

Figure 12 : exemple de mesure-jour d'une bouche d'alimentation

Article 4 : Symboles et unités

Les symboles et unités de la norme NBN EN 12792 sont d'application.

Article 5 : Expression des exigences relatives aux systèmes de ventilation et détermination des performances des systèmes de ventilation

Article 5.1 : Expression des exigences

L'expression des exigences relatives aux systèmes de ventilation est décrite dans la norme NBN EN 13779, y compris son annexe A.

²⁴ La norme EN 12792 existe en allemand, en anglais et en français. Etant donné qu'il n'existe pas à ce jour de traduction néerlandaise de cette norme, le § 9.1 de la version néerlandaise de la présente brochure propose la traduction des définitions les plus utiles. Ces définitions ne sont pas reprises dans le texte français, afin d'éviter toute contradiction avec la norme NBN EN 12792. Elles sont toutefois données en Annexe 3.

Article 5.2 : Détermination des performances

Les performances des systèmes de ventilation sont déterminées conformément à la norme NBN EN 12599.

Article 5.3 : Expression d'exigences complémentaires

L'expression de certaines exigences complémentaires, ainsi que la détermination des performances éventuellement associées sont décrites ci-dessous.

Article 5.3.1 : Conditions de pression

Les conditions de pression, dans un bâtiment ou une partie de bâtiment, résultant de la différence entre le débit d'air fourni et le débit d'air repris sont calculées à l'aide de la formule suivante :

$$PC = \text{sign}(q_{v,\text{supply}} - q_{v,\text{extract}}) \cdot \left(\frac{\text{abs}(q_{v,\text{supply}} - q_{v,\text{extract}})}{\dot{V}_{50}} \right)^{0,65} \cdot 50$$

où :

PC = conditions de pression [Pa]

$q_{v,\text{supply}}$ = débit d'air fourni [m³/h]

$q_{v,\text{extract}}$ = débit d'air repris [m³/h]

\dot{V}_{50} = débit de fuite d'air du bâtiment ou d'une partie du bâtiment à 50 Pa, déterminé conformément à la norme NBN EN 13829 [m³/h]

Article 5.3.2 : Ventilation des espaces de toilette

Le débit de conception des espaces de toilette est déterminé en fonction du nombre de WC (y compris les urinoirs).

A défaut de connaître le nombre de water-closets, le débit de conception des toilettes est déterminé sur base de leur surface au sol.

Article 5.4 : Ventilation des espaces et espace spéciaux

La ventilation des espaces ou espaces spéciaux ne fait pas partie du domaine d'application du présent texte. On entend ici par espaces spéciaux, des espaces avec (un risque de) pollution pour lesquels d'autres exigences (spécifiques/plus contraignantes) concernant la ventilation sont d'application.

Les espaces ou espaces suivants sont à considérer comme des espaces ou espaces spéciaux :

- les garages dont la surface (calculée sur base des dimensions intérieures) est supérieure à 40 m²,
- les chaufferies et locaux de chauffe,
- les soutes à combustible,
- les locaux contenant les compteurs gaz,
- les locaux pour postes de détente de gaz naturel,
- les gaines d'ascenseurs et cabines d'ascenseurs,
- les vide-ordures et les locaux de stockage des ordures,
- certains laboratoires (médicaux, biologiques,...)

9.2 EXIGENCES RELATIVES AUX SYSTÈMES DE VENTILATION ET PERFORMANCES MINIMALES DES SYSTÈMES DE VENTILATION

Article 1 : Objet

Le présent texte établit les exigences minimales imposées à la conception et à la réalisation de systèmes de ventilation en vue d'obtenir une qualité d'air saine et agréable dans les bâtiments non-résidentiels destinés à l'usage humain.

Le présent texte ne traite pas de l'utilisation de ces systèmes de ventilation et ne garantit pas non plus que l'on obtiendra toujours et partout la qualité d'air souhaitée.

Article 2 : Domaine d'application

Le présent texte s'applique aux bâtiments non-résidentiels ou aux parties de ceux-ci, destinés à l'occupation humaine.

La ventilation des espaces spéciaux (tels que définis au § 9.1) ne fait pas partie du domaine d'application du présent texte.

Article 3 : Références normatives

Le présent texte fait plusieurs fois référence à des dispositions tirées d'autres publications dont voici la liste :

1. Le § 9.1 du présent document.
2. NBN EN 12792 :2003 Ventilation des bâtiments - Symboles, terminologie et symboles graphiques.
3. NBN EN 13779 :2004 Ventilation dans les bâtiments non résidentiels - Spécifications des performances pour les systèmes de ventilation et de climatisation.
4. NBN EN 13141-1 :2004 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.

5. NBN EN 13141-2 :2004 Ventilation des Bâtiments - Essais des performances des composants/produits pour la ventilation des logements - Partie 2 : Bouches d'air d'évacuation et d'alimentation.
6. NBN EN 1027 :2000 Fenêtres et portes - Perméabilité à l'eau - Méthode d'essai

Article 4 : Définitions

Les définitions du § 9.1 sont d'application.

Article 5 : Niveaux de performance minimaux

Dans ce paragraphe, les performances minimales à atteindre sont énumérées.

Article 5.1 : Qualité de l'air intérieur

Lors du dimensionnement des systèmes de ventilation, le débit de conception ne peut pas être inférieur au débit minimal correspondant à la catégorie d'air intérieur IDA3. La valeur exprimée en $[m^3 \cdot h^{-1}]$ est d'application.

Article 5.2 : Débits de ventilation

Le débit de conception d'un espace doit pouvoir être réalisé tant à l'évacuation qu'à l'alimentation.

Article 5.2.1 : Dans les espaces destinés à l'occupation humaine

Le débit de conception minimal dans les espaces destinés à l'occupation humaine doit être déterminé sur base du tableau 11 (Taux d'air neuf par personne) de la norme NBN EN 13779. Pour cela, on se base en principe sur l'occupation prévue par l'équipe de conception du bâtiment.

Toutefois,

- si l'occupation prévue d'un espace est inférieure à la valeur déterminée selon la table ci-dessous,
- ou si l'équipe de conception elle-même ne détermine pas l'occupation prévue,

alors la détermination du débit de conception minimal devra prendre en considération l'occupation déterminée selon la table ci-dessous. Lorsqu'on détermine l'occupation à l'aide de la table, il faut arrondir le nombre de personnes obtenu à l'unité supérieure.

Lorsqu'on utilise le tableau 11 de la norme NBN EN 13779, il faut considérer qu'il est autorisé de fumer, à moins qu'il soit expressément stipulé qu'il n'est pas permis de fumer.

Les catégories principales dans la table ci-dessous (caractères gras) sont seulement indicatives. Tous les types d'espaces de la table peuvent en principe être présents dans un bâtiment.

	Surface au sol par personne [m ² /personne]
Horeca	
restaurants, cafétéria, buffet rapide, cantine, bars, cocktail bars	1.5
cuisines, kitchenettes	10
Hôtels, motels, centres de vacances	
chambres à coucher d'hôtels, de motels, de centres de vacances, ...	10
dortoirs de centres de vacances	5
lobby, hall d'entrée	2
salle de réunions, espace de rencontre, salle polyvalente	2
Immeubles de bureaux	
bureaux	15
locaux de réception, réception, salles de réunions	3.5
entrée principale	10
Lieux publics	
hall des départs, salle d'attente	1
bibliothèque	10
Lieux de rassemblement publics	
églises et autres bâtiments religieux, bâtiments gouvernementaux, salles d'audience, musées et galeries	2.5
Commerce de détail	
local de vente, magasin (sauf centres commerciaux)	7
centre commercial	2.5
salon de coiffure, institut de beauté	4
magasins de meubles, tapis, textiles, ...	20
supermarché, grand magasin, magasin spécialisé pour animaux	10
Laverie automatique	5
Sports et loisirs	
hall de sports, stades (salle de jeu), salle de gymnastique	3.5
vestiaires	2
espace des spectateurs, tribunes	1
discothèque / dancing	1
club sportif : salles d'aérobic, salle de fitness, club de bowling	10

Locaux de travail	
studio de photographie, chambre noire, ...	10
pharmacie (local de préparation)	10
salle des guichets dans les banques / salle des coffres destinée au public	20
local de photocopie / local des imprimantes	10
local informatique (sans local des imprimantes)	25
Etablissements d'enseignement	
salles de cours	4
salle polyvalente	1
Soins de santé	
salle commune	10
salles de traitement et d'examen	5
salles d'opération et d'accouchement, salle de réveil et soins intensifs, salle de kinésithérapie, de physiothérapie	5
Etablissements pénitentiaires	
cellules, salle commune	4
postes de surveillance	7
inscription / enregistrement / salle de garde	2
Autres espaces	
Autres espaces	15

Table 24 : Valeurs minimales à appliquer pour la détermination de l'occupation des espaces nécessaires au calcul du débit de conception minimal dans les espaces destinés à l'occupation humaine (voir texte)

Article 5.2.2 : Dans les espaces non destinés à l'occupation humaine

Le débit de conception minimal dans les espaces non destinés à l'occupation humaine doit être déterminé sur base du tableau 12 (Taux d'air neuf ou transféré par surface de plancher (surface nette) pour les pièces non conçues pour l'occupation humaine) de la norme NBN EN 13779.

Toutefois, le débit de conception minimal dans les toilettes est de 25 m³/h par WC (y compris les urinoirs) ou 15 m³/h par m² de surface au sol si le nombre de WC n'est pas connu au moment du dimensionnement du système de ventilation.

Article 5.3 : Qualité de l'air des débits d'alimentation

Le débit d'alimentation de conception minimal doit être réalisé avec de l'air neuf²⁵. Tous les débits supplémentaires peuvent être réalisés avec de l'air neuf, de l'air recyclé ou de l'air transféré.

En cas de recyclage de l'air repris, il faut respecter chacune des directives de l'annexe A.6 de la norme NBN EN 13779.

Par dérogation aux deux exigences précédentes, le débit d'alimentation de conception dans les espaces non destinés à l'occupation humaine peut être entièrement réalisé avec de l'air repris d'autres espaces de qualité ETA 1 ou ETA 2.

La contribution de l'air de qualité ETA 1 ou ETA 2 repris d'autres espaces dans le débit de conception d'un local dépend du débit de conception du (des) espace(s) d'où est extrait cet air. La somme des débits de conception d'un espace vers d'autres espaces ne peut pas être supérieure au débit de conception propre à cet espace.

Article 5.4 : Régulation de la qualité de l'air

Les systèmes de ventilation mécanique équipés d'un système de régulation du type IDA-C1 et du type IDA-C2 ne sont pas autorisés.

Les systèmes de régulation basés sur la température de l'air et qui permettent de réduire le débit de ventilation sous le débit de conception minimal ne sont pas autorisés.

Article 5.5 : Conditions de pression dans les espaces ou les bâtiments

Les conditions de pression (PC) provoquées dans le bâtiment par le déséquilibre entre les débits d'air fourni ($q_{v, \text{supply}}$) et les débits d'air repris ($q_{v, \text{extract}}$) ne peuvent pas être inférieures à -5 Pa ou supérieures à 10 Pa (le calcul doit être effectué avec une valeur de débit de fuite à 50 Pa (\dot{V}_{50}) égale $V \text{ m}^3/\text{h}$ - V étant le volume (calculé sur base des dimensions extérieures, en m^3) du bâtiment ou de la partie de bâtiment considérée.

Article 5.6 : Consommation énergétique des ventilateurs

Les ventilateurs appartiennent à la catégorie SFP 1, SFP 2 ou SFP 3.

²⁵ Pour rappel, par air neuf, il faut comprendre air extérieur.

Article 5.7 : Dimensionnement des bouches d'air

Les bouches d'alimentation d'un système de ventilation naturelle et les bouches d'alimentation d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction sont dimensionnées pour une différence de pression maximale de 2 Pa.

Les bouches d'alimentation dans un espace pourvu d'une extraction mécanique peuvent être dimensionnées pour une différence de pression maximale de 10 Pa, à moins qu'il ne se trouve dans cet espace un appareil à chambre de combustion ouverte raccordé à un conduit d'évacuation.

Les bouches d'extraction d'un système de ventilation naturelle et les bouches d'extraction d'un système de ventilation mécanique simple flux par insufflation sont dimensionnées pour une différence de pression maximale de 2 Pa.

Les bouches d'extraction dans un espace pourvu d'une alimentation mécanique peuvent être dimensionné pour une différence de pression maximale de 10 Pa.

Les dispositifs de transfert d'air montés en intérieur sont dimensionnés pour une différence de pression maximale de 10 Pa si un des deux espaces au moins qu'elles desservent est pourvu d'un système de ventilation mécanique. Dans tous les autres cas, cette valeur maximale est ramenée à 2 Pa.

En l'absence de normes spécifiques, la détermination de la relation pression-débit des bouches d'alimentation pour systèmes de ventilation naturelle, des bouches d'alimentation pour systèmes de ventilation mécanique simple flux par extraction et des dispositifs de transfert d'air montés en intérieur s'effectue selon la norme NBN EN 13141-1.

En l'absence de normes spécifiques, la détermination de la relation pression-débit des bouches d'évacuation pour systèmes de ventilation naturelle et des bouches d'évacuation pour systèmes de ventilation mécanique simple flux par insufflation s'effectue selon la norme NBN EN 13141-2.

Article 5.8 : Possibilité de réglage des bouches d'air

Les dispositifs de transfert d'air montés en intérieur doivent être fixes (non réglables).

Les bouches d'alimentation pour systèmes de ventilation naturelle ou systèmes de ventilation mécaniques simple flux par extraction et les bouches d'évacuation pour systèmes dédiées à la ventilation naturelle ou système de ventilation mécanique simple flux par insufflation doivent être dotées d'un réglage manuel ou automatique. Elles doivent pouvoir être réglées en suffisamment de positions intermédiaires entre les position « Fermée » et « Complètement ouverte ». Ce réglage peut se faire soit en continu, soit via au moins 3 positions intermédiaires entre les position « Fermée » et « Complètement ouverte ».

Article 5.9 : Evacuation pour ventilation naturelle

Les bouches d'évacuation destinées à la ventilation naturelle sont raccordées à un conduit d'évacuation qui débouche au-dessus du toit. Les conduits d'évacuation doivent avoir un tracé vertical autant que possible. Des déviations de maximum 30° par rapport à la verticale sont admises.

Les conduits d'évacuation et les accessoires sont dimensionnés pour une vitesse maximale de l'air de 1 m.s⁻¹.

Article 5.10 : Nature des dispositifs de transfert d'air montés en intérieur

Les fentes sous les portes intérieures peuvent être considérées comme des dispositifs de transfert d'air pour autant que la plus petite dimension de la fente soit au moins de 5 mm (la hauteur de la fente est mesurée à partir du niveau du plancher fini; si la finition de plancher n'est pas connue, on suppose qu'elle a une épaisseur de 10 mm). Dans ce cas, il faut tenir compte d'un débit de :

- 0,36 m³/h par cm² de fente pour une différence de pression de 2 Pa,
- 0,80 m³/h par cm² de fente pour une différence de pression de 10 Pa.

Article 5.11 : Pénétration d'animaux indésirables par les bouches d'alimentation d'un système de ventilation naturelle ou de ventilation mécanique simple flux par extraction

Pour empêcher dans la mesure du possible la pénétration d'animaux indésirables par une bouche d'alimentation d'un système de ventilation naturelle ou par une bouche d'alimentation d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction, il ne peut être possible de faire passer les objets suivants à travers la bouche d'alimentation, soit depuis l'intérieur vers l'extérieur, soit dans l'autre sens :

- une petite boule en métal avec un diamètre de 4 mm
- un petit disque en métal avec un diamètre de 10 mm et une épaisseur de 3 mm

Cette exigence est valable pour chaque position d'ouverture.

Article 5.12 : Pénétration d'eau par les bouches d'alimentation d'un système de ventilation naturelle ou de ventilation mécanique simple flux par extraction

Pour empêcher dans la mesure du possible l'infiltration d'eau par une bouche d'alimentation d'un système de ventilation naturelle ou par une bouche d'alimentation d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction, il ne peut y avoir de pénétration d'eau possible pour une différence de pression inférieure ou égale à 150 Pa en position "Fermée" et pour une différence de pression inférieure ou égale à 20 Pa en position "Complètement ouverte".

Pour les fenêtres qui sont spécifiquement conçues comme bouche d'alimentation, la position "Complètement ouverte" doit être comprise comme la position d'ouverture maximale pour la ventilation (et non la position d'ouverture maximale de la fenêtre).

En l'absence de normes spécifiques, la détermination de l'étanchéité à l'eau des bouches d'alimentation s'effectue selon la norme NBN EN 13141-1.

Les prescriptions suivantes sont en outre d'application :

- La bouche d'alimentation doit être installée conformément aux instructions du fournisseur dans un panneau qui présente l'épaisseur du support sur lequel la bouche d'alimentation sera placée en conditions réelles, par exemple :
 - panneau d'une épaisseur de 20 mm dans le cas d'un vitrage;
 - panneau d'une épaisseur de 60 mm dans le cas d'un châssis de fenêtre;
 - panneau d'une épaisseur de 300 mm dans le cas d'un mur.
- L'épaisseur du panneau sera mentionnée dans le rapport.
- Conformément à la norme NBN EN 13141-1, les tests sont effectués selon la norme NBN EN 1027. La méthode d'essais retenue est la méthode 1A.
- Pour les bouches d'alimentation qui ont des dimensions variables, les tests doivent être effectués sur un échantillon dont la mesure-jour de chaque dimension variable est de 1 m. Si la dimension maximale disponible est plus petite que 1 m, le test doit être effectuée sur un échantillon dont la dimension est maximale.

Article 5.13 : Diffusion de l'air dans la zone d'occupation

Pour éviter dans la mesure du possible des problèmes de confort, la partie inférieure des bouches d'alimentation d'un système de ventilation naturelle et des bouches d'alimentation d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction doit être placée à une hauteur d'au moins 1.80 m au dessus du niveau du plancher fini.

Par dérogation à l'exigence précédente, la partie inférieure des bouches d'alimentation d'un système de ventilation naturelle ou des bouches d'alimentation d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction peut être placée à une hauteur inférieure à 1.80 m au dessus du niveau du plancher fini, pour autant qu'un rapport de test relatif à la diffusion de l'air dans la zone d'occupation, établi selon la norme NBN EN 13141-1, paragraphe 4.5 (« Air diffusion in the occupied zone »), soit disponible.

Conformément au paragraphe 4.5 et à la table 5 de la norme NBN EN 13141-1, la détermination de la diffusion de l'air dans la zone d'occupation est effectuée pour la combinaison $\Delta\theta = 0\text{K}$ et $\Delta p = 10\text{ Pa}$.

9.3 COMMENTAIRES

La Table 25 compare les aspects abordés par la norme NBN EN 13779 et par le texte présenté au § 9 :

- Les cases vertes²⁶ indiquent les aspects qui sont directement abordés; les cases rouges²⁷ les aspects qui ne sont pas abordés, du moins directement.
- Les traits pointillés gras entre les cases relatives aux deux textes indiquent une différence entre ceux-ci.

n°	Aspect	NBN EN 13779	§ 9.2
1.	Qualité de l'air repris : catégories ETA	§ 5.2.2 - Table 3	hors du champ d'application
2.	Qualité de l'air rejeté : catégories EHA	§ 5.2.2 - Table 4	hors du champ d'application
3.	Qualité de l'air extérieur : catégories ODA	§ 5.2.3 - Table 5 (et Table 6)	hors du champ d'application
4.	Qualité de l'air fourni : catégories SUP	§ 5.2.4 - Table 7	hors du champ d'application
5.	Qualité de l'air intérieur : catégories IDA	§ 5.2.5 - Table 8	Art. 5.1 : au minimum IDA3
6.	Débits d'air neuf dans les espaces prévus pour l'occupation humaine	(selon la classification...) § 5.2.5.4 - Table 11	Art. 5.2.1 : NBN EN 13779 - Table 11
7.	Débits d'air dans les espaces non prévus pour l'occupation humaine	(selon la classification...) § 5.2.5.5 - Table 12	Art. 5.2.2 : NBN EN 13779 - Table 12
8.	Les débits d'air dans les espaces non prévus pour l'occupation humaine...	§ 5.2.5.5 - Table 11 ...doivent être réalisés avec de l'air neuf.	Art. 5.3 : ...peuvent être réalisés avec de l'air repris ETA1 ou ETA2.
9.	Type de contrôle de la qualité de l'air : catégories IDA-C	§ 5.3 - Table 13	Art. 5.4 : IDA-C1 et IDA-C2 interdit
10.	Type de système selon le contrôle de la température	§ 5.3 - Table 14	hors du champ d'application
11.	Type de système selon les fonctions du système	§ 5.3 - Table 15	hors du champ d'application

²⁶ Gris pâle si imprimé en noir et blanc.

²⁷ Gris foncé sur imprimé en noir et blanc.

n°	Aspect	NBN EN 13779	§ 9.2 § 5.5 : -5 Pa < PC < 10 Pa (PC : voir texte § 9.1)
12.	Puissance spécifique des ventilateurs	§ 5.5 - Table 17	Art. 5.6 : -5 Pa < PC < 10 Pa (PC : voir texte Art. 9.1)
13.	Puissance spécifique des ventilateurs	§ 5.5 - Table 17	Art. 5.6 : SFP1, SFP2, SFP3
14.	Zone occupée	§ 6.2 - Table 18	hors du champ d'application
15.	Environnement thermique - hypothèse pour le dimensionnement : - habillement, métabolisme - températures	§ 6.3 - Table 19 Table 20	hors du champ d'application
16.	- vitesse de l'air	Table 21	Art. 5.13 (Diffusion de l'air)
17.	Fumeurs : si rien n'est indiqué, il faut supposer que fumer...	§ 6.4.1 - Table 22	Art. 5.2.1- Table 1
18.	Fumeurs : si rien n'est indiqué, il faut supposer que fumer...	§ 6.4.1 : ... est interdit.	Art. 5.2.1 : ... est autorisé.
19.	Débits d'air fourni - occupation humaine	§ 6.4.2.2 - → § 5.2.5	voir point 6
20.	Débits d'air fourni - autres	§ 6.4.2.3 et § 6.4.2.4	hors du champ d'application
21.	Débits d'air dans les toilettes	système C § 6.4.3 - Table 23	Art. 5.2.2 : 8 l/s.wc (≅ 30 m³/h.wc) (ou 4 l/s.m²)
22.	Débits d'air dans les espaces spéciaux	pas abordé	Art. 2 hors du champ d'application
23.	Humidité de l'air intérieur	§ 6.5	hors du champ d'application (il existe des NBN sur ce sujet)
24.	Environnement acoustique	§ 6.6 - Table 24	hors du champ d'application (il existe des NBN sur ce sujet)
25.	Gains internes - valeurs de dimensionnement	§ 6.7	hors du champ d'application
26.	Accord sur les critères de dimensionnement	§ 7	hors du champ d'application

n°	Aspect	NBN EN 13779	§ 9.2
27.	Différentes phases (de la conception à l'utilisation, y compris l'entretien)	§ 8	hors du champ d'application
28.	Emplacement des bouches de prise et de rejet d'air	Annexe A - § A.2	hors du champ d'application
29.	Utilisation de filtres	Annexe A - § A.3	hors du champ d'application
30.	Récupérateur de chaleur (type, étanchéité)	Annexe A - § A.4	hors du champ d'application
31.	Collecte de l'air repris	Annexe A - § A.5	hors du champ d'application
32.	Réutilisation de l'air repris	Annexe A - § A.6	Art. 5.3 : NBN EN 13779 - § A.6 avec exception (voir point 8)
33.	Isolation thermique du système de ventilation	Annexe A - § A.7	hors du champ d'application
34.	Étanchéité à l'air du système de ventilation	Annexe A - § A.8	hors du champ d'application
35.	Étanchéité à l'air du bâtiment	Annexe A - § A.9	hors du champ d'application
36.	Conditions de pression dans le système et dans le bâtiment	Annexe A - § A.10	pas abordé (sauf point 12)
37.	Ventilation contrôlée par la demande	Annexe A - § A.11	hors du champ d'application, sauf (indirectement) point 9
38.	Consommation basse énergie	Annexe A - § A.12	hors du champ d'application, sauf point 13
39.	Espace requis pour les composants et les systèmes	Annexe A - § A.13	hors du champ d'application
40.	Aspects hygiéniques et techniques des installations et de l'entretien	Annexe A - § A.14	hors du champ d'application
41.	Aspects économiques	Annexe B	hors du champ d'application
42.	Check-list et formulaires	Annexes C et D	hors du champ d'application

n°	Aspect	NBN EN 13779	§ 9.2
43.	Dimensionnement des bouches d'alimentation, de transfert et d'évacuation	pas abordé	Art. 5.7 (références aux NBN EN 13141-1 et -2)
44.	Régulation des bouches d'alimentation, de transfert et d'évacuation	hors du champ d'application	Art. 5.8
45.	Bouche d'évacuation naturelle	hors du champ d'application, sauf point 28	Art. 5.9
46.	Dispositifs de transfert d'air	hors du champ d'application	Art. 5.10
47.	Pénétration des animaux indésirables	pas abordé	Art. 5.11
48.	Pénétration de l'eau	Abordé succinctement dans l'Annexe A - § A.2	Art. 5.12

Table 25 : Comparaison entre la norme NBN EN 13779 et la proposition de réglementation

10 APPLICATION À DES BÂTIMENTS EXISTANTS

Afin d'illustrer l'approche présentée au chapitre 9, le texte proposé a été entièrement appliqué à un bâtiment existant (le bâtiment PROBE) et partiellement à d'autres bâtiments.

10.1 DESCRIPTION DU BÂTIMENT PROBE

Le bâtiment PROBE se compose de deux étages identiques de bureaux et d'une cave utilisée pour le stockage d'archives et comme chaufferie. Les deux étages ont une surface totale de 1120 m² et contiennent 36 bureaux (672 m²) occupés par environ 50 employés.



Figure 13 : Vue du bâtiment PROBE

La structure générale des bureaux, identique aux deux étages, est la suivante :

- du côté Est : 4 petits et 6 grands bureaux, de respectivement ± 15 m² et ± 24 m²,
- du côté Ouest : 8 petits bureaux de ± 15 m².

Cependant, certaines cloisons intérieures ont été démontées afin de former des bureaux plus grands. C'est le cas de deux cloisons au rez-de-chaussée, côté Ouest et d'une cloison au premier étage, côté Est. Les bureaux ainsi formés ont une superficie de ± 30 m² au rez-de-chaussée et de ± 50 m² au premier étage. La Figure 14 donne le plan du rez-de-chaussée.

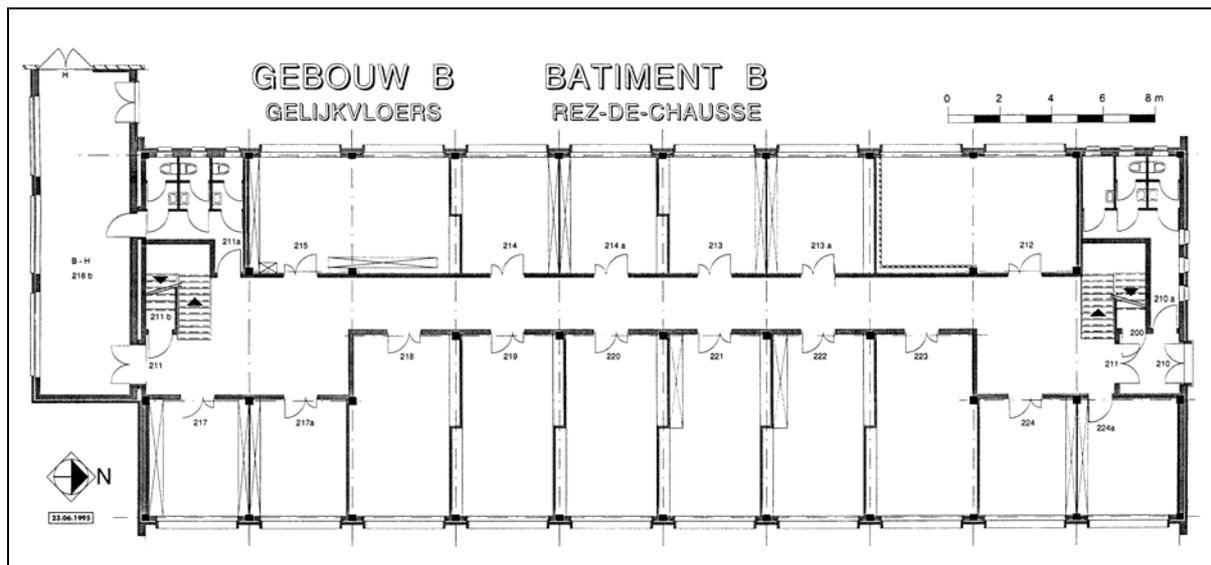


Figure 14 : Plan du rez-de-chaussée

Le bâtiment a été construit au milieu des années '70. A l'origine, il n'était pas équipé de système de ventilation. A la fin des années '90, le bâtiment a été rénové dans le cadre du projet "PROBE : Pragmatic Renovation of Office Buildings for a Better Environment". Ce projet, supporté par la Région wallonne, avait pour but de montrer les gains que la rénovation d'un immeuble de bureaux peut apporter tant au niveau de l'environnement extérieur (grâce à une réduction des besoins énergétiques et donc de la production de CO₂) que de l'environnement intérieur (confort thermique, confort acoustique, confort visuel, qualité de l'air). Lors de cette rénovation, un système de ventilation à la demande a été installé. Le lecteur intéressé trouvera plus d'informations à propos du bâtiment PROBE dans le rapport n° 6 du CSTC publication [22].

Remarque : Dans la suite du texte, le symbole  fait référence au texte proposé au chapitre 9 et inclut un hyperlien.

Remarque : Dans les figures du présent chapitre, le code de couleurs proposé par le tableau 2 de la NBN EN 13779 a été respecté : vert pour l'air neuf - gris pour l'air transféré - marron pour l'air rejeté vers l'extérieur.

10.2 DÉTERMINATION DES DÉBITS

10.2.1 Principe général (article 5.1)

Le texte présenté précise ( article 5.1) que le débit ne doit pas être inférieur au débit minimal correspondant à la catégorie IDA3, telle que définie par la norme NBN EN 13779 (article 5.2.5).

📖 L'article 5.2 du texte précise que les débits d'air doivent pouvoir être réalisés aussi bien en pulsion qu'en extraction. Lorsqu'un espace a plusieurs fonctions, il faut évidemment dimensionner la ventilation selon la fonction la plus exigeante.

10.2.2 Espaces prévus pour l'occupation humaine (📖 article 5.2.1)

Les **bureaux** sont des "espaces prévus pour l'occupation humaine". Par conséquent, en vertu de 📖 l'article 5.2.1, le débit de conception doit être défini sur base de la Table 11 de la norme NBN EN 13779 (pour une catégorie IDA3).

Catégorie	Débit de ventilation par de l'air neuf [m ³ /h.personne]	
	Zone non fumeur	Zone fumeur
IDA3	≥ 22 et < 36	≥ 43 et < 72

Table 26 : NBN EN 13779 - Tableau 11
(*extrait*)
(Voir Table 6 du présent document)



Figure 15 : Bureaux - rez-de-chaussée

Le texte suppose qu'il est permis de fumer dans les espaces, sauf si l'interdiction est explicitement indiquée. Dans le bâtiment PROBE, cette interdiction est explicite. Le débit d'air est donc de 22 m³/h.personne²⁸.

- ▶ Si l'occupation d'un espace n'est pas connue, le texte proposé impose (📖 article 5.2.1) des valeurs par défaut de surface disponible par personne, pour différents types d'espaces. L'occupation minimale est obtenue en divisant la surface de l'espace par la valeur trouvée dans la table et en arrondissant le résultat vers le haut. Pour les bureaux, il faut compter 15 m² par personne.

²⁸ **Attention** : le RGPT est également d'application. Les 22 m³/h.personne doivent donc être portés à 30 m³/h.personne. Toutefois, afin d'illustrer uniquement les effets de la présente proposition, il ne sera toutefois pas tenu compte du RGPT dans la suite de cet exemple.

Local	Surface [m ²]	Estimation du nombre d'occupants	Débit de conception [m ³ /h.personne]	Débit d'air [m ³ /h]
213a	14.7	$14.7/15 = 0.98 \rightarrow 1$	22	22
222	24.3	$24.3/15 = 1.62 \rightarrow 2$	22	44
223	24.3	$24.3/15 = 1.62 \rightarrow 2$	22	44
224	15.0	$15.0/15 = 1$	22	22

Table 27 : Débits à réaliser dans les bureaux si l'occupation nominale n'est pas connue

- ▶ Si l'occupation nominale de l'espace est connue lors de la conception, le débit d'air dans l'espace doit être calculé sur base de cette occupation nominale, sauf dans le cas particulier expliqué au point 3 ci-dessous.

Local	Surface [m ²]	Occupation nominale	Débit de conception [m ³ /h.personne]	Débit d'air [m ³ /h]
213a	14.7	1	22	22
222	24.3	2	22	44
223	24.3	2	22	44
224	15.0	1	22	22

Table 28 : Débits à réaliser dans les bureaux si l'occupation nominale est connue

- ▶ A titre indicatif, la Table 29 donne l'occupation réelle des locaux, et les débits qui en découlent.

Local	Surface [m ²]	Occupation réelle	Débit de conception [m ³ /h.personne]	Débit d'air [m ³ /h]
213a	14.7	2	22	44
222	24.3	3	22	66
223	24.3	3	22	66
224	15.0	1	22	22

Table 29 : Débits à réaliser dans les bureaux selon l'occupation réelle

Il apparaît clairement de la comparaison entre la Table 27 et la Table 29 que l'application pure et simple des valeurs de surface disponible par personne, sans se soucier des occupations

réelles probables, peut amener à sous-dimensionner les débits d'air neuf à fournir. L'emploi des valeurs réelles est toujours préférable quand cela est possible; le recours aux valeurs par défaut ne doit pas devenir systématique.

10.2.3 Cas particulier : locaux spacieux (📖 article 5.2.1)

L'occupation nominale du bureau 212, en terme de nombre de personnes par unité de surface, est relativement faible : 1 personne pour 34.2 m².

Dans un tel cas, la proposition du § 9.2 exige de prendre l'occupation nominale par défaut et non la valeur réelle.

Pour le bureau 212, le débit d'air neuf sera donc de 66 m³/h (voir Table 30).

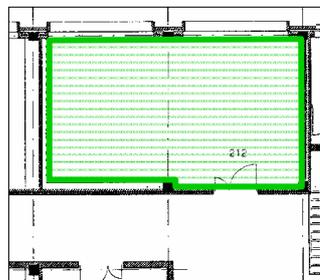


Figure 16 : Bureau spacieux

Local	Surface [m ²]	Nombre d'occupants	Débit de conception [m ³ /h.personne]	Débit d'air [m ³ /h]
212	34.3	34.3/15 = 2.29 → 3	22	66

Table 30 : Débits à réaliser dans un bureau spacieux (exemple)

Remarque : Il n'est pas rare qu'un bureau spacieux soit également équipé d'une table de réunion. Si l'architecte prévoit cela, il doit adapter le débit à réaliser en conséquence.

10.2.4 Toilettes (📖 article 5.2.2)

La ventilation des toilettes est régie par 📖 l'article 5.2.2. Le débit de conception est de 25 m³/h par toilette et de 15 m³/h par m² lorsque le nombre de toilettes est inconnu; autrement dit, on considère par défaut 1.67 m² par toilette. Par toilette, on entend aussi bien les toilettes que les urinoirs.

Les tables ci-dessous donnent les débits d'air à extraire en fonction des hypothèses.

- ▶ Dans le cas du bâtiment PROBE, deux solutions sont envisageables lorsque le nombre de toilettes n'est pas connu :
 - 1) Une première solution consiste à considérer le couloir menant aux toilettes comme faisant partie des toilettes.

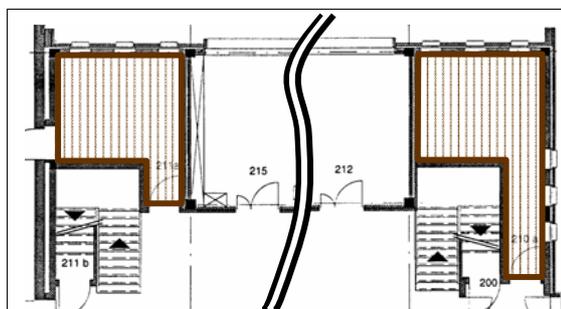


Figure 17 : Toilettes - solution 1

Local	Surface [m ²]	-	Débit de conception [m ³ /h.m ²]	Débit d'air [m ³ /h]
210a	15.8	-	15	237
211a	13.5	-	15	203

Table 31 : Débits dans les toilettes si le nombre de toilettes n'est pas connu - solution 1

2) Une autre solution consiste à séparer les toilettes et les couloirs.

Une séparation possible est présentée à la Figure 18. Le débit d'air à réaliser dans les couloirs sera défini par ailleurs.

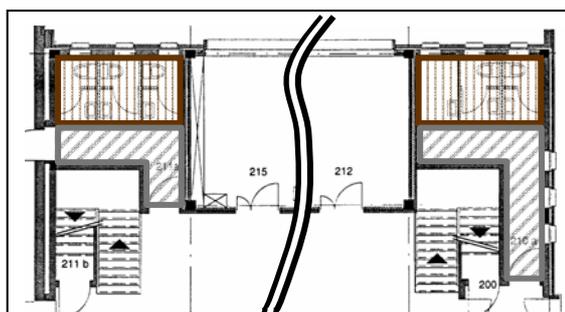


Figure 18 : Toilettes - solution 2

Local	Surface [m ²]	-	Débit de conception [m ³ /h.m ²]	Débit d'air [m ³ /h]
210a	12.1	-	15	182
211a	12.1	-	15	182

Table 32 : Débits dans les toilettes si le nombre de toilettes n'est pas connu - solution 2

- ▶ Lorsque le nombre de toilettes est connu, le débit d'air est donné par la Table 33. Selon que l'on considère le couloir et l'espace de rangement²⁹ comme faisant partie de l'espace des toilettes ou non, il faut ou non dimensionner les débits d'air pour ces espaces.

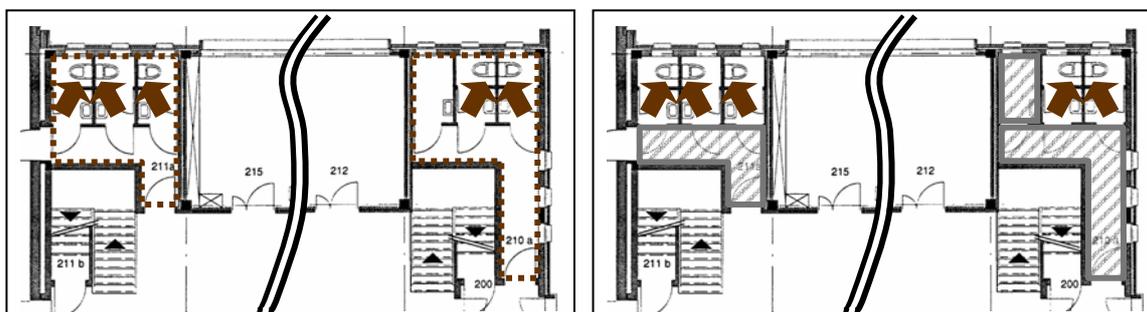


Figure 19 : Toilettes - solutions 3 et 4

²⁹ Dans le local 210a, un des espaces qui aurait pu être équipé d'une toilette est destiné au rangement du matériel d'entretien. Il devra donc être considéré comme un espace non destiné à l'occupation humaine.

Local	-	Nombre de toilettes	Débit de conception [m³/h.wc]	Débit d'air [m³/h]
210a	-	2	25	50
211a	-	3	25	75

Table 33 : Débits à réaliser dans les toilettes si le nombre de toilettes est connu

La Figure 20 compare les débits à réaliser en fonction des hypothèses retenues (pour les débits dans les couloir et rangement, voir ci-dessous).

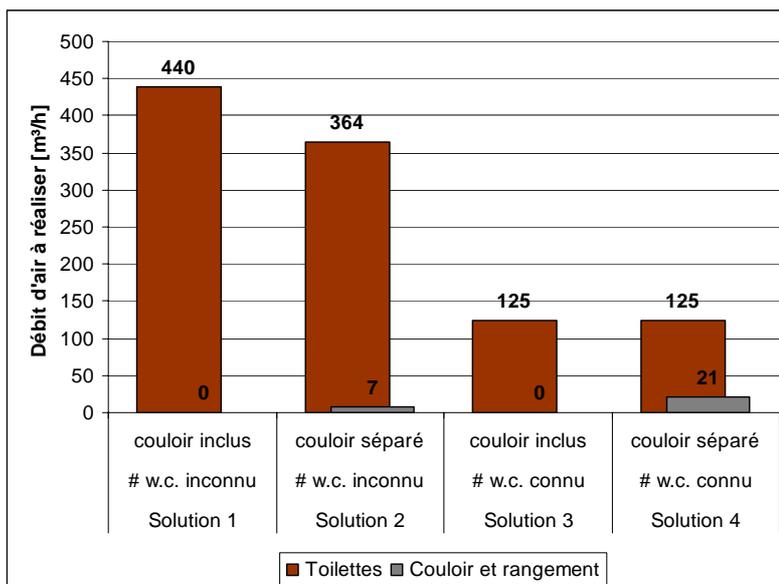


Figure 20 : Toilettes - solutions 1 à 4

10.2.5 Couloirs et escaliers (📖 article 5.2.2)

Le texte proposé au § 9.2 définit les couloirs et les escaliers comme des espaces non prévus pour l'occupation humaine.

Un *espace non prévu pour l'occupation humaine* ne veut évidemment pas dire que personne ne peut s'y trouver à un moment particulier; cependant, le passage

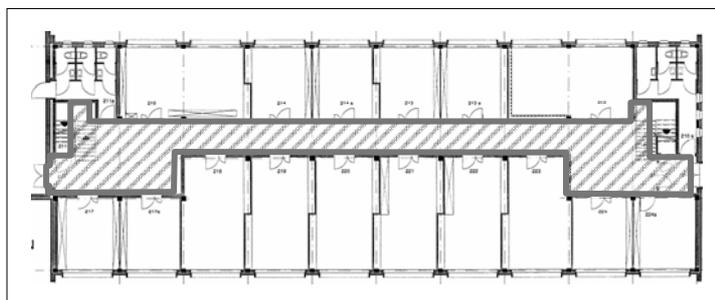


Figure 21 : Couloirs

dans un tel espace reste limité dans le temps. Répondent à ce critère, non seulement les locaux d'archivage, les caves, ... mais également les **espaces de circulation** tels que les couloirs, les escaliers, les halls d'entrée,... pour autant que personne n'y réside de manière plus permanente (par exemple : à un guichet d'accueil d'un hall d'entrée).

Pour les escaliers, la surface prise en considération est la surface projetée sur le plan des étages. Les escaliers menant du rez-de-chaussée au sous-sol étant séparés du rez par une porte, ils ont été inclus dans le sous-sol. Les escaliers menant du rez-de-chaussée au 1^e étage sont inclus pour moitié dans le couloir du rez-de-chaussée et pour moitié dans le couloir du 1^e étage.

Le débit à réaliser est celui donné par la Table 12 de la norme NBN EN 13779 (pour une catégorie IDA3).

Catégorie	Débit de ventilation par de l'air extérieur
IDA3	entre 1.3 et 2.5 m ³ /h.m ²

Table 34 : NBN EN 13779 - Tableau 12 (extrait)

Local	Surface [m ²]	-	Débit de conception [m ³ /h.m ²]	Débit d'air [m ³ /h]
couloir principal	125.0	-	1.3	163
(210a : couloir + rangement)	10.2	-	1.3	13
(211a : couloir)	5.5	-	1.3	7

Table 35 : Débits à réaliser dans les couloirs et dans les locaux 210a et 211a (selon les hypothèses choisies pour les toilettes)

10.2.6 Espace particulier : couloir contenant des photocopieuses (📖 article 5.2)

Strictement parlant, il y a trois manières de considérer cet espace :

- comme un couloir reliant le bâtiment PROBE à un autre bâtiment,
- comme un espace prévu pour l'occupation humaine repris dans la catégorie "Locaux de travail - local de photocopies" de la table de 📖 l'article 5.2.1.

Selon l'hypothèse choisie, le débit à réaliser sera de 55 m³/h ou de 110 m³/h. La manière de considérer cet espace influence non seulement les débits, mais également la provenance et la destination de l'air (voir § 10.3).

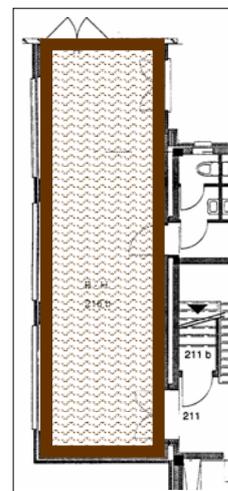


Figure 22 : Local 216b

Local	Surface [m ²]	Nombre d'occupants	Débit de conception	Débit d'air [m ³ /h]
216b couloir	42.0	-	1.3 m ³ /h.m ²	55
216b photocopies	42.0	42.0/10 = 4.20 → 5	22	110

Table 36 : Débits à réaliser dans le local 216b, selon la manière dont on considère cet espace

10.2.7 Cave (📖 article 2 et 📖 5.2.2)

La cave du bâtiment PROBE contient deux grands espaces : le premier accueille des chaudières et le second sert à entreposer des archives.

La chaufferie (espace qui contient les chaudières) est un espace spécial tel que défini par 📖 l'article 5.4 du texte proposé au § 9.1, et donc par conséquent hors du champ d'application du texte proposé au § 9.2, en vertu de 📖 l'article 2. La ventilation des chaufferies est régie par les normes belges NBN B 61-001 et NBN B 61-002 (projet), selon que la puissance nominale de la chaudière soit supérieure ou inférieure à 70 kW.

L'espace contenant les archives est un espace typiquement non prévu pour l'occupation humaine.

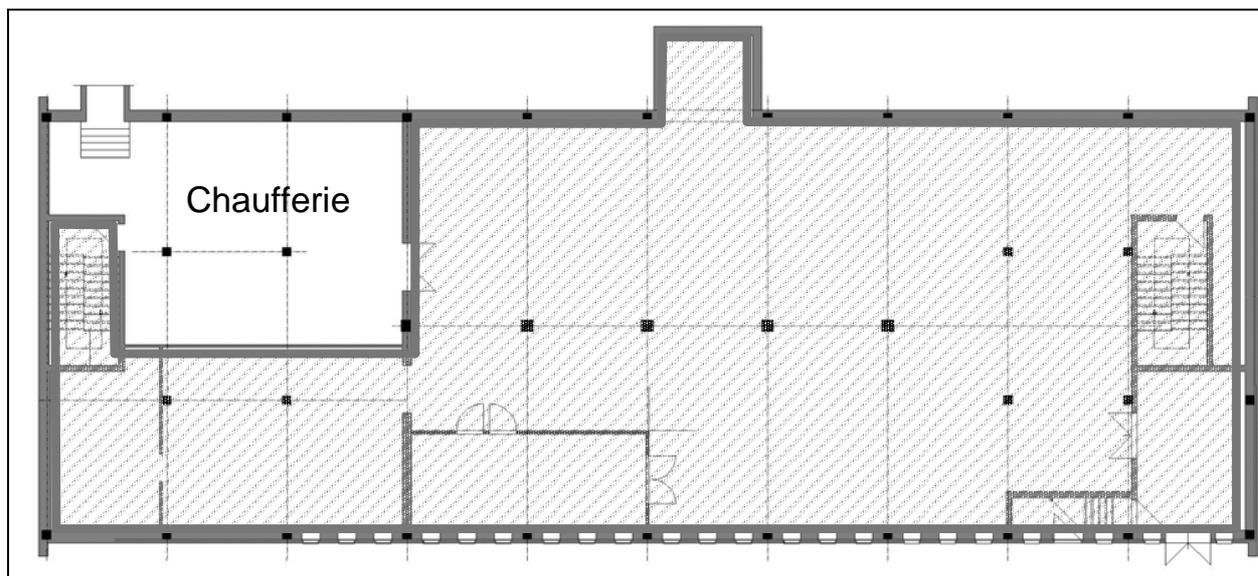


Figure 23 : Cave

Local	Surface [m ²]	Débit de conception [m ³ /h.m ²]	Débit d'air [m ³ /h]
208 : chaufferie	hors du champ d'application - voir norme NBN B 61-001		
201 à 205 : archives	464.5	1.3	604
200 à 211b : escaliers	2 x 8	1.3	2 x 11

Table 37 : Débits à réaliser dans la cave

10.3 DÉTERMINATION DU TYPE D'AIR FOURNI ET EXTRAIT (📖 ARTICLE 5.3)

- *Espaces prévus pour l'occupation humaine*

📖 L'article 5.3 du texte proposé au § 9.2 précise que les débits à réaliser dans les espaces prévus pour l'occupation humaine doivent être réalisés à l'aide d'air neuf (extérieur). Ceci est d'ailleurs en accord avec la norme NBN EN 13779 (article 5.2.5.4 - Table 11).

L'air repris de ces espaces est de qualité ETA1 ou ETA2, selon qu'il est interdit ou autorisé de fumer.

- *Espaces non prévus pour l'occupation humaine et espaces de circulation*

📖 L'article 5.3 précise que les débits à réaliser dans les espaces non prévus pour l'occupation humaine et les espaces de circulation peuvent être réalisés à l'aide d'air repris (transféré ou recyclé) de catégorie ETA1 ou ETA2. Le texte du § 9.2 apporte donc une modification importante par rapport à la norme NBN EN 13779 (article 5.2.5.5 - Table 12).

L'air repris des espaces de circulation est réputé de qualité ETA1 ou ETA2, selon qu'il est interdit ou autorisé de fumer. L'air repris des espaces non prévus pour l'occupation humaine dépend de la fonction de ces espaces. Pour l'espace d'archives (cave) par exemple, l'air est réputé de catégorie ETA2.

- *Toilettes*

Les toilettes étant des espaces non prévus pour l'occupation humaine, l'air fourni peut être de l'air repris (transféré ou recyclé) de catégorie ETA1 ou ETA2.

L'article 5.2.2 de la norme NBN EN 13779 précise que l'air repris des toilettes est de type ETA3. L'annexe A.6 précise que l'air repris de catégorie ETA3 ne peut être ni recyclé, ni transféré (il doit donc être rejeté).

- *Espace particulier : couloir contenant des photocopieuses*

L'article 5.2.2 de la norme NBN EN 13779 précise que l'air d'un espace contenant des photocopieuses est de type ETA3. L'annexe A.6 précise que l'air repris de catégorie ETA3 ne peut être ni recyclé, ni transféré (il doit donc être rejeté).

Lors de la conception du bâtiment, s'il n'est pas encore prévu d'installer les photocopieuses à cet endroit, cet espace sera probablement considéré comme un couloir et aucune extraction ne sera prévue.

10.4 RÉSUMÉ DES DÉBITS D'AIR À RÉALISER

10.4.1 Cas 1

Les hypothèses suivantes sont appliquées :

- l'occupation des bureaux est inconnue,
- dans les espaces sanitaires, on ne fait pas la distinction entre toilettes et couloirs et le nombre de toilettes est inconnu,
- le local 216b est considéré comme un couloir (il n'est pas encore prévu d'y installer des photocopieuses).

Les débits dans les différents (types d') espaces sont donnés ci-dessous.

Locaux	Débit de conception	Occupation ou surface	Débit total	Qualité de l'air fourni	Qualité de l'air repris
Bureaux rez-de-chaussée	22 m ³ /h.personne	26 personnes	572 m ³ /h	Air neuf	ETA1
Bureaux 1 ^{er} étage	22 m ³ /h.personne	25 personnes	550 m ³ /h	Air neuf	ETA1
Local 216b (couloir)	1.3 m ³ /h.m ²	42 m ²	55 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	inchangé
Couloirs (rez et 1 ^{er} étage)	1.3 m ³ /h.m ²	2 x 125 m ²	2 x 163 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	inchangé
Toilettes (rez et 1 ^{er} étage)	15 m ³ /h.m ²	2 x 29.3 m ²	2 x 440 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	ETA3
Cave (archives)	1.3 m ³ /h.m ²	464.5 m ²	604 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	ETA2

Table 38 : Débits dans les différents (type d') espaces - cas 1

Le débit total d'air neuf à **pulser** s'élève à $572 + 550 = 1122$ m³/h.

Le débit total d'air à **rejeter (ETA3)** s'élève à $2 \times 440 = 880$ m³/h.

En théorie, le débit d'air neuf est suffisant que pour pouvoir satisfaire les débits à fournir dans chaque espace. Une solution théorique est donnée à la Figure 24. Les débits sont satisfaits dans chaque type d'espace, tant en pulsion qu'en extraction. Les débits transférés d'un espace vers d'autres espaces ne sont pas supérieurs au débit de cet espace, quoique l'inverse soit possible, comme le montre l'exemple de la cave. Le débit nominal de la cave (604 m³/h) doit pouvoir être réalisé tant en pulsion qu'en extraction, comme l'exige  l'article 5.2). Pour ce

faire, le débit transféré vers la cave sera par exemple correspondant à la différence entre le débit évacué des bureaux (1122 m³/h) et le débit évacué d'une partie des toilettes et du local 126b (406 m³/h), soit 716 m³/h. Le débit transféré depuis la cave sera donc au minimum le débit nominal, soit 604 m³/h. La différence (112 m³/h) devra donc s'échapper par les inétanchéités de la cave.

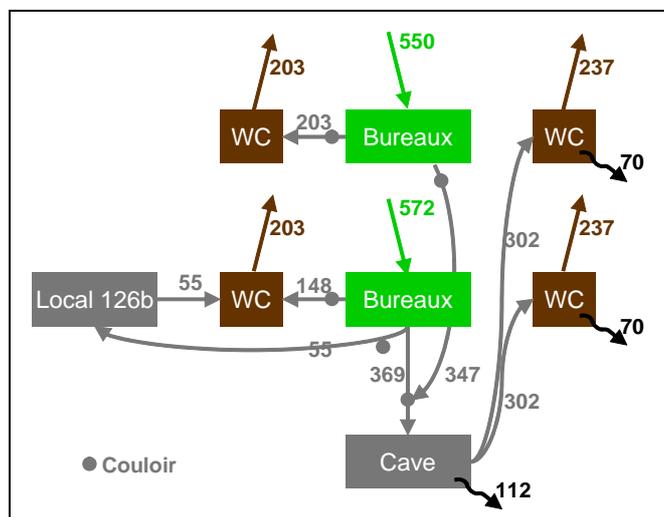


Figure 24 : Débits à pulser/transférer/extraire - cas 1

On voit toutefois que cette solution n'est pas (ou difficilement) réalisable en pratique. En effet, il faudrait transférer de l'air du couloir du 1^{er} étage vers la cave, et ensuite transférer cet air de la cave vers les toilettes du 1^{er} étage. En outre, le débit d'air pulsé dans les toilettes est supérieur au débit extrait, ce qui entraîne un risque de propagation d'air vicié qu'il faudrait absolument éviter.

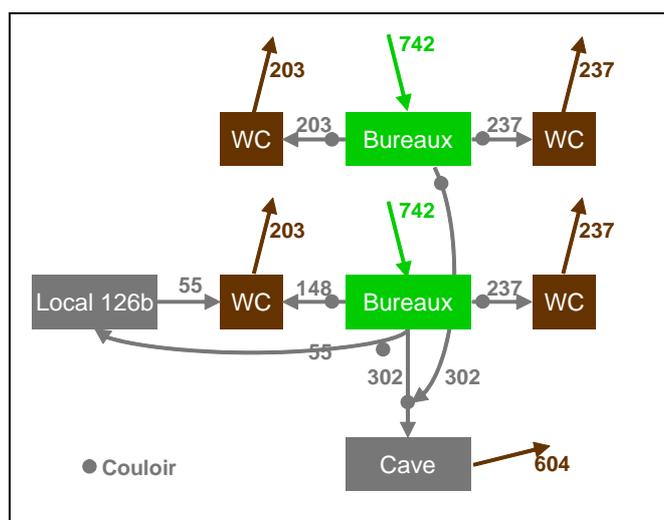


Figure 25 : Débits à pulser/transférer/extraire - cas 1 modifié

Une solution plus pratique (Figure 25) consisterait à augmenter le débit d'air pulsé dans les bureaux (afin d'augmenter la qualité de l'air intérieur dans ces locaux) et de rejeter vers l'extérieur l'air extrait de la cave.

Le débit total d'air neuf à **pulser** s'élèverait donc à $572 + 550 + 362 = 1484 \text{ m}^3/\text{h}$.

Le débit total d'air à **rejeter** s'élève à $2 \times 440 + 604 = 1484 \text{ m}^3/\text{h}$.

Cette solution a un coût énergétique non négligeable.

Une meilleure solution consisterait à mieux adapter les débits aux besoins réels.

10.4.2 Cas 2

Les hypothèses suivantes sont appliquées :

- l'occupation des bureaux est inconnue,
- dans les espaces sanitaires, on fait la distinction entre toilettes et couloirs et le nombre de toilettes est connu,
- le local 216b est considéré comme un local contenant des photocopieuses.

Les débits dans les différents (types d') espaces sont donnés ci-dessous.

Locaux	Débit de conception	Occupation ou surface	Débit total	Qualité de l'air fourni	Qualité de l'air repris
Bureaux (rez et 1 ^{er} étage)	22 m ³ /h.personne	48 personnes	1122 m ³ /h	Air neuf	ETA 1
Local 216b (photocopieuses)	22 m ³ /h.personne	5 personnes	110 m ³ /h	Air neuf	ETA3
Couloirs (rez et 1 ^{er} étage)	1.3 m ³ /h.m ²	125 m ²	2 x 163 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	inchangé
Toilettes (rez et 1 ^{er} étage)	25 m ³ /h.wc	2 x 5 wc	2 x 125 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	ETA3
Couloirs sanitaires (rez et 1 ^{er} étage)	1.3 m ³ /h.m ²	2 x 32 m ²	2 x 42 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	inchangé
Cave (archives)	1.3 m ³ /h.m ²	464.5 m ²	604 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	inchangé

Table 39 : Débits dans les différents (type d') espaces - cas 2

Le débit total d'air neuf à **pulser** s'élève à $572 + 550 + 110 = 1232$ m³/h.

Le débit total d'air à **rejeter** s'élève à $2 \times 125 + 110 = 360$ m³/h. Pour les raisons pratiques expliquées au cas 1, l'air de la cave est également rejeté vers l'extérieur $360 + 604$ m³/h = 964 m³/h.

Le débit d'air neuf dans les bureaux est suffisant pour assurer la ventilation des couloirs ($2 \times 163 = 326$ m³/h). Le débit d'air à extraire des toilettes (2×125 m³/h) est suffisant pour assurer la ventilation des couloirs des espaces sanitaires (2×42 m³/h).

Le débit d'air neuf dans les bureaux est suffisant pour assurer la ventilation de toilettes et de la cave (via les couloirs); en effet, il est supérieur de 268 m³/h au débit d'air repris. Le bâtiment sera donc en surpression (du moins, si l'on ne tient pas compte de l'infiltration/exfiltration due à l'inétanchéité du bâtiment).

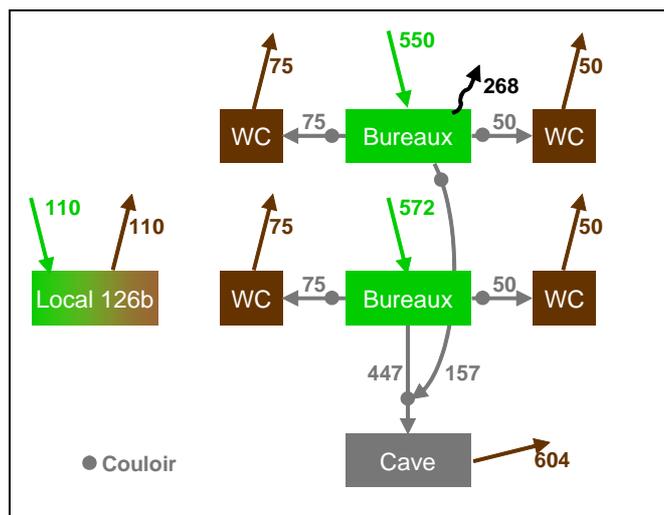


Figure 26 : Débits à pulser/transférer/extraire - cas 2

10.4.3 Cas 3

Les hypothèses suivantes sont appliquées :

- l'occupation réelle des espaces est connue lors du dimensionnement,
- le nombre de toilettes est connu, la distinction entre toilettes et couloirs est faite,
- le local 216b est considéré comme un local contenant des photocopieuses.

Locaux	Débit de conception	Occupation ou surface	Débit total	Qualité de l'air fourni	Qualité de l'air repris
Bureaux rez-de-chaussée	22 m ³ /h.personne	30 personnes	660 m ³ /h	Air neuf	ETA1
Bureaux 1 ^{er} étage ³⁰	22 m ³ /h.personne	25 personnes	550 m ³ /h	Air neuf	ETA1
Local 216b (photocopieuses)	22 m ³ /h.personne	5 personnes	110 m ³ /h	Air neuf	ETA3
Couloirs (rez et 1 ^{er} étage)	1.3 m ³ /h.m ²	125 m ²	2 x 163 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	inchangé
Toilettes (rez et 1 ^{er} étage)	25 m ³ /h.wc	2 x 5 wc	2 x 125 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	ETA3
Couloirs sanitaires (rez et 1 ^{er} étage)	1.3 m ³ /h.m ²	2 x 32 m ²	2 x 42 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	inchangé
Cave (archives)	1.3 m ³ /h.m ²	464.5 m ²	604 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	inchangé

Table 40 : Débits dans les différents (type d') espaces - cas 3

³⁰ **Remarque :** Au premier étage, un bureau de 50 m² n'est occupé que par 3 personnes. Le débit de conception doit cependant être basé sur une occupation nominale de $50/15 = 3.33 \rightarrow 4$ personnes, et non 3 et ce conformément à l'article 5.2.1 du texte présenté au § 9.2

Le débit total d'air neuf à **pulser** s'élève à $660 + 550 + 110 = 1320 \text{ m}^3/\text{h}$.

Le débit total d'air à **rejeter** s'élève à $2 \times 125 + 604 + 110 = 964 \text{ m}^3/\text{h}$, en incluant le débit de la cave.

A nouveau, le bâtiment sera en surpression (du moins, si l'on ne tient pas compte de l'infiltration/exfiltration due à l'inétanchéité du bâtiment).

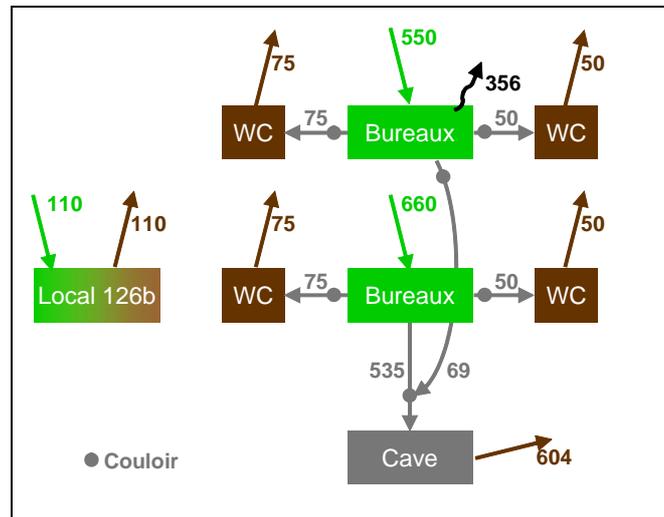


Figure 27 : Débits à pulser/transférer/extraire - cas 3

10.4.4 Comparaison avec la réglementation wallonne actuelle

A titre indicatif, la réglementation wallonne en vigueur actuellement a également été appliquée au bâtiment PROBE, afin d'illustrer les principales différences avec la réglementation proposée.

La réglementation prescrit uniquement un débit pour un nombre limité de type d'espaces, à savoir les bureaux simples (individuels), les bureaux paysagers, les salles de conférence, les auditoriums, les cafétérias/restaurants, les salles de classe et les jardins d'enfants. Pour les bureaux simples, le débit est de $2.9 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$.

En outre, les espaces sanitaires doivent être équipés d'une extraction mécanique permettant un débit de conception de $30 \text{ m}^3/\text{h}$ par toilette ($60 \text{ m}^3/\text{h}$ par toilette en cas de fonctionnement intermittent). Ces deux exigences sont présentées à la Figure 28.

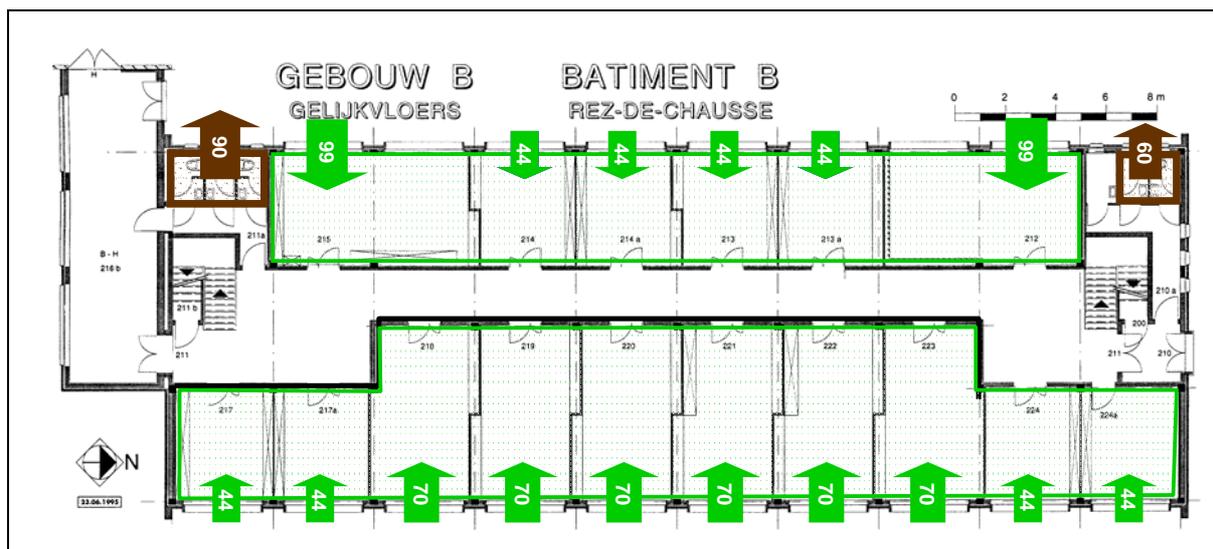


Figure 28 : Débits à pulser/extraire - selon la réglementation wallonne

Le débit total d'air neuf à **pulser** s'élève à $970 + 948 = 1918 \text{ m}^3/\text{h}$.

Le débit total d'air à **extraire** s'élève à $2 \times 5 \times 30 = 300 \text{ m}^3/\text{h}$.

Quelques différences entre la réglementation wallonne et la proposition du § 9.2 sont énumérées ci-dessous. En Région wallonne :

- les débits à fournir dans les bureaux sont nettement plus importants,
- l'extraction doit obligatoirement être mécanique dans les toilettes,
- aucun débit n'est prescrit pour les autres types d'espaces, dont les espaces de circulation, l'espace de stockage d'archives (cave), l'espace de photocopies,
- les points discutés au § 10.5 ne sont pas abordés par la réglementation wallonne.

10.4.5 Comparaison des différents cas analysés

La Figure 29 compare les quatre cas présentés ci-dessus.

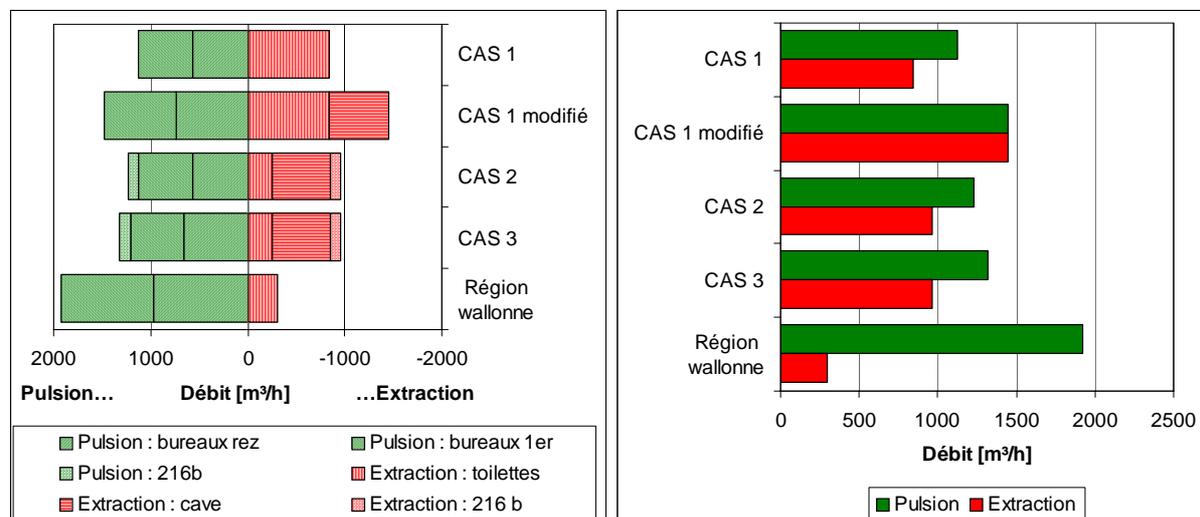


Figure 29 : Comparaison des différents cas

10.5 AUTRES ASPECTS IMPORTANTS

10.5.1 Gestion de la pulsion de l'air (📖 article 5.4)

📖 L'article 5.4 du texte présenté au § 9.2 interdit les systèmes de gestion du type IDA-C1 et IDA-C2. La classification des systèmes de gestion est donnée par la table 13 de la norme NBN EN 13779.

La pulsion dans les bureaux est soumise à une détection de présence (œil infrarouge), ce qui correspond à un système de contrôle IDA-C4. Le groupe de pulsion est par ailleurs géré par une horloge (système IDA-C3).



Figure 30 : Détection de présence dans les bureaux

10.5.2 Conditions de pression (📖 article 5.5)

📖 L'article 5.5 impose un certain équilibre des débits. La condition de pression (telle que définie par 📖 l'article 5.3.1 de la proposition du § 9.1) doit être comprise entre -5 Pa et 10 Pa.

Le volume du bâtiment est de $40 \times 14 \times 9.6 = 5376 \text{ m}^3/\text{h}$. Par conséquent, les conditions de pressions, en supposant une étanchéité $n_{50} = 1 \text{ h}^{-1}$, sont données dans les tables ci-dessous :

	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Région wallonne
Qualité de l'air	IDA3	IDA3	IDA3	IDA3
Zone fumeur/non fumeur	non fumeur	non fumeur	non fumeur	non fumeur
Débit de fuite à 50 Pa	5376 m ³ /h			
Occupation des bureaux	valeurs par défaut	valeurs par défaut	valeurs réelles	-
Nombre de toilettes	inconnu	connu	connu	connu
Local 216b	couloir	photocopies	photocopies	-
Exigence du RGPT	non	non	non	non
Débit total de pulsion	1122 m ³ /h	1232 m ³ /h	1320 m ³ /h	1918 m ³ /h
Débit total d'extraction	880 m ³ /h	964 m ³ /h	964 m ³ /h	300 m ³ /h
Condition de pression PC	0.4 Pa	0.5 Pa	0.8 Pa	7.9 Pa

Table 41 : Calcul de la condition de pression sous différentes hypothèses (1)

En prenant en compte d'autres hypothèses, on obtient :

	Hypothèse 5	Hypothèse 6	Hypothèse 7	Hypothèse 8
Qualité de l'air	IDA2	IDA3	IDA3	IDA3
Zone fumeur/non fumeur	non fumeur	fumeur	non fumeur	non fumeur
Débit de fuite à 50 Pa	5376 m ³ /h	5376 m ³ /h	5376 m ³ /h	762 m³/h
Occupation des bureaux	valeurs par défaut	valeurs par défaut	valeurs par défaut	valeurs par défaut
Nombre de toilettes	connu	connu	connu	connu
Local 216b	photocopies	photocopies	photocopies	photocopies
Exigence du RGPT	non	non	oui	non
Débit total de pulsion	2016 m ³ /h	2408 m ³ /h	1680 m ³ /h	1232 m ³ /h
Débit total d'extraction	1591 m ³ /h	1069 m ³ /h	1004 m ³ /h	964 m ³ /h
Condition de pression PC	1.0 Pa	5.9 Pa	2.1 Pa	10.0 Pa

Table 42 : Calcul de la condition de pression sous différentes hypothèses (2)

Du calcul de la condition de pression, il apparaît que la différence maximale entre les débits de pulsion et d'extraction est de :

$$q_{v, \text{sup ply}} - q_{v, \text{extract}} = \left(\frac{10}{50}\right)^{0.65} \cdot \dot{V}_{50} = \left(\frac{10}{50}\right)^{0.65} 5376 = 1889 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Si la différence entre les débits de pulsion et d'extraction dépasse cette limite, il convient d'extraire de l'air afin de maintenir la condition de pression dans les limites autorisées.

Les hypothèses n° 8 de la Table 42 montrent que, pour le dimensionnement selon les hypothèses de base, la condition de pression sera *effectivement* inférieure à 10 Pa si le débit de fuite à 50 Pa est supérieur à 763 m³/h (ce qui correspond à un n₅₀ de 0.14 h⁻¹)³¹.

³¹ Le débit de fuite du bâtiment PROBE a été mesuré en ne considérant pas la cave. Le débit de fuite mesuré à 50 Pa était de 8430 m³/h, ce qui correspond à un n₅₀ de 2.85 h⁻¹.

10.5.3 Dimensionnement des dispositifs de transfert d'air (📖 articles 5.7 et 📖 5.10)

Dans le bâtiment PROBE, l'air est pulsé dans les bureaux et transféré vers les toilettes via le couloir. Les portes des bureaux et des toilettes devraient donc être munies de grilles de transfert, dimensionnées selon 📖 l'article 5.7. Des fentes sous les portes sont également acceptables, pour autant que les conditions énoncées à 📖 l'article 5.10 soient satisfaites.

10.6 AUTRES RECOMMANDATIONS DE LA NORME NBN EN 13779

10.6.1 Disposition des bouches de prise et de rejet d'air

Dans le bâtiment PROBE, les bouches de prise et de rejet d'air ne sont pas correctement placées. L'annexe A.2 de la norme NBN EN 13779 indique que les prises d'air doivent se situer à une hauteur minimum de 3 mètres ou de 1.5 fois l'épaisseur maximum de neige, que l'on estime à 40 cm, soit 60 cm.



Figure 31 : Prises et rejets d'air dans le bâtiment PROBE

En règle générale, les bouches de rejets doivent déboucher en toiture, à l'exception des bouches d'évacuation qui remplissent les conditions suivantes :

- ✓ pour des débits inférieurs à $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ($1800 \text{ m}^3/\text{h}$),
- ✓ placées à une distance d'autres constructions au moins égale à 8 mètres,
- ✓ placées à une distance supérieure à 2 mètres d'une prise d'air (et de préférence plus haute qu'elle),
- ✓ la vitesse de l'air dans la bouche d'évacuation doit être au moins égale à 5 m/s .

Ces quatre conditions sont remplies pour l'extraction des toilettes.

Par ailleurs, la possibilité de nettoyer les bouches doit être prise en compte lors de la conception du bâtiment. Ce ne fût pas le cas pour le bâtiment PROBE.

10.6.2 Filtres

L'utilisation de filtres dépend de la qualité de l'air neuf (extérieur) et de la qualité de l'air intérieur désirée. La qualité de l'air neuf est décrite par l'article 5.2.3 et la table 5. Cependant, comme nous l'avons mentionné, les limites entre les différentes catégories ne sont pas données par la norme NBN EN 13779. En l'absence de réglementation ou recommandations belges en la matière, la catégorie ODA devra être établie de commun accord entre l'équipe de conception du bâtiment et le maître d'ouvrage.

Le bâtiment PROBE est situé dans une région rurale sans source importante de pollution; on peut donc supposer que l'air neuf est de qualité ODA1³². La table A.1 de la norme NBN EN 13779 donne le type de filtre nécessaire. Le filtre recommandé pour obtenir une catégorie d'air intérieur IDA3 en présence d'air neuf de classe ODA1 est le filtre F7.

Un préfiltre peut être utilisé afin d'éliminer les plus grosses poussières et protéger ainsi le filtre principal.

Le système de rejet d'air doit être protégé par un filtre de classe F5 minimum et doit être remplacé au moins tous les deux ans.

10.7 AUTRES EXEMPLES

10.7.1 Cuisine d'un immeuble de bureaux

Chaque étage de l'immeuble de bureaux présenté à la Figure 32 est équipé d'une petite cuisine contenant essentiellement un frigo et un four à micro-ondes. La taille de cette kitchenette est si réduite que cet espace ne servira ni pour la préparation simultanée de plusieurs repas, ni comme réfectoire. Dès lors, il semble raisonnable de considérer cet espace comme un "espace non prévu pour l'occupation humaine". Le débit à y fournir sera donc de 1.3 m³/h.m² (pour une qualité d'air IDA3) et pourra être constitué d'air transféré de qualité ETA 1 ou ETA 2.

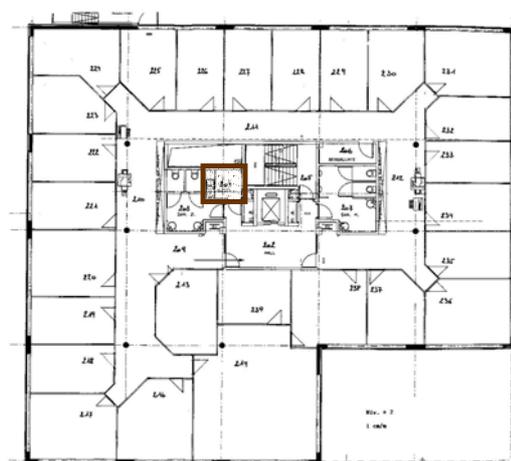


Figure 32 : Petite cuisine dans un immeuble de bureaux

³² Notons toutefois que la table 6 de la norme NBN EN 13779 donne des exemples de concentration de divers polluants, dont le CO₂, pour différents environnements. La concentration annuelle moyenne de CO₂ dans un tel environnement est évaluée à 350 ppm. Or, les mesures de CO₂ effectuées dans le bâtiment PROBE révèlent des concentrations extérieures d'environ 400 ppm, ce qui, selon la table 6, correspondrait à une agglomération ou une petite ville ! Les valeurs mentionnées dans cette table sont donc à prendre avec précaution, en tout cas en ce qui concerne le CO₂.

Par contre, le rez-de-chaussée comporte un réfectoire/cuisine de taille plus respectable. La moitié de l'espace est équipée de chaises et de tables. En dépit du fait que l'équipement de la cuisine est limité, et même si cet espace n'est utilisé que durant l'heure de table, il semble difficile de considérer cet espace autrement que comme un espace "prévu pour l'occupation humaine". L'air fourni devra donc être de l'air extérieur. Le débit sera donc de 22 ou 43 m³/h.personne selon qu'il soit interdit ou non de fumer. Le nombre minimum d'occupants sera établi sur base de la table de  l'article 5.2.1.

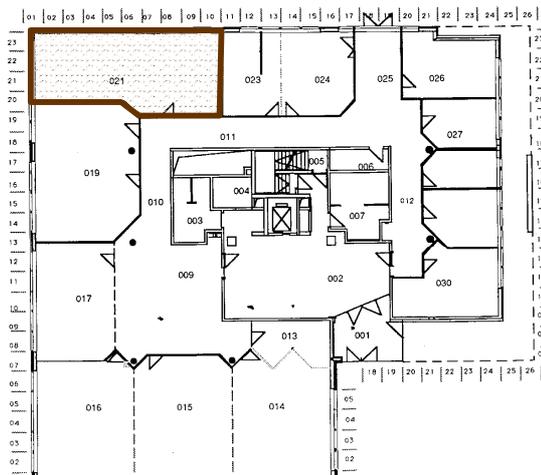


Figure 33 : Cuisine/cantine dans un immeuble de bureaux

L'espace pourra être considéré d'une des manières suivantes :

- Comme un réfectoire ou **cantine** : ce choix imposerait un débit de conception important puisqu'il suppose que la place disponible est de 1.5 m²/personne.
- Comme une **cuisine** : ce choix suppose une surface disponible de 10 m²/personne. Toutefois, comme le débit d'air est plus élevé pour une cantine que pour une cuisine, il convient plutôt de définir cet espace comme une cantine.
- Comme un **autre espace** de la table de  l'article 5.2.1 : ce choix suppose une surface disponible de 15 m²/personne (soit un débit 10 fois inférieur au débit nécessaire à une cantine !).

Selon la table 3 de la norme NBN EN 13779, l'air repris de la cuisine et des kitchenettes peut être qualifié de catégorie IDA2 si l'on considère ces espaces comme des "cuisines pour la préparation de boissons chaudes" ou de catégorie IDA3 si on les considère comme des "cuisines". La distinction entre ces deux types de cuisines est assez arbitraire. Selon le type de matériel électroménager présent et l'utilisation prévue de ces espaces, il semble raisonnable de penser que l'air repris de la cuisine du rez-de-chaussée sera de catégorie ETA 3 et que l'air repris des kitchenettes sera de type ETA 2. L'air repris par une hotte est toujours de catégorie ETA 4.

10.7.2 Prévention incendie

L'annexe A1.3.1 donne une analyse détaillée des relations entre les réglementations concernant la ventilation et la prévention incendie.

Un grand principe de la prévention incendie réside dans la réalisation d'un compartimentage, c'est-à-dire la division du bâtiment en volumes délimités par des parois ayant une résistance au feu suffisante. Le compartimentage permet de limiter, durant un temps déterminé, le développement de l'incendie au compartiment où le feu a débuté. Les ouvertures et traversées

dans les parois des compartiments (telles que les conduites, les gaines, ...) ne peuvent altérer le degré de résistance au feu de cette paroi³³.

Le bâtiment³⁴ est équipé d'un ascenseur. Pour les bâtiments bas, "l'ensemble constitué par une ou plusieurs gaines [d'ascenseurs] et par leurs paliers d'accès (...) est limité par des parois présentant Rf 1h. Les portes entre le compartiment et les sas (...) présentent Rf 1/2 h."³⁵

Le compartiment est présenté à la Figure 34 par des traits pointillés rouges³⁶. Les portes de ce compartiment devront être munies de grilles de transfert pour assurer la ventilation telle que prévue sur la figure. Ces grilles ne pourront diminuer la résistance au feu de la porte et doivent donc présenter, au minimum, une Rf 1/2 h.

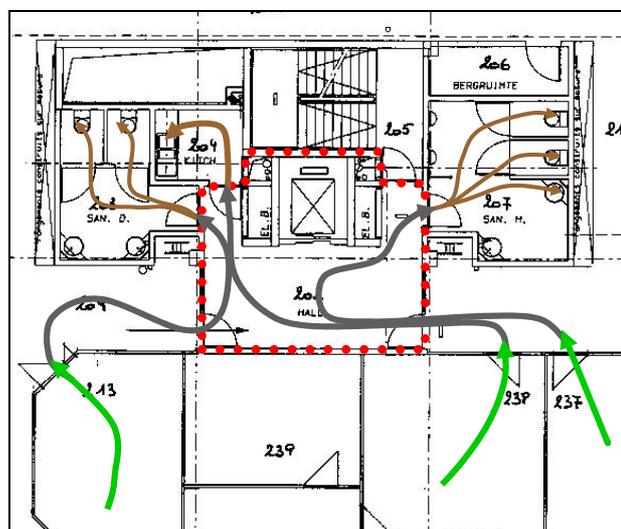


Figure 34 : Compartiment

Les grilles de ventilation résistantes au feu sont constituées de lamelles en matériau foisonnant protégé contre l'humidité par des gaines en plastique. Ce matériau intumescent obture les orifices de la grille de manière coupe-feu à partir d'une température de l'ordre de 100° C. Les grilles peuvent être circulaires ou rectangulaires, leurs dimensions variant de l'ordre de 100 x 50 mm² à 600 x 400 mm² (largeur x hauteur). La section nette de passage équivaut à plus ou moins 70 % des dimensions nominales.

A noter que, si la plupart des portes résistant au feu peuvent effectivement être pourvues de grilles de ventilation résistant au feu, ces dernières ne peuvent, dans la grande majorité des cas, être appliquées qu'en usine par le fabricant de la porte et non sur chantier par le placeur ou une autre personne. Il n'est donc pas permis, en situation de rénovation ou de mise en conformité d'un bâtiment, par exemple, de réaliser une découpe dans le vantail d'une porte résistant au feu pour y placer une grille de ventilation. Cette opération doit, dans la plupart

³³ Une résistance au feu moindre est admise pour les portes, car on ne peut placer derrière celles-ci de matériaux susceptibles de s'enflammer (telle une armoire contenant des livres, par exemple). Pour les conduites, on admet que la résistance au feu n'est pas altérée si un certain nombre de conditions sont remplies.

³⁴ Le bâtiment a été construit avant l'entrée en vigueur de l'A.R. du 07/07/1994, modifié par l'A.R. du 19/12/1997, fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie.

³⁵ A noter que la résistance au feu des parois est portée à Rf 1 h dans le cas des bâtiments moyens et à Rf 2 h dans le cas des bâtiments hauts. En Belgique, on admet une résistance au feu inférieure pour la porte que pour la paroi. En règle générale, la résistance au feu de la porte est la moitié de celle exigée pour la paroi dans laquelle la porte est placée (avec un minimum de Rf 1/2 h).

³⁶ La configuration adoptée dans ce bâtiment n'est assurément pas la configuration idéale pour un nouvel immeuble.

des cas (sauf si cela est stipulé autrement dans l'agrément Benor-ATG de la porte en question), être réalisée par le fabricant de la porte.

D'autre part, on ne peut pas apposer n'importe quel type de grille de ventilation résistant au feu sur n'importe quelle porte résistant au feu. Les différentes sortes de grilles de ventilation résistant au feu (marque, type, dimensions maximales, ...) pouvant être appliquées sur une porte bien particulière sont mentionnées dans l'agrément Benor-ATG de la porte en question. Cela dépend des essais de résistance au feu réalisés en laboratoire par le fabricant de la porte.

10.7.3 Bureau uniquement en communication avec d'autres bureaux

Le bureau 239 de la Figure 35 n'est pas en communication avec d'autres bureaux. L'air frais pulsé dans cet espace devra donc, soit transiter par d'autres bureaux avant de parvenir à un espace tel que les toilettes d'où il sera extrait et rejeté vers l'extérieur, soit être directement extrait de l'espace en question. Cette dernière solution est d'ailleurs la seule possible si fumer est autorisé, l'air repris de catégorie ETA 2 (bureau où l'on peut fumer) ne pouvant être transféré que vers des espaces non prévus pour l'occupation humaine.

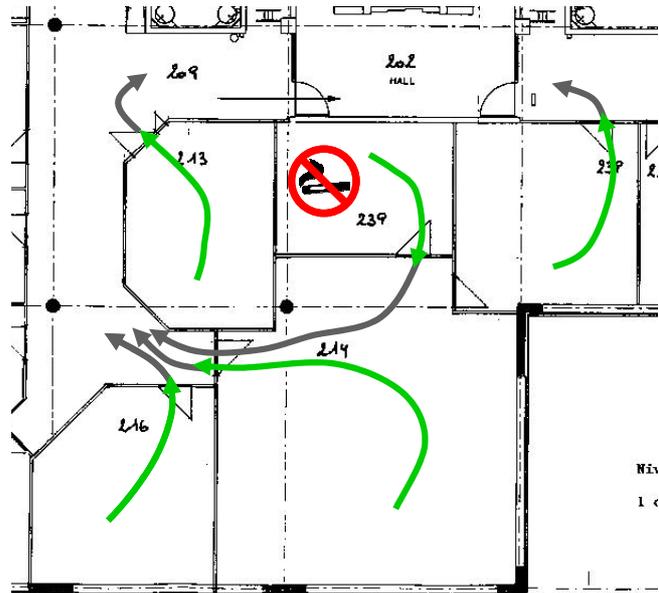


Figure 35 : Bureau entouré de bureaux

Même si la proposition de réglementation ne le spécifie pas explicitement, il convient de dimensionner la grille de

transfert entre l'espace 214 et le hall pour le débit cumulé des espaces 214 et 239.

10.7.4 Changement d'affectation d'un hall non chauffé en une salle de fête chauffée

Les exigences relatives à la ventilation des immeubles non résidentiels sont d'application pour un changement d'affectation, lorsque le volume est supérieur à 800 m³.

Le hall de stockage non chauffé a une superficie de (10 x 30) m². La transformation en une salle des fêtes est effectuée en isolant les murs, le toit et le sol, et en divisant l'espace en une salle de fête (200 m²), une cuisine (24 m²), un espace sanitaire (18 m²) avec 3 WC's, un vestiaire (18 m²) un hall d'entrée (12 m²) et un espace de stockage (28 m²). Des fenêtres sont placées, et une ventilation adaptée est prévue.

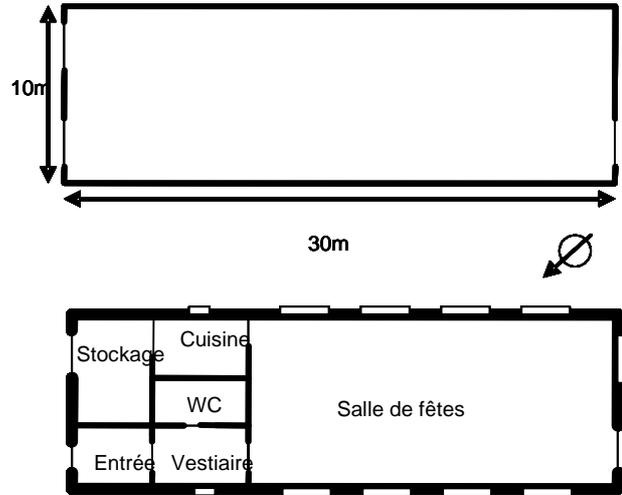


Figure 36 : Plan du hall de stockage (au-dessus) et de la salle des fêtes (en dessous)

Le hall d'entrée n'est pas un espace non-fumeur. Dans les autres espaces, il est explicitement indiqué qu'il n'est pas permis de fumer.

Locaux	Débit de conception	Occupation ou surface	Débit total	Qualité de l'air fourni	Qualité de l'air repris
Salle de fêtes (cafétéria)	22 m ³ /h.personne	200 m ² 1.5 m ² /pers. → 134 pers.	2934 m ³ /h	Air neuf	ETA2
Cuisine	22 m ³ /h.personne	24 m ² 10 m ² /pers. → 3 pers.	66 m ³ /h	Air neuf	ETA3
Toilettes	25 m ³ /h.wc	3 WC's	75 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	ETA3
Hall d'entrée	43 m ³ /h.personne	12 m ² 10 m ² /pers. → 2 pers.	86 m ³ /h	Air neuf	ETA2
Vestiaire	22 m ³ /h.personne	18 m ² 15 m ² /pers. → 2 pers	44 m ³ /h	Air neuf	ETA1
Espace de stockage	1.3 m ³ /h.m ²	28 m ²	37 m ³ /h	Air neuf ou ETA1 ou 2	inchangé

Table 43 : Débits dans les différents espaces

La salle de fêtes a un système de ventilation double flux. Dans le cas d'une alimentation naturelle, les grilles devraient avoir de grandes dimensions pour pouvoir satisfaire aux

exigences de débit minimum. De plus, afin de maintenir un confort tout en réduisant les consommations d'énergie, les débits doivent être réglables vu que l'occupation de la salle de fêtes est très variable. Pour le confort et la facilité d'utilisation, un système de ventilation mécanique est préféré.

Etant donné que le local de stockage n'est pas prévu pour l'occupation humaine, l'air peut être transféré du hall d'entrée vers le local de stockage (possibilité 1). Comme il est autorisé de fumer, l'air extrait du hall d'entrée est de qualité ETA2 (§ 5.6). Cet air ne peut être recyclé, mais peut être transféré vers les toilettes, garages et autres espaces non prévus pour l'occupation humaine, tel un local de stockage (voir aussi [l'article 5.3](#)).

Une autre possibilité est de directement rejeter l'air du hall d'entrée vers l'extérieur, et prévoir une entrée d'air neuf dans le local de stockage (possibilité 2). Cette seconde possibilité est préférée car l'espace de stockage peut contenir des denrées alimentaires et car il est préférable d'éviter le transfert involontaire d'air de catégorie ETA2 vers la cuisine.

Les possibilités 1 et 2 sont basées sur les débits minimum. Comme indiqué dans [l'article 5.1](#), il faut qu'il soit possible que les débits réels satisfassent au moins à ces valeurs. Dans la réalité, le débit peut bien entendu être plus faible, par exemple lors d'une faible occupation de la salle des fêtes.

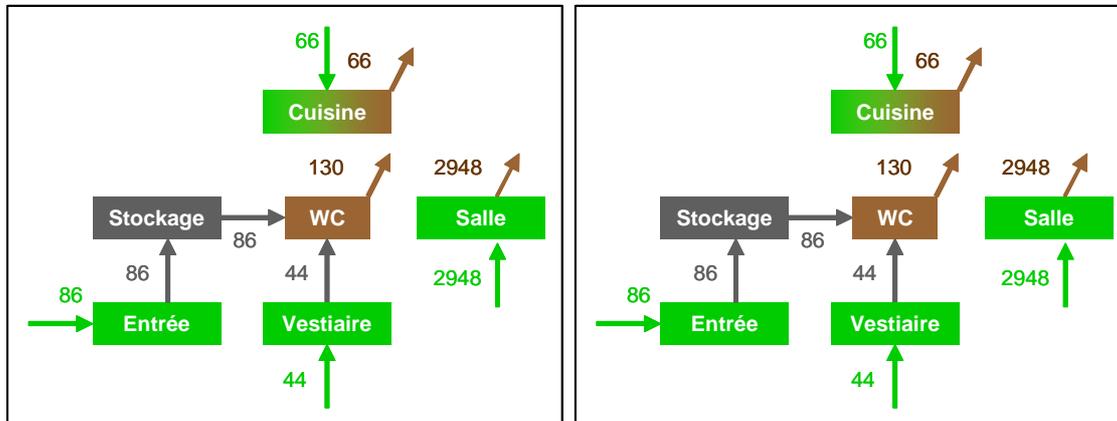


Figure 37 : Solution 1 (gauche) et 2 (droite)

10.8 CONCLUSIONS

L'application du texte proposé au § 9.2 sur deux bâtiments a mis en évidence les aspects suivants.

- Dans le cas du bâtiment PROBE, il apparaît qu'il convient de dimensionner le débit à extraire des toilettes en fonction du nombre réel des toilettes.
- La manière de définir certains espaces n'est pas univoque. Ainsi, par exemple, l'espace des photocopieuses du bâtiment PROBE et la cuisine du rez-de-chaussée du second bâtiment analysé peuvent être vus de différentes manières, selon que le concepteur veuille dimensionner un système de ventilation efficace ou, au contraire, dimensionner un système minimaliste.
- Si le concepteur applique purement et simplement le texte, que ce soit volontairement ou par manque de connaissance des données réelles, la qualité de l'air ne sera pas nécessairement garantie. Ainsi, par exemple, selon les surfaces disponibles par personne, les grands bureaux peuvent être considérés comme destinés à une personne alors, qu'en réalité, certains en accueillent trois.

Les auteurs considèrent cependant qu'il serait difficile d'améliorer ces points. La seule solution serait d'avoir une table décrivant chaque type d'espace (en donnant une définition précise) et une surface disponible par personne réaliste pour chacun d'entre eux. La réalisation de cette table constituerait sans aucun doute un travail de Titan à l'issue incertaine; il serait impossible de couvrir tous les cas de figure.

Dès lors, il convient que l'auteur d'un projet particulier applique ce texte intelligemment, en utilisant au maximum les valeurs réelles de son projet; l'auteur reste responsable de son projet.

11 CONCLUSIONS

A l'heure actuelle (janvier 2005), il n'existe pas de norme belge traitant de la conception et du dimensionnement de systèmes de ventilation pour les immeubles de bureaux. Par ailleurs, seule la Région wallonne s'est dotée d'une réglementation fixant les débits d'air à fournir dans les immeubles de bureaux. Il n'y a donc pas d'exigences dans les autres Régions, à l'exception de celles du RGPT, très succinctes. Cependant, cette carence en texte réglementaire est sans lien avec la nécessité de ventiler les immeubles de bureaux, espaces où une part importante de la population passe une bonne partie de sa vie.

La présente brochure "la ventilation des immeubles de bureaux - vers une meilleure expression des exigences..." tente de remédier à cette situation et présente ce qui pourrait être une proposition de réglementation.

Conformément à la législation européenne (et notamment à la Directive des Produits de Construction), le texte proposé se base autant que possible sur les normes produites par le CEN, et notamment sur la norme EN 13779. Pour rappel, une fois approuvée, la norme EN 13779 a été enregistrée par l'IBN et est devenue ainsi la norme NBN EN 13779.

Le texte proposé a été appliqué à deux des bâtiments existants et à un bâtiment fictif. Cet exercice a entraîné quelques remaniements de la proposition initiale, pour aboutir au texte actuel.

Il apparaît également clairement que pour garantir une application correcte du texte, le concepteur doit avoir quelques connaissances en matière de ventilation et doit disposer de données du bâtiment, suffisamment proches de son utilisation future.

12 RÉFÉRENCES

12.1 RÉFÉRENCES NORMATIVES

- [1] NBN B 62-301 :1989 : Isolation thermique des bâtiments - Niveau d'isolation thermique globale
- [2] NBN D 50-001 :1991 : Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation
- [3] NBN EN 12599 :2000 : Ventilation des bâtiments - Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de ventilation et de climatisation installées
- [4] NBN EN ISO 7730 :1996 : Ambiances thermiques modérées - Détermination des indices PMV et PPD et spécifications des conditions de confort thermique
- [5] NBN EN 12792 :2003 : Ventilation des bâtiments - Symboles, terminologie et symboles graphiques
- [6] NBN EN 13779 :2004 : Ventilation dans les bâtiments non résidentiels - Spécifications des performances pour les systèmes de ventilation et de climatisation
- [7] NBN EN 13141-1 :2004 : 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
- [8] NBN EN 13141-2 :2004 : Ventilation des Bâtiments - Essais des performances des composants/produits pour la ventilation des logements - Partie 2 : Bouches d'air d'évacuation et d'alimentation
- [9] NBN B 61-001 :1986 (*) : Chaufferies et cheminées
- [10] NBN B 61-002 :2003 : Chaudières de chauffage central dont la puissance nominale est inférieure à 70 kW - Prescriptions concernant leur espace d'installation, leur amenée d'air et leur évacuation de fumée (projet)
- [11] NBN D 51-003 :2003 : Installations intérieures alimentées en gaz naturel et placement des appareils d'utilisation - Dispositions générales (projet)
- [12] NBN D 51-003 :1993 (*) : Installations alimentées en gaz combustible plus léger que l'air, distribué par canalisations
- [13] NBN D 51-001 :1972 : Chauffage central, ventilation et conditionnement d'air - Locaux pour postes de détente de gaz naturel
- [14] NBN EN 779 :2003 : Filtres à air de ventilation générale pour l'élimination des particules - Détermination des performances de filtration
- [15] NBN EN 12237 :2003 : Ventilation des bâtiments - Réseau de conduits - Résistance et étanchéité des conduits circulaires en tôle
- [16] NBN EN 1886 :1988 : Ventilation des bâtiments - Caissons de traitement d'air - Performance mécanique
- [17] NBN EN 13829 :2001 : Performance thermique des bâtiments - Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments - Méthode de pressurisation par ventilateur (ISO 9972 :1996, modifiée)

- [18] NBN ENV 12097 :1997 : Ventilation des bâtiments - Réseau de conduits - Prescriptions relatives aux composants destinés à faciliter l'entretien des réseaux de conduits
- [19] NBN S 01-401 :1987 : Acoustique - Valeurs limites des niveaux de bruit en vue d'éviter l'inconfort dans les bâtiments
- [20] NBN S 01-400 :1977 : Acoustique - Critères d'isolation acoustique

(*) indique qu'un addendum a été publié.

12.2 AUTRES RÉFÉRENCES

- [21] Vandaele L., Porrez J., Wouters P., Cobbaert B., De Groote W., Bossaer A., Energy and indoor climate in Belgian offices : results of a survey, Proceedings de la conference EPIC - AIVC 2002, Lyon, 2002.
- [22] Heijmans N., Schouwenaars S., Vandaele L., Wouters P., PROBE : pistes pour la rénovation des immeubles de bureaux - un meilleur confort avec moins d'énergie, rapport CSTC n° 6, Bruxelles, 2002.
- [23] EUROVENT 2/2 - 1991 - Degré d'étanchéité à l'air dans les réseaux de distribution d'air en tôle, 1991.

ANNEXE 1 RÉGLEMENTATIONS EXISTANTES EN BELGIQUE

Comme expliqué au § 2.3.1, la ventilation des immeubles de bureaux s'inscrit dans le cadre de réglementations régionales et fédérales. Le présent chapitre décrit la situation actuelle (janvier 2005); le lecteur intéressé pourra obtenir des informations à jour sur les sites <http://www.normes.be> et <http://www.bbri.be/webcontrole/>.

A1.1 RÉGLEMENTATIONS RÉGIONALES

A1.1.1 Réglementation en Région flamande

A ce jour, les pouvoirs publics flamands n'ont publié aucune réglementation relative à la ventilation des bâtiments. Cependant, le décret flamand du 18 mai 1999 portant organisation de l'aménagement du territoire fait expressément référence à la compétence du Gouvernement flamand d'imposer des exigences en matière de ventilation pour les bâtiments. L'article 100 - § 3 stipule les conditions d'octroi d'un permis de bâtir.

Art. 100-§ 3. L'autorisation urbanistique visée à l'article 99, § 1er, 1° et 6°, doit être refusée lorsque les règles relatives aux exigences globales en matière de performance énergétique n'ont pas été respectées, ni les règles en matière d'isolation thermique, d'infrastructure d'aération et les exigences minimales pour le climat intérieur telles que définies par le Gouvernement flamand.

Il ressort de ce décret que le Parlement flamand accorde au Gouvernement flamand la compétence d'imposer des exigences en matière de dispositifs de ventilation dans les bureaux et les écoles.

A1.1.2 Réglementation en Région wallonne

La Région wallonne a repris dans sa réglementation un certain nombre d'exigences relatives à la ventilation des immeubles de bureaux. Il s'agit des Arrêtés du Gouvernement wallon du 15.02.1996. Ces exigences peuvent être résumées comme suit :

- Lors de la construction d'un immeuble de bureaux (ou d'une école), il y a lieu de prévoir les débits d'air neuf donnés à la Table 44, exprimés en m³ par heure et par m² de surface utile.

Remarque : Par surface utile, on entend la partie de surface de plancher, calculée sur base des dimensions intérieures, qui a directement trait à l'usage du bâtiment. Ne sont donc pas comprises les surfaces utilisées pour les équipements techniques, ainsi que les surfaces pour les accès et les circulations.

Type d'espace	Débit d'air à réaliser [m ³ /h.m ²]
Bureau individuel	2.9
Bureau paysager	2.5
Salle de conférence	8.6
Auditoire	23.0
Restaurant, cafétéria	11.5
Classe	8.6
Jardin d'enfants	10.1

Table 44 : Débits d'air nominaux en fonction du type d'espace selon la Réglementation wallonne

- Ces débits peuvent être réalisés soit mécaniquement, soit naturellement pour autant que certaines conditions soient respectées :
 - la hauteur entre le niveau le plus élevé (occupé par des bureaux ou des classes) et l'entrée principale est inférieure à 13 m,
 - les exigences de débits d'air sont réalisées pour une différence de pression de 2 Pa au travers des bouches d'alimentation naturelle,
 - les bouches de ventilation n'impliquent aucun risque d'effraction,
 - les bouches de ventilation peuvent être contrôlées de manière continue ou avoir au moins trois positions entre la fermeture et l'ouverture totale.

Lorsque la hauteur est supérieure à 13 m, la ventilation naturelle peut être réalisée pour autant que le bon fonctionnement soit démontré par une étude spécifique.

- Il y a lieu de prévoir une extraction mécanique dans les espaces sanitaires, permettant un débit de conception de 30 m³/h.appareil en cas de fonctionnement permanent et de 60 m³/h.appareil en cas de fonctionnement non continu (par appareil, on entend un WC ou un urinoir).
- En cas de transformation d'un bâtiment en bureaux (ou en école), les prescriptions ci-dessus sont également exigées.
- En cas de rénovation d'un immeuble de bureaux (ou d'une école), sans changement d'affectation, tous les espaces dans lesquels les châssis sont remplacés doivent répondre aux règles relatives aux constructions neuves ou être équipés de systèmes de ventilation naturelle fournissant les débits indiqués à une différence de pression $\Delta P = 2$ Pa.

A1.1.3 Réglementation en Région de Bruxelles-Capitale

Il n'y a pas de dispositions légales relatives à la ventilation des bâtiments (de bureaux) en Région de Bruxelles-Capitale.

A1.2 RÉGLEMENTATION FÉDÉRALE

A1.2.1 Règlement Général pour la Protection du Travail (RGPT)

Le Règlement Général pour la Protection du Travail (RGPT) a constitué, à partir de 1947, le texte coordonné de toutes les dispositions réglementaires et générales concernant la santé et la sécurité des travailleurs³⁷.

L'article 55 du RGPT exige que "des conditions atmosphériques et climatiques convenables doivent être maintenues dans tous les locaux de travail. L'ambiance des locaux de travail ne peut être troublée par l'influence des facteurs nocifs suivants :

- 1) la présence d'air confiné ou vicié,
- 2) les courants d'air dangereux,
- 3) une chaleur ou un froid excessifs,
- 4) une humidité ou une sécheresse excessives, ainsi que des odeurs désagréables dans tous les locaux où la nature des opérations ne s'y oppose pas."

L'article 56 précise que "l'introduction d'air neuf ainsi que l'évacuation de l'air vicié sont assurées à raison de 30 m³ d'air par heure et par travailleur présent dans ces locaux." Ce débit d'air peut être fourni tant par un système de ventilation naturelle que par un système mécanique ou hybride.

L'article 57 prévoit en outre une ventilation intensive "pendant les interruptions de travail en ouvrant largement les fenêtres." L'article 58 prescrit une série d'exigences pour les systèmes de ventilation artificielle (autre que naturelle). Enfin, ces deux articles prescrivent que l'humidité relative soit maintenue entre 40 % et 70 %.



Le lecteur trouvera le texte complet de cette réglementation sur le site Internet du Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail :

<http://meta.fgov.be/pk/pkf/pkfl/pkflb/pkflbc/frkflbcb01.htm>.

Il est important de noter que le RGPT est applicable aux travailleurs et aux employeurs³⁸. Ne sont donc pas concernés les *visiteurs* d'un bâtiment et les *indépendants* qui y travaillent, pour qui les besoins de ventilation sont pourtant identiques à ceux des travailleurs.

³⁷ Le RGPT est progressivement remplacé par le "Code sur le bien-être au travail". Ce Code est (notamment) constitué des Arrêtés d'application de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail. Certains de ces Arrêtés sont la transposition en droit belge des directives européennes en matière de prévention et de protection de la santé et de la sécurité sur les lieux de travail.

³⁸ La loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail, qui succèdera à terme au RGPT, a étendu la notion de travail notamment aux personnes ayant un contrat d'apprentissage, aux stagiaires, aux élèves et étudiants qui effectuent une forme de travail au sein de l'établissement d'enseignement.

A1.2.2 Arrêté Royal du 19 janvier 2005

L'Arrêté Royal du 19 janvier 2005 (Moniteur Belge du 2 mars 2005) porte sur l'interdiction de fumer dans les espaces de travail.

En vertu de cet A.R., il est interdit de fumer³⁹ dans les espaces de travail, les équipements sociaux (installations sanitaires, réfectoire et locaux destinés au repos ou aux premiers soins), ainsi que dans les moyens de transport que l'employeur met à la disposition du personnel pour le transport collectif du et vers le lieu de travail.

Toutefois, il est possible de prévoir un fumoir dans l'entreprise, après avis préalable du Comité pour la prévention et la protection au travail. A noter que la possibilité de créer un fumoir ne crée pas un droit à un fumoir.

L'A.R. spécifie que le fumoir doit être efficacement ventilé, sans préciser comment.

A noter que cet A.R. d'une part abroge l'article *148decies2. 2bis* du RGPT relatif à l'usage du tabac, et d'autre part est introduit dans le nouveau "Code sur le bien-être au travail".

A1.2.3 Arrêté Royal du 15 mai 1990

L'Arrêté Royal du 15 mai 1990 (Moniteur Belge du 13 juin 1990), modifié par l'Arrêté Royal du 2 janvier 1991, porte sur l'interdiction de fumer dans certains lieux publics.

En vertu de cet A.R., il est interdit de fumer dans les lieux fermés et accessibles au public qui font partie de bâtiments dans lesquels :

- des prestations sont fournies au public, moyennant paiement ou non, en ce compris les lieux où des denrées alimentaires et/ou des boissons sont présentées à la consommation (à l'exception des lieux de type HoReCa⁴⁰ dont la superficie ne dépasse pas 50 m²),
- des malades ou des personnes âgées sont accueillis ou soignés,
- des soins de santé préventifs ou curatifs sont dispensés,
- des enfants ou des jeunes en âge scolaire sont accueillis, logés et soignés,
- l'enseignement et/ou la formation professionnelle sont dispensés,
- des spectacles sont donnés,
- des expositions sont organisées,

³⁹ Cette interdiction entre en vigueur le 1er janvier 2006. En attendant, l'employeur met en place une politique globale de restriction de l'usage du tabac dans les espaces de travail.

⁴⁰ HoReCa est l'abréviation de Hôtels - Restaurants - Cafés. Par des lieux de type HoReCa, il faut entendre " les lieux fermés accessibles au public où sont présentées à la consommation des denrées alimentaires et/ou boissons".

- des sports sont pratiqués.

Par ailleurs, dans les lieux de type HoReCa, un système d'extraction des fumées et/ou d'aération qui élimine les fumées doit être installé, selon les conditions fixées par le Ministre compétent (voir ci-dessous).

A1.2.4 Arrêté Ministériel du 9 janvier 1991

L'Arrêté Ministériel du 9 janvier 1991 (Moniteur Belge du 22 janvier 1991) vient compléter l'Arrêté Royal du 15 mai 1990. Il détermine les conditions auxquelles doivent répondre les lieux fermés accessibles au public où sont présentées à la consommation des denrées alimentaires et/ou boissons et où il est autorisé de fumer.

Les exigences de cet Arrêté Ministériel peuvent être résumées comme suit :

- Si la superficie de l'établissement dépasse 50 m², au moins la moitié de l'espace doit être réservée aux non-fumeurs. Cette règle des 50 m² se réfère à la superficie totale de l'espace utilisé pour la consommation, y compris le bar et l'espace derrière le bar. Les espaces qui, normalement, ne sont pas accessibles au public, tels que les lieux intermédiaires ou escaliers, ne sont pas pris en compte. Une piste de danse, par contre, en fait partie.
- L'espace prévu pour les fumeurs ne doit pas être isolé matériellement du reste de l'établissement, mais doit clairement être indiqué et délimité. Les espaces où il est interdit de fumer doivent être pourvus de signaux d'interdiction de fumer bien visibles.
- L'espace fermé qui comprend une zone fumeurs doit être équipé d'un système d'extraction de fumée ou de purification d'air qui élimine la fumée.
- L'espace fumeurs dans les établissements HoReCa où l'usage du tabac est autorisé doit être équipé d'un système d'extraction de fumée ou d'un système de ventilation, peu importe si la superficie de l'établissement est inférieure ou supérieure à 50 m².
- Le débit minimum de renouvellement ou de purification d'air doit être de 15 m³/h par m² de superficie de l'ensemble de l'espace fermé (c'est-à-dire zones fumeurs et zones non-fumeurs). Ce débit peut être arrondi à la centaine inférieure.
- Les appareils de purification d'air par filtre, filtre électrostatique ou ionisation sont autorisés par la loi.
- Les appareils doivent être placés de manière à obtenir un rendement de renouvellement ou de purification maximum, de manière à éviter des nuisances sonores ou des courants d'air inconfortables et de manière à éviter tout autant l'aspiration d'air vicié en provenance de cheminées, cuisines ou autres sources.
- Les appareils doivent fonctionner lorsqu'il y a des consommateurs dans la salle.
- Les appareils doivent être utilisés et entretenus de manière à atteindre un rendement maximal.

A1.3 AUTRES RÉGLEMENTATIONS AYANT UN IMPACT SUR LES SYSTÈMES DE VENTILATION

A1.3.1 Prévention au feu

L'Arrêté Royal entérinant les "normes de base" pour la prévention à l'incendie et aux explosions, à laquelle doivent satisfaire toutes les nouvelles constructions (AR du 07.07.1994 modifié par l'AR du 19.12.1997 et l'AR du 04.04.2003) fixe les conditions minimales auxquelles doivent répondre la conception, la construction et l'aménagement des bâtiments. D'autres règlements complètent les normes de base afin d'adapter des mesures spécifiques justifiées par la destination particulière de certains bâtiments.

L'A.R. est d'application pour tous les nouveaux bâtiments, à l'exception des maisons unifamiliales, des bâtiments industriels⁴¹ et des bâtiments bas ayant maximum 2 niveaux et une superficie totale inférieure à 100 m². Il définit trois types de bâtiments, selon leur hauteur⁴² : les bâtiments bas ($h < 10$ m), moyens ($10 \text{ m} \leq h \leq 25$ m) et élevés ($h > 25$ m). Dans la suite du texte, si les règles mentionnées ne sont pas applicables aux trois types de bâtiment, leur champ d'application sera indiqué par les lettres BB, BM et/ou BE.

§	Exigence (pour le texte exact, voir Arrêté Royal)
2.1	Un grand principe de la prévention incendie réside dans le compartimentage du bâtiment en zones. En règle générale, la superficie horizontale d'un compartiment est limitée à 2500 m ² et la hauteur d'un compartiment correspond à celle d'un étage. Il existe cependant des exceptions (appartements duplex, atrium, ...) à ces principes généraux. Notons que d'autres règlements applicables pour des bâtiments bien particuliers (hôpital, maison de repos, ...) imposent des exigences plus sévères (compartiment coïncidant à une chambre, par exemple).
3.1	La traversée d'une paroi par des conduites ne peut altérer le degré de résistance au feu de cette paroi. ⁴³ Toutefois, certaines exceptions sont prévues pour les traversées de parois présentant une Rf 1/2 h par des conduits d'air (cfr. article 6.7.3.1).
4.1	Les parois entre compartiments doivent présenter une résistance au feu Rf 1/2h (BB à un niveau) / Rf 1h (BB de plus d'un niveau, BM) / Rf 2h (BE). La communication entre deux compartiments doit se faire au moyen d'une porte Rf 1/2 h sollicitée à la fermeture ou à fermeture automatique en cas d'incendie (BB) ou au moyen d'un sas muni de portes Rf 1/2h à fermeture automatique (BM, BE). Ce sas peut servir de sas

⁴¹ Un texte spécifique pour les bâtiments industriels est actuellement en préparation au sein du Conseil Supérieur de la sécurité contre l'incendie et l'explosion (publication prévue en 2005).

⁴² La hauteur est définie comme la distance entre le niveau du plancher de l'étage le plus élevé et le niveau le plus bas des voies entourant le bâtiment et utilisables par les véhicules des services d'incendie.

⁴³ Une circulaire ministérielle complétant cet article 3.1 a été diffusée en avril 2004 aux Gouverneurs des provinces par le SPF Intérieur. Elle contient des recommandations pratiques concernant l'obturation des traversées d'éléments de construction résistants au feu par des conduites. Ces recommandations ne s'appliquent cependant pas aux conduits d'air, aux gaines de ventilation, aux cheminées et aux clapets coupe-feu.

	de cage d'escaliers, mais non de sas d'ascenseur (BE).
4.2.2.3	A chaque niveau, la communication entre le chemin d'évacuation et la cage d'escaliers est assurée par un sas qui doit (e.a.) être ventilé (BE).
4.2.2.6 4.2.2.7 4.2.2.9	Une baie de ventilation débouchant à l'air libre, d'une section de 1 m ² minimum, doit être prévue à la partie supérieure de chaque cage d'escaliers (sauf celles en sous-sol). Cette baie est normalement fermée et la commande de son dispositif d'ouverture doit être manuelle.
6.7.1.1	Aucun espace confiné ne peut être intégré au réseau de conduits d'air à moins de satisfaire aux prescriptions imposées aux conduits.
6.7.1.2	Aucune cage d'escaliers ne peut servir à l'alimentation ou à l'évacuation d'air d'autres locaux.
6.7.1.3	L'air repris des locaux présentant des risques particuliers d'incendie ne peut être recyclé, mais doit être évacué vers l'extérieur; l'A.R. donne quelques exemples de locaux présentant ce risque. D'après la norme NBN EN 13779, l'air repris de ces locaux est du type ETA3 et ne peut être transféré ou recyclé. Les deux exigences se rejoignent. Dans le cas où l'air est recyclé, un clapet coupe-fumée doit être intégré dans le conduit de recyclage, sauf pour des débits inférieurs à 5000 m ³ /h et ne desservant qu'un seul espace.
6.7.3.1	Les traversées de parois par des conduits d'air doivent répondre à l'article 3.1. Toutefois, cette prescription n'est pas d'application pour la traversée de parois Rf 1/2 h par des conduits d'air sous certaines conditions (classe de réaction au feu des matériaux des conduits d'air, occupation diurne uniquement, ...).
6.7.3.2	Aucun conduit d'air ne peut traverser une paroi présentant une Rf supérieure ou égale à 1h (et une paroi de gaine présentant une Rf 1/2h), sauf s'il satisfait à une des conditions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • un clapet résistant au feu est placé au droit de la traversée, • la conduite présente une résistance à la propagation du feu Ro équivalente à la Rf de la paroi ou est placée dans une gaine présentant la même Rf sur toute la longueur de la traversée d'un compartiment, • section de la traversée < 130 cm² et mécanisme qui en cas d'incendie obture la traversée en présentant une Rf équivalente à celle de la paroi traversée.
6.7.4.1 6.7.4.2 6.7.4.3	Les types de clapets résistant au feu sont décrits (commande, performance et installation).

Table 45 : Exigences des "normes de base" ayant un impact sur le système de ventilation

Certains bâtiments doivent être équipés d'une installation aéraulique d'évacuation de fumée des cages d'escaliers et/ou des chemins d'évacuation (cfr. article 6.8 pour BE). A noter que l'installation de confort classique ne répond bien entendu pas aux exigences de l'installation de désenfumage : ventilateurs d'extraction conçus pour véhiculer des fumées à 300° C pendant 1/2 heure, construction des conduits d'air afin d'évacuer des fumées chaudes, ... On ne peut donc pas utiliser l'installation de ventilation hygiénique comme installation de désenfumage; l'inverse serait par contre envisageable.

Finalement, il est bon de mentionner que des dérogations aux "Normes de base prévention incendie" peuvent être accordées pour autant que la construction concernée par ces dérogations conserve un niveau de sécurité au moins équivalent à celui qui est requis par ces normes⁴⁴. La demande de dérogation est introduite par le maître d'ouvrage ou son délégué. Les dérogations ne peuvent être accordées que sur la base de l'avis d'une commission de dérogation. Cette dernière est composée d'ingénieurs et inspecteurs du SPF intérieur - direction générale de la Sécurité civile, d'officiers de service incendie, d'experts dans le domaine de la prévention incendie, ...

Si l'avis est favorable, le permis de construire, l'autorisation de travaux ou le permis d'exploitation est accordé, à moins bien sûr que d'autres exigences, telles que le respect des règles d'urbanisme, ne soient pas satisfaites. Si l'avis de la commission de dérogation est défavorable, le permis de construire doit être refusé.



Le lecteur trouvera plus d'information sur le site de l'Antenne Norme Prévention Incendie du CSTC : <http://www.normes.be/feu>

⁴⁴ Loi-programme du 22 décembre 2003 – Article 413 §2.

A1.3.2 Confort acoustique

La norme *NBN S 01-401 (1987) : Acoustique - Valeurs limites des niveaux de bruit en vue d'éviter l'inconfort dans les bâtiments* définit les niveaux de bruit à considérer comme niveaux maximaux dans certains locaux, en fonction de leur utilisation. Pour obtenir ces niveaux, un certain nombre de précautions doivent être prises, dont le respect de la norme *NBN S 01-400 (1977)*⁴⁵. Les recommandations pour les immeubles de bureaux peuvent être résumées comme suit :

- ▶ Les émergences dues à des sources intérieures au bâtiment mais extérieures à l'espace à protéger sont limitées à 6 dB(A) (on ne retient pas les émergences qui ne portent pas le niveau global au-dessus de 33 dB(A)). La mesure se fait dans l'espace à protéger.
- ▶ Les niveaux équivalents L_{Aeq} ⁴⁶ sont limités aux valeurs suivantes, exprimées en dB(A) :

Type d'espace	Environnement extérieur			
	Catégorie 1 $L_{Aeq} \leq 55\text{dB(A)}$	Catégorie 2 $55 < L_{Aeq} \leq 65$	Catégorie 3 $65 < L_{Aeq} \leq 75$	Catégorie 4 $L_{Aeq} > 75\text{dB(A)}$
Direction	30	35	40	45
Cadres	35	40	45	50
Courant	40	45	50	55
Dactylographie	45	45	50	55
Salle d'ordinateurs	55	55	60	65

Table 46 : Recommandations concernant les bruits maximaux en db(A) dans les immeubles de bureaux (NBN S 01-401 - Tableau III)

- ▶ Un tableau de la norme nous fournit les recommandations concernant les bruits maximaux dans les locaux comportant des installations techniques ou sanitaires. Par exemple, pour un espace de conditionnement d'air dont le débit est inférieur à 100.000 m³/h, on doit obtenir une valeur NR de 70 dB(1); pour un WC, NR doit être inférieur à 65 dB(A).



Le lecteur trouvera plus d'information sur le site : http://www.bbri.be/antenne_norm/akoestiek/fr/index.htm.

⁴⁵ La norme *NBN S 01-400 : Acoustique - Critères d'isolation acoustique* a pour but de définir les critères de classement en des murs et des cloisons intérieurs, des parois extérieures (pignons, façades, toitures) et des planchers en fonction des valeurs de leur indice d'affaiblissement acoustique, des planchers séparant deux locaux en fonction des niveaux des bruits de choc qu'ils transmettent et de l'isolement acoustique brut normalisé entre locaux appartenant à un même immeuble ou à deux immeubles distincts. En outre, elle donne les catégories recommandées pour obtenir un confort acoustique satisfaisant le plus grand nombre de personnes. Pour le moment, la norme est en révision. On s'attend à ce que la norme pose des exigences plus sévères.

Un tableau de cette norme donne l'indice d'affaiblissement acoustique des parois (R) pour divers types d'immeubles, y compris les bureaux.

⁴⁶ Voir la norme pour la définition exacte.

ANNEXE 2 NOTES RELATIVES À LA MANIÈRE DONT LA PROPOSITION DES MÉTHODES DE DÉTERMINATION ET DES EXIGENCES A ÉTÉ ÉTABLIE

Cette annexe a pour but de commenter l'approche adoptée par l'IBN, la Région flamande et la Région wallonne pour formuler les exigences relatives aux dispositifs de ventilation dans les habitations et les bâtiments non résidentiels. On y indique également les évolutions futures possibles.

A2.1 DISPOSITIFS DE VENTILATION DANS LES HABITATIONS

Les méthodes de détermination et les exigences relatives à la ventilation dans les habitations sont principalement établies dans la norme belge NBN D 50-001. Cette norme a été élaborée durant la période 1988-1990 par la Commission "Isolation thermique" de l'IBN.

A2.1.1 Région wallonne

Depuis 1996, en Région wallonne, les constructions neuves doivent obligatoirement satisfaire aux exigences de cette norme. Cette exigence est décrite comme suit dans la législation :

L'Arrêté du Gouvernement wallon du 15.02.1996 remplace l'article 322/3 du Code wallon de l'Aménagement du territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine, inséré par l'Arrêté de l'Exécutif régional wallon du 29 février 1984, par la disposition suivante :

"Article 322/3 :

Lors de la construction d'un immeuble destiné au logement et lorsqu'un bâtiment fait l'objet de travaux de reconstruction ou de transformation qui ont pour effet de lui faire acquérir cette destination, les prescriptions relatives au renouvellement d'air dans les bâtiments d'habitation que fixe la norme belge NBN D 50-001 sont applicables.

Les immeubles destinés au logement, qui font l'objet de transformation ou de reconstruction sans que leur destination en soit modifiée, respectent les prescriptions relatives au renouvellement d'air dont le niveau est fixé par le ou les Ministres ayant l'énergie et l'aménagement du territoire dans leurs attributions. (...)"

L'Arrêté Ministériel du 15.02.1996 remplace l'article 322/73 du Code wallon de l'Aménagement du territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine, par la disposition suivante :

"Article 322/7 :

§ 1er : les immeubles neufs destinés au logement et les immeubles transformés en logement respectent les prescriptions relatives au renouvellement d'air que fixe la norme belge NBN D 50-001 applicable.

§ 2 : les immeubles destinés au logement qui font l'objet de transformation sans que leur destination en soit modifiée respectent les prescriptions relatives aux entrées d'air que fixe la norme belge NBN D 50-001 applicable, lors du remplacement des châssis de fenêtres et portes extérieures, ainsi que lors de la transformation ou de la reconstruction de locaux.

§ 3 : la norme belge NBN D 50-001 applicable est celle en vigueur 6 mois avant l'introduction de la demande de permis. (...)"

Table 47 : Exigences de ventilation dans les bâtiments résidentiels en Région wallonne

A2.1.2 Région flamande

Dans le cadre de la préparation de la Réglementation de la Performance énergétique pour la Région flamande, il est également prévu d'appliquer les principes de la NBN D 50-001. Etant donné qu'un cadre strict y est prévu pour le contrôle, une évaluation critique des exigences a été effectuée. Elle a abouti à une législation qui se réfère en grande partie à la norme belge NBN D 50-001, mais où plusieurs spécifications supplémentaires ont été apportées. Le texte intégral des exigences se retrouve à la Table 48.

1. Les dispositifs de ventilation dans les immeubles résidentiels doivent satisfaire à la norme NBN D 50-001, sauf en ce qui concerne les articles suivants :

- a. Pour tous les débits, c'est toujours la valeur exprimée en m³/h qui est d'application.*
- b. Dans le Tableau 1 de la norme NBN D 50-001, la phrase "Il ne faut pas dépasser 10 l/s par personne (36 m³/h par personne)" est remplacée par "Le débit nominal peut être limité à 20 l/s (72 m³/h)".*
- c. Les paragraphes suivants de la norme NBN D 50-001 doivent être considérés comme des recommandations :*
 - 4.3.2.3*
 - 4.3.2.6*
 - 4.3.3. 1), 4), 5) et 6)*
 - 5.2*
 - 5.3*
 - 5.4*
 - 5.5*
 - 5.6*
 - 5.8*
 - 6*
 - annexe II, à l'exception de AII-2. 1)*
- d. Dans l'annexe AII-1.2 2) de la norme NBN D 50-001, l'article suivant doit être ajouté pour les toitures dont la pente est supérieure à 23° : 'Dans tous les cas, la hauteur du débouché au-dessus de la toiture doit être au moins de 0.5 m.'*
- e. L'air fourni peut être pris dans un espace adjacent non chauffé, tel une serre, un grenier non chauffé..., pour autant que les conditions suivantes soient respectées :*
 - Si pour des systèmes A ou C, des ouvertures d'alimentation réglables en contact avec un espace adjacent non chauffé (tel que défini dans l'annexe I de ce décret) sont prévues, il y a lieu de prévoir entre l'espace adjacent non chauffé concerné et l'environnement extérieur une (des) ouverture(s) d'alimentation réglable(s) qui réalise(nt) le débit nominal pour une différence de pression de 2 Pa.*
 - Si pour des systèmes B ou D, l'alimentation en air est prévue de telle manière que l'air est aspiré d'un espace adjacent non chauffé (tel que défini dans l'annexe I de ce décret), il y a lieu de prévoir entre l'espace adjacent non chauffé concerné et l'environnement extérieur une (des) ouverture(s) d'alimentation réglable(s) qui réalise(nt) le débit nominal pour une différence de pression de 10 Pa.*

f. *Par extension du paragraphe 4.2 de la norme NBN D 50-001, des ouvertures d'alimentation réglables peuvent être placées dans un toit dont la pente est supérieure à 30° dans les cas suivants :*

- *Lorsque dans un espace, il n'y a pas d'élément de façade verticale présentant une hauteur utile d'au moins 2 mètres dans cet espace.*
- *Lorsque de tels éléments de façades sont tout de même présents, mais que le placement d'une ouverture d'alimentation réglable dans ces éléments de façade serait en conflit avec d'autres prescriptions fixées par les pouvoirs publics.*

2. *Les dispositifs de ventilation dans les immeubles résidentiels doivent entre autre satisfaire aux exigences complémentaires suivantes :*

a. *Pour empêcher dans la mesure du possible la pénétration d'animaux indésirables par une ouverture d'alimentation réglable, il ne peut être possible de faire passer les objets suivants à travers l'ouverture d'alimentation réglable, soit depuis l'intérieur vers l'extérieur, soit dans l'autre sens :*

- *une petite boule en métal avec un diamètre de 4 mm*
- *un petit disque en métal avec un diamètre de 10 mm et une épaisseur de 3 mm*

Cette exigence est valable pour chaque position d'ouverture.

b. *Pour empêcher dans la mesure du possible l'infiltration d'eau par une ouverture d'alimentation réglable, il ne peut y avoir de pénétration d'eau pour une différence de pression inférieure ou égale à 150 Pa en position "Fermée" et pour une différence de pression inférieure ou égale à 20 Pa en position "Complètement ouverte".*

Pour les fenêtres qui sont spécifiquement conçues comme ouverture d'alimentation réglable, la position "Complètement ouverte" doit être comprise comme la position d'ouverture maximale pour la ventilation (et non la position d'ouverture maximale de la fenêtre).

La détermination de l'étanchéité à l'eau des ouvertures d'alimentation s'effectue selon la norme NBN EN 13141-1.

Les prescriptions suivantes sont en outre d'application :

- *L'ouverture d'alimentation réglable doit être installée conformément aux instructions du fournisseur dans un panneau qui présente l'épaisseur du support sur lequel l'ouverture d'alimentation réglable sera placée en conditions réelles, par exemple :*
 - *panneau d'une épaisseur de 20 mm dans le cas d'un vitrage;*
 - *panneau d'une épaisseur de 60 mm dans le cas d'un châssis de fenêtre;*
 - *panneau d'une épaisseur de 300 mm dans le cas d'un mur.*
- *L'épaisseur du panneau sera mentionnée dans le rapport.*
- *Conformément à la NBN EN 13141-1, les tests sont effectués selon la norme NBN EN 1027. La méthode d'essais retenue est la méthode 1A.*
- *Pour les ouvertures d'alimentation réglables qui ont des dimensions variables, les tests doivent être effectués sur un échantillon dont la mesure-jour de chaque variable est de 1 m. Si la dimension disponible est plus petite que 1 m, le test doit être effectuée sur un échantillon dont la dimension est maximale. La mesure-jour d'une ouverture d'alimentation réglable est la dimension totale de l'ouverture d'alimentation réglable moins la dimension du rebord à encasturer. Toutes ces dimensions sont considérées du côté intérieur (voir figure "exemple de mesure-jour d'une bouche d'alimentation " dans l'Annexe 6.*

c. Pour éviter dans la mesure du possible des problèmes de confort, la partie inférieure de l'ouverture d'alimentation réglable doit être placée à une hauteur d'au moins 1.80 m au dessus du niveau du plancher fini.

Par dérogation à l'exigence précédente, la partie inférieure de l'ouverture d'alimentation réglable peut être placée à une hauteur inférieure à 1.80 m au dessus du niveau du plancher fini, pour autant qu'un rapport de test relatif à la diffusion de l'air dans la zone d'occupation, établi selon la norme NBN EN 13141-1, paragraphe 4.5 ("Air diffusion in the occupied zone"), soit disponible.

Conformément au paragraphe 4.5 et à la table 5 de la norme NBN EN 13141-1, la détermination de la diffusion de l'air dans la zone d'occupation est effectuée pour la combinaison $\Delta\theta = 0K$ et $\Delta p = 10 Pa$.

Table 48 : Exigences en matière de ventilation dans les bâtiments résidentiels en Région flamande

Il est souhaitable de remanier la NBN D 50-001 à l'avenir (Figure 38) et ce, pour différentes raisons :

- D'une part, pour tenir compte des nouvelles normes européennes. On s'attend à ce que toutes les normes européennes pertinentes soient publiées officiellement dans un délai relativement court.
- D'autre part, pour établir une distinction nette entre les méthodes de détermination et les exigences, seules les méthodes de détermination étant reprises dans la norme, tandis que les exigences sont établies par le législateur ou le maître de l'ouvrage.

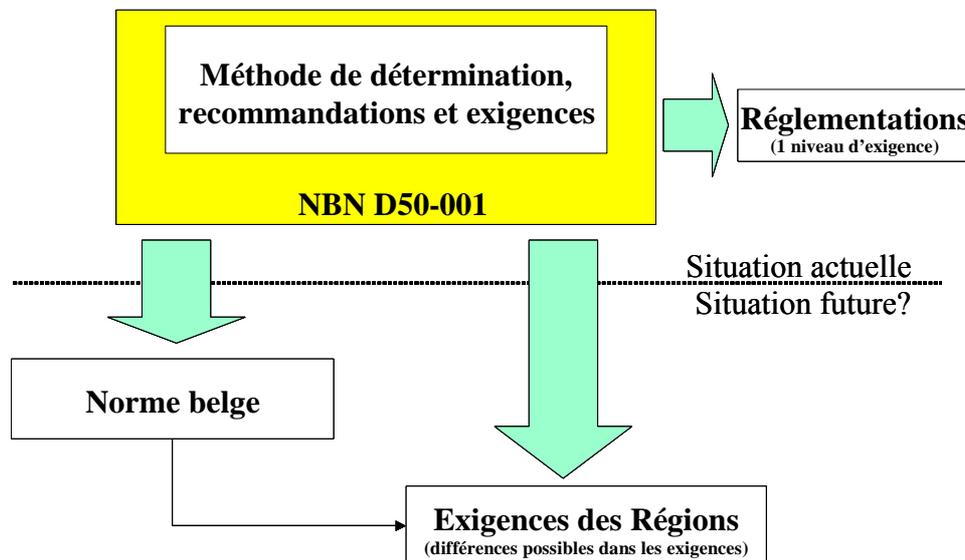


Figure 38 : Situation actuelle et situation souhaitable en ce qui concerne la formulation des procédures de détermination et des exigences

A2.2 EXIGENCES EN MATIÈRE DE VENTILATION DANS LES BÂTIMENTS NON RÉSIDENTIELS

L'approche adoptée pour la ventilation dans les bâtiments non résidentiels est totalement différente de celle adoptée pour les habitations.

A2.2.1 Région wallonne

Depuis 1996, la Région wallonne a des exigences pour les bureaux et les écoles. Ces exigences sont contenues dans la législation proprement dite et sont très sommaires. Il n'y a aucune référence à des normes (voir Table 49).

L'Arrêté du Gouvernement wallon du 15.02.1996 remplace l'article 322/3 du Code wallon de l'Aménagement du territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine, inséré par l'Arrêté de l'Exécutif régional wallon du 29 février 1984, par la disposition suivante :

"Article 322/3 :

(...)

Les immeubles de bureaux et les bâtiments scolaires visés à l'article 322/1 respectent lors de leur construction, reconstruction et transformation des prescriptions relatives au renouvellement d'air dont le niveau est fixé par le ou les Ministre(s) ayant l'énergie et l'aménagement du territoire dans leurs attributions."

L'Arrêté Ministériel du 15.02.1996 remplace l'article 322/73 du Code wallon de l'Aménagement du territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine, par la disposition suivante :

"Article 322/7 :

(...)

§ 4 : les immeubles de bureaux et les bâtiments scolaires respectent lors de leur construction les prescriptions de renouvellement d'air fixées par le tableau suivant :

<i>TYPE D'ESPACE</i>	<i>DEBIT NOMINAL (m³/h,m²)</i>
<i>Bureau simple</i>	<i>2,9</i>
<i>Bureau paysager</i>	<i>2,5</i>
<i>Salle de conférence</i>	<i>8,6</i>
<i>Auditoire</i>	<i>23</i>
<i>Cafétéria / Restaurant</i>	<i>11,5</i>
<i>Salle de classe</i>	<i>8,6</i>
<i>Jardin d'enfants</i>	<i>10,1</i>

Les locaux sanitaires doivent être équipés d'une extraction mécanique permettant un débit de conception de 30 m³/h par appareil en cas de fonctionnement continu et de 60 m³/h en cas de fonctionnement intermittent.

Ces exigences sont appliquées sur la surface utile de plancher.

Par surface utile, on entend la partie de surface de plancher calculée sur base des dimensions intérieures, qui a directement trait à l'usage du bâtiment (non compris : la surface utilisée pour le placement des équipements techniques et la surface occupée par les accès et les circulations).

§ 5 : Les immeubles faisant l'objet d'une transformation et devenant immeubles de bureaux ou bâtiments scolaires par changement d'affectation, respectent les prescriptions définies au § 4 du présent article.

§ 6 : Pour les immeubles de bureaux et les bâtiments scolaires faisant l'objet d'une rénovation sans changement d'affectation, les locaux pour lesquels les châssis de fenêtres sont remplacés doivent respecter les prescriptions définies au § 4 du présent article, ou être équipés de dispositifs de ventilation naturelle permettant de réaliser les débits d'air spécifiés, pour des différences de pression de 2 Pa.

§ 7 : Pour les immeubles de bureaux et les bâtiments scolaires visés aux § 4 et § 5 du présent article, lorsque la hauteur entre le niveau le plus élevé (occupé par des bureaux ou des classes) et l'entrée principale est inférieure à 13 m, l'alimentation naturelle est autorisée pour autant que les ouvertures répondent aux spécifications suivantes :

- les exigences de débit d'air sont réalisées pour une différence de 2 Pa à travers ces ouvertures;
- les ouvertures de ventilation n'impliquent aucun risque d'effraction;
- les ouvertures de ventilation peuvent être contrôlées de manière continue ou avoir au moins trois positions entre la fermeture complète et l'ouverture totale.

Lorsque la hauteur précitée est supérieure à 13 m, la ventilation naturelle peut être réalisée pour autant que le bon fonctionnement soit démontré par une étude spécifique."

Table 49 : Exigences en matière de ventilation dans les bâtiments non résidentiels en Région wallonne

A2.2.2 Région flamande

A la demande des pouvoirs publics flamands, une proposition de législation a été élaborée ces deux dernières années; cette proposition fait le plus possible appel aux procédures prévues dans les normes européennes. Pour différentes raisons (timing, procédures CEN pas encore définitivement disponibles, procédures de décision, ...), il a été décidé que les méthodes de détermination comme les exigences feraient partie de la législation (voir Figure 39).

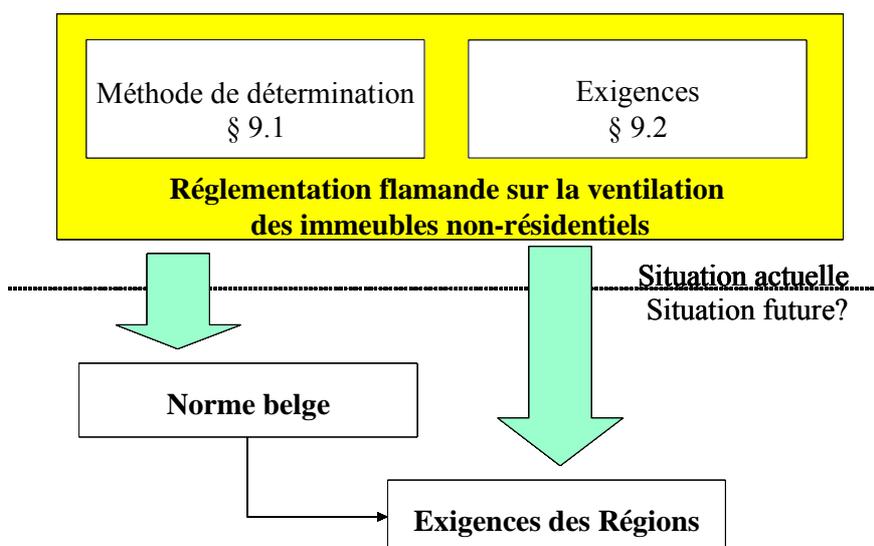


Figure 39 : Exigences en matière de ventilation dans les bâtiments non résidentiels en Région flamande

A2.2.3 Remarques

- Cette proposition de réglementation a été discutée au cours de plusieurs réunions avec le secteur de la ventilation (entre autres avec les membres de Ventibel). Différents intéressés ont également été invités à plusieurs reprises à appliquer les procédures proposées à des projets concrets. A ce jour, il est manifeste que cela ne s'est fait que dans une mesure très limitée, ce qui entraînera peut-être un problème de validation de la méthode. C'est la raison pour laquelle nous avons effectué, dans le présent rapport, une vérification concrète sur le bâtiment PROBE.
- Il semble très utile de continuer à appliquer les procédures proposées à plusieurs projets concrets avant que la législation flamande n'entre en vigueur. En outre, les informations recueillies de la sorte seront très utiles pour fournir, dans le cadre des formations qui sont prévues, des exemples concrets quant à la manière dont il convient d'appliquer la législation.

A2.2.4 Normalisation

Il est souhaitable de disposer, à l'avenir, d'une norme belge relative aux méthodes de détermination des dispositifs de ventilation. La proposition de législation pour la Région flamande a été établie de manière à séparer au maximum les méthodes de détermination et les exigences, afin qu'il soit possible de reprendre la partie relative aux méthodes de détermination sous la forme d'une première proposition de norme belge (voir Figure 39).

Les niveaux d'exigences peuvent ainsi être établis indépendamment par chaque Région ou chaque maître d'ouvrage, étant entendu que l'on peut faire référence à cette norme belge.

ANNEXE 3 LEXIQUE DE QUELQUES TERMES UTILISÉS

La norme EN 12792 existe en allemand, en anglais et en français. Etant donné qu'il n'existe pas à ce jour de traduction néerlandaise de cette norme, le § 9.1 de la version néerlandaise de la présente brochure propose la traduction des définitions les plus utiles. Ces définitions ne sont pas reprises dans le § 9.1 du texte français, afin d'éviter toute contradiction avec la norme NBN EN 12792. Elles sont toutefois données ci-dessous. Les termes anglais et néerlandais correspondants sont donnés entre parenthèses.

Ventilation (ventilation - ventilatie) : Apport et enlèvement d'air voulu par conception à et depuis un espace à traiter.

Infiltration (infiltration - infiltratie) : Passage non contrôlé de l'air dans un espace à travers les chemins de fuite dans l'enveloppe de cet espace.

Ventilation naturelle (natural ventilation - natuurlijke ventilatie) : Ventilation à travers les chemins de fuite (infiltration) et les ouvertures (ventilation) dans le bâtiment qui repose sur les différences de pression sans l'aide de composants motorisés de mise en mouvement de l'air.

Ventilation mécanique (mechanical ventilation - mechanische ventilatie) : Ventilation utilisant des composants motorisés pour mouvoir l'air.

Ventilation mécanique double flux (fan assisted balanced ventilation - mechanische toe-en afvoerventilatie) : Ventilation qui utilise des composants motorisés pour mouvoir l'air tant du côté de l'air fourni que du côté de l'air rejeté de façon à réaliser un rapport débit/pression désigné.

Ventilation mécanique simple flux par extraction (fan assisted exhaust ventilation - mechanische afvoerventilatie) : Ventilation qui utilise des composants motorisés pour mouvoir l'air uniquement du côté de l'air rejeté.

Ventilation mécanique simple flux par insufflation (fan assisted supply air ventilation - mechanische toevoerventilatie) : Ventilation qui utilise des composants motorisés pour mouvoir l'air uniquement du côté de l'air fourni.

Ventilation hybride (hybrid ventilation - hybride ventilatie) : Ventilation où la ventilation naturelle peut au moins pendant une certaine période être assistée ou remplacée par la ventilation mécanique.

Composant de ventilation (component of ventilation - ventilatiecomponent) : Élément fonctionnel unique faisant partie d'une installation de ventilation.

Installation de ventilation (ventilation installation - ventilatie-installatie) : Combinaison de tous les composants requis pour fournir une ventilation.

Système de ventilation (ventilation system - ventilatiesysteem) : Combinaison de l'installation de ventilation et du bâtiment lui-même.

Bouche d'air (air terminal device - luchtopening) : Composant d'une installation qui est conçu afin d'obtenir un mouvement prédéterminé de l'air à l'entrée et à la sortie d'un espace à traiter. Ils peuvent être répartis dans les catégories suivantes :

A commande automatique : Appareils ayant des parties mobiles interactives lors d'une variation des conditions locales, telles que la température, l'humidité, la concentration de CO₂, la différence de pression, le débit d'air, ...

Fixe : Appareil sans aucune partie réglable.

A réglage manuel : Appareil ayant des parties mobiles qui peuvent être réglées manuellement.

Bouche d'alimentation (supply air terminal device - toevoeropening) : Bouche d'air par laquelle l'air pénètre dans l'espace à traiter. Elle est conçue de façon à assurer des conditions de confort prédéterminées, dans la zone d'occupation, relatives à la température, la vitesse de l'air, l'humidité et le bruit.

Bouche d'évacuation (extract air terminal device - afvoeropening) : Bouche d'air par laquelle l'air quitte l'espace à traiter.

Dispositif de transfert d'air (air transfer device - doorstroomopening) : Bouche d'air conçue pour permettre le passage de l'air d'un espace/d'une pièce à un/une autre.

Espace à traiter (treated space - te behandelen ruimte) : Enceinte desservie par un système de distribution.

Air fourni (supply air - toevoerlucht) : écoulement d'air entrant dans l'espace à traiter ou air entrant dans le système après un traitement quelconque.

Air intérieur (indoor air - binnenlucht) : Air dans la pièce ou la zone traitée.

Air mélangé (mixed air - menglucht) : Air qui contient deux écoulements d'air ou plus.

Air neuf (outdoor air - buitenlucht) : Air contrôlé entrant dans le système ou par des ouvertures depuis l'extérieur avant tout traitement de l'air⁴⁷.

Air recyclé (recirculation air - herbruikte lucht) : Air repris qui est renvoyé à un caisson de traitement d'air.

Air rejeté (exhaust air - afgevoerde lucht) : écoulement d'air refoulé dans l'atmosphère.

Air repris (extract air - afvoerlucht) : écoulement d'air quittant l'espace à traiter.

Air transféré (transferred air - doorstroomlucht) : Air intérieur qui passe de la pièce à traiter vers une autre pièce à traiter.

Distribution d'air (air distribution - luchtdistributie) : Transfert d'un écoulement d'air déterminé vers ou en provenance d'un espace à traiter, à l'aide, en général, de conduits. Le long des conduits, des appareils destinés au traitement de l'air (par exemple, à sa purification, son réchauffement, son refroidissement, son humidification ou sa déshumidification, ...), connus sous le nom d'appareils de traitement d'air, peuvent être intégrés.

⁴⁷ L'anglais fait une différence entre "outdoor air" et "outside air". Le premier terme désigne l'air extérieur qui est fourni au bâtiment, alors que le second désigne l'air qui se trouve à l'extérieur du bâtiment.

Anglais	Néerlandais		Français	
NBN EN 12792	NBN EN 12792 (*)	NBN D 50-001	NBN EN 12792	NBN D 50-001
Natural ventilation	Natuurlijke ventilatie	Natuurlijke ventilatie (Systeem A)	Ventilation naturelle	Ventilation naturelle (Système A)
Mechanical ventilation	Mechanische ventilatie	Mechanische ventilatie	Ventilation mécanique	Ventilation mécanique
Fan assisted supply air ventilation	Mechanische toevoerventilatie	(Systeem B)	Ventilation mécanique simple flux par insufflation	(Système B)
Fan assisted exhaust ventilation	Mechanische afvoerventilatie	(Systeem C)	Ventilation mécanique simple flux par extraction	(Système C)
Fan assisted balanced ventilation	Mechanische toe- en afvoerventilatie	(Systeem D)	Ventilation mécanique double flux	(Système D)
Supply air terminal device	Toevoeropening	Toevoeropening	Bouche d'alimentation	Ouverture d'alimentation
Extract air terminal device	Afvoeropening	Afvoeropening	Bouche d'évacuation	Ouverture d'évacuation
Air transfer device	Doorstroom-opening	Doorstroom-opening	Dispositif de transfert d'air	Ouverture de transfert

Table 50 : Comparaison entre les terminologies de la NBN EN 12792 et de la NBN D 50-001.

(*) Il n'existe pas de traduction officielle en néerlandais. Sont repris ici les termes utilisés dans la version néerlandaise du présent document



Le présent document a pour but de présenter des exigences minimales pour dimensionner le système de ventilation d'un immeuble de bureaux. L'expression de ces exigences s'inscrit dans le contexte réglementaire tel qu'il se dessine actuellement.

Il a été rédigé dans le cadre du projet "HybVent" de l'Agence Internationale de l'Energie (IEA ECBCS Annex 35 : Hybrid Ventilation in new and retrofitted office buildings and schools). La participation belge à ce projet a été financée par le Ministère Fédéral des Affaires Economiques, les Gouvernements de la Région flamande, de la Région wallonne et de la Région de Bruxelles-Capitale, IVEG - intercommunale voor energie et par le CSTC.



Centre Scientifique et Technique de la Construction
Division physique du bâtiment et climat intérieur

HYBVENT