



Institut National des Sciences  
Appliquées de Strasbourg



GENIE CLIMATIQUE ET ENERGETIQUE

**SYNTHESE  
DU PROJET DE RECHERCHE TECHNOLOGIQUE**

Les solutions de ventilation naturelle

par Noé BASCH

TUTEUR : (MBI) Martine BIANCHINA

**Janvier 2010**

## Sommaire

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Le besoin de ventilation - Domaine d'application .....   | 4  |
| 2     | Définitions.....   | 4  |
| 2.1   | La ventilation naturelle .....   | 4  |
| 2.2   | La ventilation hybride .....   | 4  |
| 3     | Le contexte règlementaire français .....   | 4  |
| 3.1   | L'habitat neuf.....  | 4  |
| 3.1.1 | Arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements, paru au Journal Officiel du 27 Mars 1982 et modifié par l'arrêté du 28 octobre 1983 ..... | 4  |
| 3.1.2 | Les règles Th-C-E .....  | 6  |
| 3.1.3 | Autres réglementations notables .....  | 6  |
| 3.2   | La réhabilitation.....   | 6  |
| 3.2.1 | Les systèmes de ventilation autorisées .....   | 7  |
| 4     | Les solutions technologiques existantes .....  | 8  |
| 4.1   | Les bouches d'entrée et de sortie d'air .....  | 8  |
| 4.1.1 | Les systèmes autoréglables.....  | 8  |
| 4.1.2 | Les systèmes hygro-réglables.....  | 8  |
| 4.2   | Les solutions de ventilation naturelle .....   | 8  |
| 4.2.1 | La ventilation par les inétanchéités.....  | 8  |
| 4.2.2 | La ventilation par entrée haute et basse par pièce .....   | 8  |
| 4.2.3 | La ventilation par l'ouverture des fenêtres .....  | 9  |
| 4.2.4 | La ventilation naturelle par conduit .....   | 11 |
| 4.3   | Les solutions de ventilation hybride .....   | 15 |
| 5     | L'avis des professionnels.....   | 18 |
| 5.1   | Avis sur les avantages et inconvénients de la ventilation naturelle et hybride.....  | 18 |
| 5.2   | Projets en cours de réalisation des professionnels contactés.....  | 19 |
| 5.3   | Enquêtes de satisfaction .....   | 19 |
| 5.3.1 | Etude de l'OPAC de l'Ain : mieux prendre en compte la ventilation dans la réhabilitation .....   | 19 |
| 5.3.2 | Projet HR-VENT .....   | 20 |
| 6     | Evaluation de la ventilation naturelle et hybride .....  | 21 |
| 6.1   | Evaluation de la ventilation naturelle .....   | 21 |
| 6.2   | Evaluation de la ventilation hybride .....   | 21 |
| 6.3   | Recommandations .....  | 22 |
| 6.4   | Freins et Avancées.....  | 22 |
| 7     | Conclusion.....  | 23 |

## Introduction

Afin d'assurer le confort des occupants et de pérenniser le bâti, la ventilation a peu à peu été imposée dans la réglementation pour finalement devenir « générale et permanente » dans l'intégralité du logement.

D'abord existante au travers des infiltrations du bâtiment, de l'ouverture des fenêtres par les occupants et des conduits de ventilation naturelle, elle s'est peu à peu mécanisée afin de s'affranchir de la dépendance aux conditions extérieures.

A l'heure actuelle, l'efficacité énergétique de l'habitat est au cœur des débats et la ventilation mécanique contrôlée hygroréglable ainsi que la ventilation double flux, permettant la récupération de chaleur, sont des réponses à cette problématique.

Mais la multiplication des réseaux aérauliques et la présence de ventilateurs énergivores posent la question du retour à la ventilation naturelle ou hybride combinée à des entrées et sorties d'air performantes.

Il s'agira donc dans le présent dossier, de faire le point sur la réglementation en vigueur, d'exposer les solutions technologiques proposées et de tenir compte de l'avis des professionnels pour évaluer la pertinence de ces systèmes tels qu'on peut les concevoir aujourd'hui et les imaginer à l'avenir.

Remerciements: Je tiens particulièrement à remercier ma tutrice Martine Bianchina pour sa présence et sa disponibilité tout au long de mon PRT ; Stéphane Berthin de la société Aereco pour la transmission de ses contacts, Laurent Bonnière et Christian Messer de la société Acthys pour m'avoir permis de visiter un logement collectif et avoir répondu à mes interrogations ; Jean-Baptiste Bouvenot et Ulrich Rochard de Transsolar, Pascal Gontier et Frédéric Maire d'Atelier Pascal Gontier pour m'avoir permis de visiter la maison Gontier à énergie positive à énergie positive et enfin, tous les professionnels ayant eu la gentillesse de répondre à mon questionnaire.

# 1 Le besoin de ventilation - Domaine d'application

La ventilation se traduit par le renouvellement de l'air du bâtiment, répondant à trois types de besoin distincts :

- Le besoin des occupants: nécessité d'avoir un apport d'air pour pourvoir aux besoins en oxygène et assurer la qualité de l'air en évacuant les polluants intérieurs, la vapeur d'eau et les odeurs.
- Le besoin du bâti: afin d'en assurer la pérennité, il est nécessaire d'évacuer la vapeur d'eau contenue dans l'air pour éviter que celle-ci puisse éventuellement condenser et provoquer la formation de moisissures et la détérioration des matériaux de construction.
- Le besoin des appareils de combustion: tout système de chauffage par combustion nécessite l'évacuation de ses produits de combustion afin de garantir son bon fonctionnement et d'éviter tout risque à l'occupant.

On trouvera alors différents systèmes de ventilation répondant à ces besoins, mais on s'intéressera plus particulièrement à la ventilation naturelle et à la ventilation hybride.

**La présente étude traitera uniquement de l'habitat neuf et de la réhabilitation de logements, mais pourra s'appuyer sur des solutions de ventilation utilisées dans le domaine tertiaire.**

## 2 Définitions

### 2.1 La ventilation naturelle

Système de ventilation reposant uniquement sur le tirage thermique et/ou les effets du vent pour faire circuler l'air et aérer le bâtiment.

### 2.2 La ventilation hybride

Système de ventilation misant, en plus des effets naturels, sur un appoint mécanique, afin de pallier aux éventuelles insuffisances de renouvellement d'air du bâtiment.

## 3 Le contexte réglementaire français

### 3.1 L'habitat neuf

Deux thèmes régissent les exigences en matière de ventilation des bâtiments neufs d'habitation :

- **Assurer une hygiène suffisante** : « Les logements doivent bénéficier d'un renouvellement de l'air et d'une évacuation des émanations tels que les taux de pollution de l'air intérieur d'un local ne constituent aucun danger pour la santé et que puissent être évitées les condensations, sauf de façon passagère », explicité par décret dans l'article R.111.9 du Code de la Construction et de l'Habitation. Les arrêtés du 24 mars 1982 et du 28 octobre 1983 en précisent les modalités d'application.
- **Respecter des caractéristiques thermiques minimales**, objectif énoncé par le décret 2006-592 du 24 mai 2006, qui fait suite à la directive 2002/91//CE du Parlement Européen et du Conseil du 16 décembre 2002. L'arrêté du 24 mai 2006, la réglementation thermique 2005 et les règles Th-C-E en indiquent l'application pour le calcul Réglementation Thermique 2005.

#### 3.1.1 Arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements, paru au Journal Officiel du 27 Mars 1982 et modifié par l'arrêté du 28 octobre 1983 [1]

C'est la réglementation en vigueur concernant la ventilation des logements.

La ventilation naturelle et hybride posent la problématique de respecter les exigences principales suivantes; chose généralement plus aisée en ventilation mécanique.

#### **Article 1: Aération générale et permanente**

«L'aération des logements doit pouvoir être générale et permanente au moins pendant la période où la température extérieure oblige à maintenir les fenêtres fermées. La circulation de l'air doit pouvoir se faire principalement par entrée d'air dans les pièces principales et sortie dans les pièces de service.»

Le seuil de température n'est pas défini réglementairement mais peut être considéré comme la plage de température située entre la température de non chauffage et les hautes températures estivales.

#### **Article 2: Dispositifs d'entrées et de sorties d'air**

«Le système d'aération doit comporter :

- Des entrées d'air dans toutes les pièces principales, réalisées par des orifices en façade, des conduits à fonctionnement naturel ou des dispositifs mécaniques.
- Des sorties d'air dans les pièces de service [...] réalisées par des conduits verticaux à tirage naturel ou des dispositifs mécaniques.»

#### **Article 3: Exigence de débit extrait**

«Les dispositifs de ventilation, qu'ils soient mécaniques ou à fonctionnement naturel, doivent être tels que [des] exigences de débit extrait, [...], soient satisfaites dans les conditions climatiques moyennes d'hiver.»

Le respect de ces débits est donc un facteur pénalisant la ventilation naturelle, puisque les débits ne sont que très peu maîtrisables. La ventilation hybride, avec son appoint mécanique, facilite la satisfaction des débits extraits.

#### **Article 4: Réduction des débits**

« Lorsque l'aération est assurée par un dispositif mécanique qui module automatiquement le renouvellement d'air du logement, de telle façon que les taux de pollution de l'air intérieur ne constituent aucun danger pour la santé et que puissent être évitées les condensations, sauf de façon passagère, les débits [extraits] peuvent être réduits. [...]

On fait ici référence aux systèmes mécaniques hygroréglables dont la particularité est de moduler les débits d'air en fonction du taux d'humidité de la pièce. Cette réduction des débits permettra alors un gain énergétique en saison de chauffe.

#### **Article 8: Appareil à combustion dans le logement**

«En cas d'installation d'appareils à combustion dans un logement, le système d'aération doit pouvoir assurer les débits nécessaires à leur bon fonctionnement.»

Un système de ventilation naturelle ou mécanique bien dimensionné est donc nécessaire. Le tirage doit être suffisamment élevé pour évacuer les produits de combustion et ne pas mettre l'habitant en danger, mais ne pas être trop important afin de ne pas souffler la flamme.

#### **Article 9 : Dispositions des conduits d'aération**

« [En ventilation naturelle], un conduit collectif qui dessert des cuisines ne peut desservir des locaux d'autre nature. »

La multiplication des réseaux est donc nécessaire.

#### **Article 15: Confort des occupants**

«Les caractéristiques et l'emplacement des entrées d'air doivent être tels qu'il n'en résulte ni inconfort pour les occupants ni désordre pour la construction et les équipements. Ces dispositifs peuvent être auto-réglables ou réglables par l'occupant, mais non obturables.»

Un tirage trop important en saison de chauffe est donc à éviter afin de ne pas avoir de courants d'air froid importants.

### 3.1.2 Les règles Th-C-E

Afin de vérifier la conformité du bâtiment à la Réglementation Thermique 2005, ont été créées les règles de calcul Th-C-E permettant de calculer le système projet et de le comparer au système de référence, établi dans l'arrêté du 24 mai 2006. [2]

Celles-ci prennent en compte trois systèmes de ventilation pour l'habitat neuf :

- La ventilation mécanique
- La ventilation naturelle par conduits
- La ventilation hybride

Il est à remarquer que la ventilation par ouverture des fenêtres n'est applicable en neuf qu'aux bâtiments tertiaires.

### 3.1.3 Autres réglementations notables

- **L'arrêté du 22 octobre 1969** prescrit les conduits de fumées desservant les logements, paru au Journal Officiel du 30 octobre. [3]  
Si la ventilation naturelle ou hybride prévoit l'évacuation de fumées issues de produits de combustion, il faut que le conduit soit conforme à cet arrêté.
- **La circulaire du 9 août 1978 modifiée**, relative à la révision du Règlement Sanitaire Départemental Type, paru au Journal Officiel du 13 septembre 1978. [4]  
Il fournit des précisions quant à la maintenance des conduits de fumées et de ventilation, ainsi que des règles de sécurité pour les appareils à combustion.
- **L'arrêté du 31 janvier 1986 modifié** relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation, paru au Journal Officiel du 5 mars 1986. [5]  
Il stipule principalement que les installations de ventilation doivent être réalisées de manière à limiter la transmission des fumées et gaz de combustion d'un local en feu à un autre local et à limiter le refoulement de ces fumées et gaz par les bouches d'extraction.  
En ventilation naturelle et hybride, chaque conduit de raccordement au conduit collectif doit être muni d'un clapet part-flamme. L'aération de locaux autres que d'habitation par ce même conduit est interdit, sauf les locaux de petites tailles ou accueillant des locaux de profession libérale.
- **L'arrêté du 30 juin 1999** relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation, paru au Journal Officiel du 17 juillet 1999. [6]  
Entre le logement et les éventuels logements mitoyens, une certaine isolation acoustique doit être respectée.  
Avec l'extérieure, c'est une atténuation de 30 décibels  $D_{nT,A,Tr}$  qu'il faut maintenir  
Les bouches d'entrées et de sorties d'air peuvent donc avoir un rôle d'isolant phonique ou du moins, limiter la transmission des ondes sonores.  
De ce fait, la ventilation par ouverture des fenêtres est donc à proscrire.

## 3.2 La réhabilitation

Lors de travaux de réhabilitation, des exigences en matière d'hygiène intérieure et de caractéristiques thermiques sont à respecter.

La réglementation en ventilation qui s'applique à un bâtiment est celle en vigueur lors de la demande du permis de construire.

Les réglementations cités pour l'habitat neuf sont donc applicables au cas par cas.

A l'occasion de travaux de rénovation, la réglementation thermique des bâtiments existants s'applique. L'objectif général de cette réglementation est d'assurer une amélioration significative de la performance énergétique du bâtiment.

Pour toutes les réhabilitations de bâtiments de moins de 1000m<sup>2</sup>, pour les bâtiments de plus de 1000m<sup>2</sup> dont le coût des travaux de rénovation est inférieur à 25% du coût du bâtiment ainsi que pour les bâtiments construits avant 1948, c'est l'arrêté du 3 mai 2007, réglementation Thermique « élément par élément », qui s'applique.

Pour les réhabilitations de plus de 1000m<sup>2</sup> dont le coût des travaux est supérieur à 25% du coût du bâtiment, c'est l'arrêté du 13 juin 2008, Règlementation Thermique « globale », qui s'applique.

Dans les deux cas, la Réglementation Thermique s'appuie sur les règles de calcul Th-C-E-ex.

On citera donc les réglementations suivantes :

- **L'arrêté du 3 mai 2007** relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants, paru au Journal Officiel du 17 mai 2007 [7]. Dans le cas de la ventilation, il donne des valeurs à ne pas dépasser en matière d'auxiliaires de ventilation. Les ventilateurs qui devront compenser l'insuffisance de tirage en ventilation hybride, ne devront pas dépasser une consommation de 0,25 Wh/m<sup>3</sup>.
- **Les règles de calcul Th-C-E-ex**

Dans le cas où la réglementation du 13 juin 2008 s'applique, elles permettent de calculer le bâtiment projet afin de la comparer au système de référence, établi dans l'arrêté cité précédemment.

Selon cette règle, sont traités les modes de ventilation naturelle suivants :

- La ventilation par ouverture des fenêtres
- La ventilation par entrées d'air hautes et basses
- La ventilation naturelle par conduit
- La ventilation hybride

Les règles Th-C-E-ex permettent de calculer les débits d'air pour chaque système de ventilation afin de déterminer les déperditions thermiques.

Selon ces règles, le système de référence est la ventilation mécanique, la ventilation naturelle et hybride étant défavorisée par rapport aux systèmes mécaniques dans le cas où le système de ventilation en réhabilitation reste identique, ce qui peut être considéré comme un frein à son utilisation.

La même limite de consommation des ventilateurs de 0.25 Wh/m<sup>3</sup> est à respecter.

### 3.2.1 Les systèmes de ventilation autorisés

En résumé sur la réglementation en vigueur en France, sont cités dans le tableau ci-joint les systèmes de ventilation autorisés.

| Système de ventilation                 | En neuf  | En réhabilitation           |                          |
|--|--|-----------------------------|--------------------------|
|  |  | Permis de construire déposé |                          |
|  |  | après le 22 octobre 1969    | avant le 22 octobre 1969 |
| Par les inétanchéités                  | Interdits<br>« Aération générale et permanente »<br>Arrêté du 22/10/69, abrogé par<br>l'arrêté du 24/03/82 | Autorisés                   |                          |
| Par entrées hautes et basses par pièce |  |                             |                          |
| Par ouverture des fenêtres             |  |                             |                          |
| Par conduit naturel                    | Autorisés  |                             |                          |
| Hybride                                |  |                             |                          |

## 4 Les solutions technologiques existantes

### 4.1 Les bouches d'entrée et de sortie d'air

La plupart des systèmes de ventilation naturelle et hybride étant couplés à des bouches autoréglables ou hygroréglables, il conviendra d'en expliciter le fonctionnement préalablement.

A noter que ces bouches sont en général équipées d'un isolant acoustique, ce qui permet d'atténuer les éventuels bruits venant de l'extérieur et par la même occasion de respecter les atténuations acoustiques réglementaires.

#### 4.1.1 Les systèmes autoréglables

Le principe de fonctionnement des bouches autoréglables est d'obtenir un débit sensiblement constant, indépendamment des conditions extérieures, tel que la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du logement. L'aspect négatif est qu'il n'y a pas d'adaptation au besoin de ventilation.

#### 4.1.2 Les systèmes hygroréglables

Ce type de bouche s'adapte à l'humidité relative intérieure, système d'autant plus pertinent que ce facteur est relativement représentatif de l'occupation du logement. Il permet donc d'augmenter l'ouverture des bouches en présence d'occupants et de la réduire en cas d'inoccupation.

En calculant l'humidité relative extérieure à une température de 20°C (considérée comme la température intérieure du logement en hiver) à partir de l'humidité absolue extérieure, on constate qu'elle est relativement faible en hiver, permettant de limiter l'ouverture des bouches et donc réduire les déperditions thermiques.

De plus, dans le cas d'immeubles d'habitation à conduit de ventilation collectif vertical, les bouches hygroréglables permettent de libérer le conduit en l'absence de production d'humidité, pour favoriser les logements plus demandeurs en ventilation. Le conduit ne sera alors pas surchargé inutilement.

## 4.2 Les solutions de ventilation naturelle

### 4.2.1 La ventilation par les inétanchéités

#### 4.2.1.1 Principe

Ce système de ventilation mise sur les défauts d'étanchéités du bâti tel que les ouvrants pour renouveler l'air extérieur.

#### 4.2.1.2 Avantages/Inconvénients

La non maîtrise des débits pour ce type de ventilation rendent son utilisation difficile.

### 4.2.2 La ventilation par entrée haute et basse par pièce

#### 4.2.2.1 Principe :

La ventilation par entrée haute et basse par pièce mise sur la différence de pression entre l'intérieur du logement et l'extérieur.

En effet, de part et d'autre du plan neutre, plan où la pression intérieure est égale à la pression extérieure, le local sera en dépression au bas de ce plan, et en surpression au haut de ce plan. En plaçant des bouches d'entrée et de sortie d'air de part et d'autre de ce plan, on crée un mouvement d'air dans le local.

Ce système de ventilation n'est autorisé que dans les réhabilitations de bâtiments dont le permis de construire a été déposé avant le 22 octobre 1969.

#### 4.2.2.2 Fabricants

Il n'existe pas à proprement parlé de fabricants de ce type de ventilation, mais il existe deux fabricants d'entrée d'air en France : Aldes et Anjos.

#### 4.2.2.3 Dimensionnement

Dans le cas de bouches fixes, on pourra dimensionner aisément les bouches d'entrée et de sortie d'air, sans prendre en compte les effets du vent, afin d'en déterminer le débit correspond avec les formules suivantes : [8]

$$Q_1 = S_1 \times \sqrt{\frac{2 \times X \times g \times (r_e - r_i)}{\zeta_1 \times r_e}}$$
$$Q_2 = S_2 \times \sqrt{\frac{2 \times (H - X) \times g \times (r_e - r_i)}{\zeta_2 \times r_i}}$$
$$X = \frac{H}{1 + \frac{\zeta_2}{\zeta_1} \times \frac{r_e}{r_i} \times \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2}$$

avec :

- $Q_1, Q_2$ , les débits d'air respectivement d'ouverture basse et haute [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]
- $S_1, S_2$ , les sections de passage respectivement de l'ouverture basse et haute [ $\text{m}^2$ ]
- $H$ , la différence de hauteur entre l'ouverture haute et basse [m]
- $X$ , le plan neutre [m]
- $g$ , l'accélération de la pesanteur [ $(\text{m}/\text{s})^2$ ]
- $r_e, r_i$ , les masses volumiques respectivement de l'air extérieur et intérieur [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]
- $\zeta_1, \zeta_2$ , le coefficient de perte de charge respectivement de l'ouverture basse et haute

Connaissant le débit souhaité à la température intérieure et extérieure voulue pour un local donné, on retombe rapidement sur les sections des ouvertures en connaissant la hauteur entre ces deux ouvertures et leurs pertes de charge.

#### 4.2.2.4 Avantages/Inconvénients

Ce système de ventilation présente l'intérêt d'être facile à mettre en œuvre, mais les débits sont difficilement maîtrisables et la sensation de courant d'air froid est fortement envisageable. Dans le cas présent il subsiste tout de même le problème de la ventilation des pièces aveugles.

### 4.2.3 La ventilation par l'ouverture des fenêtres

#### 4.2.3.1 Principe

La ventilation par ouverture des fenêtres n'est autorisée que pour la réhabilitation des logements construits avant le 22 mars 1982. Elle procède par aération horizontale misant sur les effets du vent et/ou de la différence de pression entre façades.

Enormément utilisée par le passé, de mise en œuvre simple, elle ne permet cependant pas d'ajuster le débit nécessaire à la demande de renouvellement d'air. En effet, on assiste souvent à une ouverture des fenêtres totale ou à une mise en battant.

#### 4.2.3.2 Evolution

Des constructeurs étrangers tels que Windowmaster au Danemark proposent d'automatiser cette ouverture de fenêtre au besoin de renouvellement d'air.

Technologiquement, cela se traduit dans le cas de Windowmaster par la mise en place sur tout type de fenêtre d'un moteur dans ou en arrière du cadre, relié à l'ouvrant par une chaîne rigide dont la longueur permettra d'ajuster l'ouverture de la fenêtre.

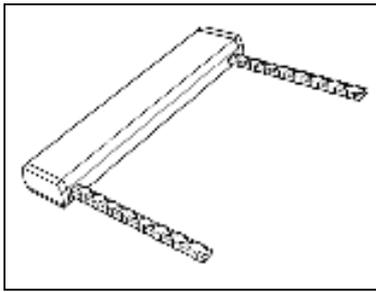


Figure 1 : moteur ajustant la longueur de la chaîne

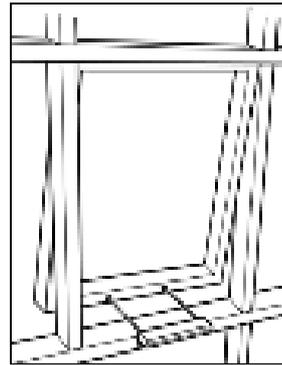


Figure 2 : mis en place à l'arrière du cadre de fenêtre

Cette ouverture sera alors réglée afin d'obtenir la température, le taux d'humidité ou le taux de CO<sub>2</sub> voulu dans la pièce, en fonction des paramètres de température extérieure, de niveau de pluie et de vitesse de vent ainsi que des actuelles conditions intérieures.

La ventilation peut alors s'effectuer par mouvement d'air dans les pièces uniquement, de manière transversale entre plusieurs fenêtres, par évacuation dans une cheminée ou de manière composée. Dans le cas où le tirage aurait lieu par évacuation dans une cheminée, l'appel à un ventilateur pour pallier au manque de tirage est envisageable.

Une centrale de contrôle par écran tactile permet de maîtriser les ouvertures indépendamment ou de les regrouper afin de créer des zones de confort. Les paramètres des conditions intérieures peuvent être modifiés à tout instant, et le système peut être débrayé afin de contrôler manuellement l'ouverture des fenêtres.

Présents sur de nombreux projets dans le tertiaire à travers l'Europe, des batteries de test sont entrain d'être menés après la construction de deux maisons à faible consommation énergétique en 2009 au Danemark, dans le but d'observer la pertinence de la ventilation par ouverture automatisée des fenêtres dans l'habitat.

#### 4.2.3.3 Dimensionnement

Dans le cas des bâtiments tertiaires où ce système a été installé, des études CFD et de simulation dynamique ont été menées avant la mise en route du système, afin de déterminer le taux de renouvellement d'air, les variations du taux de CO<sub>2</sub> et la régulation précise des ouvertures. Dans le cas d'un développement pour le l'habitat, de telles simulations paraîtront très coûteuses.

Des valeurs empiriques, définis dans le règlement sanitaire départemental, sont tout de même disponible pour le dimensionnement des ouvertures au regard de la surface au sol du local :

|   |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Surface du local [m <sup>2</sup> ]              | 10   | 50  | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
| Surface minimale des ouvrants [m <sup>2</sup> ] | 1.25 | 3.6 | 6.2 | 8.7 | 10  | 15  | 20  | 23  | 27  | 30  | 34  | 38  | 42   |

#### 4.2.3.4 Avantages/Inconvénients

Cette méthode de ventilation permet d'économiser du volume dans l'habitat par rapport à n'importe quel autre type de ventilation, et est facile à monter, mais la garantie des débits est difficile à évaluer et les déperditions thermiques en hiver seront importantes.

La question de la sécurité du logement est elle aussi à poser, car si une fenêtre est amenée à s'ouvrir et à se fermer automatiquement, l'habitant doit être prêt à l'accepter ou à placer des grilles anti-intrusion devant ses fenêtres. Les risques de défenestration des enfants en bas-âge par exemple n'est pas à négliger.

## 4.2.4 La ventilation naturelle par conduit

### 4.2.4.1 Ventilation par conduit vertical

#### 4.2.4.1.1 Principe

La ventilation naturelle par conduit simple, se présente dans le logement sous la forme d'entrées d'air sur les façades des pièces principales, et de sorties d'air dans les pièces de service reliées à un conduit vertical, l'air circulant alors d'une pièce à l'autre par des passages aménagés au niveau des portes.

Les sorties d'air sont reliées à un conduit individuel ne desservant qu'un seul logement ou à un conduit collectif reliant plusieurs logement, conformément à l'arrêté du 22 octobre 1969. Il est à noter qu'un conduit desservant des cuisines ne peut pas desservir des salles de bains ou des WC.

Cette solution est également compatible avec l'évacuation des fumées d'appareils de combustion.

Ce système de ventilation est règlementairement possible dans le neuf et dans la réhabilitation, et est pris en compte dans la réglementation thermique 2005.

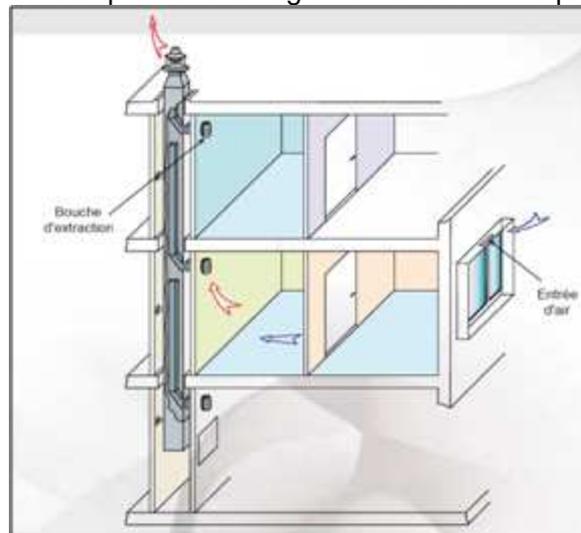


Figure 3 : Schéma de principe (source : COSTIC)

#### 4.2.4.1.2 Fabricants

De nombreux fabricants proposent des conduits de ventilation naturelle associés à des bouches autoréglables ou hygroréglables ainsi qu'à des extracteurs statiques. On pourra citer les fabricants français Acthys, VTI aéraulique et ASTATO.

Ces deux derniers constructeurs, produisent en plus des conduits de ventilation et des bouches d'entrée et de sortie d'air, des extracteurs statiques misant sur le tirage éolien, crée par effet Venturi. Suivant la forme de l'extracteur, ce dernier génère, en présence du vent, une dépression complémentaire en débouché de conduit, favorisant alors le tirage thermique.

Suivant le type de produit, ces extracteurs pourront être anti-refouleur, antisiphon, avec grille anti-volatile ou anti-pénétration de la pluie et de la neige.

De nombreux textes régissent le dimensionnement de ces extracteurs, tels que le DTU 24.1, le DTU 61.1 et le DTU 64.1.

#### 4.2.4.1.3 Dimensionnement

Cette ventilation mise uniquement sur le tirage thermique et les effets du vent, ces derniers étant très difficilement prévisibles. En effet, même s'il existe en un lieu des tendances de vents dominants, d'une année sur l'autre, les vitesses et direction de vent sont très changeantes.

Il en résulte que le dimensionnement de ce type d'installation reste très souvent empirique.

Des documents techniques viennent en aide au dimensionnement de ces installations:

- Cahier n° 3248 du CSTB - Ventilation dans les bâtiments collectifs d'habitation existants
- Guide CSTB - Ventilation des bâtiments – Réhabilitation dans l'habitat collectif
- Guides de l'AICVF – Ventilation – Conception et calcul des installations de ventilation des bâtiments et des ouvrages
- Guide de l'AICVF – Aéraulique, principes de l'aéraulique appliquées au génie climatique
- le guide CeGIBAT « systèmes de ventilation et d'évacuation des produits de combustion du gaz à tirage naturel : pour l'habitat collectif réhabilité »
- le guide CeGIBAT: « Sécurité anti-refoulement des appareils gaz raccordés en tirage naturel »
- Cahier n°2887 du CSTB - Ventilation naturelle et utilisation du gaz en réhabilitation

Les fabricants de conduits de ventilation naturelle ont généralement leur méthode de dimensionnement, comme par exemple les cahiers des charges d'Acthys et d'ASTATO, approuvés par le bureau de contrôle Socotec. Ces méthodes peuvent alors être utilisées par les architectes et bureaux d'études afin de dimensionner le matériel.

Le retour aux calculs théoriques pour des installations « classiques » pourra paraître long et fastidieux.

Pour des problèmes plus complexes où les seules valeurs et formules empiriques ne suffisent plus, on pourra faire appel à des logiciels de simulation dynamique des bâtiments tels que Trnsys et son module Trnflow gérant les flux aéraulique. Les études de la dynamique des fluide par résolution numérique est elle aussi possible avec par exemple Flovent ou Fluent.

#### 4.2.4.1.4 Avantages / Inconvénients

Le principal avantage de ce système de ventilation est qu'il ne fait appel à aucun auxiliaire électrique, et donc à aucune consommation électrique supplémentaire.

Etant donné le fait que le tirage thermique n'est pas ou peu maîtrisé, puisqu'il dépend de facteurs naturels, la garantie des débits d'air reste difficile à assurer, ce qui aura pour effet d'augmenter les risques de mauvaise qualité d'air. En hiver, on assiste à un tirage souvent trop important, et donc à des consommations de chauffage importantes accompagnées de sensations de courant d'air froid, incitant les habitants à obturer les entrées d'air. En mi-saison, le grand débit d'extraction est difficilement et aléatoirement atteint, et en été, le débit peut s'annuler voir s'inverser, d'où la nécessité de prévoir un antirefouleur, ce qui nécessitera une ventilation par ouverture des fenêtres ou l'appel à un dispositif mécanique.

L'usage de bouches autoréglables ou hygroréglables permettra alors de diminuer les débits règlementaires et d'ajuster le débit en fonction des besoins pour les bouches hygroréglables. La consommation de chauffage est dans les deux cas d'utilisation diminuée.

En immeuble collectif, l'encombrement des conduits est plus important et leur implantation moins facile. De plus, on assiste à des transmissions acoustiques par les conduits entre logement.

### **4.2.4.2 Ventilation naturelle avec récupération de chaleur**

#### 4.2.4.2.1 Principe

Ce système de ventilation se base sur la ventilation naturelle, et récupère les calories contenues dans l'air extrait pour les échanger à l'air entrant.

#### 4.2.4.2.2 Ventilation naturelle par conduit avec échangeur de chaleur

Ce système peu ou non connu, a été exploité par le bureau d'architecture Pascal Gontier en collaboration avec le bureau d'étude Transsolar lors de la conception d'une maison à énergie positive à Issy-les-Moulineaux.

A la différence de la ventilation naturelle par conduit classique, l'air entrant est pris par un conduit collectif au bas de l'habitat et dessert les pièces principales. L'air de chaque pièce de service est alors évacué par un conduit individuel donnant sur une cheminée commune. En partie haute du conduit d'extraction et en partie basse du conduit d'insufflation, se situent des échangeurs sur circuit d'eau. La chaleur est récupérée sur l'air vicié pour être cédée à l'air entrant.

Ce système est alors régulé suivant la température extérieure afin de le by-passer en été et d'utiliser le puit canadien géothermique pour rafraîchir l'air. En hiver, on fait appel à une pompe à chaleur sur pieux géothermique pour augmenter le chauffage de l'air. Dans le cas où le débit d'air serait insuffisant en été, l'architecte mise sur l'ouverture des fenêtres et la ventilation transversale.

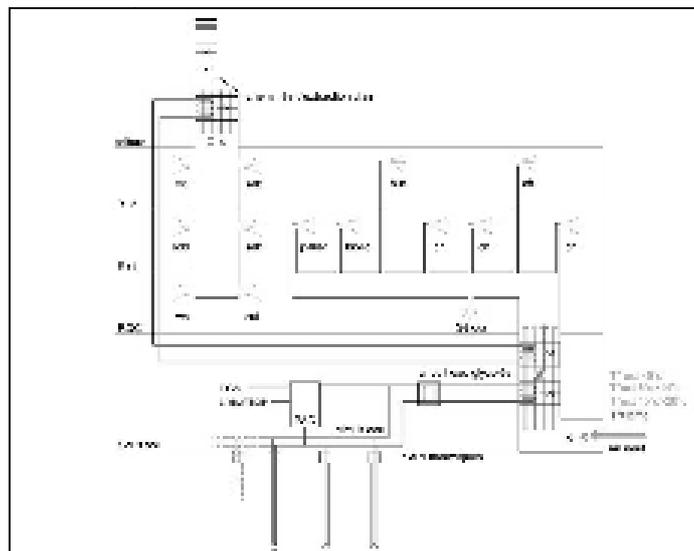


Figure 4 Synoptique de la ventilation (source : Atelier Pascal Gontier)

Afin de garantir un débit important et des pertes de charges faibles, le conduit d'air neuf observé lors de la visite du chantier est de très grande taille (de l'ordre de  $1,5\text{m}^2$ ) pour très peu diminuer lors de la traversé du logement. Les conduits individuels d'extraction sont eux également de taille importante (de l'ordre de  $20$  à  $30\text{cm}^2$ ).

Se pose ici la question de l'impact architectural de ces conduits de ventilation qui prennent une place importante dans l'intérieur de l'habitat, ainsi que de l'obtention d'un débit suffisant pour contrer les pertes de charge de l'échangeur.

Le système est d'autant plus particulier que la maison est de grande hauteur pour une maison individuelle (2 étages). Il serait bon de se questionner si ce système est transposable à une maison plus classique de plain-pied ou à un étage.

#### 4.2.4.2.3 Ventilation par conduit vertical double-flux

L'utilisation de ce système de ventilation a été popularisée par l'éco-quartier BEDZED situé au sud de Londres, constitué d'un ensemble d'immeubles à trois niveaux. Des cheminées développés par le bureau d'étude ARUP coiffent le haut des bâtiments, s'orientent naturellement en fonction du vent, injectent l'air neuf dans les logements, extraient l'air vicié tout en échangeant sa chaleur à l'air neuf via un échangeur de chaleur.



Figure 5 : Lotissement de BEDZED au sud de Londres (source: Zedfactory)



Figure 6 : cheminée conçue par ARUP (source Zedfactory)

La conception, le dimensionnement et le retour d'expérience de ces installations restent très confidentiel.

Ce système de ventilation a été transposé à d'autres projets d'habitat à faible consommation énergétique, dont à une maison individuelle en France.

La question de la quantité d'air admise dans les logements et de la qualité de l'air reste elle aussi en suspens. L'impact architectural de ce système reste relativement important, et on pourra se demander s'il est au goût de tous les maîtres d'ouvrage.

#### **4.2.4.3 Ventilation par cheminées solaires**

##### 4.2.4.3.1 Principe

Le principe de ce système de ventilation est de mettre en place des entrées d'air situées en façade des pièces principales, d'aérer l'ensemble du bâtiment et de récupérer tout le flux dans une ou plusieurs cheminées situées en toiture. L'intérêt de ces cheminées est d'accumuler la chaleur et de favoriser le tirage thermique.

Ce système généralement utilisé dans le secteur tertiaire, d'une part pour la surventilation nocturne et d'autre part pour la ventilation naturelle des bureaux.

##### 4.2.4.3.2 Exemples d'application

L'agence d'architecture Nicolas Michelin et associé en collaboration avec le bureau d'étude Elioth, a conçu pour le groupe Lazard des bureaux à basse consommation situés à Bordeaux.

En toiture, sont disposées quatre grandes cheminées dont le principe consiste à utiliser l'échauffement de ces dispositifs par rayonnement solaire pour créer un tirage d'air supplémentaire et assurer la ventilation naturelle des locaux et leur rafraîchissement durant la nuit.



Figure 7 : perspective des bureaux basse consommations situés à Bordeaux (source : Agence Nicolas Michelin et Associés)

Les cheminées solaires étant peu utilisées, aucune règles de calcul n'ont été publiées. Le dimensionnement s'effectue au cas par cas et peu faire appel à une étude CFD.

L'utilisation de ce système de ventilation, ou du moins de l'adjonction de cheminées solaires, permet une augmentation du tirage thermique et facilite donc la mise en place de la ventilation naturelle.

Ce dispositif a également un fort impact sur l'architecture du bâtiment, et permet donc à l'architecte soit d'en jouer, soit de les cacher.

Une utilisation dans le domaine de l'habitat est tout à fait envisageable, à l'extrémité des conduits de ventilation naturelle ou hybride par exemple.

## 4.3 Les solutions de ventilation hybride

### 4.3.1.1 La ventilation mécano-statique

#### 4.3.1.1.1 Principe

Lorsque l'assistance du ventilateur n'est pas nécessaire, les qualités d'extracteur statique du système permettent de tirer au mieux parti des effets du vent.

En cas de tirage naturel trop faible, les extracteurs mécaniques provoquent par effet Venturi une dépression dans le conduit qui favorise l'évacuation de l'air et des produits de combustion.

#### 4.3.1.1.2 Fabricants

En France, ce système est commercialisé par les fabricants ASTATO et VTI aéraulique, mais leurs produits ne possèdent pas d'avis techniques.

Les extracteurs stato-mécaniques ASTATO permettent d'obtenir en petite vitesse une dépression supplémentaire comprise entre 5 et 15 Pa et en grande vitesse, une dépression supplémentaire comprise entre 25 et 35 Pascals. Les débits extraits peuvent selon le modèle atteindre de 240 à 6000 m<sup>3</sup>/h pour une dépression minimale induite de 5 Pa, la puissance électrique variant alors de 40 à 450W.

Le fonctionnement de cet extracteur peut être asservi à une programmation via une horloge, à la température extérieure, à ces deux systèmes combinés ou fonctionner en continu.

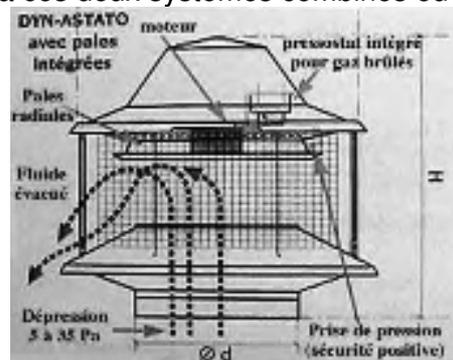


Figure 8 : Schéma de l'extracteur stato-mécanique Dyn-ASTATO (source : ASTATO)

L'avantage supplémentaire de ce système, est de pouvoir maintenir les appareils à gaz sans obligation de DSC (dispositif de sécurité collective) et est donc un avantage par rapport aux installations de ventilation mécanique contrôlée.

### 4.3.1.2 La ventilation basse pression

#### 4.3.1.2.1 Principe

A la différence des extracteurs stato-mécaniques, la pression supplémentaire créée est faible. Il assiste alors le tirage naturel par mise en route du dispositif mécanique selon les configurations du constructeur.

#### 4.3.1.2.2 Fabricant

Deux fabricants français proposent ce système de ventilation, à savoir les sociétés MVN et Achlys, qui assurent en général la prescription de l'ensemble de l'installation de ventilation du logement.

La première possède deux avis techniques alors que la seconde avec son ventilateur basse pression Helys, couplé à des entrées et sorties d'air hygro-réglables n'est pas certifié mais est en attente d'un titre V, permettant l'application à la Réglementation Thermique 2005.

En détail, le ventilateur basse pression d'Acthys peut équiper des conduits de ventilation verticaux de moins de sept étages ou des conduits d'évacuation des fumées d'immeubles de moins de cinq niveaux. Il ne peut assurer à lui seul l'extraction de l'air vicié du logement mais est une assistance à l'installation de ventilation naturelle.

La puissance du ventilateur est adaptée au nombre d'étages et de logement raccordés au conduit collecteur, et peu nécessiter plusieurs ventilateurs par pile de logement. Etant donné qu'il n'existe qu'un seul modèle de ventilateur, l'adaptation de la puissance est obtenue par bridage et permet une gamme de puissance comprise entre 4 et 16 W.

Le ventilateur fonctionne constamment en petite vitesse, et commute en grande vitesse lorsque la température extérieure dépasse une température extérieure de consigne (entre 0 et -5°C selon le bâtiment) mesurée grâce à une sonde extérieure.



Figure 9 : installation des ventilateurs Helys sur conduits de ventilation naturelle (source : Acthys)

Le niveau de pression engendré dans les conduits verticaux est tel qu'il doit être compatible avec le raccordement d'installations de gaz combustibles ou d'hydrocarbures liquéfiés situées à l'intérieur des bâtiments d'habitation. C'est pourquoi une dépression maximale de 16 Pa est créée.

Acthys, forte d'une grande expérience dans ce domaine après avoir menée une batterie de tests sur leurs systèmes en conditions réelles durant deux années, en collaboration avec le CSTB, vérifie tout de même systématiquement la qualité de l'air des logements après installation de son système, observé lors de la visite d'un logement collectif à Bischheim.

#### **4.3.1.3 La ventilation par induction d'air**

##### 4.3.1.3.1 Principe

La ventilation assistée par induction d'air évacue l'air vicié du logement et les produits de combustion en couplant le tirage naturel par conduit vertical à un extracteur mécanique par induction d'air, c'est-à-dire par injection d'un jet d'air à haute vitesse en partie haute du conduit d'extraction et vers la débouchée de celui-ci. Par friction avec l'air vicié, présent dans le conduit d'air, un mouvement d'air vicié global, ascendant, est créé.

#### 4.3.1.3.2 Fabricant

Le seul fabricant en France à proposer ce système est ASTATO avec son système NAVAIR (Natural Ventilation Activated by Air Induction) couplé à des bouches d'entrée autoréglables ou hygro-réglables. Ce système est utilisable en neuf comme en réhabilitation. Il a obtenu une Appréciation Technique d'Expérimentation B favorable, et depuis peu le titre V.



Figure 10 : Extracteur à induction d'air NAVAIR d'ASTATO (source ASTATO)

L'air primaire est fourni par un ventilateur haute pression qui injecte l'air par une buse placée sur l'axe central du conduit. En fonction des besoins, la vitesse de l'air primaire à la sortie de la buse peut être modulée de 30 à 60 m/s.

Cette aide mécanique à la ventilation est asservie à une horloge programmable pour les débits de pointe, ainsi qu'à la vitesse du vent et à la température extérieure pour compléter de manière optimale le tirage naturel. Huit fréquences de rotation permettent de faire varier la vitesse du ventilateur, et donc le débit d'air extrait.

Le coffret de pilotage mesure la vitesse du vent, la température extérieure et possède une horloge, qui agira alors sur la fréquence d'alimentation du ventilateur afin de moduler sa vitesse de rotation et d'atteindre le point de fonctionnement souhaité.

L'adaptation aux appareils à gaz sans obligation d'asservissement est là aussi possible.

#### **4.3.1.4 Dimensionnement des installations**

Les fabricants proposant des solutions de ventilation hybride, ont leur cahier des charges concernant la méthode de dimensionnement. On assiste même à la création de logiciels dédiés au dimensionnement de ces installations.

Ainsi, SIMVENT permet la détermination du système NAVAIR dans les bâtiments, et le logiciel DimVNY développé en collaboration avec le CSTB et l'AVEMS (Association pour la Valorisation en Ventilation de l'Extraction Mécanique Statique ou Stato-Mécanique regroupant des fabricants de solutions de ventilations hybride, dont ASTATO, Acthys et VTI aéraulique) permet le dimensionnement des installations de ventilation hybride.

Un guide concernant la ventilation naturelle hybride proposé par l'AVEMS est également en cours d'édition.

#### **4.3.1.5 Avantages/Inconvénients de la ventilation hybride**

Selon les solutions technologiques existantes, la régulation ne s'adapte pas toujours fidèlement aux besoins de ventilations des habitants.

Hormis le système NAVAIR d'ASTATO où la variation de vitesse est large, les autres systèmes ne possèdent que deux vitesses de fonctionnement, ce qui limite l'adaptation du débit d'air aux besoins d'aération.

On peut se demander si une régulation par horloge est pertinente, sachant que les horaires programmés se rapprochent des horaires où le besoin de ventilation est nécessaire, mais ne reflètent pas intégralement le mode de vie des habitants et peut avoir une incidence sur le confort. Une régulation sur une température extérieure fixe, faible dans la majorité des systèmes, pousse le ventilateur à fonctionner en grande vitesse, à l'échelle d'une année, la plupart du temps.

On pourra alors se demander si cette régulation ne peut pas être optimisée afin de réduire les consommations électriques.

### 4.3.1.6 La ventilation hybride à alimentation photovoltaïque

#### 4.3.1.6.1 Principe

Ce système de ventilation se traduit par l'utilisation d'une ventilation hybride très peu consommatrice en énergie, dont la fourniture d'énergie serait assurée par panneau photovoltaïque produisant sur le réseau.

#### 4.3.1.6.2 Fabricant

Ce système, actuellement uniquement au stade projet, a été développé par la société Aereco et Achtys et a reçu le prix de l'innovation au salon Hungarotherm à Budapest en avril 2009.

#### 4.3.1.6.3 Avantages/Inconvénients

Le panneau photovoltaïque permettrait de diminuer encore les consommations électriques, mais la pertinence de cet accouplement reste à vérifier. La mise en œuvre semblerait plus aisée pour un logement possédant ces deux systèmes séparément, la ventilation hybride fonctionnant sur secteur, et une installation de panneaux photovoltaïques « classique » sur l'habitat.

Cependant, ce système pourrait être intéressant dans le cas où l'habitant veut s'affranchir d'une installation complète de panneaux photovoltaïque, et uniquement fournir la consommation électrique de la ventilation.

## 5 L'avis des professionnels

Une enquête a été menée par mailing auprès de plus de 300 professionnels français et étrangers afin de rendre compte de leurs points de vue concernant la ventilation naturelle et hybride. Les maîtres d'ouvrages, les architectes, les bureaux d'études, les bureaux de contrôles ainsi que les hygiénistes ont été particulièrement ciblés.

Ont répondu à la présente enquête uniquement une minorité de personnes contactés, tous en France : le maître d'ouvrage Bouygues Construction et Alcys-résidences, les bureaux d'études Bio-Espace et Bilger Etude, le bureau d'architecture DRLW, le bureau de contrôle SOCOTEC et l'hygiéniste des réseaux Net Climatis.

### 5.1 Avis sur les avantages et inconvénients de la ventilation naturelle et hybride

Les professionnels ont principalement cité la ventilation par conduit vertical dans leurs réponses, ainsi que la ventilation hybride :

|   | Avantages   | Inconvénients  |
|---|---|--|
| Ventilation naturelle par conduit vertical                  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Coût</li><li>- Facilité de pose</li><li>- Pas de consommation électrique</li><li>- Confort</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Courants d'air lors de vents élevés</li><li>- Grandes bouches d'entrée et de sortie d'air : inconvénient esthétique et acoustique</li><li>- Distribution et apport d'air non maîtrisé</li><li>- Déperditions thermiques</li><li>- Dépendance au climat</li><li>- Inversion de flux</li><li>- Problèmes acoustiques entre logements en collectif</li><li>- Equipements difficiles à nettoyer</li><li>- Difficulté à mesurer l'efficacité du système</li></ul> |
| Apport de la Ventilation hybride à la ventilation naturelle | <ul style="list-style-type: none"><li>- Réduction de la dimension des conduits</li><li>- Moins dépendant des conditions climatiques</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Incertitude des économies réelles</li><li>- Fabrication du boisseau en réhabilitation : augmentation des coûts</li><li>- Conduits souvent encombrés voire bouchés, présence de fuites : difficilement utilisables</li></ul>  |

A ajouter que du point de vue de l'hygiéniste, le nettoyage des conduits de ventilation naturelle et hybride verticaux est plus complexe à mettre en place : il faut généralement démonter la tourelle d'extraction car il n'y a pas de présence de souche et remplacer les grilles d'extraction d'air car elles sont souvent soudées.

Il en ressort un tarif 50% plus élevé pour l'hygiénisation des conduits de ventilation naturelle ou hybride par rapport aux conduits de ventilation mécanique.  
Cette remarque est à prendre avec précaution étant donné qu'un seul hygiéniste a répondu à l'enquête.

Il en ressort une vision très contrastée, mais globalement négative de la ventilation naturelle et hybride par rapport à la ventilation mécanique, mais avec tout de même une certaine curiosité envers ces systèmes.

## **5.2 Projets en cours de réalisation des professionnels contactés**

Parmi les professionnels contactés, la plupart n'avaient aucun projet avec de la ventilation naturelle ou hybride, préférant pour la perspective d'économie d'énergie choisir de la VMC hygro B ou de la ventilation double flux quand elle est possible, dont la demande pour cette dernière grandie.

Le manque d'expérience, de références et de résultats concrets en ventilation naturelle et hybride dans le domaine de l'habitat basse consommation les freine à choisir ces systèmes de ventilation.

Cependant, le bureau d'étude Bio-Espace, spécialisé dans la construction de maisons saines depuis une vingtaine d'années, privilégie la ventilation naturelle ou hybride qui représente 2/3 de ses réalisations en cours par rapport à de la ventilation mécanique.

Il en ressort tout de même un certain intérêt envers ces systèmes du fait de nombreux projets de bâtiments basse consommation en cours ou réalisés dernièrement en France utilisant la ventilation naturelle ou hybride en neuf ou en réhabilitation, mais sont en attente de preuves du bon fonctionnement et de la réelle pertinence énergétique de ces systèmes.

## **5.3 Enquêtes de satisfaction**

### **5.3.1 Etude de l'OPAC de l'Ain : mieux prendre en compte la ventilation dans la réhabilitation [9]**

L'Office Public d'Aménagement et de Construction de l'Ain souhaitait disposer d'éléments pratiques de cadrage pour que l'aspect ventilation ne soit pas oublié dans les opérations de réhabilitations. Lors de cette étude, un état des lieux sur seize bâtiments représentatifs des différentes typologies du parc de l'OPAC a été réalisé en septembre 2006, dont deux bâtiments de 1962 et 1967 avaient été réhabilités (en plus de l'isolation et de la réfection des fenêtres) avec une ventilation mécano-statique.

Les points suivants ont pu être relevés par les enquêteurs auprès des habitants :

- 25% de plaintes pour mauvaise qualité d'air (odeurs, refoulements)
- 40% des personnes ont déclaré que le volume d'air renouvelé était insuffisant
- 30% des habitants avaient bouché certaines entrées d'air à cause de l'inconfort créé par les bouches autoréglables
- Pas de présence de moisissures

Les débits mesurés par les enquêteurs à ces instants là étaient insuffisants, et ils ont constatés que les automates de commande des extracteurs mécano-statiques étaient mal réglés : état de marche continu ou horloge non réglée.

On se rend ici compte que la présence de la ventilation mécano-statique, a permis d'éviter la condensation et donc les moisissures, malgré un volume d'air renouvelé insuffisant chez certains habitants. Ce système est donc ici relativement efficace.

Le fait que les bouches autoréglables soient bouchées, révèlent que par journée froide ou venteuse, le débit d'air entrant est trop élevé, et provoque des sensations de froid chez les habitants.

Enfin, on a pu constater ici que le réglage des automates n'a pas été effectué, chose à vérifier systématiquement.

### 5.3.2 Projet HR-VENT [10]

Dans le cadre de l'étude du système de ventilation hybride hygroréglable d'Acthys, 55 logements en immeubles de deux à quatre étages allant du F2 au F5 situés à Nangis ont vu leur système de ventilation naturelle par entrée d'air autoréglable être modifié après réhabilitation préalable de l'enveloppe. Durant deux années, des mesures et le traitement des données ont été effectués afin de valider la pertinence de ce système, et, en marge de cette étude, une enquête de satisfaction a été réalisée afin de rendre compte du confort des habitants. L'enquête a été menée auprès de 55 occupants des logements ayant fait l'objet de l'expérimentation.

Le nouveau système de ventilation satisfait 54% des habitants contre 29% d'insatisfaits et 17% sans opinion. Les raisons de satisfaction et leurs répartitions sont les suivantes:

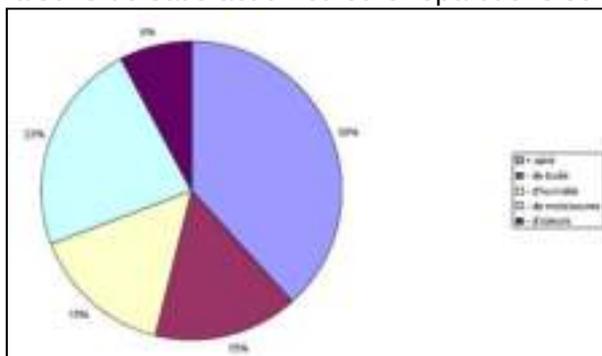


Figure 11 : Origine des satisfactions des occupants répartis en pourcentage

L'utilisation de la ventilation mécanique hybride a donc, pour les 53% des occupants satisfaits de leur système de ventilation, globalement mieux aéré leur logement en terme de qualité d'air à travers notamment la réduction des odeurs, de la sensation d'humidité et de la présence de moisissures.

Quant aux raisons des insatisfactions, elles sont les suivantes :

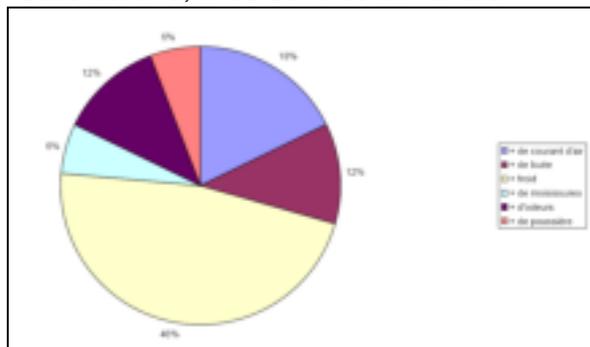


Figure 12 : Origine des insatisfactions des occupants répartis en pourcentage

Pour les 29% d'occupants insatisfaits, une plus grande sensation de froid est apparue pour une petite moitié de ces habitants, ainsi que des sensations de courant d'air pour 18% d'entre eux. Pour les 36% restant, la qualité d'air s'est dégradée et les moisissures ont augmenté, ce qui peut s'expliquer par le fait que pour les besoins de l'expérimentation, l'assistance mécanique d'une pile de logement a été coupée.

De manière globale, 23% des occupants ouvrent également moins leurs fenêtres ou plus du tout depuis la mise en place de la nouvelle ventilation.

Ce système de ventilation donne globalement un taux de renouvellement d'air efficace, mais est perçu pour la majorité à travers une amélioration de la qualité de l'air, et pour d'autres comme une gêne thermique, à travers notamment la sensation de courants d'air froid.

## 6 Evaluation de la ventilation naturelle et hybride

L'évaluation de ces dispositifs se fera en connaissance des éléments cités précédemment et de la discussion avec les différents professionnels contactés.

### 6.1 Evaluation de la ventilation naturelle

De manière générale, le bâtiment basse consommation se dirige vers une maîtrise des débits et vers une chasse aux inétanchéités, sources de surconsommations en énergie de chauffage.

Même dans le cadre de la ventilation, la ventilation par les inétanchéités est difficilement compatible avec des exigences énergétiques élevées. Le dimensionnement aléatoire, la difficulté de la maîtrise des débits et la garantie d'un renouvellement d'air correct sont autant d'inconvénients qui permettent de rejeter cette solution.

Il en est de même pour la ventilation par entrée haute et basse, où s'ajoutent d'importants risques d'inconfort de part les courants d'air froid en hiver.

La ventilation par ouverture des fenêtres, même automatisée et contrôlée, s'oppose à la nécessité d'avoir une isolation phonique sur l'extérieur et pose des problèmes de sécurité.

De plus, son utilisation en serait très fortement limitée, c'est-à-dire utilisable uniquement pour les réhabilitations d'habitats construits avant 1969. Un retour d'expérience faible, même à l'étranger, font que l'avenir de ce système de ventilation semble compromis sur le territoire français.

Concernant la ventilation par conduit vertical avec ouverture en façade, couplée à des entrées d'air performantes type hygroréglable, pourra sembler intéressante. En effet, le débit d'air serait alors dépendant du besoin réel de renouvellement d'air et ne ferait appel à aucun auxiliaire mécanique, permettant de faire des économies en termes de consommations électriques par rapport à une ventilation mécanique contrôlée ou à une ventilation double flux. Les consommations de chauffage seraient donc plus importantes qu'un système double flux, mais sont plus difficilement comparable à une VMC hygroréglable où l'écart se resserre. Se pose tout de même la question de la garantie des débits d'air, même avec un extracteur performant, en demi-saison et en été, cas où l'ouverture des fenêtres pour la ventilation naturelle avec conduit vertical semble obligatoire, et où le respect de l'isolation acoustique entre en jeu.

Ce système de ventilation est donc en demi-teinte, car aux limites de la réglementation.

De nouvelles techniques de ventilations sont apparues, utilisant des échangeurs de chaleurs ou faisant appel à des cheminées solaires.

Ces axes là seraient certainement à approfondir par les constructeurs afin de diminuer les consommations de chauffage et de mettre à profit le vecteur solaire, souvent oublié en ventilation naturelle.

### 6.2 Evaluation de la ventilation hybride

La ventilation hybride résout le problème de la dépendance de la ventilation naturelle aux conditions extérieures en faisant appel à un auxiliaire mécanique et donc à une source de consommations électriques.

Cependant, ces auxiliaires ont des puissances électriques plus faibles que celles des installations de VMC, car ils prennent justement en compte les effets du tirage thermiques et du vent dans leur dimensionnement.

Concernant la régulation de ces dispositifs, hormis le système NAVAIR avec ses huit modulations de vitesse, on assiste à un manque d'adaptabilité des extracteurs mécaniques en ventilation hybride : deux vitesses pour le système Helys d'Acthys et Din-ASTATO.

De plus, la prise en compte d'une régulation suivant une horloge préprogrammée dans certains cas ne s'approche pas des besoins réels de renouvellement d'air. Un effort reste donc à mettre en place au niveau de la régulation de ces éléments.

Ce système de ventilation paraît tout de même envisageable dans le domaine du bâtiment basse consommation.

La comparaison à la ventilation double flux fait le constat de consommations électriques inférieures pour la ventilation hybride, mais comporte des consommations de chauffages plus importantes. La ventilation est donc à observer dans l'ensemble du procédé énergétique du logement.

### **6.3 Recommandations**

Dans le contexte de la maison individuelle basse consommation neuve, la VMC hygro-B et la ventilation double-flux plus particulièrement, ont le vent en poupe. En effet, les solutions cohérentes de ventilation naturelle ou hybride auront sûrement peine à faire leurs preuves à court terme, du fait de leur consommation en termes de surface habitable et de retours d'expériences moins importants. Des innovations en matière de récupération de chaleur encore trop marginales pourraient être creusées. Le constat est identique dans la réhabilitation.

Cependant, dans le cas de l'immeuble de logement, en réhabilitation plus particulièrement, où des conduits de ventilation ou de fumées sont déjà présents, la ventilation hybride saura trouver son champ d'application, plus aisé à mettre en place que de la VMC ou de la ventilation double-flux, et permettant de conserver les appareils à gaz.

Concernant les immeubles de logements neufs, un bon dimensionnement de l'installation de ventilation hybride permettra d'avoir des consommations électriques bien moindre à une ventilation mécanique contrôlée, mais le bilan global de l'installation est à observer de près. La mise en place d'une VMC double-flux dans ce secteur là paraît hypothétique, compte tenu de la difficulté de mise en œuvre et de la multiplication des réseaux.

### **6.4 Freins et Avancées**

Beaucoup de maîtres d'ouvrages, d'architectes et de bureaux d'études paraissent frileux quant à l'idée de mettre en place de la ventilation naturelle ou hybride dans leurs projets. Ceci est principalement dû à un manque d'expérience dans ces domaines et à un manque de retours ou d'études de ces installations.

La réglementation thermique en vigueur prend elle aussi ses distances concernant ces dispositifs cités.

Cependant, la récente obtention du titre V du système NAVAIR, l'attente de ce même titre par Acthys, deux avis techniques favorables pour MVN et la multiplication des projets pilotes montrent un regain d'intérêt concernant la ventilation naturelle et hybride.

La mise en place de l'étude QUAD BBC dont le CSTB est impliqué, et dont le but est d'évaluer les systèmes de ventilation du marché au regard de la future réglementation thermique 2012, marque l'occasion d'évaluer ces dispositifs et permettra de juger de l'intérêt réel de la ventilation naturelle et hybride par rapport à la ventilation mécanique.

## 7 Conclusion

Au travers de la réglementation, des solutions technologiques proposées et des remarques des professionnels contactés, on peut constater que la ventilation naturelle peine à trouver ses marques sur le marché du bâtiment basse consommation : dépendance aux conditions extérieures, contraintes dimensionnelles, manque de retours d'expériences et réglementairement non aisément applicable sont autant d'arguments qui pénalisent ce dispositif.

La ventilation hybride, soutenue par des constructeurs qui ont su se fédérer et faire les efforts nécessaires pour montrer l'intérêt de leurs produits et leur applicabilité dans le domaine de la rénovation ou du neuf, pourra avoir un intérêt par rapport à la ventilation mécanique, que ce soit en termes de consommations électriques ou de facilité de mise en œuvre.

Ces avantages là sont d'autant plus pertinents dans le domaine de l'immeuble collectif, en neuf ou en réhabilitation, mais plus difficilement applicables en maison individuelle.

Dans ce dernier secteur, elle sera souvent comparée à la ventilation double-flux qui permet la diminution des besoins de chauffage, mais conduit à une augmentation des consommations électriques. En considérant le système dans sa globalité, cet engouement pour ce système pourra être relativisé si l'on se place dans un calcul de consommations en énergie primaire, où le coefficient 2.58 aura son poids.

La récupération de chaleur quant à elle, ouvre des portes qui n'ont jusqu'à présent été que peu franchies, et est une piste d'exploration, tout comme la cheminée solaire.

Une étude approfondie et comparative de ces différents dispositifs de ventilation, que ce soit en simulation dynamique des bâtiments ou dans des cas réels, permettra d'émettre un avis sur les différentes solutions envisagées et de déterminer les solutions les plus énergétiquement viables et les solutions apportant la meilleure qualité d'air.

## Bibliographie

- [1] An.: Arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements, paru au Journal Officiel du 27 Mars 1982 et modifié par l'arrêté du 28 octobre 1983
- [2] An.: Arrêté du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments (RT 2005), paru au Journal Officiel du 25 mai 2006
- [3] An.: Arrêté du 22 octobre 1969 relatif aux conduits de fumées desservant les logements, paru au Journal Officiel du 30 octobre 1969
- [4] An. : Circulaire du 9 août 1978 modifiée, relative à la révision du Règlement Sanitaire Départemental Type, paru au Journal Officiel du 13 septembre 1978
- [5] An.: Arrêté du 31 janvier 1986 modifié relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation, paru au Journal Officiel du 5 mars 1986
- [6] An. : Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation, paru au Journal Officiel du 17 juillet 1999
- [7] An. : Arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants, paru au Journal Officiel du 17 mai 2007
- [8] *Chaud Froid Plomberie* – septembre 2009 p107-114 (n°638) – Comment calculer les débits d'air en ventilation naturelle ?
- [9] CETE de Lyon : *Mieux prendre en compte la ventilation en réhabilitation OPAC de l'AIN – Phase n°1 : études de diagnostic*, Septembre 2006, 44 pages
- [10] Stéphane BERTHIN et al : *Projet HR-VENT : Mise en œuvre et mesure des performances d'un système de ventilation hygro-réglable en rénovation avec assistance mécanique basse pression*, 108 pages
- [11] Samuel COURGEY, Jean-Pierre OLIVA: *La conception bioclimatique*, 240 pages
- [12] Céline VERRIERE : *PFE : Evaluation des caractéristiques et performances de la ventilation naturelle assistée*, mai 2006, 49 pages
- [13] AICVF, Albert JUDET de la COMBE et Bernard SESOLIS : « *VENTILATION - Conception et calcul des installations de ventilation des bâtiments et des ouvrages* », Collection des guides de l'AICVF, 1<sup>ère</sup> édition, pyc edition, 1992, 273 pages
- [14] AICVF, Albert JUDET de la COMBE et Bernard SESOLIS : « *AERAUQUE – Principes de l'aéraulique appliqués au génie climatique* », 1<sup>ère</sup> édition, pyc édition, 1991, 221 pages
- [15] CSTB, Brigitte Brogat et al. : *Ventilation des bâtiments – Réhabilitation dans l'habitat collectif*, 2003, 88 pages
- [16] Muriel BARBAT, Christian FELDMAN : *La ventilation des logements : solutions alternatives à la VMC et accroissement de la qualité des installations*, Rapport final, COSTIC Publications, Octobre 2005, 105 pages

## Webliographie

<http://www.astato.com>  
<http://www.aereco.fr/>  
<http://www.acthys-gie.fr>  
<http://www.vti.fr>  
<http://www.ademe.fr>  
<http://www.rt-batiment.fr>  
<http://www.xpair.com>

- [1] Arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements, paru au Journal Officiel du 27 Mars 1982 et modifié par l'arrêté du 28 octobre 1983
- [2] Arrêté du 22 octobre 1969 relatif aux conduits de fumées desservant les logements, paru au Journal Officiel du 30 octobre 1969 (extraits)
- [3] Circulaire du 9 août 1978 modifiée, relative à la révision du Règlement Sanitaire Départemental Type, paru au Journal Officiel du 13 septembre 1978 (extraits)
- [4] L'arrêté du 31 janvier 1986 modifié relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation, paru au Journal Officiel du 5 mars 1986 (extraits)
- [5] L'arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation, paru au Journal Officiel du 17 juillet 1999 (extraits)
- [6] L'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (extraits)
- [7] Méthode de calcul Th-C-E-ex pour la ventilation sans modification du système (tableau de
- [8] Présentation du système Windowmaster NV Confort
- [9] Visite de la maison à énergie positive – Atelier d'architecture Pascal Gontier
- [10] Prises de mesures sur la ventilation naturelle hybride Acthys des bâtiments de l'OPUS à Bischheim
- [11] Projet neuf ou de réhabilitation utilisant la ventilation naturelle en 2009
- [12] Enquête auprès des professionnels
- [13] Déperditions par renouvellement d'air selon le mode de ventilation utilisé dans un logement type de l'OPAC de l'AIN

Le projet de fin d'étude aura lieu du 1<sup>er</sup> février au 30 juillet 2010 au sein de la structure Elioth, entité dédiée du groupe IOSIS, intervenant sur les sujets complexes d'ingénierie de la construction, constituée d'une douzaine d'ingénieurs-concepteurs.

Ses domaines d'expertise concernent :

- L'enveloppe du bâtiment
- Les structures spéciales
- L'environnement (dont le conseil HQE)

Durant cette période, ma mission, sous le tutorat de Joseph Benedetti, sera de participer au développement de clim'elioth, outil interne de simulation du bâtiment estimant les besoins chaud et froid en phase amont des projets.

Les objectifs et le planning organisationnel du travail seront les suivants :

- Test et comparaison des résultats avec ceux de logiciels de thermique dynamique (par exemple TAS, TRNSys, IES,...), (1<sup>er</sup> février au 12 mars)
- Développement du module de ventilation naturelle sur la base d'équations empiriques et comparaison avec les résultats d'un logiciel de CFD (Flovent), (15 mars au 28 mai)
- Etablissement d'un guide de recommandations montrant les limites du modèle (31 mai au 2 juillet)
- Application à des projets réels (du 5 au 30 juillet)

[1] **Arrêté du 24 mars 1982** relatif à l'aération des logements, paru au Journal Officiel du 27 Mars 1982 et modifié par l'arrêté du 28 octobre 1983

Vu le code de la construction et de l'habitation, et notamment son article R. 111-9 ;  
Vu l'arrêté du 22 octobre 1969 relatif aux conduits de fumée desservant les logements ;  
Vu l'arrêté du 6 octobre 1978 relatif à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation contre les bruits de l'espace extérieur ;  
Vu l'arrêté du 24 mars 1982 relatif aux équipements et caractéristiques thermiques des bâtiments d'habitation ;

Arrêtent :

### Article 1<sup>er</sup>

L'aération des logements doit pouvoir être générale et permanente au moins pendant la période où la température extérieure oblige à maintenir les fenêtres fermées. Toutefois, dans les bâtiments soumis à un isolement acoustique renforcé, en application de l'arrêté du 6 octobre 1978, l'aération doit pouvoir être générale et permanente en toute saison.

La circulation de l'air doit pouvoir se faire principalement par entrée d'air dans les pièces principales et sortie dans les pièces de service.

L'aération permanente peut être limitée à certaines pièces dans les cas et suivant les conditions définis au chapitre II.

## Chapitre 1 - Aération générale et permanente

### Article 2

Le système d'aération doit comporter :

- Des entrées d'air dans toutes les pièces principales, réalisées par des orifices en façades, des conduits à fonctionnement naturel ou des dispositifs mécaniques ;
- Des sorties d'air dans les pièces de service, au moins dans les cuisines, les salles de bains ou de douches et les cabinets d'aisances, réalisées par des conduits verticaux à tirage naturel ou des dispositifs mécaniques. En installation collective de ventilation, si une pièce de service possède une sortie d'air mécanique, toutes les autres pièces de service doivent en posséder une.

L'air doit pouvoir circuler librement des pièces principales vers les pièces de service.

Une pièce à la fois principale et de service, telle qu'une chambre ayant un équipement de cuisine, doit comporter une entrée et une sortie d'air, réalisées comme indiqué ci-dessus.

### Article 3

Les dispositifs de ventilation, qu'ils soient mécaniques ou à fonctionnement naturel, doivent être tels que les exigences de débit extrait, définies ci-dessous, soient satisfaites dans les conditions climatiques moyennes d'hiver.

Les débits extraits dans chaque pièce de service doivent pouvoir atteindre, simultanément ou non, les valeurs données dans le tableau ci-après en fonction du nombre de pièces principales du logement :

| Nombre de pièces principales du logement | Débits extraits exprimés en m <sup>3</sup> /h |   |                    |                    |          |
|--|---|---|--------------------|--------------------|----------|
|  | Cuisines                                      | Salles de bains ou de douches commune ou non avec un cabinet d'aisances | Autre salles d'eau | Cabinet d'aisances |          |
|  |   |   |                    | Unique             | Multiple |
| 1  | 75  | 15  | 15                 | 15                 | 15       |
| 2  | 90  | 15  | 15                 | 15                 | 15       |

|           |     |    |    |    |    |
|-----------|-----|----|----|----|----|
| 3         | 105 | 30 | 15 | 15 | 15 |
| 4         | 120 | 30 | 15 | 30 | 15 |
| 5 et plus | 135 | 30 | 15 | 30 | 15 |

Dans les logements ne comportant qu'une pièce principale, la salle de bains ou de douches et le cabinet d'aisances peuvent avoir, s'ils sont contigus, une sortie d'air commune située dans le cabinet d'aisances. Le débit d'extraction à prendre en compte est de 15 mètres cubes par heure.

En cas d'absence de cloison entre la salle de séjour et une chambre, la pièce unique ainsi créée est assimilée à deux pièces principales.

Si, de construction, une hotte est raccordée à l'extraction de la cuisine, un débit plus faible est admis. Il est déterminé, en fonction de l'efficacité de la hotte, suivant des modalités approuvées par le ministre chargé de la Construction et de l'habitation et le ministre chargé de la santé.

Des cabinets d'aisances sont considérés comme multiples s'il en existe au moins deux dans le logement, même si l'un d'entre eux est situé dans une salle d'eau.

**Article 4** (Arrêté du 28 octobre 1983, article 1<sup>er</sup>)

Des dispositifs individuels de réglage peuvent permettre de réduire les débits définis à l'article 3, sous les conditions suivantes :

En règle générale, le débit total extrait et le débit réduit de cuisine sont au moins égaux aux valeurs données dans le tableau suivant :

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

Lorsque l'aération est assurée par un dispositif mécanique qui module automatiquement le renouvellement d'air du logement, de telle façon que les taux de pollution de l'air intérieur ne constituent aucun danger pour la santé et que puissent être évitées les condensations, sauf de façon passagère, les débits définis par le tableau ci-dessus peuvent être réduits.

L'emploi d'un tel dispositif doit faire l'objet d'une autorisation du ministre chargé de la construction et de l'habitation et du ministre chargé de la santé, qui fixe les débits minimaux à respecter.

En tout état de cause, le débit total extrait est au moins égal à la valeur donnée par le tableau suivant :

|  | Nombre de pièces principales |    |    |    |    |    |    |
|--|------------------------------|----|----|----|----|----|----|
|  | 1                            | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| Débit total minimal en m <sup>3</sup> /h | 10                           | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |

**Article 5**

Les entrées d'air, complétées par la perméabilité des ouvrants, doivent permettre d'obtenir les débits définis à l'article 3.

**Chapitre II - Aération permanente pouvant être limitée à certaines pièces**

## **Article 6**

Pour les maisons individuelles isolées, jumelées ou en bande, situées dans les zones climatiques H 2 et H 3 définies en annexe de l'arrêté du 24 mars 1982 relatif aux équipements et caractéristiques thermiques des bâtiments d'habitation, la construction et les équipements peuvent satisfaire aux dispositions réduites suivantes :

- a) La cuisine comporte une sortie d'air réalisée par un conduit vertical à tirage naturel ou par un dispositif mécanique ;
- b) Les autres pièces de service comportent :
  - soit une sortie d'air réalisée par un conduit vertical à tirage naturel ou par un dispositif mécanique ;
  - soit une ouverture extérieure obturable ;
- c) Chaque pièce principale possède une entrée d'air réalisée par un orifice en façade, un conduit à fonctionnement naturel ou un dispositif mécanique.

## **Article 7**

Les sorties d'air de la cuisine et, éventuellement, des autres pièces de service doivent permettre d'obtenir les débits fixés par l'article 3 et ils peuvent être réduits comme indiqué à l'article 4.

## **Chapitre III - Dispositions communes aux deux modes d'aération définis aux chapitres I<sup>er</sup> et II**

### **Article 8**

En cas d'installation d'appareils à combustion dans un logement, le système d'aération doit pouvoir assurer les débits nécessaires à leur bon fonctionnement.

### **Article 9**

Les conduits de sortie d'air par tirage naturel peuvent être individuels, c'est-à-dire ne desservir qu'une pièce, ou collectifs, c'est-à-dire desservir plusieurs pièces.

Un conduit collectif doit comporter un conduit collecteur et des raccordements individuels de hauteur d'étage, chacun de ces derniers ne desservant qu'une pièce. Un conduit collectif qui dessert des cuisines ne peut desservir des locaux d'autre nature.

Les dévoiements éventuels de ces conduits à tirage naturel doivent répondre aux dispositions définies à l'article 17 de l'arrêté du 22 octobre 1969 relatif aux conduits de fumée desservant des logements.

Le débouché du conduit, situé en toiture, doit être tel que l'évacuation de l'air s'effectue correctement à l'extérieur, sans refoulement vers les logements (ce qui suppose que la dépression créée par le vent au sommet du conduit s'oppose utilement aux dépressions créées en façade). Par ailleurs, la disposition des conduits de ventilation, par rapport à des conduits de fumée éventuels, doit être telle qu'elle ne favorise pas les siphonnages par les souches.

### **Article 10**

Le rejet de l'air par un dispositif mécanique doit être tel que l'évacuation de l'air s'effectue correctement à l'extérieur, sans refoulement ni renvoi vers les logements.

Dans les installations mécaniques collectives :

- si l'extraction de l'air d'un même logement est réalisée par plusieurs extracteurs distincts, ceux-ci ne doivent pouvoir fonctionner que simultanément ;
- si l'extracteur est à transmission par courroie, il doit comporter une courroie supplémentaire de secours.

### **Article 11**

Lorsque l'évacuation de l'air est faite par un dispositif mécanique, les conduits de fumée et foyers situés dans les logements, fonctionnant par tirage naturel doivent être tels que la dépression créée dans un logement par l'évacuation mécanique de l'air ne puisse entraîner d'inversion de tirage, notamment lors de l'allumage de certains foyers.

### **Article 12**

Les conduits de fumée situés dans les logements ne peuvent être raccordés à un dispositif mécanique que si :

- l'évacuation de l'air de ventilation est également obtenue par un dispositif mécanique ;
- les deux dispositifs mécaniques sont communs ou ne peuvent fonctionner que simultanément ;
- en cas de panne du dispositif mécanique servant à l'évacuation des fumées ou des gaz brûlés, celle-ci est assurée par tirage naturel à moins que la combustion ne soit automatiquement arrêtée. Dans ce dernier cas, le réallumage ne peut intervenir qu'en toute sécurité.

Lorsque l'évacuation de l'air de la cuisine est faite par un dispositif mécanique collectif, il convient qu'en cas de panne de celui-ci, les produits de combustion d'appareils à gaz ou hydrocarbures liquéfiés, non raccordés, qui pénètrent dans le circuit d'extraction, puissent cheminer vers l'extérieur par tirage naturel. S'il n'en est pas ainsi, notamment lorsque le circuit d'évacuation est descendant, il doit exister un système d'alarme fonctionnant automatiquement en cas de panne.

### **Article 13**

Qu'il s'agisse de conduit à tirage naturel ou de dispositif mécanique, une évacuation des produits de combustion d'appareils à gaz ou à hydrocarbures liquéfiés, raccordés, peut servir de sortie d'air, à condition qu'une plaque scellée indique qu'on ne peut y raccorder un appareil utilisant un autre combustible.

### **Article 14**

Aucun dispositif mécanique individuel, tel qu'une hotte de cuisine équipée d'un ventilateur, ne peut être raccordé à une installation collective de sortie d'air, qu'elle soit mécanique ou à tirage naturel.

### **Article 15**

Les caractéristiques et l'emplacement des entrées d'air doivent être tels qu'il n'en résulte ni inconfort pour les occupants ni désordre pour la construction et les équipements. Ces dispositifs peuvent être auto-réglables ou réglables par l'occupant, mais non obturables. Est considéré comme répondant aux exigences du présent article un système de distribution d'air, éventuellement traité avant son introduction dans le logement.

### **Article 16**

Les dispositifs d'entrée et de sortie d'air doivent pouvoir être facilement nettoyés. Les dispositifs mécaniques doivent pouvoir être facilement vérifiés et entretenus.

### **Article 17**

Les dispositions du présent arrêté sont applicables :

- à toutes constructions ayant fait l'objet d'une demande de permis de construire ou de prorogation de permis de construire six mois après sa publication ;
- à toutes constructions dont la mise en chantier intervient dix-huit mois après sa publication.

L'arrêté du 22 octobre 1969 relatif à l'aération des logements est abrogé à la date d'application du présent arrêté.

## **[2] L'arrêté du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments**

Cet arrêté précise le système de référence à prendre en compte pour le calcul réglementaire :

### **Article 21**

Le système de ventilation de référence est tel que le même air extérieur sert à ventiler successivement les locaux contigus ou séparés uniquement par des circulations, dans la limite des réglementations en vigueur.

### **Article 22**

Pour les locaux d'habitation, le système de référence est un système par extraction d'air prenant l'air directement à l'extérieur dont la somme des modules des entrées d'air est égale à 90 % de la valeur du débit maximal résultant des réglementations d'hygiène.

Les débits à reprendre sont égaux aux débits minimaux résultant des réglementations d'hygiène majorés des coefficients de dépassement prenant en compte les incertitudes liées à la caractérisation des bouches et aux fuites du réseau aéraulique  $C_d$  égal à 1,1 et  $C_{fres}$  égal à 1,05.

Les bouches d'extraction situées en cuisine sont à deux débits et équipées d'un dispositif manuel de gestion du débit. Les autres bouches sont à débit fixe.

Les puissances de référence des ventilateurs  $P_{ventréf}$  sont de 0,25 watt par mètre cube et par heure de débit d'air. Cette valeur est portée à 0,40 si le système installé est muni d'un filtre à l'insufflation de classe F5 à F9. Les puissances sont calculées pour les débits d'hygiène majoré de 10 %.

### **Article 23**

Pour les locaux d'habitation chauffés par effet Joule, le système de ventilation de référence est un système de modulation des débits de ventilation permettant de réduire de 25 % les déperditions énergétiques dues à la ventilation spécifique, calculées sur la base des articles 21 et 22.

Pour les autres locaux d'habitation, le système de ventilation de référence est un système de modulation des débits de ventilation ou de récupération de chaleur permettant de réduire de 10 % les déperditions énergétiques dues à la ventilation spécifique calculées sur la base des articles 21 et 22.

Pour tous ces locaux, l'impact de la réduction des débits extraits sur le débit traversant due aux défauts d'étanchéité est pris en compte dans le calcul.

[3] **L'arrêté du 22 octobre 1969** relatif aux conduits de fumées desservant les logements, paru au Journal Officiel du 30 octobre 1969.

Sont à retenir particulièrement, les articles suivants :

#### **Article 8 : Implantation des conduits**

Les conduits de fumée collectifs à tirage naturel ne sont admis que : dans les immeubles de quatre niveaux et plus. »

#### **Article 10 : Implantation des foyers de combustion**

A chaque étage, le conduit collecteur ne peut recevoir les produits de combustion que d'un seul foyer et les foyers ainsi collectés doivent être situés dans les pièces dont les baies ouvrantes donnent sur une même façade de l'immeuble. Le conduit collecteur doit comporter dans sa partie inférieure une trappe de ramonage aménagée dans un local réputé commun. »

#### **Article 12 : Puissance des appareils de combustion**

La puissance calorifique des appareils raccordés à des conduits collectifs ne peut être supérieure à 15 thermies par heure dans le cas général, et s'il s'agit d'un appareil à gaz ou à hydrocarbures liquéfiés à 24 thermies par heure dans le cas d'un appareil à fonctionnement continu (chauffage) ou à 30 thermies par heure dans le cas d'un appareil à fonctionnement discontinu (production d'eau chaude).

#### **Article 17 : Géométrie des dévoiements de conduits à tirage naturel**

Pour les conduits à tirage naturel, les dévoiements ne sont autorisés que dans les conditions suivantes :

1° Un conduit individuel ne comporte pas plus de deux dévoiements (c'est-à-dire plus d'une partie non verticale). L'angle de ces dévoiements avec la verticale n'excède pas d'une façon générale 20°. Toutefois, s'il s'agit d'un conduit sans rugosité et de moins de cinq mètres de hauteur, cet angle peut être supérieur à 20° mais sans excéder 45°.

2° Les raccordements d'un conduit collectif ne doivent comporter aucun dévoiement. Le conduit collecteur ne peut être dévoyé dans son trajet dans l'immeuble ; mais en cas de surélévation hors de l'immeuble, il peut comporter deux dévoiements (c'est-à-dire une partie non verticale) à condition que des dispositions soient prises pour permettre le ramonage du conduit. L'angle de ces dévoiements avec la verticale n'excède pas d'une façon générale 20°. Toutefois, s'il s'agit d'un conduit sans rugosité, cet angle peut être supérieur à 20° mais sans excéder 45°.

#### **Article 19 : Extraction mécanique des fumées**

Lorsque l'évacuation des fumées a lieu par extraction mécanique, le dispositif doit être tel que, en cas de panne, l'évacuation des fumées soit assurée par tirage naturel ou que la combustion soit automatiquement arrêtée. Dans le premier cas les conduits doivent satisfaire aux prescriptions données aux articles 7 à 18 ci-dessus.

[3] **La circulaire du 9 août 1978 modifiée, relative à la révision du Règlement Sanitaire Départemental Type** énonce en matière de ventilation, les règlements suivants :

#### **Article 24**

Quand de l'air est distribué dans les locaux occupés, il doit être prélevé en un point présentant le maximum de garantie quant à sa pureté.

L'air vicié doit être évacué directement à l'extérieur ou par les systèmes d'évacuation d'air vicié dont sont munies les pièces de service (cuisine, salle de bains, WC). Le rejet de l'air

vicié ne doit pas constituer une gêne pour le voisinage. La ventilation des logements dans des bâtiments existants doit assurer un renouvellement efficace de l'atmosphère sans créer de courant d'air gênant.

## **Article 31 - Conduits de fumée et de ventilation, appareils à combustion**

### *31.1 - Généralités*

Les conduits de fumée intérieurs ou extérieurs, fixes ou mobiles, utilisés pour l'évacuation des gaz de la combustion doivent être maintenus constamment en bon état d'entretien et de fonctionnement et ramonés périodiquement en vue d'assurer le bon fonctionnement des appareils et d'éviter les risques d'incendie et d'émanations de gaz nocifs dans l'immeuble, ainsi que les rejets de particules dans l'atmosphère extérieure.

A l'entrée en jouissance de chaque locataire ou occupant, le propriétaire ou son représentant doit s'assurer du bon état des conduits, appareils de chauffage ou de production d'eau chaude desservant les locaux mis à leur disposition, dans les conditions définies au paragraphe suivant.

Les appareils de chauffage, de cuisine ou de production d'eau chaude ne peuvent être branchés dans les conduits qu'après examen de ceux-ci. L'installateur qui procède à ces examens doit remettre à l'utilisateur un certificat établissant l'étanchéité du conduit dans des conditions normales d'utilisation, sa régularité et suffisance de section, sa vacuité, sa continuité et son ramonage.

Le résultat d'un examen révélant des défauts rendant dangereuse l'utilisation du conduit doit être communiqué à l'utilisateur et au propriétaire. La remise en service du foyer est alors subordonnée à la remise en état du conduit.

Lorsqu'on veut obturer un conduit hors service cette obturation ne peut être faite qu'à sa partie inférieure. Toute remise en service doit faire l'objet d'une vérification.

Lorsque le conduit, par son état, est inutilisable, l'autorité sanitaire peut dispenser de sa réfection, sous réserve que toutes dispositions, notamment le remblaiement, soient prises pour empêcher définitivement tout branchement d'appareil, à quelque niveau que ce soit.

Les conduits de fumée ne doivent être utilisés que pour l'évacuation de gaz de combustion. Toutefois, ils peuvent éventuellement servir à la ventilation de locaux domestiques. En cas de retour d'un conduit de fumée à sa destination primitive, il doit être procédé aux vérifications prévues à l'alinéa 2 du présent article. En tout état de cause, les conduits de ventilation ne peuvent pas être utilisés comme conduits de fumée.

Les appareils de chauffage, de cuisine ou de production d'eau chaude doivent être constamment tenus en bon état de fonctionnement. Ils sont nettoyés et vérifiés au moins une fois par an et réparés par un professionnel qualifié dès qu'une déféctuosité se manifeste.

### *31.2. - Conduits de ventilation*

Les conduits de ventilation doivent être également en bon état de fonctionnement et ramonés chaque fois qu'il est nécessaire.

Il est interdit de faire circuler l'air d'un logement dans un autre logement.

Il est interdit, en outre de rejeter l'air vicié en provenance des cuisines, des installations sanitaires, des toilettes dans les parties communes de l'immeuble.

### *31.3. - Accessoires des conduits de fumée et de ventilation*

Les souches et accessoires des conduits de fumée ou de ventilation, tels que aspirateurs, mitres, mitrons, doivent être vérifiés lors des ramonages et remis en état si nécessaire. Ils doivent être installés de façon à éviter les siphonnages, à être facilement nettoyables et à permettre les ramonages.

### *31.4 - Tubage des conduits individuels*

Le tubage des conduits, c'est-à-dire l'introduction dans ceux-ci de tuyaux indépendants, ne peut se faire que dans les conditions prévues au document technique unifié 24-1. Il ne peut être effectué que par des entreprises qualifiées à cet effet par l'organisme professionnel de qualification et de classification du bâtiment. Les conduits tubés ne peuvent être raccordés qu'à des appareils alimentés en combustibles gazeux ou en fuel domestique. Une plaque portant les indications suivantes doit être fixée visiblement à la partie inférieure du conduit :

La date de mise en place;

Le rappel que seuls les appareils alimentés au gaz ou au fuel domestique peuvent être raccordés au conduit.

Une deuxième plaque placée au débouché supérieur du conduit doit porter de manière indélébile la mention "conduit tubé".

Les conduits tubés pourront avoir une section inférieure à 250 centimètres carrés, sous réserve qu'ils restent conformes aux conditions requises par la puissance de l'appareil raccordé et permettent un ramonage efficace.

Après tubage, les conduits doivent répondre aux conditions de résistance au feu, d'étanchéité et de stabilité fixées par la réglementation en vigueur. De plus, une vérification du bon état du tubage comportant un essai d'étanchéité doit être effectuée tous les trois ans à l'initiative du propriétaire.

### *31.5 - Chemisage des conduits individuels*

Le chemisage des conduits, c'est-à-dire la mise en place d'un enduit adéquat adhérent à l'ancienne paroi, ne peut se faire qu'avec des matériaux et suivant les procédés offrant toutes garanties. Il ne peut être effectué que par des entreprises qualifiées à cet effet par l'organisme professionnel de qualification et de classification du bâtiment.

Leur section, après cette opération, ne doit jamais être inférieure à 250 centimètres carrés. Les foyers à feu ouvert ne peuvent être raccordés sur des conduits chemisés.

Après chemisage, les conduits doivent répondre aux conditions de résistance au feu, d'étanchéité et de stabilité fixées par la réglementation en vigueur. De plus, une vérification du bon état du chemisage comportant un essai d'étanchéité doit être effectuée tous les trois ans à l'initiative du propriétaire.

*(circulaire du 26 avril 1982)*

### *31.6 - Entretien, nettoyage et ramonage*

Les foyers et leurs accessoires, les conduits de fumée individuels et collectifs et les tuyaux de raccordement doivent être entretenus, nettoyés et ramonés dans les conditions ci-après :

Les appareils de chauffage, de production d'eau chaude ou de cuisine individuels, ainsi que leurs tuyaux de raccordement doivent être, à l'initiative des utilisateurs, vérifiés, nettoyés et réglés au moins une fois par an et plus souvent si nécessaire en fonction des conditions et de la durée d'utilisation.

*ndlr : voir ;*

*le [Code de l'environnement article R. 224-41-4](#) concernant l'entretien annuel des chaudières de puissance nominale comprise entre 4 et 400 kilowatts,*

*le [Code de l'environnement article R. 224-31](#) concernant le contrôle des chaudières dont la puissance nominale est supérieure à 400 kilowatts et inférieure à 20 mégawatts.*

Dans le cas des appareils collectifs, ces opérations seront effectuées à l'initiative du propriétaire ou du syndic. Les conduits de fumée habituellement en fonctionnement et desservant des locaux d'habitation et des locaux professionnels annexes doivent être ramonés deux fois par an, dont une fois pendant la période d'utilisation.

Ces opérations seront effectuées à l'initiative de l'utilisateur pour les conduits desservant des appareils individuels, ou du propriétaire ou du gestionnaire s'ils desservent des appareils collectifs.

Elles doivent être effectuées par une entreprise qualifiée à cet effet par l'organisme professionnel et qualification et de classification du bâtiment. « Un certificat de ramonage doit être remis à l'usager précisant le ou les conduits de fumée ramonés et attestant notamment de la vacuité du conduit sur toute sa longueur. »

Toutefois, lorsque les appareils raccordés sont alimentés par des combustibles gazeux, les conduits spéciaux, les conduits tubés et les conduits n'ayant jamais servi à l'évacuation des produits de la combustion de combustibles solides ou liquides pourront n'être ramonés qu'une fois par an. « On entend par ramonage le nettoyage par action mécanique directe de la paroi intérieure du conduit de fumée afin d'en éliminer les suies et dépôts et d'assurer la vacuité du conduit sur toute sa longueur ».

L'emploi du feu ou d'explosifs est formellement interdit pour le ramonage des conduits.

Les dispositifs permettant d'accéder à toutes les parties des conduits de fumée et de ventilation doivent être établis en tant que de besoin et maintenus en bon état d'usage pour permettre et faciliter les opérations d'entretien et de ramonage.

Après tout accident, sinistre, notamment feu de cheminée ou exécution de travaux, le propriétaire ou l'utilisateur du conduit doit faire examiner celui-ci par l'installateur ou tout autre homme de l'art qui établit un certificat, comme il est dit au cinquième alinéa de cet article.

L'autorité compétente peut interdire l'usage des conduits et appareils dans l'attente de leur remise en bon état d'utilisation lorsqu'ils sont la cause d'un danger grave ou qu'un risque est décelé.

Les locataires ou occupants de locaux doivent être prévenus suffisamment à l'avance du passage des ramoneurs. Ils sont tenus de prendre toutes dispositions utiles pour permettre le ramonage des conduits.

#### **Article 40.1 - Ouvertures et ventilation**

Les pièces principales et les chambres isolées doivent être munies d'ouverture donnant à l'air libre et présentant une section ouvrante permettant une aération satisfaisante.

Les pièces de service (cuisine, salles d'eau et cabinets d'aisance), lorsqu'elles sont ventilées séparément, doivent comporter les aménagements suivants en fonction de leur destination :

a) Pièces de service possédant un ouvrant donnant sur l'extérieur : ces pièces doivent être équipées d'un orifice d'évacuation d'air vicié en partie haute. En sus, les cuisines doivent posséder une amenée d'air frais en partie basse.

b) Pièce de service ne possédant pas d'ouvrant donnant sur l'extérieur : ces pièces doivent être munies d'une amenée d'air frais, soit par gaine spécifique, soit par l'intermédiaire d'une pièce possédant une prise d'air sur l'extérieur. L'évacuation de l'air vicié doit s'effectuer en partie haute, soit par gaine verticale, soit par gaine horizontale à extraction mécanique conformes à la réglementation en vigueur <sup>(1)</sup>.

Lorsque ces pièces de service sont ventilées par un dispositif commun à l'ensemble du logement, ce dispositif doit être réalisé conformément à la réglementation en vigueur <sup>(1)</sup>.

(1) Arrêté du 22 octobre 1969 relatif à l'aération des logements (J.O. du 30 octobre 1969)

## **Article 53 – Installations de chauffage, de cuisine ou de production d'eau chaude par combustion**

### *53.4 – Ventilation*

Les dispositions du présent article ne concernent pas les appareils à combustion fonctionnant en circuit étanche.

La ventilation des locaux où sont installés des appareils utilisant le gaz ou les hydrocarbures liquéfiés doit répondre suivant le cas aux règles d'aménagement et de sécurité des installations de chauffage <sup>(6)</sup> ou aux règles de sécurité applicables à l'utilisation de ces combustibles <sup>(1)</sup>.

En aucun cas, les dispositifs d'amenée d'air neuf et d'évacuation d'air vicié ne doivent être condamnés.

Les appareils de production-émission ou de production, tels qu'ils sont définis dans les règles d'aménagement et de sécurité des installations de chauffage <sup>(6)</sup>, et utilisant des combustibles solides ou liquides, doivent être installés dans des locaux répondant aux conditions de ventilation ci-après :

a) appareils d'une puissance utile totale inférieure ou égale à 70 kW :

- Appareils de production-émission (poêles, cuisinières, cheminées) situés en rez-de-chaussée ou en étage : le local doit être muni d'une amenée d'air neuf d'une section libre non condamnable d'au moins 50 centimètres carrés.
- Appareils de production-émission (poêles, cuisinières, cheminées) situés dans des locaux en sous-sol et appareils de production (chaudières et générateurs de chauffage central ou de production d'eau chaude) quelle que soit leur situation : le local doit être muni d'une amenée d'air neuf d'une section libre non condamnable d'au moins 50 centimètres carrés débouchant en partie basse et d'une évacuation

d'air vicié d'une section libre non condamnable d'au moins 100 centimètres carrés placée en partie haute et débouchant directement à l'extérieur.

Les dispositions ci-dessus ne sont pas applicables lorsque les appareils sont situés dans des pièces ventilées suivant les modalités fixées par l'arrêté sur l'aération des logements<sup>(4)</sup> à condition que :

- les débits d'air nécessaires au bon fonctionnement de ces appareils soient assurés ;
- lors d'une évacuation de l'air par un dispositif mécanique, la dépression créée par cette évacuation ne puisse entraîner d'inversion de tirage des conduits de fumée et foyers fonctionnant par tirage naturel, notamment lors de l'allumage de certains foyers.

b) Appareils d'une puissance utile totale supérieure à 70 kW :

Le local doit être muni d'une amenée d'air neuf et d'une évacuation d'air vicié aménagées conformément aux dispositions applicables aux chaufferies fixées par les règles d'aménagement et de sécurité des installations de chauffage<sup>(3)</sup>.

c) Lorsque les appareils sont situés dans des locaux habités ou occupés, l'arrivée d'air neuf doit être située aussi près que possible des foyers ; elle doit être disposée et aménagée de telle façon que le courant d'air qu'elle occasionne ne constitue pas une gêne pour les occupants.

### *53.8 - Interdiction visant certains dispositifs mécaniques de ventilation*

Il est interdit d'installer des dispositifs mécaniques supplémentaires de ventilation tels que ventilateur de fenêtre, extracteur de hotte et de faire déboucher un vidoir de vide-ordures lorsque la colonne correspondante est ventilée par extraction mécanique :

- dans une pièce où se trouve un appareil à combustion raccordé à un conduit de fumée fonctionnant en tirage naturel ;
- dans un local distinct de cette pièce si ce dispositif ou vidoir de vide-ordures est susceptible de provoquer une dépression suffisante pour entraîner un refoulement des gaz de combustion.

[4] **L'arrêté du 31 janvier 1986** modifié relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation

Les principales exigences concernant la ventilation sont les suivantes:

**Article 59 : mesures contre l'incendie**

Dans les bâtiments collectifs, les installations de ventilation doivent être réalisées de manière à limiter la transmission des fumées et gaz de combustion d'un local en feu à un autre local et à limiter le refoulement de ces fumées et gaz par les bouches d'extraction. Dans tous les cas, tout conduit collectif de ventilation mécanique ou naturelle doit être réalisé en matériaux incombustibles ; l'ensemble de ce conduit et de son enveloppe éventuelle (calorifugeage et gaine) doit être coupe-feu de degré un quart d'heure dans les habitations collectives de la deuxième famille, coupe-feu de degré une demi-heure dans les habitations de la troisième famille, coupe-feu de degré une heure dans les habitations de la quatrième famille.

**Article 60 : conditions d'application de l'article 59**

Si l'une des conditions suivantes est respectée, le système de ventilation est soumis aux seules prescriptions de l'article 59 relative aux conduits.

**1. Le fonctionnement du ventilateur est réputé assuré en permanence.**

Cette condition est réalisée quand :  
L'alimentation électrique du ventilateur est protégée de façon à ne pas être affectée par un incident survenant sur les autres circuits et ne traverse pas de locaux présentant des risques particuliers d'incendie, ou assurée par un groupe électrogène de secours dont la mise en marche est asservie à la coupure de l'alimentation électrique normale. Le fonctionnement du groupe électrogène et du dispositif de mise en marche automatique doit être vérifié au moins une fois par mois.

Le ventilateur est, au sens de l'annexe technique VMC :

- de catégorie 1 pour un taux de dilution  $R > 3,5$  ; (\*\*)
- de catégorie 2 pour  $1,6 < R \leq 3,5$  ; (\*\*)
- de catégorie 3 pour  $1 < R \leq 1,6$  ; (\*\*)
- de catégorie 4 pour  $R \leq 1$ . (\*\*)
- Toute solution technique permettant d'obtenir les taux de dilution susvisés pourra être adoptée après l'agrément prévu à l'article 105

**2. Chaque conduit de raccordement à un conduit collectif est muni d'un clapet pare-flammes de degré un quart d'heure dans les habitations collectives de la deuxième famille et dans les habitations de la troisième famille, pare-flammes de degré une demi-heure dans les habitations de la quatrième famille, actionné par un dispositif thermique fonctionnant à 70 °C. Ces clapets doivent être contrôlables et remplaçables. Ils ne peuvent être utilisés lorsque le système de ventilation assure l'évacuation des gaz de combustion des appareils raccordés (VMC-Gaz).**

*(\*\*) Vis-à-vis de la VMC, les risques d'incendie sont essentiellement localisés dans les cuisines. La température des gaz à l'entrée du groupe moto-ventilateur dépend du taux de dilution des gaz provenant de la cuisine sinistrée dans l'air provenant des autres logements. Ce taux de dilution  $R$  est à calculer selon les prescriptions de l'annexe technique "ventilateurs de VMC".*

## **Article 61 : Condition sur la ventilation mécanique en cas de fonctionnement intermittent du ventilateur**

Lorsque le fonctionnement du ventilateur ne peut être assuré en permanence ou lorsque les conduits de raccordement au conduit collectif ne sont pas munis de clapets pare-flammes, le système de ventilation mécanique doit répondre aux prescriptions ci-après :

a) Les bouches d'extraction mécanique ne doivent pas disparaître lorsqu'elles sont soumises au programme thermique normalisé en étant exposées au feu côté local, au bout des temps indiqués à l'article 59 ci-dessus. De plus, leur débit ne doit pas augmenter de plus de 25 p. 100 lorsqu'elles sont exposées à une température de 300 °C côté conduit.

b) Les systèmes de ventilation mécanique doivent satisfaire l'une des dispositions suivantes :

1. Pour chaque conduit collectif et à chaque niveau, la perte de charge d'une bouche d'extraction et de son conduit de raccordement au conduit collectif doit être supérieure de 50 Pa à la perte de charge de tout le réseau collectif compris entre le dernier niveau desservi et la sortie à l'air libre.

Les pertes de charge sont calculées sur la base des débits maximaux pouvant exister en tout point du réseau collectif en fonctionnement normal.

2. Le système de ventilation est muni d'un dispositif mécanique modifiant automatiquement, en cas d'arrêt du fonctionnement de la ventilation, les caractéristiques du réseau d'extraction de façon à ce qu'elles répondent à la condition définie ci-dessus.

Ceci peut être réalisé de l'une des deux manières suivantes :

2.1. Dispositif mécanique aménagé en partie haute de chaque conduit collectif, permettant une ouverture à l'extérieur du bâtiment ayant une surface libre horizontale égale à la section du conduit.

2.2. Ventilateur muni d'un dispositif mécanique, permettant une ouverture à l'extérieur du bâtiment. Ces dispositifs doivent être étanches en position fermée. La remise en marche de la ventilation doit assurer la fermeture automatique des dispositifs.

c) Dans les cas visés en b 1, b 2.1, b 2.2 la distance du débouché à l'air libre des conduits par rapport aux obstacles plus élevés qu'eux doit être au moins égale à la hauteur de ces obstacles sans toutefois excéder 8 mètres.

## **Article 63 : Limite d'usage des conduits de ventilation**

Les conduits de ventilation desservant des locaux à usage d'habitation ne doivent, en aucun cas, desservir des locaux destinés à un autre usage, à l'exception des locaux collectifs résidentiels de moins de cinquante mètres carrés et des locaux destinés à l'exercice d'une profession libérale.

[5] L'arrêté du 30 juin 1999 est relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation.

Les exigences pouvant concerner la ventilation, sont les suivantes:

**Article 2 : Isolement acoustique entre logements mitoyens**

L'isolement acoustique standardisé pondéré,  $D_{nT,A}$ , entre le local d'un logement, considéré comme local d'émission, et la pièce d'un autre logement du bâtiment, considérée comme local de réception, doit être égal ou supérieur aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous,  $D_{nT,A}$  étant défini dans l'article 2 de l'arrêté prévu par l'article 9 du présent arrêté :

| Isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A}$ (en décibels)             | Local de réception : pièce d'un autre logement |                        |
|---|--|------------------------|
|   | Pièce principale                               | Cuisine et salle d'eau |
| Local d'émission : local d'un logement à l'exclusion des garages individuels. | 53   | 50                     |

**Article 6 : Niveau de pression acoustique des installations de ventilation**

Le niveau de pression acoustique normalisé,  $L_{nAT}$ , du bruit engendré par une installation de ventilation mécanique en position de débit minimal ne doit pas dépasser 30 dB(A) dans les pièces principales et 35 dB(A) dans les cuisines de chaque logement, bouches d'extraction comprises,  $L_{nAT}$  étant défini dans l'article 5 de l'arrêté prévu par l'article 9 du présent arrêté.

**Article 7 : Atténuation acoustique entre l'extérieur et le logement**

L'isolement acoustique standardisé pondéré,  $D_{nT,A,tr}$ , des pièces principales et cuisines contre les bruits de l'espace extérieur doit être au minimum de 30 décibels,  $D_{nT,A,tr}$  étant défini dans l'article 6 de l'arrêté prévu par l'article 9 du présent arrêté

[6] **L'arrêté du 3 mai 2007** relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants.

Sont à prendre en compte pour la ventilation les textes suivants :

#### **Article 36**

Les auxiliaires de ventilation installés ou remplacés dans les locaux d'habitation devront présenter une consommation maximale de 0,25 Wh/m<sup>3</sup> par ventilateur, qui peut être portée à 0,4 Wh/m<sup>3</sup> en présence de filtres F5 à F9. Ces deux valeurs de consommation maximale peuvent être majorées de 0,05 Wh/m<sup>3</sup> par ventilateur jusqu'au 30 juin 2009.

[8] **L'arrêté du 13 juin 2008** relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants.

Cet arrêté précise le système de référence à prendre en compte pour le calcul réglementaire :

#### **Article 26**

Le système de ventilation de référence est tel que le même air extérieur sert à ventiler successivement les locaux contigus ou séparés uniquement par des circulations, dans la limite des réglementations en vigueur.

#### **Article 27**

Pour les locaux d'habitation, le système de référence est un système par extraction d'air prenant l'air directement à l'extérieur, dont la somme des modules des entrées d'air est égale à 90 % de la valeur du débit maximal résultant des réglementations d'hygiène.

Les débits à reprendre sont égaux aux débits minimaux résultant des réglementations d'hygiène ou, à défaut, des débits spécifiques conventionnels définis dans les règles TH-C-E ex, majorés du coefficient de régulation des débits Crdb égal à 1, et des coefficients de dépassement prenant en compte les incertitudes liées à la caractérisation des bouches et aux fuites du réseau aéraulique Cd égal à 1,1 et C<sub>fres</sub> égal à 1,05.

Les bouches d'extraction situées en cuisine sont à deux débits et équipées d'un dispositif manuel de gestion du débit. Les autres bouches sont à débit fixe.

Les puissances de référence des ventilateurs  $P_{\text{ventréf}}$  sont de 0,25 watt par mètre cube et par heure de débit d'air par ventilateur. Cette valeur est portée à 0,40 si le système installé est muni d'un filtre à l'insufflation de classe F5 à F9. Les puissances sont calculées pour les débits d'hygiène majorés de 10 %.

#### **Article 28**

Pour les locaux d'habitation chauffés par effet Joule, le système de ventilation de référence est un système de modulation des débits de ventilation permettant de réduire de 25 % les déperditions énergétiques dues à la ventilation spécifique, calculées sur la base des articles 26 et 27.

Pour les autres locaux d'habitation, le système de ventilation de référence est un système de modulation des débits de ventilation ou de récupération de chaleur permettant de réduire de 10 % les déperditions énergétiques dues à la ventilation spécifique calculées sur la base des articles 26 et 27.

Pour tous ces locaux, l'impact de la réduction des débits extraits sur le débit traversant due aux défauts d'étanchéité est pris en compte dans le calcul.

[7] Méthode de calcul Th-C-E-ex pour la ventilation sans modification du système

Sont présentés ici, les valeurs conventionnelles des coefficients permettant de calculer le débit de ventilation pour différents systèmes donnés, dans le cadre du calcul règlementaire, selon les règles Th-C-E-ex dans le cas d'une réhabilitation sans modification du système de ventilation.

|   | Valeurs conventionnelles           |                                  |                         |                          |                                  |                   |                                  |                             |
|---|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|   | Quantité d'air renouvelé en l/s/m² | Facteur de correction climatique | Crd <sub>conv</sub> [L] | Cdép <sub>conv</sub> [L] | C <sub>int</sub> <sub>conv</sub> | Système ventilant | EFF <sub>clim</sub> pour la zone | Ventilés (nombre de pièces) |
| Ventilation par aspiration en façade  | 1,0                                | 1,0                              | 1                       | 1                        | 1                                | 1                 | -                                | 0                           |
| Spécimen de ventilation par arrivée d'air forcée en façade                        | 1,2                                | 0                                | 1,3                     | 1,25                     | 1,1                              | 4                 |                                  | 0                           |
| Ventilation mécanique autorégulable « avant 1982 »                                | 1,2                                | 0                                | 1,15                    | 1,25                     | 1,1                              | 2                 |                                  | 0,5                         |
| Ventilation mécanique autorégulable « après 1982 »                                | 1,0                                | 0                                | 1                       | 1,05                     | 1,1                              | 2                 | -                                | 10%                         |
| Ventilation mécanique à extraction isolée   | 1,2                                | 0                                | 0,75                    | 1,25                     | 1,1                              | 2                 |                                  | 0,5                         |
| Ventilation mécanique à extraction programmable                                   | 1,0                                | 0                                | 0,80                    | 1,05                     | 1,1                              | 2                 | -                                | 10%                         |
| Ventilation mécanique à extraction avec effet d'air programmable                  | 1,2                                | 0                                | 0,65                    | 1,25                     | 1,1                              | 1,5               |                                  | 0,5                         |
| Ventilation mécanique double flux avec échangeur                                  | 1,2                                | 1,2                              | 1                       | 1,25                     | 1,1                              | 0                 | 0,5                              | 1                           |
| Ventilation mécanique double flux sans échangeur                                  | 1,0                                | 1,0                              | 1                       | 1,05                     | 1,1                              | 0                 | -                                | 1                           |
| Ventilation naturelle par conduit   | 1,2                                | 0                                | 1,3                     | 1,25                     | 1,1                              | 4 <sup>1/2</sup>  |                                  | 0                           |
| Ventilation hybride   | 1,0                                | 0                                | 1,20                    | 1,05                     | 1,1                              | 4 <sup>1/2</sup>  | -                                | 10,75%                      |
| Ventilation mécanique autorégulable non conduit de ventilation naturelle isolante | 1,0                                | 0                                | 1,10                    | 1,05                     | 1,4                              | 4                 |                                  | 10%                         |

On constate ici qu'en ventilation naturelle par conduit et en ventilation hybride, le coefficient de régulation des débits Crdb<sub>conv</sub> est bien supérieur à ceux utilisées en ventilation mécanique. Cela aura pour conséquences de calculer un débit de ventilation plus élevé, et donc des déperditions par renouvellement d'air plus important.

[8] Présentation du système Windowmaster NV Confort

Le système NV-Confort de Windowmaster permettant la ventilation par ouverture automatisée des fenêtres est composé de plusieurs éléments standards, qui seront assemblés selon le type de projet. On présente ici une solution pour trois zones de confort:

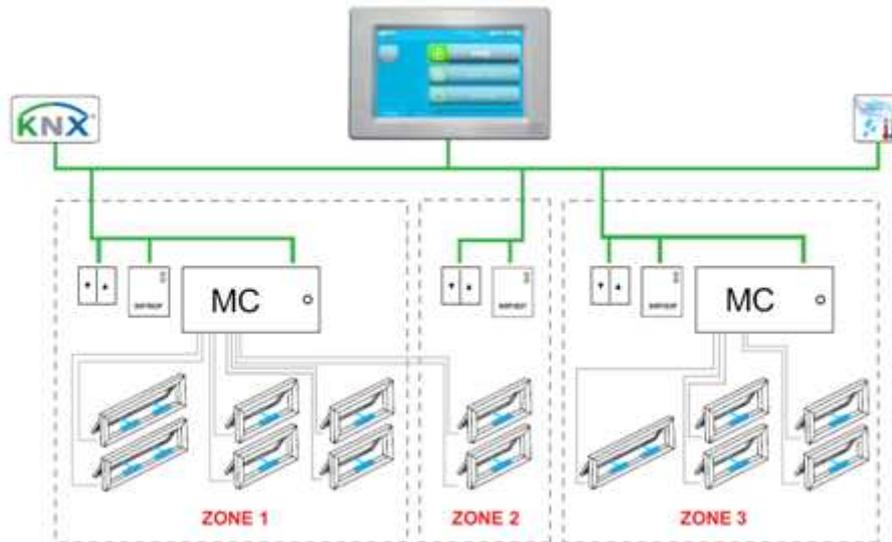


Figure 13 : solution de contrôle de l'ouverture des fenêtres NV Concept

Le système est composé de plusieurs fenêtres munies de moteurs permettant l'ouverture automatique des fenêtres, reliés pour chaque zone à un contrôleur, lui-même asservi aux capteurs de température, humidité et de CO<sub>2</sub> de la pièce, ainsi qu'aux capteurs de la station météo, du contrôle manuel et de la station de commande centrale.

[9] Visite de la maison à énergie positive – Atelier d'architecture Pascal Gontier

La visite a été effectuée le 26 décembre 2009 lors d'une visite du bureau d'étude Transsolar sur le chantier. D'une surface de 280m<sup>2</sup> sur 4 niveaux, cette maison se veut à énergie positive et à énergie grise limitée lors de la construction.

Elle est à structure bois avec isolation de 30cm cellulose et laine de bois, munies d'ouvertures largement dimensionnées en triple vitrage. La façade sud est conçue comme une façade solaire afin de profiter de l'ensoleillement et de diminuer les besoins de chauffage. Le chauffage s'effectue par aérothermie avec récupération chaleur sur l'air extrait et pompe à chaleur eau-air à l'aide de pieux géothermiques sur les fondations, qui produit également l'eau chaude sanitaire et permet le rafraîchissement de l'air entrant en été.

Des panneaux photovoltaïques en brise soleil et en shed sur la toiture permettent de produire plus d'énergie que la maison n'en consomme.



Figure 14 : façade sud

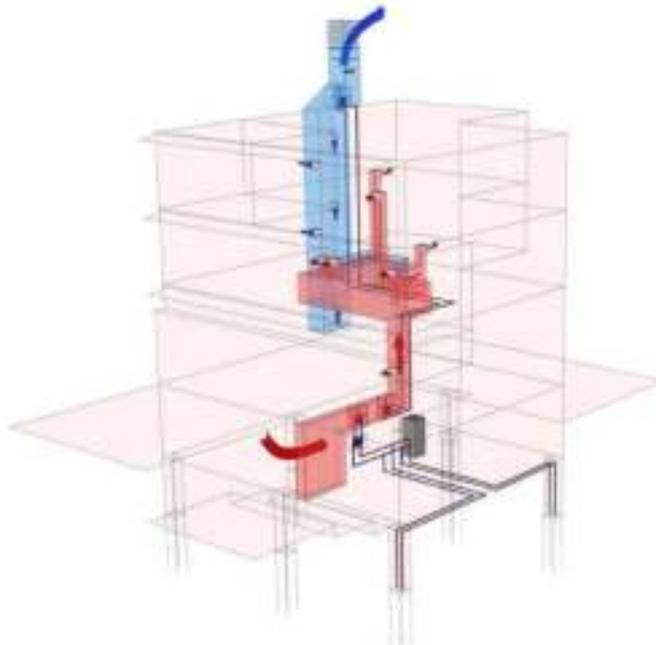


Figure 15 : architecture de la ventilation



Figure 17 : Entrée du conduit d'air neuf au niveau du jardin (bouchée lors de la visite)



Figure 16 : Conduit d'amenée d'air



Figure 19 : Extraction de l'air dans la future cuisine



Figure 18 : Haut des conduits d'extraction d'air dans la cheminée



Figure 20 : Cheminée d'extraction de l'air

[10] Prises de mesures sur la ventilation naturelle hybride Acthys des bâtiments de l'OPUS à Bischheim

La prise de contact avec le société Acthys a permis de faire une visite le 5 janvier 2010 d'un immeuble collectif de 4 étages, géré par l'OPUS, construit en 1955 et qui a été soumis à une rénovation complète, entre autre l'ajout d'isolant par l'extérieur, et la mise en place de nouvelles menuiseries. Des mesures de débit sur les bouches d'extraction de la cuisine, de la salle de bain et des toilettes, de l'humidité relative et de la température de chaque pièce ont été effectuées dans deux logements, ainsi que la mesure de la température et de l'humidité relative extérieure.

Auront été nécessaire à ces mesures un anémomètre/débitmètre avec un cône de mesure ainsi qu'un thermomètre hygromètre, tous deux de la marque KIMO.



tion hygroréglable et  
raccordement



re de débit sur une bouche  
action en cuisine

La visite et la mesure des paramètres précédents permettent d'une part de vérifier la mise en œuvre du matériel, et d'autre part, de vérifier le bon fonctionnement de l'installation.

Le dimensionnement de l'installation est effectué dans l'optique de respecter les débits d'air prescrits dans l'arrêté du 24 mars 1982, non obligatoirement à respecter si le permis de construire du bâtiment a été déposé avant cette date, ce qui était le cas pour le bâtiment visité. Cependant, selon la philosophie de la société, la qualité de l'air prévaut sur les débits mesurés.

On pourra tout de même émettre une remarque quand à ces vérifications, puisqu'elles s'effectuent à un instant t, et ne permettent pas de juger de l'installation dans toutes les configurations de conditions extérieures possibles.

Mais le fait est qu'après les deux années de test sur un site pilote à Nangis dans le cadre du projet HR-Vent pour des bâtiments de configurations variées, menées en collaboration avec le CSTB, les mesures aient été concluantes, et confèrent à la société Acthys une confiance envers leur matériel.

[11] Projet neuf ou de réhabilitation utilisant la ventilation naturelle en 2009



Figure 23 : Projet Grand Large à Dunkerque utilisant la ventilation hybride par induction d'air NAVAIR (source Agence Nicolas Michelin et Associés)



Figure 24 : Maison individuelle à ventilation naturelle (source Raphaël Bobeda architecte)



Figure 25 : Maison individuelle Ruralzed à Grande Synthe avec ventilation naturelle double flux (source : Zedfactory)



Figure 26 : Réhabilitation avec ventilation naturelle assistée à Paris, 10<sup>e</sup> (source: Atelier Pasal Gontier)

[12] Enquête auprès des professionnels

Maitre d'ouvrage

- Avez-vous connaissance de la ventilation naturelle ou de la ventilation hybride (ventilation naturelle avec assistance mécanique) ?
- La proposez-vous dans vos projets d'habitat en neuf ? En réhabilitation ?
- Si oui, quels types de produits utilisez-vous ?
- Sinon, quel (s) type (s) de système de ventilation proposez-vous ?
- Dans quelle proportion proposez-vous la ventilation naturelle et hybride par rapport aux autres systèmes de ventilation ?
- Quels sont vos critères de choix ?

Architectes

- Avez-vous connaissance de la ventilation naturelle ou de la ventilation hybride (ventilation naturelle avec assistance mécanique) ?
- Si oui, quels avantages et inconvénients y voyez-vous ?
- La proposez-vous dans vos projets d'habitat en neuf ? En réhabilitation ?
- Sinon, quel (s) type (s) de système de ventilation proposez-vous ?
- Dans quelle proportion proposez-vous la ventilation naturelle et hybride par rapport aux autres systèmes de ventilation ?
- Quels sont vos critères de choix ?

Bureaux d'études

- Quels avantages et inconvénients voyez-vous à la ventilation naturelle ou hybride (ventilation naturelle avec assistance mécanique) ?
- Les proposez-vous dans vos projets d'habitations neuves ? En réhabilitation ?
- Si oui, quels types de produits utilisez-vous ?
- Comment effectuez-vous le dimensionnement de ces installations ?
- Sinon, quels sont les types d'installations de ventilation que vous proposez ?
- Dans quelle proportion proposez-vous la ventilation naturelle et hybride par rapport aux autres systèmes de ventilation ?
- Quels sont vos critères de choix ?

Bureaux de contrôle

- Contrôlez-vous le bon fonctionnement des systèmes de ventilation dans l'habitat en neuf ou réhabilitation? Plus particulièrement des systèmes de ventilation naturelle ou hybride (ventilation naturelle avec assistance mécanique) ?
- Si oui, quels sont les points que vous contrôlez ?
- Mesurez-vous les débits d'air entrant et sortant ? Avec quelle méthode ?

Hygiénistes de réseau

- Etes vous amenez à effectuer l'hygiénisation de réseaux de ventilation naturelle ou hybride ?
- Quelle est la différence entre les procédés d'hygiénisation de ventilation naturelle/hybride avec ceux de ventilation mécanique ?
- Est-ce plus aisé en ventilation naturelle/hybride qu'en ventilation mécanique ?

[14] Déperditions par renouvellement d'air selon le mode de ventilation utilisé dans un logement type de l'OPAC de l'AIN

Dans le cadre de l'étude menée dans les logements de l'OPAC de l'AIN par le CETE de Lyon, ayant pour but d'effectuer des analyses qui permettront de mieux prendre en compte la ventilation dans les futures réhabilitations, une étude comparative des déperditions par renouvellement d'air d'un logement type selon son mode de ventilation a été effectuée.

L'appartement type a une surface de 74 m<sup>2</sup> et est composé de trois chambres, un séjour, une cuisine, une salle de bain et d'un WC.

Les débits de renouvellement d'air qui ont alors été utilisés sont ceux de l'arrêté du 15 septembre 2006, relatif aux méthodes et procédures applicables au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants proposés à la vente en France métropolitaine.

| TYPE DE VENTILATION                                 | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> SH | Vol/h |
|---|-----------------------------------|-------|
| Naturelle + cheminée sans trappe d'obturation       | 3,3                               | 1,32  |
| Naturelle par défauts d'étanchéité (menuiseries...) | 2,6                               | 1,03  |
| Naturelle par entrée d'air/extraction               | 2,2                               | 0,88  |
| VMC classique non modulée                           | 1,8                               | 0,71  |
| VMC classique modulée <= 1983                       | 1,7                               | 0,68  |
| VMC classique modulée > 1983                        | 1,5                               | 0,59  |
| VMC hygroreglable type A                            | 1,2                               | 0,47  |
| VMC hygroreglable type B                            | 1                                 | 0,41  |
| VMC double flux avec échangeur de chaleur           | 0,7                               | 0,29  |

Figure 27 : valeurs du renouvellement d'air selon le type de ventilation utilisée

Les déperditions par renouvellement d'air ont alors pu être calculées selon la méthode RT 2000.

Les différentes simulations sur ce logement type ont fournis les résultats suivants :

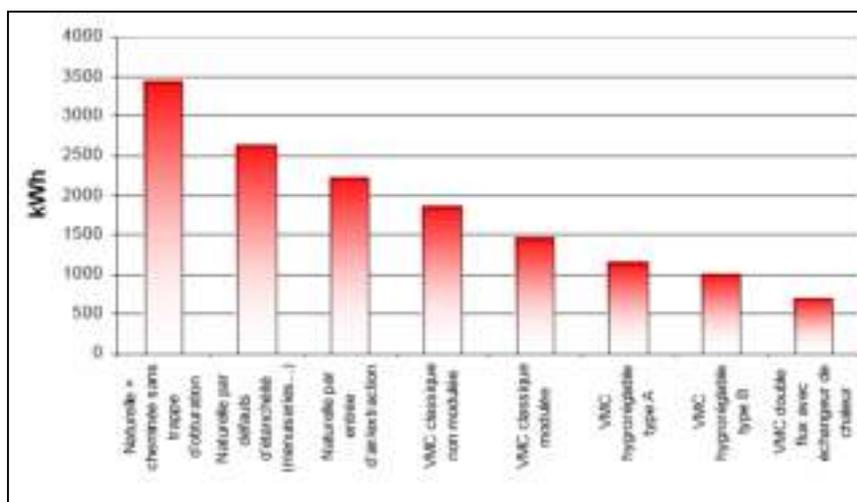


Figure 28 : déperditions par renouvellement d'air selon le mode de ventilation

Bien que ces calculs n'aient pu être vérifiées et que la méthode utilisées soit la RT 2000 et non pas un logiciel de simulation dynamique des bâtiments, ces valeurs semblent cohérentes et pourront être utilisées de manières qualitatives pour comparer des modes de ventilation en appartement dans un logement collectif.