

GUIDE DE LA VENTILATION NATURELLE ET HYBRIDE "VNHY"[®]

CONCEPTION,
DIMENSIONNEMENT,
MISE EN ŒUVRE,
MAINTENANCE...



Ce document a été réalisé dans le cadre du « projet de dimensionnement de la ventilation naturelle ». Il ne constitue en aucun cas un document à caractère juridique ou réglementaire.

Il est destiné à l'ensemble des acteurs de la construction ou rénovation des bâtiments et doit être considéré comme un instrument de travail contenant des informations et des recommandations. Ce document s'appuie sur les textes réglementaires en vigueur au 31/08/2010. (L'utilisateur de ce document doit donc se tenir informé de l'actualité réglementaire.)

Les principes, recommandations et systèmes présentés ainsi que les figures et schémas utilisés pour illustrer ce document sont donnés à titre indicatif et non exhaustif. L'utilisateur de ce document doit se référer aux documentations, prescriptions et notices d'installation des fabricants.

La mise en œuvre des recommandations ne saurait engager la responsabilité des personnes ayant participé à la rédaction de ce document.

Ce document ne peut être reproduit, adapté ou traduit en tout ou partie, sans accord de l'association AVEMS.

Motivation de l'USH

« A l'heure où les bâtiments doivent être construits ou rénovés en leur assurant la meilleure étanchéité à l'air, il devenait de plus en plus impératif que les systèmes de ventilation naturelle ou hybride puissent être conçus, dimensionnés et mis en œuvre dans le respect de règles communes et puissent ainsi constituer une solution alternative à la ventilation mécanique.

Ce travail qui a rassemblé les intervenants du domaine a permis de lever différentes barrières techniques à la prescription et répondre ainsi à l'intérêt des professionnels pour ces systèmes. »

Remerciements pour le financement, la participation au projet de dimensionnement de la ventilation naturelle :

ORGANISMES FINANCEURS		
Prénom	Nom	Société
Marie-Claude	LEMAIRE	ADEME
Pierre	DEROUBAIX	ADEME
Anne-Marie	SOULIER	DHUP
Brigitte	BROGAT	USH
Bénédicte	RIBOT	EDF
Brice	FEBVRE	GDF Suez

PARTENAIRES		
Prénom	Nom	Société
Laurent	BOURGOIS	ACTHYS
Anne-Marie	BERNARD	ALLIE'AIR
Olivier	ARQUIE	ALTO
Gérard	DURY	ALTO
Pierre	DAMOLIS	ALTO
Dany	BON	ASTATO
Romain	SAHRAOUI	ASTATO
Jean-Georges	VILLENAVE	CSTB
Bernard	COLLIGNAN	CSTB
Jean-Jacques	AKOUA	CSTB
Laure	SCHWENZFEIER	CETIAT
Pierre-Jean	VIALLE	CETIAT
Eva	RENDEK	CETIAT
Pascal	JOANNE	CERMA
Christian	MARENNE	CERMA
Marjorie	MUSY	CERMA
Francis	ALLARD	LEPTAB
Christian	GHIAUS	LEPTAB
Mirela	ROBITU	LEPTAB
Bernard	SESOLIS	TRIBU Energie
Laurane	EDELMANN	TRIBU Energie
Olivier	SUDI	BET CHOULET
Sylvain	PREVOST	BBS SLAMA
Laurent	MORA	Université de La Rochelle-LEPTAB
Philippe	DA SILVA	VTI Aéraulique
Laurent	LEVRAUD	VTI Aéraulique

S O M M A I R E

1	INTRODUCTION	6
2	NÉCESSITÉ D'UNE VENTILATION MAÎTRISÉE	7
2.1	Protéger : notre santé et nos locaux	7
2.2	L'air intérieur	8
2.3	Polluants : sources et impacts	8
2.4	La prévention par la ventilation maîtrisée	10
2.5	Maîtriser l'énergie !	11
3	PRINCIPE D'AÉRATION DES LOGEMENTS	12
3.1	Réglementation en vigueur	12
3.2	Historique des principes d'aération pour le logement	12
4	LA VENTILATION NATURELLE	16
4.1	Tirage thermique	16
4.2	Vent	17
4.3	Apport de l'extracteur	17
4.4	Limites des moteurs naturels	18
4.5	Humidité et condensation	18
5	SYSTÈMES DE VENTILATION NATURELLE ET HYBRIDE ET LEURS COMPOSANTS	19
5.1	Entrées d'air	19
5.2	Transit de l'air	20
5.3	Bouches d'extraction	20
5.4	Conduits horizontaux	20
5.5	Conduits verticaux	21
5.6	Extracteurs	24
6	BIBLIOGRAPHIE/TEXTES RÉGLEMENTAIRES	26
6.1	Directives	26
6.2	Loi	26
6.3	Code de la construction	26
6.4	Décrets (souvent utilisés pour modifier le Code de la construction)	26
6.5	Arrêtés	26
6.6	Normes	27
6.7	Autres	28
6.8	Bibliographie	28
7	CONCEPTION, DIMENSIONNEMENT (BÂTIMENTS NEUFS)	28
7.1	Conception dès l'APS	29
7.2	Processus de dimensionnement	29
7.3	Données climatiques	31
7.4	Configuration du bâtiment	31
7.5	Forçé motrice disponible	31
7.6	Pertes de charge	32
7.7	Calcul du débit extrait	32
7.8	Débit et foisonnement	32

7.9	Paramètres sensibles	32
7.10	Choix de régulation	33
7.11	Confort sensoriel	34
7.12	Aide au prédimensionnement des composants	34
8	EXEMPLES DE DIMENSIONNEMENT	37
8.1	Déroulement du calcul	37
8.2	Exemple de dimensionnement	38
8.3	Définition du bâtiment	38
8.4	Lancement du calcul	40
8.5	Résultat du dimensionnement	40
8.6	Calcul de l'assistance - Prise en compte des débits de pointe	41
8.7	Définition et annexe	41
9	INSTALLATION	44
9.1	Responsabilité des professionnels	44
9.2	Conformité à la réglementation	44
9.3	Entrées d'air	46
9.4	Passages de transit	47
9.5	Bouches d'extraction	47
9.6	Conduits horizontaux en logement	48
9.7	Conduits verticaux	48
9.8	Débouché en toiture	50
9.9	Extracteurs	51
9.10	Caisson	51
10	LA RÉCEPTION / L'ENTRETIEN / L'INSPECTION	52
10.1	Démarche préalable	52
10.2	La réception	52
10.3	L'entretien	53
10.4	L'inspection	53
11	LEXIQUE	55
	ANNEXES	60
	Annexe 1 : Fiche de réception de travaux	60
	Annexe 2 : Fiche d'entretien	61
	Annexe 3 : Fiches expérimentales	62
	Lycée HQE Jean-Vilar (Villeneuve-lès-Avignon)	62
	Étude HR-VENT à Nangis (77)	65
	ZAC du Grand Large (Dunkerque)	68
	Villa urbaine durable	70
	Agence de l'eau-Rouen	73

1 INTRODUCTION

Ce guide s'adresse à l'ensemble des acteurs de la construction et de la réhabilitation des bâtiments résidentiels et tertiaires. Maîtres d'ouvrages, prescripteurs (maîtres d'œuvres, bureaux d'études, économistes...), bureaux de contrôle, entreprises... trouveront dans ce document les caractéristiques des solutions de ventilation naturelle ou hybride, accompagnées de règles de conception, de dimensionnement et de mise en œuvre.

Le secteur du bâtiment (résidentiel et tertiaire) est responsable de 21 % des émissions de CO² (répartition 2/3 en résidentiel et 1/3 en tertiaire) et représente le premier consommateur d'énergie finale (43%) en France.

L'habitat doit garantir une ambiance saine pour ses occupants en particulier à travers le suivi de la qualité de l'air.

Les besoins liés à la gestion de l'air s'organisent autour de quatre fonctions essentielles :

- le confort (thermique et hygrométrique)
- la salubrité (poussières, germes...)
- la sécurité (en présence d'appareils à combustion raccordés ou non)
- les économies d'énergie (association du rendement énergétique du système de ventilation et limitation des déperditions thermiques)

La ventilation naturelle est installée dans près des 2/3 du parc total de logements (source INSEE, recensement de la population de 1999), soit presque la totalité des logements construits avant 1975.

La ventilation naturelle utilisée à ce jour est composée d'éléments autoréglables, hygroréglables ou statiques. Toutes ces technologies, garantes d'efficacité, permettent d'obtenir une aération générale et permanente du logement.

Les exigences réglementaires évoluant, la gestion de l'air est pilotée par automate faisant maintenant appel à la métrologie, et à des technologies liées aux capteurs intelligents.

La ventilation naturelle hybride, ou ventilation hybride, optimise l'exploitation des forces motrices naturelles, en les associant à une assistance mécanique basse pression.

L'assistance mécanique — pouvant être non permanente — est pilotée par un système de contrôle intelligent, qui associe automatiquement le mode naturel et le mode assistance mécanique, en fonction des conditions météorologiques et/ou des heures de repas.

Ceci permet d'utiliser au maximum des forces motrices naturelles optimisant ainsi la consommation électrique des auxiliaires.

Grâce aux progrès technologiques, la ventilation hybride, couplée à la modulation des débits, s'affirme en totale alternative avec la ventilation mécanique conventionnelle dans les bâtiments neufs.

Cette solution apporte un environnement intérieur sain et confortable en combinant les avantages de la ventilation naturelle et de la ventilation mécanique.

La ventilation hybride s'intègre parfaitement dans le cadre des objectifs à atteindre fixés par les accords du Grenelle de l'environnement.

L'initiative de l'association AVEMS (Association professionnelle des industriels français pour la valorisation en ventilation mécanique-statique ou statique) soutenue par la DGALN, l'ADEME, EDF, GDF et l'USH a permis de réunir un groupe d'experts chargés de trouver des solutions pour pallier l'absence de supports techniques et d'outils qui n'avaient pas accompagné la publication de l'arrêté du 24 mars 1982 sur l'aération des logements.

De ce travail collectif ayant pour ambition de permettre l'intégration de la ventilation hybride dans les logements neufs en résulte la création de ce guide et d'un cœur de calcul.

Le cœur de calcul du logiciel « DimVNHy® » a été créé pour dimensionner les réseaux de ventilation hybride. Il est diffusé librement pour permettre aux éditeurs et autres professionnels de développer des logiciels équivalents.

Grâce à un couplage avec le logiciel SIREN (propriété du CSTB), « DimVNHy® » offre la possibilité d'évaluer la qualité de l'air des locaux et permet aux industriels l'instruction des Avis Techniques des systèmes hybrides et/ou asservis (hygroréglables).

Enfin, les données de sortie permettent la prise en compte des systèmes de ventilation naturelle et de ventilation hybride dans la RT 2005, la RT Bâtiment existants et de ses futures évolutions, puis dans les différents référentiels de certification.

L'AVEMS remercie tous les membres du groupe de travail pour leur participation à l'élaboration de ces outils.

Les membres du bureau AVEMS

André Amphoux
Président

Patrice Jaillet
Vice Président

Jean Michel Fraisse
Secrétaire

2

NÉCESSITÉ D'UNE VENTILATION MAÎTRISÉE

La ventilation au travers de son fonctionnement et surtout de son impact sur nous ou notre environnement est très souvent peu maîtrisée.

De ce fait, la qualité de l'air a longtemps été négligée. Bien souvent, il faut être soumis à des désordres de types moisissures ou problèmes d'odeurs pour réagir.

Depuis quelques années, la qualité de l'air intérieur fait l'objet d'études approfondies, et son impact sur la santé et sur le bâti est une préoccupation de plus en plus forte.

Les problèmes de qualité d'air peuvent être résolus par l'usage d'un système de ventilation adapté.

L'obtention d'une bonne qualité d'air, c'est se soucier en premier lieu des sources polluantes, et ensuite des moyens de rejeter ces polluants.



Figure 2.2 : pour protéger le bâti, apporter l'oxygène nécessaire à notre santé, et pour évacuer les polluants, il faut veiller à renouveler l'air à l'intérieur de nos locaux par l'installation d'un système de ventilation.

POUR

- La Qualité de l'Air Intérieur
- La maîtrise de l'énergie

2.1 Protéger : notre santé et nos locaux

La ventilation a pour but d'éviter les dégradations du bâtiment et de préserver la qualité de l'air intérieur.

Elle permet d'évacuer l'humidité produite par les occupants et leurs activités, les gaz et les particules volatils et autres polluants qui pourraient stagner (Figure 2.1).

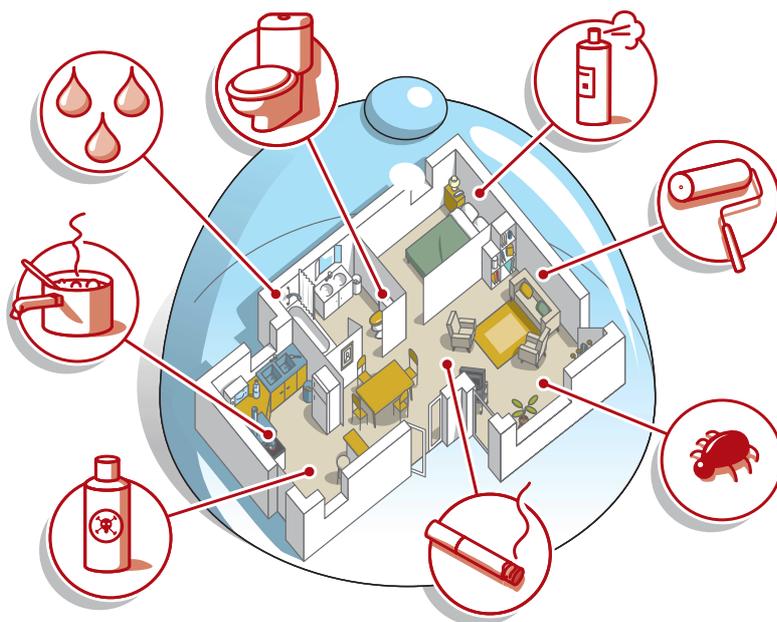


Figure 2.1 : pas ou peu de ventilation revient à mettre notre logement sous cloche et à accumuler les polluants. (source Aereco)

Dans les logements, l'AVEMS recommande une aération générale et permanente : l'air neuf entre dans les pièces principales et l'air vicié est extrait dans les pièces de service.

Ce mouvement d'air doit permettre le renouvellement d'air continu de tous les espaces.

Lors de travaux de réhabilitation ou de construction, il faut s'assurer que le principe d'aération assure toujours le renouvellement de l'air pour tout le logement (Figure 2.2).

2.2 L'air intérieur

Au regard de certains composés tels que les oxydes d'azote, certains composés organiques volatils (solvants...), le monoxyde et le dioxyde de carbone, l'air intérieur peut être bien plus pollué que l'air extérieur et certaines affections respiratoires trouvent leur origine... chez soi

Ce phénomène a été amplifié ces dernières années par l'utilisation croissante de matériaux synthétiques et de produits chimiques à usage domestique ; en outre, certaines communications sur les économies d'énergie n'ont pas suffisamment expliqué en corollaire la nécessité de ventiler. En effet, l'air extérieur, le sol, les matériaux et produits de construction, les équipements et aménagements, mais également le type d'occupation des locaux et les activités humaines sont susceptibles de polluer l'air intérieur.

2.3 Polluants : sources et impacts

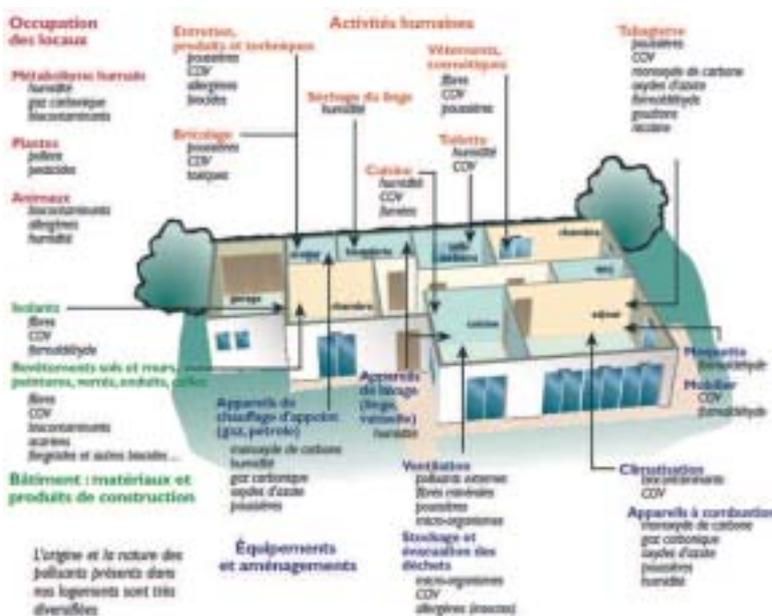


Figure 2.3 : la pollution de l'air à l'intérieur des bâtiments (source ADEME)

Toutes les activités humaines produisent différentes formes de polluants en quantité plus ou moins dangereuse pour notre organisme et le bâti, comme par exemple : faire la cuisine, nettoyer, se doucher, prendre un bain, mettre du déodorant, des parfums, faire sécher du linge, peindre, bricoler, bouger, fumer,...

Les différentes sources et formes de pollution ont des impacts plus ou moins importants selon le temps pendant lequel nous y sommes exposés (Figure 2.4).

Nous passons 90% du temps en milieu clos ! (Source OQAI-www.air-interieur.org)

La respiration alimente les cellules en dioxygène et expulse du corps le dioxyde de carbone. L'air inspiré contient environ 21% d'oxygène et 0,03% de gaz carbonique, alors que l'air expiré en contient respectivement 17% et 3,5%.

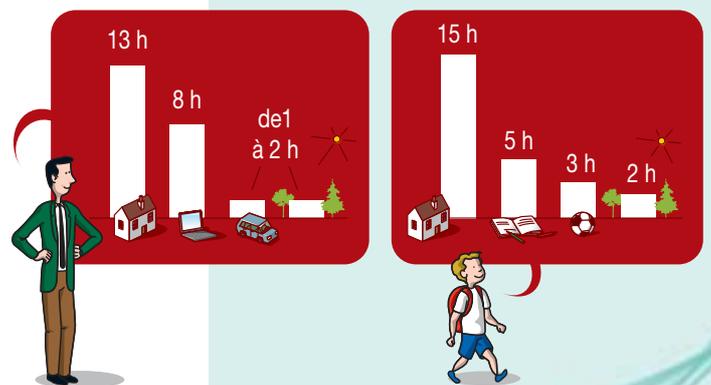


Figure 2.4 : temps d'exposition (source OQAI)

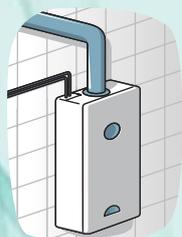
2.3.1 Pneumallergènes

Les logements peuvent dans certaines conditions présenter un terrain favorable à la prolifération d'organismes vivants indésirables : les acariens, les blattes, les moisissures. Ils sont responsables de 15 à 20% des maladies allergiques de la population, ce qui nécessite une hygiène de vie et de l'habitat.



2.3.2 Tabac

Plus de 3 000 substances ont été identifiées dans la fumée de tabac dont la nicotine responsable de l'accoutumance, les goudrons, responsables des cancers, et le monoxyde de carbone. On a pu établir chez des enfants vivant au contact de fumeurs une augmentation des maladies respiratoires (asthme, infections, effet sur la croissance du poumon...). La fumée de tabac favorise l'apparition de l'asthme et augmente la fréquence et la gravité des crises.



2.3.3 Monoxyde de carbone

C'est un gaz très toxique qui, lorsqu'il est inhalé, se substitue à l'oxygène transporté dans le sang. La carence en oxygène provoque des intoxications plus ou moins graves, parfois mortelles. À ne pas confondre avec le gaz carbonique, l'intoxication par le monoxyde de carbone touche environ 5 000 personnes par an, provoquant une centaine de décès annuels.

Le CO est produit lors d'une combustion incomplète, quel que soit le combustible utilisé (charbon, bois, gaz, fioul...).

On le trouve à l'intérieur des locaux lorsque l'air intérieur est utilisé comme comburant et que l'évacuation des gaz brûlés est mauvaise à cause de l'obturation des conduits de fumées, de l'utilisation d'appareils (chauffe-bains, poêles, chaudières, convecteurs à pétrole...) mal entretenus ou vétustes, d'un manque de renouvellement d'air du fait, par exemple, de grilles d'aération bouchées.

Pour prévenir une telle intoxication, il faut :

- un entretien et un contrôle régulier par des professionnels des appareils de chauffage et chauffe-eau,
- une bonne ventilation permanente des locaux où sont installés ces appareils à combustion.

2.3.4 Composés organiques volatils

Peu de composés de cette famille, à l'exception du formaldéhyde et du benzène, ont fait l'objet d'études importantes. On a identifié dans l'air des logements plusieurs centaines de ces substances.



Ces émissions proviennent :

- des matériaux utilisés pour la construction, l'ameublement ou la décoration (mousse isolante, bois aggloméré) ;
- des produits aérosols à usage domestique pour les soins corporels ou d'entretien des locaux ;
- des produits de bricolage (les peintures et solvants, les colles et vernis, les produits de protection du bois) par leur utilisation et par le stockage ensuite, lorsque les contenants ne sont plus étanches.

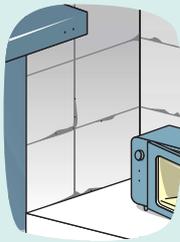
On les suspecte de favoriser ou d'aggraver l'allergie respiratoire ou l'asthme, en raison de leur caractère irritant. Ils ont, à court terme, des effets sensoriels (irritation des yeux, de la gorge) et pulmonaires. À long terme, certains sont cancérigènes, tels que le benzène et le formaldéhyde.

2.3.5 Radon

Le radon est un gaz naturel inerte et radioactif, dépourvu d'odeur, de couleur ou de goût. On en trouve en quantités variables dans toutes les roches et les sols de la planète.



¹ Le radon est la deuxième cause de décès par cancer du poumon aux USA, après le tabagisme.



Le niveau de concentration est plus faible en zone urbaine qu'en zone rurale. Le radon peut s'accumuler dans les espaces clos et notamment dans les maisons, surtout dans les caves mal ventilées.

Il est considéré comme toxique pour la santé et serait responsable en Europe de 9% des décès par cancer du poumon (même niveau que le tabagisme passif).

Sa pénétration se fait par voie respiratoire ; ses descendants radioactifs se fixent dans les poumons en émettant des particules d'énergie élevée, irradiant les tissus.

2.3.6 Humidité : un polluant particulier

La vapeur d'eau n'est pas un polluant au sens où on l'entend habituellement. Cependant, l'humidité est la principale cause d'insalubrité. Elle favorise le développement des blattes, des allergènes, des acariens et la présence de moisissures. Elle a un impact direct sur la dégradation du bâti.

Sans ventilation, les matériaux s'imprègnent par condensation de l'humidité contenue dans l'air stagnant.

Le plus souvent, dans le cas où la ventilation est insuffisante ou inexistante, les symptômes sont évidents :

- moisissures
- décollement du papier peint
- odeurs de renfermé
- condensation sur les fenêtres

Une ventilation satisfaisante des différentes parties du logement est indispensable pour évacuer l'humidité.

En une nuit, un individu peut perdre de 300 à 400 g d'eau, qui se retrouvent sous forme de vapeur dans le local qu'il occupe. Dans le même temps, il peut dégager de 150 à 200 litres de gaz carbonique (dioxyde de carbone).

Tableau 1 : Humidité et activité humaine

Activités humaines	Valeur d'eau en g/h
Respiration	50
Cuisine à petit feu	100
Cuisine à grand feu	400
Ébullition découverte	900
Bain chaud	300
Linge qui sèche (5 kg)	200
Douche chaude	2000

2.4 La prévention par la ventilation maîtrisée et adaptée

Il est important de diminuer le nombre d'allergènes et de polluants dans l'environnement intérieur. La prévention étant le premier remède, quelques règles s'imposent :

- Lutter contre l'humidité par une aération suffisante en respectant les règles de ventilation en fonction des types de locaux, de leur occupation et de leur usage.
- Lutter contre les moisissures et l'excès d'humidité dans l'air par un système de ventilation efficace et correctement entretenu (nettoyage des bouches, entrées d'air, extracteurs...) et en aérant lors de production ponctuelle importante d'humidité.
- Utiliser rationnellement les produits de nettoyage et de bricolage en aérant les pièces pendant leur utilisation et même parfois les jours qui suivent.
- Limiter les déperditions énergétiques en modulant la quantité du renouvellement d'air en fonction des besoins, de l'activité humaine et de l'usage des locaux.

- Limiter les consommations d'énergie des systèmes de ventilation en utilisant des systèmes de ventilation à faible consommation tels que les systèmes de ventilation naturelle ou hybride.

2.5 Maîtriser l'énergie !

La ventilation représente 20 % à 50 % des déperditions énergétiques de nos bâtiments, et ce ratio va croître avec l'augmentation des isolations thermiques et le renforcement des textes réglementaires.

Il est donc important d'adapter au mieux la ventilation afin d'avoir un équilibre entre la qualité d'air intérieur et les déperditions énergétiques (Figure 2.5).

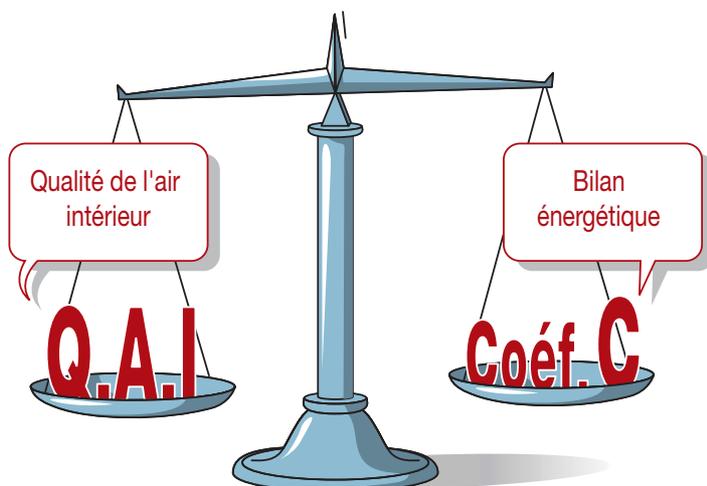


Figure 2.5 : point d'équilibre

La maîtrise de l'énergie est un enjeu majeur de la ventilation.

Pour y répondre, il faut agir sur la limitation des déperditions énergétiques et le confort d'été sans oublier de garantir la qualité de l'air intérieur.

La ventilation hybride, ou ventilation naturelle assistée, régule en fonction des conditions climatiques optimisant toute l'année les performances de la ventilation naturelle. Combinée à des systèmes de modulation des débits (systèmes autoréglables ou hygroréglables), elle réduit les déperditions énergétiques liées au renouvellement de l'air en période hivernale et augmente les débits en période estivale.

Le fonctionnement régulé offre une réduction significative des consommations électriques des ventilateurs et des pertes de calories dues à la surventilation.

3

PRINCIPE D'AÉRATION DES LOGEMENTS

3.1 Réglementation en vigueur pour les logements neufs

L'arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements (modifié par l'arrêté du 28 octobre 1983) impose la mise en place en logements neufs d'une aération générale et permanente.

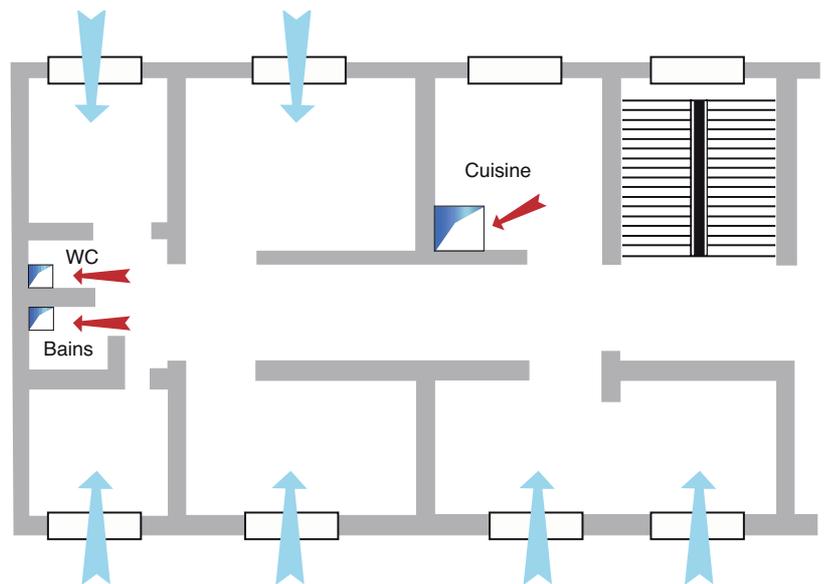


Figure 3.1 : ventilation générale et permanente

Voir chapitre 6 : Bibliographie / textes

Ce principe consiste à :

- introduire de l'air neuf dans les pièces principales du logement par des entrées d'air ;
- faire transiter l'air jusque dans les pièces de service : ce transit s'effectue à travers des passages prévus à cet effet (détalonnage des portes, grille de transfert) ;
- extraire l'air vicié dans les pièces de service par des bouches d'extraction, puis le rejeter vers l'extérieur au moyen de conduits verticaux collectifs ou individuels (Figure 3.1 : Ventilation générale).

Cet arrêté fixe les valeurs des débits extraits afin d'assurer le renouvellement d'air suffisant des pièces principales ainsi que l'évacuation des pollutions spécifiques produites dans les pièces de service.

D'autres principes de renouvellement d'air peuvent être rencontrés dans des opérations de réhabilitation (voir ci-dessous).

3.2 Historique des principes d'aération pour le logement

3.2.1 Pour les logements construits entre 1906 et 1937 : aération par ouvrants

L'ordonnance de police de Paris de 1906 a fixé une obligation de disposer d'un conduit de fumées en cuisine et dans chacune des pièces principales, pour le chauffage au bois ou au charbon.

L'aération est alors réalisée par les fuites de l'enveloppe et par des ouvertures.

Seule l'ouverture des fenêtres permet d'obtenir un renouvellement d'air minimum d'hygiène.

Les conduits de fumées sur séjour ou chambre disposent parfois de prises d'air neuf en pignon, et directes en foyer.

L'air pénètre dans les pièces principales lors de l'ouverture des fenêtres et à travers les défauts d'étanchéité des ouvrants sous les effets du vent (principalement) et du tirage thermique (dans une moindre mesure). Des conduits de fumées présents dans ces pièces peuvent aussi contribuer à la ventilation des pièces principales (Figure 3.2).

En présence de vent, le logement est balayé par un vent traversant.

Dans ce principe de ventilation, le renouvellement d'air du logement est essentiellement assuré au travers des défauts d'étanchéité de l'enveloppe. La circulation de l'air dans le logement n'est pas maîtrisée et des transferts peuvent avoir lieu des pièces techniques vers les pièces principales. Il convient donc que les portes des pièces de service soient suffisamment étanches pour éviter des transferts d'air de ces pièces vers les pièces principales.

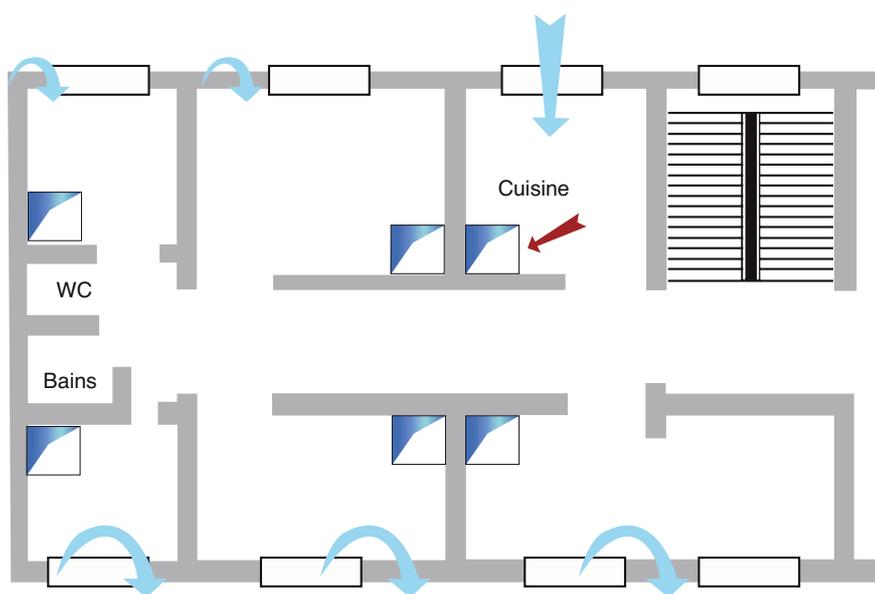


Figure 3.2 :
aération par ouvrants

3.2.2 Pour les logements construits entre 1937 et 1958 : aération par pièces séparées

Par arrêté du 01 avril 1937 du ministère de la santé publique, il est demandé aux préfets d'instaurer un règlement sanitaire départemental, sur la base d'un règlement sanitaire départemental type, pouvant être adapté à chaque département. La parution en 1937 du premier Règlement sanitaire de la Ville de Paris (RSD) impose un conduit individuel de ventilation en cuisine.

Il est demandé de mettre en œuvre :

- une entrée d'air de section libre de 100 cm^2 , dans chaque pièce principale disposant d'appareil à combustion,
- une ventilation basse et une ventilation haute, sur façade et de section libre de 100 cm^2 , dans chaque pièce de service pourvue d'un appareil à combustion.

Dans le principe de la ventilation par pièces séparées, l'entrée de l'air et l'évacuation de l'air s'effectuent dans la même pièce (Figure 3.3), soit par un seul orifice de grande dimension (fenêtre), soit par deux orifices (deux orifices en façade, ou un orifice en façade et un conduit à tirage naturel). Un tel principe ne permet pas d'assurer la maîtrise des conditions de confort thermique, les orifices pouvant être sources de courants d'air gênants.

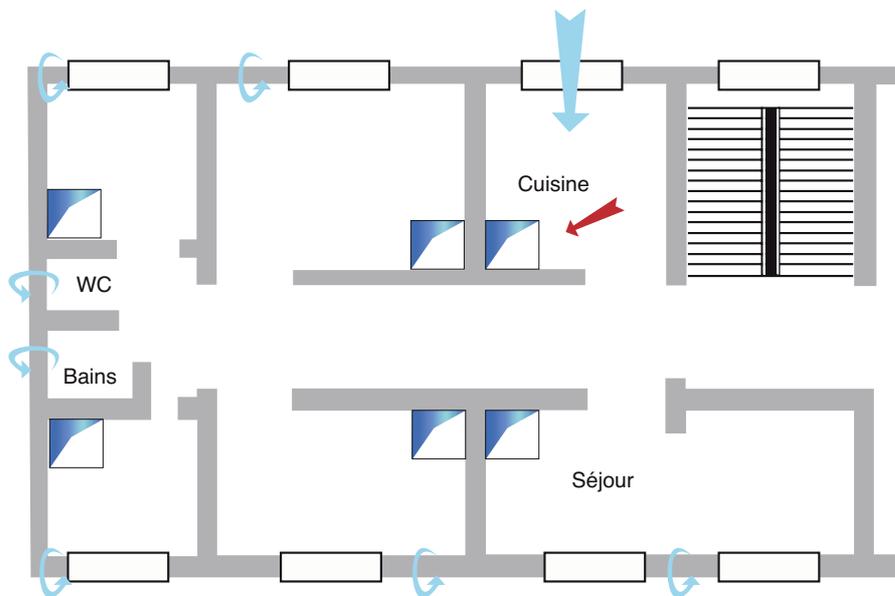


Figure 3.3 :
aération par pièce séparée

3.2.3 Pour les logements construits entre 1955 et 1958 : ventilation par balayage partiel

Le chauffage central des immeubles se généralise et les conduits collectifs à raccordement individuel de hauteur d'étage (conduits "shunt") sont autorisés tant pour ce qui concerne les conduits de fumée que les conduits de ventilation. On maintient l'obligation d'un conduit de fumée en cuisine mais on autorise, en présence de chauffage central, un seul conduit de fumée pour trois pièces principales.

3.2.4 Pour les logements construits entre 1958 et 1969

L'arrêté ministériel du 14 novembre 1958 stipule que :

Si un chauffage central existe, il faut un conduit de fumée dans chaque cuisine, et un second conduit de fumée pour les appartements de 3 pièces et plus.

S'il n'y a pas de chauffage central, on applique l'ordonnance de 1906 (1 conduit de fumée dans toute pièce principale).

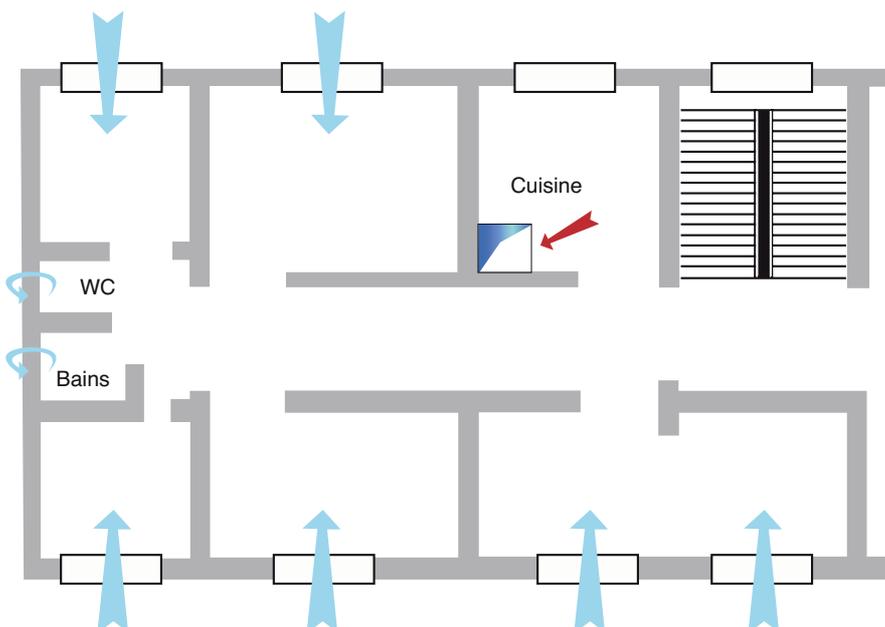


Figure 3.4 :
ventilation partielle

Ces conduits peuvent être individuels ou collectifs de type Shunt.

La ventilation est faite par pièces séparées avec obligation de ventiler les pièces techniques. Un conduit de ventilation ou de fumée, qu'il soit individuel ou collectif, est obligatoire en cuisine.

Le renouvellement d'air du WC et de la salle de bains au travers des ouvrants, ou par deux conduits (ventilation basse et haute) ne contribue pas à la ventilation du reste du logement.

Le débit d'air neuf se faisant à travers les défauts d'étanchéité de l'enveloppe est égal au débit d'air extrait en cuisine. Il est insuffisant pour assurer la qualité de l'air dans les pièces principales et nécessite une aération par pièce dans celles-ci .

3.2.5 Pour les logements construits entre 1969 et 1982 : ventilation générale et permanente

L'arrêté ministériel du 22 octobre 1969 relatif à l'aération des logements stipule les éléments suivants :

- La ventilation doit être générale et permanente avec admission d'air neuf en pièce principale et évacuation de l'air vicié en pièce technique.
- Les salles d'eau et WC pourvus d'ouvrants peuvent ne pas être équipés de conduit.
- Les salles d'eau et WC peuvent être équipés d'un conduit SHUNT commun avec deux conduits individuels de raccordement de hauteur d'étage.

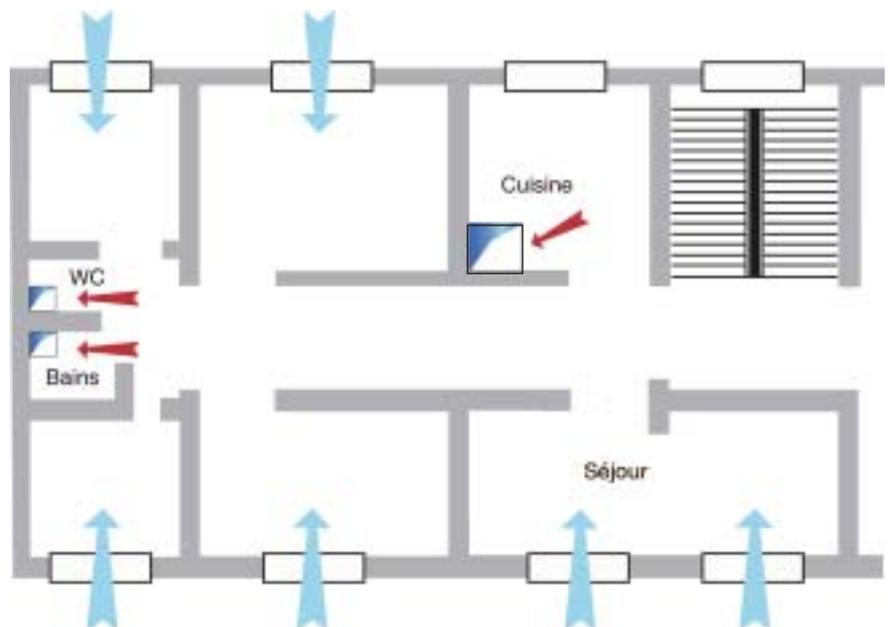


Figure 3.5 : ventilation générale et permanente

4 LA VENTILATION NATURELLE

Les moyens de mettre « naturellement » l'air en mouvement sont connus depuis longtemps, ces moteurs sont :

- Le tirage thermique (gradient des masses volumiques en fonction de la température et de l'altitude)
- La pression éolienne (effet du vent)

4.1 Tirage thermique

Il résulte des forces ascensionnelles de masses d'air chauffées placées dans un environnement plus froid.

En période de chauffage, l'air dans un conduit de ventilation ou de fumée est plus chaud et plus léger que l'air extérieur. Il tend à s'échapper en partie haute du conduit et à instaurer une dépression en partie basse.

L'air extérieur, plus froid et plus dense, pénétrant par les entrées d'air des pièces principales, tend à combler ce vide en traversant le logement ; la circulation de l'air qui en résulte assure la ventilation.

La pression motrice due au tirage thermique est proportionnelle à la hauteur du conduit de ventilation et à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur.

Formule détaillée :

$$Pm = \rho_o \times g \times H \left[\frac{273}{273 + T_i} - \frac{273}{273 + T_e} \right]$$

Avec ρ_o la masse volumique de l'air à 0°C

La masse volumique de 1,293 est donnée à température = 0°C

$$\rho_o = 1,293 \frac{kg}{m^3} \text{ à } Patm$$

- Pm le tirage thermique en Pascal (Pa)
- g l'accélération gravitationnelle (m.s⁻²)
- H la hauteur en mètres (m)
- Ti la température intérieure en degrés Celsius (°C).
- Te la température extérieure en degrés Celsius (°C).

Formule simplifiée :

$$Pm = 0,044 \times H \times (T_i - T_e)$$

Exemple d'application de la formule simplifiée du tirage thermique :

En considérant une température extérieure de 5°C, une température intérieure de 20°C et un conduit de 11 mètres (bâtiment R+3), le tirage thermique est de -7,26 Pa.

Avec des conduits adaptés, le tirage thermique atteint des niveaux exploitables pendant toute la saison de chauffage. **Il est également efficace la nuit en été car l'inertie thermique des bâtiments entretient souvent des écarts de température d'au moins 10°C entre l'intérieur et l'extérieur.**

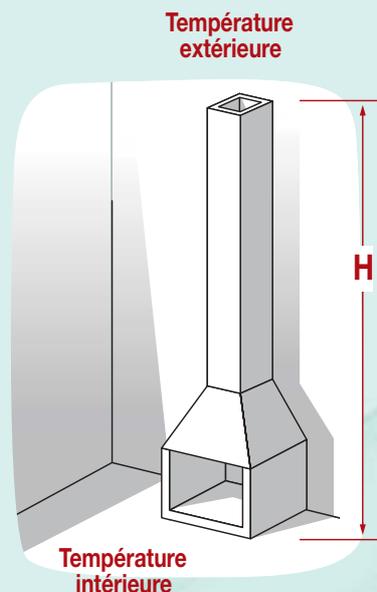


Figure 4.1 : principe du tirage thermique

4.2 Vent

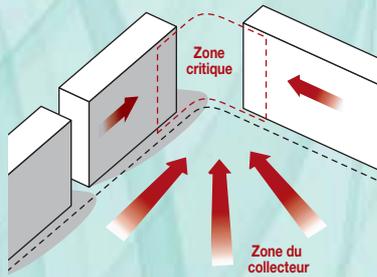
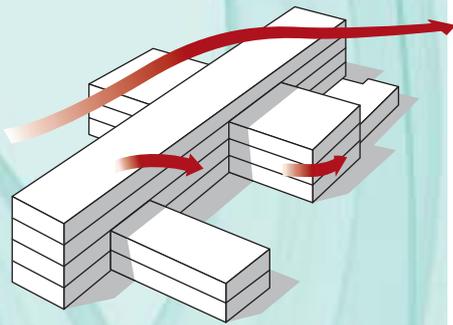


Figure 4.2 : effets du vent

Quand le vent rencontre un bâtiment, il comprime l'air sur les parois qui lui font face et crée, en général, des dépressions sur les autres.

Les passages qui mettent en communication le logement avec l'extérieur (grilles de ventilation, débouchés des conduits en toiture...) sont soumis à des pressions différentes qui entretiennent une circulation de l'air à travers le logement.

Bien entendu, pour que les conduits ne refoulent pas lorsque le vent souffle, leurs débouchés en toiture doivent être implantés dans des zones où règnent les plus fortes dépressions quelle

que soit l'orientation du vent. La contribution

du vent dans le « moteur » naturel dépend autant de sa vitesse que de son orientation. Elle est donc très dépendante de l'orientation du bâtiment vis-à-vis des vents dominants.

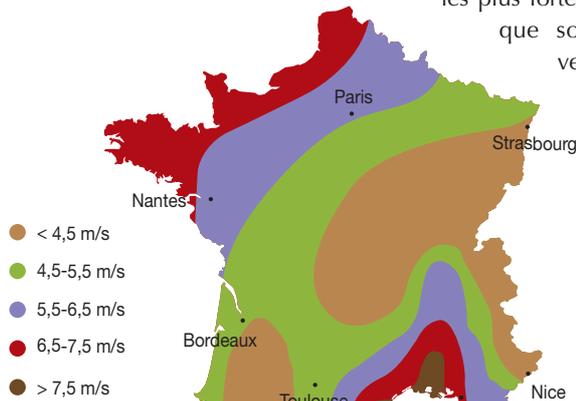


Figure 4.3 : ressource éolienne à 50 m

Source : European Wind Energy Atlas, Troen & Pedersen, 1989 Ressource éolienne à 50m au-dessus du terrain dégagé.

4.3 Apport de l'extracteur

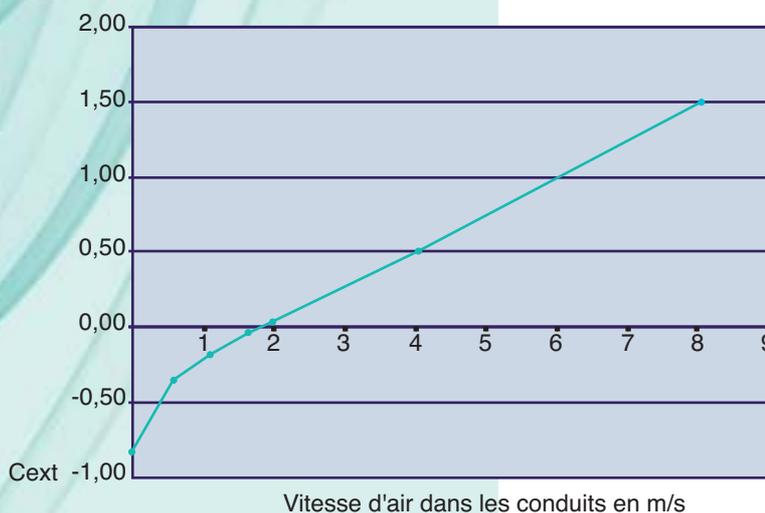
Le débouché de conduit est coiffé par un extracteur qui peut avoir un simple rôle décoratif (rarement), servir à protéger l'intérieur du conduit de la pluie, s'opposer à la pénétration des volatiles et utilement en terme de ventilation, avoir un rôle « moteur » en présence de vent.

Dans ce dernier cas, on l'appelle « extracteur statique ».

La dépression engendrée par l'extracteur est exprimée selon la formule ci-dessous :

Le coefficient C_{ext} est appelé coefficient de succion (ou d'aspiration), il caractérise le rendement des forces aérauliques en mouvement dans l'extracteur. La NF EN 13141-5 définit ce coefficient comme le rapport entre le pouvoir de l'extracteur à générer une dépression dans le conduit et la force du vent traversant ce conduit.

Figure 4.4 : courbe du coefficient C_{ext}



$$C_{ext} = \frac{dP}{pd} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{ventréf}^2$$

avec dP pression statique dans le conduit (en Pa)

pd pression dynamique du vent (en Pa)

$V_{ventréf}$, la vitesse de référence = 8 m.s⁻¹

ρ est la masse volumique de l'air

Le C_{ext} est recalculé par la loi de similitude pour chaque vitesse de vent sur site.

$$dP_{Extracteur} = \frac{1}{2} \cdot C_{Ext} \cdot \rho \cdot V_{ventsité}^2$$

$dP_{Extracteur}$ est la dépression générée par l'extracteur.

L'effet de succion est défini pour un C_{ext} négatif.

L'effet résistif est défini pour un C_{ext} positif.

4.4 Limites des moteurs naturels

Bien que les forces motrices soient cumulables, en ventilation naturelle avec des composants à section fixe, l'aspect aléatoire des conditions climatiques ne permet pas d'assurer une ventilation maîtrisée et de limiter les déperditions énergétiques. De plus, sous certaines conditions, il peut y avoir refoulement, siphonnage ou sur-ventilation (en période de chauffe, avec un système de ventilation fixe, les premiers niveaux d'un bâtiment sont très souvent sur-ventilés).

Dans les logements neufs, compte tenu des exigences réglementaires, il peut être difficile d'atteindre les débits de pointe (cas des cuisines).

Cependant, la mise en place d'une solution de ventilation hybride permet d'éradiquer ces phénomènes et de repousser les limites de la ventilation naturelle fixe.

Pendant la période de chauffage, un système de ventilation naturelle adapté permet d'obtenir une qualité d'air satisfaisante.

P_m thermique + P_m dp extracteur éolien – Pertes de charge = tirage disponible

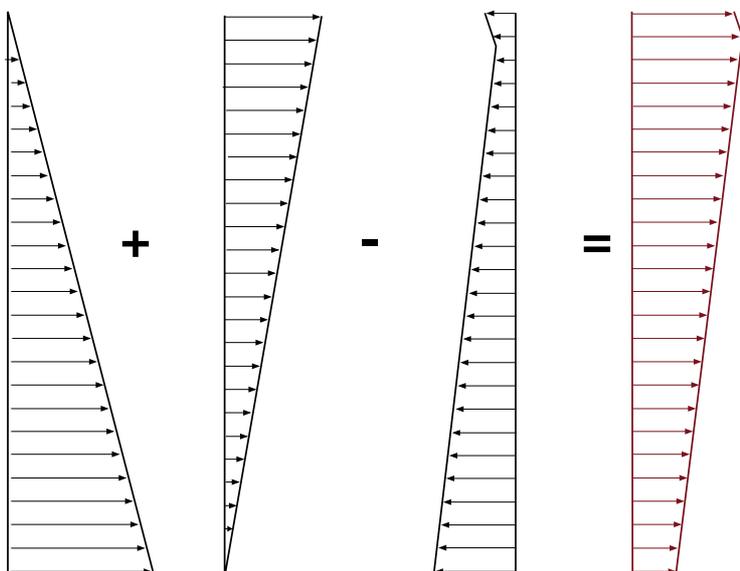


Figure 4.5 : superposition des champs de pression sur le bâtiment

4.5 Humidité et condensation

La condensation est le nom donné au phénomène physique de changement d'état de la matière qui passe d'un état dilué (gaz) à un état condensé (solide ou liquide). On peut expérimenter ce changement d'état lors d'une douche où, au contact du miroir froid, l'humidité de l'air se transforme en gouttelettes. Le processus de condensation dans un logement est fonction de la température de l'air, de son humidité relative, ainsi que de la température de la paroi.

Pour déterminer s'il y a risque de condensation, on peut utiliser le diagramme de Mollier (figure 5.5 : diagramme de Mollier).

Dans une pièce à 21°C et pour une humidité relative (HR) de 50 %, il y aura condensation sur une paroi ayant pour température 10,5°C.

Si dans cette même pièce (à 21°C), l'humidité (HR) monte à 80 %, la condensation apparaîtra sur une paroi à 16,5°C.

Une bonne ventilation permet d'évacuer l'excès d'humidité dans un logement en stabilisant l'humidité (HR) du logement entre 40 % et 60 %, afin d'éviter les risques de condensation permanentes.

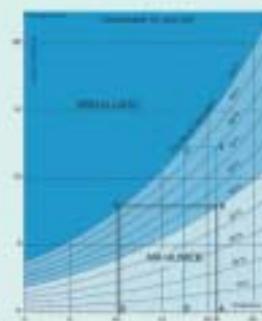


Figure 5.5 : diagramme de Mollier

La technologie des systèmes actuels de ventilation hybride permet de répondre aux exigences toujours plus renforcées en matière de fiabilité, de détection, de régulation, de longévité, d'entretien et de maintenance.

Les produits présentés dans cette partie ne sont pas exhaustifs. Nous vous recommandons de consulter les fabricants et distributeurs du secteur.

Selon le principe de la ventilation générale et permanente, le système de ventilation hybride est constitué de différents composants permettant de :

- faire entrer l'air neuf dans les pièces principales,
- faire transiter l'air dans le logement
- extraire l'air vicié du logement par les pièces de service.
- utiliser les conduits de ventilation
- évacuer l'air en toiture par les extracteurs
- piloter les ventilateurs (en ventilation hybride)

5.1 Entrées d'air

Les entrées d'air sont caractérisées normativement (NF EN 13141-1 et NF EN 13141-9) par leur(s) débit(s) nominal(aux), exprimé(s) en mètres cube par heure, et les limites d'utilisation en pression.

Ces dispositifs d'amenée d'air sont également caractérisés par leur isolement acoustique $D_{n,e}$ et leur résistance à la pénétration d'eau. Une norme complémentaire NF E51-732 permet de les caractériser par leur module M (débit sous 20 Pa).

5.1.1 L'entrée d'air fixe

Sa section de passage est constante.

5.1.2 L'entrée d'air autoréglable

Sa section de passage se modifie automatiquement en fonction de la différence de pression de part et d'autre de l'entrée d'air.

Elle permet de réguler le débit d'air qui la traverse en évitant un excès d'air incontrôlé (notamment en cas de surpression due au vent).

5.1.3 L'entrée d'air hygroréglable

Sa section de passage se modifie automatiquement en fonction du taux d'hygrométrie de la pièce desservie. Elle permet de moduler le débit d'air neuf en fonction de l'occupation des pièces.

Elle permet également de limiter la sur-ventilation hivernale car plus l'air est froid, moins il contient de vapeur et, donc, la section de l'entrée d'air est réduite (Figure 5.2).

5.1.4 L'entrée d'air anti-retour

Cette entrée d'air permet d'éviter que l'air du logement ne ressorte par son propre orifice.

Elle permet de limiter la ventilation transversale.

5.1.5 Dispositif acoustique

Il existe des dispositifs acoustiques permettant d'atténuer la pénétration des bruits extérieurs dans le logement. Ces dispositifs ne doivent pas modifier les caractéristiques aérauliques des entrées d'air. L'ensemble du dispositif (avec entrée d'air) est caractérisé par son niveau d'atténuation, coefficient $D_{new+Ctr}$.

5.2 Transit de l'air

La circulation de l'air des pièces principales vers les pièces de services peut être assurée par des passages de transit au droit des portes intérieures d'une ou de l'autre de plusieurs manières :

- détalonnage des portes.
- utilisation d'une grille de transfert,
- utilisation de blocs-portes présentant des passages d'air en périphérie,
- rehaussement des huisseries de porte de manière à ménager un passage d'air en partie basse de l'ouvrant,

5.3 Bouches d'extraction

L'air vicié des logements est extrait via des bouches d'extraction donnant sur un conduit de ventilation.

Les bouches sont caractérisées normativement (NF EN 13141-2 et NF EN 13141-10) par leur(s) débit(s) nominal (aux), exprimé(s) en mètres cubes par heure, les limites d'utilisation en pression, leur isolement acoustique $D_{n,e,w}$ et leur puissance acoustique en fonction de la dépression L_w .

5.3.1 Grille d'extraction fixe

Bouche ayant une section de passage fixe.

5.3.2 Bouche d'extraction autoréglable

Bouche dont la section de passage se modifie automatiquement en fonction de la pression de part et d'autre du composant afin de limiter les variations de débit d'air (Figure 5.1 : bouche d'extraction autoréglable).

Elle permet également de réduire le déséquilibre des débits d'air dû au tirage thermique entre étages d'un immeuble, et de limiter les débits extraits en période froide.

5.3.3 Bouche d'extraction hygroréglable

Bouche dont la section de passage se modifie automatiquement pour faire varier le débit en fonction de l'humidité de l'air qui la traverse (Figure 5.2 : bouche d'extraction et entrée d'air hygroréglables).

Elle présente l'avantage de s'adapter aux besoins des usagers : la section de la bouche d'extraction croît lorsque la production de vapeur d'eau croît.

La bouche hygroréglable contribue à réduire les déséquilibres de débits d'air entre étages dus au tirage thermique. En effet, le tirage thermique favorise les étages inférieurs aux dépens des étages supérieurs : aux différences de pollution qui en découlent correspondent des bouches plus ouvertes aux étages supérieurs et les écarts de débits se trouvent ainsi réduits. Elle permet enfin de limiter les débits extraits en périodes froides car l'humidité contenue dans l'air diminue avec la température.

5.4 Conduits horizontaux

Dans certaines configurations en l'absence d'un conduit vertical de ventilation dans une ou plusieurs pièces techniques (exemple des sanitaires), l'usage d'un conduit horizontal de raccordement est nécessaire (Figure 5.3 : conduit horizontal).

La mise en place de ce type de conduit permet d'assurer la jonction d'une ou plusieurs bouches d'extraction à un conduit vertical de ventilation.

Nota : En présence de conduits de ventilation « shunt », les conduits de ventilation utilisés pour ventiler les cuisines ne peuvent pas être utilisés



Figure 5.1 : bouche d'extraction autoréglable



Figure 5.2 : bouche d'extraction et entrée d'air hygroréglables



Figure 5.3 : conduit horizontal

pour ventiler les autres pièces. Dans cette situation, on utilisera un autre conduit de ventilation ou un conduit de fumée désaffecté.



5.5 Conduits verticaux

5.5.1 Rôle des conduits

Les conduits verticaux ont souvent le rôle d'évacuer l'air vicié ou les produits de combustion. Dans certains cas, si la configuration le permet, ils peuvent servir à amener l'air neuf.

a) Exemple issu de la thèse de Yasmine Mansouri :

Ce chapitre est extrait de la thèse de Yasmine Mansouri : « Conception des enveloppes de bâtiments pour le renouvellement d'air par ventilation naturelle en climats tempérés - Proposition d'une méthodologie de conception » 2003, LEPTAB. La Figure 5.4 ci-dessous présente deux schémas de principe possibles d'emplacement de conduit.

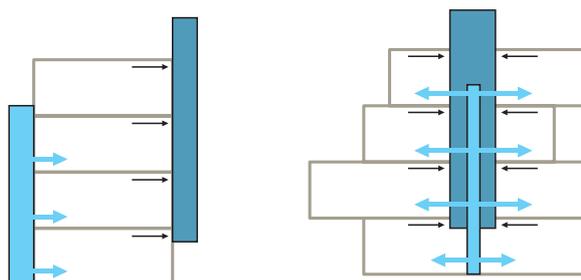


Figure 5.4 : exemples architecturaux de conduits

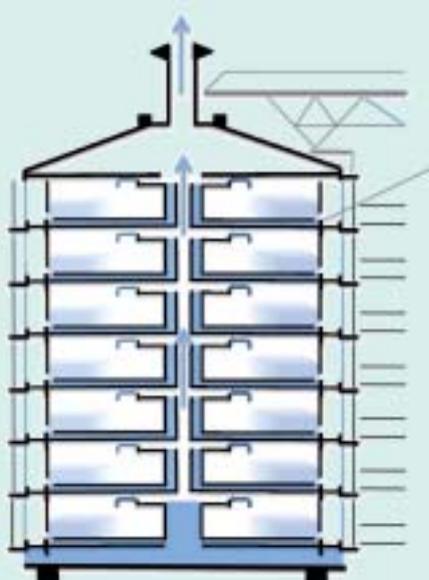


Figure 5.5 : contraintes spatiales du type de conduit

Dans ce bâtiment, l'air frais (en bleu sur la Figure 5.5) est amené par un conduit horizontal à la base du bâtiment. Il est ensuite distribué dans les étages par des conduits horizontaux encastrés dans le plancher. L'air vicié est ensuite évacué par un deuxième conduit vertical. Cet exemple montre combien le choix d'un conduit de ventilation peut devenir contraignant pour la composition spatiale.

b) En habitat collectif, plusieurs contraintes poussent à l'utilisation des conduits :

Pour des raisons sanitaires, les structures de transition sont mal adaptées. En effet, le risque est non négligeable que l'air vicié des étages inférieurs ne s'infilte dans les étages supérieurs. Pour des raisons de coût, les ouvertures telles que les systèmes double peau restent l'apanage des immeubles tertiaires.

Les cheminées conviennent mal à un système de ventilation mécanique d'appoint collectif.

En dépit de leur encombrement, les conduits collectifs semblent donc réaliser le meilleur compromis.

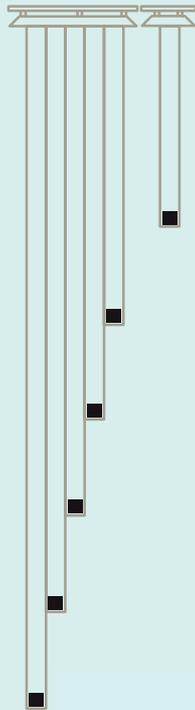


Figure 5.6 : configuration des conduits individuels

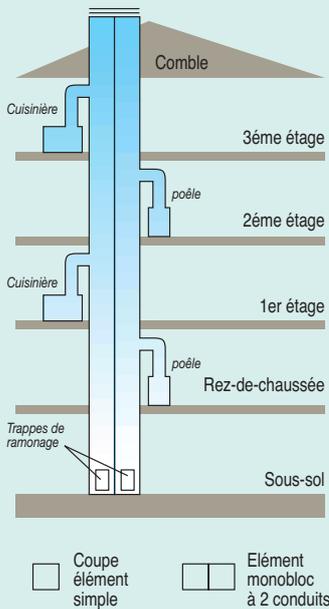


Figure 5.8 : cas de 2 conduits Alsace (cuisinière et poêle)

5.5.2 Typologie de conduits

Les conduits présentés ci-après sont principalement utilisés dans les bâtiments d'habitation.

a) Conduits individuels de ventilation

Les conduits individuels (Figure 5.6) sont en agrégats de béton, en amiantement, en terre cuite ou en grès vernissé.

Leur section est carrée, ronde ou rectangulaire.

Ils sont facilement repérables sur les pignons de bâtiment (Figure 5.7),

b) Conduits individuels de fumée (CF)

Ils peuvent être situés dans les pièces principales et les cuisines. Ils sont constitués de boisseaux de terre cuite (de sections 15x20 - 20x20 ou 30x30 cm) jointoyés au ciment tous les 33 cm.



Figure 5.7 : conduits de fumée individuels

c) Conduits collectifs de type « Alsace »

Ce conduit collectif permet le raccordement des différents étages sans raccordement individuel de hauteur d'étage. (Figure 5.8)

Il permet l'évacuation des produits de combustion et est essentiellement présent dans l'Est de la France.

d) Conduits collectifs dit « shunt »

Ce sont des conduits dans lesquels débouche, après une chicane anti-refoulement, les conduits individuels de chaque niveau (Figure 5.9),

Les boisseaux ou wagons ont une hauteur de 33 ou 25 cm (soit 8 à 10 joints par étage, d'où risque de défauts possibles) (Figure 5.10).

Le conduit peut aussi être moulé, en béton, sur une hauteur d'étage.

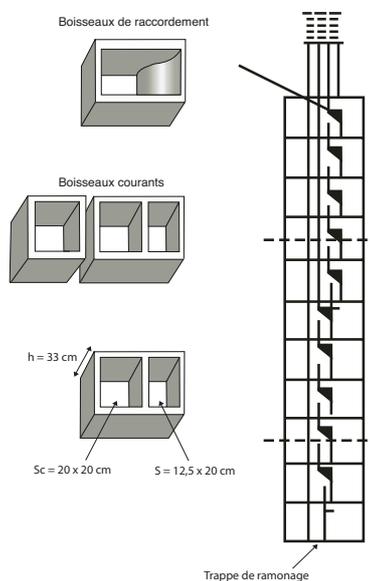


Figure 5.9 : architecture des conduits Shunt

TABLEAU DES APPELLATIONS DIMENSIONNELLES DES BOISSEUX UMG POUR VENTILATION				
Élément courant V41 h =33	Élément spécial VD41 h =33	Élément de raccordement VR41 h =33	Éléments individuels V16 h =33 V20 h =33	

Figure 5.10 : différents types de boisseaux

e) Conduits mixtes ventilation et évacuation des gaz brûlés

Voici la représentation la plus courante des conduits mixtes.

CONDUITS MIXTES GAZ-VENTILATION DESSERVANT DES CUISINES

Appareils raccordés : chaudières mixtes
Logement : 3 pièces principales et plus
Débit par niveau : 73m³/h

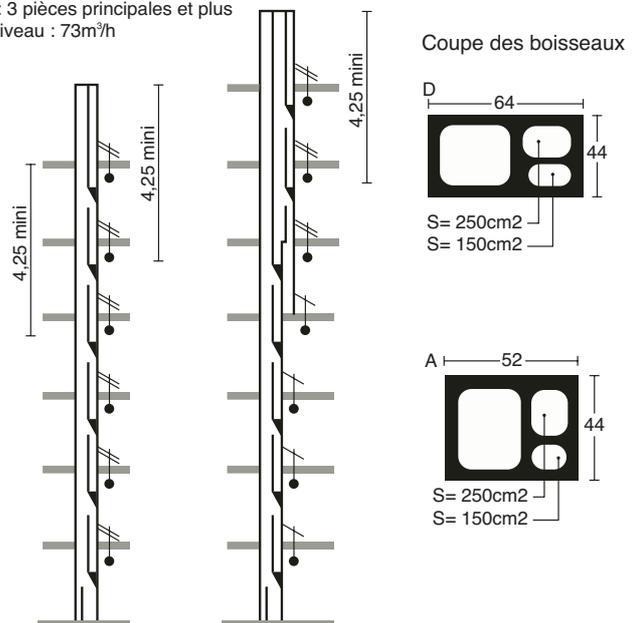


Figure 5.11 : caractéristiques des conduits mixtes

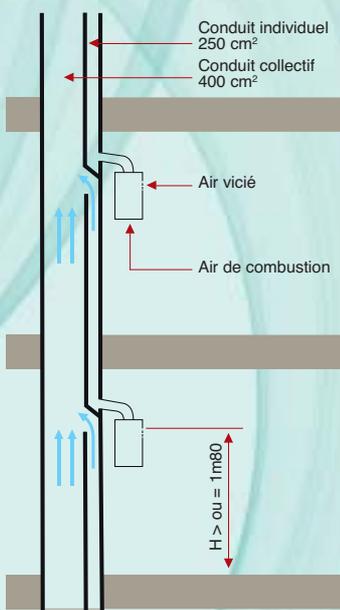


Figure 5.12 : hauteur réglementaire du point haut du tirage

Quelques vérifications doivent être effectuées avant de réutiliser un conduit de fumée existant :

Les dimensions du conduit doivent être compatibles avec les puissances thermiques des générateurs et il ne doit pas exister de raccords trop longs ni de variations de section sur la hauteur du conduit .

La souche du conduit en toiture ne doit pas être dans une zone perturbée (proche d'un obstacle).

Le matériau composant un conduit de fumée doit être traditionnel (DTU 24.1), en matériau spécial gaz ou en matériau disposant d'un avis technique.

Le conduit ne doit pas se trouver à une distance trop faible d'une structure bois (distance de garde au feu).

En présence d'appareil à gaz raccordé sur conduit, l'évacuation de l'air vicié peut être assurée conjointement avec les produits de combustion lorsque la partie basse du coupe-tirage est à une hauteur $\geq 1,80$ m du sol.

5.6 Extracteur

La ventilation naturelle hybride, ou ventilation hybride, optimise l'exploitation des forces motrices naturelles, en les associant à une assistance mécanique basse pression.

L'assistance mécanique — pouvant être non permanente — est pilotée par un système de contrôle intelligent, qui associe automatiquement le mode naturel et le mode assistance mécanique, en fonction des conditions météorologiques. Ceci permet d'utiliser au maximum les forces motrices naturelles, optimisant ainsi la consommation électrique des auxiliaires.

Tous ces extracteurs ont un fonctionnement dit « basse pression » c'est-à-dire avec une dépression inférieure à 30 Pa.

Nous distinguons 4 types d'extracteur : l'extracteur statique, l'extracteur stato-mécanique, le ventilateur d'extraction basse pression et l'extraction assistée par induction.

Au moment de la parution de ce guide, un projet de norme, porté par l'AVEMS, concernant les performances statiques des extracteurs, est en cours d'élaboration auprès des groupes de travail de l'UNM. Cette norme permettra de certifier les extracteurs disponibles sur le marché français.

5.6.1 Extracteur statique

Composant terminal installé en tête de conduit, il permet d'améliorer le tirage généré par le vent et d'éviter la pénétration de la pluie dans le conduit. Cet appareil est caractérisé selon la norme NF EN 13141-5.

Il peut également avoir la fonction anti-refouleur et/ou anti-volatile.

Un extracteur statique anti-refouleur permet de s'opposer activement aux dépressions de façades créées par le vent et évite ainsi le phénomène de siphonnage dans les conduits.



Figure 5.13 : extracteur statique

5.6.2 Extracteur stato-mécanique

Il coiffe des conduits de ventilation ou d'extraction des produits de combustion. Il associe 2 modes de fonctionnement.

- Le mode « ventilation naturelle » est utilisé lorsque la température extérieure et/ou le tirage éolien permettent une utilisation dominante des forces naturelles. Dans ce cas, l'appareil est à l'arrêt et se comporte comme un extracteur statique défini ci-dessus.

- Le mode « assistance mécanique » à basse pression est activé lorsque les forces naturelles sont insuffisantes et lors d'un besoin de ventilation ponctuelle comme l'obtention du grand débit cuisine.

L'extracteur stato-mécanique est piloté par un automate programmé en fonction de l'heure et/ou de la température extérieure et/ou de la vitesse du vent.

Cet appareil est caractérisé selon la norme NF EN 13141-5.



Figure 5.14 : extracteur stato-mécanique

Nota : "Une norme de caractérisation des performances des extracteurs est en cours de rédaction".



Figure 5.15 : ventilateur d'extraction basse pression

5.6.3 Ventilation d'extraction basse pression

Le ventilateur d'extraction basse pression coiffe des conduits de ventilation ou d'extraction des produits de combustion. Piloté en fonction de la température extérieure, il associe 2 modes de fonctionnement.

- Le mode « naturel » est utilisé lorsque la température extérieure baisse et permet une utilisation dominante du tirage thermique (principale force motrice de la ventilation naturelle).
- Le mode « assistance mécanique » est enclenché lorsque le tirage naturel est plus variable (température extérieure trop élevée).

5.6.4 Extraction assistée par induction

Système d'extraction destiné à assister mécaniquement le tirage naturel déficient au moyen d'une aide obtenue par induction d'air. Le principe de fonctionnement consiste à injecter en partie haute au centre du conduit d'extraction et vers le débouché, un jet d'air à haute vitesse (air primaire) au moyen d'une buse située à l'extrémité d'une crosse rigide. Ce jet d'air primaire soufflé à haute vitesse entraîne par friction avec les parois internes du conduit, mettant en mouvement par induction, l'air vicié (air secondaire). La gestion intelligente de régulation de cet apport mécanique, est réalisée par un automate qui calcule les insuffisances du tirage naturel à partir des capteurs climatiques (anémomètre et sonde de température extérieure) et à une horloge (passage au grand débit repas), pour limiter au strict nécessaire l'apport mécanique. Le système d'assistance mécanique reste à l'arrêt lorsque les forces motrices naturelles sont suffisantes pour obtenir un tirage thermique naturel assuré par l'extracteur statique anti-refouleur en tête de conduit.

5.6.5 Cheminée solaire

La cheminée solaire permet d'augmenter le tirage thermique en incorporant dans la structure une surface vitrée inclinée.

Le rayonnement solaire « piégé » par les vitres est absorbé par des surfaces qui s'élèvent en température et transmettent la chaleur à l'air par convection. Toutefois, le gain solaire doit toujours être supérieur aux pertes par conduction, et la température intérieure supérieure à la température extérieure.



Figure 5.16 : système à induction

5.7 : Critères de choix d'un système

		Adapté aux logements collectifs	Adapté aux logements individuels	Compatible conduit SHUNT	Compatible conduit INDIV.	Compatible conduit métallique	Compatible avec l'évacuation des PDC	Modulation débits	Maîtrise des débits	Économie d'énergie	Consommation Auxiliaires	Qualité d'air (QAI)	Acoustique - Bruits extérieurs	Acoustique - Bruits propres	Coût fourniture	Coût installation	Coût maintenance	Complexité concept°	Complexité installation	Complexité maintenance
Ventilation naturelle	fixe	⊕	⊗	⊕	⊕	⊗	⊕	⊗	⊗	⊗	⊕	⊕	⊗	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
	autoréglable	⊕	⊕	⊕	⊕	⊗	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
	hygroréglable	⊕	⊕	⊕	⊕	⊗	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Ventilation hybride	fixe	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊗	⊕	⊗	⊕	⊕	⊗	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
	autoréglable	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
	hygroréglable	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
VMC	autoréglable	⊕	⊕	⊗	⊕	⊕	⊗	⊕	⊕	⊕	⊗	⊕	⊗	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

6

BIBLIOGRAPHIE/TEXTES RÉGLEMENTAIRES

RAPPEL RÉGLEMENTAIRE			
		directive européennes 2002/91/CE sur la performance énergétique des bâtiments	arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements
		réglementation thermique	réglementation hygiène
		réglementation applicable	arrêté
Bâtiments neufs ou construits après 1982	auto	RT2005 ; méthode Th-CE et évolutions futures de la réglementation thermique	arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements débit soumis à autorisation ministérielle
	hygro		
Réhabilitation dont surface > 1000 m ² et coût > 25% valeur bâtiment et construit après 1948	auto hygro	RT globale existant ; méthode Th-CE ex	Respecter la réglementation en vigueur à la date de construction*
Réhabilitation dont surface < 1000 m ² ou coût < 25% valeur bâtiment et toute autre réhabilitation	auto hygro	RT élément par élément	

* L'AVEMS recommande de se référer aux documents suivants :
- Règlement sanitaire départemental (arrêté préfectoral),
- Cahier du CSTB N°3248 « Ventilation des bâtiments »,
- Guide CEGIBAT « Systèmes de ventilation et évacuation des produits de combustion »

6.1 Directives

2002/91/CE du 16/12/2002 sur la performance énergétique des bâtiments
89/106/CEE du 21/12/1988 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres concernant les produits de construction.

6.2 Loi

2005-781 du 13/07/2005, programme fixant les orientations de la politique énergétique (loi POPE).

6.3 Code de la construction

6.3.1 Partie législative (objectifs)

L.134-1 à L.134-6, L.271-4 à L.271-6

6.3.2 Partie réglementaire

R.131.25 à R.134-28, R.134-1 à R.134-9

6.4 Décrets

- Décret du 22 octobre 1955 fixant les règles générales de construction des bâtiments d'habitation (articles concernant l'aération).
- 2006-592 du 24/05/2006 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions
- 2006-600 du 23/05/2006 Obligation d'économie d'énergie
- 2006-603 du 23/05/2006 Certificats d'économie d'énergie
- 2006-604 du 23/05/2006 Registre national des certificats d'économie d'énergie
- 2006-1147 du 14/09/2006 relatif au diagnostic de performance énergétique et à l'état de l'installation intérieure de gaz dans certains bâtiments
- 2007-363 du 19 mars 2007 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie, aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants et à l'affichage du diagnostic de performance énergétique

6.5 Arrêtés

- 14/11/1958 relatif à l'aération des logements
- 22/10/1969 relatif aux conduits de fumée desservant les logements
- 22/10/1969 relatif à l'aération des logements
- 02/08/1977 relatif aux règles techniques et de sécurité applicables aux installations de gaz combustible et d'hydrocarbures liquéfiés situées à l'intérieur des bâtiments d'habitation ou de leurs dépendances

- 13/09/1978 RSDT mis à jour 04/10/04 Règlement sanitaire départemental type
- 06/10/1978 relatif à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation contre les bruits de l'espace extérieur (article 2, bruit autour des aérodromes).
- 24/03/1982 (modifier le 28/10/1983 J.O. du 27 mars 1982 et J.O. du 15 novembre 1983) relatif à l'aération des logements
- 31/01/1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation
- ERP (arrêté de 1988)
- 30/05/1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolation acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit
- 30/06/1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation
- 24/05/2006 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiment. (RT2005)
- 06/04/2007 définissant le modèle et la méthode de réalisation de l'état de l'installation intérieure de gaz
- 03/05/2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT Bâtiments existants),
- 29/10/2007 portant reconnaissance de la norme XP P45-500 (état des installations intérieures de gaz)
- 03/05/2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants
- 13/06/2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 mètres carrés, lorsque des travaux de rénovation importants sont prévus

6.6 Normes

- NF EN 13384-1 : 2003 Conduits de fumée – méthodes de calcul thermo-aérodynamique – Partie 1 : Conduits de fumée ne desservant qu'un seul appareil
- NF EN 13384-2 : 2003 Conduits de fumée – méthodes de calcul thermo-aérodynamique – Partie 2 : Conduits de fumée desservant plus d'un appareil de chauffage
- NFC 15-100 : Installations électriques
- NF EN 13141 : Ventilation des bâtiments - Essais des performances des composants/produits pour la ventilation des logements
Partie 1 : dispositifs de transfert d'air montés en intérieur ou en extérieur
Partie 2 : bouches d'air d'alimentation et d'évacuations
Partie 5 : extracteurs statiques et dispositifs de sortie en toiture
Partie 9 : dispositifs de transfert d'air hygro-réglable monté en extérieur
Partie 10 : bouches d'extraction d'air hygro-réglable
- NF EN 15242 : Systèmes de ventilation pour les bâtiments - Méthodes de calcul pour la détermination des débits d'air dans les bâtiments y compris l'infiltration
- NF E 51-732 : Composants de ventilation mécanique contrôlée – entrées d'air en façade-caractéristiques et aptitude à la fonction
- NF E 51-766 "Ventilation des bâtiments - Eléments de calcul complémentaires des débits des conduits collectifs shunt en ventilation naturelle"
- NF EN 1505 : Octobre 1998 Ventilation des bâtiments - Conduits en tôle et accessoires à section circulaire - Dimensions
- NF EN 1506 : Septembre 2007 Ventilation des bâtiments - Conduits en tôle et accessoires à section rectangulaire - Dimensions
- NF P 45-204 de 1 à 7 (DTU 61.1) d'août 2006 relatif aux installations de gaz dans les locaux d'habitation
- NF P 50-401 (DTU 68.1) installation de ventilation mécanique (dimensionnement)
- NF P 50-411-1 (DTU 68.2) installation de ventilation mécanique (clauses spéciales)
- NF P 81-201 (DTU 63.1) de mai 1993 relatif aux installations de vide-ordures
- NF P 51-201 de 1 à 3 (DTU 24.1) de février 2006 relatif aux travaux de fumisterie – Systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils
- NF P 84-204-1 (DTU 43.1) de novembre 2004 et juillet 1994 relatif à l'étanchéité des toitures terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie.

6.7 Autres

- Ordonnancement de police de Paris de 1906

6.8 Bibliographie

- Guide AICVF « Conception et calcul des installations de ventilation des bâtiments et des ouvrages »
- Recommandations ATG B 84 « Évacuation des produits de combustion... »
- Cahier du CSTB N°3248 « Ventilation des bâtiments »
- Guide CEGIBAT « Systèmes de ventilation et évacuation des produits de combustion »
- Guide CEGIBAT « Sécurité anti-refoulement des appareils gaz »
- Thèse de Yasmine Mansouri : Conception des enveloppes de bâtiments pour le renouvellement d'air par ventilation naturelle en climats tempérés - Proposition d'une méthodologie de conception.

7

CONCEPTION, DIMENSIONNEMENT (BÂTIMENTS NEUFS)

Les chapitres 7 et 8 permettent de concevoir et dimensionner un système de ventilation naturelle ou ventilation hybride dans un bâtiment d'habitation de manière à atteindre les objectifs de débits hygiéniques.

1. Première étape : Aide à la décision ; approche générale

Les interactions et impacts des éléments caractéristiques du système de ventilation, la configuration du bâtiment et les paramètres sensibles (pertes de charge, température, vitesse de vent, % d'assistance...) sont présentés et ordonnés dans un logigramme d'aide à la décision (Figure 7.2).

2. Deuxième étape : Exemple d'application

Un exemple d'application par l'utilisation du logiciel DimVNHy® donne une approche concrète d'un dimensionnement réalisé pour un bâtiment collectif d'habitation de type R+4.

Sur la base de l'application de l'arrêté du 24 mars 1982, article 3 : « Les dispositifs de ventilation, qu'ils soient mécaniques ou à fonctionnement naturel, doivent être tels que les exigences de débit extrait [...] soient satisfaites dans les conditions climatiques moyennes d'hiver ».

Comme point de départ théorique pour le dimensionnement, l'AVEMS recommande l'utilisation d'une règle générale de base fixant les hypothèses de dimensionnement ci-dessous.

Ces dernières sont définies sur l'étude du fichier météo de Trappes (fichier météo de référence pour les Avis Techniques) pendant la période de chauffe s'étendant du 1^{er} octobre au 30 avril.

Conditions moyennes d'hiver :

Température

50% des occurrences = 6,65°C ; moyenne arithmétique = 7,06°C.

Vitesse de vent

50% des occurrences = 3 m.s⁻¹ ; moyenne arithmétique = 3,28 m.s⁻¹.

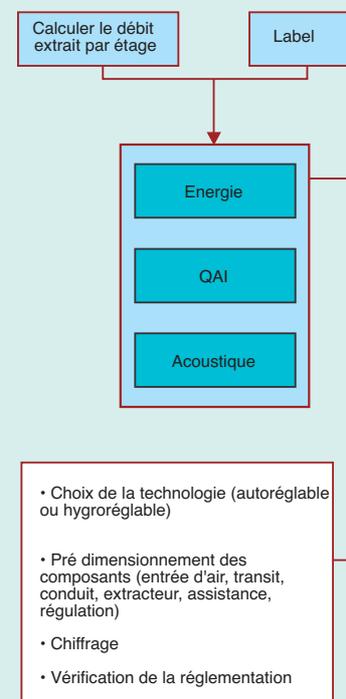
Recommandations AVEMS (éléments de base pour le pré-dimensionnement)*

- Température extérieure de référence = 7°C
- Vitesse de vent de référence = 3. m.s⁻¹

* S'agissant de recommandations générales pour un dimensionnement de base, en complément de cette première étape, le **dimensionnement du système de ventilation naturelle et/ou ventilation hybride nécessite un calcul des débits suivant un fichier météorologique adapté au projet étudié.**

La variation des paramètres sensibles aura un impact direct sur le temps de fonctionnement de l'assistance et/ou le dimensionnement des conduits.

Cette option est automatiquement proposée par le logiciel DimVNHy® si les débits ne peuvent être atteints, en tout ou partie, selon les hypothèses recommandées ci-dessus.



En tout état de cause, l'objectif est de trouver un équilibre entre l'exploitation des conditions météorologiques et le temps d'utilisation de l'assistance (bascule entre ventilation naturelle et ventilation hybride).

7.1 Conception dès l'APS

La ventilation naturelle est à considérer dès la réalisation de l'Avant Projet Sommaire (APS).

À ce stade, il faut choisir entre une solution de ventilation naturelle et une solution de ventilation hybride selon le type et l'usage prévu pour votre bâtiment.

Ce choix est essentiellement lié à la valeur de renouvellement d'air nécessaire. Le processus de décision est présenté *Figure 7.1*.

Le prédimensionnement des conduits et le choix des options telles que le mode de régulation et la technologie du système, sont des éléments importants qui interviendront en APD (Avant-Projet Détaillé).

Impact sur l'approche architecturale :

Le choix de cette solution va orienter l'approche architecturale de la conception du bâtiment. La situation géographique, les conditions météo, l'orientation, sont des paramètres sur le fonctionnement de la ventilation naturelle.

Dans le bâtiment, le dimensionnement des conduits va déterminer leur encombrement. L'implantation des conduits de ventilation va influencer sur le positionnement et la superposition des pièces techniques de même usage (cuisines, salles de bains, WC).

Une approche architecturale par l'empilement de logements ou de pièces techniques identiques permet de simplifier l'implantation des conduits de ventilation naturelle.

En toiture, il est nécessaire de prévoir la création de souche(s) pour l'émergence des conduits de ventilation. Ces souches pourront être coiffées par des extracteurs pour un fonctionnement en ventilation hybride et naturelle.

7.2 Processus de dimensionnement

Le processus de dimensionnement est décrit *Figure 7.2*.

Le dimensionnement complet d'une installation de ventilation naturelle et ventilation hybride par conduit peut être réalisé conformément à la norme NF EN 15242 et au projet français complémentaire sur les conduits shunts (NF E 51-766). Cette méthode est à l'origine du logiciel de dimensionnement de la ventilation naturelle DimVNHy®.

Cependant, lorsque les conditions climatiques de dimensionnement sont déterminées (7.3 Données climatiques), il reste à équilibrer forces motrices et résistives pour obtenir le débit souhaité.

Plusieurs paramètres liés aux composants peuvent agir et créer des pertes de charge, c'est pourquoi il est recommandé ici un prédimensionnement par défaut de ces composants qui permettra ensuite, plus facilement, par le calcul complet, de valider les débits obtenus.

Pour mener à bien le projet, il est nécessaire de déterminer les données à intégrer dans le logiciel DimVNHy®, associé à ce guide, avec des recommandations de prédimensionnement.

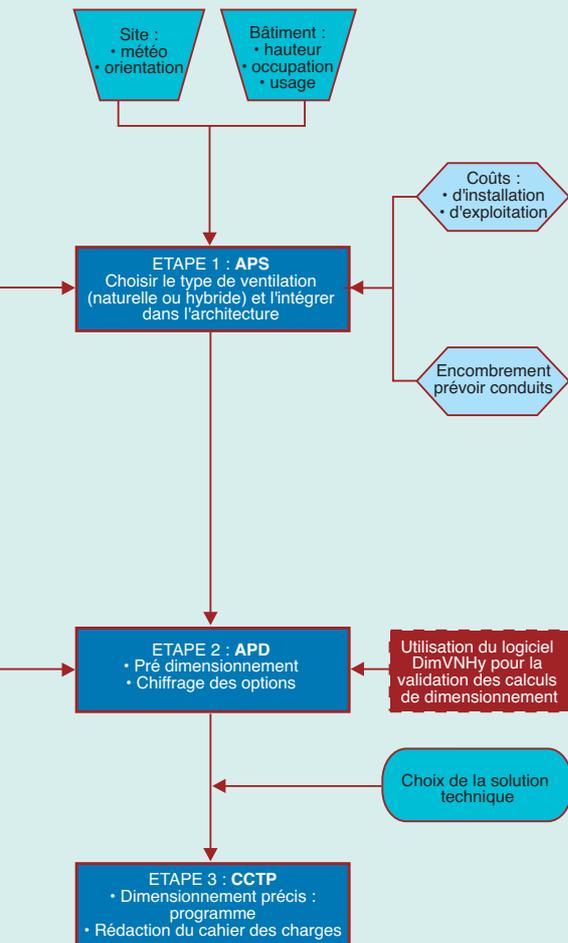


Figure 7.1 : processus de décision à la phase Conception

L'objectif concernant l'aération des logements est d'atteindre les objectifs stipulés dans l'arrêté du 24 mars 1982, « Aération des logements », en termes de débits d'air à atteindre pour les logements neufs en période hivernale moyenne.

En réhabilitation, il est obligatoire de respecter à *minima* la réglementation en vigueur lors de la construction et si possible de passer en ventilation générale et permanente, conformément aux objectifs définis dans des guides de recommandations (voir chapitre 6.8 Bibliographie).

Il est recommandé d'utiliser les cahiers des charges des fabricants pour définir les prescriptions en fonction du système de ventilation choisi.

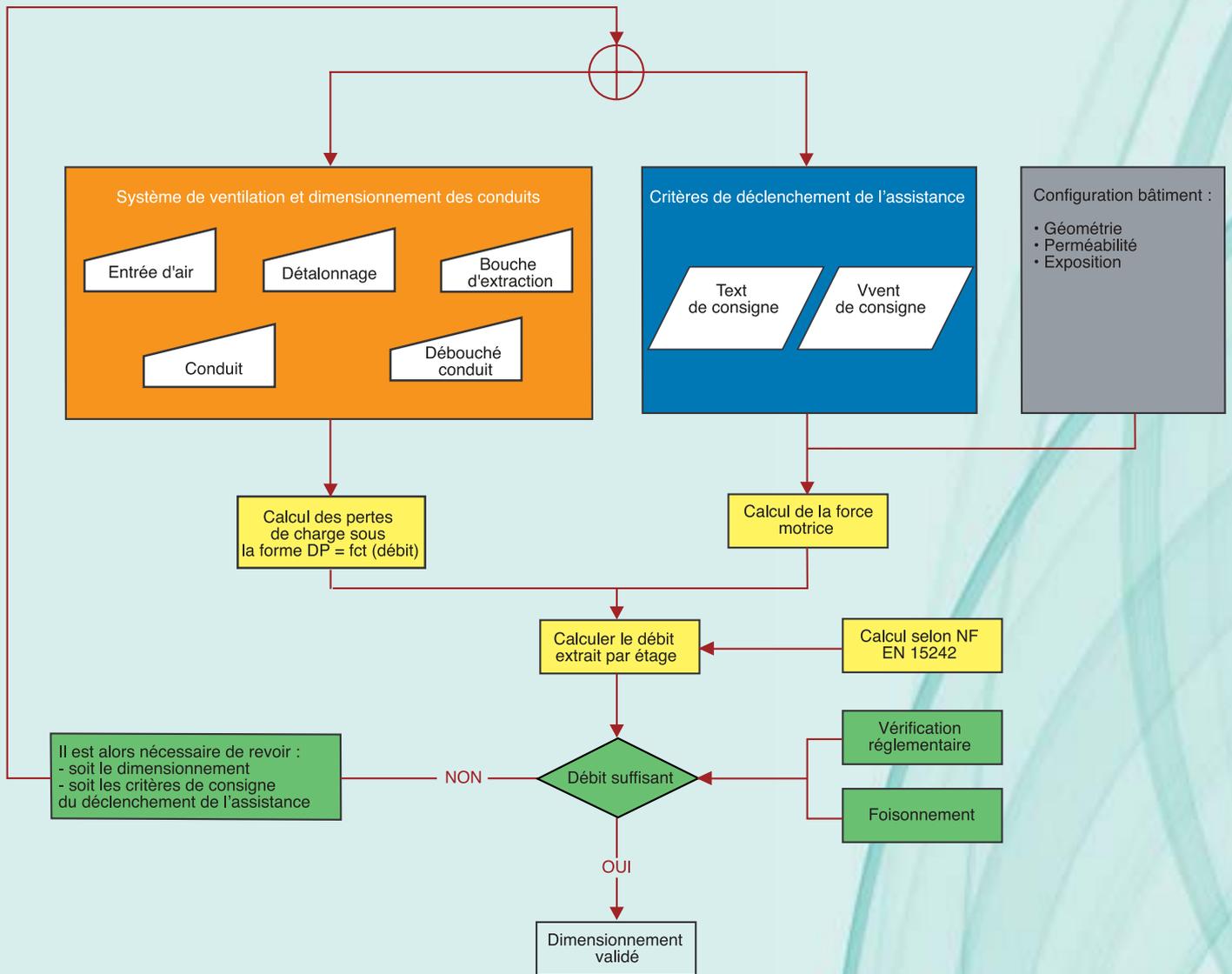


Figure 7.2 : processus de dimensionnement

7.3 Données climatiques

Le calcul intègre :

- la température extérieure (Text)
- le vent (vitesse et orientation par rapport aux façades / Vvent)
- la protection du bâtiment (zone rurale ouverte, zone périurbaine protégée par des bâtiments de faible et moyenne hauteur, zone urbaine plus protégée)

Les données climatiques de températures extérieures doivent être corrigées avec l'altitude ; dans le logiciel DimVNHy®). On pourra par exemple utiliser la règle issue du règlement thermique (*Tableau 2 : Exemple de correction de la température de dimensionnement en fonction de l'altitude*) :

Tableau 2 : Exemple de correction de la température de dimensionnement en fonction de l'altitude selon la démarche RT2005.

T°C Réf.*	Altitude	Correction
7°C	inférieure ou égale à 400 m	0 °C
	supérieure à 400 m et inférieure ou égale à 800 m	-2°C
	supérieure à 800 m	-4°C

* voir encadré "recommandations AVEMS" au point 7

7.4 Configuration du bâtiment

Le calcul intègre :

- la géométrie du bâtiment
- l'exposition des façades et effets de masque
- la hauteur des émergences et la forme du toit
- la hauteur des entrées d'air et des fuites de chaque logement (perméabilité)
- la température intérieure des logements
- la section des bouches installées sur chaque conduit
- les passages de transit

Pour chaque façade :

- son exposition au vent selon l'orientation de celui-ci (il est recommandé de dimensionner sans vent et de n'intégrer ce dernier que pour des calculs énergétiques ou QAI).
- la présence d'éventuels obstacles masquants
- la largeur de façade
- la hauteur et section des entrées d'air

NOTA : Les entrées d'air et la perméabilité sont à considérer façade par façade pour le calcul. La perméabilité n'étant connue qu'en valeur globale, elle est à répartir au prorata des surfaces des murs.

Dans le logiciel de dimensionnement DimVNHy®, 2 types de façades sont prises en compte :

- façade exposée
- façade sous le vent

7.5 Force motrice disponible

La force motrice (chapitre 4) disponible se calcule en fonction des effets du tirage thermique et de l'impact du vent sur les différents organes du bâtiment. En approche par fichier météorologique, l'assistance sera utilisée en complément des forces motrices naturelles.

Le tirage thermique dépend essentiellement de la hauteur du bâtiment et de la différence entre température extérieure et intérieure.

7.6 Pertes de charge

Tous les composants de ventilation entrant dans le cheminement de l'air sont à considérer pour calculer les pertes de charge :

- Entrées d'air
- Passage de transit
- Bouches d'extraction
- Conduit shunt (dimensions et rugosité)
- Sortie toiture (hauteur du débouché, raccord...)
- Extracteur (coefficient de perte de charge, coefficient d'aspiration Cext)

7.7 Calcul du débit extrait

Le calcul des débits extraits se fait sur le principe d'un équilibre des débits entrants et sortants dans chaque logement et d'un équilibre entre la force motrice disponible et les pertes de charge de l'installation. Les équations de ces calculs sont décrites dans la NF EN 15242.

Le calcul défini suivant la norme est résolu par le logiciel DimVNHy®.

7.8 Débits et foisonnement

L'objectif est de dimensionner les conduits et composants pour obtenir :

- le débit nominal (minimum) sans assistance selon les données climatiques définies dans le chapitre 7.3 Données climatiques
- le débit de pointe foisonné avec assistance

Le foisonnement est le fait de considérer que toutes les bouches de cuisine d'un même conduit ne sont pas simultanément actionnées en grand débit, lorsqu'elles sont temporisées ou asservies.

Le pourcentage d'utilisation simultanée du grand débit diminue avec le nombre d'étages desservis par une même colonne.

Il permet une prise en compte plus adaptée du débit total à extraire pour dimensionner le réseau et l'apport de l'assistance en ventilation hybride.

Pour calculer le taux de foisonnement, se reporter soit au CPT (Cahier des Prescriptions Techniques) disponible auprès du CSTB soit aux Avis techniques ou ATEx (Appréciations Techniques Expérimentales) des systèmes.

7.9 Paramètres sensibles

Il convient de s'assurer que le dimensionnement envisagé permet d'obtenir les débits souhaités, sinon il faut ajuster les paramètres sensibles selon deux stratégies possibles :

- réduire les pertes de charge : en augmentant la section du conduit, celle des bouches ou celle des entrées d'air
- recourir davantage à l'assistance en modifiant la température de délestage

La gestion des paramètres sensibles pour l'optimisation du dimensionnement des conduits est réalisable en utilisant le logiciel DimVNHy® associé à ce guide.

7.10 Choix de régulation

Le système de régulation doit être conçu de façon à optimiser les consommations d'énergie tout en assurant des conditions de confort acceptables via un ou des capteurs.

7.10.1 Types de capteurs possibles

a) Capteurs dans le bâtiment

• Température

Les capteurs de température dans le conduit sont fiables et peu chers. Les capteurs de température de surface existent mais il n'y a pas encore assez de retours d'expériences.

• CO₂

La mesure du CO₂ est un indicateur de confinement de l'air.

• Infrarouge

Les détecteurs de présence sont fiables et peu chers. Ils sont faciles à tester et peuvent aussi être utilisés à d'autres fins par exemple pour le contrôle de l'éclairage. Seuls des capteurs susceptibles de détecter une occupation (faibles mouvements) doivent être employés.

• Vitesse d'air

Les sondes de vitesse d'air sont utilisées pour mesurer le débit d'air dans les conduits. Ces capteurs sont assez chers et nécessitent un nettoyage et un étalonnage réguliers.

Remarque concernant les COV (Composés organiques volatils) :

Les COV sont des indicateurs de la Qualité de l'Air Intérieur (QAI). Il y a peu de retours d'expérience sur ces capteurs. Il faut considérer ce qu'ils mesurent (en général certains COV), la façon dont il faut les étalonner et la manière de les combiner avec d'autres mesures (souvent CO₂).

b) Capteurs en toiture (station météo)

• Température extérieure :

Capteurs fiables et peu chers. Le problème est souvent de trouver un endroit pour les installer là où la température ne peut être influencée par le rayonnement du bâtiment ou du soleil.

• Vent :

La vitesse du vent est mesurée avec un anémomètre et la direction du vent est mesurée avec une girouette.

• Pression :

Ces capteurs sont difficiles à maîtriser en ventilation naturelle du fait des très faibles pressions motrices en jeu. Il est préférable d'avoir ce type de capteur proche des ventilateurs ou autres éléments assurant la dépression.

• Rayonnement solaire :

Ces capteurs n'ont pas besoin d'être très précis pour un contrôle. Un capteur en partie haute de chaque façade principale est suffisant.

7.10.2 Fonctionnement de la régulation

On peut distinguer 2 types de régulation :

a) La régulation par les composants :

Elle adapte le débit en fonction des conditions intérieures au logement et/ou de l'activité humaine. La régulation par les entrées d'air et les bouches d'extraction n'est pas nouvelle. Les systèmes autoréglables et hygroréglables en sont l'illustration et font référence en termes de fiabilité et de résultat. Ces derniers sont les plus couramment rencontrés mais d'autres types de régulation peuvent exister.

b) La régulation par le système :

Les systèmes actuels de ventilation hybride en application pour le logement bénéficient de coffrets d'alimentation et de pilotage relativement simples à

mettre en œuvre et à maintenir. Ils régulent suivant un ou deux paramètres :

- température de consigne
- vitesse de vent de consigne

Pour activer le passage en débit de pointe, la régulation peut également être couplée avec une horloge pour passer en mode mécanique pendant des plages horaires quotidiennes prédéfinies.

Ces deux paramètres sont définis dans les systèmes proposés par les industriels et sont à intégrer dans le logiciel pour les calculs de débit extrait. Ils utilisent le plus souvent des moyens d'interface homme / machine afin de faciliter la compréhension du fonctionnement.

7.10.3 Sur-ventilation

La sur-ventilation nécessite des débits très importants (2 à 5 Vol/h). Cela entraîne des sections d'entrées d'air et de bouches d'extraction plus grandes qu'en débit hygiénique. Par ailleurs, la sur-ventilation nécessite la nuit, le passage d'air par les fenêtres.

Il faut donc poser des protections solaires du type persiennes, pour que l'air puisse passer (tout en respectant l'anti-intrusion et le confort visuel) ou prévoir des ouvertures. On peut cependant noter que le confort thermique en hiver est un peu moins bon avec ce type de protections.

La sur-ventilation constitue une solution de rafraîchissement pour un confort d'été sans climatisation, basée sur un apport d'air frais extérieur. Elle permet d'évacuer la chaleur et de rafraîchir les locaux lorsqu'elle est pratiquée aux heures où la température extérieure est inférieure à la température intérieure et lorsque l'inertie thermique du bâtiment est suffisante.

7.11 Confort sensoriel

La mise en place d'un système de ventilation permet d'obtenir une bonne qualité d'air pour préserver la santé et améliorer la pérennité du bâti. En complément, les systèmes de ventilation doivent assurer le confort sensoriel des occupants. Ces aspects doivent être pris en compte depuis l'élaboration du projet jusqu'à l'utilisation du système par les occupants en intégrant les paramètres suivants :

- les bruits venant de l'extérieur
- le bruit transmis par le réseau
- le bruit propre des ventilateurs
- la propriété d'encrassement des produits
- l'esthétique des produits selon leur destination et application
- le niveau de technicité du produit pour l'utilisateur
- l'ergonomie pour une utilisation pratique

Des solutions acoustiques existent et permettent en général de bien atténuer et limiter les bruits (*voir chapitre 9.2.6 Confort acoustique*).

Pour traiter l'encrassement des produits (pouvant rendre les produits inesthétiques, déficients et insalubres), il convient de bien prévoir et vérifier leur entretien (pouvant être réalisé soit par une entreprise, soit par l'occupant selon le niveau de technicité). Certaines matières ou même la façon de placer le canal de diffusion ou d'aspiration de l'air peuvent modifier les propriétés d'encrassement des produits.

7.12 Aide au Pré dimensionnement des composants

Cette partie donne des exemples de prédimensionnement appliqués aux bâtiments d'habitation.

7.12.1 Prédimensionnement des entrées d'air

Les entrées d'air sont caractérisées par leur « module M » correspondant au débit du composant exprimé sous 20 Pa.

En ventilation naturelle ou en ventilation hybride, on examinera la section de passage d'air qui en résulte (ou équivalence sous 10Pa).

La formule utilisée pour trouver la section équivalente d'un module (sous 20Pa) est la suivante :

$$S = M / \sqrt{2} \text{ ou } M \times 0,707$$

Par exemple, un module 45 a une section de passage d'air de 32 cm², soit un débit d'environ 32 m³/h sous 10 Pa.

a) Répartition des entrées d'air

Chaque pièce principale doit être équipée d'au moins une entrée d'air. Cette disposition vise à respecter le principe de ventilation générale et permanente du logement (voir Figure 3.1 : Ventilation générale et permanente).

Dans le cas où une, ou des entrées d'air additionnelles sont prévues dans les pièces de service, des dispositions doivent être prises pour assurer leur obturation automatique en régime réduit d'extraction.

Le Tableau 3 donne des exemples de répartition des entrées d'air (à pleine ouverture pour les produits modulants) en ventilation naturelle (sans présence d'appareil gaz dans le logement).

Tableau 3 : répartition entrées d'air

Type de logement	Entrées d'air séjour	Entrées d'air par chambre
T1	2 x Module 45	
T2	2 x Module 45	1 x Module 45
T3 et +	2 x Module 45	1 x Module 45

En présence d'appareils à combustion non étanches, le respect des arrêtés relatifs à l'aération des logements du 22 octobre 1969 ou du 24 mars 1982 modifié le 28 octobre 1983 suffit à assurer leur alimentation en air.

En présence d'appareils gaz raccordés sur conduit, il convient de s'assurer que la somme des modules des entrées d'air vérifie les 2 relations suivantes:

- somme des modules au moins égale à 6,2 x Pu (Pu étant la somme des puissances utiles maximales en kW des appareils gaz raccordés)
- somme des modules au moins égale à 90

En cas d'entrée d'air modulante, il conviendra que le débit d'air de combustion puisse toujours être fourni à l'appareil.

Il est recommandé d'utiliser les cahiers des charges des constructeurs validés par un organisme de contrôle et/ou les avis techniques des systèmes.

b) Cas des entrées d'air montées en série (loggia fermée)

En présence d'une loggia fermée, il convient de mettre en place des entrées d'air « transitoires » entre la loggia et l'extérieur, et entre les pièces adjacentes et la loggia (Figure 7.3).

Le module de ces entrées d'air « transitoires » est donné dans les 2 dernières lignes du Tableau 4. La première ligne correspond au module résultant de ce transit.

Tableau 4 - module des entrées d'air en série

Module résultant	30	45	60	90
Somme des modules entre la loggia et l'extérieur	45	60	90	120
Somme des modules entre l'intérieur et la loggia	45	60	90	120

7.12.2 Prédimensionnement des bouches d'extraction

Selon les objectifs de débits nominaux fixés par les articles 3 et 4 de l'arrêté du 24 mars 1982 « Aération des logements », les débits à atteindre, en conditions moyennes d'hiver, dans les pièces techniques des logements neufs sont définis dans le Tableau 5 :

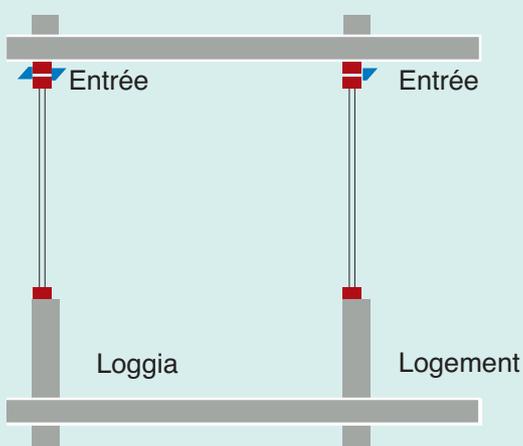


Figure 7.3 : exemple de fermeture d'une loggia avec mise en place d'entrées d'air

Tableau 5 : débits hygiéniques

Type de logement	Bouche cuisine	Bouche SdB	Bouche WC
T1	20 m³/h	15 m³/h	15 m³/h
T2	30m³/h	15 m³/h	15 m³/h
T3	45 m³/h	30 m³/h	15 m³/h
T4 et +	45 m³/h	30 m³/h	30 m³/h

Toutefois, pour les systèmes modulants, les débits à extraire peuvent être réduits selon leurs Avis Techniques.

7.12.3 Passages de transit

Les passages de transit permettent à l'air de circuler des pièces principales vers les pièces de service ; les dimensions données dans le Tableau 6 correspondent à des valeurs minimales.

Tableau 6 : passage de transit

Passage de transit	Section en cm²
Toute porte à l'intérieur du logement	120
Porte de la cuisine	180
Porte donnant dans une pièce avec un appareil à gaz	250

7.12.4 Conduits horizontaux

Pour une application en ventilation naturelle ou ventilation hybride, il est nécessaire de limiter les pertes de charge au maximum en évitant si possible l'utilisation des coudes, dévoiements.

Les limites d'utilisation d'un conduit horizontal de raccordement peuvent être déterminées :

- soit par calcul (nous recommandons que la perte de charge du conduit horizontal soit inférieure à 1,5 Pa pour le débit nominal prévu),
- soit par une règle conventionnelle présentée ci-dessous

Ce tableau de dimensionnement donne les longueurs maximales admissibles pouvant être mises en œuvre en fonction de la section du conduit et du débit à extraire. Un coude est considéré comme une longueur droite de 6 mètres. Les longueurs indiquées sont données en mètres.

Tableau 7 : dimensionnement conduit horizontal

Section en cm²	Débit = 30 m³/h	Débit = 60 m³/h
80	6	/
120	15	5
180	40	10
240	50	20

Toutefois, certains conduits ont été développés spécifiquement pour la ventilation naturelle et la ventilation hybride et permettent de diviser par 2 les pertes de charge des différents types de coude. (voir Figure 5.3 page 21)

7.12.5 Conduits collectifs

Pour chaque conduit collectif, il faudra considérer :

- sa forme et sa section (partie individuelle et partie collective)
- sa rugosité (calcul des pertes de charge)
- les formes des piquages et raccordements (pertes de charge singulières)

7.12.6 Pertes de charge linéiques

Quelques valeurs de rugosité données à titre informatif par l'AICVF :

Tableau 8 : valeur de rugosité

	Tôle	Fibre de verre	Plastique, PVC	Maçonnerie ordinaire
Rugosité absolue (µm)	50 à 160	90 à 450	10 à 50	96 à 192

NOTA : Si des joints ou raccordements sont présents, ils peuvent conduire à des valeurs supérieures.

8

EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT

Ce chapitre décrit, par l'exemple, le déroulement d'un dimensionnement pour un bâtiment collectif R+4.

Le mode dimensionnement est utilisé dans la phase APD (Avant-Projet Détaillé), l'objectif est de définir les dimensions des conduits individuels et collectifs selon des critères de fonctionnement fixés par l'utilisateur.

Il permet de définir les dimensions des conduits (paramètres influant directement sur l'encombrement de l'installation).

Le logiciel va déterminer par itération la section nécessaire pour les conduits individuels et collectifs en fonction des données d'entrée saisies (somme des sections des bouches et entrées d'air, exposition des façades, données climatiques et débit à atteindre).

8.1 Déroulement du calcul

L'algorithme ci-dessous schématise le déroulement du calcul. Un calcul itératif est réalisé sur les débits de tous les étages. Si le débit calculé n'atteint pas le débit hygiénique, alors le logiciel augmente la taille du conduit collectif puis celle du conduit individuel (en sélectionnant les données renseignées dans la base des conduits).

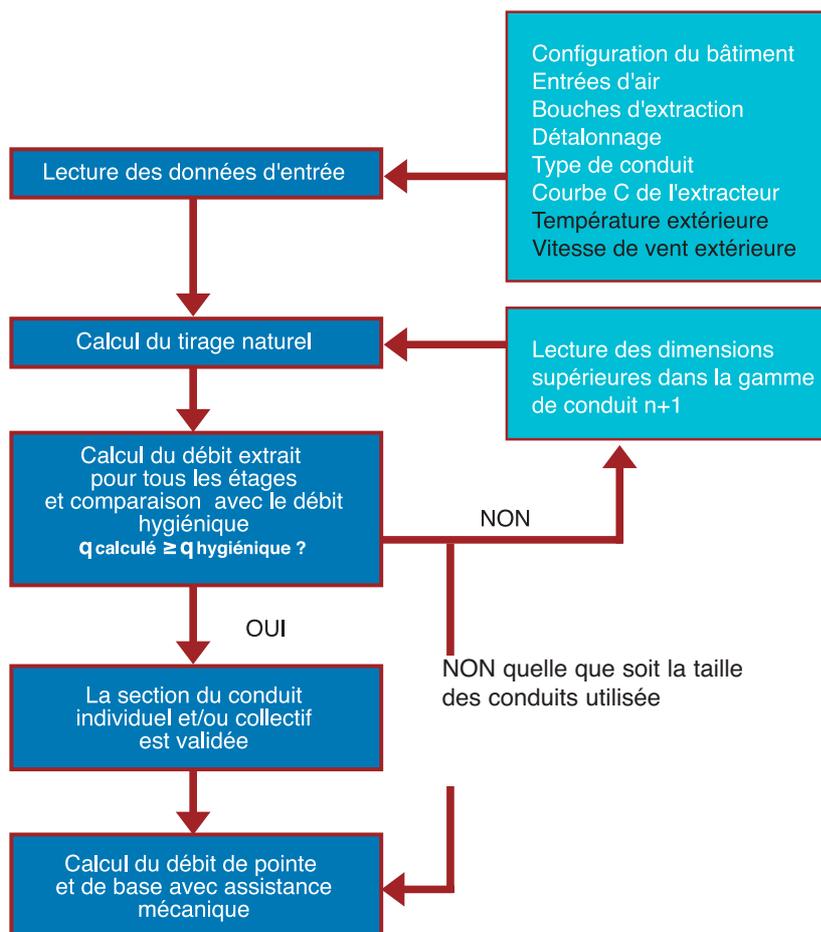


Figure 8.1 : déroulement du calcul

8.2 Exemple de dimensionnement

Le paragraphe suivant portera sur un exemple de dimensionnement réalisé grâce au logiciel de dimensionnement de la ventilation naturelle hybride DimVNHy® permettant de déterminer la taille optimale des conduits pour répondre aux exigences réglementaires.

Pour réaliser ce calcul de dimensionnement, nous utiliserons des entrées d'air et des bouches d'extraction fixes.

8.3 Définition du Bâtiment

Le bâtiment proposé est le suivant : R+4 étages ;
Hauteur bâtiment 15 m (3 m par niveau) ;
1 appartement par étage, type T2 (surface 30 m²) ;

Tableau 9 : description du bâtiment

Mode d'utilisation	Dimensionnement
Pente de la toiture	< à 10°
Nombre de façades	2
Hauteur sous plafond (en m)	2,80
Épaisseur du plafond (en m)	0,20
Entrées d'air	Entrées d'air fixes
Bouches d'extraction	Bouches d'extraction fixes
Hauteur des composants (en m)	2,30
Nombre de conduits collectifs	2
Perméabilité de référence	1,20
Conduits	Pris en compte
Hauteur de perméabilité	Haute et basse

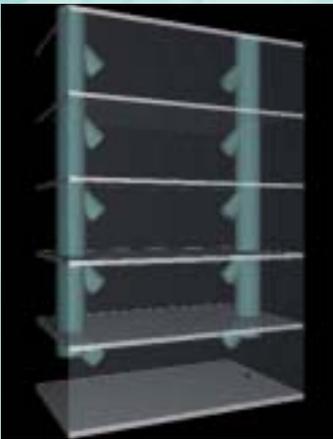


Figure 8.2 : représentation 3D du logiciel

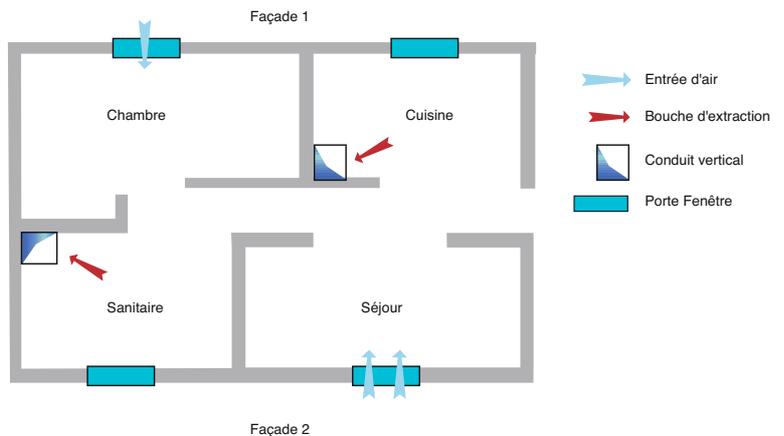


Figure 8.3 : schéma d'implantation

8.3.1 Données climatiques

Dans un premier temps le calcul de dimensionnement sera lancé sans assistance et suivant les hypothèses de dimensionnement.

8.3.2 Conditions extérieures

Les conditions pour lesquelles les calculs doivent être réalisés sont données dans le tableau suivant :

Tableau 10 : données climatiques

Critères	Données
Département	75
Type de terrain	Ouvert
Vitesse du vent (m/s)	3,00
Température extérieure (en °C)	7
Température intérieure (en °C)	19

- Entrées d'air

Pour chaque étage, nous allons décrire la répartition des entrées d'air et bouche sur les façades.

Tableau 11 : description des entrées d'air

Section des EAs en façade n°1 (en cm ²)	100
Hauteur des EAs en façade n°1 (en m)	2,3
Section des EAs en façade n°2 (en cm ²)	100
Hauteur des EAs en façade n°2 (en m)	2,3

- Bouches d'extraction

Les bouches de ventilation sont situées à 2,3 m du plancher.

Tableau 12 : section des bouches d'extraction

Section des bouches	petit débit	grand débit
Cuisine (en cm ²)	75	150
Sdb/WC (section globale en cm ²)	150	

Tableau 13 : description des bouches d'extraction

Extraction sur conduit Sdb/WC	Effective
Section de l'extraction (en cm ²)	150
Hauteur de l'extraction (en m)	2,3
Extraction sur conduit cuisine	Effective
Section de l'extraction (en cm ²)	75
Hauteur de l'extraction (en m)	2,3

Les infiltrations sont prises en partie haute à 2,3 m.

Tableau 14 : description des façades

Façade	1	2
Longueur (m)	6,9	8,2
Orientation	0° (Nord)	180°
Hauteur entrées d'air (m)	2,30	2,30
Exposition	Exposée au vent	Abritée du vent
Effet de masque	Non	Non

8.3.3 Description des conduits collectifs

Un conduit dessert la cuisine, et un autre conduit la salle de bains et les WC. Dans le mode dimensionnement la gestion de la gamme des conduits se fait par l'icône .

Le logiciel détermine donc par itérations les sections renseignées dans la base des conduits permettant d'atteindre le débit d'hygiène.

- Conduit cuisine

Tableau 15 : conduit collectif cuisine

Nom du conduit collectif	Conduit cuisine
Gamme cond. coll.	gamme test n°1
Gamme cond. ind.	gamme ind. n°1
Forme du conduit coll.	Circulaire
Rugosité du conduit ind. (mm)	3,00
Forme du cond. ind.	Circulaire
Nb pièces humides raccordées	1
Détalonnage 1 ^{re} pièce humide (en cm ²)	250
Dernier étage	Raccord individuel
Forme extracteur	Circulaire
Extracteur statique	Extracteur statique n°1
Extracteur stato-mécanique	Extracteur stato n°1
Hauteur de la souche (en m, par rapport à la dernière bouche)	2,5
Diamètre de l'extracteur (en cm)	25,0
Coeff. pertes de charges de l'extracteur	1,05
Débit de pointe par étage (en m ³ /h)	90
Débit hygiénique par étage (en m ³ /h)	30

- Conduit WC/SdB

Nous supposons dans cet exemple que le conduit est commun à la salle de bains et aux WC.

Tableau 16 : conduit collectif sanitaire

Nom du conduit collectif	Conduit SdB-WC
Gamme cond. coll.	gamme test n°1
Gamme cond. ind.	gamme ind. n°1
Forme du conduit coll.	Circulaire
Rugosité du conduit ind. (mm)	3,00
Forme du conduit ind.	Circulaire
Nb pièces humides raccordées	1
Détalonnage 1 ^{re} pièce humide (en cm²)	120
Dernier étage	Raccord individuel
Forme extracteur	Circulaire
Extracteur statique	Extracteur statique n°1
Extracteur stato-mécanique	Extracteur stato n°1
Hauteur de la souche (en m, par rapport à la dernière bouche)	2
Diamètre de l'extracteur (en cm)	25,0
Coeff. pertes de charge de l'extracteur	1,05
Débit de pointe par étage (en m³/h)	30
Débit hygiénique par étage (en m³/h)	30

8.3.4 Choix des débits d'hygiène

Toujours au niveau de la description du conduit, l'utilisateur doit renseigner le débit d'hygiène à respecter pour chaque étage, autrement dit le débit attendu pour chaque bouche liée à ce conduit collectif. Nous utiliserons le débit hygiénique de l'arrêté du 24 mars 1982 (article 4); pour un logement de type T2, un débit hygiénique de 30m³/h sera retenu.

8.4 Lancement du calcul

L'utilisateur peut à présent lancer le calcul de dimensionnement. Celui-ci consiste à déterminer la combinaison de conduits optimale (avec le plus petit encombrement possible) qui permet d'atteindre les débits d'hygiènes attendus. L'algorithme va donc parcourir les diamètres des gammes retenues en commençant par augmenter les sections des conduits collectifs puis, si cela n'est pas suffisant, ceux des conduits individuels.

Une barre de défilement s'affiche pendant le calcul et à l'issue, le logiciel indique par un message si les gammes choisies permettent d'atteindre ou non les débits d'hygiène attendus. Dans les deux cas, il est possible de poursuivre l'étude et de savoir, avec la configuration du réseau ainsi déterminée, quels vont être les besoins en assistance mécanique afin de compenser ce manque de tirage.

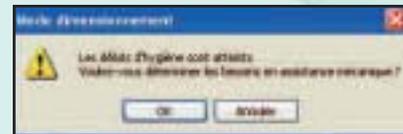


Figure 8.4 : débit hygiénique atteint à tous les étages

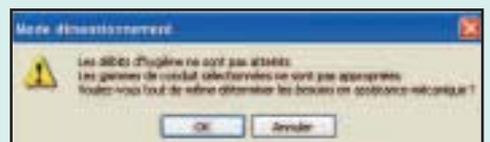


Figure 8.5 : débit hygiénique non atteint à tous les étages

8.5 Résultat du dimensionnement

Dans le tableur des résultats, l'onglet «Résultats du dimensionnement» permet de connaître les dimensions retenues par l'algorithme ainsi que les débits calculés en découlant : ces dimensions seront utilisées dans l'APD afin de déterminer leur encombrement et leur implantation.

Résultats du dimensionnement		
	Canne	SdB WC
Ces débits sont calculés en ventilation naturelle pure		
Débit collectif (m³/h)	30	30
Débit ind-1 (m³/h)	12	12
débit calculé / débit d'hygiène (m³/h)		
étage n°0	32,8 / 30	32,8 / 30
étage n°1	44,2 / 30	44,2 / 30
étage n°2	36,8 / 30	36,8 / 30
étage n°3	37,2 / 30	37,2 / 30
étage n°4	32,3 / 30	32,3 / 30

Figure 8.6 : résultat du dimensionnement

La dernière étape du calcul prend en compte les paramètres de la ventilation hybride en calculant la dépression complémentaire à générer par l'assistance mécanique suivant une période de chauffage définie par l'utilisateur. Ainsi, l'utilisateur obtiendra comme résultat le pourcentage de temps pour lequel les appareils fonctionneront en assistance mécanique pour atteindre le débit de base et également le débit de pointe (Figure 8.7).

8.6 Calcul de l'assistance mécanique - Prise en compte des débits de pointe

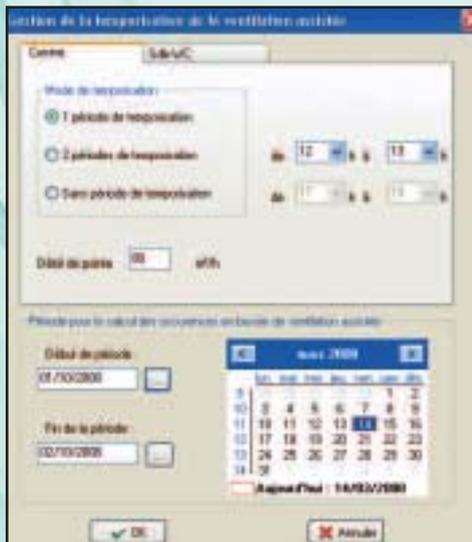


Figure 8.7 : gestion de l'assistance

Dans le cas où l'on veut connaître les besoins en assistance mécanique, il faut préalablement renseigner les caractéristiques d'une éventuelle temporisation de la ventilation hybride. Il faut donc, pour chaque conduit, indiquer s'il existe des périodes de temporisation ainsi que le débit de pointe correspondant (Figure 8.6).

Enfin, l'utilisateur indique la période sur laquelle l'analyse des besoins va être faite. Le calcul se fait heure par heure.

2 types d'assistances sont envisageables :

Assistance débit de base : on force une extraction au moins égale au débit d'hygiène si les conditions de tirage thermique et/ou de vitesse de vent ne sont pas réunies.

Assistance débit de pointe : on force une extraction au moins égale au débit de pointe si on se situe dans une heure de la journée où il y a une demande de grand débit cuisine.

À l'issue du calcul, dans le tableur des résultats, l'onglet « Assistance mécanique » permet de connaître le pourcentage des heures concernées par l'assistance mécanique, comme suit :

Pourcentage des heures selon le fonctionnement de l'extracteur				
	Naturelle	Débit pointe	Débit base (m³/h)	Débit base (°C)
Total bât.	67	4	29	-
Cuisine	-	4	-	-
Sb-WC	-	0	-	-

Figure 8.8 : Résultat de l'assistance

8.7 Définition et annexe

• Conduit collectif

Un conduit dessert la cuisine, et un autre, la salle de bains et les WC.

Dans le mode dimensionnement, la gestion de la gamme des conduits se fait par l'icône



• Les débits hygiéniques

Attendus aux bouches d'extraction. Ces débits sont à renseigner sur chaque conduit et doivent répondre à la réglementation en vigueur (en l'occurrence arrêté du 24 mars 1982) ou aux débits définis dans un Avis Technique (ATec).

• Les gammes de conduits

Base de données définissant des dimensions disponibles pour réaliser le calcul par itération. Les dimensions renseignées permettront au logiciel de déterminer les dimensions les mieux adaptées, pour atteindre le débit hygiénique.

Gestion des gammes de conduits

1- En premier lieu, il faut créer une banque de données de gammes, collectives et individuelles. Il suffit de cliquer sur le bouton suivant de la barre des tâches :



La fenêtre suivante s'affiche alors :

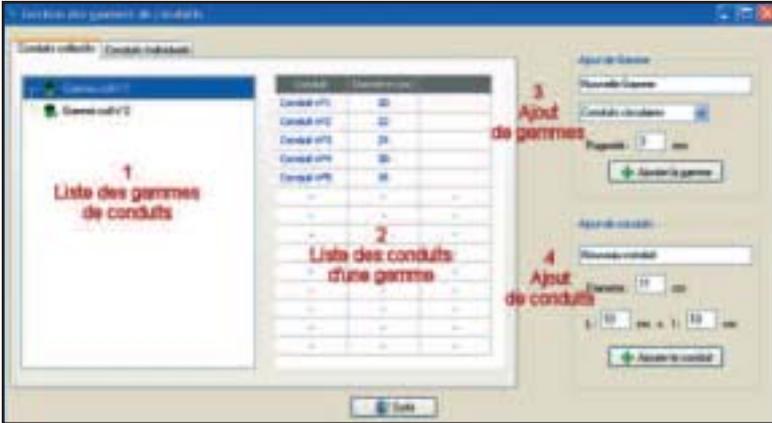


Figure 8.9 : gestion des gammes de conduits

2 - À partir de cette fenêtre, toutes les fonctionnalités suivantes, pour gérer ses catalogues de conduits, sont disponibles.

Consultation : en cliquant sur une gamme de conduits dans l'arborescence de gauche (zone 1), on affiche dans le tableau central les conduits qui la composent.

Modification : en cliquant sur une case du tableau 2, il est possible de modifier le nom et les dimensions d'un conduit.

Suppression d'une gamme : en cliquant sur une gamme de la zone 1, puis en appuyant sur la touche « suppr. » de votre clavier.

Suppression d'un conduit : en cliquant sur une caractéristique (nom ou dimension) d'un conduit du tableau 2, puis en appuyant sur la touche « suppr. » de votre clavier.

Ajout de gammes : en utilisant la zone 3. Celle-ci permet de renseigner les caractéristiques (appellation, forme et rugosité) d'une nouvelle gamme, puis de l'ajouter à la liste de la zone 1 en appuyant sur le bouton « Ajouter la gamme »

Ajout de conduits : en utilisant la zone 4. Celle-ci permet de renseigner les caractéristiques (appellation et dimension) d'un nouveau conduit puis de l'ajouter à la liste de la zone 2 en appuyant sur le bouton « Ajouter le conduit ».

Liste des dimensions disponibles

Les gammes de conduits suivantes sont déjà renseignées dans le logiciel :

- la gamme test n°1 (collectif)



Figure 8.10 : conduits collectifs circulaires

- la gamme test n°2 (collectif)

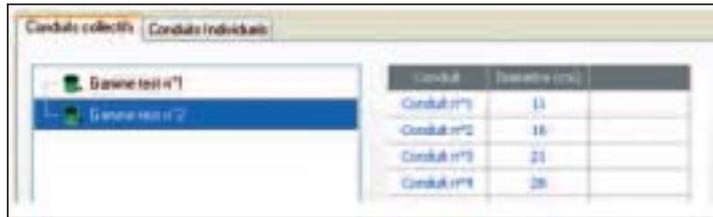


Figure 8.11 : conduits collectifs circulaires

- la gamme indiv n°1 (individuel)



Figure 8.12 : conduits individuels circulaires

- la gamme indiv n°2 (individuel)

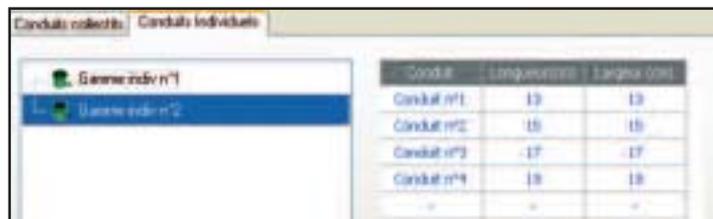


Figure 8.13 : conduits individuels rectangulaires

Nous recommandons d'insérer des conduits shunt rectangulaires dans une nouvelle gamme de conduits collectifs rectangulaires.

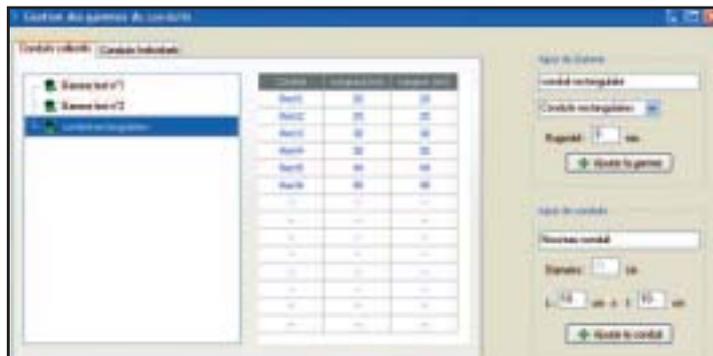


Figure 8.14 : conduits collectifs rectangulaires

Une fois les gammes créées, l'utilisateur va dans l'arborescence du bâtiment. Pour chaque conduit, il doit attribuer une gamme de conduit collectif ainsi qu'une gamme de conduits individuels. On considère que tous les conduits individuels reliant un même conduit collectif sont de la même gamme.



Figure 8.15 : choix du type de conduit

9 INSTALLATION

Cette partie a pour objet de définir la nature, la qualité et les conditions de mise en œuvre des prestations à fournir au titre des travaux nécessaires à la pose de systèmes de ventilation naturelle et ventilation hybride.

Ainsi, elle peut inspirer la rédaction de CCTP adapté aux configurations du chantier et définit les points particuliers d'attention à porter sur les ouvrages (en construction neuve ou en réhabilitation) en complément pour :

- les travaux préparatoires, le respect des prescriptions et la vérification du matériel livré,
- la mise en œuvre de tous les matériaux et matériels nécessaires à la réalisation des ouvrages, y compris la prise en charge des énergies principales et annexes,
- l'utilisation d'outils sécurisés pour la bonne exécution des travaux sur les bâtiments,
- le traitement et le recyclage des déchets selon la loi du 13 juillet 1992,
- la vérification de la bonne fonctionnalité de l'ensemble du système.

Toutefois, il se peut que certains procédés possèdent leur propre méthode de montage. Dans ce cas, il sera nécessaire de se conformer à leur notice d'installation, au cahier des charges, à une ATEX ou un ATEc en cours de validité.

9.1 Responsabilité des professionnels

L'entrepreneur a la responsabilité des aboutissants, des tenants et du parcours correct des canalisations suivant les stipulations du descriptif, en accord avec les autres corps d'état.

Il devra soumettre son étude et ses plans de réservations au maître d'œuvre. En tout état de cause, l'installateur devra réaliser un travail fini et soigné (rebouchage, calfeutrements et toutes suggestions).

Pour le bon déroulement des travaux et prévenir tout risque de mauvaise installation du système de ventilation, certaines interventions doivent être impérativement réalisées par des professionnels qualifiés.

9.2 Conformité à la réglementation

9.2.1 Dispositions générales

Les ouvrages et composants en ventilation naturelle et hybride doivent être réalisés conformément aux réglementations et normes en vigueur à la date de dépôt du permis de construire. Nous recommandons la création d'un lot spécifique dédié à la ventilation.

La conformité aux normes est garantie par une certification lorsqu'elle existe. Le cas échéant, le fabricant ou distributeur devra fournir un cahier des charges validé par un organisme de contrôle.

Les principales références normatives et réglementaires sont citées aux endroits appropriés dans le texte. Vous trouverez l'ensemble des publications réglementaires actuelles rappelé dans le chapitre 6 Bibliographie/Textes réglementaires.

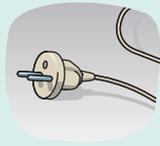
9.2.2 Sécurité liée aux intervenants et usagers

Toute installation doit être réalisée dans le but d'assurer la sécurité de



l'ensemble des intervenants (installation, contrôle, maintenance...), être facile d'accès et visitable sur son parcours.

En toiture, des réglementations s'imposent : le Code du travail en vigueur, le décret N° 2004-924 du 1^{er} septembre 2004, modifiant le Code du travail, impose la mise en place de garde-corps garantissant la sécurité des travaux temporaires en hauteur, la norme NF EN ISO 14122-3 d'août 2001 pour la prévention des chutes et pour le dimensionnement et les résistances des équipements de protection etc..



9.2.3 Sécurité électrique

Les travaux d'installation ou de modification du réseau électrique doivent s'effectuer conformément à la norme NF C 15-100 définie par le décret de 2002 UTE C18-510 et UTE C18-530.



9.2.4 Sécurité liée aux produits de combustion

Certains de ces systèmes assurent l'évacuation conjointe des produits de combustion d'un ou de plusieurs appareils non étanches raccordés sur le conduit de fumée.



Dans ces cas, l'installation devra être conforme aux réglementations en vigueur (notamment : arrêté du 2 août 1977, DTU 61.1 et NF DTU 24.1).

9.2.5 Sécurité contre l'incendie

L'installation doit être réalisée de façon à limiter autant que possible l'ignition des composants et la transmission du feu entre appartements.

Ces travaux doivent répondre aux exigences de l'arrêté du 31 janvier 1986.



9.2.6 Confort acoustique

Aujourd'hui considéré comme une nuisance majeure, le bruit fait partie des phénomènes qu'il faut maîtriser, au même titre que la sécurité ou la pollution de l'air.

Trois types de nuisances sonores sont à prendre en compte :

- Les bruits de fonctionnement des moteurs de la ventilation hybride qui sont peu générateurs de bruit.
- La protection vis-à-vis des bruits extérieurs : quand un bâtiment est extrêmement exposé, le passage en ventilation générale par conduit peut permettre de réduire les sections d'air en façade par pièces et améliorer l'isolation. A défaut on peut prévoir un conduit d'amenée d'air neuf à l'instar des anciens conduits Ventilation Basse dits VB (voir chapitre 5.5.2d : conduits collectifs dits « shunt »).
- La protection vis-à-vis des bruits provenant des autres logements (inter-phonie).

Référence à la réglementation :

L'arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation s'applique aux constructions neuves et aux parties nouvelles de bâtiments existants. Des exigences d'isolation acoustique renforcées à proximité de certaines infrastructures de transports sont également applicables: arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolation acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit; arrêté du 06 octobre 1978 relatif à l'isolation acoustique des bâtiments d'habitation contre les bruits de l'espace extérieur (article 2, bruit autour des aérodromes).

9.2.7 Maintenance et sécurité.

Lors de la mise en place des appareils, tout doit être mis en œuvre pour identifier, rendre accessible, intervenir, en toute facilité, sécurité et sans risque de dégradation. Dans le chapitre 10 (La réception / L'entretien / L'inspection), sont définies les actions de base à mener pour un bon entretien d'une installation de ventilation naturelle et hybride.

9.3 Entrées d'air

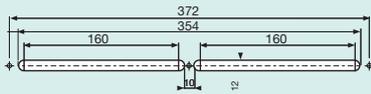


Figure 9.1 : dimensions standards des mortaises suivant NF E 51-732

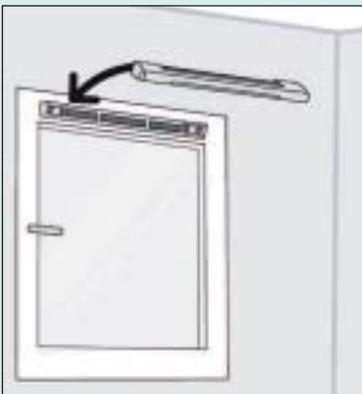


Figure 9.2 : exemple de fixation d'une entrée d'air sur fenêtre

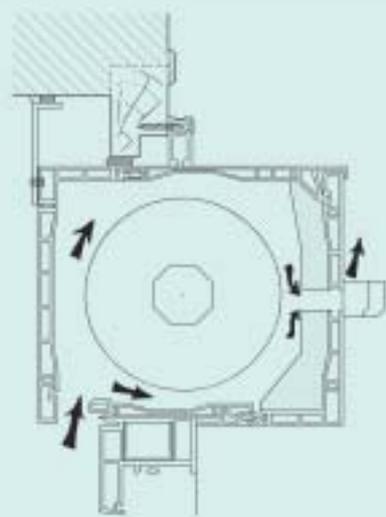


Figure 9.3 : exemple d'installation d'une entrée d'air sur coffre de volet roulant

Pour information : Les différents types d'entrée d'air ainsi que leur principe de fonctionnement sont présentés dans le chapitre 5.1 Entrées d'air.

Leur dimensionnement, leur nombre et leur répartition, sont définis conformément aux études de conception et de dimensionnement (voir chapitre 7.12.1 Prédimensionnement des entrées d'air).

9.3.1 Installation des entrées d'air

Les entrées d'air sont, le plus souvent, installées sur les fenêtres ou sur les coffres de volets roulants.

Pour permettre le passage de l'air, il est nécessaire d'avoir réalisé, au préalable de l'installation même du produit, une réservation appelée « mortaise » dont la forme et les dimensions sont présentées Figure 9.1.

Il est recommandé que la réalisation des mortaises soit effectuée lors de la fabrication des menuiseries.

L'entrée d'air (ainsi que son auvent) sera fixée sur la mortaise de la fenêtre (Figure 9.2) ou le coffre de volet roulant (Figure 9.3), de telle sorte qu'elle n'obstrue pas la section libre du passage d'air.

Toute entrée d'air peut être complétée par un dispositif acoustique (Figure 9.4) permettant d'atténuer la pénétration des bruits extérieurs dans le logement.

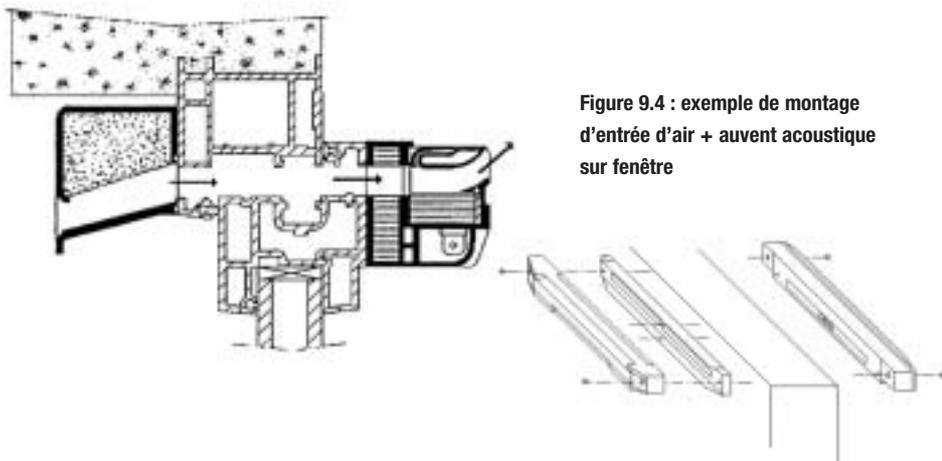


Figure 9.4 : exemple de montage d'entrée d'air + auvent acoustique sur fenêtre

a) Cas des entrées d'air en traversée de mur :

Pour un affaiblissement acoustique élevé, elles seront prioritairement placées en traversée de mur (Figure 9.5). Cette solution s'impose si la façade doit répondre à un affaiblissement acoustique facilement supérieur à 39 dB. Il conviendra de définir leur niveau de performance d'isolement acoustique par le calcul en tenant compte des autres composants de la façade

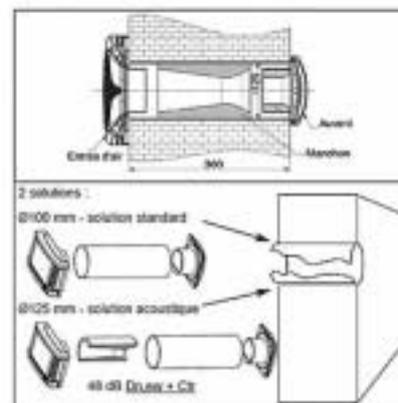


Figure 9.5 : exemple d'installation d'une entrée d'air en traversée de mur avec ou sans manchon acoustique

Rappel : La traversée d'un élément de construction (mur...) s'effectue sans diminution de section ni changement de direction (dévoisement).

Dans le cas contraire, le module et l'isolement acoustique doivent être déterminés soit par un essai portant sur l'ensemble constitué par l'entrée d'air, les accessoires et les éléments de construction, soit, dans le cas d'éléments (fenêtres en PVC, fenêtres en aluminium à coupure thermique, etc.) validés par un PV d'essai ou faisant l'objet d'un Avis Technique.

NOTE

Il est rappelé que, dans ce cas, la perte de charge supplémentaire induite par l'élément de construction peut diminuer les débits dans l'entrée d'air, ce qui nécessitera alors une augmentation du nombre d'entrées d'air à mettre en place, tout en respectant les exigences acoustiques.

Les entrées d'air étant prévues par ailleurs, on veillera à éviter les entrées d'air parasites, notamment autour de la porte palière et des coffres de volets roulants.

9.3.2 Protection contre les courants d'air gênants

Les entrées d'air doivent être disposées et aménagées de façon à éviter les courants d'air gênants.

NOTE

Les entrées d'air sont, par exemple, disposées en partie haute du local, ou au-dessus d'un élément chauffant.

9.3.3 Présence d'obstacles

Les entrées d'air doivent être disposées de façon à ce qu'aucun élément de la construction, tels qu'orifices de passage d'air, volets pleins, doubles-fenêtres, etc., ne puisse diminuer de façon sensible le débit les traversant.

9.3.4 Perméabilité

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

L'auvent extérieur doit être fixé de façon à assurer, sur sa périphérie, l'étanchéité à l'eau (Figure 9.6).

NOTE

Une solution consiste à implanter l'entrée d'air en décrochement de façade d'au moins 15 cm, ou en sous-face du linteau.

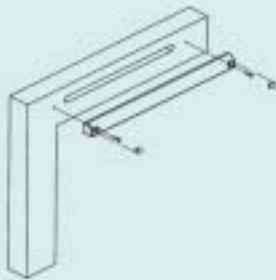


Figure 9.6 : exemple de fixation d'un auvent sur fenêtre

9.4 Passages de transit

Ces passages peuvent être réalisés au droit des portes intérieures par les actions suivantes :

- installation d'une grille de transfert ;
- installation des blocs-portes présentant, d'origine, des passages d'air sur leur périphérie ;
- rehaussement ou taille de portes de manière à ménager un passage d'air en partie basse (voir chapitre 7.12.3 Passages de transit).

9.5 Bouches d'extraction

9.5.1 Implantation et accessibilité.

Les bouches d'extraction sont installées dans les pièces de service à une hauteur minimum de 1,80 m du sol (arrêté du 31 janvier 1986 et art. 15 de l'arrêté du 2 août 1977). Elles doivent se situer en dehors du périmètre de sécurité dont font l'objet les points d'eau assujettis à la réglementation électrique (NF C15-100) (Figure 9.7).

De plus elles doivent être installées à une distance d'au moins 10 cm des angles de la paroi perpendiculaire.

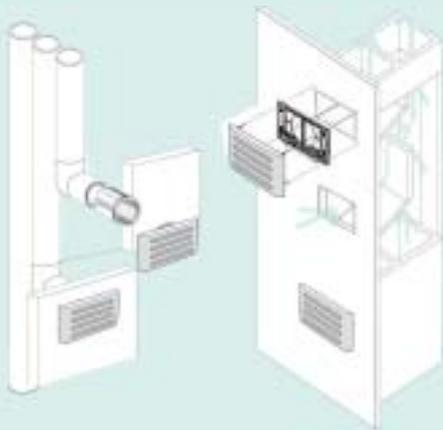


Figure 9.7 : exemple de pose d'une bouche d'extraction en applique ou avec virole

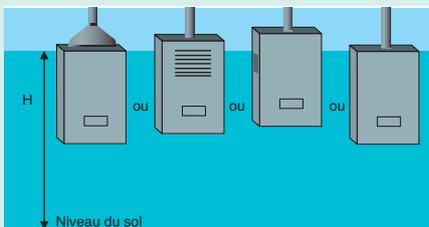


Figure 9.8 : vérification de la hauteur H de coupe-tirage des appareils gaz. $H > 1,80\text{m}$

Les bouches d'extraction doivent être accessibles et déposables sans outils de façon à permettre le nettoyage et l'entretien sans risque de les détériorer. En règle générale, la face avant se désolidarise du support mural et donne accès aux pièces nécessitant un nettoyage afin d'être dégraissées.

Les bouches équipées d'un cadre de fixation avec le conduit de liaison doivent être mises en œuvre à l'aide d'un matériau d'étanchéité.

Les bouches équipées d'une commande manuelle de débit (cordelette, etc.), sont disposées de façon à permettre une manœuvre aisée (espace, solidité,...) du dispositif de commande.

9.5.2 Présence d'appareil à gaz raccordé

Le coupe-tirage de l'appareil peut être utilisé pour l'évacuation de l'air vicié dès lors que la partie basse de celui-ci est située à une hauteur minimale de 1,80 m du sol (Figure 9.8).

Si le coupe-tirage est situé à moins de 1,80 m, la sortie d'air vicié devra être réalisée par une bouche d'extraction mise en place sur un conduit de ventilation collectif ou individuel (article 15 de l'arrêté du 2 août 1977 modifié).

En présence d'une ventilation générale et permanente assurée par un système de ventilation naturelle hybride, dans les bâtiments disposant d'appareil non raccordé, une grille d'extraction de section fixe de 100 cm^2 n'est pas obligatoire (cf. arrêté du 2 août 1977 relatif aux règles techniques et de sécurité applicables aux installations de gaz combustible et d'hydrocarbures liquéfiés situées à l'intérieur des bâtiments d'habitation ou de leurs dépendances). La ventilation de la cuisine est assurée par une bouche d'extraction ou par le coupe-tirage de l'appareil à gaz raccordé s'il existe.

9.5.3 Hotte de cuisine, sèche-linge, climatiseur mono split,...

Selon l'arrêté du 24 mars 1982 (article 14), le raccordement de dispositifs mécaniques individuels équipés d'un ventilateur, au conduit d'extraction vertical, est interdit dans les habitations neuves et également en réhabilitation (par exemple : hotte, sèche-linge à évacuation, climatiseur mono split, bouche à hélice...).

9.6 Conduits horizontaux en logement

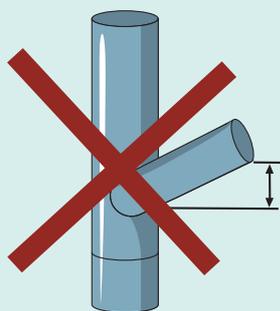


Figure 9.9 : pente des soffites

Installation des conduits horizontaux

Les conduits horizontaux doivent disposer d'une structure rigide afin de ne pas se déformer dans le temps, et être constitués par des matériaux auto-extinguibles.

Le conduit horizontal peut remplacer un passage de transit (voir chapitre 9.4), dans ce cas deux bouches d'extraction peuvent y être raccordées, l'une pour les sanitaires et l'autre pour la salle de bains.

Dès lors qu'ils respectent les longueurs affichées dans le chapitre conception, il n'y a pas d'obligation de réaliser une pente positive. En revanche, il est déconseillé de réaliser une pente créant un point du parcours plus bas que la bouche d'extraction.

Certains procédés possèdent leur propre méthode de montage. Se référer aux documentations des industriels.

9.7 Conduits verticaux

NOTA : En réhabilitation, les pressions motrices générées par les systèmes de ventilation naturelle et hybride font qu'ils peuvent être installés sur des conduits de ventilation ou de fumée existants, tels que les conduits

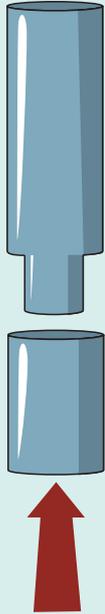


Figure 9.10 : exemple d'emboîtement



Figure 9.11 : exemple de dévoiement

collectifs type shunt ou individuels sans tubage ni chemisage (voir chapitre 5.5 Conduits verticaux). Dans le cas de la réutilisation de ces conduits, il convient de s'assurer que ces derniers sont ramonés, non obturés et ne présentent pas de fuites importantes.

9.7.1 Prescriptions générales

On distingue les conduits adaptés à la ventilation naturelle et hybride, fonctionnant en basse pression de ceux spécifiques à la ventilation haute pression (VMC).

Les conduits adaptés à la ventilation naturelle et hybride sont prévus pour fonctionner à des dépressions de l'ordre de 10 Pa et peuvent être moins étanches que les conduits adaptés à la ventilation mécanique, qui doivent supporter des dépressions de 100 Pa et plus.

Néanmoins, il faut apporter autant de minutie à la réalisation des différents conduits.

L'étanchéité à l'air dépend notamment des conditions d'emboîtement de scellement des conduits. Les bandes rétractables ou adhésives peuvent être utilisées, à condition d'entourer le conduit convenablement.

Les pièces de raccordement sont nécessairement mâle-femelle avec la pièce femelle tournée vers le haut.

Les conduits de ventilation peuvent être :

- des conduits individuels
- des conduits collecteurs à raccordement individuel de hauteur d'étage (conduit communément appelé shunt)

Selon les besoins, des conduits supplémentaires peuvent être installés dans le bâtiment.

Les conduits doivent être verticaux et les dévoiements éventuels doivent être au maximum de 45° et limités à 1 fois seulement.

Les conduits doivent avoir :

- une section uniforme et sans obstacles sur leur parcours
- une trappe de visite en pied de colonne pour la récupération des souillures
- des trappes de visite dans le logement afin d'être contrôlables

Le ou les derniers niveaux sont en sortie directe.

9.7.2 Nature des matériaux.

Les conduits sont dimensionnés et réalisés dans des matériaux conformément aux règles de protection incendie et avec le moins de pertes de charge possibles.

Les conduits rigides sont réalisés en section circulaire ou rectangulaire rigide. Les conduits flexibles ne sont pas admis. Incombustible (M1 minimum), on emploie généralement de l'aluminium ou de l'acier.

Les risques de corrosion étant plus importants en zone marine, une action significative limitant la corrosion devra être réalisée.

9.7.3 Section et épaisseur.

Pour les conduits de type :

- Conduits shunt,
- Conduits spiralés,
- Béton / métallique,
- Section rectangulaire / circulaire...

Quel que soit le matériau utilisé, on retient les diamètres nominaux définis par le dimensionnement de l'étude.

Les épaisseurs minimales à retenir sont les suivantes :

- selon NF EN 1505 et 1506 pour les conduits métalliques à section circulaire ou rectangulaire
- préconisation du fabricant pour les conduits maçonnés

9.7.4 Conduit vide-ordures.

On doit éviter en régime normal de fonctionnement mécanique l'introduction d'air en provenance du conduit vide-ordures. Il est alors préférable de l'isoler ou de ventiler selon les mêmes dépressions et asservissement que les autres conduits se trouvant dans le même logement.

9.7.5 Sécurité incendie

L'ensemble de l'installation doit répondre aux exigences de l'arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie dans les bâtiments d'habitation.

9.8 Débouché en toiture

9.8.1 Regroupement de conduits

Le regroupement de plusieurs conduits sous un même extracteur ou ventilateur est réalisable. Pour la fumisterie, il faut respecter le DTU 24.1.

9.8.2 Composant terminal

Le composant terminal est sélectionné en fonction de ses caractéristiques Débit/Pression dont le point de fonctionnement est conforme à l'objectif de débit à extraire.

Lorsque des conduits de fumées sont regroupés, la section de l'extracteur doit répondre aux exigences du NF DTU 24.1.



9.8.3 Antenne

À l'instar d'un effet de masque, les diverses antennes et autres paraboles sont soumises au même éloignement des émergences que les obstacles.

Pour la maintenance, en raison des puissances importantes qu'elles utilisent, les consignes particulières de sécurité doivent être respectées avec les antennes d'émission de type réseaux (diffusion, réseaux radio privés, GSM...), ainsi que pour les phénomènes de courants électromagnétiques CEM.

C'est pourquoi l'installation doit être faite en dehors de la zone de sécurité définie ci-dessous (en dehors de cette zone, il n'y a pas de risque particulier compte tenu de l'affaiblissement rapide de la puissance par la distance et du diagramme de rayonnement de l'antenne).

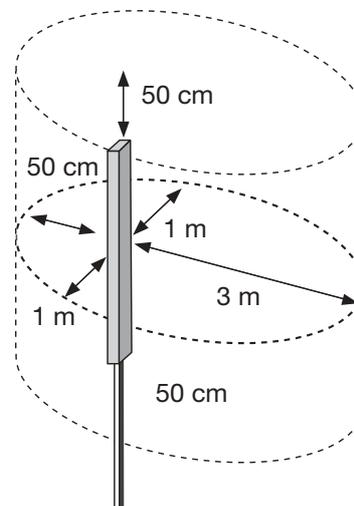


Figure 9.12 : exemple de zone d'installation interdite autour d'une antenne émettrice de téléphonie mobile

9.8.4 Pièces d'adaptation

Suivant la configuration des débouchés de conduits, il peut être nécessaire d'installer une pièce de forme aérodynamique (passage d'une section circulaire à une section rectangulaire sans angle vif) qui permet de réduire la perte de charge de l'ensemble.

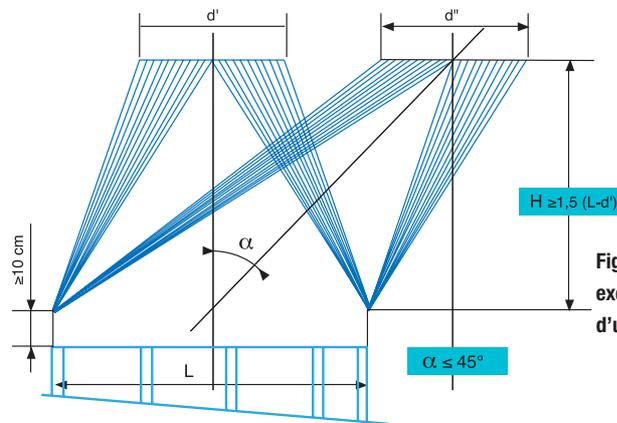


Figure 9.13 : exemple de réalisation d'une pièce d'adaptation

9.9 Extracteurs

Prescription générale

Ils sont situés hors des zones de turbulence ou d'effet de masque et en zone non confinée.

Lorsqu'ils sont motorisés, ils doivent être munis d'un système de détection de défaut de type sécurité positive afin de veiller en cas d'arrêt d'un extracteur (parmi plusieurs) sur un même empilement de logements à ne pas créer un risque de siphonnage. Le coffret d'alimentation doit être muni d'un sectionneur cadenassable suivant NF C15-100. À défaut, les extracteurs doivent être munis d'un interrupteur de proximité pour les arrêter lors d'une intervention d'un service agréé.

Ils doivent permettre l'évacuation des débits préconisés.

L'installation doit permettre le ramonage des conduits.

En cas de panne d'un extracteur statique, stato-mécanique ou ventilateur basse pression, motorisé, ce dernier doit permettre l'évacuation en tirage naturel.

9.10 Caisson

Pour les systèmes de ventilation hybride nécessitant la mise en place d'un caisson sur la toiture, l'installation du système doit se faire conformément au DTU 43.1 et 43.2 et permettre l'entretien et la réfection des ouvrages d'étanchéité (Figure 9.14 : mise en œuvre caisson). Le caisson sera positionné de préférence sur les parties communes afin d'éviter au maximum les transmissions sonores au logement.

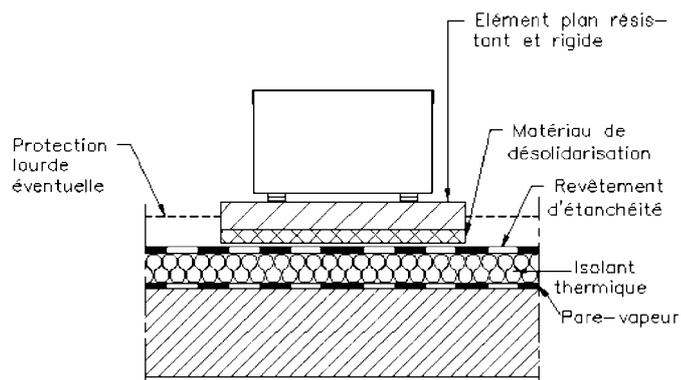


Figure 9.14 : exemple de mise en œuvre caisson

10 LA RÉCEPTION / L'ENTRETIEN / L'INSPECTION

La réception, l'entretien et l'inspection sont des phases indispensables pour assurer le bon fonctionnement du système de ventilation installé. L'ensemble des intervenants (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, bureau de contrôle, installateur, entreprise de maintenance) doivent être sensibles aux enjeux de ces phases. Il en est de même pour les occupants des locaux et utilisateurs du système de ventilation ; il est recommandé de les informer du type de système et de la manière dont ils peuvent pratiquer les premiers gestes d'entretien et signaler les éventuelles interventions nécessaires à son bon fonctionnement.

10.1 Démarche préalable

La préparation de ces phases est vitale. Il est donc nécessaire de se procurer le dossier de conception complet auprès de la maîtrise d'œuvre chargée de dimensionner la ventilation, ou de la maîtrise d'ouvrage.

Les pièces à posséder sont :

- description du bâtiment et type d'utilisation : collectif habitation / tertiaire
- plan du réseau
- documents techniques de la préconisation
- trace des produits réellement posés sur le chantier modèle et fabricant
- documentation technique du système complet, de son mode de fonctionnement et, le cas échéant, de son système d'asservissement
- notice d'entretien
- fiches de suivis de chantier sur la ventilation en cas de modifications.

10.2 La réception

Cette phase va permettre de valider l'installation correcte du système de ventilation.

Afin de vous guider dans la démarche, vous trouverez en Annexe 1 une « Fiche de réception de travaux » permettant de pointer les éléments à vérifier. Ces fiches sont issues de la norme NF EN 14134 :2004 « Ventilation des bâtiments - Essai de performances et contrôles d'installation des systèmes de ventilation résidentiels ». Elles permettent de vérifier la conformité aux prescriptions relatives au système de ventilation mis en place, son bon fonctionnement et la présence d'information relatives à ce système

Les fiches techniques du constructeur sont à utiliser pour les points de fonctionnement particuliers.

10.2.1 Conformité de la pose :

a) Par rapport au dossier de conception (préconisations) :

- nombre et emplacement des entrées d'air par pièce ou la somme des modules équivalente + caractéristiques acoustiques ;
- nombre et emplacement des bouches d'extraction avec caractéristiques adéquates en aéralique et acoustique ;
- système d'assistance : type + caractéristiques...

b) Vérification de la bonne pose :

- positionnement des entrées d'air par rapport aux mortaises ;
- raccordement des bouches d'extraction et de tout le réseau aéralique ;
- détalonnages et/ou passages de transit correctement effectués ;
- système d'assistance bien fixé au bâti ;
- accessibilité du réseau pour le ramonage, mise en place des trappes...

10.2.2 Fonctionnement du système

a) Ventilation hybride

- raccordement des sondes de régulation aux boîtiers de commande ;
- vérification du fonctionnment des alarmes, tests de fonctionnement et tests de panne ;
- raccordement au réseau électrique ;
- détection des éventuels problèmes de vibrations ;
- fonctionnement du réseau : mesure des débits ou test fumigène (en l'état+ en régime forcé si possible)...

b) Programmation / régulation

En fonction des périodes d'utilisation du bâtiment (habitat, bureaux, enseignement...), vérification de la programmation éventuelle (les plages de fonctionnement correspondent aux plages d'utilisation), et le calage de l'horloge.

10.2.3 Informations disponibles

Vérification de la transmission/mise à disposition des informations sur l'utilisation du système et sa maintenance : fiches de maintenance ; coordonnées de l'organisme de maintenance ;...

10.3 L'entretien

Cette phase est indispensable pour garantir la bonne exploitation du système de ventilation. Souvent réalisées par une entreprise de maintenance, certaines interventions nécessitent la participation de techniciens qualifiés ayant de bonnes connaissances en systèmes de ventilation.

L'entretien et la maintenance doivent être réalisés régulièrement (tous les 6 mois à 5 ans suivant les éléments du système de ventilation et leur utilisation). L'occupant et/ou l'utilisateur peuvent intervenir simplement pour le nettoyage (dépoussiérage) des entrées d'air et des bouches d'extraction. Bien entendu, cela ne dispense de l'intervention d'une entreprise de maintenance pour une intervention régulière plus poussée.

Afin de vous guider dans la démarche, vous trouverez en Annexe 2 une « Fiche d'entretien » permettant de pointer les éléments à vérifier, le type de personne pouvant intervenir et la fréquence d'entretien des éléments.

Les fiches techniques du constructeur sont à utiliser pour les points de fonctionnement particuliers.

10.4 L'inspection

Cette phase va plus loin que la réception ou la maintenance puisqu'elle procède à la vérification du fonctionnement en mode normal, les irrégularités, la robustesse et la fiabilité du système.

Le dossier technique d'origine (prescription) et les carnets de maintenance sont des outils indispensables au moment de l'inspection.

Les phases d'inspection sont décrites dans la norme NF EN 15239 : 2007 « Ventilation des bâtiments - Performance énergétique des bâtiments - Lignes directrices pour l'inspection des systèmes de ventilation ».

Vu la grande diversité d'installation, d'architecture, de construction des bâtiments, la démarche de vérification doit être adaptée autant que possible au bâtiment.

Dans cette phase, des mesures ou simulations (température, humidité, vitesse du vent, heures d'essais, débits, pressions, détections, modulation, cas de panne, sécurité...) peuvent être nécessaires afin de bien valider l'inspection. Les mesures et essais doivent être consignés dans un rapport. S'il est établi que le programme de maintenance mis en place est de bonne qualité, les points de vérification peuvent être allégés.

En règle générale, l'inspection contient les points suivants :

Instructions de fonctionnement et de maintenance	Doivent être disponibles pour tous types de ventilation
Renouvellement d'air	Pour des bâtiments en ventilation naturelle, il n'est pas utile de mesurer les débits d'air en instantané (dépendent trop des conditions extérieures). Il convient de se renseigner sur le dimensionnement du système et de vérifier qu'il n'y a pas eu de déviance par rapport aux préconisations. Vérifier que les conduits et les extracteurs n'ont pas été obstrués
Humidité	Une attention particulière doit être portée sur les zones à forte production d'humidité : attention à l'humidité stagnante. (une forte concentration en humidité ≠ bactéries ≠ odeur)
Ventilateur et systèmes de ventilation	Vérifier les performances des systèmes (ventilateurs, pompes, filtres, humidificateurs...). Vérification visuelle de la perméabilité et de la propreté
Méthodes de mesures	Les mesures effectuées doivent suivre rigoureusement les méthodes décrites et les appareils utilisés doivent être calibrés. Pour une extraction naturelle ou hybride, le rapport doit indiquer comment l'entrée d'air neuf est dimensionnée.
Émission de gaz de l'environnement	Pour des environnements spécifiques où la ventilation doit permettre de faire diminuer le taux (par exemple CO ₂ , COV...)
Bruit / vibration	Si le système produit un bruit inconfortable ou montre une faible isolation phonique, déterminer les causes. Vérification des organes d'atténuation du bruit. Pour des vibrations excessives, vérifier les conditions de montage anti vibratoires, les roulements de ventilateur, ...
Dépôts dans les réseaux de ventilation	Des conseils au cours de l'inspection peuvent être donnés pour le nettoyage des systèmes d'extraction et d'amenée d'air pour garantir une bonne QAI. Noter dans le rapport d'inspection l'apparente propreté du réseau.

Tableau 17 : points de vérification

Amenée d'air directe et indirecte

* Une amenée d'air est dite directe lorsque dans un système de ventilation l'air prélevé dans l'atmosphère extérieure pénètre directement dans le local où se trouve(nt) le (ou les) appareil(s) d'utilisation, par un conduit ou par des passages aménagés dans les parois extérieures du local.

* Une amenée d'air est dite indirecte lorsque dans un système de ventilation, l'air prélevé dans l'atmosphère extérieure pénètre tout d'abord dans un ou des locaux ne contenant pas les appareils d'utilisation à alimenter et transite ensuite dans le local qui contient ceux-ci (pièce de service).

Appareil à circuit de combustion étanche (dit de type «C»)

Un appareil est dit à circuit étanche lorsque le circuit de combustion (alimentation en air, chambre de combustion, évacuation des produits de combustion) ne communique en aucune de ses parties avec l'air du local où cet appareil est installé ou avec l'air des locaux traversés par le circuit de combustion. L'appareil comporte des dispositifs spécifiques d'alimentation en air et d'évacuation des produits de combustion qui prélèvent l'air et renvoient les gaz brûlés à l'extérieur. Il n'existe pas d'interaction entre la ventilation du local et le fonctionnement de l'appareil.

Appareil raccordé - appareil raccordé (dit de type «B»)

Un appareil est raccordé (dit de type «B») lorsque les produits de la combustion sont évacués à l'extérieur de l'immeuble par un conduit de raccordement le reliant à un conduit d'évacuation ou à un autre dispositif d'évacuation. S'il n'en est pas ainsi, l'appareil est dit non raccordé (dit de type «A»).

Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX)

Le domaine de l'ATEX est le même que celui de l'Avis Technique, en amont duquel elle se situe ; comme l'Avis Technique, l'ATEX n'a aucun caractère d'obligation : c'est une procédure volontaire mise à la disposition des intervenants pour faciliter l'exécution des premières réalisations dans les meilleures conditions. À la différence de l'Avis Technique, qui est de portée générale et se prononce sur toutes les possibilités d'emploi du matériau ou de la technique présentée, l'ATEX ne s'applique qu'à un nombre déterminé de réalisations. Elle se limite à apprécier en termes concis si la sécurité paraît assurée, si la fabrication ou la mise en œuvre pose des problèmes particuliers, enfin si des désordres sont à craindre et, dans l'affirmative, quelles seraient leur gravité et les possibilités de réparation.

Auto-extinguible

Se dit d'une substance pouvant brûler dans une flamme mais s'éteignant d'elle-même dès qu'on l'a retirée.

Avis Technique (ATec)

L'Avis Technique, institué par l'arrêté interministériel du 2 décembre 1969, fait suite et se substitue au jugement d'aptitude à l'emploi que constituait l'agrément du CSTB (arrêté du 3 septembre 1958). Il s'applique à un produit ou à un procédé mis en œuvre dans des conditions définies pour un emploi également défini et se rapporte au comportement de l'ouvrage. Une commission chargée de formuler des Avis Techniques a été instituée. Le président et les membres sont désignés par le ministre chargé de la construction. Cette commission a elle-même constitué des groupes spécialisés d'experts pour formuler les Avis Techniques concernant les produits et procédés relevant de leur domaine de compétence. Le CSTB assure le secrétariat de la commission, nommée par le ministre, instruit les demandes d'Avis et les rapporte devant les groupes spécialisés.

Il enregistre et publie les Avis Techniques pour lesquels une appréciation

favorable ou réservée a pu être formulée. Il existe actuellement 20 groupes spécialisés (GS). L'Avis Technique concerne : les procédés, matériaux, éléments ou équipements utilisés dans la construction, dont la nouveauté ou l'emploi qui en est fait ne permet pas la normalisation, et qui ne peuvent être appréciés par référence aux documents normatifs existants (normes, DTU, CCTG de l'État) ni par rapport aux règles de l'art attachées aux techniques éprouvées de longue date. Sont exclus de ce domaine les produits destinés uniquement à la décoration et à l'ameublement. Les Avis Techniques sont des documents d'information. Ils ne sont pas obligatoires et n'ont aucun caractère réglementaire particulier.

Boisseaux

Composant d'un conduit de fumée ; peut être en béton, en terre cuite ou en céramique et dont la hauteur est limitée à 50 cm.

Bouche d'extraction

Dispositif raccordé à un système d'extraction de ventilation hybride ou naturelle permettant l'extraction de l'air d'un local, conjointement ou non avec des produits de la combustion d'un appareil gaz.

CO

Produit provenant de la combustion du carbone du combustible avec l'oxygène de l'air, en quantité insuffisante pour former du CO₂.

CO₂

Produit provenant de la combustion du carbone du combustible avec l'oxygène de l'air lorsque la combustion est complète.

COV

Composés organiques volatils.

Condensation

Transformation de la vapeur en liquide.

Conduit d'évacuation des produits de combustion

Conduit par lequel les produits de combustion du gaz naturel sont évacués vers l'extérieur ; conduit de cheminée, conduit de gaz brûlés, conduit de fumée.

On distingue plusieurs types de conduits : shunt, alsace, individuel.

Contrat d'entretien

Visite d'entretien annuelle obligatoire de l'installation de chauffage. L'ensemble des prestations que comprend un contrat d'entretien est clairement défini dans la norme NF X 50-010. Par ailleurs, le règlement sanitaire départemental type prévoit un ramonage annuel obligatoire des conduits de fumée. Le contrat d'entretien permet de maintenir la chaudière et l'installation dans de bonnes conditions de rendement et de fonctionnement, avec une sécurité maximale.

Déperdition

Flux de chaleur, mesurable en kW, qui s'échappe de l'enveloppe d'un bâtiment ou d'un logement à travers ses parois, ainsi que par le renouvellement d'air et l'évacuation des gaz brûlés. L'apport calorifique du chauffage, les apports internes et les apports gratuits (soleil) doivent pouvoir compenser ces déperditions pour maintenir la température d'ambiance souhaitable, dite température de confort. La ventilation et l'isolation thermique sont les éléments essentiels agissant sur la limitation des déperditions.

Dévoisement

Déviations ou portions obliques d'un conduit de fumée ou d'une descente de gouttière par rapport à la verticale.

Un seul dévoisement est admis dans un conduit de fumée, et il ne doit pas excéder, de façon générale, 20° par rapport à la verticale ; par exception,

si le matériau des parois ou le chemisage sont lisses, il peut atteindre 45° pour des hauteurs de conduit inférieures à 5 m (voir les DTU 24.1 et 24.2).

Diagnostic de performance énergétique

Diagnostic obligatoire à fournir dans le cadre de la vente ou de la location d'un bien immobilier. Ce diagnostic doit faire apparaître la consommation énergétique du bien, effectuer une comparaison avec des situations de référence et fournir des recommandations et priorités sur les travaux pour la diminuer.

Dispositif anti-débordement (ou SPOTT)

Équipement de sécurité des appareils à gaz destinés à être raccordés à un conduit de fumée à tirage naturel. Il a pour rôle de mettre soit momentanément à l'arrêt, soit en sécurité, l'appareil en cas de tirage thermique accidentellement ou temporairement insuffisant. Il est constitué d'un dispositif de contrôle de l'atmosphère ou de contrôle de la température au niveau du coupe-tirage. SPOTT signifie « système permanent d'observation du tirage thermique ».

Dispositif de sécurité collective (DSC)

Système de sécurité installé dans les immeubles équipés d'une VMC-Gaz, auquel sont raccordées les chaudières de l'immeuble. Lors de la détection de toute anomalie ou incident sur le fonctionnement de la VMC-Gaz, ce système arrête automatiquement le fonctionnement des chaudières. Tout immeuble équipé d'une VMC-Gaz doit obligatoirement être équipé d'un DSC.

DTU

Un document technique unifié ou DTU est un document applicable aux marchés de travaux de bâtiment. Les DTU sont principalement :

- * des Cahiers de clauses techniques (CCT) (appelés à l'origine cahiers des charges) qui indiquent les conditions techniques que doivent respecter les entrepreneurs pour le choix et la mise en œuvre des matériaux dans l'exécution des travaux des différents corps d'état ;

- * des Règles de calcul qui permettent de dimensionner les ouvrages en fonction des conditions d'exploitation ou des sites de construction ; des Cahiers des clauses spéciales (CCS) qui accompagnent les Cahiers des clauses techniques et définissent les clauses technico-administratives, en particulier celles permettant de lever les difficultés surgies dans l'application du CCT et celles définissant les limites normales des prestations et les obligations vis-à-vis des autres corps d'État.

Ces trois types de documents sont d'application contractuelle. Il existe d'autres documents DTU tels que mémentos et guides de choix, utiles à la conception des ouvrages mais n'étant pas destinés à être imposés à l'entrepreneur. Un certain nombre de documents en sont restés au stade originel de DTU, en attendant leur révision ou transformation à l'issue de laquelle un statut approprié sera attribué pour chacun. À l'heure actuelle, les règles de calcul qui ne sont pas en cours de révision n'ont pas été transformées en normes et ont gardé leur statut de DTU. Il convient aussi de noter que tout texte, même transformé en norme, garde sa référence DTU.

EVAPDC

Évacuation des produits de combustion.

Gaine technique

Espace faisant partie du bâti et contenant une ou plusieurs canalisations et/ou fourreaux. Elle doit être fermée tout en restant accessible. Une gaine technique peut prendre place sur plusieurs niveaux, par exemple depuis le sous-sol abritant la chaufferie jusqu'au dernier étage d'un immeuble. Des prescriptions particulières peuvent être imposées aux parois de la gaine quant à leur nature et leur résistance au feu.

Humidité relative

Rapport, exprimé en pourcentage, entre la masse d'eau contenue dans l'air et celle que contiendrait le même volume d'air, dans les mêmes conditions, s'il était saturé d'eau.

Hygroréglable

Qui régule en fonction du taux d'humidité ambiant.

Kilowatt (kW)

Unité de mesure qui exprime la puissance d'un appareil.

Kilowattheure (kWh)

Unité de mesure de la quantité d'énergie consommée par un appareil en fonction de son temps d'utilisation.

Module

Débit traversant une entrée d'air sous 20 Pa
Caractéristique déclarée suivant la NF E 51-732.

Mortaise

Réservation dans les huisseries, définie dans la NF E 51-732 qui permet la fixation des entrées d'air.

Produits de combustion

Gaz brûlés dus à la combustion du gaz naturel. Ils contiennent essentiellement du dioxyde de carbone (CO₂) et de la vapeur d'eau (H₂O).

Puissance

Quantité d'énergie par unité de temps fournie ou consommée par un système.

Puissance nominale

La puissance nominale d'un appareil est la valeur de la puissance utile indiquée par le fabricant, exprimée en kilowatts (kW).

Puissance utile

La puissance utile d'un appareil est la quantité de chaleur transmise au fluide caloporteur par unité de temps, exprimée en kilowatts (kW).

QAI

Qualité d'air intérieur.

Règles de l'art

Elles regroupent les principales prescriptions techniques reconnues par les professions du bâtiment et concourent à la réalisation d'ouvrages performants, fiables et sûrs. Les principales règles de l'art intéressant les installations de gaz, sont de deux types : les Documents Techniques Unifiés (DTU) du CSTB, et les spécifications techniques ATG de l'Association française de l'industrie du gaz en France.

SPOTT (Système permanent d'observation du tirage thermique)

Voir dispositif anti-débordement.

Soffite

Conduit horizontal (installé dans le logement) qui relie les bouches d'extraction des pièces de service ne possédant pas un conduit d'évacuation contigu et appartenant à un même logement.

Sortie d'air

Voir Ventilation du logement.

Shunt (conduit)

Conduit collectif d'évacuation des produits de combustion (conduits polycombustibles et spéciaux gaz) ou de ventilation (conduits mixtes), composé d'un collecteur principal de 400 cm³ et d'un conduit de raccordement individuel de 250 cm³.

Température de consigne

Température à partir de laquelle l'assistance mécanique se met en route. Si la température extérieure est supérieure à la température de consigne, l'assistance mécanique permet de rétablir le tirage naturel. Cette donnée est disponible auprès des industriels.

Trainasse

Voir Soffite

Ventilation

Apport d'air neuf de l'extérieur pour renouveler l'air du logement et extraire l'air vicié.

Venturi

L'effet Venturi, du nom du physicien italien Giovanni Battista Venturi (1746-1822), est utilisé pour créer une dépression et ainsi réaliser une aspiration au débouché d'un conduit de cheminée ou de ventilation.

Vitesse de vent de consigne

Vitesse de vent à partir de laquelle l'assistance mécanique s'enclenche. Si la vitesse de vent du site est inférieure à la vitesse de vent de consigne, l'assistance s'enclenche. Cette donnée est disponible auprès des industriels.

Ventilation naturelle

Système qui exploite les forces motrices naturelles que sont le tirage thermique et le vent pour extraire l'air vicié des locaux. Il est constitué d'entrées d'air, de passages de transit, de bouches d'extraction, de conduits verticaux et d'extracteurs statiques. Les moteurs naturels créent une dépression dans les conduits verticaux de ventilation, ce qui entraîne une circulation de l'air de l'intérieur du logement vers l'extérieur par ces conduits.

NOTE : Ce système peut desservir ou non des appareils à gaz raccordés.

Ventilation hybride

Ce système optimise l'exploitation des forces motrices naturelles en les associant à une assistance mécanique basse pression. L'assistance mécanique - pouvant être non permanente - est pilotée par un système de contrôle intelligent.

NOTE : Ce système peut desservir ou non des appareils à gaz raccordés.

Un asservissement du fonctionnement des appareils gaz raccordés au fonctionnement du dispositif d'assistance mécanique au tirage n'est pas nécessaire dans la mesure où le dimensionnement des conduits est conforme aux règles Gaz de France NF DTU 61.1 et NF DTU 24.1.

ANNEXES

ANNEXE 1 : FICHE DE RÉCEPTION DE TRAVAUX

Fiche de Réception de travaux - Ventilation Naturelle / Hybride					
<i>Cette liste permet de pointer les éléments conforme ou non aux prescriptions relatives au système de ventilation mis en œuvre.</i>					
LOGEMENT	Mortaise Nombre Forme Taille conforme aux prescriptions	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non Conforme		
	Entrées d'air Nombre Position et Répartition Modèle conforme aux prescriptions Fixation	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non Conforme	
	Détalonnages ou passages de transit Nombre Forme Taille conforme aux prescriptions	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non Conforme	
	Porte palière Etanchéité	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non Conforme	
	Grille d'extraction Nombre Répartition Modèle conforme aux prescriptions Fixation Fonctionnement (double débit / détection)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non Conforme	
	RESEAU	Conduit Section Certificat de vacuité (ramonage) Présence des trappes de ramonage Présence des pieds de conduits Débouché en toiture (hauteur/obstacle)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non Conforme	
		Extracteur statique Nombre Répartition Regroupement de conduits conforme Modèle conforme aux prescriptions Fixation (plénum et quincaillerie)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non Conforme
		Ventilateur (Extracteur) hybride Nombre Répartition Regroupement de conduits conforme Modèle conforme aux prescriptions Fixation (plénum et quincaillerie) Fonctionnement (régulation) Simulation cas de panne	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non Conforme
		Alimentation électrique (coffret et câbles) Nombre Répartition Modèle conforme aux prescriptions Fonctionnement (régulation) Simulation cas de panne Calibrage du réseau électrique	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non Conforme
		Soufflante (système par induction) Nombre Répartition Regroupement de conduits conforme Modèle conforme aux prescriptions Alimentation Fonctionnement (régulation) Calibrage du réseau pneumatique Fuite réseau pneumatique	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non Conforme

ANNEXE 2 : FICHE D'ENTRETIEN

Fiche d'entretien - Ventilation Naturelle / Hybride

Cette liste permet de pointer les éléments à entretenir pour le système de ventilation.

En outre, nous recommandons de se reporter aux documentations et recommandations du fabricant du système de ventilation mis en œuvre.

		Fréquence			
		Occupant	Technicien	Qualité	
LOGEMENT	Entrées d'air				
	Nombre	1 an	X		
	Etat	1 an	X		
	Si remplacement, installer un modèle conforme aux prescriptions	-	X		
	Vérifier la fixation	1 an	X		
	Nettoyage chiffon sec ou légèrement humide	1/2 an	X		
	Nettoyage	1 an	X		
	Porte palière				
	Étanchéité	1 an	X		
	Grille d'extraction				
	Nombre	1 an	X		
	Etat	1 an	X		
	Si remplacement, installer un modèle conforme aux prescriptions	-	X		
	Vérifier la fixation	1 an	X		
	Nettoyage chiffon sec ou légèrement humide	1/2 an	X		
	Nettoyage chiffon sec ou légèrement humide	1 an	X		
	Nettoyage par dégraissage (bouche cuisine)	2 ans	X		
	Fonctionnement (double débit / détection)	1 an	X		
Remplacement éventuel des piles	2 ans	X			
RESEAU	Conduit de ventilation				
	Certificat de vacuité (ramonage)	5ans		X	
	Présence des trappes de ramonage	5ans		X	
	Présence des pieds de conduits	5ans		X	
	Conduit de fumée				
	Certificat de vacuité (ramonage)	1 an		X	
	Présence des trappes de ramonage	1 an		X	
	Présence des pieds de conduits	1 an		X	
	*Sonde de température, contrôle de la pression, Anémomètre....				
	** EVAPDC : Evacuation de produits de combustion				
	EN FONCTION DU TYPE DE SYSTEME D'ASSISTANCE	Extracteur statique			
		Etat général	1 an	X	
		Fixation (plénum et quincaillerie)	1 an	X	
		Si remplacement, installer un modèle conforme aux prescriptions	-	X	
		Ventilateur (Extracteur) hybride			
		Etat général	1 an	X	
		Fixation (plénum et quincaillerie) en ventilation	2 ans	X	
		Fixation (plénum et quincaillerie) en EVAPDC	1 an	X	
Si remplacement, installer un modèle conforme aux prescriptions		-		X	
Serrage turbines, et organes mobiles		1 an		X	
Eléments de détection et de pilotage*		2 ans		X	
Fonctionnement (test régulation)		2 ans		X	
Nettoyage des pales (en ventilation)		2 ans		X	
Nettoyage des pales (en EVAPDC**)		1 an		X	
Connexions électriques		1 an		X	
Organe(s) de sécurité		1 an		X	
Simulation cas de panne		2 ans		X	
Alimentation électrique (coffret et câbles)					
Etat général et étanchéité	1 an		X		
Fixation (plénum et quincaillerie)	1 an		X		
Si remplacement, installer un modèle conforme aux prescriptions	-		X		
Fonctionnement (régulation)	1 an		X		
Simulation cas de panne	1 an		X		
Cablage du réseau électrique	1 an		X		
Soufflante (système par induction)					
Etat général et étanchéité	1 an		X		
Fixation	1 an		X		
Si remplacement, installer un modèle conforme aux prescriptions	-		X		
Alimentation	1 an		X		
Fuite réseau pneumatique	1 an		X		
Assistance par insufflation					
Etat général des cannes crosses et buses	1 an		X		
Fixation	1 an		X		
Si remplacement, installer un modèle conforme aux prescriptions	-		X		
Orientation des cannes crosses	1 an		X		
Nettoyage des buses	1 an		X		

En complément de cette liste, nous recommandons un contrôle olfactif et visuel de l'état des logements et du système de ventilation : odeurs, moisissures, ambiance humide, bruits, occupation et activité dans le local. Ces éléments peuvent vous orienter vers les sources de désordre.

ANNEXE 3 : FICHE EXPÉRIMENTALE

LYCÉE HOE JEAN-VILAR (VILLENEUVE-LÈS-AVIGNON)

A Objet

Réalisation d'un lycée HQE avec intégration d'une ventilation hybride pour la ventilation des salles de cours.

B Lieux



Lycée Jean-Vilar à Villeneuve-lès-Avignon (30)

C Acteurs / Partenaire(s)

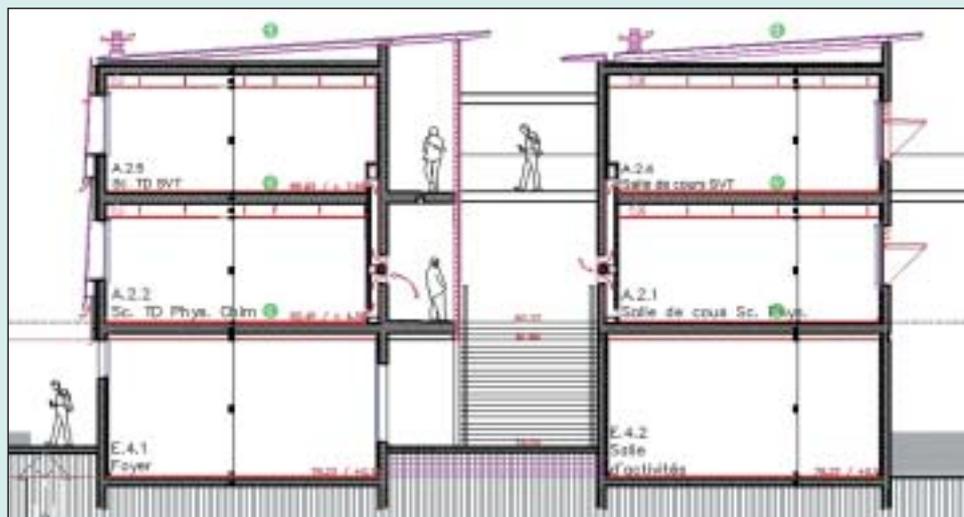
Agence d'architecture Boyer-Percheron-Assus à Montpellier (34)
Bureau d'étude HQE ADRET-Ingénieurs Associés à La Seyne-sur-Mer (83)

D Date de réalisation

Septembre 2007

E Bâtiment(s)

Le principe d'une seule ouverture qui irrigue les deux entrées d'air a été retenu, l'une vers le haut et l'autre vers le bas, et nous avons réalisé deux ouvertures pour deux entrées d'air, toutes deux fonctionnant de bas (extérieur) en haut (intérieur). Nous réalisons ainsi « une chicane » qui permet à l'air frais d'être aspiré quand le système est en position ouverte et en tirage (naturel ou mécanique), mais nous l'empêchons de « siphonner » en période de fermeture des extractions.



F Travaux

Entreprise SELMAC pour les gaines et la pose des extracteurs

G Approche ventilation

La situation géographique de Villeneuve-lès-Avignon fait de ce lieu un plateau où le mistral est le principal acteur des scénarios de ventilation.

Mise en œuvre d'une ventilation hybride des salles de classe avec rafraîchissement nocturne en période estivale. Les extracteurs hybrides MAXIVENT sont intégrés à la toiture.

Pilotage et surveillance de l'installation par GTB avec ouverture et fermeture automatique des registres d'extraction pendant la période de chauffage, définie du 15 octobre au 1^{er} mai.

Le système régule en fonction du gradient de température externe et de la vitesse du vent.

Le gymnase de ce lycée est équipé d'un système équivalent, avec régulation sur la différence de température intérieure et extérieure, la vitesse du vent et le temps d'occupation de la salle.

Les registres d'extraction sont fermés pendant la période de chauffage et d'inoccupation, le pilotage est réalisé par automate.

H Méthodologie / Mesures / Statistiques

Relevé de mesures par débitmètre en respect des exigences réglementaires.

Régulation de la ventilation hybride :

La loi de régulation a été définie en partenariat avec les sociétés VTI et ADRET. Elle vise à ventiler en adéquation avec les scénarios d'utilisation des salles de cours. Une communication avec un système central de type GTB permet de transmettre l'ordre de mise en route au système de ventilation et, ainsi, de ventiler uniquement pendant les périodes d'utilisation des locaux.

Trois cycles principaux sont utilisés :

Ventilation en période d'occupation :

La ventilation naturelle fonctionne durant les conditions climatiques suivantes :

Vitesse du vent > à 5,5m/s

Température < à 8°C.

Les compléments d'extraction sont assurés, mécaniquement par les extracteurs hybrides MAXIVENT.

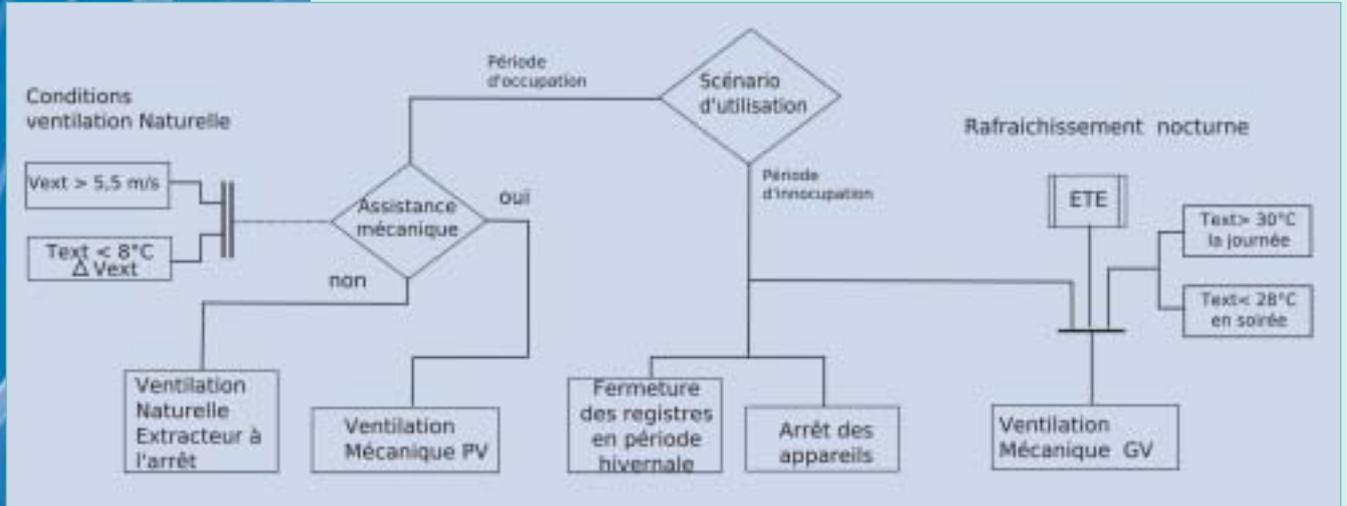
Limitation des déperditions énergétiques :

En période d'inoccupation, les appareils sont mis à l'arrêt. Le calendrier est géré par la GTB, qui transmet la consigne. En période de chauffage, des registres viennent limiter les déperditions thermiques en obturant les conduits pendant la période d'inoccupation.

Rafrâichissement nocturne:

En période estivale, lorsque la température extérieure a dépassé 30°C et qu'elle est redescendue en dessous des 28°C dans la soirée (une mesure de la température intérieure permet de lancer le cycle de rafraîchissement nocturne).

Algorithme de régulation:



I Commentaires

Pour les entrées d'air, seule la partie du bâtiment dont l'aile sud dépasse, et donc présente une entrée d'air non protégée du mistral, a révélé de l'inconfort. Pour l'extraction, les bouches étant finalement dissimulées par le faux plafond, la communication entre le plénum derrière le faux plafond et l'espace de la salle se faisant par des vides de 5% de la surface de la salle, il n'y a pas de ressenti particulier vis-à-vis de son fonctionnement.

La partie architecturale a utilisé des coursives extérieures et une répartition du bâti sur le site pour organiser le ralentissement du vent. Ces dispositions sont encore à améliorer. Mais les coursives extérieures permettent de diminuer énormément la surface chauffée, c'est un concept et un parti architectural spécial.

Il nous reste à vérifier que la consommation d'énergie générée par ce système de ventilation n'est pas excessive. Nous sommes en train d'analyser les résultats sur la saison de chauffe qui vient de se passer.

ÉTUDE HR-VENT À NANGIS (77)

J Objet

L'objet du projet HR-VENT a été de réaliser en vraie grandeur une validation et une actualisation des connaissances sur le fonctionnement de la ventilation naturelle en général, et plus particulièrement sur le rôle de la ventilation hygroréglable et de l'assistance mécanique (ventilation hybride). Le rapport résumé de cette expérimentation est disponible sur le site www.acthys-gie.fr

Le projet a permis de connaître, vérifier et valider :

- l'influence des facteurs météorologiques sur la ventilation
- l'évolution des paramètres climatiques
- les performances de la ventilation naturelle hygroréglable
- les performances et les apports de l'assistance mécanique VBP-HELYS
- le fonctionnement des appareils à gaz avec ce système
- la qualité du renouvellement d'air

En considérant que les bâtiments « destinés » à la rénovation sont ceux construits avant 1975 car il n'existait alors aucune réglementation thermique en France, ce sont environ 17 millions de logements qui constituent un gisement de gains énergétiques majeurs, et pour lequel la recherche de solutions techniques adaptées et performantes apparaît essentielle.

K Lieux

Le site choisi est un ensemble d'immeubles d'habitation situés à Nangis en Seine-et-Marne, appartenant au Logement Français.

Pilotée par la société Aereco, l'expérimentation a porté sur 5 bâtiments (*Figure 1*) retenus pour leurs typologies hétérogènes et représentatives parmi 56 bâtiments.



Figure 1 : vue d'ensemble

L Acteurs / Partenaire(s)

Pilotée par Aereco, l'expérimentation a été menée en collaboration avec le CSTB, Gaz de France, ACTHYS et SOCOTEC. Nous soulignons également le rôle important joué par le maître d'ouvrage Logement Français, qui a su collaborer de la meilleure façon avec les techniciens mobilisés sur le projet.

M Date de réalisation

Dans le cadre de cette étude, 55 logements occupés ont ainsi été équipés et instrumentés durant deux années, de janvier 2004 à décembre 2005.

N Bâtiment(s)

L'expérimentation a porté sur 5 bâtiments (2 x R+2 ; 1 x R+3 ; 2 x R+4), retenus pour leurs typologies hétérogènes et représentatives parmi 56 bâtiments. 55 logements occupés ont fait partie de l'étude (du F2 au F5).

Variabilité des hauteurs des bâtiments

En choisissant des bâtiments dont les hauteurs varient de 3 à 5 niveaux (Figure 2), les pilotes du projet ont voulu se donner la possibilité de comparer et de mesurer l'influence du tirage thermique, mais également de la vitesse et de l'orientation du vent.

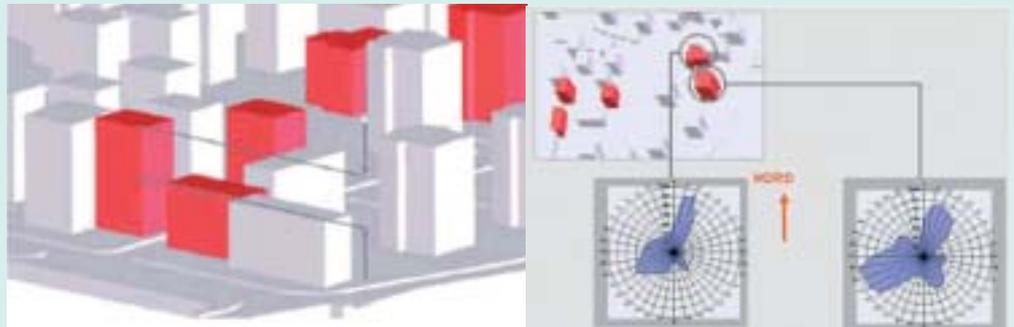


Figure 2 : niveaux des bâtiments

O Travaux

Dans chaque bâtiment, chaque pile de logements a été instrumentée selon le schéma présenté ci-contre. Chaque minute, l'ensemble des appareils de mesure situés dans les logements envoie ses informations à l'armoire de gestion des mesures qui les stocke, évitant ainsi les interventions dans les logements. Les informations sont acheminées via un réseau de câbles utilisant les conduits de ventilation.

P Approche ventilation

Le système complet se présente selon le schéma Figure 3. L'air neuf est admis par les entrées d'air hygoréglables (1) situées au-dessus des fenêtres dans les pièces principales (chambres et séjour). L'air vicié est évacué dans les pièces techniques (toilettes, salle de bains, cuisine) par des grilles d'extraction hygoréglables (2) raccordées au conduit (3) connecté au ventilateur d'assistance mécanique basse pression (ventilateur VBP-HELYS) à l'extérieur du logement en débouché de conduits (4).

Le nouveau système utilise les conduits existants de la ventilation naturelle. Il entre dans la catégorie des systèmes de ventilation dits « hybrides », dans la mesure où il utilise le dimensionnement de la ventilation naturelle (sections de passage des grilles et des conduits), avec le soutien d'une assistance mécanique à fonctionnement intermittent (vitesse adaptée au tirage thermique).



Figure 3 : implantation du système hybride

Q Méthodologie / Statistiques

Pendant 2 ans et chaque minute, les données suivantes ont été mesurées automatiquement et stockées sur disque dur :

STATION MÉTÉO

- Température
- Humidité relative
- Vitesse du vent
- Orientation du vent

CUISINE

- Pression (> débit)
- Température
- Humidité relative
- Fonctionnement des appareils à gaz

SALLE DE BAINS - TOILETTES

- Pression
- Température
- Humidité relative
- Ouverture de grille (> débit)

Les mesures réalisées dans le cadre de l'expérimentation menée sur le site de Nangis ont confirmé les performances du système de ventilation hygroréglable dans sa capacité à améliorer la qualité de l'air intérieur, à diminuer les risques de condensation et à limiter les déperditions thermiques. Son rôle stabilisateur a pu être mis en évidence : il atténue les déséquilibres de débits entre les étages, et limite les variations de débit sur l'année en offrant une réelle maîtrise des moteurs naturels.

Les résultats ont par ailleurs montré (Figure 4) que l'assistance mécanique « VBP-HELYS » permet d'optimiser les performances de la ventilation naturelle : avec une consommation de seulement 5 W par logement, le ventilateur augmente les niveaux de pressions et ainsi assure les débits hygiéniques toute l'année. À quelques exceptions près où la limite basse de 3 Pa n'était pas atteinte et où la limite haute des 10 Pa était dépassée (notamment au dernier niveau du R+4), les mesures ont également permis de vérifier que les niveaux de pressions sont en général compatibles avec le bon fonctionnement des appareils à gaz raccordés de type « chauffe-eau ».

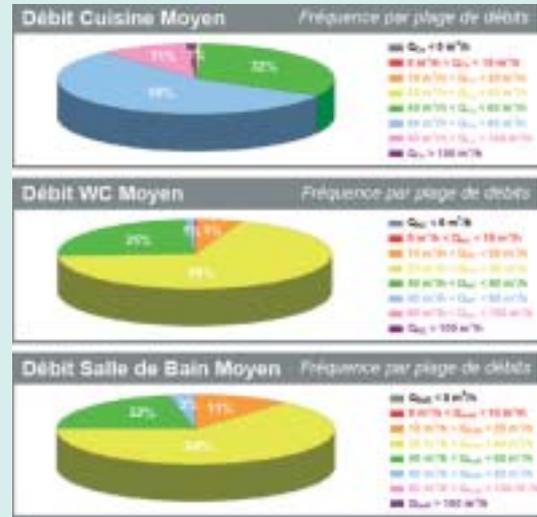


Figure 4 : répartition % des débits

Associée avec la ventilation hygroréglable, l'assistance mécanique VBP-HELYS optimise l'exploitation des moteurs naturels (Figure 5) : elle limite le débit en hiver, contribuant à la maîtrise énergétique, et assure en saison chaude des débits positifs en évitant tout refoulement. Une étude complémentaire a permis de vérifier que l'on a également supprimé les risques de condensation dans toutes les pièces principales, confirmant le rôle essentiel du système de ventilation hygroréglable hybride à assurer un renouvellement d'air de qualité. Mis en œuvre dans le cadre d'une rénovation, le système de ventilation hygroréglable hybride offre des débits comparables à ceux exigés par la réglementation en vigueur dans la construction neuve.

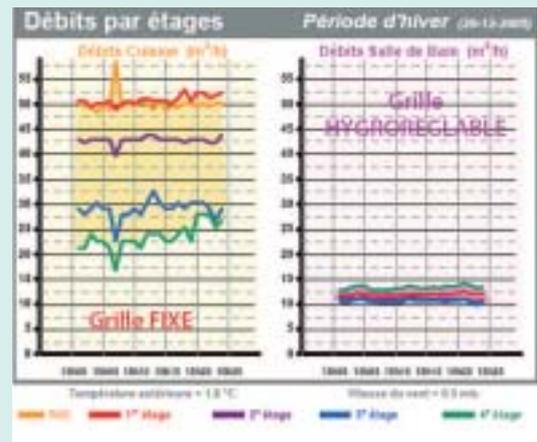


Figure 5 : répartition des débits entre étages

Les observations démontrent la non-simultanéité et la répartition temporelle des besoins de ventilation. Ces résultats confirment la pertinence et la nécessité d'intégrer la prise en compte d'un foisonnement des besoins, notamment pour les débits « de pointe » dans les calculs de dimensionnement des réseaux de ventilation. Ils confirment également l'hypothèse selon laquelle la mesure du débit global extrait ne permet en aucun cas de statuer sur le débit modulé instantané d'un logement raccordé au réseau.

ZAC DU GRAND LARGE (DUNKERQUE)

S Objet



T Lieux

Logements ZAC du Grand Large Neptune
Dunkerque (59)

U Acteurs / Partenaire(s)

ARCHITECTES
Agence Nicolas Michelin & Associés - ANMA
Nicolas Michelin, Michel Delplace, Cyril Trétout
Chefs de projet :
Christel Giron, Hélène Méhats (concours)
Christel Giron (concours et études urbaines)
Fanny Rozé (études architecturales)

V Calendrier

Concours : 05/2005
Études : 03/2007
Livraison : 2010

W Bâtiment(s)

Le quartier du Grand Large s'inscrit dans un contexte urbain particulier : entre la mer et le centre-ville, entre l'esthétique balnéaire et celle du port, et entre le résidentiel et le collectif. Il prolonge la stratégie globale du projet Neptune lancé en 1991, qui avait pour objectif de retourner la ville vers les bassins. Cette mutation urbaine du centre d'agglomération est déjà largement réalisée. Le quartier du Grand Large marque le début de la deuxième phase de l'opération Neptune, qui se donne pour nouvel objectif le développement durable.

X Travaux

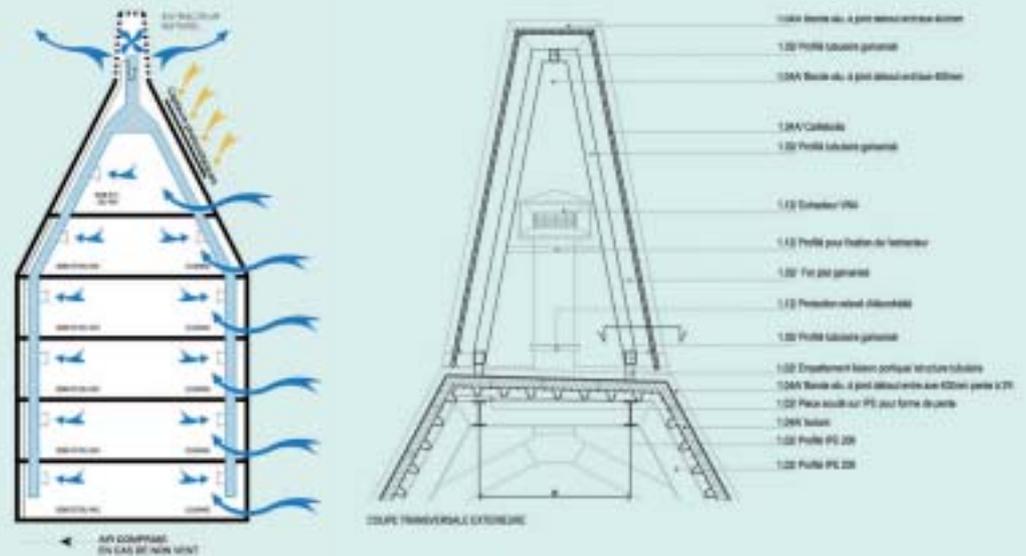
Y Approche ventilation

Dans l'optique des économies d'énergies, le système de ventilation mis en œuvre est un système de ventilation hybride par induction d'air NAVAIR, qui est conçu et fabriqué par la société ASTATO.

Les conditions climatiques sont mesurées à partir de capteurs : un anémomètre et une sonde de température. Un automate permet de compiler ces données et pilote l'assistance mécanique suivant différentes vitesses de fonctionnement. Lorsque le tirage naturel est suffisant, le moto-ventilateur est à l'arrêt.

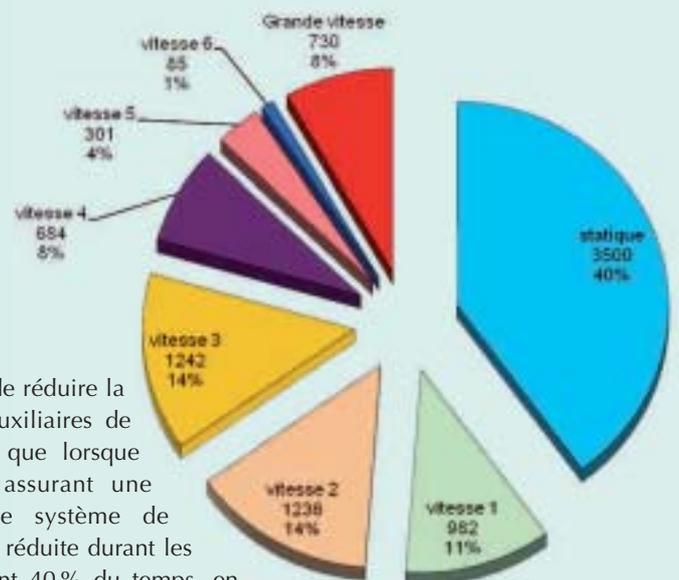
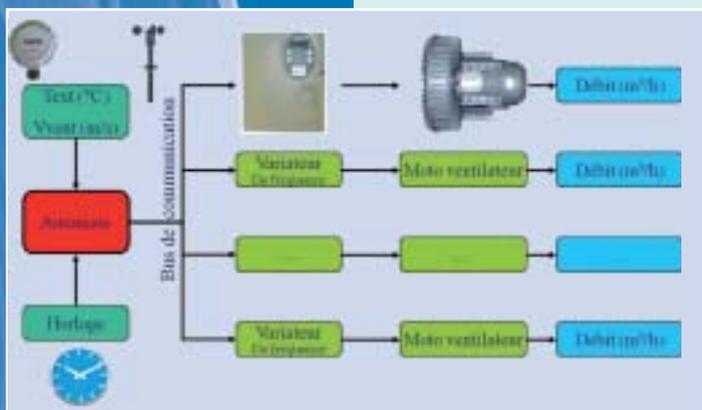
Les entrées d'air et les bouches d'extraction sont hygroréglables, ceci afin de limiter les déperditions énergétiques.

La conception architecturale est faite de telle sorte que les extracteurs statiques de classe B sont positionnés dans le galbe.



Z Méthodologie / statistiques

Les mesures des conditions climatiques que sont la vitesse du vent et la température extérieure permettent au système Navair de profiter des énergies naturelles gratuites. Un automate compile les données et pilote plusieurs moto-ventilateurs à différentes vitesses de fonctionnement.



La régulation de vitesse permet de réduire la consommation électrique des auxiliaires de ventilation en ne fonctionnant que lorsque cela est nécessaire, tout en assurant une extraction d'air constante. Le système de ventilation est en consommation réduite durant les deux tiers de l'année, et pendant 40% du temps, en ventilation naturelle statique, c'est-à-dire moteur à l'arrêt.

VILLA URBAINE DURABLE

BB Objet



figure annexe 1 : maquette du bâtiment et des maisons figure annexe 2 : maquette du projet

28 logements locatifs sociaux et 6 maisons en accession.
L'immeuble de logements est constitué par un bâtiment en R+4 avec côté rue une isolation par l'extérieur et sur cour par une façade en bois isolée dans l'épaisseur de la structure.
Les 6 maisons, quant à elles, sont en R+1.

CC Lieux

Ivry-sur-Seine, Val-de-Marne (94)

DD Acteurs / Partenaire(s)

Patrick Bertrand Architecte – Atelier 15
BET HQE Tribu

EE Date de réalisation

En cours, consultation des entreprises.

FF Bâtiment(s)

Sur rue, bâtiment maçonné, isolation par l'extérieur, système Gebrik.
Sur jardin, façade en bois, isolation intégrée.
Menuiseries extérieures en bois ou aluminium
Toiture zinc (immeuble R+4) et toiture végétalisée (maison R+1)

GG Travaux

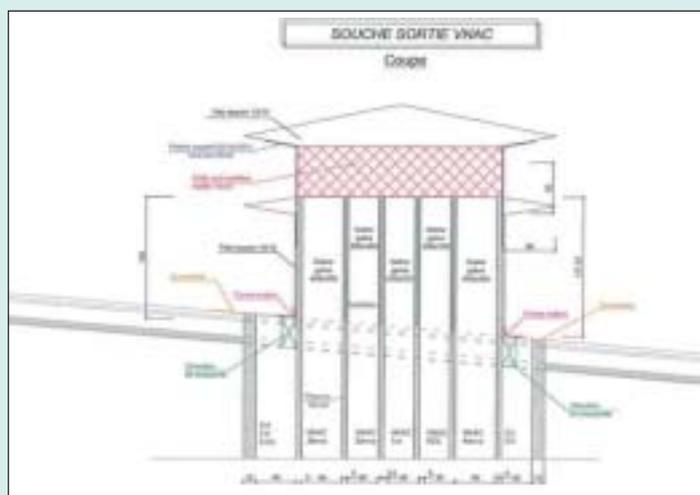


figure annexe 3 : schéma de la souche

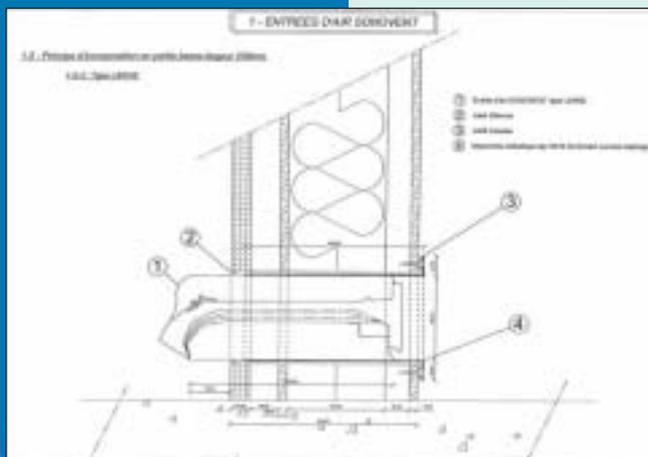


figure annexe 4 : schéma des entrées d'air

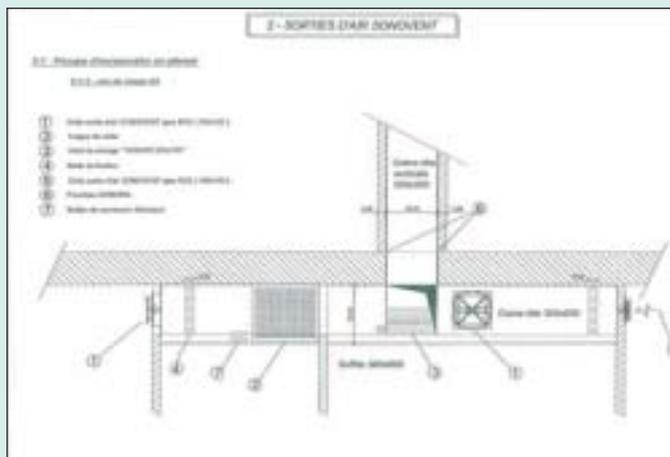


figure annexe 5 : schéma des grilles d'extraction

HH Approche ventilation

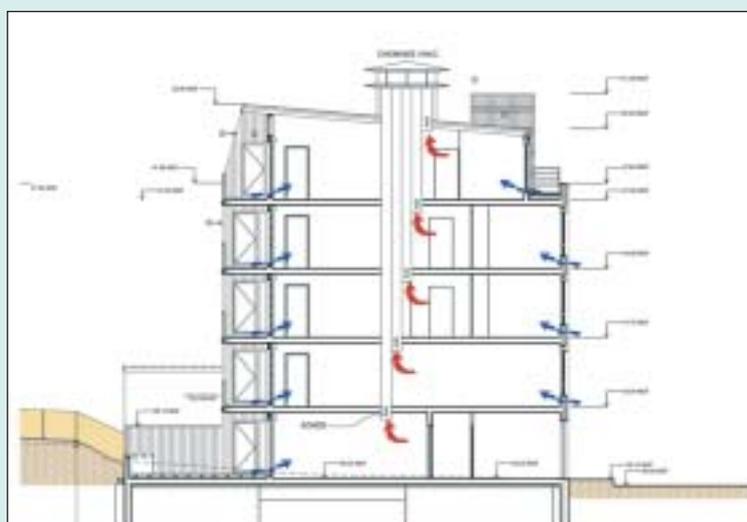


figure annexe 6 : schéma de principe VNAC

(Ventilation naturelle assistée contrôlée)

Entrée d'air, système de grille dans huisserie ou maçonnerie, grille réglable
Extraction d'air vicié par cheminée VNAC, statique/mécanique

II Méthodologie / Statistiques

Une bouffée d'air frais, la ventilation naturelle :

La maîtrise des énergies et des charges repose sur une ventilation naturelle contrôlée et assistée des logements (VNAC).

Le système de ventilation naturelle, mis au point avec l'équipe d'ingénieurs de TRIBU et un industriel de la ventilation pour les entrées d'air, repose sur un principe de ventilation « thermique » contrôlée par des registres asservis à des sondes extérieures aux logements. Le contrôle des flux et des débits est assuré en hiver par les entrées d'air autoréglables et par le positionnement des registres d'ouverture.

L'assistance au tirage thermique en période estivale est assurée par un extracteur statique qui équipe les cheminées de ventilation.

Dimensionnement de la VNAC

Les diverses simulations qui ont été effectuées à l'occasion de cette recherche ont permis de mettre en évidence un certain nombre de caractéristiques de la VNAC en logement : Correctement dimensionnée, la VNAC assure toujours les débits hygiéniques (minimum et maximum) en saison de chauffe. Hors saison de chauffe, elle permet d'assurer les débits minimums.

Les débits maximums sont alors réalisés par ouverture des fenêtres.

Le dimensionnement correct conduit à des sections d'entrée comme de sortie d'air, dont la section libre de passage d'air représente de 0,15 à 0,20 % de la surface des locaux à ventiler.

Évidemment, les sections d'air nécessaires sont plus importantes sur les niveaux supérieurs (pour lesquels la hauteur de tirage thermique est plus faible), mais cette différence n'est pas aussi importante qu'on pourrait l'imaginer : de l'ordre de 10% de section supplémentaire si on monte d'un niveau.

Régulation de la VNAC

C'est la question la plus délicate à régler. Une régulation fine consisterait à mesurer des débits d'air, ce qui n'est pas facile, et à moduler la section d'ouverture des bouches d'extraction en fonction de ces vitesses. Les simulations font apparaître une loi qui a permis de fortement simplifier cette régulation :

Pour les différences de température T°C intérieur/extérieur fortes (supérieures à 6°C), la section nécessaire pour assurer le débit hygiénique varie peu avec T°C.

De sorte qu'il a été choisi de réguler sur la température extérieure avec un palier bas d'ouverture correspondant à des températures inférieures à 14°C (saison de chauffe), et un palier haut correspondant à des températures supérieures à 20°C.

Cette loi n'est valable que parce que le site de l'opération est peu venté et que le tirage dépend uniquement de la température. Ce ne serait pas vrai dans un site très venté.

Les obstacles « structurels »

Ils sont du domaine de la réglementation ou de celui des habitudes du milieu professionnel :

La réglementation de l'aération des logements, telle qu'elle est décrite dans l'arrêté du 24 mars 1982, comporte la nécessité de prévoir 2 niveaux de débits de ventilation par un débit minimum correspondant au fonctionnement normal du logement, et un débit de pointe correspondant au fonctionnement maximum de la cuisine ou des salles d'eau. Cette règle, appliquée à la lettre sur cette opération, a conduit à la mise en place de dispositifs un peu complexes permettant de passer d'un niveau à l'autre par 2 ouvertures différentes du registre. Une solution plus simple, mais lourdement pénalisante du point de vue énergétique, aurait consisté à réaliser le débit de pointe par ouverture des fenêtres en toute saison.

La réglementation de l'aération des logements (qui interdit de brancher sur une même gaine cuisine et sanitaires de 2 logements différents), combinée aux diverses réglementations incendie, conduit inéluctablement à disposer un conduit spécifique, voire 2, par logement. Cela induit des surfaces de gaines très importantes. Une solution résiderait dans la remise aux normes des conduits shunt utilisés dans les années 70.

La réglementation thermique RT 2005 n'est pas très favorable à la ventilation naturelle, même si elle est assistée et contrôlée. Ce qui conduit à surisoler l'enveloppe pour compenser artificiellement les handicaps « de calcul » de la ventilation naturelle. Une solution consisterait à adopter pour la VNAC, puisque les débits sont contrôlés, les mêmes débits de ventilation qu'en VMC, mais par contre de ne pas prendre en compte les consommations électriques des ventilateurs, qui n'existent pas. Les freins à l'innovation sont toujours forts dans les milieux professionnels du bâtiment : inquiétudes du maître d'ouvrage vis-à-vis de solutions qui n'ont pas fait leurs preuves, réticences des bureaux de contrôle, des BET...

KK Objet

Traitement en ventilation naturelle l'été et en ventilation mécanique l'hiver.



figure annexe 7 : vue du bâtiment

LL Lieux Objet

Rouen

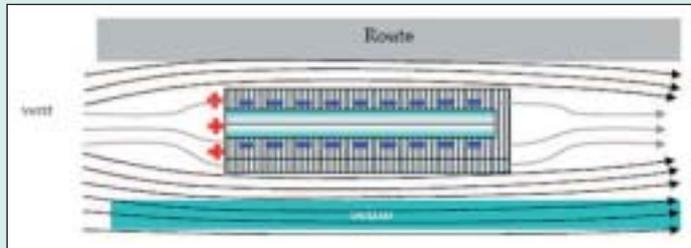
MM Acteurs / Partenaire(s)

Architecte Nicolas Michelin
BE Alto Ingénierie

NN Date de réalisation

2007

OO Bâtiment(s)



Exposition du bâtiment

figure annexe 8 :
croquis exposition
du bâtiment

PP Approche ventilation

Quatre dispositifs ont été mis en œuvre dans le bâtiment de l'Agence de l'eau pour réaliser la ventilation naturelle de celui-ci :

- des ouvrants à tous les niveaux en façade Nord et Sud,
- des exutoires en partie haute de l'atrium,
- des entrées d'air acoustiques dans les menuiseries des bureaux,
- des grilles transferts acoustiques dans les cloisons bureaux/atrium.

Par ailleurs, lorsque la température intérieure sera supérieure à la température extérieure le tirage thermique ainsi créé participera également à la ventilation du bâtiment dès lors que les exutoires de la verrière seront ouverts. Ce phénomène est d'autant plus important que la différence de température intérieure/extérieure est importante et que la surface des ouvertures est importante. Ainsi, nous avons tout intérêt à ouvrir largement la nuit pour bénéficier d'un fort taux de ventilation. Cela permet de rafraîchir la structure du bâtiment, dont l'inertie absorbera pendant la journée une partie des apports thermiques internes dus aux équipements et aux occupants, ainsi que les apports solaires.

L'inertie ne pouvant combattre la totalité de ces apports, la ventilation naturelle est également mise en œuvre au cours de la journée pour en évacuer une partie, la proximité de la route ne

permettant pas d'ouvrir côté Nord à cause du bruit. Côté Sud, des entrées d'air sont également installées pour permettre à l'air de rentrer sans créer de courant d'air trop froid à la mi-saison, et l'été lorsque les matinées sont fraîches.

Ainsi, plusieurs scénarii de ventilation naturelle sont mis en œuvre suivant les températures intérieure/extérieure et l'heure de la journée (décrits dans les commentaires).

QQ Méthodologie / Statistiques

Ici la proximité de la Seine, qui canalise le vent, et l'orientation imposée du bâtiment ne permettent pas d'utiliser la ventilation traversante, mais sont propices à l'aspiration de l'air intérieur par la dépression créée en façade. En effet, le vent crée une dépression au niveau de la toiture que l'on utilisera pour aspirer l'air de l'atrium lorsque l'on ouvrira les exutoires de la verrière.

RR Commentaires

Les différents modes de la régulation de la ventilation naturelle sont :

Mode 1 : La ventilation naturelle est arrêtée dans les cas suivants :

Pendant toute la saison de chauffe (24h/24)

N'importe quand si le vent souffle ou s'il pleut

Hors saison de chauffe pendant la journée de 9h à 19h si $T_i < 25^\circ\text{C}$

⇒ La ventilation naturelle n'est pas mise en œuvre, la température de confort est atteinte dans l'ensemble des locaux, la stratification thermique est faible.

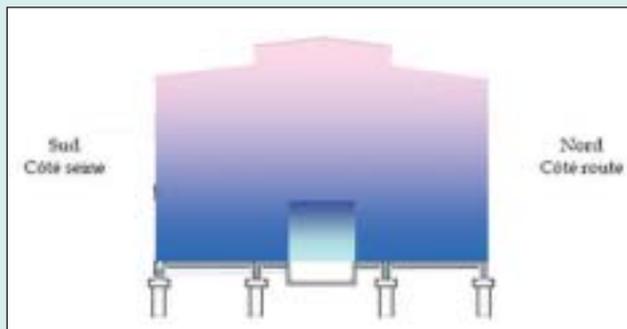


figure annexe 9 : mode 1

Mode 2 : La ventilation naturelle est en vitesse réduite dans le cas suivant :

pendant la journée de 9h à 19h si $25^\circ\text{C} < T_i < 27^\circ\text{C}$ et $T_{ext} < 18^\circ\text{C}$

⇒ La température intérieure nécessite de ventiler mais la température extérieure est trop froide pour ouvrir les baies de ventilation situées dans les bureaux Sud, on ouvre les exutoires de la verrière.

La ventilation naturelle est mise en œuvre en vitesse réduite sans risque de créer des courants d'air, la stratification thermique est moyenne.

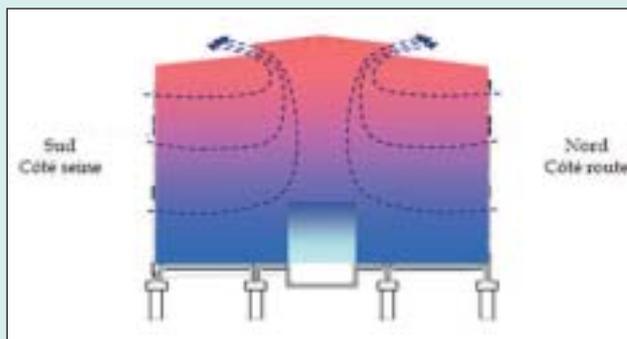


figure annexe 10 : mode 2

Mode 3 : La ventilation naturelle est en vitesse moyenne dans le cas suivant :

Pendant la journée de 9h à 19h si $25^{\circ}\text{C} < T_i < 27^{\circ}\text{C}$ et $T_{ext} \geq 18^{\circ}\text{C}$

La température intérieure nécessite de ventiler et la température extérieure permet d'ouvrir les baies de ventilation situées dans les bureaux Sud, on ouvre donc les exutoires de la verrière et les baies Sud.

La ventilation naturelle est mise en œuvre en vitesse moyenne, l'écoulement de l'air est alors plus rapide dans les bureaux Sud, augmentant ainsi la sensation de rafraîchissement dans ces bureaux. La stratification thermique est moyenne.

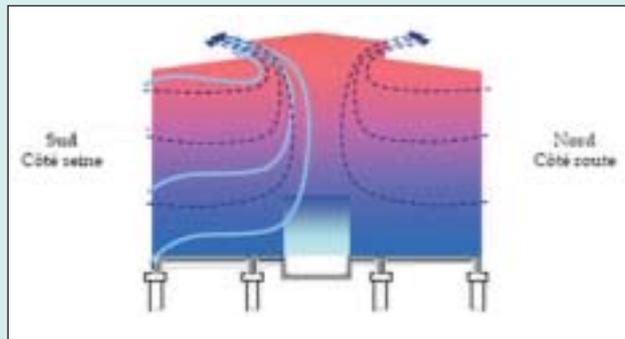


figure annexe 11 : mode 3

Mode 4 : La ventilation naturelle est en vitesse maximum dans le cas suivant :

Pendant la nuit de 19h à 7h si $17^{\circ}\text{C} \leq T_i$

La nuit, nous profitons, du potentiel de rafraîchissement maximum pour refroidir la structure.

La ventilation naturelle est mise en œuvre en vitesse maximum, La stratification thermique est faible.

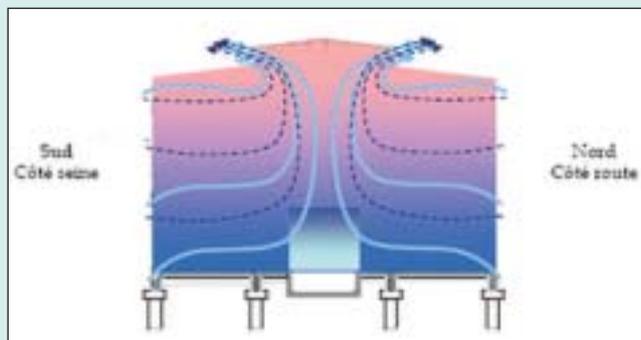


figure annexe 12 : mode 4

L'association AVEMS, créée en 1999 par l'ensemble des industriels français de la ventilation naturelle et naturelle hybride, s'est donnée pour objectifs **de rechercher, développer et promouvoir** les techniques d'extraction des fumées et la ventilation naturelle en France et en Europe.

Nos membres (VTI aéraulique, Acthys et Astato), par la fabrication de produits de qualité, dans le respect des normes et textes réglementaires, assurent la qualité de l'air, la sécurité et l'hygiène dans l'habitat, tout en privilégiant les économies d'énergie et en préservant l'environnement.

Par rapport aux enjeux ambitieux fixés par l'application de la **Loi Grenelle** portant sur la réduction des consommations d'énergie des bâtiments neufs et à réhabiliter, les « **technologies vertes** » proposées par les industriels de l'AVEMS apportent des solutions alternatives de ventilations écologiques auprès de l'ensemble de la profession de l'acte de construire et de rénover.

En participant à cette action collective pour réussir le pari climatique de diminuer les rejets de gaz à effets de serre, notre association souhaite par l'application de sa philosophie écologiste continuer à favoriser et développer des échanges nécessaires avec les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre, les organismes techniques, les entreprises du bâtiment et auprès des représentants institutionnels et ministériels, permettant ainsi la promotion du progrès technique indispensable pour de nouvelles technologies.

Les membres du bureau AVEMS

André Amphoux
Président

Patrice Jaillet
Vice Président

Jean Michel Fraisse
Secrétaire

