

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

LES CHOIX DE L'AUTEUR DE PROJET

CHOIX DE L'IMPLANTATION DU BÂTIMENT DANS SON SITE

- Les vents
- L'environnement

CHOIX DE L'ENVELOPPE EXTÉRIEURE ET DE SON MODE DE CONSTRUCTION

- Les conditions externes au projet
- Les conditions internes au projet

CHOIX DE LA DISPOSITION DES LOCAUX

- La thermocirculation
- Le confort

CHOIX DE L'INSTALLATION DE VENTILATION

CHOIX DES OUVERTURES PRATIQUÉES DANS L'ENVELOPPE

- Les ouvertures d'amenée d'air OAR
- La ventilation intensive
- Les ouvertures d'extraction d'air OER

OBJECTIFS POURSUIVIS ET MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU DÉTAIL

ILLUSTRATION PAR UN EXEMPLE : AU STADE DE L'ESQUISSE

ÉTUDE DE L'IMPLANTATION

CHOIX DES MATÉRIAUX

CHOIX DE LA DISPOSITION DES LOCAUX

LES BESOINS DE VENTILATION

- La ventilation de base selon la norme NBN D50-001
- La ventilation intensive selon la norme NBN D50-001
- La ventilation des locaux spéciaux selon la norme NBN D50-001

CHOIX DE L'INSTALLATION DE VENTILATION

- Le cabinet médical
- La maison unifamiliale
- Calcul du coût global de chaque type d'installation
- Choix de l'installation de ventilation

ILLUSTRATION PAR UN EXEMPLE : AU STADE DE L'AVANT-PROJET

LE DIMENSIONNEMENT DES OUVERTURES D'AMENÉE D'AIR NATURELLE

- Emplacement et type d'aérateur
- Dimensionnement

LE DIMENSIONNEMENT DES OUVERTURES DE TRANSFERT

- Emplacement et type d'ouverture de transfert
- Dimensionnement

LE DIMENSIONNEMENT DES EXTRACTIONS D'AIR MÉCANIQUES

- Emplacement des gaines et du ventilateur
- Types de conduits, de ventilateur et de bouches

ILLUSTRATION PAR UN EXEMPLE : AU STADE DU PROJET

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

LES CHOIX DE L'AUTEUR DE PROJET

CHOIX DE L'IMPLANTATION DU BÂTIMENT DANS SON SITE

DÉFINITIONS [19]

Le vent est un déplacement d'air, principalement horizontal, d'une zone de haute pression atmosphérique (masse d'air froid) vers une zone de basse pression (masse d'air chaud).

La direction et la vitesse du vent caractérisent celui-ci :

- la direction du vent en un lieu est donnée par l'orientation d'où il souffle ;
- la vitesse du vent est exprimée en km/h.

LES VENTS

L'infiltration naturelle de l'air dans un bâtiment est due à des différences de pression entre l'extérieur et l'intérieur ; elles sont engendrées soit par le vent, soit par l'écart de température de part et d'autre de l'enveloppe extérieure. Lorsque le vent frappe un bâtiment, il crée des mouvements d'air au travers de ce dernier, de la façade au vent (mise en surpression) vers la façade sous le vent (en dépression).

Le vent en un lieu est dépendant du type d'environnement et des obstacles rencontrés. La vitesse du vent, nulle au niveau du sol, augmente avec la hauteur.

Une étude des vents dominants en fonction de l'orientation du terrain, de l'implantation du bâtiment et de l'environnement s'avère donc nécessaire afin de limiter les infiltrations d'air incontrôlables.

L'Annexe 5 reprend des graphes et des tableaux représentant, pour chaque direction du vent, la fréquence du temps d'occurrence et la vitesse moyenne des vents, à Uccle.

L'ENVIRONNEMENT

L'environnement (rural, urbain, industrialisé, etc.) et les bâtiments voisins influencent le choix de l'implantation, mais aussi celui de l'installation de ventilation (voir pages 12 et 13).

L'immeuble lui-même modifie l'espace dans lequel il est construit. Il complète ou redessine l'espace déterminé socialement, il remplace un bâti ou une végétation, il modifie les écoulements des eaux, il masque des espaces ou, au contraire, il les expose au soleil, il modifie l'écoulement de l'air et donc du vent.

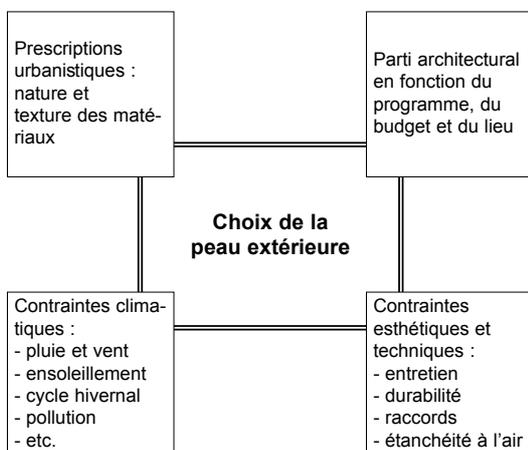
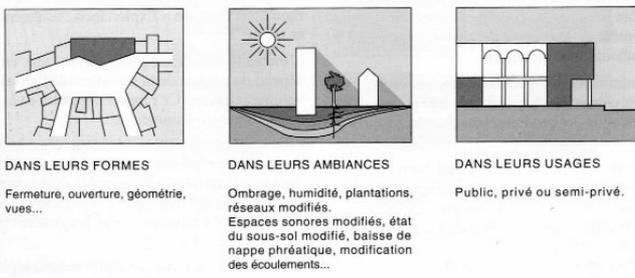
CHOIX DE L'ENVELOPPE EXTÉRIEURE ET DE SON MODE DE CONSTRUCTION

LES CONDITIONS EXTERNES AU PROJET

- Le climat extérieur
- Les contraintes urbanistiques d'intégration au site
- Le contexte réglementaire
- Les matériaux disponibles et les techniques de pose :
 - texture, couleur ;
 - étanchéité à l'air ;
 - durabilité, entretien ;
 - coût.

Plus l'étanchéité à l'air de l'enveloppe extérieure est élevée, plus le système de ventilation sera efficace.

L'IMMEUBLE MODIFIE LES ESPACES QUI L'ENVIRONNENT :



LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

LES CONDITIONS INTERNES AU PROJET

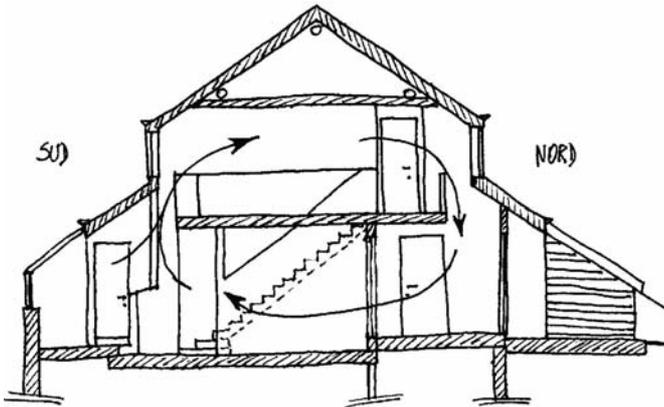
- Le programme
- Le climat intérieur
- Le parti architectural

CHOIX DE LA DISPOSITION DES LOCAUX

LA THERMOCIRCULATION [19]

La thermocirculation de l'air est un mode de distribution de la chaleur : sous l'effet du rayonnement solaire, une paroi intérieure s'échauffe et cède une partie de la chaleur accumulée à l'air ambiant, par convection. L'air échauffé, plus léger, provoque un mouvement ascendant, créant un appel d'air plus frais. Si l'agencement des espaces s'y prête, une circulation d'air s'établit entre les zones exposées au rayonnement et les zones non exposées.

En période nuageuse ou pendant la nuit, le mouvement d'air doit être empêché pour éviter une circulation inverse produisant un refroidissement.



LE CONFORT

Une installation de ventilation efficace permet d'obtenir une bonne qualité de l'air intérieure, mais elle peut aussi causer quelques désagréments, comme la transmission de bruit et d'odeurs, d'un local à un autre.

Une bonne disposition des locaux permet de limiter ces gênes, en regroupant les locaux par type d'activité ou en disposant des espaces tampons, par exemple entre les locaux bruyants et les locaux calmes.

CHOIX DE L'INSTALLATION DE VENTILATION

Lors du choix d'une installation de ventilation, il faut tenir compte de plusieurs critères, à savoir :

- **le climat local** : les amenées et extractions d'air naturelles dépendent des conditions climatiques (voir page 12) ;
- **l'environnement** : une installation de ventilation mécanique est préférable dans un environnement bruyant et/ou pollué (voir page 12) ;
- **le type de bâtiment** : une installation de ventilation naturelle ou mécanique simple flux sera plutôt utilisée pour des maisons unifamiliales ou des bâtiments de taille moyenne, alors qu'on préférera une installation de ventilation mécanique double flux pour des immeubles de bureaux de grande taille, par exemple (voir page 13) ;
- **le coût global** d'une installation, assez élevé au départ, peut se révéler, à long terme, moins cher que celui d'une autre installation, dont le coût initial est moins élevé (voir page 27) ;
- **l'énergie** : une installation de ventilation doit satisfaire le besoin de ventilation avec une énergie d'utilisation minimale (voir page 28) ;
- **le contrôle de la ventilation** : il est parfois intéressant de réaliser une gestion de la ventilation "à la demande",

SYSTÈMES DE VENTILATION SELON LA NORME NBN D50-001 [26]	PROCÉDÉS DE VENTILATION	
	AMENÉE D'AIR	ÉVACUATION D'AIR
A	naturelle	naturelle
B	mécanique	naturelle
C	naturelle	mécanique
D	mécanique	mécanique

lorsque les besoins de ventilation ne sont pas constants (voir page 30) ;

- **la maintenance** : les différents dispositifs d'une installation de ventilation doivent être correctement entretenus afin d'assurer une ventilation efficace. La maintenance est beaucoup plus aisée lorsqu'elle a été pensée dès la conception de l'installation (voir page 31) ;
- **le rendement à long terme** de l'installation (voir page 33) ;
- **la disposition des locaux** : elle peut parfois rendre une installation de ventilation inadéquate (passage de gaines, etc.).

Un tableau récapitulatif des avantages et inconvénients de chaque type d'installation de ventilation est donné à la page 26.

CHOIX DES OUVERTURES PRATIQUÉES DANS L'ENVELOPPE

LES OUVERTURES D'AMENÉES D'AIR OAR

- Les ouvertures d'amenée d'air naturelles peuvent être disposées :
 - entre le vitrage et le châssis ;
 - dans la menuiserie ;
 - entre l'enveloppe opaque et le châssis ;
 - dans l'enveloppe opaque.

Les passages d'air autorisés différencient également ces ouvertures.

- Les ouvertures d'amenée d'air mécaniques se différencient par :
 - leur esthétique ;
 - le bruit qu'elles engendrent ;
 - leur encombrement ;
 - leurs débits.

LA VENTILATION INTENSIVE

La ventilation intensive s'opère selon deux modes éventuellement combinables avec l'effet cheminée (voir page 21) :

- la ventilation unilatérale ;
- la ventilation transversale ;

Ce type de ventilation requiert des débits importants (voir page 17) mais occasionnels, qui peuvent être obtenus par l'ouverture de fenêtres et/ou de portes, qui doivent donc être positionnées de façon à pouvoir assurer ce type de ventilation.

LES OUVERTURES D'EXTRACTION D'AIR OER

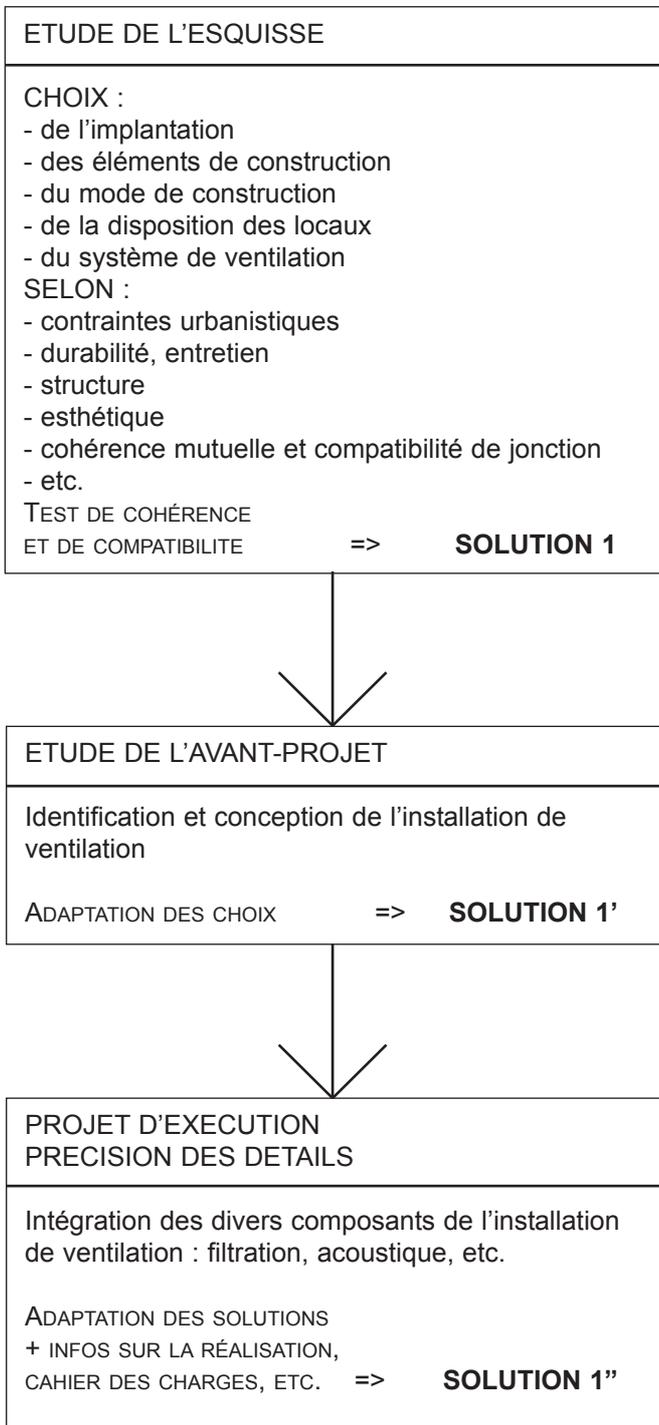
- Les ouvertures d'extraction d'air naturelles nécessitent l'étude :
 - de leur emplacement ;
 - du débouché en toiture.
- Les ouvertures d'extraction d'air mécaniques se disposent en tenant compte :
 - de leur emplacement ;
 - de leur encombrement.

Les Annexes 2 et 3 reprennent, de façon détaillée, les différents types de prises d'air des installations de ventilation naturelle et mécanique.

Les Annexes 2 et 3 reprennent, de façon détaillée, les différents types d'extractions d'air des installations de ventilation naturelle et mécanique.

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

OBJECTIFS POURSUIVIS ET MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU DÉTAIL



La méthodologie proposée ici vise à obtenir des qualités technique et énergétique optimales de la conception et de la réalisation d'une installation de ventilation. La démarche proposée sera illustrée par des exemples ayant pour objet un même bâtiment.

Ses grandes lignes s'établissent comme suit :

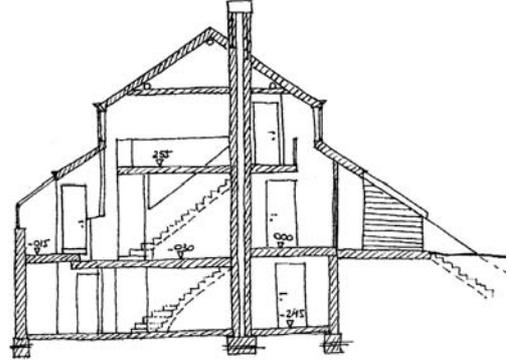
- Définition des données issues de l'esquisse et des contraintes à respecter.
- Critères de choix :
 - de l'implantation du bâtiment dans son site ;
 - de l'enveloppe extérieure et de son mode de construction ;
 - de la disposition des locaux ;
 - de l'installation de ventilation ;
 - des ouvertures pratiquées dans l'enveloppe.
- Ces critères sont à préciser et à appliquer de façon progressive, comme schématisé ci-contre :
 - dès l'esquisse ;
 - au stade de l'avant-projet ;
 - au projet d'exécution.
- Traduction de ces critères en terme de prescriptions ou de points à contrôler :
 - en phase de conception : cahier des charges ;
 - en phase d'exécution : chantier et réception.

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

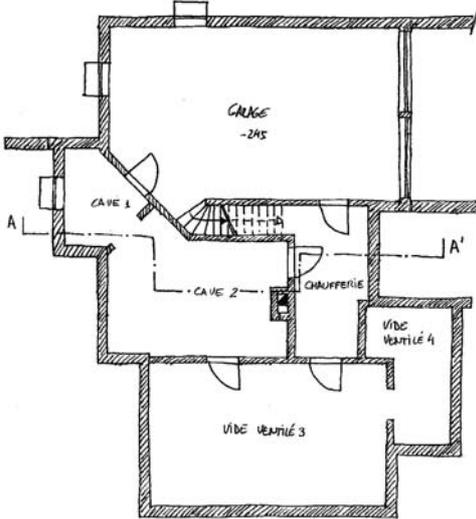
ILLUSTRATION PAR UN EXEMPLE : AU STADE DE L'ESQUISSE



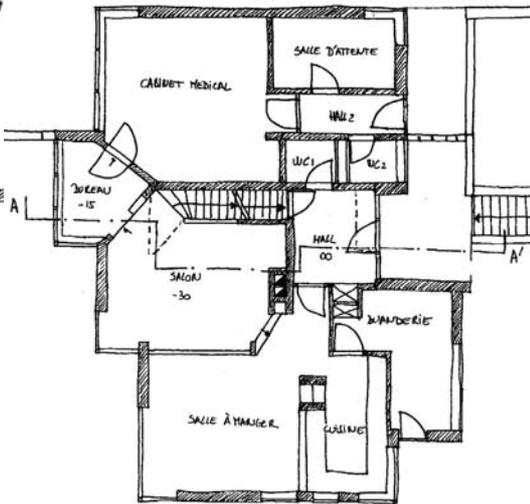
Ces plans, au stade de l'esquisse (solution 1), comprennent les gaines techniques sanitaires et les cheminées, mais ne donnent aucune mention des appareillages de ventilation, qui restent à étudier.



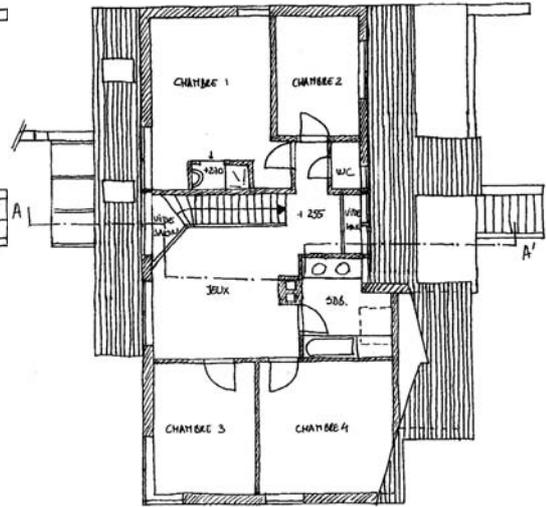
COUPE AA



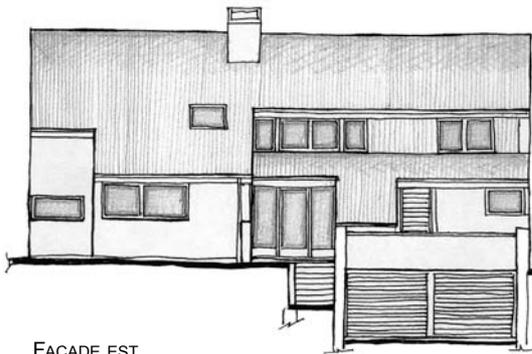
SOUS-SOL



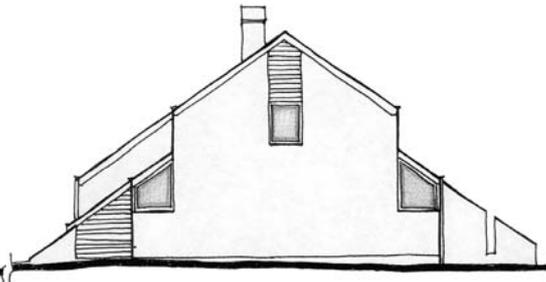
REZ-DE-CHAUSSÉE



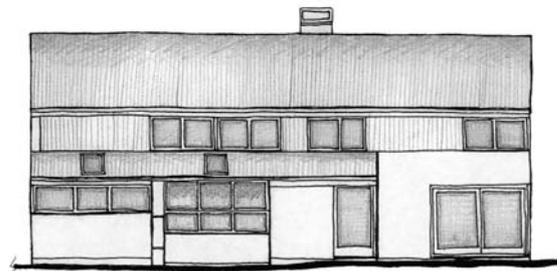
ÉTAGE



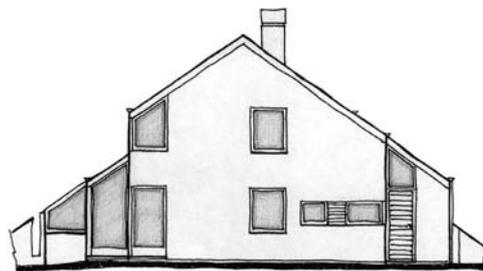
FAÇADE EST



FAÇADE NORD



FAÇADE OUEST



FAÇADE SUD

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

Soit, à titre d'exemple, le programme architectural d'une maison unifamiliale, comprenant :

- au sous-sol : un garage pour deux voitures, une chaufferie, deux caves et deux vides ventilés ;
- au rez-de-chaussée :
 - un cabinet médical : hall, salle d'attente, W.-C. et cabinet ;
 - la zone de jour de la maison unifamiliale : hall, W.-C., buanderie, cuisine, salle à manger, séjour et bureau ;
- à l'étage : quatre chambres, un W.-C., une salle de bain et un espace de jeux en mezzanine sur le séjour et le hall d'entrée.

ÉTUDE DE L'IMPLANTATION

Le terrain peu pentu est situé sur le versant d'une vallée, dans un quartier résidentiel peu bruyant et peu pollué. Il ne génère pas de contraintes particulières de bruit ou de pollution.

En Belgique, les vents dominants soufflent principalement du sud-ouest et du nord-est aux changements de saisons. Si l'on examine les tableaux donnés en Annexe 5, on constate que les vents de direction ouest et sud-ouest sont les plus fréquents.

Le terrain en question est donc assez bien exposé aux vents, mais le relief de la vallée atténue un peu leurs effets.

Le bâtiment est orienté principalement vers le nord-est et le sud-ouest et il est implanté de façon à laisser libre une grande partie de la parcelle du côté sud.

Les pressions de vents s'exerçant principalement sur la façade sud-ouest, il est préférable de placer les locaux de vie dans cette partie afin, non seulement de favoriser les amenées d'air frais, mais aussi de profiter de l'ensoleillement et, dans ce cas, du paysage.

CHOIX DES MATÉRIAUX

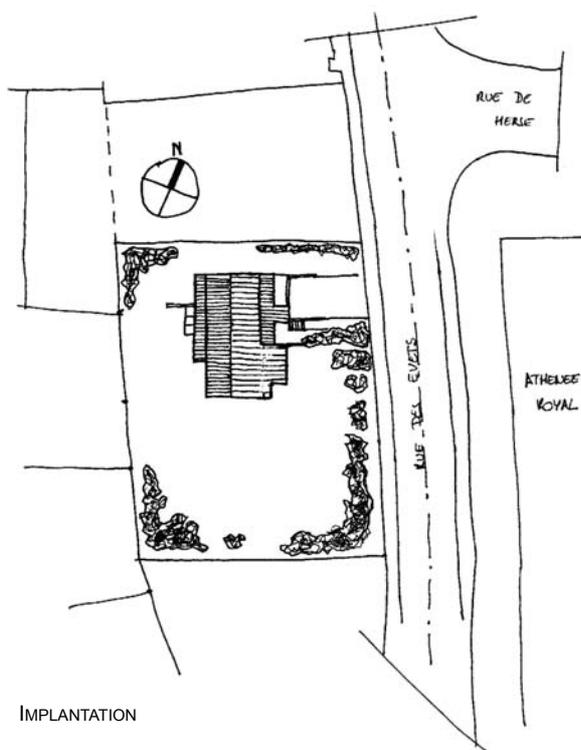
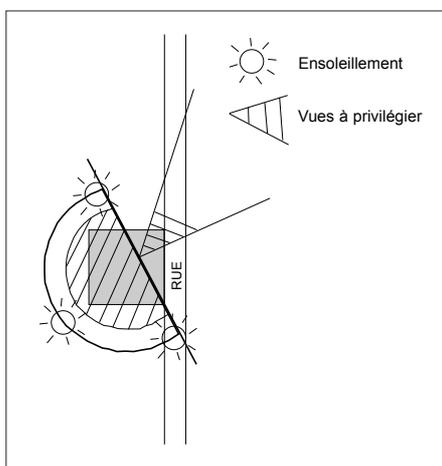
L'ensemble du bâtiment s'inscrit dans un contexte urbain et paysager, tant par une logique de réponse aux conditions climatiques régionales, que par une volonté d'intégration dans le contexte existant.

Ainsi, le volume a été conçu avec une pente de toiture nécessitée par la couverture traditionnelle en ardoises naturelles. Une pente de 35° a été choisie, correspondant aux prescriptions urbanistiques locales qui imposent une toiture de 30 à 40° pour les volumes principaux.

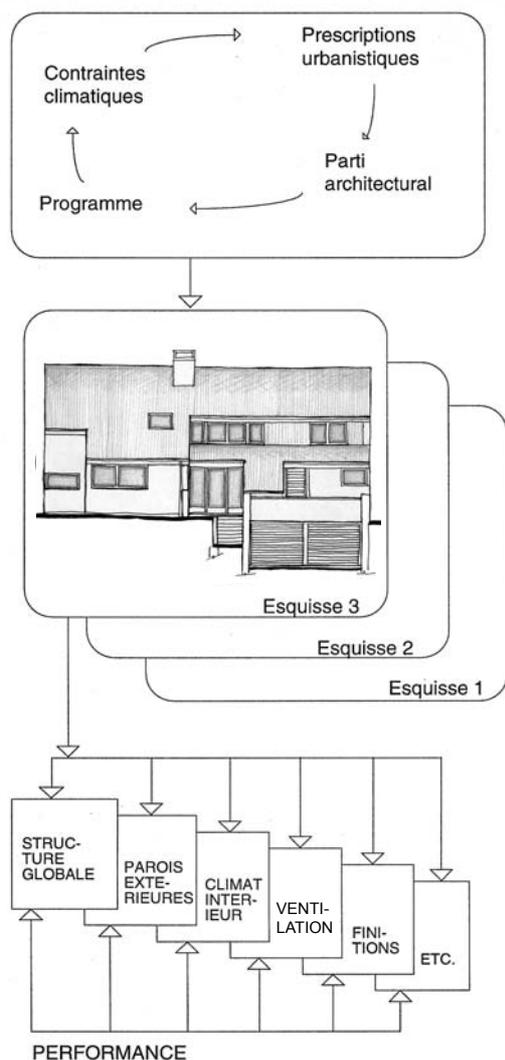
La plupart des murs extérieurs sont constitués de blocs de béton intérieurs apparents, d'une couche d'isolation thermique et d'un parement en blocs de béton recouverts de crépi.

A l'étage, pour les façades est et ouest, le parement extérieur est constitué d'un bardage en ardoises naturelles. Les châssis sont en bois et munis de double vitrage.

L'ensemble de l'enveloppe extérieure du bâtiment répond à un bon niveau d'étanchéité à l'air qu'il faut veiller à maintenir lors de la construction, principalement au niveau des nœuds et jonctions du bâtiment.



LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION



CHOIX DE LA DISPOSITION DES LOCAUX

Etant donné l'implantation du terrain et du bâtiment, les orientations à privilégier vont du sud-est au sud-ouest ; au rez-de-chaussée, il a donc été décidé de placer l'aile du cabinet médical dans la zone nord du bâtiment. Le cabinet médical est toutefois orienté vers le sud-ouest afin de pouvoir profiter de l'ensoleillement, de la vue et de la pression des vents.

Pour les mêmes raisons, les locaux de vie de l'habitation sont tournés vers le sud-ouest. Ces locaux sont ouverts les uns par rapport aux autres, permettant ainsi la libre circulation de l'air. La cuisine est ainsi ouverte vers la salle à manger, mais fermée par rapport à la buanderie.

La cheminée est centrale, ce qui permet de bien profiter de la chaleur dégagée, dans l'ensemble du bâtiment.

A l'étage, un espace de jeux, en mezzanine sur le hall et le séjour, dessert les quatre chambres, réparties aux quatre extrémités du bâtiment, ainsi que la salle de bain et le W.-C.

La mezzanine permet la thermocirculation de l'air : l'air échauffé par l'apport solaire au travers des vitrages (du bureau, du séjour) monte vers l'espace de jeux et redescend vers le hall, attiré par la face nord plus fraîche. Il retourne, enfin, vers le séjour, en traversant la porte séparant le hall du séjour.

LES BESOINS DE VENTILATION

LA VENTILATION DE BASE SELON LA NORME NBN D50-001

	LOCAUX	SURFACE [m ²]	HAUTEUR SOUS PLAFOND [m]	VOLUME [m ³]	DEBITS D'AIR SELON LA NORME NBN D50-001 [m ³ /h]	
					ALIMENTATION	EXTRACTION
CABINET MEDICAL	Cabinet médical	26	2,35	61,1	73	-
	Salle d'attente	9	2,35	21,2	77	-
	W.-C. 2	1,95	2,35	4,6	-	30
	Hall	3	2,35	7,1	-	-
MAISON UNIFAMILIALE	W.-C. 1	1,95	2,35	4,6	-	25
	Bureau	6	2,5	15,0	25	-
	Salon	21	2,65	55,7	76	-
	Salle à manger	19,8	2,35	46,5	75	-
	Cuisine	11,6	2,35	27,3	-	75
	Buanderie	10,4	2,35	24,4	-	50
	Chambre 1	20	2,3	46,0	72	-
	Chambre 2	9,75	2,3	22,4	35	-
	Chambre 3	13,5	2,3	31,1	36	-
	Chambre 4	17,6	2,3	40,5	36	-
	Espace de jeux	14	2,3	32,2	50	-
	Douche	1,44	2,3	3,3	-	50
	Salle de bain	7,8	2,3	17,9	-	50
	W.-C. 3	1,4	2,3	3,2	-	25
	Halls, couloirs et dégagements	70,5	2,3	162	-	-
	TOTAUX	196		626	555	305
TAUX DE VENTILATION $\beta = 555 / 626 = 0,88 \text{ h}^{-1}$						

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

Les exigences de débits de ventilation de base selon la norme NBN D50-001 sont expliquées en détail à la page 16.

Selon l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 15 février 1996, lorsqu'un bâtiment est à usage mixte (logements et bureaux, par exemple), si la partie de l'immeuble réservée au logement excède 30 % de la totalité de la surface, les exigences relatives aux immeubles destinés au logement sont seules applicables. La maison avec partie professionnelle (cabinet médical) est donc à considérer, au regard de la réglementation sur la ventilation, comme une maison unifamiliale.

Néanmoins, afin de pouvoir enrichir notre exemple, les débits d'air pour la zone médicale ont été déterminés suivant la réglementation wallonne applicable aux bureaux ; la salle d'attente a ainsi été considérée comme une salle de réunion et le débit d'extraction dans le W.-C.2 est de 30 m³/h (fonctionnement continu).

Le tableau de la page précédente reprend, pour chaque local, les débits d'air à satisfaire.

LA VENTILATION INTENSIVE SELON LA NORME NBN D50-001

Ce type de ventilation est assuré par l'ouverture des portes et/ou fenêtres dont la superficie totale s doit au moins équivaloir à :

- 6,4 % de la superficie au sol des pièces présentant des ouvertures dans une seule façade : ventilation unilatérale ;
- 3,2 % de la superficie au sol des pièces présentant des portes et des fenêtres ouvrantes dans plusieurs façades : ventilation transversale. Les surfaces s_1 et s_2 de chacune des fenêtres ou portes ouvrantes doivent au moins être égales à 40 % de la surface totale s ; dans le tableau ci-après, s_1 a été choisie comme permettant le minimum d'ouverture (40 %) et s_2 offrant le reste.

Le tableau suivant reprend, pour chaque local, les superficies minimales des fenêtres à satisfaire selon le critère de la ventilation intensive ainsi que les surfaces réelles des fenêtres, telles qu'elles ont été dessinées dans l'esquisse.

LOCAUX	SURFACE S [m ²]	VENTILATION UNILATERALE		VENTILATION TRANSVERSALE					
		SUPERFICIE MINIMALE $s = 0,064 \times S$ [m ²]	SUPERFICIE REELLE s_r [m ²]	SUPERFICIE MINIMALE $s = 0,032 \times S$ [m ²]			SUPERFICIE REELLE s_r [m ²]		
				s	s_1 (s x 0,4)	s_2 (s x 0,6)	s_r	s_{r1}	s_{r2}
Cabinet médical	26	1,69	2,68	-	-	-	-	-	-
Salle d'attente	9	0,59	1,92	-	-	-	-	-	-
Bureau	6	0,39	2,18	-	-	-	-	-	-
Salon	21	1,37	5,28	-	-	-	-	-	-
Salle à manger	19,8	-	-	0,63	0,25	0,38	7,92	1,32	6,6
Chambre 1	20	-	-	0,64	0,26	0,38	3,2	2	1,2
Chambre 2	9,75	0,63	1,8	-	-	-	-	-	-
Chambre 3	13,5	0,88	4,42	-	-	-	-	-	-
Chambre 4	17,6	1,14	1,32	-	-	-	-	-	-
Espace de jeux	14,5	0,94	4	-	-	-	-	-	-
Cuisine	11,6	-	-	0,37	0,15	0,22	2,04	1,4	0,64

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

Les fenêtres d'angle n'ont pas été considérées comme des fenêtres situées sur deux façades différentes puisqu'elles ne permettent pas une ventilation réellement transversale.

Outre les exigences d'ouverture minimale, la norme NBN D50-001 n'impose aucune exigence spécifique aux dispositifs de ventilation intensive. Dans la pratique, cela signifie que les fenêtres ouvrantes classiques satisfont aux exigences dans la plupart des cas.

Cependant, que ce soit dans le cas de la ventilation ou du free cooling, pour pouvoir laisser les fenêtres ouvertes de manière prolongée (pendant la nuit, par exemple), il s'avère indispensable :

- d'empêcher la pénétration d'insectes ;
- de garantir une protection suffisante contre l'effraction ;
- de limiter le risque de pénétration de la pluie ;
- d'éviter la gêne acoustique de l'extérieur.

La note d'information technique NIT 203 du CSTC [14] donne un aperçu des types de châssis courants, assortis de leurs performances et limitations en matière de ventilation intensive.

LA VENTILATION DES LOCAUX SPÉCIAUX SELON LA NORME NBN D50-001

• Le garage :

Sa superficie est de 47,6 m².

Selon la norme, une ouverture d'aération de 950 cm² est nécessaire et doit être située au maximum à 40 cm au-dessus du niveau du plancher du garage. Deux ouvertures peuvent éventuellement être placées dans la partie basse des deux portes du garage.

Il faut également veiller à ce que les portes séparant le garage des autres parties de l'habitation soient d'une étanchéité à l'air maximale, pour éviter que les éventuelles émanations de gaz d'échappement puissent migrer vers les autres locaux du bâtiment.

La superficie du garage étant supérieure à 40 m², une extraction mécanique est requise, au sens strict de la norme. L'option d'ajouter, dans cet exemple, un extracteur temporaire est largement suffisante puisqu'il s'agit d'une maison d'habitation tout à fait standard dont le garage sert au parking de deux voitures et ne constitue pas un atelier mécanique d'entretien ou de réparation de véhicules.

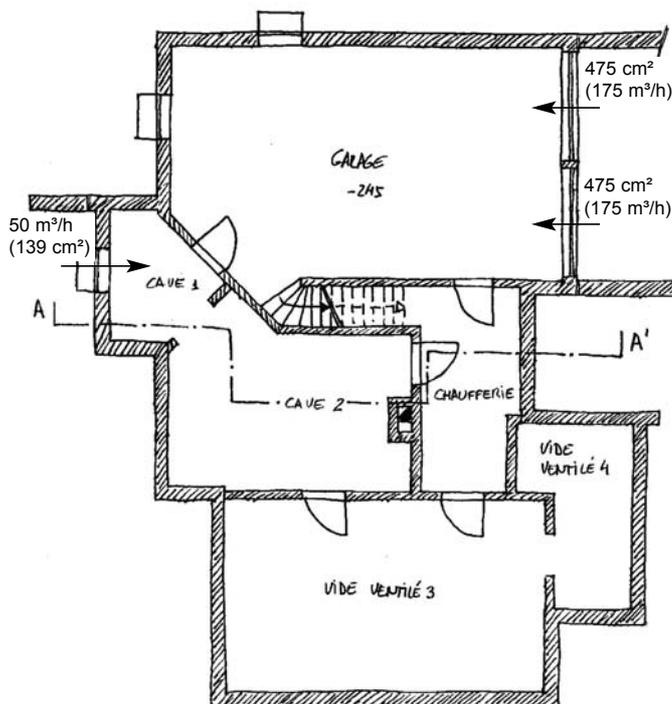
• La chaufferie :

Dans tous les cas, il y a lieu de prévoir une ouverture d'amenée d'air et une ouverture d'évacuation, toutes deux non obturables.

Il faut satisfaire aux exigences de la norme NBN B61-001 concernant les chaufferies et les cheminées.

• Les caves :

Elles sont ventilées par une ventilation naturelle, au moyen de grilles de ventilation. La somme des débits à travers toutes les grilles doit au moins être égale à 50 m³/h, pour une différence de pression de 2 Pa, ce qui correspond à une ouverture d'aération de 139 cm².



CHOIX DE L'INSTALLATION DE VENTILATION

LE CABINET MÉDICAL

- Système A : alimentation et extraction naturelles

La zone médicale étant traitée comme une zone de bureaux, la réglementation wallonne impose une extraction mécanique dans les locaux sanitaires.

Le système A ne peut donc être envisagé dans cet exemple.

- Système B : alimentation mécanique et extraction naturelle

Étant donné qu'une extraction mécanique est imposée par la réglementation wallonne, le système B non plus ne peut être envisagé dans cet exemple.

- Système C : alimentation naturelle et extraction mécanique

Le schéma ci-contre reprend le sens des flux d'air et leur débit respectif nécessaire pour assurer une bonne ventilation de base.

Le principal avantage de ce type d'installation de ventilation est le contrôle des débits d'air extrait. De plus, les conduits verticaux ne sont plus obligatoires mais, dans cet exemple, un conduit vertical relié au ventilateur situé dans les combles reste encore la meilleure solution puisqu'elle permet l'utilisation de ce même conduit pour l'extraction d'air mécanique des deux autres W.-C. du bâtiment.

Les débits d'air neuf ne sont pas contrôlables et l'air amené ne peut être filtré.

Ce système nécessite de l'énergie électrique et une maintenance régulière, mais il s'avère peu coûteux à l'exploitation.

Cette installation de ventilation est donc intéressante, puisqu'elle permet un contrôle des débits extraits, tout en restant simple.

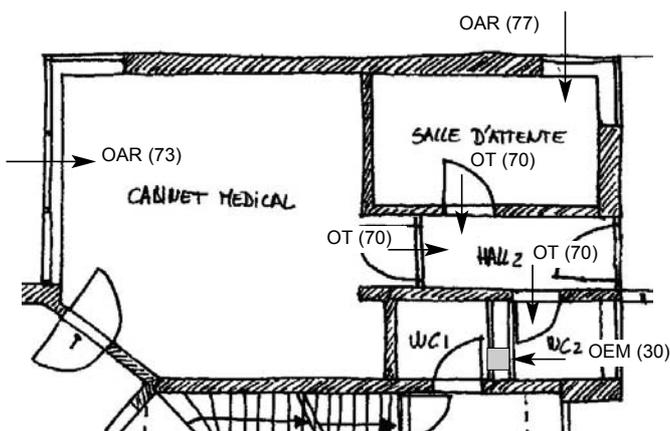
Le principe de fonctionnement de la ventilation simple flux à extraction mécanique est décrit de façon générale à la page 23 et les Annexes 2 et 3 reprennent les divers composants de ce type d'installation de ventilation.

- Système D : alimentation et extraction mécaniques

Le schéma de la page suivante reprend le sens des flux d'air et leur débit respectif nécessaire pour assurer une bonne ventilation de base.

Cette installation de ventilation est très maîtrisable, quelles que soient les conditions climatiques extérieures. Elle se prête également à une commande automatique, facilitant ainsi la gestion des débits (lorsque le cabinet médical n'est pas utilisé, par exemple).

La filtration de l'air amené est possible, mais dans le cas d'un cabinet médical où chaque patient transmet ses propres contaminants à l'air, il est illusoire de vouloir

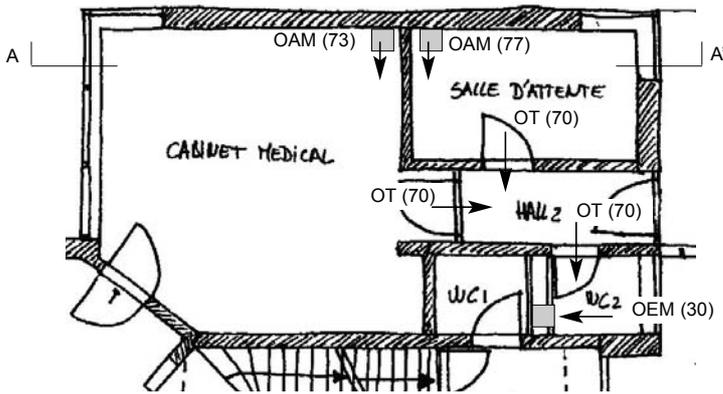


OAR (m³/h) = ouverture d'amenée réglable
 OEM (m³/h) = ouverture d'évacuation mécanique
 OT (cm²) = ouverture de transfert

Les chiffres entre parenthèses donnent :

- pour les OAR et OER : le débit de ventilation nominal requis ;
- pour les OT : la section de l'ouverture de transfert à réaliser.

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION



OAM (m³/h) = ouverture d'amenée mécanique
 OEM (m³/h) = ouverture d'évacuation mécanique
 OT (cm²) = ouverture de transfert

Les chiffres entre parenthèses donnent :

- pour les OAR et OER : le débit de ventilation nominal requis ;
- pour les OT : la section de l'ouverture de transfert à réaliser.

maintenir une qualité de l'air intérieure qui soit parfaite. Comme dans le cas précédent, les conduites sont verticales et rejoignent le ventilateur dans les combles. Ce système permet également la récupération de la chaleur contenue dans l'air extrait afin de préchauffer l'air neuf. Cependant, ce type d'installation est compliqué, difficile à équilibrer, nécessite d'une maintenance régulière et est coûteux.

Le principe de fonctionnement de la ventilation double flux est décrit de façon générale à la page 24 et l'Annexe 3 reprend les divers composants de ce type d'installation de ventilation.

• Récapitulatif

Le choix final de l'installation dépend évidemment du système de ventilation appliqué au reste du bâtiment, la ventilation mécanique centralisée étant plus avantageuse si elle est également utilisée dans la partie habitation du bâtiment.

Dans cet exemple, où l'environnement extérieur n'est ni pollué ni bruyant et où le climat extérieur est modéré (au sens de la typologie des climats définies à la page 12), l'installation de ventilation double flux (système D) représente un investissement de départ important, eu égard aux besoins réels de ventilation.

LA MAISON UNIFAMILIALE

Remarque générale : lorsqu'elle est abordée, l'extraction d'air au départ de la cuisine ne concerne pas le circuit d'extraction de la hotte, qui est séparé du système de ventilation du local.

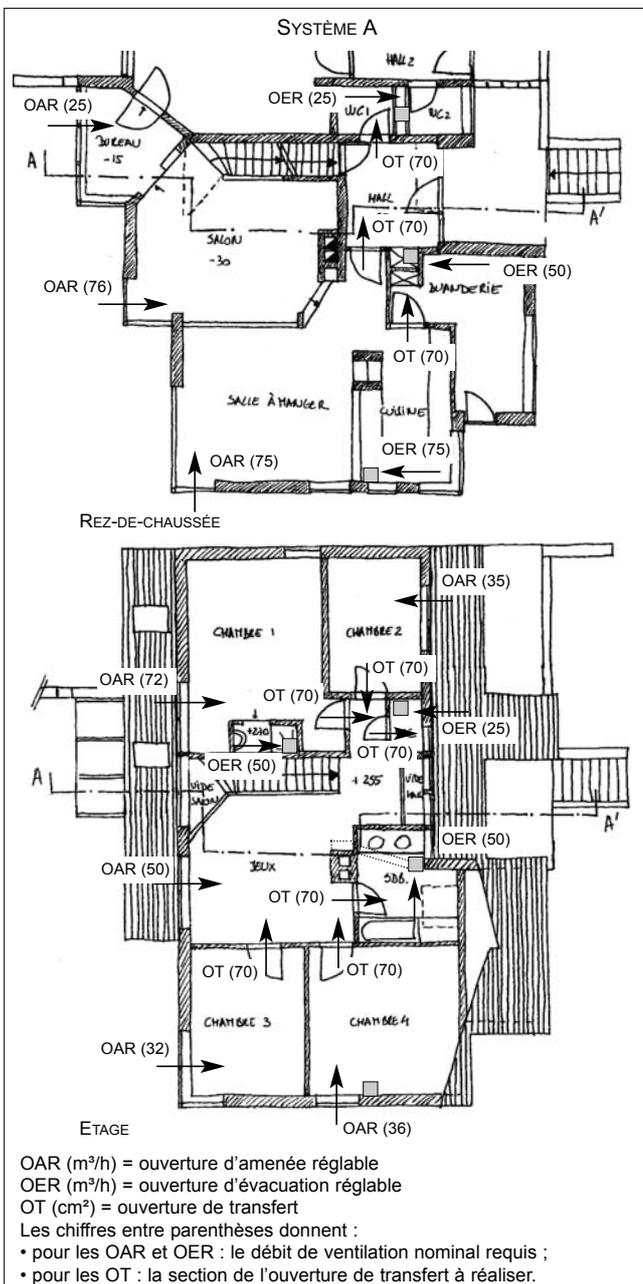
• Système A : alimentation et extraction naturelles

Les schémas ci-contre reprennent le sens des flux d'air et leur débit respectif nécessaire pour assurer une bonne ventilation de base.

Ce système a l'avantage d'être simple et de nécessiter peu d'entretien. Il ne demande aucune énergie électrique spécifique.

Par contre, les débits d'air dépendent des conditions climatiques et ne sont donc pas contrôlables, sauf de manoeuvrer manuellement chaque ouverture d'amenée d'air. Ils ne peuvent pas, non plus, être soumis à une commande automatique qui permettrait, par exemple, de les diminuer durant la nuit ou lors de périodes plus ou moins longues d'inoccupation du bâtiment.

L'inconvénient majeur de ce système provient des conduits verticaux des extractions d'air naturelles ; les débouchés de ces conduits doivent se situer le plus près possible du faîte. C'est pourquoi l'extraction d'air de la cuisine impose le passage d'une gaine à encaster dans la maçonnerie du mur extérieur ; celle de la buanderie et de la salle de bain impose une gaine prolongeant le mur de refend ; ce dernier conduit vertical, ainsi que le conduit



OAR (m³/h) = ouverture d'amenée réglable
 OER (m³/h) = ouverture d'évacuation réglable
 OT (cm²) = ouverture de transfert

Les chiffres entre parenthèses donnent :

- pour les OAR et OER : le débit de ventilation nominal requis ;
- pour les OT : la section de l'ouverture de transfert à réaliser.

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

vertical des W.-C., sont déviés dans les combles afin de rejoindre la cheminée et de déboucher en toiture près du faîte. Le conduit vertical de la douche ne pose pas de problème particulier.

Il y a donc en tout quatre débouchés en toiture, dus aux extractions d'air naturelles.

La ventilation du garage et des caves a été décrite à la page 60.

Le principe de fonctionnement de la ventilation naturelle est décrit de façon générale à la page 21 et l'Annexe 2 reprend les divers composants de ce type d'installation de ventilation.

- Système B : alimentation mécanique et extraction naturelle

Le principal avantage de ce type d'installation est que la filtration de l'air amené est possible, permettant ainsi l'élimination des polluants auxquels les habitants peuvent être sensibles.

Étant donné qu'il s'agit ici d'une maison unifamiliale située dans un environnement non pollué et peu bruyant, la filtration de l'air amené ne se justifie pas réellement.

De plus, ce type d'installation de ventilation impose un réseau de conduits assez important, comprenant les conduits verticaux d'extraction d'air naturelle (voir le système A) et les conduits verticaux d'amenée d'air mécanique se regroupant au ventilateur situé dans les combles.

Les conduits d'amenée d'air mécanique n'ont pas besoin d'être verticaux mais, dans cet exemple, la solution la plus discrète consiste à placer le ventilateur dans les combles et à créer un réseau de conduits permettant d'acheminer l'air neuf dans chaque local concerné.

Ce système constitue donc, non seulement un investissement important par rapport aux besoins réels de ventilation du bâtiment en question, mais en plus, il nécessite de l'énergie électrique et une maintenance régulière.

Le principe de fonctionnement de la ventilation simple flux à alimentation mécanique est décrit de façon générale à la page 22 et les Annexes 2 et 3 reprennent les divers composants de ce type d'installation de ventilation.

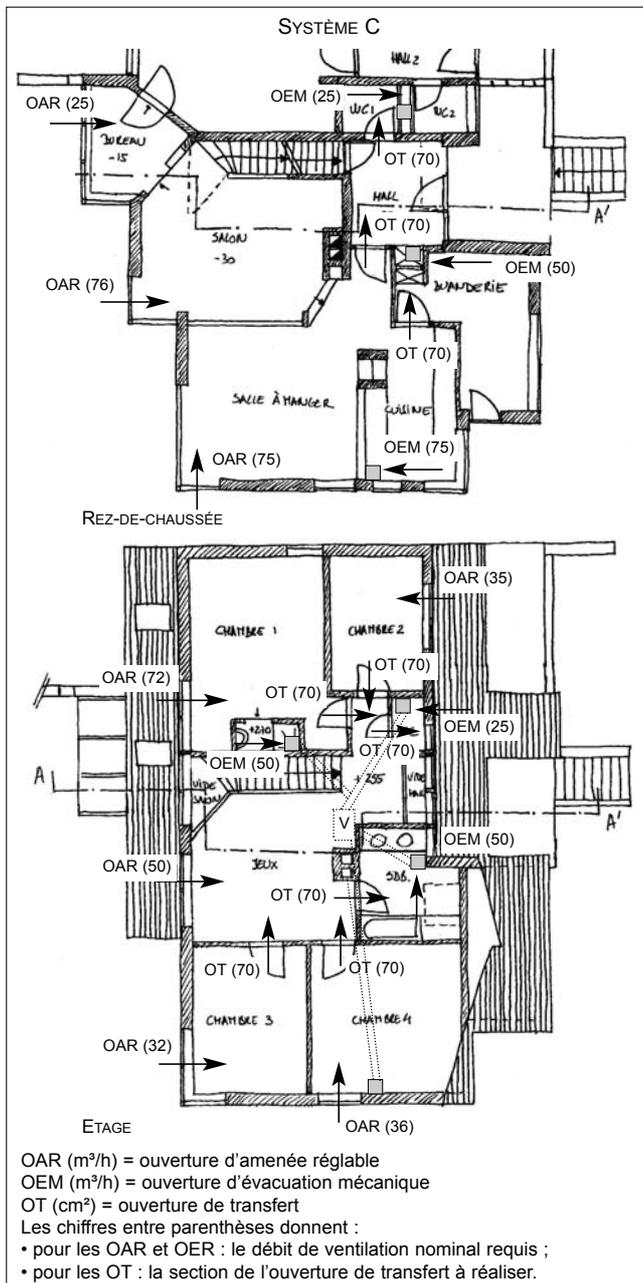
- Système C : alimentation naturelle et extraction mécanique

Les schémas ci-contre reprennent le sens des flux d'air et leur débit respectif nécessaire pour assurer une bonne ventilation de base.

Tout comme pour le cabinet médical, le principal avantage de ce type d'installation de ventilation est le contrôle sur les débits d'air extrait.

Les conduits d'extraction d'air ne doivent pas obligatoirement être verticaux mais, dans cet exemple, il est préférable de réaliser des conduits verticaux car la plupart des locaux "humides" se superposent : c'est le cas des W.-C. et de la buanderie en dessous de la salle de bain.

Seule l'extraction de la cuisine aurait pu éventuellement sortir directement à l'extérieur ; cela aurait permis de ne pas devoir faire passer un conduit dans la maçonnerie du mur extérieur, mais cela aurait imposé, par contre, un deuxième ventilateur d'extraction.



LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

Les quatre conduits verticaux sont déviés dans les combles afin de rejoindre le ventilateur. Ce système possède également l'avantage de n'avoir qu'un seul débouché en toiture, au lieu de quatre dans le cas d'une installation de ventilation naturelle.

Une commande automatique peut être envisagée afin de réduire les débits d'air extrait pendant la nuit ou en période d'inoccupation, par exemple.

Une pompe à chaleur peut être intégrée au système, permettant de récupérer la chaleur de l'air extrait et de la restituer soit au système de chauffage des locaux, soit au réseau d'eau chaude sanitaire.

Les débits d'air neuf, par contre, ne sont pas contrôlables et l'air amené ne peut pas être filtré.

Ce type d'installation de ventilation nécessite également de l'énergie électrique et une maintenance régulière, mais il s'avère peu coûteux à l'exploitation.

Il s'agit donc d'un système intéressant, surtout s'il est également appliqué au cabinet médical.

Le principe de fonctionnement de la ventilation simple flux à extraction mécanique est décrit de façon générale à la page 23 et les Annexes 2 et 3 reprennent les divers composants de ce type d'installation de ventilation.

• Système D : alimentation et extraction mécaniques

Bien que ce système soit très maîtrisable, quelles que soient les conditions climatiques extérieures, et qu'il se prête à une commande automatique des débits, il représente un investissement de départ important par rapport aux besoins de ventilation de cet exemple.

Le principe de fonctionnement de la ventilation double flux est décrit de façon générale à la page 24 et l'Annexe 3 reprend les divers composants de ce type d'installation de ventilation.

• Récapitulatif

Le tableau ci-contre récapitule les avantages et inconvénients de chaque système de ventilation appliqué à la maison unifamiliale.

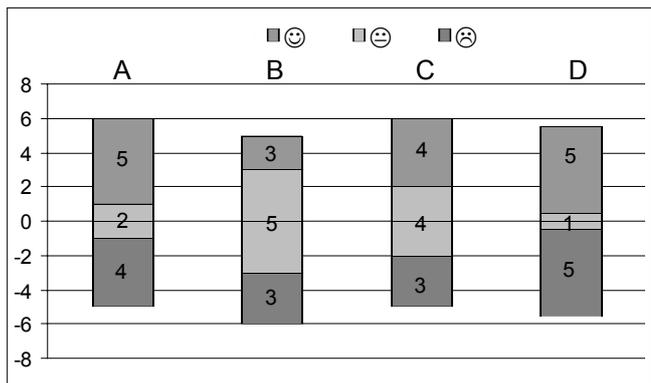
On peut considérer une approche multicritère du choix entre les systèmes A à D, dans ce cas particulier, en affectant un poids égal à chacun des 11 critères d'appréciation. La figure ci-contre illustre l'histogramme des résultats obtenus, où il apparaît clairement que :

- les systèmes A et C sont les plus avantageux ;
- les systèmes B et D arrivent ensuite, pénalisés tous deux par un investissement de départ un peu disproportionné par rapport aux besoins réels de ventilation de cet exemple.

On peut, par conséquent, conclure que les systèmes A et C sont les plus avantageux pour l'ensemble de l'habitation. L'importance des locaux concernés et la taille des systèmes de ventilation qui en résulte ne justifient pas d'envisager différemment les installations de ventilation du cabinet médical et de la maison unifamiliale. Il est au contraire préférable de les grouper au sein d'une même installation.

CRITERES	SYSTEME A	SYSTEME B	SYSTEME C	SYSTEME D
COMPLEXITE	😊	😐	😊	😞
ENCOMBREMENT DES CONDUITS DE VENTILATION	😊	😐	😊	😞
FILTRATION TRAITEMENT DE L'AIR	😞	😐	😞	😊
RISQUE DE REFOULEMENT ET D'INFILTRATION DES GAZ PROVENANT DES SOLS	😐	😊	😞	😊
CONTROLE DES DEBITS D'AIR AMENES	😞	😊	😞	😊
CONTROLE DES DEBITS D'AIR EXTRAITS	😞	😞	😊	😊
GESTION DES DEBITS	😐	😐	😐	😊
MAINTENANCE DE L'INSTALLATION	😊	😐	😐	😞
RECUPERATION DE CHALEUR	😞	😞	😊	😊
CONSUMMATION ELECTRIQUE	😊	😐	😊	😞
COUT GLOBAL	😊	😞	😊	😞
TOTAL	5😊 2😐 4😞	2😊 6😐 3😞	4😊 4😐 3😞	5😊 1😐 5😞

TABLEAU RÉCAPITULATIF



CLASSEMENT DES SYSTÈMES DE VENTILATION

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

Etant donné que seule l'extraction mécanique est admise dans la zone médicale, le système C s'avère, dans une première approche, le plus adéquat.

Après cette comparaison qualitative, il reste, à présent, pour affiner le choix du système, à évaluer de manière quantitative le coût global de chaque type d'installation de ventilation.

Nous n'avons pas tenu compte, dans cet exemple, de la concentration de radon dans l'habitation. Si celle-ci est importante, les systèmes A et C ne sont plus nécessairement les plus adéquats ; en effet, afin de diminuer les concentrations de radon, il vaut mieux mettre la maison en surpression (système B) plutôt qu'en dépression (système C), et pratiquer une ventilation accrue dans les caves et vides ventilés.

L'encadré ci-dessous donne un aperçu de la problématique du radon dans les habitations. Pour de plus amples informations, il est conseillé de consulter la NIT 211 du CSTC "Le radon dans les habitations : mesures préventives et curatives" [15].

LE RADON DANS LES HABITATIONS [principalement inspiré de 15]

Le radon (Rn) est un gaz radioactif incolore, inodore et insipide. Il résulte de la désintégration naturelle de l'uranium dans le sol, dans les couches rocheuses et dans l'eau. De plus, le radon se décompose pour former des particules radioactives additionnelles - appelées "descendants" - qui se déposent et dont certaines vont se fixer sur la poussière, la fumée et d'autres particules présentes dans l'air.

Le radon présent dans le sol est libéré dans l'atmosphère ; il est très dilué et n'est donc pas préoccupant. Cependant, lorsque le gaz s'infiltré dans un milieu fermé, comme dans un bâtiment, l'accumulation qui s'ensuit peut parfois entraîner des concentrations élevées et mettre la santé des occupants en péril.

L'être humain est en permanence exposé à un certain rayonnement radioactif, d'origine naturelle ou accentué par l'activité humaine. Une part importante de ce rayonnement vient de l'irradiation interne résultant de l'inhalation du radon.

Le seul risque connu associé à une exposition au radon est un risque accru de contracter un cancer des poumons. Ce risque dépend de la concentration de radon dans l'air et de la durée d'exposition.

La concentration de radon dans l'air s'exprime en Bq/m³ ; la quantité de radon dégagée par les matériaux de construction (ce que l'on appelle "exhalation") s'exprime en Bq/kg.s.

En Belgique, le Conseil supérieur de la Santé recommande actuellement d'éviter des concentrations supérieures à 400 Bq/m³.

La situation en Belgique

La concentration moyenne en Belgique est de quelque 50 Bq/m³. On notera cependant un écart prononcé entre la Flandre et la Wallonie :
- en Flandre, la concentration moyenne est d'environ 40 Bq/m³ ;
- en Wallonie, elle est d'à peu près 80 Bq/m³.

Cette différence s'explique par des facteurs géologiques : le sol wallon renferme davantage de roches contenant de l'uranium que le sol flamand.

Le radon en provenance du sol

Dans la majorité des cas, le sol constitue la source principale du radon présent dans les habitations. Le sous-sol contient une certaine quantité d'uranium, qui peut fortement varier selon les endroits. La présence d'une concentration élevée de radon dans le sol n'implique pas nécessairement que l'on trouvera également une quantité importante de radon dans les habitations construites sur ce terrain. Il faut encore que le radon se déplace dans le sol en direction de l'habitation et qu'il s'y infiltre.

Deux éléments jouent un rôle prépondérant dans la distance parcourue par le radon :

- la perméabilité du sol : plus le sol présente de fissures et d'ouvertures,

plus le radon s'y déplace aisément. En ce qui concerne l'infiltration dans les habitations, le degré de finition du plancher en contact avec le sol joue un rôle déterminant ;

- la présence d'une force motrice assurant le transport : le radon peut se déplacer par diffusion, par convection et avec l'eau.

Dans les habitations présentant des concentrations élevées de radon, l'infiltration de ce gaz est généralement causée par des courants de convection ; s'il existe une barrière efficace entre l'habitation et le sous-sol, le radon peut quand même se déplacer par diffusion.

Si l'eau représente un bon écran au radon, elle constitue aussi un conducteur idéal. Le radon présent dans l'eau peut parcourir de grandes distances considérables dans le sous-sol. Lorsqu'elle est utilisée à des fins ménagères, cette eau permet au radon de pénétrer dans les habitations ; ces cas sont toutefois rares.

Le radon provenant des matériaux de construction

Les matériaux de construction pierreux, comme la brique, la pierre naturelle, les blocs de béton... contiennent également des "descendants" de l'uranium et exhalent dès lors du radon. Le taux d'exhalation dépend du type de matériau.

Les techniques destinées à lutter contre les concentrations trop élevées de radon

Le tableau ci-dessous donne un aperçu général des principales techniques destinées à lutter contre les concentrations trop élevées de radon.

TECHNIQUE	AMENÉE DE RADON VERS L'HABITATION	DILUTION DANS LES PIÈCES D'HABITATION	CONCENTRATION DANS LES CAVES ET/OU LES VIDES SANITAIRES
Obturation des fissures, joints et orifices	↘	→	→
Ventilation accrue des pièces d'habitation :			
- système A	↔ ⁽¹⁾	↘ ⁽²⁾	→
- système B	↘	↘ ⁽²⁾	→
- système C	↗	↘ ⁽²⁾	→
- système D	↔ ⁽¹⁾	↘ ⁽²⁾	→
Ventilation accrue dans les caves ou vides sanitaires :			
- naturelle	↘ ⁽³⁾	→	↔ ⁽⁴⁾
- amenée mécanique	↘ ⁽³⁾	→	↘
- évacuation mécanique	↘ ⁽³⁾	→	↗
Extraction d'air sous la dalle de cave	↗	→	↘

⁽¹⁾ Selon que les locaux d'habitation sont plutôt en dépression ou en surpression, l'amenée de radon aura tendance à, respectivement, se restreindre ou augmenter.

⁽²⁾ La concentration de radon dans les locaux d'habitation est diminuée grâce à leur ventilation accrue, quel que soit le système de ventilation utilisé.

⁽³⁾ Idem que ⁽²⁾ appliqué aux caves et vides sanitaires.

⁽⁴⁾ Idem que ⁽¹⁾ appliqué aux caves et vides sanitaires.

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

CALCUL DU COÛT GLOBAL DE CHAQUE TYPE D'INSTALLATION DE VENTILATION

LE TABLEAU CI-DESSOUS ET L'HISTOGRAMME DE LA PAGE SUIVANTE DONNENT, POUR DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE DIFFÉRENTES :

- la participation de la ventilation (naturelle ou mécanique) dans le bilan énergétique global ;
- le budget alloué aux consommations de chauffage (les apports internes et solaires passifs ne sont pas pris en compte) et d'électricité (engendrée par la ventilation mécanique). Il est calculé sur l'ensemble de la vie du bâtiment (fixée à 30 ans), et inclut l'investissement propre à l'isolation et à la ventilation.

Sur une période de 30 ans, une installation de ventilation nécessite la remise à neuf et le renouvellement de certaines pièces ; afin d'estimer le coût de cette maintenance nous avons supposé qu'elle consiste au :

- remplacement du groupe de ventilation ;
- remplacement des bouches de pulsion et d'extraction tous les 10 ans ;
- nettoyage ou remplacement des filtres tous les ans.

Les hypothèses choisies sont les suivantes :

- la superficie totale habitable de l'habitation (y compris le cabinet médical) est de 268 m², pour un volume habitable de 626 m³ ;
- Les coefficients de déperdition thermique U des parois sont les suivants :
 - pour les toitures : U = 0,3 W/m²K ;
 - pour les murs extérieurs : U = 0,5 W/m²K ;
 - pour les planchers : U = 0,6 W/m²K ;
 - pour les fenêtres : U = 2,8 W/m²K.
- le niveau d'isolation du bâtiment satisfait la réglementation thermique wallonne malgré un niveau K64 certes supérieur au K55, mais avec un niveau Be270 (inférieur au Bemax de 377 MJ/m² pour le V/S de 1,34) ;
- le débit d'air amené est de 555 m³/h, ce qui équivaut à un renouvellement d'air de 0,88 vol/h. Les dispositifs de ventilation doivent être dimensionnés afin d'assurer un tel débit.
 - En ventilation naturelle, le taux de ventilation n'est jamais constant et peut être supérieur ou inférieur à celui strictement nécessaire. Il y a donc un risque de sur-ventilation (ou de sous-ventilation) que nous estimons à ± 20 % autour du débit nominal théorique. Etant donné que nous examinons ici les seules consommations de chauffage, nous avons envisagé le cas le plus défavorable, c'est-à-dire un taux de renouvellement d'air de 1,06 vol/h qui équivaut à un débit d'air amené de 666 m³/h.

- Pour la ventilation mécanique simple flux, le débit d'air nominal est de 555 m³/h, mais il peut être adapté aux besoins. Ainsi, le débit d'air est de 555 m³/h durant 4 heures (lors de la préparation des repas) et peut être réduit à 389 m³/h le reste du temps ;

- Pour la ventilation mécanique double flux avec ou sans récupération de chaleur, le débit d'air peut être diminué durant la nuit (8 heures) : il est de 273 m³/h. En journée, il est de 555 m³/h durant 4 heures et de 389 m³/h pendant les 12 heures restantes.

- pour la ventilation mécanique, on suppose que l'installation fonctionne 24 heures par jour, 365 jours par an, soit **8.760 heures par an**, dont **5.110 heures** durant la saison de chauffe (du 15 septembre au 15 mai) et **3.650 heures** en été.

• la consommation de chauffage : voir page 38

• la consommation électrique des ventilateurs : voir page 38

• le rendement global des ventilateurs est estimé à **0,65**.

Pour le chauffage, le rendement global estimé dépend du type d'installation :

- pour une installation au mazout : 0,6 ;
- pour une installation au gaz : 0,7 ;
- pour une installation électrique directe : 0,95 ;
- pour une installation électrique à accumulation : 0,85.

• la température extérieure moyenne diurne durant la saison de chauffe est de **8,5 °C**, tandis que la température de consigne des locaux est de **20 °C**.

Pour la ventilation mécanique double flux avec récupération de chaleur, on suppose que la température de soufflage de l'air est de 15 °C.

• Les tarifs considérés pour le mazout (livraison de + de 2000 litres), le gaz (tarif chauffage) et l'électricité (tarif bihoraire) sont ceux qui étaient en vigueur au 10 janvier 2001 :

- mazout : 0,33366 EUR/litre ;
- gaz : 0,0081178 EUR/MJ ;
- électricité : prix unitaire de jour : 0,1505 EUR/kWh
prix unitaire de nuit : 0,0711 EUR/kWh.

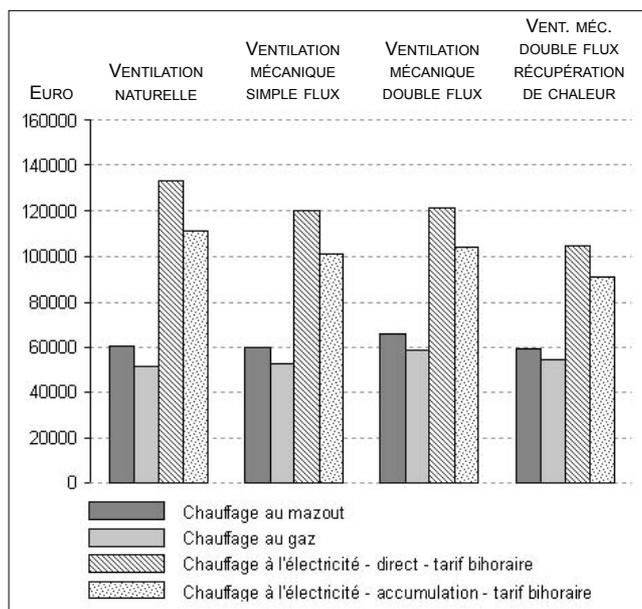
Pour simplifier, ces prix sont considérés constants sur la durée de vie ou, plus exactement, évoluant au même rythme que le taux d'intérêt bancaire.

Les coûts intègrent la redevance, la taxe sur l'énergie et la TVA.

EXEMPLE : maison d'habitation et cabinet médical	Consommation d'énergie avec une VENTILATION NATURELLE [kWh/an]			Consommation d'énergie avec une VENTILATION MECANIQUE SIMPLE FLUX [kWh/an]			Consommation d'énergie avec une VENTILATION MECANIQUE DOUBLE FLUX [kWh/an]			Consommation d'énergie avec une VENTILATION MECANIQUE DOUBLE FLUX AVEC RECUPERATION DE CHALEUR [kWh/an]		
	en kWh/an	Enveloppe Ventilation Electricité		en kWh/an	Enveloppe Ventilation Electricité		en kWh/an	Enveloppe Ventilation Electricité		en kWh/an	Enveloppe Ventilation Electricité	
CHAUFFAGE AU MAZOUT	30.228			30.228			30.228			30.228		
	22.178			13.886			11.212			3.409		
	0			781			2.123			2.123		
CHAUFFAGE AU GAZ	25.910			25.910			25.910			25.910		
	19.010			11.902			9.610			2.922		
	0			781			2.123			2.123		
CHAUFFAGE A L'ELECTRICITE DIRECT (BIHORAIRE)	19.092			19.092			19.092			19.092		
	14.007			8.770			7.081			2.153		
	0			781			2.123			2.123		
CHAUFFAGE A L'ELECTRICITE ACCUMULATION (BIHORAIRE)	21.338			21.338			21.338			21.338		
	15.655			9.602			7.914			2.406		
	0			781			2.123			2.123		

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

CHOIX DE L'INSTALLATION DE VENTILATION



EVALUATION DU BUDGET SUR 30 ANS EN EURO
(ISOLATION + CHAUFFAGE + ÉLECTRICITÉ)

Le tableau de la page précédente confirme bien que plus les débits d'air sont contrôlés dans une habitation, moins la part de la ventilation est importante dans le bilan énergétique total.

Lorsqu'on examine l'évaluation du budget (sur 30 ans) alloué aux consommations de chauffage et d'électricité, on constate que le type d'installation de chauffage joue un rôle prépondérant, qui peut complètement modifier le choix de l'installation de ventilation.

En effet, pour qu'une installation de chauffage électrique ne soit pas pénalisée par son coût d'utilisation, il faut que le bâtiment atteigne un niveau d'isolation largement meilleur que le niveau K55 (K40, par exemple).

Dans ce cas, l'étanchéité à l'air de l'enveloppe extérieure doit être maximale et l'installation de ventilation la plus avantageuse est celle qui possède le moins d'ouverture vers l'extérieur et qui contrôle le mieux les débits d'air ; il s'agit donc de la ventilation mécanique double flux (système D) avec récupération de chaleur.

Par contre pour un niveau d'isolation simplement respectueux de la réglementation actuelle, sans plus, et avec une installation de chauffage au mazout, les installations de ventilation les plus avantageuses financièrement sont les installations de ventilation mécanique double flux avec récupération de chaleur et de ventilation mécanique simple flux.

Dans le cas d'une installation de chauffage au gaz (ce qui est le cas dans cet exemple), ce sont les installations de ventilation naturelle et de ventilation mécanique simple flux qui sont les plus avantageuses.

Les analyses des différents systèmes de ventilation (pages 61 à 65) ayant abouti aux mêmes conclusions, le choix de l'installation de ventilation se porte donc sur le système C (de toute façon nécessaire pour la zone médicale). Ce dernier impose un investissement un peu plus important que le système A, mais il présente l'avantage de diminuer les consommations de chauffage dues à la ventilation, d'offrir un meilleur contrôle des débits d'air et de ne nécessiter qu'un seul débouché en toiture. De plus, pour peu que le prix du gaz augmente légèrement, les résultats obtenus pour les coûts (non repris ici) indiquent que la différence de budget entre les deux systèmes s'inverse très rapidement, renforçant encore l'intérêt pour le système C.

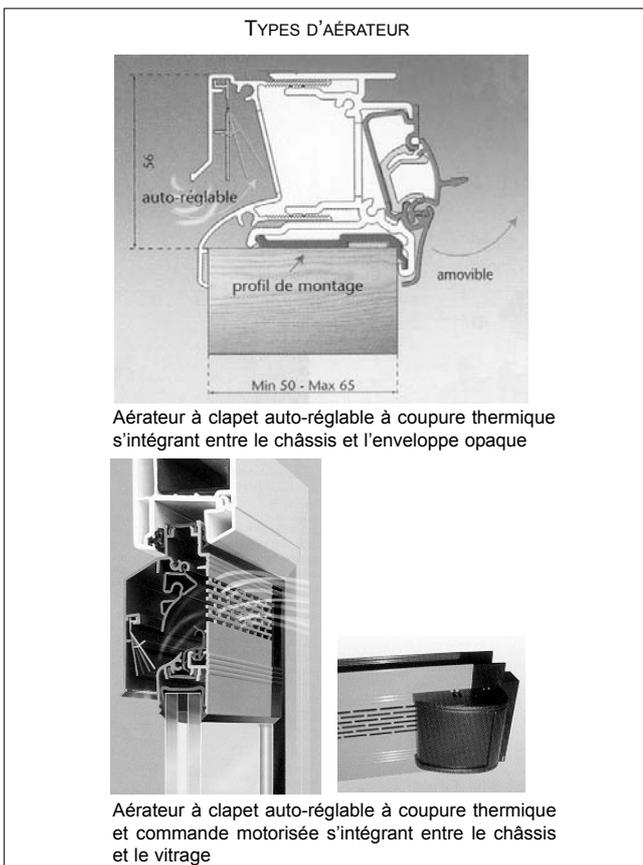
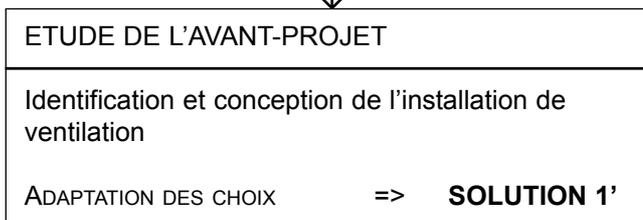
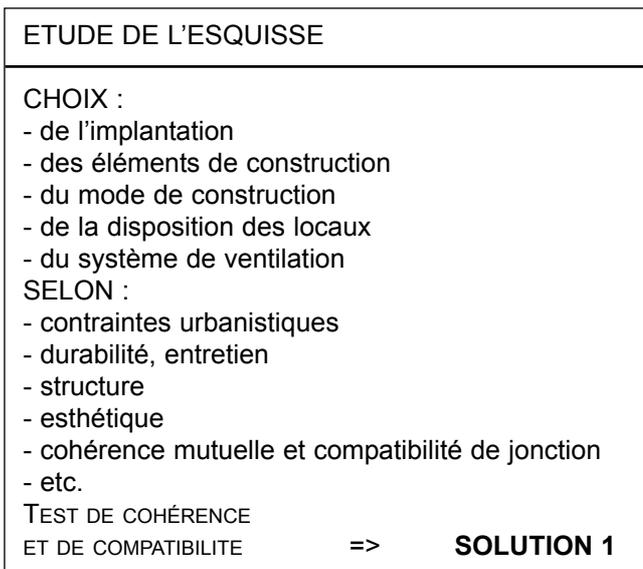
Dans cet exemple, il y a donc intérêt à choisir, en dehors du système de ventilation naturelle (A) qui s'exclut d'office lorsque l'installation englobe le cabinet médical :

- si le système de chauffage est électrique : une installation de ventilation mécanique double flux (système D) avec récupération de chaleur ;
- si le vecteur du système de chauffage est le fuel : une installation de ventilation simple flux à extraction mécanique (système C) ou une installation de ventilation double flux avec récupération de chaleur (système D) ;
- si le vecteur du système de chauffage est le gaz : une installation de ventilation simple flux à extraction mécanique (système C).

ATTENTION : un changement significatif dans la tarification des énergies pourrait remettre ces choix en question.

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

ILLUSTRATION PAR UN EXEMPLE: AU STADE DE L'AVANT-PROJET



Le système de ventilation étant choisi, il faut, à présent, déterminer le type et l'emplacement des prises d'air, dimensionner les extractions d'air mécaniques, les ouvertures de transfert et les éventuels conduits de ventilation.

LE DIMENSIONNEMENT DES OUVERTURES D'AMENÉE D'AIR NATURELLE

L'Annexe 2 reprend de façon détaillée les dispositifs d'amenées d'air.

Les amenées d'air du garage et des caves ont été détaillées à la page 60.

EMPLACEMENT ET TYPE D'AÉRATEUR

Afin d'éviter la gêne due aux courants d'air, les ouvertures d'amenée d'air doivent être placées à une hauteur d'au moins 1,80 m au-dessus du sol.

Pour cette raison et par souci esthétique, nous avons choisi de placer des aérateurs à clapet auto-réglable à coupure thermique, s'intégrant entre le châssis en bois et l'enveloppe opaque du bâtiment. Une commande manuelle de l'ouverture est intégrée, permettant cinq positions.

Ce type d'aérateur ne peut cependant pas être placé dans la salle d'attente et dans le bureau. En effet, dans la salle d'attente, l'aérateur est muni d'une commande motorisée reliée à un détecteur de présence qui réglera l'ouverture de la grille en fonction du nombre de personnes présentes dans la pièce. La commande motorisée n'étant pas possible sur un aérateur placé au-dessus du châssis, nous avons choisi un aérateur à clapet auto-réglable placé entre le châssis et le vitrage, en partie haute de la baie. Pour ce qui est du bureau, nous avons choisi ce même aérateur avec une commande manuelle et placé entre le châssis et le vitrage en partie haute de la fenêtre verticale.

Le clapet auto-réglable, fixé dans l'ouverture d'amenée d'air, réagit automatiquement aux différences de pressions et à la force du vent, sans intervention de l'utilisateur.

DIMENSIONNEMENT

Le débit d'air d'une ouverture d'alimentation naturelle dépend de la différence de pression existant de part et d'autre de cette ouverture. Les débits nominaux doivent pouvoir être réalisés pour une différence de pression de 2 Pa.

En première estimation, comme le permet la norme NBN D50-001, on peut appliquer la règle approximative suivante :

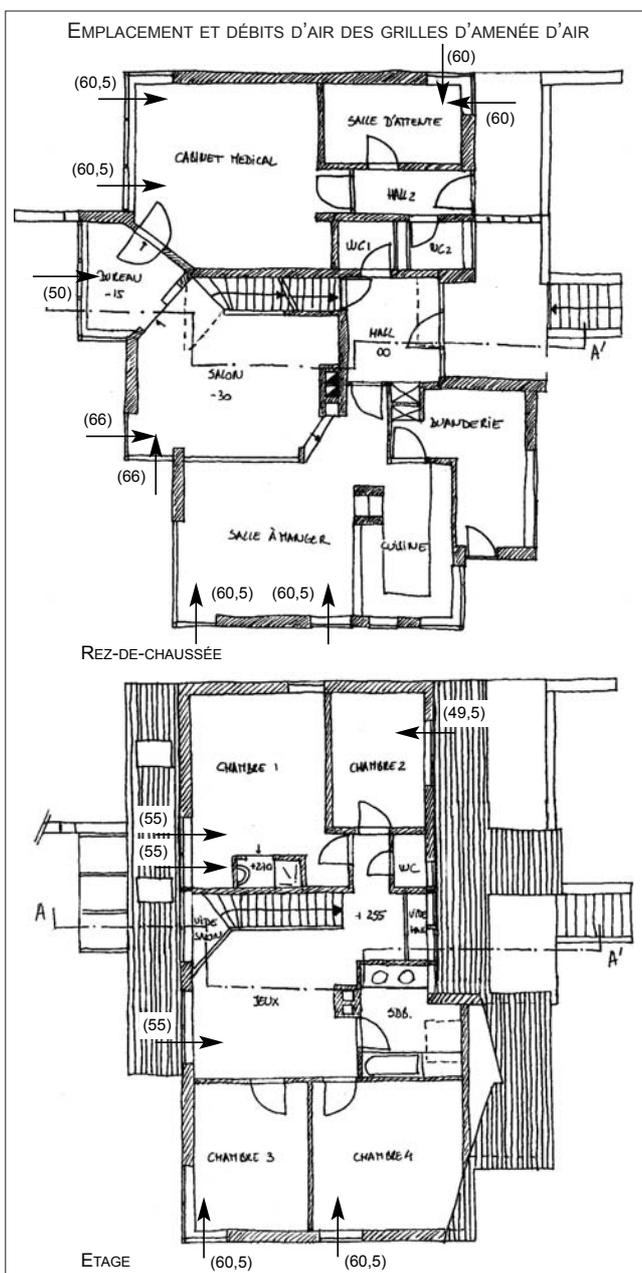
A une différence de pression de 2 Pa, le débit d'une ouverture de 10 cm² est d'environ 1 dm³/s, soit 3,6 m³/h.

Le passage d'air des aérateurs choisis ci-dessus est, pour une différence de pression de 2 Pa, de 50 m³/h par mètre courant d'aérateur.

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

Nous pouvons dès lors déterminer, pour chaque local, le nombre et la longueur des grilles à placer afin d'atteindre les débits nominaux :

LOCAUX	DEBITS D'AIR NOMINAUX [m³/h]	LONGUEUR DES OUVERTURES [m]	PASSAGE D'AIR DE LA GRILLE [m³/h/m]	DEBIT D'AIR POUR UNE GRILLE [m³/h]	NOMBRE DE GRILLES	DEBIT D'AIR TOTAL [m³/h]
Cabinet médical	73	1,1	50	55,0	2	110
Salle d'attente	77	1,2	50	60	2	120
Bureau	25	1	50	50	1	50
Salon	76	1,2	50	60	2	120
Salle à manger	75	1,1	50	55,0	2	110
Chambre 1	72	1	50	50	2	100
Chambre 2	35	0,9	50	45,0	1	45,0
Chambre 3	36	1,1	50	55,0	1	55,0
Chambre 4	36	1,1	50	55,0	1	55,0
Espace de jeux	50	1	50	50	1	50



Ces débits correspondent aux débits atteints lorsque la grille est en position "tout à fait ouverte". Etant donné que ces grilles possèdent cinq positions d'ouverture, il est possible, par une position intermédiaire, de se rapprocher de la valeur des débits nominaux.

La norme NBN D50-001 exige que, dans chaque local, le débit total des ouvertures d'alimentation en position complètement ouverte, pour une différence de pression de 2 Pa, soit au moins égal au débit nominal requis dans ce local, sans toutefois dépasser le double du débit nominal. Les schémas ci-contre reprennent les fenêtres comportant des grilles ainsi que les débits d'air amené respectifs.

LE DIMENSIONNEMENT DES OUVERTURES DE TRANSFERT

L'Annexe 2 reprend de façon détaillée les dispositifs des ouvertures de transfert.

EMPLACEMENT ET TYPE D'OUVERTURE DE TRANSFERT

Les ouvertures de transfert se placent uniquement dans les parois intérieures ou dans/autour des portes intérieures. Elles doivent toujours rester ouvertes et ne peuvent, par conséquent, être réglables.

Les ouvertures de transfert ne sont prévues que dans les portes intérieures au sein de la même zone du bâtiment ; il n'y a donc pas de transfert d'air entre la zone d'habitation et la zone médicale.

Les ouvertures de transfert peuvent être soit des grilles disposées dans le bas des portes (ou dans les murs), soit des fentes suffisamment grandes sous les portes.

Pour les locaux "humides" (W.-C., buanderie, douche et salle de bain), nous avons choisi de placer des grilles acoustiques. En effet, celles-ci permettent une meilleure isolation acoustique que les fentes laissées sous les portes. Ces mêmes raisons acoustiques justifient le même choix pour le cabinet médical et la salle d'attente.

Pour les autres locaux (séjour, chambres, etc.), nous avons choisi de pratiquer une fente sous les portes ; ces

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

locaux ne nécessitant pas une isolation acoustique trop élevée. Cette solution est également plus esthétique que la précédente et les fentes sous les portes ne permettent en principe pas de voir dans la pièce contiguë. De plus, elles ne nécessitent aucun entretien.

DIMENSIONNEMENT

Les exigences relatives aux ouvertures de transfert sont exprimées de deux manières dans la norme belge : soit par une surface libre (en cm²) dans le cas d'une fente sous la porte, soit par un débit nominal à 2 Pa dans le cas d'une grille de transfert (voir tableau ci-contre).

• Les grilles de transfert acoustiques :

Les grilles de transfert acoustiques choisies ont une longueur, hors tout, de 44,7 cm et une hauteur, hors tout, de 5,8 cm (voir schéma ci-contre). Elles permettent un passage d'air de 25 m³/h sous une différence de pression de 2 Pa, ce qui correspond aux exigences de la norme.

• Les fentes sous les portes :

L'ouverture laissée par une fente sous une porte doit au moins être égale à 70 cm². Cela veut dire que, pour une porte de 93 cm de large, la hauteur nette de la fente doit être au minimum égale à 0,75 cm.

La norme prévoit, pour les fentes sous les portes, les dispositions supplémentaires suivantes :

- si l'ouverture de transfert est une fente en dessous d'une porte intérieure, la section nette de cette ouverture est alors égale à la hauteur nette de la fente, mesurée du sol parachevé jusqu'au bas de la porte, multipliée par la largeur de l'ouverture de la porte ;
- pour les sols qui peuvent ultérieurement être recouverts d'un tapis plain, l'épaisseur du tapis à prendre en considération pour déterminer la hauteur de la fente sera au moins égale à 10 mm.

LE DIMENSIONNEMENT DES ÉVACUATIONS D'AIR MÉCANIQUES

Une installation de ventilation simple flux à extraction mécanique doit pouvoir évacuer mécaniquement les débits nominaux des locaux humides et ce dans les conditions climatiques suivantes :

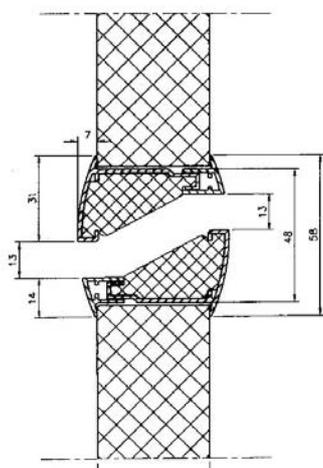
- une vitesse du vent inférieure à 4 m/s ;
- une différence, entre les températures intérieure et extérieure, inférieure à 25 °C.

Le contrôle des débits d'évacuation s'effectue avec toutes les ouvertures réglables pour l'alimentation libre en position complètement ouvertes dans les locaux "secs".

Les débits à extraire dans les différents locaux "humides" sont ceux décrits dans le tableau ci-contre.

LOCAL	DEBIT NOMINAL À 2 PA	EXIGENCE DANS LE CAS D'UNE FENTE SOUS LA PORTE
Cuisine	14 dm ³ /s soit 50 m ³ /h	une ouverture d'au moins 140 cm ² ou deux de 70 cm ²
Autres (séjour, chambre, bureau, WC, s. de bain, buanderie, etc.)	7 dm ³ /s soit 25 m ³ /h	une ouverture d'au moins 70 cm ²

EXIGENCES RELATIVES AUX OUVERTURES DE TRANSFERT SELON LA NORME NBN D50-001 [26]



GRILLE DE TRANSFERT ACOUSTIQUE

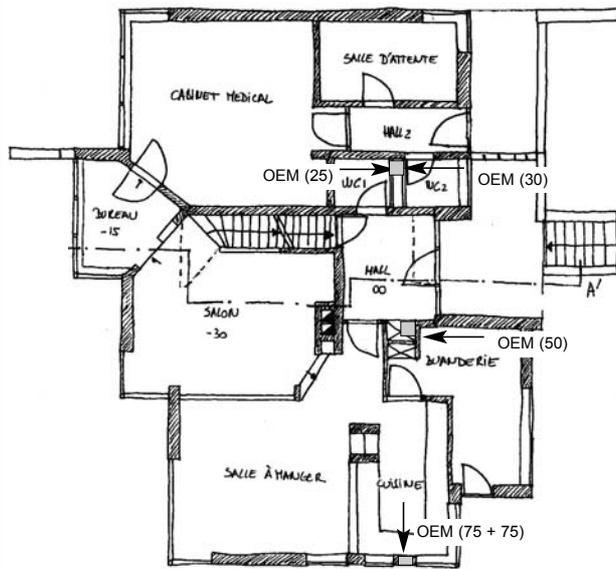
Pour le dimensionnement d'une installation de ventilation mécanique (simple ou double flux), les principes à respecter sont les suivants [13] :

- la somme de tous les débits évacués doit être au moins égale à la somme de tous les débits nominaux des locaux occupés ;
- les débits d'alimentation et d'évacuation mécaniques doivent être réalisés alors que toutes les portes intérieures sont normalement fermées et toutes les ouvertures de transfert normalement ouvertes ;
- dans le cas d'une installation simple flux, les débits requis d'alimentation ou d'extraction mécanique doivent être atteints alors que les ouvertures d'évacuation ou d'alimentation naturelle se trouvent en position ouverte normale ;
- les exigences imposées, en matière de débit, aux installations mécaniques, doivent au moins pouvoir être respectées pour des vitesses de vent de moins de 4 m/s (ou 14,4 km/h) et pour des écarts de température (intérieur - extérieur) inférieurs à 25 °C.

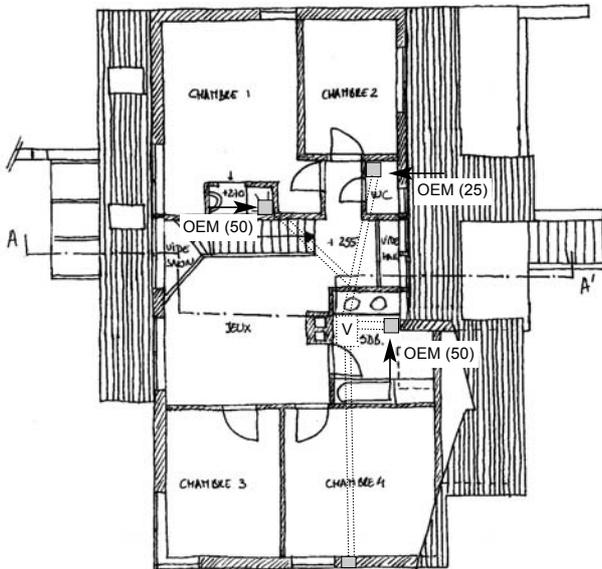
LOCAUX	DÉBITS À EXTRAIRE [m ³ /h]
W.-C.2	30
W.-C.1	25
W.-C.3	25
Cuisine	75 + 75 lorsque la hotte fonctionne
Buanderie	50
Douche	50
Salle de bain	50
TOTAL	380

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

EMPLACEMENT DES CONDUITS DES EXTRACTIONS D'AIR MÉCANIQUES



REZ-DE-CHAUSSÉE



ÉTAGE

EMPLACEMENT DES GAINES ET DU VENTILATEUR

Les plans ci-contre reprennent les emplacements des gaines.

• La cuisine :

La hotte de cuisine est une hotte non motorisée intégrée dans le système de ventilation ; c'est pourquoi, lorsqu'elle fonctionne, le débit d'air extrait au départ de la cuisine est de $150 \text{ m}^3/\text{h}$. Lorsqu'elle est éteinte, l'extraction d'air reste de $75 \text{ m}^3/\text{h}$.

Le conduit d'extraction d'air de la cuisine est placé dans la maçonnerie ; il reprend le conduit d'extraction d'air de la hotte (que l'on peut éventuellement intégrer dans une armoire).

• Les W.-C. :

La ventilation des W.-C. du rez-de-chaussée se fait par la gaine technique les séparant. Le conduit d'extraction passe, à l'étage, dans le troisième W.-C., permettant ainsi son extraction d'air.

• La buanderie et la salle de bain :

Ces deux pièces sont ventilées au moyen du même conduit. Celui-ci est placé dans une gaine technique prolongeant le mur de refend.

• La douche :

L'extraction de la douche ne pose aucun problème puisque le conduit monte directement dans les combles.

Le caisson d'extraction est placé dans les combles de façon à ce que la cheminée ne gêne pas le tracé des conduits. Le conduits d'extraction de la douche rejoint le conduit d'extraction des W.-C. qui va, lui-même, ainsi que les conduits de la cuisine et de la salle de bain, rejoindre le caisson.

TYPES DE CONDUITS, DE VENTILATEUR ET DE BOUCHES

• Toutes les gaines horizontales et verticales sont en tuyaux galvanisés spiralés de diamètre 125 mm . Ce diamètre est adapté aux débits allant de 0 à $250 \text{ m}^3/\text{h}$, tout en minimisant les pertes de charge. La vitesse de l'air dans les canalisations d'extraction ne dépassent pas 5 m/s .

Les tuyaux flexibles sont à éviter car ils provoquent d'importantes pertes de charge ; ils sont néanmoins meilleurs d'un point de vue acoustique.

Pour la cuisine, on peut éventuellement placer un conduit oblong qui prendrait moins de place dans la maçonnerie, qu'un conduit circulaire.

• Le caisson d'extraction est un caisson destiné à une maison unifamiliale. Il possède un ventilateur centrifuge à aubes inclinées vers l'arrière afin de privilégier le rendement.

Ce ventilateur possède 3 vitesses réglables, ce qui permet de diminuer les débits d'air extrait durant la nuit, par exemple. Il extrait l'air jusqu'à un débit de $430 \text{ m}^3/\text{h}$.



TUYAU GALVANISÉ SPIRALÉ



CAISSON D'EXTRACTION POUR UNE MAISON UNIFAMILIALE



LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

Le caisson possède trois aspirations d'un diamètre de 125 mm et un refoulement d'un diamètre de 125 mm. Son entretien est aisé.

- Les bouches d'extraction sont choisies en fonction de leur débit et de leur production acoustique, que l'on peut trouver dans des abaques. Les bouches d'extraction choisies sont des bouches réglables, d'un diamètre de 125 mm, permettant un débit d'extraction jusqu'à 120 m³/h. Le réglage du débit se fait par un cône interne.

Dans cet exemple, nous avons envisagé une diminution des débits durant la nuit, obtenue par le biais d'une vitesse réduite du ventilateur. L'utilisation de bouches auto-réglables entrerait alors en conflit avec la variation de la vitesse du ventilateur.

Si, au contraire, le moteur du ventilateur tournait à vitesse constante, le choix de bouches auto-réglables s'avérerait plus indiqué.

LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE VENTILATION

ILLUSTRATION PAR UN EXEMPLE : AU STADE DU PROJET

ETUDE DE L'ESQUISSE

CHOIX :

- de l'implantation
- des éléments de construction
- du mode de construction
- de la disposition des locaux
- du système de ventilation

SELON :

- contraintes urbanistiques
- durabilité, entretien
- structure
- esthétique
- cohérence mutuelle et compatibilité de jonction
- etc.

TEST DE COHÉRENCE
ET DE COMPATIBILITÉ

=>

SOLUTION 1

ETUDE DE L'AVANT-PROJET

Identification et conception de l'installation de ventilation

ADAPTATION DES CHOIX

=>

SOLUTION 1'

PROJET D'EXECUTION PRECISION DES DETAILS

Intégration des divers composants de l'installation de ventilation : filtration, acoustique, etc.

ADAPTATION DES SOLUTIONS

+ INFOS SUR LA RÉALISATION,

CAHIER DES CHARGES, ETC.

=>

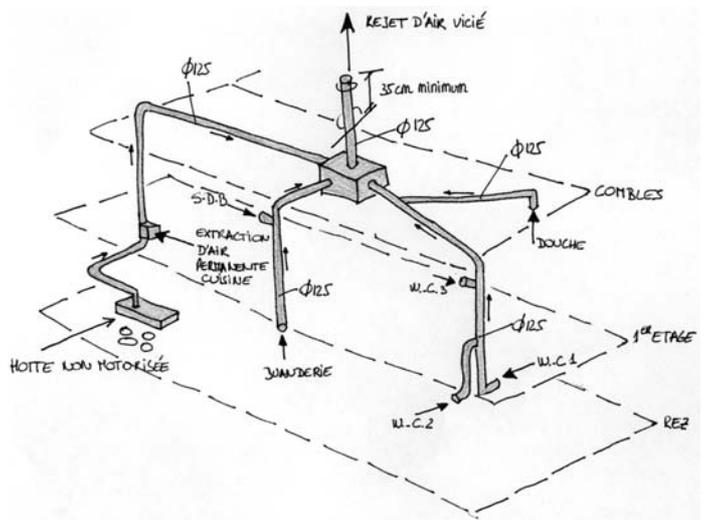
SOLUTION 1''

Sur base de l'évolution des plans eux-mêmes en rapport avec l'architecture générale du projet, l'emplacement et le dimensionnement des dispositifs de l'installation de ventilation choisie sont suffisamment élaborés pour permettre :

- de bien dimensionner les gaines techniques ;
- de bien réfléchir à la conception, mais aussi à l'exécution du bâtiment ;
- de bien choisir les matériaux complémentaires qui devront assurer l'isolation thermique, l'étanchéité, etc.

Si le travail de mise au point aboutit à modifier des options de base, il est aussi préférable de reconsidérer le choix de l'installation de ventilation et de ses dispositifs.

Le détail du tracé des conduits d'extraction peut être dessiné avec précision, incorporant toutes les informations nécessaires à la réalisation, voire à la phase d'exécution.



Une documentation intéressante est aisément accessible auprès des fabricants d'installations de ventilation.

Il est également utile de conseiller au lecteur de se renseigner auprès de plusieurs de ces fabricants afin de bien se rendre compte de la variété de produits qui existent sur le marché.