

LA VENTILATION NATURELLE

Principe

Ventiler consiste à **renouveler l'air intérieur** d'un local ou d'un bâtiment. Cela se traduit par l'apport d'air neuf extérieur et l'extraction de l'air vicié intérieur, et répond à la fois à une **nécessité hygiénique** (qualité sanitaire de l'air ambiant intérieur) et à un souci de **confort thermo-hygrométrique** (potentiel de rafraîchissement de l'air et des parois et évacuation de l'humidité).

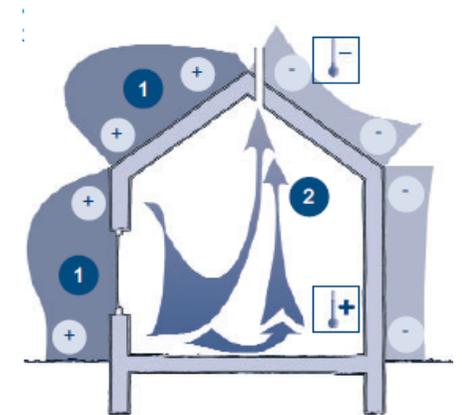
La ventilation naturelle est basée sur la **création d'un flux d'air lent**. Ce déplacement d'air résulte de différences de pressions, qui apparaissent dans un bâtiment suite aux pressions du vent sur le bâtiment et suite aux écarts de température entre l'intérieur et l'extérieur :

- Le vent** : Sous l'effet du vent, une pression s'exerce sur l'extérieur du mur côté vent, tandis qu'une dépression s'applique au droit de la face sous le vent ; l'air pénètre donc par les ouvertures de la façade face au vent et ressort dans la zone de dépression en toiture.

Si le bâtiment se présente avec un angle de 45° par rapport au vent, les surpressions et les dépressions sont maximales et favorisent la ventilation. Des dispositifs tels que des déflecteurs peuvent être incorporés au bâtiment pour modifier localement l'effet des vents et créer des dépressions facilitant l'évacuation de l'air vicié. Par effet Venturi, on peut également créer une augmentation de vitesse qui encourage l'évacuation de l'air.

- La chaleur** : L'écart de température amène un écart de pression qui expulse l'air au dehors du bâtiment par effet de cheminée (surpression). L'équilibre des pressions implique que cette expulsion d'air chaud vers le haut crée un appel d'air froid dans la partie basse du bâtiment (dépression). C'est le « tirage thermique ». La ventilation naturelle suppose que la température extérieure est inférieure à la température intérieure et elle est d'autant plus efficace que l'écart de température est important.

Le tirage thermique est présent dans toutes les pièces équipées d'un conduit de cheminée ouvert. Certaines techniques visent à créer une dépression localisée, sous l'effet de la chaleur du soleil par exemple, qui sert de moteur d'aspiration à l'air intérieur. C'est le principe du mur trombe ou des façades double peau des immeubles de grande hauteur.



Pressions des vents sur un bâtiment

Source : energie.wallonie.be

Ce principe de renouvellement de l'air intérieur, sans utilisation de ventilateurs mécaniques, ne nécessite aucune source d'énergie et s'effectue sans aucunes nuisances sonores, mais il peut présenter d'importantes pertes de calories s'il n'est pas contrôlé.

Dans la pratique courante il existe principalement deux types de ventilation naturelle : le renouvellement d'air par ouverture des fenêtres et la ventilation par tirage thermique :

- Les fenêtres** sont le premier outil de ventilation naturelle. Ouvrir les fenêtres permet de créer de grands débits d'air, afin d'évacuer les polluants et pour refroidir dans un court laps de temps. Cependant les conditions pour avoir un renouvellement d'air correct avec ce système de ventilation sont contraignantes, l'ouverture des fenêtres devant se faire à un rythme régulier non improvisé, pour limiter les déperditions thermiques et pour s'assurer de la qualité sanitaire de l'air intérieur. En outre, ce mode de ventilation n'est pas conforme à la législation en vigueur.
- Le tirage thermique** est le système de ventilation naturelle le plus répandu actuellement. Afin de réaliser un bon tirage thermique, les entrées d'air sont placées à la base des murs de façade, et des bouches et un conduit vertical, évacuent l'air par le toit. L'effet de tirage obtenu par le conduit vertical peut être renforcé par un extracteur statique qui crée une dépression supplémentaire en tournant sous l'effet du vent. Cependant ce système est dépendant d'éléments extérieurs : en été et en demi-saison il entraîne des risques de défaut de renouvellement de l'air ($T^{\circ}\text{ext.} > T^{\circ}\text{int.}$) et en hiver au contraire il produit des mouvements d'air inconfortable et des déperditions de chaleur importantes (débit souvent supérieur à 1vol/h).

Ces pratiques anciennes ne permettent pas, en l'état, un bon contrôle du renouvellement de l'air et atteignent donc leurs limites par rapport aux exigences actuelles de confort et d'efficacité énergétique. Leurs modes de fonctionnement sont néanmoins en parfaite adéquation avec les problématiques actuelles de durabilité et de réduction des consommations énergétiques des bâtiments puisqu'ils permettent **une aération, voir un rafraîchissement, passif des locaux**. Il s'agit donc d'étudier au cas par cas l'intérêt de la mise en place de ce type de ventilation, de réaliser une étude de conception dédiée et de permettre une gestion efficace et simplifiée.

Remarque : L'aération par les défauts d'étanchéité ne peut pas être considérée comme un système de ventilation naturelle, il s'agit d'infiltrations. Il faudra cependant en tenir compte lors de travaux de réhabilitation pour éviter de créer à posteriori des problèmes de condensation et de moisissures

Caractéristiques techniques

Par sa conception la ventilation naturelle doit préserver l'intimité des occupants, les préserver des nuisances sonores de l'environnement et conserver la protection anti-effraction des ouvertures.

Une ventilation naturelle est composée des éléments suivants :

1. Entrée de l'air

Elle se fait généralement directement en façade, souvent via des grilles qui filtrent l'air, limitent le bruit et le risque d'intrusion. Leurs dimensions et leur impact visuel sont importants : au moins 2% de la surface du local pour permettre un renouvellement efficace (voir 4% si la ventilation est unilatérale). Pour éviter les courants d'air, il est conseillé de placer les ouvertures à plus de 1.8 m du sol.

Une alternative aux grilles est l'ouverture automatisée ou manuelle de fenêtres. Le risque d'effraction sera limité en rendant le mécanisme d'ouverture inaccessible de l'extérieur ou en installant des alarmes. La position des ouvertures peut aussi les sécuriser. Les fenêtres ouvertes la nuit au rez-de-chaussée sont à éviter.

2. Traversée du bâtiment

Soit l'air est récupéré dans les différents locaux par un réseau de gaines de grandes dimensions, soit il circule librement dans le bâtiment via les portes, des impostes, des grilles intérieures ou un atrium.

Les impostes vitrées sont une solution intéressante car elles permettent en plus un éclairage indirect du local adjacent. Cet éclairage peut contribuer à réduire les charges internes. Une robotisation de ces éléments peut être envisagée, pour un fonctionnement nocturne.

Si en journée, la fermeture des portes et impostes se révèle nécessaire pour éviter la transmission de bruit entre les locaux, des grilles acoustiques sont une solution intéressante.

3. Sortie de l'air

Les solutions sont nombreuses. On peut distinguer les extractions décentralisées par local ou groupe de locaux et centralisées à l'échelle du bâtiment.

- Décentralisées : les extractions peuvent être des gaines de grandes dimensions, éventuellement cachées par un faux-plafond (partiel pour conserver l'inertie accessible), ou des cheminées regroupant les flux en provenance de plusieurs locaux.
- Centralisées : les extractions sont de larges cheminées, des atria ou certaines doubles peaux. Elles ont un impact sur la structure du bâtiment. Une évacuation d'air centralisée est probablement moins contraignante que le placement de nombreuses cheminées, mais son contrôle est plus délicat.

4. Contrôle

Les objectifs de la gestion sont:

- assurer un débit adéquat: suffisant mais pas inconfortable. En l'absence de vent, ou par faible différence de température entre l'intérieur et l'extérieur, les forces naturelles peuvent se révéler incapables d'assurer un débit d'air important. Il sera alors intéressant de disposer d'un ventilateur d'appoint pour renforcer l'extraction et créer une ventilation intensive des locaux. Il faudra cependant veiller à n'utiliser ce ventilateur que comme appoint, pour limiter sa consommation d'énergie. Un ventilateur de type hélicoïdal sera tout indiqué pour ce type d'application, sa consommation étant d'environ 0.15 Wh/m³.
- éviter de trop refroidir le bâtiment.
- assurer la pérennité de l'équipement (fermeture en cas de vent violent, pluie, etc.).

Un contrôle manuel des entrées d'air est souvent efficace en journée, mais la gestion des évacuations centralisées sera de préférence automatisée pour l'adapter aux conditions météo et aux demandes des différents locaux. Des sondes de présence, de température, une station météo seront alors utiles.

Un fonctionnement de nuit impose l'automatisation complète.

Une règle générale en cas d'automatisation : laisser à l'occupant la possibilité d'y déroger selon sa propre sensation de confort ou sa préférence.

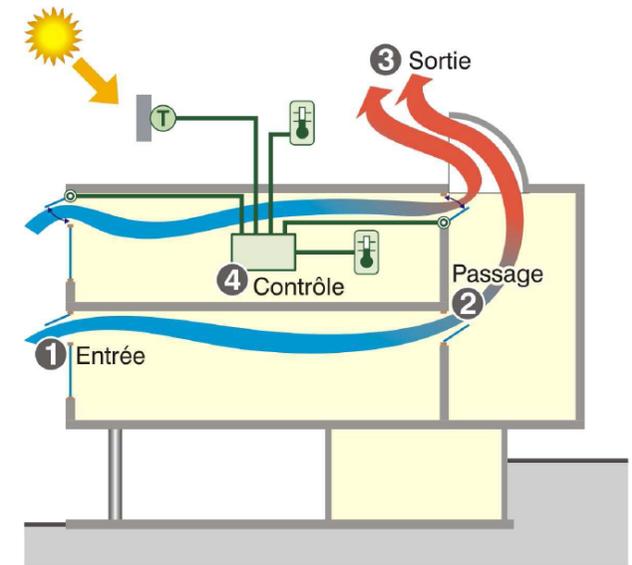


Schéma de principe général
Source : www.ibgebim.be

Les facteurs d'influences

La ventilation naturelle est influencée par les paramètres suivants :

- **L'environnement lointain** (montagne, côte marine, accidents des reliefs, vallées, villes ...) ou **proche** (bâtiments voisins, murs de protection, ...) et **le climat**. Plus il fait froid, ou /et plus il y a du vent, plus le renouvellement s'accélère. Il faut recourir à des dispositifs particuliers, comme des entrées d'air autoréglables, des régulateurs de débit, pour compenser ces variations. À l'inverse, par temps calme, ou au printemps et en été, l'aération peut être insuffisante. Dépendante des conditions extérieures, la ventilation naturelle ne prend pas en compte l'occupation des locaux. Elle fonctionne de la même façon, que le bâtiment soit vide ou plein, sauf à ajouter de nouveaux dispositifs. C'est le principe inverse de la Ventilation Mécanique Contrôlée, indépendante des conditions extérieures et adaptée à l'usage des locaux.
- **La végétation** procure de l'ombre, mais aussi influe sur les mouvements des masses d'air qu'elle permet de déplacer, canaliser, accélérer ou ralentir. Il est à noter que: les toitures terrasses plantées ont aussi un effet bienfaisant quand elles sont humidifiées (pluie, arrosage ...). L'évaporation crée du froid qui reste "stocké" dans la masse de terre.
- **Le bâti** : la taille du bâtiment, sa forme, les positions, géométries et dimensions des ouvertures, des débords de toiture... ces paramètres rentrent en jeu dans les mouvements d'air créés dans les locaux. Des sorties d'air plus grandes que les entrées, permettront par exemple de placer le bâtiment en sous-pression et d'obtenir ainsi une vitesse de l'air à l'intérieur supérieure à la vitesse à l'extérieur.

Afin de réaliser une installation dans les règles de l'art, les éléments suivants sont à prendre en compte :

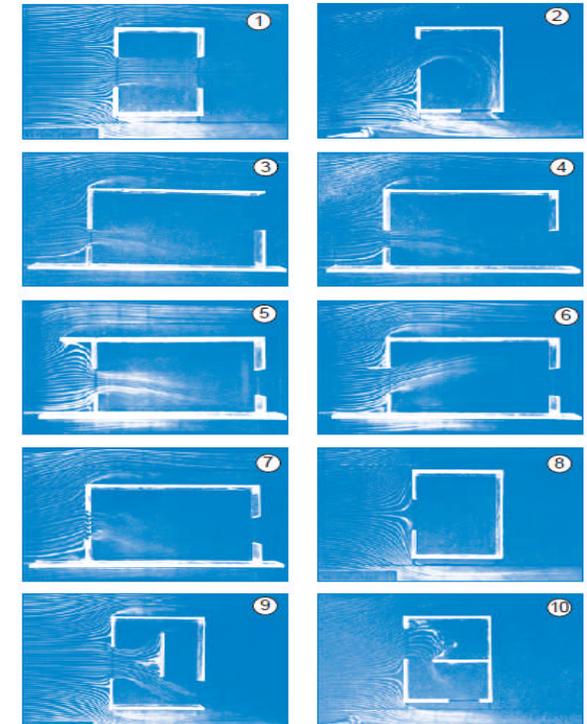
- L'air en mouvement a une certaine inertie ; les filets d'air entrant dans les bâtiments ont donc tendance à garder la même direction ;
- La direction des filets d'air à l'intérieur d'un bâtiment est influencée par la répartition des pressions sur la façade exposée au vent et par la forme de l'orifice d'entrée du vent ;
- Le mouvement de l'air dans une pièce doit être considéré aussi bien en plan qu'en coupe ;
- La hauteur du sous-plafond est sans influence sur le trajet de l'air ;
- Le trajet au vent au travers d'une pièce n'est pas influencé par la vitesse du vent, mais seulement par la géométrie et l'existence des zones de haute et basse pression ;

D'une manière générale la ventilation naturelle sera favorisée par :

- des ouvertures situées sur des façades opposées pour favoriser une ventilation traversante (1),
- un cloisonnement intérieur permettant la libre circulation de l'air d'une façade à l'autre (1 et 2),
- une hauteur des ouvertures telle que le flux intérieur soit dirigé vers le bas (3 et 4) ceci est possible si l'entrée est en position basse. De même les fenêtres pivotantes et fenêtres à lames mobiles doivent être placées de façon à orienter l'air vers le bas de la pièce (7).
- une avancée assez haute augmente le flux sans modifier sa direction (5).

Et au contraire :

- une seule ouverture du côté exposé au vent crée peu de mouvement d'air à l'intérieur. Cette simulation montre l'intérêt d'une ventilation traversante (8).
- un cloisonnement coupant le flux entraîne des perturbations. La pièce fermée n'est pas ventilée, l'autre l'est très faiblement (9). De même un cloisonnement perpendiculaire au flux principal crée une altération importante et engendre une mauvaise efficacité de la ventilation (10).
- un pare-soleil juste au dessus de la fenêtre dirige le flux vers le haut et diminue l'efficacité de la ventilation (6).



Etude des flux d'air
Source : www.regionpaca.fr

Application au climat méditerranéen

- **Principes à suivre**

En climat méditerranéen il est intéressant d'utiliser la ventilation naturelle comme **moyen de rafraîchissement**.

La **ventilation nocturne** est à privilégier.

La nuit l'abaissement de la température est sensible, il y aura donc d'abord un effet direct d'abaissement de la température de l'air intérieur. Ce procédé, le « free-cooling », permettra également un refroidissement de la masse interne des bâtiments. Il apporte un confort pendant la journée qui suit la nuit de ventilation si le bâtiment dispose d'une inertie thermique suffisante. Il sera d'autant plus efficace dans un bâtiment qui a deux façades opposées, favorisant ainsi la ventilation naturelle traversante.

On peut pratiquer la ventilation nocturne de 21h à 9h du matin, généralement de la mi-juin à la mi-août en Provence. Un système de surventilation nocturne dimensionné pour 6 vol/h permet un abaissement des températures intérieures de 2 à 4 °C.

Dans les zones littorales humides, la ventilation naturelle peut être assurée en quasi permanence (**aération permanente**) par l'air extérieur introduit, car celui-ci étant chargé d'humidité il monte moins en température.

À proximité des côtes, il est intéressant de privilégier une orientation des fenêtres qui permette de profiter de la **brise maritime fraîche**.

- **Limites**

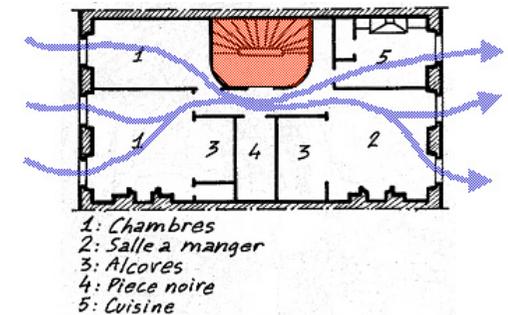
Il est important de noter que sur le périmètre d'Euroméditerranée, le recours à la ventilation naturelle n'est pas toujours possible car les constructions se situent en zone urbaine dense pouvant présenter de fortes contraintes de confort acoustique.

- **Exemples de ventilation**

- **Le « 3 fenêtres marseillais »**

Toute la ville du 19^{ème} siècle est construite sur ce modèle qui favorise grandement la ventilation transversale, avec des expositions diverses alternant entre la rue et le coeur d'îlot.

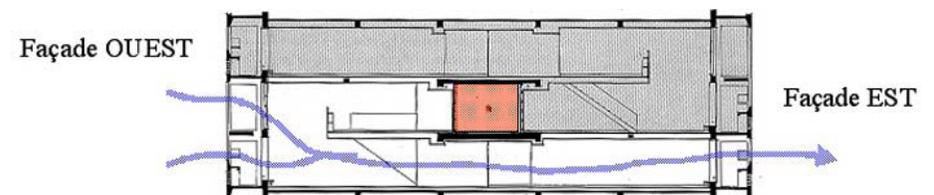
Source : *enviroB.A.T méditerranée, Jean-Louis Izard*



- **L'Unité d'Habitation du Corbusier**

Toujours à Marseille, un exemple de logements traversants sur une grande profondeur avec des expositions EST-OUEST, rend la ventilation transversale plus facile, surtout avec la présence des loggias.

Source : *enviroB.A.T méditerranée, Jean-Louis Izard*



Climat d'été	Humidité	Températures		Aération	
		maximum	amplitude	jour	nuit
Montagne	faible	modéré	forte	faible	oui
Zone intermédiaire	faible	fort	forte	non	oui
Zone côtière forte	forte	fort	moyenne	souhaitable	oui

Climat et ventilation naturelle
Source : www.regionpaca.fr

LES DISPOSITIFS ARCHITECTURAUX PARTICIPANT A UNE ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE MEDITERRANEENNE

- *Siège social d'Iguzzini à Recanati (Italie)*

Architecte : Mario CUCINELLA

Ensemble de bureaux sur 4 niveaux en plateaux de 3 000 m² (longueur 40 ml) organisé autour d'un atrium de 100 m² et 14 m de hauteur environ.

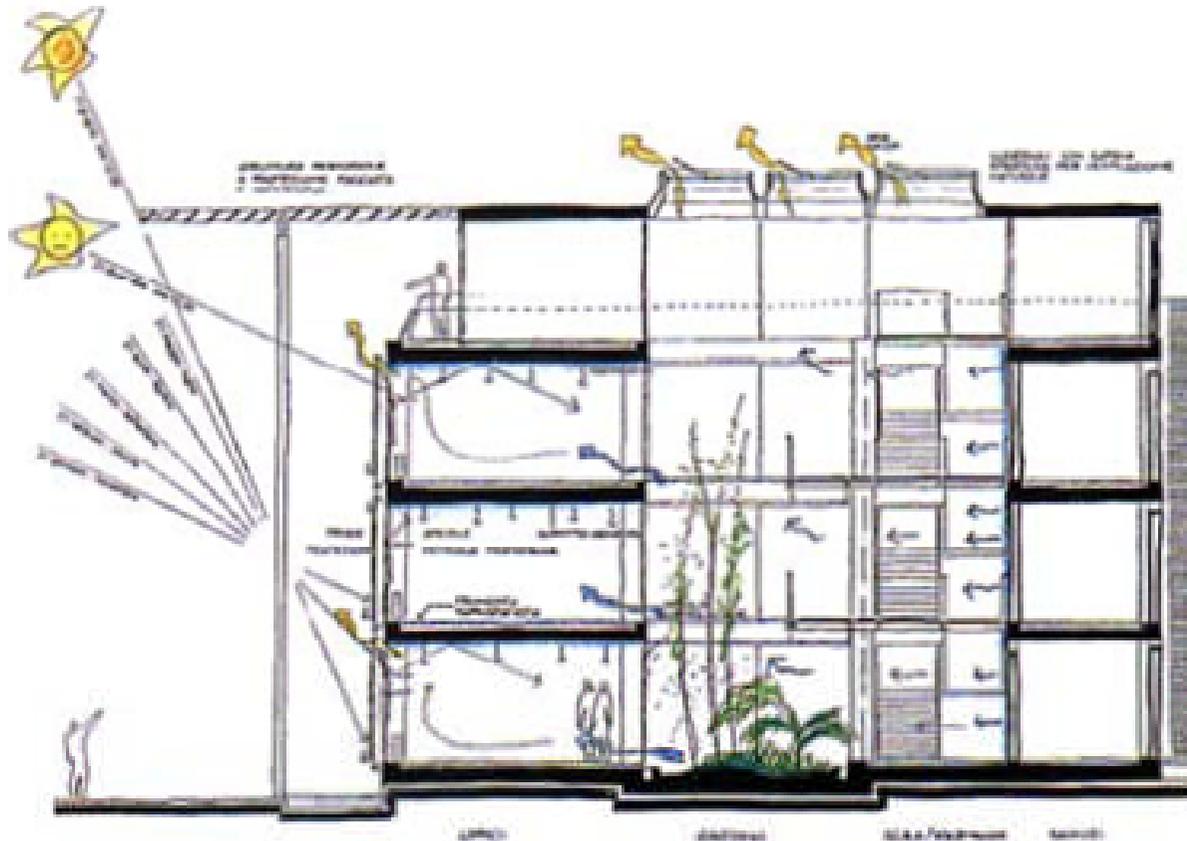
La structure est une construction métallique à l'exception des planchers en maçonnerie lourde de 30 cm d'épaisseur.

La température de cette région d'Italie peut monter à 40° C régulièrement en été.

De jour, la ventilation naturelle se fait simplement par le balayage de l'air depuis les vitrages ouverts en partie basse des bureaux jusqu'en haut de l'atrium par une douzaine de tourelles dont l'ouverture est variable en fonction des besoins.

La nuit, le système s'inverse : l'air neuf est aspiré par les tourelles puis évacué par les façades en partie hautes de façon à lécher la sous-face du plancher pour le rafraîchir. La ventilation naturelle est suffisante 55 % de l'année pour le renouvellement hygiénique.

Elle est complétée par une VMC Le rafraîchissement mécanique n'est utilisé que 10 % de l'année.



Source : *enviroB.A.T méditerranée, Jean-Louis Izard*

Systèmes architecturaux de captation d'air

Principe général

On peut aller plus loin dans la conception des bâtiments en matière de ventilation naturelle en utilisant des systèmes capteurs d'air, puis en distribuant à l'intérieur des locaux cet air choisi pour être plus frais ou que l'on refroidit par contact avec des parois plus froides enterrées ou par humidification dans les climats arides.

Les deux systèmes présentés ci-après fonctionnent grâce à une ventilation naturelle créée au cœur du bâtiment. Ils sont destinés à capter les vents en hauteur afin de les diriger vers l'intérieur du local à ventiler. Cette technique est basée sur une différence de pression, due à la pression du vent ou à une différence de température.

Principe des tours à vent

En climat chaud et sec, méditerranéen, il est intéressant de chercher à rafraîchir les locaux en **augmentant le taux d'humidité dans l'air**. Les tours à vents, forcent ainsi les vents secs à s'humidifier au contact de masses d'eau contenues dans des jarres avant de ventiler et de rafraîchir le local.

En effet, dans le cas des tours à vents, le vent, plus frais, moins poussiéreux et moins humide, de part la hauteur à laquelle il est capté, pénètre par le capteur pour descendre au rez-de-chaussée de la construction.

L'air neuf ainsi introduit chasse l'air intérieur plus chaud et plus vicié.

Si, par contre, l'air ambiant est plus frais que le vent en hauteur, une pression empêche la pénétration du vent dans le capteur. Il est préférable de prévoir, pour les saisons froides, des dispositifs qui permettent d'obstruer les bouches.

L'air est conduit par l'intermédiaire de gaines intérieures ou intégrées au mur mitoyen. Les écopés des tours à vent sont généralement en forme d'entonnoir, pour créer un effet venturi, et orientées face aux vents dominants.

Lorsque le vent se dirige selon un secteur étroit, l'écope se constitue d'une large section verticale qui va en se rétrécissant légèrement jusqu'à celle du conduit intérieur.

Dans les climats à forte amplitude thermique, la forte inertie des matériaux du conduit peut rafraîchir l'air efficacement.

Les tours à vent sont utilisés en Irak, en Iran et en Egypte, où on les appelle les « Malqaf ».

L'humidification du filet d'air sec permet d'abaisser sa température grâce à l'évaporation de l'eau.

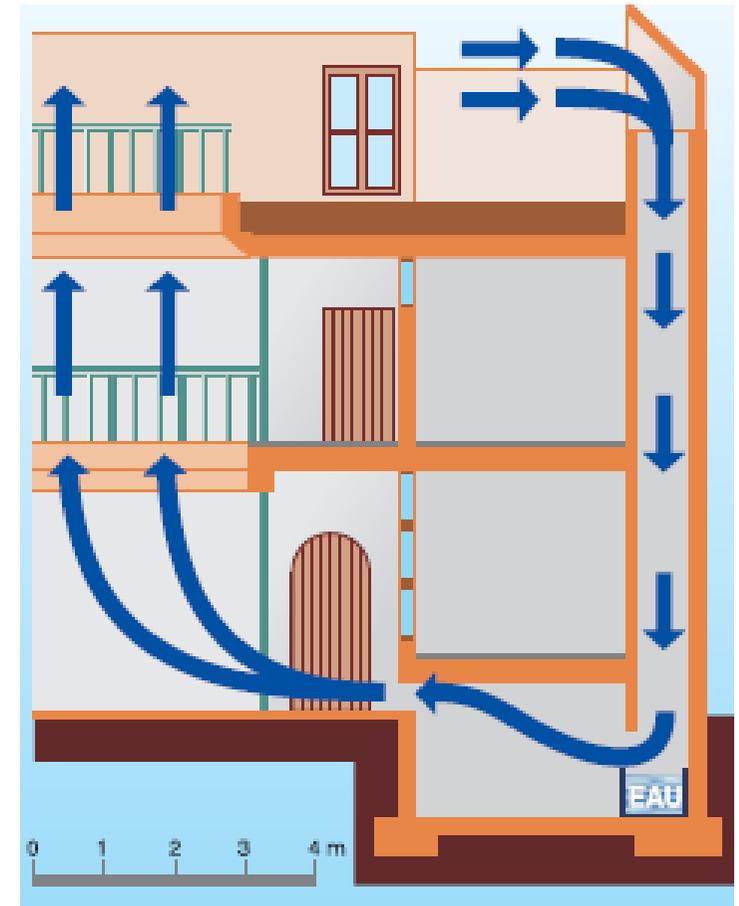
En effet, les changements d'état de l'eau mettent en jeu des quantités d'énergie importantes. Pour évaporer 1Kg d'eau, il faut lui fournir 500 à 600 kcal. Comme cette énergie est prélevée dans l'air entrant du local, il s'y produit inévitablement une diminution de la température.

Cette amélioration ne peut être exploitée en climat humide, puisque l'humidité relative est déjà supérieure au niveau de confort.

En revanche, en climat sec, comme à Marseille, elle permet la ventilation des espaces intérieurs : l'air introduit est rafraîchi avant de pénétrer dans le local et les problèmes de poussières liés à la ventilation sont diminués grâce à l'humidité relative de l'air plus élevée.

En ce qui concerne la capture de l'air en hauteur, les considérations à prendre en compte sont les mêmes que pour les écopés. Les pertes dans les conduits aéroléiques sont à réduire au maximum.

On privilégie donc les sections larges et homogènes des conduits et des bouches ainsi que les conduits rectilignes



Principe de fonctionnement d'une tour à vent

LES DISPOSITIFS ARCHITECTURAUX PARTICIPANT A UNE ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE MEDITERRANEENNE

Principe des cheminées solaires

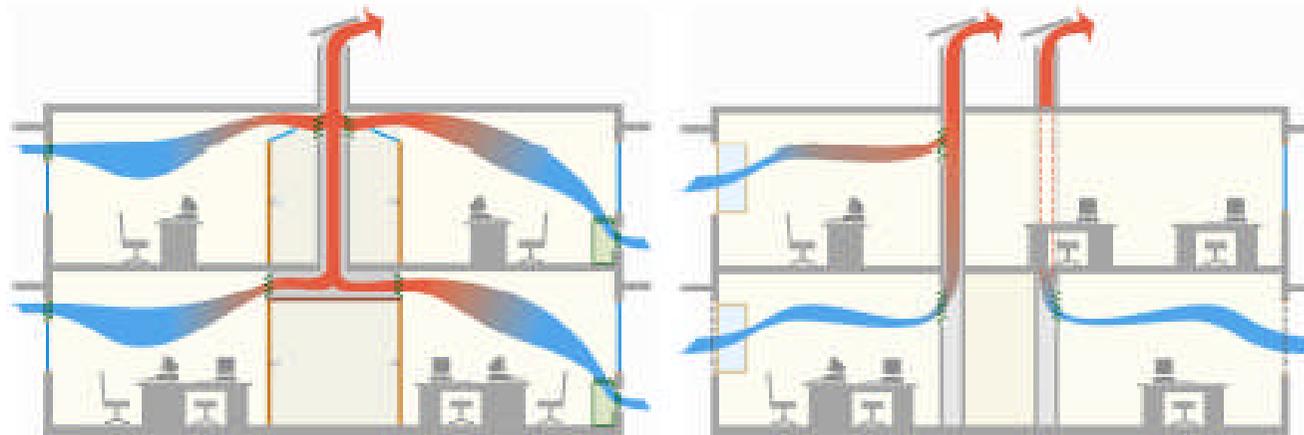
L'**effet de cheminée** est la tendance d'un fluide à s'élever quand il s'échauffe, en raison de la diminution de sa densité.

On utilise ce phénomène thermique naturel pour évacuer la surchauffe de l'intérieur d'une construction en facilitant la sortie de l'air tiède ou chaud à travers des ouvrants en partie haute.

Ce tirage thermique peut induire une dépression intérieure susceptible d'aspirer l'air plus frais du dehors à travers des ouvrants en partie basse.

Dans le cas des cheminées, un tirage naturel de l'air est assuré par une cheminée haute pour l'exutoire. L'air chaud s'élève naturellement et s'échappe par la cheminée alors que de l'air extérieur entre dans le bâtiment par les ouvertures.

La cheminée solaire est un élément de conception bioclimatique permettant de favoriser la ventilation naturelle d'un bâtiment. Le principe de fonctionnement est relativement simple: la tour est chauffée directement par le soleil, ce qui augmente la température de l'air en son sein et favorise ainsi naturellement l'ascension de cet air (phénomène de convection).



Cheminée, Queens Building

Principe de fonctionnement d'une cheminée solaire Source : www.ibgebim.be

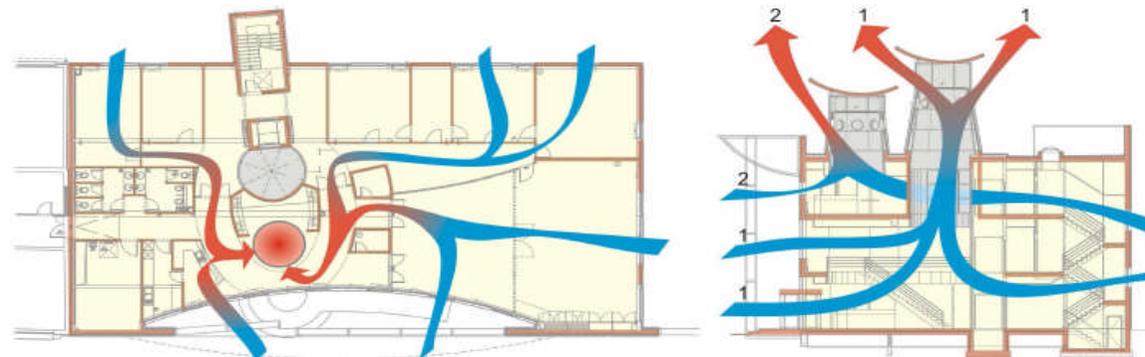
Exemples d'application

- IVEG Hoboken, Belgique

Architecte: Mussche / Etude: Iveg / Détails: [http:// projects.bre.co.uk/natvent/](http://projects.bre.co.uk/natvent/) et www.iveg.be

Des grilles laissent entrer l'air dans la structure en béton. Celui-ci traverse ensuite les locaux et est extrait par des cheminées vitrées. Dans un bureau, on mesure en moyenne 3.3 renouvellements d'air par heure. Des pointes au-dessus de 10 renouvellements horaires sont fréquentes lors de l'ouverture des fenêtres.

Source : www.ibgebim.be



- *Projet de bâtiment tertiaire à Catane (Sicile)*

L'architecte italien Mario Cucinella tente depuis quelques années d'utiliser des systèmes passifs de rafraîchissement de l'air par brumisation inspirés de la « rotonde bioclimatique » de Séville.

Ses projets se situent à Catane (Sicile) et en Arabie Saoudite (Ministère du Tourisme à Riyadh) où règnent des conditions favorables à l'utilisation de systèmes de refroidissement évaporatifs.

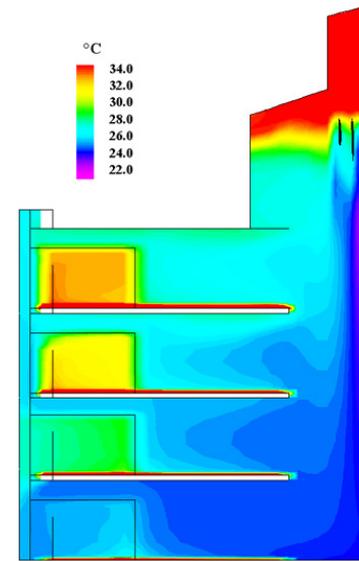
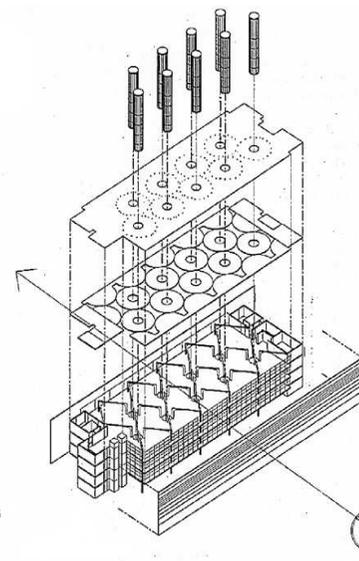
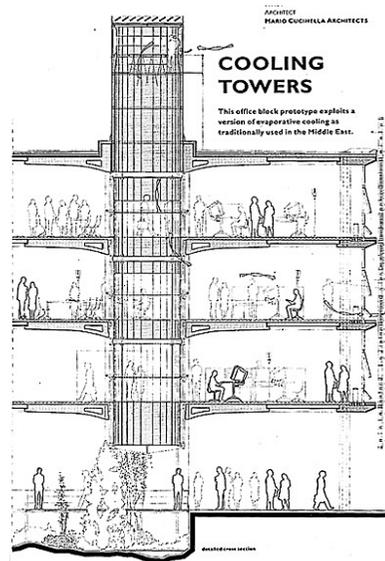
Le principe repose sur une répartition de tours à brumisation à l'intérieur du bâtiment assurant chacune le rafraîchissement d'une zone du plancher à chaque niveau.

Des simulations ont été faites pour montrer les champs de températures selon divers scénarios de fonctionnement.

La figure à droite montre l'efficacité du refroidissement obtenu à l'étage de brumisation, en partie supérieure de la tour.

On peut facilement obtenir une chute de température de l'ordre de 8°C et distribuer l'air rafraîchi à tous les étages.

On peut noter qu'il est plus facile de rafraîchir les niveaux les plus bas.



Source : *enviroB.A.T méditerranée, Jean-Louis Izard*

- *Watt Karlsruhe, Allemagne, 1994*

Architecte: Leonhardt

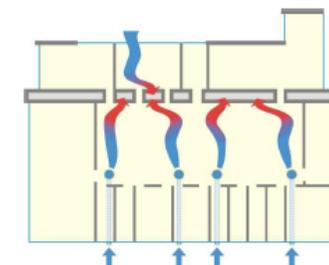
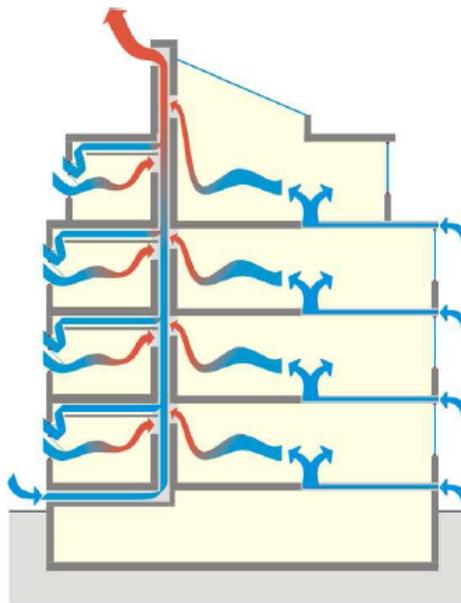
Un double mur sombre sépare les parties nord et sud.

Il sert de cheminée de ventilation intensive.

Sa couleur lui permet de stocker les gains solaires, ce qui renforce le tirage thermique.

La nuit, l'air entre par des grilles en façade et passe dans le plancher en béton avant d'atteindre l'ambiance.

Ceci permet d'améliorer le refroidissement de la masse thermique et donc d'augmenter l'efficacité du refroidissement passif.



Limites & points de sensibilité

- **Limites liées à la qualité de l'air**

Parfois, la qualité de l'air extérieur à proximité du local à ventiler est insuffisante pour permettre une ventilation intensive en présence des occupants. On peut alors la limiter aux plages d'inoccupation. Une autre piste est de placer les prises d'air sur les façades arrière, donnant par exemple sur un intérieur d'îlot ou un jardin.

Des études ont montré que l'air intérieur de locaux ventilés naturellement au centre de Londres n'était pas plus pollué que celui des immeubles climatisés. Ceci s'explique par la position des prises d'air du réseau de ventilation hygiénique ou de climatisation, qui n'est pas toujours bien choisie, et l'entretien des conduites laisse souvent à désirer.

- **Limites liées à l'ambiance acoustique**

Selon les niveaux d'ambiance acoustique extérieure, il peut s'avérer acoustiquement inconfortable voir insupportable de recourir à la ventilation naturelle par ouvrant (notamment pour les locaux à sommeil). Même si les systèmes évolués ci-avant permettent en parti de palier cette limite, il n'en demeure pas moins que le préalable au maintien du potentiel de ventilation naturel d'un bâtiment est la maîtrise de l'ambiance acoustique du site et du voisinage.

- **Problème des locaux sous toiture**

Au niveau des entrées d'air

Dans le cas des locaux secs sous toiture, les amenées d'air peuvent se faire de plusieurs façons :

- par une grille dans une fenêtre ou par une grille murale si la hauteur du mur est suffisante (au moins 1,80 m) ;
- par un aérateur placé dans une fenêtre de versant : ces fenêtres sont pourvues d'un clapet de ventilation permettant l'aération sans ouvrir la fenêtre.

Pour des bâtiments ayant un toit plat ou à faible pente, le mur sous le vent est la seule surface assujettie à la pression, toutes les autres surfaces sont situées dans le sillage ou les pressions sont inférieures à la pression ambiante.

Les pressions exercées sur le versant d'une toiture varient considérablement selon la pente de cette toiture. Lorsque la pente de la toiture est assez raide (30°), l'écoulement laminaire du vent est repoussé vers le haut de sorte que la pente de la toiture faisant face au vent est soumise à une pression. Si l'inclinaison de la toiture diminue, on atteint d'abord une position dans laquelle la pression devient nulle. Si l'inclinaison décroît encore, l'écoulement de l'air continue le long de la pente et la pression se transforme en dépression.

Placer un aérateur dans une fenêtre de toit n'est pas une solution idéale pour la ventilation naturelle : en effet, cette ouverture risque, par tirage naturel, d'extraire l'air plutôt que de l'amener dans le local. Il est donc préférable de placer les amenées d'air dans les murs extérieurs si ceux-ci ont une hauteur supérieure à 1,80 m.

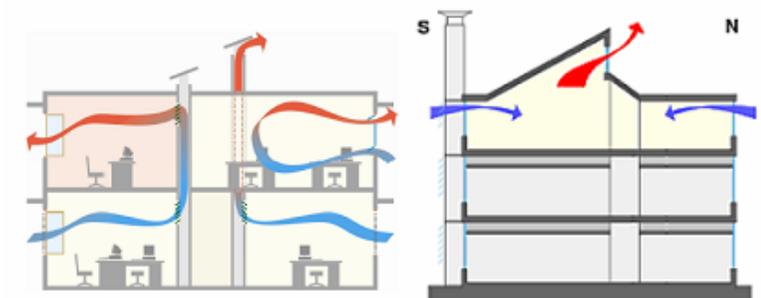
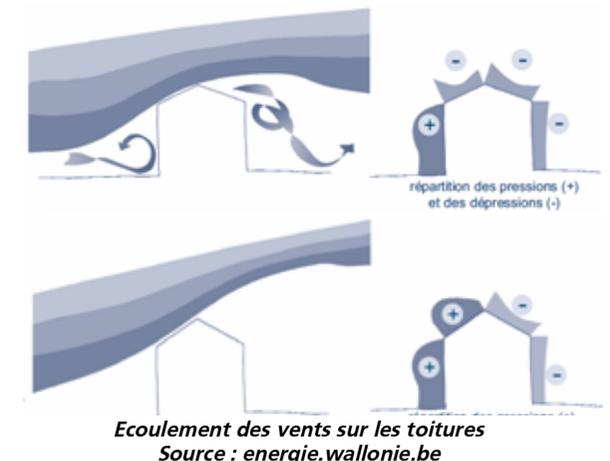
Au niveau des extractions

Si différents locaux sont liés à une même cheminée, il y a un risque d'inversion du flux aux niveaux supérieurs. Cela est dû à une différence de pression trop faible entre ces locaux et le sommet de la cheminée. Pour limiter ce risque, on peut surélever les cheminées, ou les assister d'un ventilateur.

On peut également séparer l'extraction des locaux supérieurs de celle des locaux inférieurs.

La ventilation naturelle est principalement basée sur l'ouverture volontaire des fenêtres ou via des grilles d'aération.

L'efficacité de cette opération dépend de la taille et de la position des ouvertures, de l'exposition des ouvertures par rapport au vent, et du caractère « traversant » du plan du local.



Il est utile d'envisager un mode de ventilation particulier pour les derniers étages. À gauche, un manque de tirage de la cheminée crée un « court-circuit ». À droite, une extraction propre au dernier étage évite ce désagrément.

Inversion du flux sur les derniers niveaux Source : www.ibgebim.be



Sources documentaires – bibliographie

- www.regionpaca.fr (confort d'été, fiche 5 : ventilation et rafraîchissement)
- La ventilation naturelle des bâtiments – enviroB.A.T méditerranée, Jean-Louis Izard
- Ventilation pour le confort d'été – *Etamine*
- Ventilation intensive naturelle – Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement
- Traité d'urbanisme et d'architecture bioclimatiques – *Alain Liébard et André de Herde*
- Fraîcheur sans clim' – Thierry Salomon et Claude Aubert