

The logo for FREEVENT, with 'FREEV' in blue, 'NT' in blue, and a yellow wavy symbol between them.

FREEVENT

SURVENTILATION ET CONFORT D'ÉTÉ

Guide de conception

Mars 2018

The cover features a low-angle photograph of a modern building with a glass facade and dark horizontal louvers. The image is partially obscured by large, abstract geometric shapes in shades of green, blue, and white. On the left side, there are three horizontal, wavy green lines. The bottom right corner is a solid dark blue triangle.

Ce guide a été réalisé dans le cadre du projet de recherche FREEVENT, lauréat en 2014 de l'appel à projets de recherche « Bâtiments responsables à l'horizon 2020 » de l'ADEME.

AUTEURS ET REMERCIEMENTS



FREEVENT

FREEVENT est un projet multipartenarial, lauréat de l'appel à projets de recherche « Bâtiments Responsables à l'horizon 2020 » de l'ADEME (session 2015). Pour ce projet, ALLIE'AIR pilote un consortium constitué par ALLIE'AIR, ALDES, SEGE, ACA-O et APEBAT. Ce projet est suivi pour l'ADEME par Pierre DEROUBAIX (responsable Ventilation et Qualité de l'air Intérieur).

Les auteurs de ce guide réalisé dans le cadre du projet FREEVENT sont :

Anne-Marie BERNARD (ALLIE'AIR)
Damien LABAUME et Serge BUSEYNE (ALDES)
Nicolas PIOT et Jean-Luc ROSSO (EGE)
Andrés LITVAK (APEBAT/CDPEA)

Remerciements :

Les auteurs de ce guide tiennent à remercier :

- L'ADEME pour son appui financier et Pierre DEROUBAIX, ingénieur ADEME Ventilation, pour son soutien et son éclairage tout au long du projet.
- Le comité de relectrices et de relecteurs pour leurs apports respectifs, qui ont permis d'enrichir considérablement ce guide.

Nous remercions particulièrement Jean Alain Bouchet (Cerema), Nathalie Barreau (ENGIE), Bénédicte Wall Ribot (EDF) et Thierry Rieser (Enertech) pour leurs contributions et relectures.

4 1 INTRODUCTION

- 4 1.1. Contexte
- 5 1.2. Objectifs du guide

6 2 POINTS CLÉS SUR LA SURVENTILATION POUR MAÎTRES D'OUVRAGE ET ARCHITECTES

- 7 2.1. Enjeux de la surventilation
- 7 2.2. Pourquoi avons-nous besoin de surventilation ?
- 8 2.3. Surventilation et réglementation
- 9 2.4. Débits de surventilation et architecture bioclimatique
- 10 2.5. Débits de surventilation
- 10 2.6. Gestion des ouvertures
- 11 2.7. Confort thermique et acoustique
- 12 2.8. Respect de la protection incendie et de ses zones de cantonnement
- 12 2.9. Impact de la QAI
- 12 2.10. Installation / maintenance
- 13 2.11. Produits dédiés à la surventilation
- 14 2.12. Les systèmes de surventilation
- 14 2.12.1. La surventilation mécanique
- 15 2.12.2. Surventilation naturelle et hybride
- 16 2.12.3. Surventilation mixte

17	3 LES RÈGLES DE CONCEPTION
19	3.1. Le besoin et les attendus
19	3.1.1. Les cibles de confort thermique
19	3.1.2. Les cibles énergétiques
20	3.1.3. La qualité de l'air intérieur
20	3.1.4. Le confort acoustique
21	3.1.5. L'intrusion : pour la ventilation naturelle
22	3.2. Analyse du site
22	3.2.1. Le potentiel thermique de rafraîchissement «free cooling»
23	3.2.2. L'exposition solaire
23	3.2.3. L'exposition au vent : pour la ventilation naturelle
24	3.2.4. La contrainte acoustique
24	3.2.5. La qualité de l'air extérieur
25	3.2.6. Logigramme récapitulatif
27	3.3. Analyse du bâti et des locaux
27	3.3.1. Analyse énergétique
34	3.3.2. Configuration du bâtiment
35	3.3.3. Contexte réglementaire
35	3.4. Choix du système
36	3.4.1. Surventilation naturelle
41	3.4.2. Surventilation mécanique
42	3.4.3. Système hybride et système mixte
43	3.4.4. Estimation du coefficient de performance de la surventilation
45	3.4.5. Tableau de synthèse
46	3.4.6. Quelques exemples
50	4 MISE EN ŒUVRE
52	4.1. La surventilation naturelle
52	4.2. La surventilation mécanique
52	4.2.1. Simple flux
54	4.2.2. Double flux
56	4.3. Régulation et maintenance
57	5 RÉSULTATS ET ENSEIGNEMENTS
58	5.1. Le transfert d'air dans les locaux
58	5.2. La régulation et le contrôle
59	5.3. Éviter le sous dimensionnement
59	5.4. Éviter les gênes
59	5.5. Performance thermique
60	6 OPÉRATIONS EXEMPLAIRES
75	7 LEXIQUE



Contexte

Les travaux récents montrent que les bâtiments à très faible consommation (BBC, passifs, BEPOS...) ont, du fait de leur forte inertie et de leur forte étanchéité, une tendance à présenter des périodes de surchauffes, inconfortables pour les occupants et/ou créatrices de surconsommation dans les bâtiments climatisés.

Quelques projets présentés dans les congrès internationaux montrent pourtant que le **free cooling**, la gestion des flux de ventilation en mi saison, et la **surventilation** peuvent permettre d'éviter ce problème.

De fait, l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) vient de créer une annexe pour traiter ce sujet important, soulevé depuis deux ans dans les différents congrès internationaux de ventilation (conférences internationales de l'AIVC). En France, on entend parler de quelques bâtiments présentant des surventilations, mais il est plus rare d'avoir des informations quantifiées sur les retours. Les concepteurs et bureaux d'études sont généralement peu informés et n'ont pas d'éléments pour dimensionner et concevoir ces surventilations, et sont demandeurs de plus de moyens pour pouvoir les mettre en œuvre plus couramment.

Ce guide a été réalisé dans le cadre du projet de recherche FREEVENT, lauréat en 2014 de l'appel à projets de recherche « *Bâtiments responsables à l'horizon 2020* » de l'ADEME¹.

L'objectif principal de ce projet de recherche était d'instrumenter par des moyens météorologiques sur site des opérations de bâtiment ayant mis en œuvre des solutions de surventilation, et d'analyser les résultats obtenus afin d'en tirer des enseignements pour documenter un guide à l'attention des professionnels.

¹ à ce titre, ces travaux ont bénéficié d'un financement de l'ADEME





Objectifs du guide

Ce guide dresse un état des lieux et établit des recommandations pour concevoir et mettre en œuvre des systèmes et des équipements de surventilation dans les bâtiments neufs et rénovés. Il vise ainsi à contribuer à lever les barrières techniques liées à la méconnaissance et à l'insuffisance d'information sur le dimensionnement et sur les gains attendus et à faire connaître les solutions de surventilation dans les opérations de construction neuve et de rénovation.

Ce guide s'adresse en priorité aux acteurs de la construction concernés par la conception et l'installation des systèmes de surventilation. Il vise néanmoins un lectorat large, en couvrant tout le spectre des professionnels de l'acte de construire, au premier rang desquels figurent maîtres d'ouvrages et architectes.

Ce guide présente les **principes de la surventilation** et décrit les différents systèmes existant aujourd'hui pour répondre simultanément aux problématiques de confort thermique en saison chaude, avec un renouvellement hygiénique de l'air renforcé et une efficacité énergétique élevée.

Il insiste sur l'importance d'une **conception** prise très en amont avec la maîtrise d'œuvre. Pour cela, les règles d'analyse et de conception sont abordées, afin de pouvoir différencier les contraintes et objectifs relatifs aux différents types d'opérations. Des exemples de dimensionnements sont illustrés à partir de cas types.

La **mise en œuvre** et la **vie des installations** font l'objet d'une présentation des matériels et des produits spécifiques pour la surventilation des bâtiments. Cette présentation aborde les aspects liés au chantier, mais également à la réception et à l'entretien et à la maintenance des systèmes.

Des **retours d'expérience** d'opérations récentes ayant mis en œuvre des solutions de surventilation complètent ce guide et sont documentés dans sa dernière partie. Les résultats et enseignements présentés permettent de mettre en évidence les difficultés récurrentes et les problèmes rencontrés auxquels les concepteurs des opérations étudiées ont dû répondre. Des exemples chiffrés de calculs relatifs aux impacts des consommations des ventilateurs, aux débits de surventilation et taux de renouvellement d'air associés permettent de donner aux lecteurs une première entrée pratique, à partir d'ordres de grandeur caractéristiques. D'autre part, un catalogue d'opérations suivies, notamment par une instrumentation météorologique sur site, complète par des **fiches d'opérations** ce panorama de retours d'expériences.

Enfin, pour aider le lecteur à **aller plus loin**, ce guide présente des références bibliographiques et des liens internet utiles. Toutes les études citées dans ce guide sont référencées dans cette dernière partie.





2.

**POINTS CLÉS SUR LA SURVENTILATION
POUR MAÎTRES D'OUVRAGE
ET ARCHITECTES**





2.1. ENJEUX DE LA SURVENTILATION

Le confort d'été et les problématiques de surchauffes des bâtiments sont devenus des préoccupations prioritaires qui touchent directement les populations avec des implications socio-économiques avérées, en termes d'impact négatif sur la qualité de sommeil, la productivité et les capacités d'apprentissage et sur l'augmentation de la mortalité et de la morbidité. Une augmentation de 80 000 admissions de patients-jours/an en soins hospitaliers a ainsi été observée au Royaume-Uni en raison de problèmes de surchauffe dans les bâtiments.

De fait, tous les bâtiments sont concernés, y compris les bâtiments à très basse consommation énergétique, pour lesquels ce sujet est devenu prégnant, du fait de la sur-isolation de l'enveloppe, qui engendre des risques de surchauffe en été.

Ces surchauffes dans les locaux ne sont pas une fatalité, ne pouvant être solutionnées que par des systèmes actifs de climatisation. Il est démontré que ces risques peuvent être évités avec des techniques passives telles que la surventilation, notamment lorsqu'elle est associée à des protections solaires efficaces, ainsi qu'à une inertie adaptée évitant tout risque de surventiler avec de l'air chaud.

De plus, lorsque les bâtiments sont climatisés, la surventilation peut réduire le recours à la climatisation.



2.2. POURQUOI AVONS-NOUS BESOIN DE SURVENTILATION ?

La pertinence de la surventilation a été étudiée théoriquement et prouvée dans la plupart des climats européens et tout particulièrement dans les villes où le phénomène d'îlot de chaleur renforce le besoin. Une étude spécifique récente² montre que le gain potentiel sur la consommation de climatisation et de ventilation est présent, mais plus ou moins important selon le climat, à savoir : 83% à Athènes, 65% à

Rome, moins de 6% à Berlin et moins de 1% à Copenhague.

Outre les études théoriques, diverses études de cas au Danemark, dans le Minnesota (USA), à Chypre, en France, en Italie et en Belgique prouvent l'efficacité de la surventilation et ce pour une grande diversité de bâtiments.

² Toutes les références bibliographiques citées dans ce guide renvoient vers le rapport scientifique Etat de l'Art FREEVENT, publié en 2016 et disponible sur le portail Construction21 dans l'espace de la communauté thématique FREEVENT :

<https://www.construction21.org/france/community/pg/groups/19939/freevent-surventilation-freecolling-et-confort-dt/>

Le potentiel a été prouvé dans les maisons individuelles neuves du programme européen Model Home 2020. Les mesures en occupation réalisées dans ces maisons (Allemagne, Autriche, Danemark, France) montrent qu'avec des stratégies automatisées de protection solaire, d'ouverture des fenêtres (disposées judicieusement) et de surventilation on peut :

- éviter toute surchauffe dans les bâtiments passifs (catégorie 1 de confort selon la norme NF EN 15251) sans avoir recours à un système de climatisation.
- réduire la consommation des ventilateurs en passant en « tout naturel » en été et en hybride à la mi-saison tout en garantissant le confort et la qualité d'air intérieur.

La surventilation nocturne peut permettre de rafraîchir les locaux en journée si :

- l'inertie est suffisante pour que les gains matinaux perdurent dans la journée.
- les protections solaires sont suffisantes pour éviter trop de charge.
- les charges internes (éclairage, PC...) sont gérées et limitées.

En journée, la surventilation pendant l'occupation (free-cooling) peut permettre de réduire la température dans les zones fortement occupées, à forte charge interne. Certaines techniques de diffusion, comme le déplacement d'air vont permettre d'y recourir plus longtemps.



2.3. SURVENTILATION ET RÉGLEMENTATION

Il est nécessaire de mieux prendre en compte l'impact de la surventilation dans les calculs réglementaires. Les présentations données à l'occasion du workshop « Ventilative Cooling » (23/10/2017 à Bruxelles, organisé par Venticool³) montrent que très peu de réglementations en Europe le prennent en compte, la France étant particulièrement en avance sur ce point.

³ <http://venticool.eu/register-now-for-the-ventilative-cooling-workshop-on-october-23-2017/>



Approche réglementaire : cas du Neuf et de la rénovation énergétique

Avec les objectifs de bâtiments « nearly zero energy buildings » NZEB, dictés par la directive européenne sur la performance énergétique, les concepteurs ont rarement recours à des solutions technologiques de rafraîchissement comme la surventilation, qui sont peu valorisées par les réglementations nationales.

Or, par rapport à ses voisins européens, la France est particulièrement en avance en ce

qui concerne la volonté de prise en compte de la problématique du confort d'été et des solutions de surventilation.

En France, pour les constructions neuves non résidentielles, le rafraîchissement par surventilation est dorénavant pris en compte par la RT2012. Ainsi, la surventilation a un impact sur le confort, sur la consommation énergétique, des débits de ventilation mécanique et naturelle étant considérés et différentes

techniques de ventilation étant définies

Par contre, en ce qui concerne le secteur de la rénovation, la réglementation thermique française ne valorise pas les solutions de rafraîchissement par surventilation.



2.4. DÉBITS DE SURVENTILATION ET ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE

Si la maîtrise d'œuvre n'a que trop faiblement recours à des solutions passives de rafraîchissement comme la surventilation, du fait de la modeste valorisation énergétique de ces techniques dans les réglementations nationales, des méthodes de conception existent, et concernent le dimensionnement des débits de surventilation et les questions liées à l'architecture bioclimatique associée (inertie, protections solaires, orientation, ouvertures, ...).





2.5. DÉBITS DE SURVENTILATION

Les taux de renouvellement d'air pour la surventilation varient fortement, puisqu'on observe des valeurs allant de 2 vol/h à 6 vol/h. Ces renouvellements d'air dépendent de la situation géographique (météo) ainsi que du bâtiment et de ses apports et charges internes. Le bon dimensionnement doit permettre de limiter les temps d'inconfort selon les objectifs du programme.

En ventilation mécanique, il convient également de faire attention à dimensionner les réseaux pour le renouvellement maximal prévu dans le bâtiment afin de limiter au maximum la consommation des ventilateurs et les pertes de charges. En ventilation naturelle et assistée, il est indispensable de dimensionner correctement les ouvrants.

Dans tous les cas, il est nécessaire de maîtriser les transferts d'air dans les locaux du bâtiment pour gérer la surventilation dans toutes les zones définies. Le zonage de la surventilation devra d'ailleurs intégrer aussi les besoins différents selon les zones surtout si on surventile pendant l'occupation (exemple orientation différente des locaux, usage et occupation différents...).



2.6. GESTION DES OUVERTURES

La gestion des ouvrants pour la surventilation peut être faite de plusieurs manières :

- Automatisée, par exemple par des vérins ou servomoteurs, mais les occupants doivent être sensibilisés, informés et doivent pouvoir prendre la main sur les commandes automatiques en cas d'inconfort. Le monitoring prouve généralement que lorsque les occupants prennent la main sur le contrôle de la surventilation, leur choix est souvent moins judicieux que ceux du système automatique du point de vue énergétique ;
- Certains bâtiments ont une gestion manuelle des ouvrants (Gestion de l'ouverture par les occupants qui ont été sensibilisés). La sensibilisation des occupants s'avère nécessaire pour pallier l'absence de régulation. Il faut également veiller à l'orientation vis-à-vis des vents dominants et éviter les configurations en mono-orientation et faible tirage thermique.

Dans tous les cas, il faut veiller à la protection contre l'intrusion et à la sécurité des occupants (notamment dans les locaux avec des enfants). De plus certains systèmes automatisés présentent aussi des fermetures automatiques en cas de tempête ou vent fort (cf. chapitre produits).



2.7. CONFORT THERMIQUE ET ACOUSTIQUE

Il faut faire attention à ne pas provoquer d'inconfort en installant une surventilation. Pour cela, il est recommandé :

- d'éviter trop de rafraîchissement lorsque la météo comporte trop de différence de température entre le jour et la nuit (Danemark, Rome, ...),
- de s'assurer de suffisamment réduire les surchauffes, par exemple en s'assurant d'un dimensionnement suffisant pour les besoins réels constatés,
- d'éviter les sensations de courant d'air en occupation en gérant la diffusion de l'air neuf dans les locaux et en évitant les orientations des ouvrants et fenêtres aux vents dominants,
- d'éviter les gênes acoustiques

En acoustique, il faut veiller aux points suivants :

- Les bruits d'équipement : peu de cas sont reportés à notre connaissance en ventilation mécanique donc sur le bruit des ventilateurs mais c'est un point important à considérer en ventilation mécanique ou assistée. Ceci est vrai en rénovation (plaintes suite à une installation mécanique ou assistée) comme en neuf (bâtiments fortement isolés donc coupés des bruits extérieurs, effet « cocon » renforçant la gêne liée à des fréquences émergentes en intérieur comme c'est souvent le cas avec les basses et moyennes fréquences des ventilateurs),
- Isolement acoustique vis à vis de l'extérieur : faire attention au placement des ouvertures, à ne pas être dans une zone bruyante (aéroports, points noirs) et faire attention à l'usage et aux exigences acoustiques des bâtiments (comme les salles de concert par exemple). Ces problématiques existent toujours mais sont particulièrement sensibles en ventilation naturelle,
- Isolement intérieur entre locaux : il doit être pris en compte avec le placement de grilles acoustiques pour le transfert de l'air à l'intérieur du bâtiment.



2.8. RESPECT DE LA PROTECTION INCENDIE ET DE SES ZONES DE CANTONNEMENT

Le respect des zones de cantonnement notamment si les portes sont normalement fermées, l'évacuation des fumées et les prises d'air sont à considérer dans la conception dans le respect de la réglementation incendie.

On note aussi que dans certains cas des composants utilisés en désenfumage (lanterneaux, ventilateurs) peuvent être actionnés en surventilation mais il faut alors s'assurer de leur ré-enclenchement correct en mode normal.



2.9. IMPACT DE LA QAI

La surventilation, à travers l'augmentation significative des débits de renouvellement d'air a un impact positif sur la dilution des polluants intérieurs, notamment ceux liés aux émissions du mobilier et la pollution générée par les occupants.

Il faut cependant rester vigilant, vis-à-vis de la pollution atmosphérique, dans les zones polluées, voire à risque toxique, où il est indispensable d'éviter la pénétration des polluants extérieurs lorsque la surventilation est active.



2.10. INSTALLATION / MAINTENANCE

On a très peu de retours sur l'installation et la maintenance, les seuls cas répertoriés sont les suivants :

- Manque de maintenance des vérins permettant la gestion de l'ouverture/fermeture des ouvrants
- Problèmes de mise en œuvre des fenêtres et ouvrants : étanchéité à l'eau et à l'air, scellement...



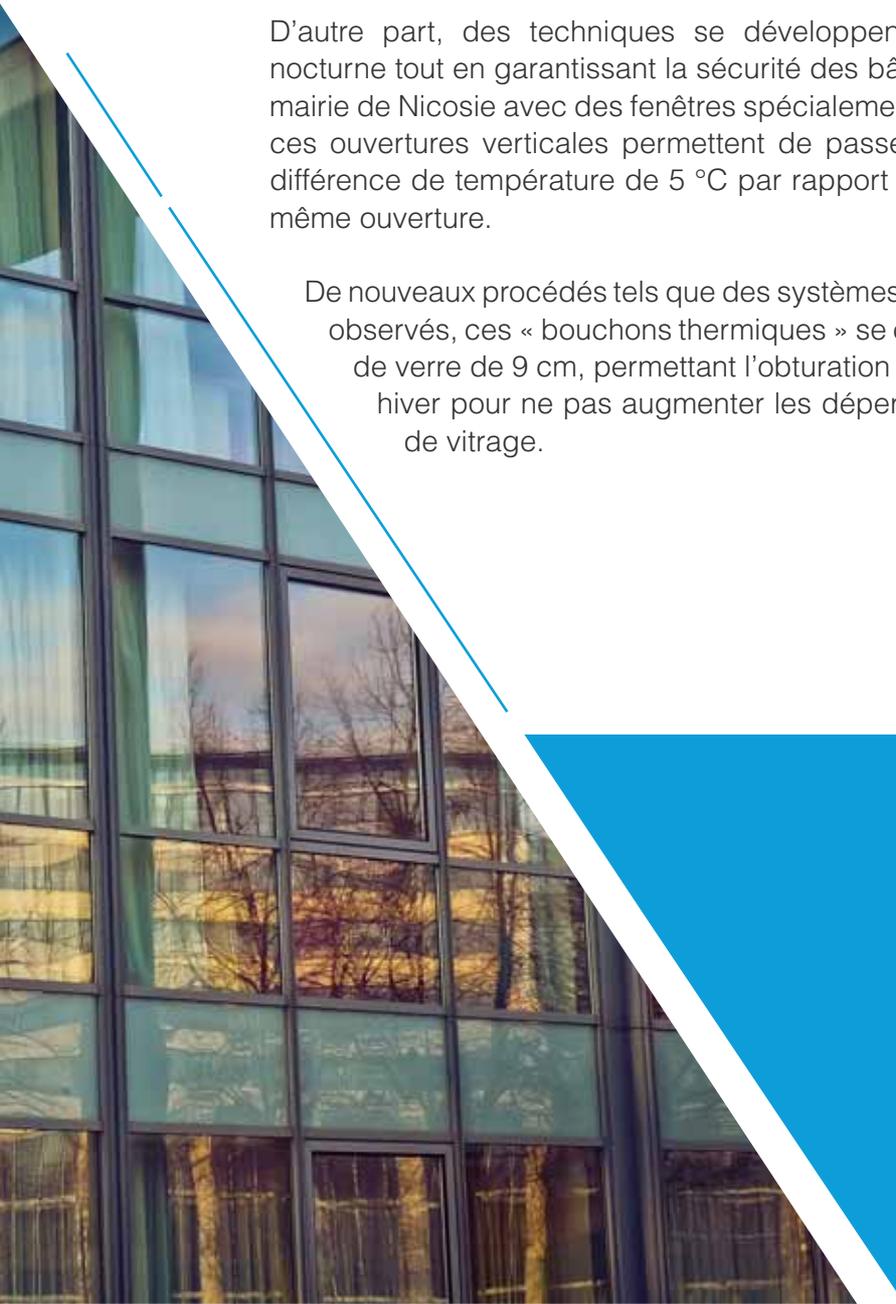
2.11. PRODUITS DÉDIÉS À LA SURVENTILATION

Que ce soit en rénovation ou en neuf, des produits dédiés à la surventilation doivent être mis en place.

En rénovation, la réutilisation d'ouvrants est assez courante : cela peut aller au changement total des vitrages (remplacement par du double vitrage et pose de protections solaires), à la réutilisation d'ouvrants actuellement installés tel que des lanterneaux de désenfumage (utilisation des lanterneaux pour l'extraction ou l'amenée d'air neuf pour la surventilation). Il ne reste qu'à gérer ces ouvertures et le retour en mode normal pour le désenfumage. Certains produits spécifiques au pilotage sont cités, ainsi, la surventilation est programmée de manière automatique en fonctions de plusieurs paramètres tels que la différence de température, le vent, le taux de CO₂, le taux de COV, l'humidité, ... Ces produits existent pour une ou plusieurs zones.

D'autre part, des techniques se développent pour permettre la ventilation nocturne tout en garantissant la sécurité des bâtiments, comme c'est le cas à la mairie de Nicosie avec des fenêtres spécialement conçues pour la surventilation, ces ouvertures verticales permettent de passer de 200 à 600 m³/h avec une différence de température de 5 °C par rapport à des fenêtres traditionnelles de même ouverture.

De nouveaux procédés tels que des systèmes de bouchons thermiques ont été observés, ces « bouchons thermiques » se composent de panneaux en laine de verre de 9 cm, permettant l'obturation des fenêtres de surventilation en hiver pour ne pas augmenter les déperditions du fait de l'augmentation de vitrage.





2.12. LES SYSTÈMES DE SURVENTILATION

La surventilation peut être faite en mi-saison (free cooling), en période d'occupation ou en période nocturne estivale. Cette surventilation peut être faite de plusieurs manières différentes.

2.12.1. La surventilation mécanique

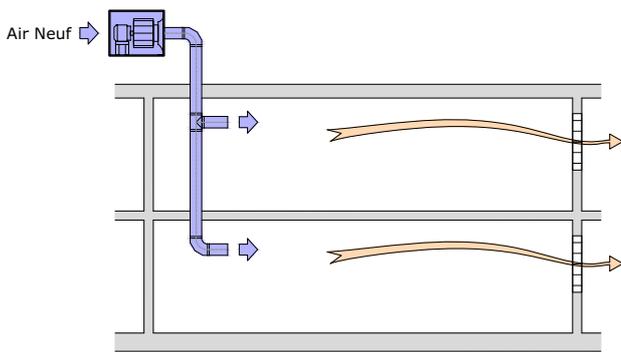


Figure 1 : surventilation simple flux en soufflage

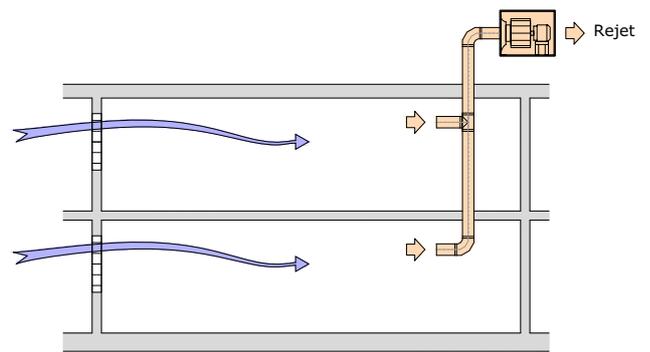


Figure 2 : surventilation simple flux en extraction

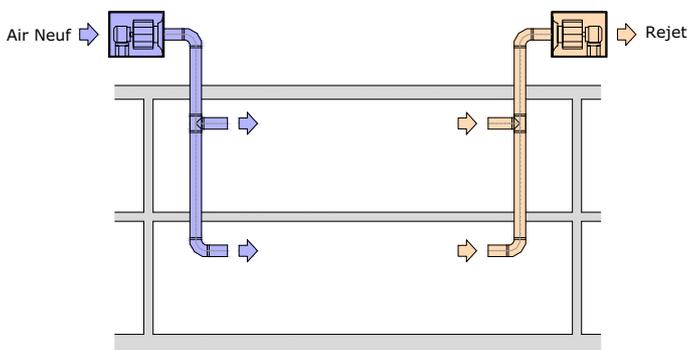


Figure 3 : surventilation double flux

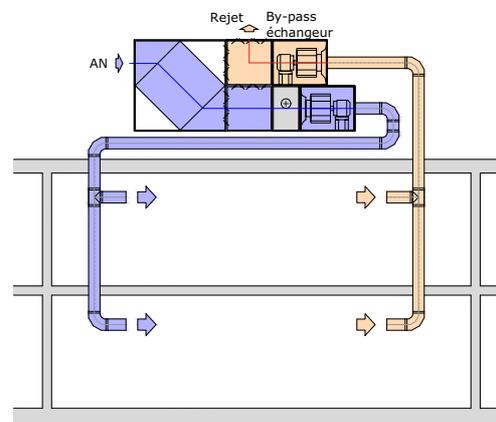


Figure 4 : traitement d'air avec by-pass de l'échangeur

2.12.1.1. En tout air neuf

L'insufflation et/ou l'extraction d'air neuf sont faites mécaniquement. Lors de la mise en place de la surventilation les débits d'air augmentent de manière à obtenir un renouvellement supérieur au renouvellement d'air hygiénique. Cette augmentation peut être faite par l'utilisation de ventilateurs additionnels etc.... En surventilation simple flux, il faudra veiller à augmenter les entrées (ou sorties) d'air.

Il est important de surveiller l'encrassement possible des réseaux lors d'un emploi fortement différent de l'usage standard.



2.12.1.2. En traitement d'air

C'est d'ores et déjà une pratique classique en conditionnement d'air en tertiaire d'augmenter le débit d'air neuf en mi saison (free cooling) en motorisant le registre d'air neuf et en éliminant le recyclage généralement fait en mode chauffage. Ainsi on surventile sans changer le dimensionnement de l'installation (conduits...).

Dans les nouveaux bâtiments, les charges thermiques tendent à se réduire, ce qui pourrait conduire à réduire les installations de traitement d'air. Par conséquent, le recyclage tend à se réduire. La surventilation ne peut plus être faite par simple ouverture de volet, elle doit être faite par une augmentation du débit qui nécessite de dimensionner l'installation en conséquence. Petit à petit c'est le mode « froid » ou « rafraîchissement » qui pilote donc le dimensionnement des réseaux.

2.12.2. Surventilation naturelle et hybride

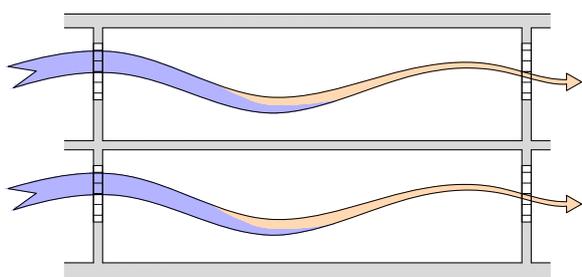


Figure 5 : ventilation naturelle traversante

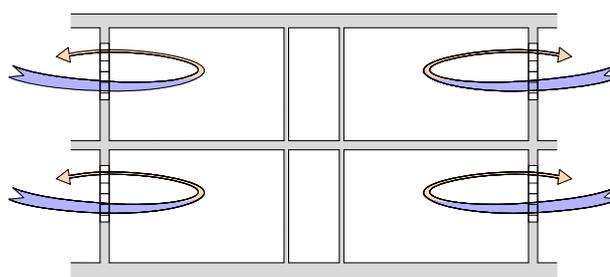


Figure 6 : ventilation naturelle monofaçade

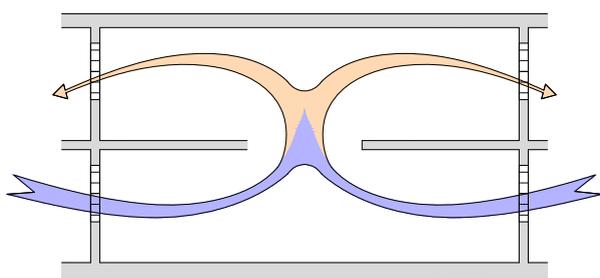


Figure 7 : tirage thermique

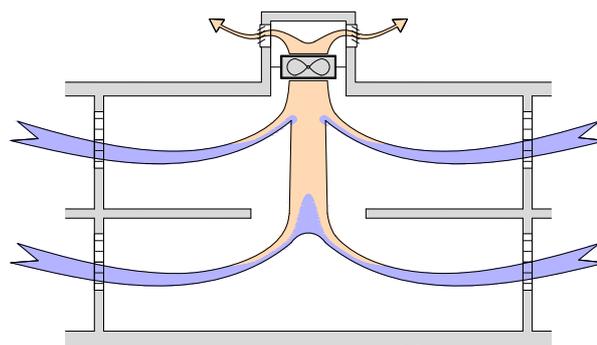


Figure 8 : ventilation hybride

La surventilation naturelle basée sur les écarts de température et les effets du vent peut être faite de plusieurs manières différentes :

- par effet de cheminée (entrée d'air par la façade, extraction en toiture pour assurer une différence de hauteur qui augmente le tirage naturel),
- Par des ouvertures sur les façades, soit monozone c'est à dire ventilation unilatérale (sur une seule façade), soit ventilation traversante (ouvertures sur des façades opposées, augmentant le débit d'air).

Cette surventilation peut être contrôlée par l'occupant, mais également par capteurs (température, enthalpie) ou horloge.

Certains cas ne sont pas automatisés, mais la gestion manuelle des occupants nécessite de bien les sensibiliser et peut se révéler aléatoire.

La ventilation hybride consiste à assister mécaniquement la circulation d'air uniquement lorsque celle-ci est insuffisante :

- Soit en assistant mécaniquement l'extraction pour les ventilations naturelles avec conduit ou extraction en toiture
- Soit en assistant l'amenée d'air neuf. Ceci s'applique alors au tirage comme au traversant.

2.12.3. Surventilation mixte

La surventilation mixte consiste à combiner le système de ventilation du bâtiment avec le système de surventilation sur une même zone lorsque la ventilation hygiénique peut contribuer à assister la surventilation dans les mouvements d'air.

C'est le cas de certains centres commerciaux, utilisant en mi-saison et été le système double flux combiné à la surventilation naturelle dès que la température intérieure dépasse 26°C. En effet, les centres commerciaux se prêtent bien à la surventilation naturelle à tirage grâce à leur atrium central permettant l'extraction. L'emploi de surventilation permet alors de drastiquement réduire les consommations de climatisation très importantes dans ces bâtiments (forts apports internes, besoin de confort pour les clients, fortes zones vitrées...). Ces bâtiments se prêtent aussi fortement souvent à une surventilation en occupation tout en maintenant la ventilation et le conditionnement d'air dans les locaux commerciaux des galeries. L'emploi de technique comme le déplacement d'air pouvant alors encore favoriser l'extraction des calories par un système mixte.



3.

LES RÈGLES DE CONCEPTION





La décision de mettre en place un système de surventilation dans un bâtiment, ainsi que les moyens techniques de la mettre en œuvre avec succès dépendent d'un ensemble de paramètres qu'il faut considérer pour guider la réflexion.

Les premiers paramètres découlent du programme du projet, qui définit l'utilisation des locaux, les cibles de températures, de confort thermique, confort acoustique, sécurité intrusion, etc...

Certains paramètres liés à l'environnement du site ne peuvent être modifiés : l'environnement climatique, l'environnement acoustique. Ces contraintes fortes seront prises en compte prioritairement dans l'analyse.

Enfin, les contraintes techniques du projet seront intégrées pour finaliser la conception, avec notamment les interfaces constructives : thermique (inertie, gestion des occultations solaires,...), encombrement des conduits de ventilation ou position et dimensionnement des ouvrants, etc...

Ce chapitre a pour objectif d'aider le concepteur à se poser les bonnes questions, considérer tous les critères à évaluer et bien définir les attendus du projet avec le Maître d'ouvrage s'ils ne sont pas exprimés clairement dans le programme.

Une fois tous les paramètres étudiés, le concepteur sera en mesure de se prononcer sur l'intérêt d'une surventilation pour le projet, de choisir entre solution naturelle, mécanique ou hybride, de dimensionner le système et de communiquer à tous les acteurs du projet l'impact de la surventilation sur leur conception.

La réflexion sera menée en partant du besoin et des attendus, et considèrera ensuite les contraintes à prendre en compte, dans l'ordre des priorités.



3.1. LE BESOIN ET LES ATTENDUS

3.1.1. Les cibles de confort thermique

Le confort thermique est caractérisé selon la norme NF EN ISO 7730 par des paramètres de température d'air, hygrométrie relative, température de parois, vitesse d'air... En fonction du niveau d'habillement du sujet et de son activité physique (métabolisme), la norme définit des plages sur tous ces paramètres dans lesquelles on estime que 90% des sujets sont confortables en classe A.

Pour simplifier cette approche et permettre une analyse par simulation numérique, l'inconfort sera souvent défini par une température d'air maximale à ne pas dépasser, pendant les horaires d'occupation des locaux.

Le programme doit donc permettre de définir précisément les paramètres suivants :

Occupation des locaux : horaires d'occupation, intermittence de fonctionnement

Destination des locaux : type de public, type d'activité
Définition du seuil d'inconfort (27°C, 28°C) et nombre d'heures d'inconfort maximal acceptable par an.

Si aucun programme n'a été fourni, il revient au concepteur d'établir un exigentiel contractuel avec le Maître d'Ouvrage au démarrage du projet.

Dans certains cas de bâtiments non climatisés où l'occupant peut avoir individuellement recours à une possibilité d'augmenter les vitesses d'air (fenêtre, ventilateurs...) on peut tolérer des températures supérieures (cf. confort adaptatif NF EN 15251)

CAS PRATIQUE

Un établissement d'enseignement sera fermé en été, réduisant le potentiel d'heures d'inconfort et augmentant les chances d'une solution viable de surventilation naturelle. L'inconfort dans une chambre sera défini par exemple de 20h à 8h du matin. La surventilation aura donc lieu pendant les heures d'occupation, avec les problématiques de vitesse d'air et d'acoustique à prendre en compte.

Des notions d'inconfort peuvent aussi être liées aux vitesses d'air ressenties (courant d'air en cas de vent fort lors de ventilation naturelle)

La surventilation nocturne peut générer de l'inconfort par des températures trop fraîches le matin.

3.1.2. Les cibles énergétiques

Le programme doit définir si le bâtiment est climatisé (la notion d'heures d'inconfort n'étant alors plus pertinente) ou pas.

Dans le cas d'un bâtiment climatisé, l'objectif de la surventilation sera alors de réduire la consommation énergétique de la climatisation. Les analyses devront donc prendre le soin de vérifier que l'efficacité énergétique de la surventilation est bien supérieure à la climatisation (cf. la notion de EER du système de surventilation cf. §3.4.4, la notion de temps de retour sur investissement, etc...)

Points de vigilance : dans le cas d'une forte humidité extérieure et d'un bâtiment climatisé, la surventilation peut avoir un effet adverse en amenant de la charge latente dans le bâtiment.

Alternativement, l'objectif de la surventilation sera donc de s'affranchir du recours à la climatisation en restant dans les limites du confort défini précédemment.

3.1.3. La qualité de l'air intérieur

Bien que ce ne soit pas un objectif direct de la surventilation, la QAI sera favorablement impactée par la surventilation :

- Pour purger les émissions des matériaux
- Pour évacuer la pollution des occupants.

Cet aspect est difficile à valoriser quantitativement et la QAI n'est pas l'objet de ce guide, mais cet avantage qualitatif doit être rappelé.

Il faut cependant rester vigilant à ne pas augmenter la pollution intérieure en faisant de la surventilation non filtrée dans un site très pollué (agglomérations, vallées encaissées, proximité aéroport, réseau routier dense ou zone industrielle, etc...). Ceci exclut toute solution de ventilation naturelle et le choix de filtres additionnels (efficacité PM1, charbon actif ou autre) doit être pris en compte dans le calcul d'efficacité énergétique de la surventilation avec une perte de charge ajoutée au système non négligeable.

3.1.4. Le confort acoustique

Le programme doit définir les critères de confort acoustique des locaux considérés.

Dans le cadre de la surventilation, différents cas de figure peuvent se présenter :

Si les locaux sont occupés pendant la période de surventilation,

- Cas de la surventilation mécanique : dimensionner l'installation en fonction des niveaux de bruits générés en grande vitesse de surventilation (limites sur les vitesses d'air dans les conduits, au niveau des bouches, dimensionnement des pièges à son, etc...)
- Cas de la ventilation naturelle : il faudra examiner si l'ouverture des fenêtres est faisable (vis-à-vis du bruit extérieur et du confort des occupants –courant d'air...).

Si les locaux sont inoccupés, Il faut malgré tout aussi considérer le niveau de bruit en limite de propriété, notamment dans le cas d'une surventilation mécanique nocturne.



CAS PRATIQUE

Dans un système de ventilation naturelle de locaux occupés, attention à la régulation automatique des moteurs gérant les ouvrants et au bruit qu'ils génèrent. Dans des locaux de sommeil ou des environnements de travail très calmes, ce bruit irrégulier peut émerger assez fortement de l'ambiance spectrale et les petits ajustements de moteurs trop fréquents sont à éviter.

3.1.5. L'intrusion : pour la ventilation naturelle

La gestion automatique d'ouvrants, surtout dans une situation d'inoccupation nocturne du bâtiment, doit être considérée vis-à-vis de l'intrusion.

Le positionnement et la sécurisation des ouvrants devront être étudiés.



3.2. ANALYSE DU SITE

3.2.1. Le potentiel thermique de rafraîchissement «free cooling»

Le potentiel est défini comme le ΔT entre température d'ambiance et température extérieure, intégré sur la période de surventilation, qu'on peut regarder de manière instantanée ou moyennée sur la durée de surventilation. Il s'exprime en degré-heure (selon le même principe que les DJU)
Une représentation graphique et explication détaillée en est donnée au § 3.3.1.1.

Dans l'analyse du site, le potentiel est le premier facteur à évaluer, en regardant plus précisément :

- Le potentiel en intersaison
- Le potentiel estival général (de Mi-Juin à Mi-Septembre)
- Le potentiel en période caniculaire (généralement une à deux semaines par été).



Le taux de surventilation à mettre en œuvre sera directement lié au potentiel disponible sur le site considéré. La température maximale atteinte en journée n'a que peu d'impact sur les résultats (le rayonnement solaire en aura plus). La fraîcheur des nuits est par contre primordiale.

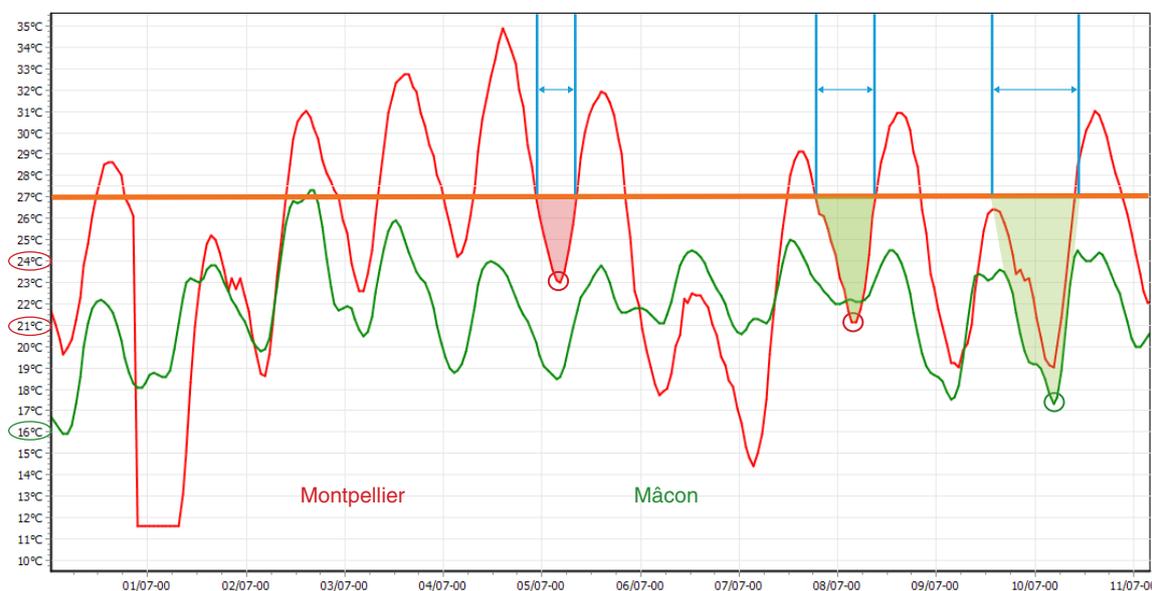


Figure 9 : comparaison du potentiel thermique entre deux sites climatiques

On visualise bien sur ce graphe le potentiel très faible que présente Montpellier, tant sur le ΔT de l'ordre de 6°C en moyenne, que sur la durée très courte pour profiter de ce faible potentiel. L'exemple de nuit caniculaire est encore plus parlant.

Mâcon en comparaison présente un potentiel quatre fois meilleur : durée doublée et ΔT doublé par rapport à Montpellier. Les débits à mettre en œuvre seront directement proportionnels à ce potentiel du site.



3.2.2. L'exposition solaire

Les masques proches et lointains doivent être pris en compte, ainsi que la végétation entourant le bâtiment, pour approcher au plus juste les apports que recevra le bâtiment.

Ces aspects relèvent de la conception bioclimatique générale du bâtiment, mais auront une influence dans la simulation thermique dynamique sur le dimensionnement du système.

3.2.3. L'exposition au vent : pour la ventilation naturelle

La ventilation naturelle ne garantit pas une maîtrise des débits. Des calculs prédictifs sont effectués basés sur la section libre des ouvrants, la différence de hauteur entre entrées d'air et exutoires, et le différentiel de température ambiante / extérieur.

Le vent peut fortement améliorer, mais aussi annuler le « moteur » de la ventilation naturelle.

Cette conception nécessitera donc une réflexion approfondie sur le vent et les turbulences aux alentours du bâtiment, ainsi que de la géométrie propre du bâtiment et la localisation possible et préférable des ouvrants.

La ventilation traversante est toujours plus efficace et le cas d'une mono-façade devra faire l'objet d'une étude accrue pour s'assurer du bon fonctionnement, en étroite collaboration avec l'architecte.

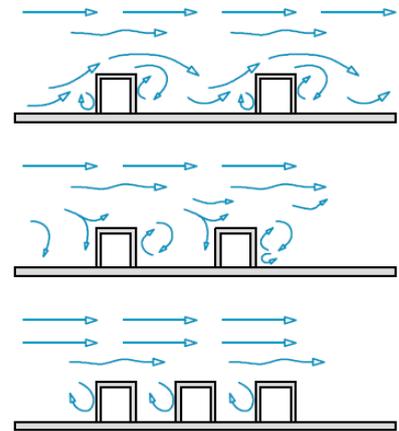


Figure 10 : effets du vent en fonction des interférences
- exposition au vent

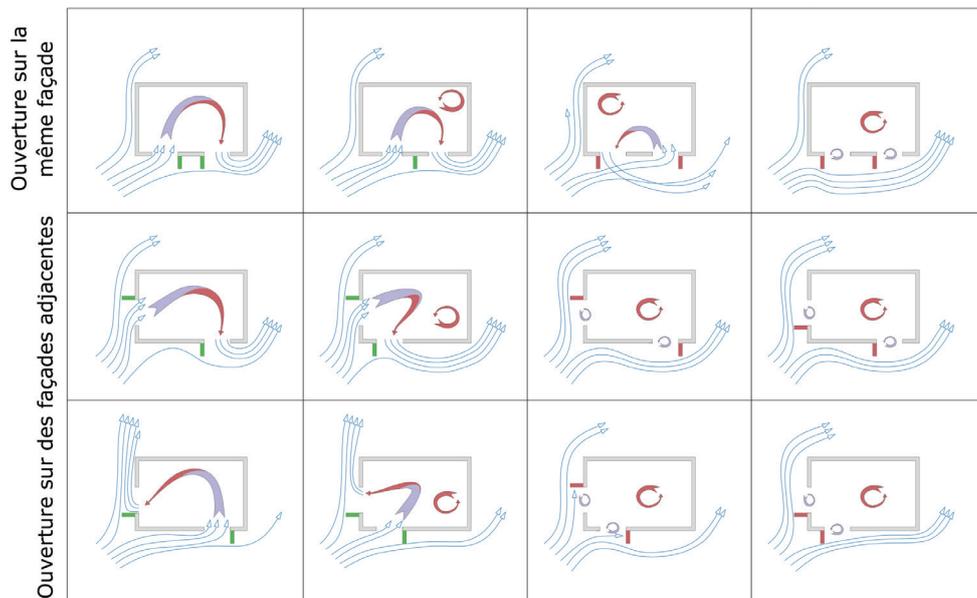


Figure 11 conception des ouvertures pour favoriser la ventilation naturelle non traversante

Cette étude doit être réalisée, notamment en simulant une période nocturne caniculaire, pour garantir un résultat satisfaisant d'une solution de ventilation purement naturelle.

3.2.4. La contrainte acoustique propre au site

Le site pose deux types de contraintes vis-à-vis de l'acoustique :

1) La possibilité de créer des ouvrants (isolement vis-à-vis de l'extérieur en fonction de la zone d'exposition aux bruits) ; si la surventilation doit avoir lieu pendant les horaires d'occupation, il faudra s'assurer que la ventilation naturelle puisse être envisagée

2) en limite de propriété, la surventilation mécanique devra être dimensionnée pour ne pas générer d'urgence au-delà des niveaux réglementaires, avec des pièges à son adaptés.

3.2.5. La qualité de l'air extérieur

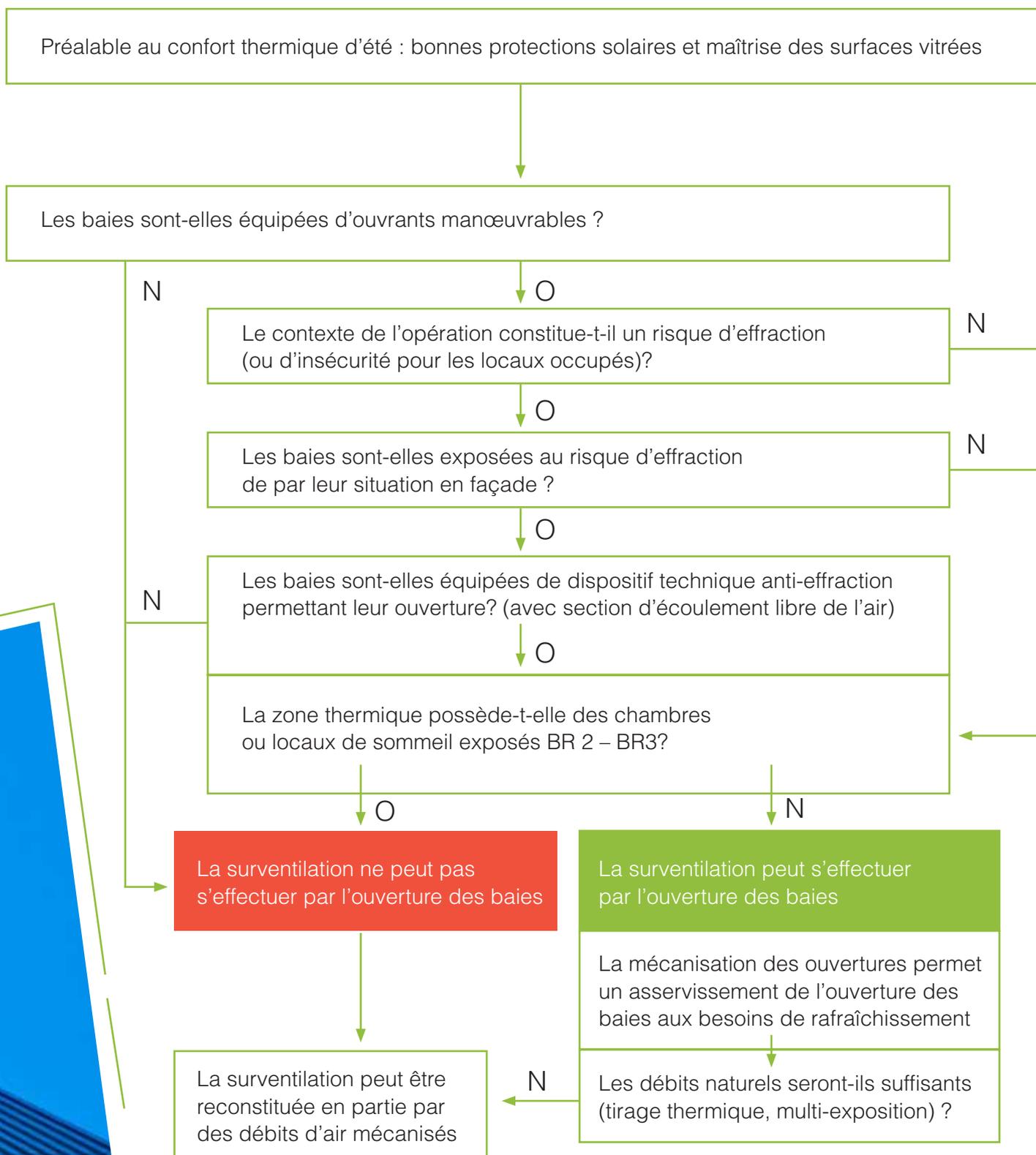
La surventilation améliorera généralement la qualité d'air intérieur du bâtiment. Il faut toutefois considérer le niveau de pollution atmosphérique ambiant du site (*cf.* § 3.1.3).

Dans le cas d'une surventilation mécanique filtrée, une étude approfondie de l'énergie supplémentaire de ventilation mécanique et de la maintenance liées aux filtres additionnels devra aussi être menée. Cela aura un impact direct sur le seuil ΔT de déclenchement de la surventilation (voir aussi à ce sujet le § 3.4.4 sur le coefficient de performance de la surventilation).





3.2.6. Logigramme récapitulatif





3.3. ANALYSE DU BÂTI ET DES LOCAUX

3.3.1. Analyse énergétique

La réalisation d'une simulation thermique dynamique est indispensable au bon dimensionnement d'une surventilation.

Cette simulation doit permettre de bien saisir les enjeux énergétiques, à savoir la quantité d'énergie dont le bâtiment va se charger pendant une longue journée estivale, et de la quantité d'énergie dont il est capable de se décharger en une courte nuit, en fonction du potentiel thermique du site.

De cette phase conceptuelle dépend le succès de la surventilation. Les principaux leviers de conception sont étudiés ci-après, dans l'ordre de leur importance.

Le résultat de cette simulation doit s'exprimer très simplement en un débit de renouvellement d'air de la surventilation (en vol/h) nécessaire pour atteindre un nombre d'heures d'inconfort inférieur à la demande du programme, ou bien une réduction quantifiée de l'énergie de climatisation.



3.3.1.1. Définitions et concepts étudiés

Le potentiel thermique a déjà été abordé au §3.2.1. Il est représenté en vert sur la figure ci-dessous.

Le déstockage nocturne est défini par la différence de température intérieure entre le début de la surventilation et la température minimale atteinte.

La durée de surventilation est la période pendant laquelle la surventilation est efficace.

Il y a une durée théorique correspondant à un écart entre T° intérieure et T° extérieure supérieur à quelques degrés.

En pratique, selon les choix opérés sur la régulation (action manuelle, horloge, sondes de températures), cette période sera plus ou moins bien exploitée

Le potentiel de déstockage peut être défini comme la différence de température extérieure entre le début de la surventilation et la température extérieure la plus basse sur cette durée.

Le ratio entre le déstockage obtenu et ce potentiel évalue la performance de la surventilation et constate si une meilleure exploitation du potentiel serait possible sur ce site et dans ces circonstances. Evalué en moyenne sur une période chaude instrumentée, il qualifie la performance du système.

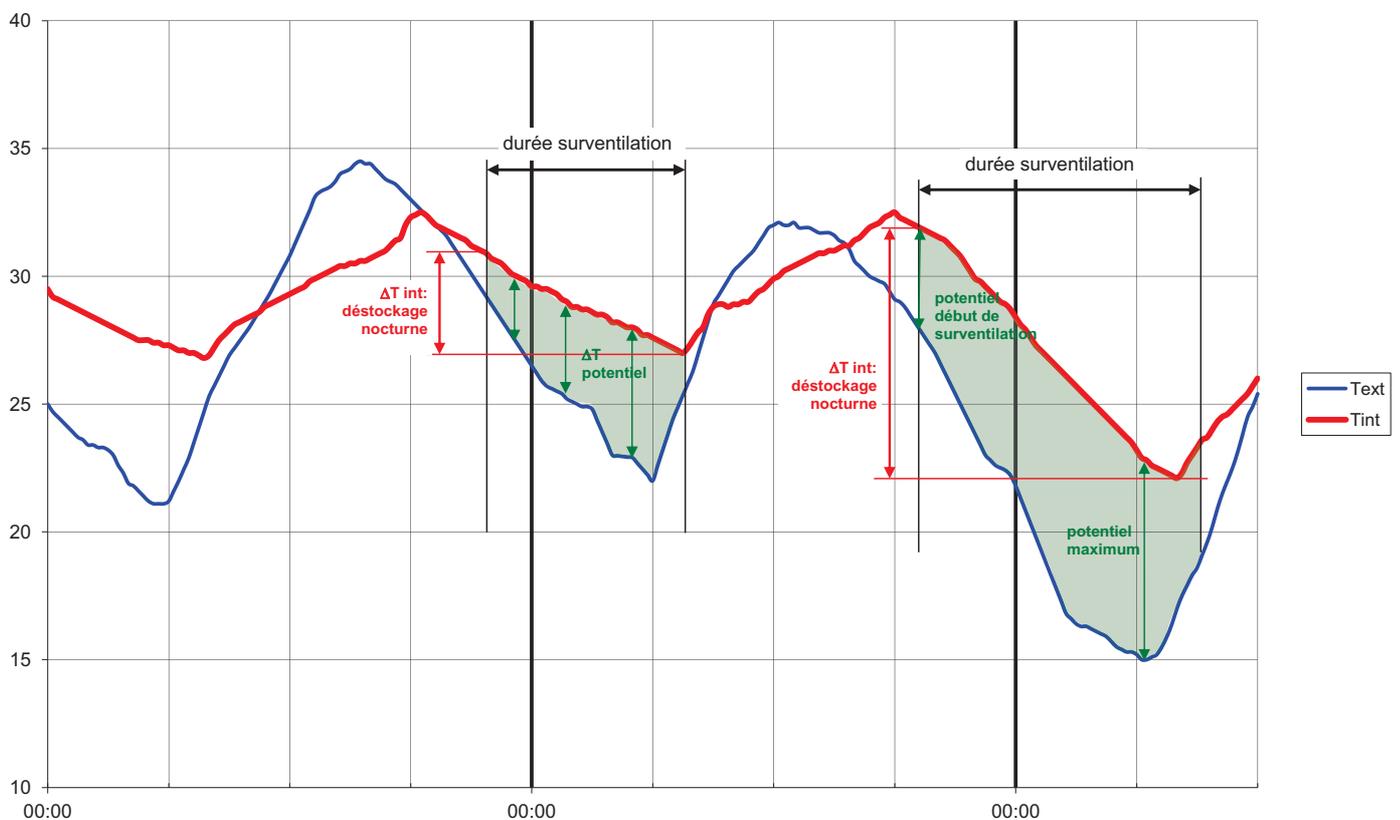


Figure 12 : Potentiel thermique et déstockage nocturne

Le graphe précédent représente typiquement une sortie de phase caniculaire avec la première nuit fraîche à l'issue d'une semaine de nuits chaudes.

On constate sur le graphe précédent la difficulté à déstocker (abaisser la température intérieure) lors d'une nuit caniculaire à faible potentiel et le déstockage qui double la nuit suivante avec un fort potentiel.

Le but du dimensionnement sera donc de déstocker la nuit l'élévation de T° générée la journée.

3.3.1.2. Orientation du bâtiment et exposition des locaux étudiés

La maîtrise des apports solaires est généralement le facteur contrôlable le plus important dans le bilan énergétique global.

Les occultations sont indispensables, fixes ou mobiles, motorisées ou manuelles, leurs impacts doivent être simulés.

La qualité des vitrages, le facteur solaire, la basse émissivité, doivent être considérés.

L'expérience prouve qu'il est illusoire de vouloir rafraîchir un bâtiment par la surventilation nocturne si les apports solaires n'ont pas été contrôlés pendant la journée.

3.3.1.3. Inertie thermique du bâtiment

L'inertie lourde favorise la stabilité des températures internes du bâtiment et améliore donc le confort. Par contre cette inertie, une fois chargée thermiquement, peut devenir problématique à décharger, avec des effets adverses sur le confort nocturne si la masse thermique décharge sa chaleur dans les locaux que l'on cherche à rafraîchir.

La question de la position de l'isolation par rapport à la masse thermique (Isolation Thermique Intérieure ITI ou Extérieure ITE) doit être réfléchie :

Dans les locaux tertiaires ou à occupation diurne, l'isolation thermique par l'extérieur, plaçant l'inertie thermique à l'intérieur aura tendance à déphaser et limiter la montée en température des locaux,

l'inconfort survenant plus tard en journée, et si possible après les horaires d'occupation.

Dans une chambre, à occupation nocturne, le début d'occupation correspond généralement au pic de température. Il est important de pouvoir décharger rapidement la chaleur dès les premières fraîcheurs de la nuit. Une inertie lourde côté intérieur pourra être défavorable. En isolation thermique par l'intérieur la température maximale à 18-20h sera plus élevée qu'en isolation thermique par l'extérieur, mais dans la tranche minuit – 8h du matin, elle pourra être plus basse.

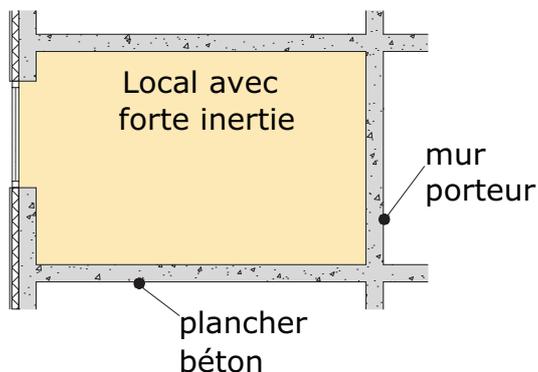
Le concepteur doit aussi garder à l'esprit la notion de température radiante des parois, rarement prise en compte dans les logiciels STD,

dont les résultats sont plus souvent fournis en termes de température d'air. Dans le cas de l'occupation des locaux, il est important de calculer la température opérative.

Encore dans l'exemple d'une chambre, même si la STD montre une température d'air décroissant avec la mise en place de la surventilation nocturne, des murs massifs côté intérieur vont voir leur température baisser très lentement et continuer à augmenter la température opérative de confort des occupants par la composante de chaleur radiante, au contraire d'une solution isolation thermique par l'intérieur avec une simple plaque de plâtre pour toute inertie, qui suivra rapidement la température d'air.



Murs lourds (isolés par l'extérieur)



Murs légers (isolés par l'intérieur)

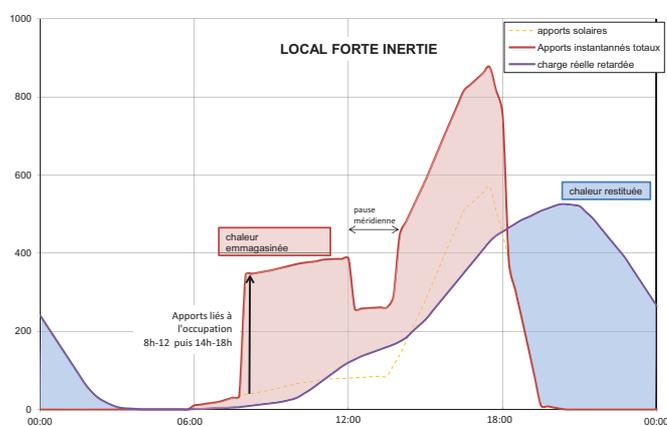
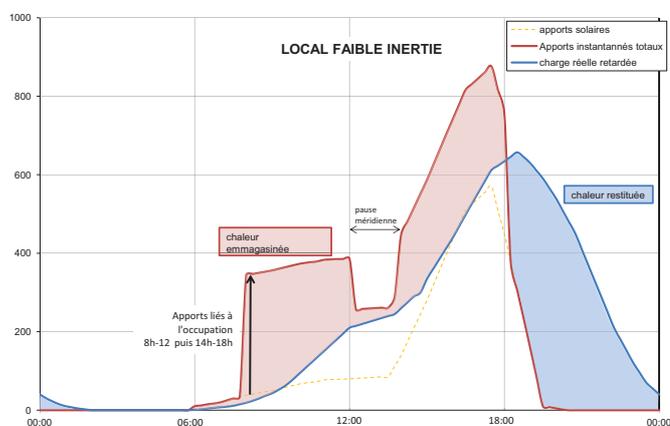
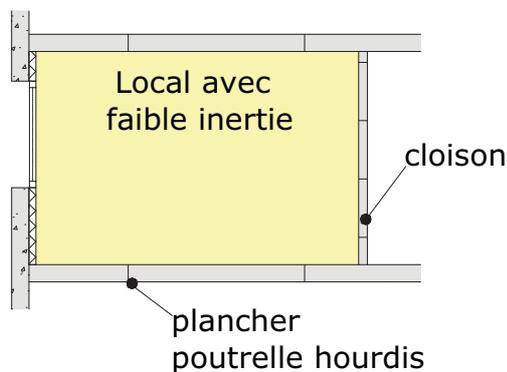


Figure 13 : Analyse du déphasage thermique en fonction de l'inertie

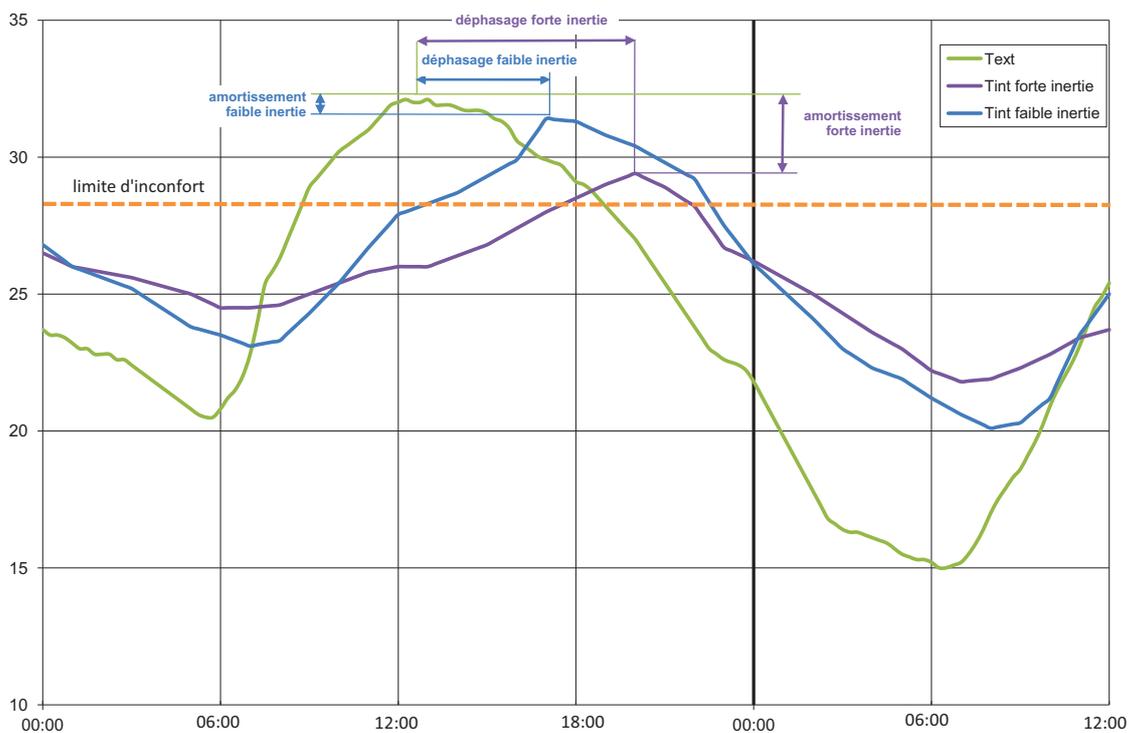
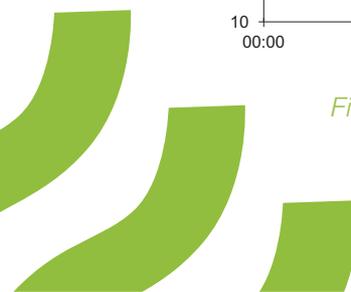


Figure 14 : analyse de l'amortissement thermique en fonction de l'inertie



3.3.1.4. Bilan énergétique

Le bilan énergétique considère les apports externes et internes.

Il est important de bien analyser la part de chaque type d'apport dans le bilan global pour identifier les leviers d'action.

■ Apports externes :

Les apports par conduction auront un impact global minime vu les niveaux d'isolation des bâtiments actuels.

Les apports solaires ont déjà été évoqués, et sont identifiés comme prépondérants si les occultations ne sont pas gérées correctement. La gestion des occultations doit permettre de les ramener dans les mêmes ordres de grandeur que les apports internes.

Le taux de ventilation hygiénique ainsi que les infiltrations peuvent prendre une part importante selon le type de projet.

■ Apports internes :

Les taux d'occupation et le métabolisme des occupants doivent être estimés au mieux, avec un foisonnement réaliste sur la période d'occupation. Les apports d'éclairage, informatique, process, électroménager, etc... doivent tenir compte des types d'équipements installés et des usages : utilisation de l'éclairage si les occultations sont mises, et arrêt de ce dernier quand elles sont ouvertes.

Le but de l'étude n'est pas le dimensionnement de la puissance maximale reçue dans le local, mais bien l'énergie accumulée dans le local sur la période considérée.

Le zoning du bâtiment est important pour identifier les zones thermiquement homogènes. Une surventilation uniforme pourrait générer de l'inconfort dans certaines zones trop rafraîchies ou insuffisamment traiter les zones ayant plus de charges.

CAS PRATIQUE

Dans le cas d'une rénovation d'un bâtiment tertiaire, la sur-isolation thermique conduit à un confinement des charges internes. Toutes hypothèses étant égales par ailleurs (occultations, occupation, ventilation hygiénique, etc...), on constate que le confort d'été est dégradé, avec parfois un doublement du nombre d'heures d'inconfort. L'isolation thermique doit obligatoirement s'accompagner d'une mesure de compensation du confinement de ces charges (surventilation nocturne, voire climatisation).

Une fois l'énergie accumulée en une journée correctement estimée, il faut la mettre en regard du potentiel de décharge nocturne par la surventilation, pour apporter la même quantité de frigories la nuit que de calories emmagasinées la journée.

Ce calcul permettra d'estimer le taux de brassage nécessaire, en fonction des critères d'inconfort définis au programme.





3.3.1.5. Scénarios d'occupation

L'inconfort n'est défini qu'en période d'occupation des locaux.

Les diverses typologies de bâtiments ont des scénarios d'occupation très variés, et la solution de surventilation devra en tenir compte.

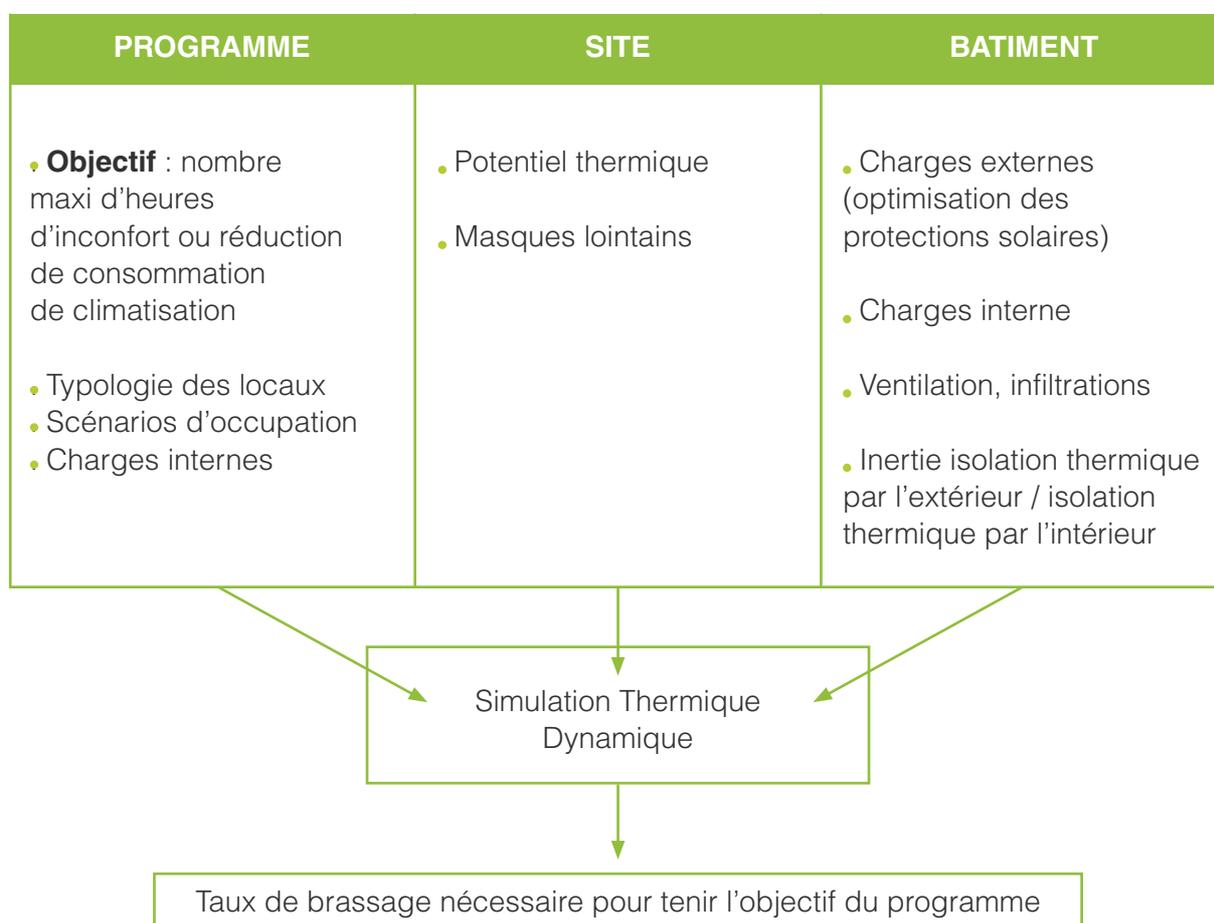
Dans certains cas, il sera possible de sensibiliser les utilisateurs au décalage de leurs horaires en période estivale s'ils veulent gagner en confort, même si ces hypothèses sont difficilement prises en compte dans le calcul théorique du nombre d'heures d'inconfort.

3.3.1.6. Simulation thermique dynamique

L'un des outils les plus performants pour intégrer toutes ces données est la simulation thermique dynamique, qui sera capable d'intégrer tous les flux de chaleur en jeu, et le stockage et la décharge de l'énergie dans les masses thermiques du bâtiment.

Le résultat en sera un taux de surventilation qui permette de tenir les objectifs que l'on se fixe dans le programme.

La démarche STD peut être appréhendée comme suit :



3.3.1.7. Approche simplifiée : exemple sur un bâtiment tertiaire

En première approche, un bilan froid peut permettre d'appréhender les apports sur la journée, et les contributions respectives des apports solaire, bâti, éclairage, occupants, équipements.

Selon la densité d'occupation et l'exposition des façades, les contributions prépondérantes vont varier.

On peut ensuite intégrer ces apports heure par heure sur la journée entière de manière à obtenir une énergie accumulée par le local sur la journée.

Cette énergie sera comparée à l'énergie de rafraîchissement qu'on est capable d'apporter par la surventilation nocturne.

Une approche très simplifiée consiste à calculer cette énergie par la formule suivante :

$$Wh_f = V \times 0.34 \times Q \times \Delta T \times D$$

Avec :

V : volume considéré (m³) = surface 1m² si on travaille au ratio x hauteur sous plafond (m)

Q : taux de brassage (vol/h)

ΔT : potentiel moyen sur la durée de surventilation (°C)

D : durée de surventilation (heures)

Wh_f : WattHeures froid, ou énergie frigorifique totale apportée au local (W.h)

On réalise qu'en fonction du potentiel disponible les débits requis peuvent être très importants, voire irréalistes et ce sont les limites d'un modèle travaillant sur les données extrêmes les plus défavorables, où l'on dépassera le seuil de confort. La STD fournira une modélisation sur toute la saison où ces données extrêmes ne représentent qu'une faible part des heures considérées, et devraient entrer dans la tolérance du nombre d'heures d'inconfort.

Cette approche a néanmoins le mérite de bien faire saisir les enjeux énergétiques (intégrés sur la durée à la différence des puissances instantanées) et les leviers d'action possible (occultations, débit de surventilation, etc...)

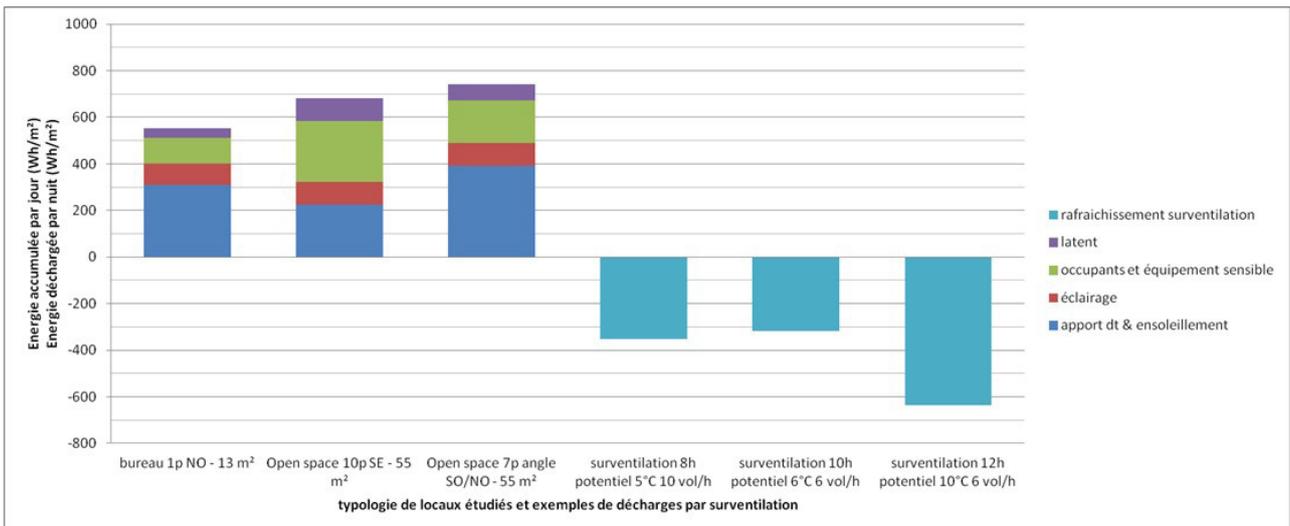


Figure 15 : comparaison des apports diurnes et capacités de décharge nocturne

Cette approche simplifiée ne permet pas de prendre en compte l'inertie du bâtiment ou l'évolution dynamique des charges mais donne des ordres de grandeur. L'approche dynamique reste nécessaire au dimensionnement précis.



3.3.1.8. Exemples de résultats

Projet de rénovation thermique de bâtiment tertiaire à Toulouse :

La ventilation hygiénique est de l'ordre de 0.3 à 0.5 vol/h selon les locaux. Les débits de surventilation nécessaires sont donc douze à vingt fois supérieurs pour obtenir des résultats satisfaisants.

Ventilation hygiénique :	722 h d'inconfort en moyenne par an
Surventilation 3 vol/h :	266 h d'inconfort en moyenne par an
Surventilation 6 vol/h :	83 h d'inconfort en moyenne par an

Résultats de la STD effectuée sous Pléiades Comfie.

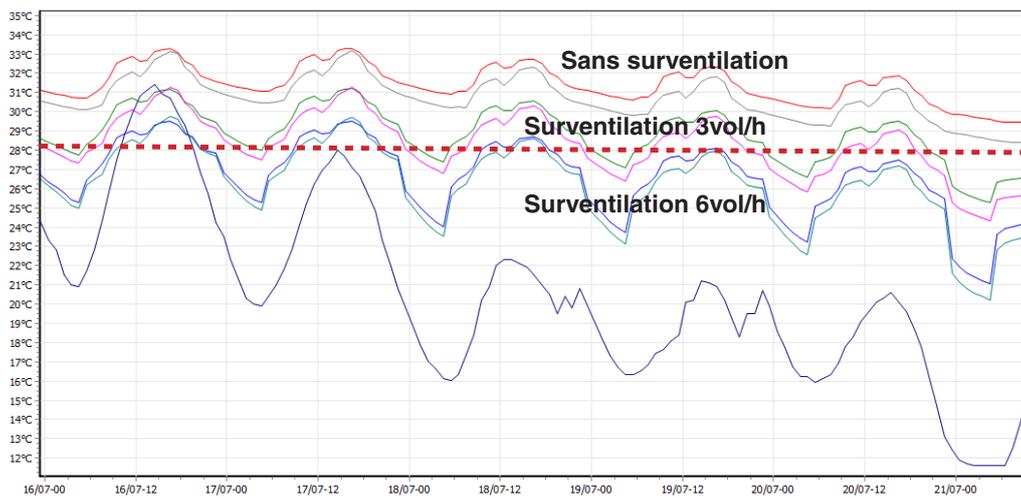


Figure 16 : Résultats de simulation : comparaison par façades de divers niveaux de surventilation

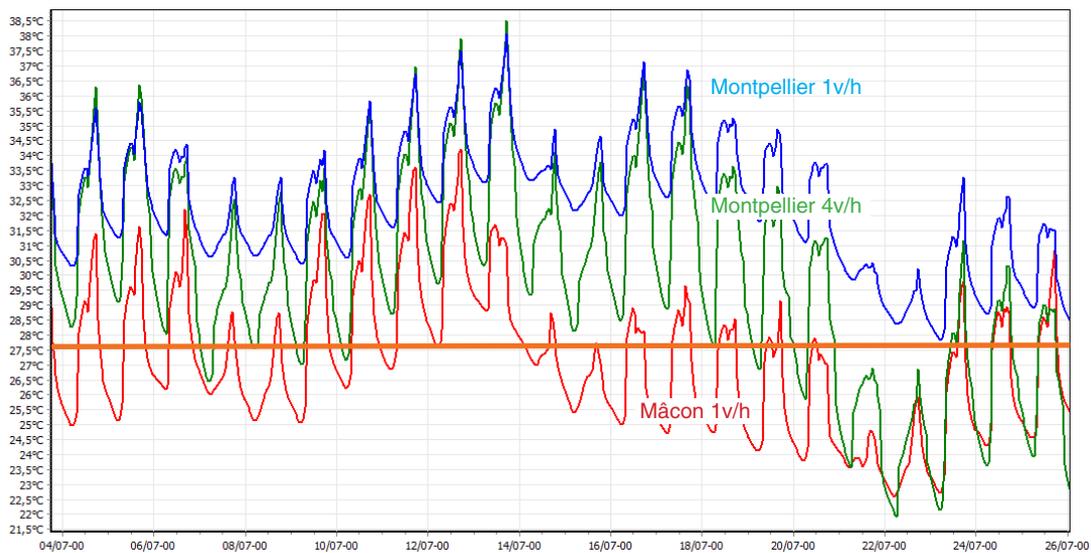
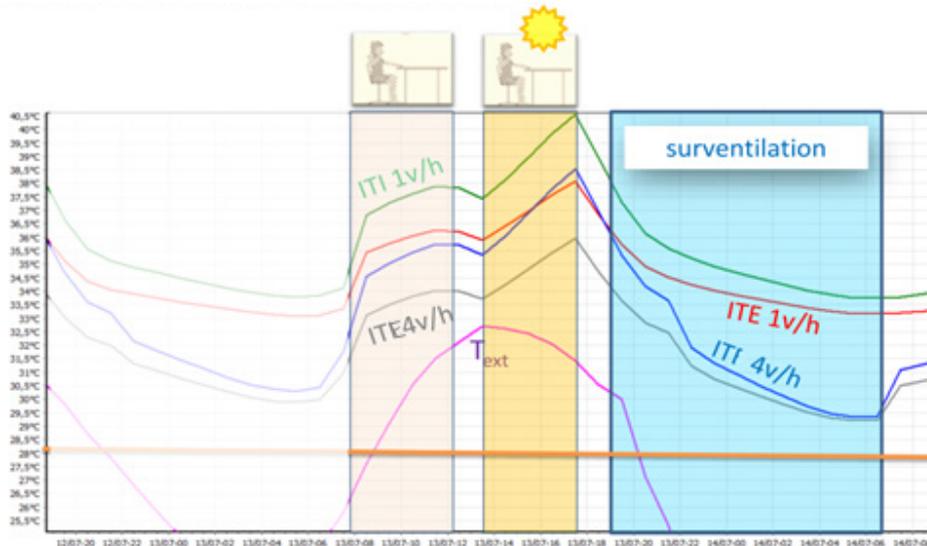


Figure 17 : Analyse d'un local fictif, placé à Montpellier et à Mâcon pour comparaison

On obtient de meilleurs résultats à Mâcon avec 1 vol/h qu'à Montpellier avec 4 vol/h.

Analyse d'une journée d'été

exemple d'un usage bureau orienté ouest



Sur cette simulation (traitée ici comme un cas d'école non réaliste), on identifie bien les divers paramètres entrant en jeu :

- Augmentation de température liée aux apports internes le matin
- Légère baisse liée à l'absence d'activité pendant la pause méridienne
- Augmentation plus forte l'après-midi avec les apports solaires en plus des apports internes, et amortissement du pic de chaleur avec l'isolation thermique par l'extérieur
- Décharge nocturne plus rapide en isolation thermique par l'intérieur
- Avantage global à la solution isolation thermique par l'extérieur sur un bâtiment de typologie tertiaire.

3.3.2. Configuration du bâtiment

Outre son influence sur la simulation thermique dynamique déjà abordé, la configuration du bâtiment impacte principalement la ventilation naturelle

- Hauteur libre pour tirage thermique.
- Possibilité de localisation d'ouvrants (voir contraintes précédentes, acoustique, intrusion, etc...)
- Locaux traversant et possibilités de transfert d'air entre les entrées d'air et exutoires.

Pour la ventilation mécanique ou hybride : espace disponible pour passage des conduits de ventilation dans les plénums de faux plafond, gaines verticales.



3.3.3. Points particuliers de la Règlementation Incendie

En fonction du type de bâtiment, (Logement, ERP, ERT, ...), la réglementation incendie peut avoir un impact sur le choix de la solution de ventilation naturelle.

- Cela peut être une contrainte :
 - Obligation de recoupement, portes coupe-feu fermées faisant obstacles au transfert d'air naturel dans le bâtiment
 - Obligation de niveau coupe-feu sur les façades vis-à-vis des tiers, qui empêche le positionnement d'entrées d'air sans recourir à des systèmes compliqués.
- Cela peut être une opportunité : utiliser des lanterneaux de désenfumage obligatoires, pour en profiter en ventilation naturelle, avec un surcoût minime d'investissement.



3.4. CHOIX DU SYSTÈME

Un bon système de surventilation est avant tout un système qui utilise le potentiel du site pour optimiser la décharge des calories du bâtiment (voir déstockage nocturne, § 3.3.1.1) et atteindre les objectifs de confort. Ceci doit être réalisé avec la meilleure efficacité de réfrigération possible.

Nota : certains systèmes peuvent avoir une très bonne EER (cf. §3.4.4), mais échouer complètement à rafraîchir les locaux, comme l'ont prouvé des retours d'expérience sur site (§6).

Indépendamment de la surventilation, le concepteur devra déjà s'être posé les questions de la ventilation hygiénique des locaux et de leur traitement thermique. La solution adaptée de surventilation sera nécessairement intimement liée à ces choix préliminaires.

Après analyse des objectifs et des contraintes, le concepteur doit être en mesure de choisir le système qui répondra le mieux aux attentes :

- Surventilation naturelle
- Surventilation mécanique, simple ou double flux
- Système hybride

Nota : L'aération n'est pas une solution considérée dans ce guide. Elle n'est applicable que dans des locaux occupés pendant la période de surventilation, typiquement des chambres, et elle est purement dépendante du bon usage des utilisateurs qui gèrent leur confort.

Son efficacité est réelle mais n'est pas mesurable, elle ne requiert aucun élément spécifique qui ne soit déjà intégré à la majorité des bâtiments (baies manuellement ouvrables).

Les principes sont connus et simples : les ouvertures doivent être les plus grandes possibles, et surtout sur une grande hauteur, et si possible traversantes.

Ce chapitre ne vise pas à se substituer au concepteur dans sa démarche de réflexion globale, mais à rappeler quelques points fondamentaux sur chaque système, et notamment les écueils à éviter et certains points de vigilance pour garantir la réussite du projet.

3.4.1. Surventilation naturelle

3.4.1.1. Arguments en faveur de ce choix

Les principales motivations pour installer une surventilation naturelle peuvent être :

- coût d'installation limité si l'architecture du bâtiment et le site s'y prêtent
- économie d'énergie sur les auxiliaires de ventilation : fonctionnement du système réellement « gratuit », hors coûts de maintenance.
- Acoustique intérieure dans certains cas de figure (cf. §3.1.4 et §3.2.4)





3.4.1.2. Contraintes à vérifier

Les points critiques à étudier en détail sont :

- Intrusion
- Acoustique intérieure vis-à-vis de l'exposition au bruit du bâtiment (classement BR2, BR3)
- Vent
- Potentiel de rafraîchissement selon architecture, zone...
- Pollution externe nécessitant une filtration de l'air introduit

3.4.1.3. Points critiques à étudier

Les points critiques à étudier en détail sont :

- Bilan énergétique apports journaliers / décharge nocturne
- Efficacité du système à modéliser ainsi que les débits que l'on peut espérer (fonction de la hauteur du bâtiment, du ΔT int/ext et de l'influence du vent). On ne peut se contenter de conditions instantanées, le modèle doit considérer une nuit entière type.
- Balayage de l'ensemble des locaux
- Moteur naturel en tirage thermique de l'ordre de quelques Pa maximum, selon différence de hauteur, et ΔT int / ext. Plus l'intérieur sera rafraîchi, moins le moteur fonctionne. La Text doit être suffisamment basse.
- Perte de charge à minimiser sur le trajet de l'air : les ouvrants, les exutoires, et les obstacles au transfert d'air interne entre locaux (portes, etc...)
- Etanchéité à l'air et risque de pont thermique des ouvrants motorisés en position fermée
- Régulation
- Maintenance des moteurs (accessibilité dans le cas d'un atrium grande hauteur).

En pratique, s'il y a un engagement de résultat chiffré au programme, une solution de ventilation purement naturelle pourra difficilement offrir des garanties et une solution hybride permettant d'optimiser le potentiel disponible sera plus sécurisée.

3.4.1.4. Evaluation du « moteur » de la ventilation naturelle et perception des ordres de grandeur entre tirage thermique et vent.

De nombreux guides détaillés existent sur le dimensionnement et la mise en œuvre de solutions de ventilation naturelles et hybrides. On citera par exemple le guide de l'Ademe : « Guide de la ventilation naturelle et Hybride VNHY », téléchargeable gratuitement sur le site de l'ADEME. Ou le guide AIVC sur la ventilation : « A Guide To Energy Efficiency Ventilation » (AIVC).

Ce guide fournit une formule simplifiée de la force motrice du tirage thermique qui peut se calculer ainsi en première approche :

Force motrice du tirage thermique

La différence de pression P_m entre l'air au niveau de l'exutoire, considéré à température extérieure et dans les locaux et à la base peut être exprimée par l'équation suivante : à noter que cette formule tend à surévaluer le tirage d'environ 10-15% par rapport aux formules plus détaillées

$$P_t = 0,044 H (T_e - T_i)$$

où:

P_t = différence de pression due au tirage thermique, en Pa

H = hauteur de tirage, en m

T_e = température extérieure, en K

T_i = température intérieure, en K

Pour les bâtiments à un ou deux niveaux, H est la hauteur du bâtiment.

Pour les bâtiments de grande hauteur à plusieurs niveaux, H est la distance des ouvertures situées au niveau de pression neutre (neutral pressure level, NPL) à une extrémité (soit le sommet, soit la base).

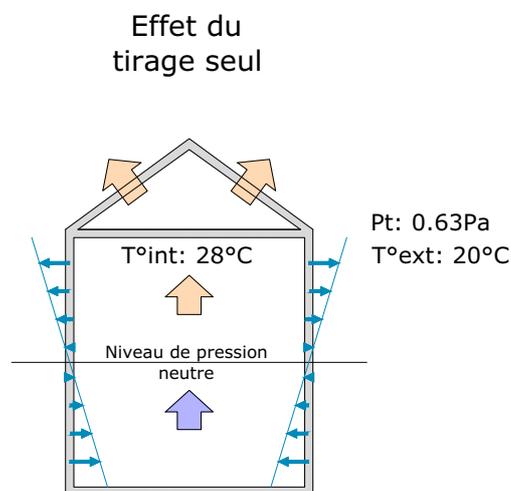


Figure 18 Effet du tirage thermique seul

⁴ <http://www.aivc.org/resource/gv-guide-energy-efficient-ventilation>



Flux déplacé

Le débit d'air déplacé par tirage thermique s'exprime par l'équation suivante :

$$Q = C.S \sqrt{2 g.h. \frac{T_i - T_e}{T_i}}$$

où:

- Q = débit d'air déplacé par tirage thermique, m³/s
- S = surface du flux, m²
- C = coefficient de décharge (ordinairement de 0,65 à 0,70)
- g = accélération de la pesanteur, 9,81 m/s²
- h = hauteur ou distance, m
- T_e = température extérieure, en K
- T_i = température intérieure, en K

Force motrice du vent

La pression (ou dépression) exercée par le vent sur chaque façade est approchée par le calcul suivant :

$$P_v = \rho.C_p.v^2/2$$

où:

- P_v = pression exercée par le vent, en Pa
- ρ = densité de l'air (kg/m³) soit 1,2 kg/m³ à 15°C
- C_p = coefficient sans dimension dépendant de l'exposition de la façade et de l'environnement. Des tables peuvent être trouvées par exemple dans le guide AIVC. Ordres de grandeur : +0.4 à +0.7 sur façade exposée face au vent, et -0.3 à -0.5 sur façades latérales et sous le vent.
- v = vitesse du vent en m/s

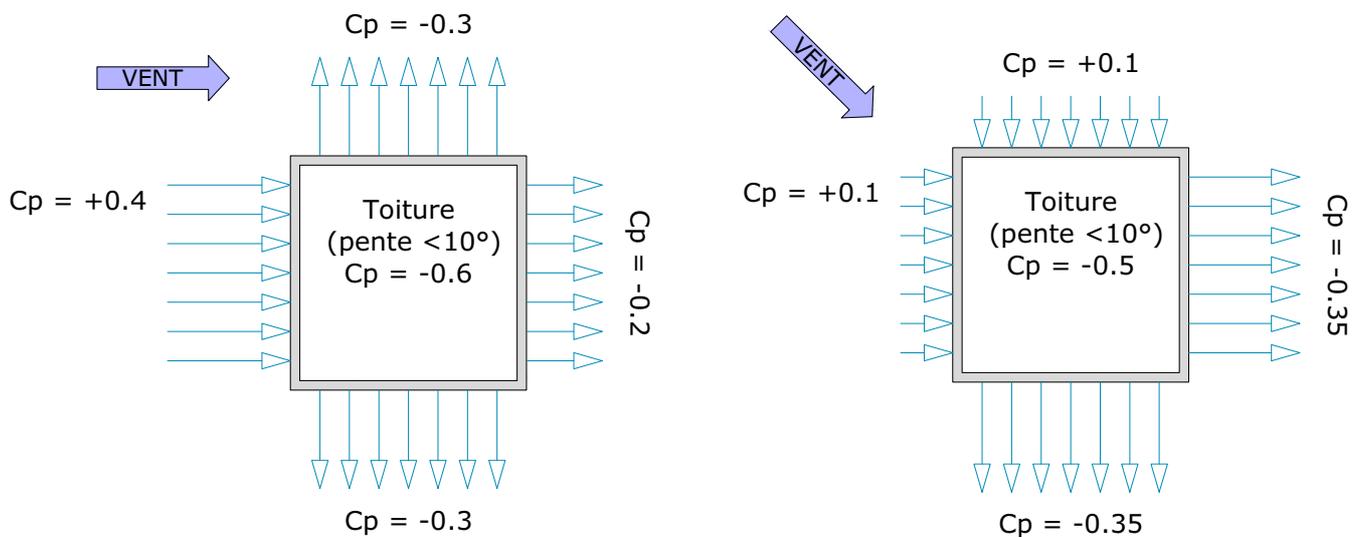


Figure 19 : exemples de coefficient Cp en fonction du vent

CAS PRATIQUE

Bâtiment de plain-pied en zone moyennement exposée au vent :
 $H = 2\text{m}$ entre entrée d'air basse et exutoire haut. $T_i = 28^\circ\text{C}$. $T_o = 20^\circ\text{C}$.
 $P_t = 0.63\text{ Pa}$

Vent faible 2 m/s : $P_v = 0.96\text{ Pa}$ sur la face exposée et -0.72 Pa sous le vent
 Vent moyen 4 m/s : $P_v = 3.84\text{ Pa}$ sur la face exposée et -2.88 Pa sous le vent

Ce vent peut avoir un effet bénéfique ou adverse selon les positions des ouvrants relativement au vent.

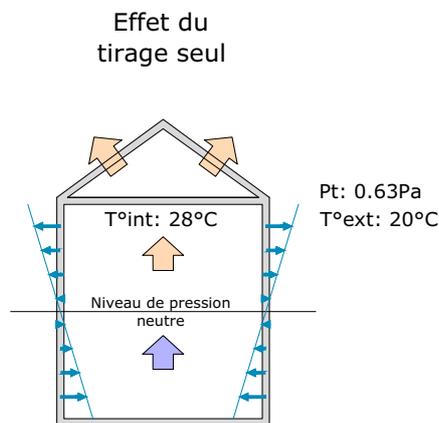


Figure 20 : effet du tirage thermique seul

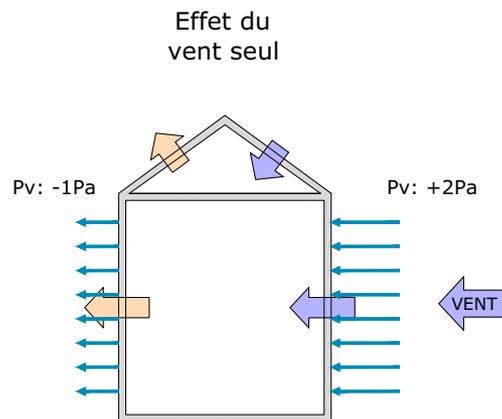


Figure 21 : Effet du vent seul

Effet du vent + tirage ouvrants orientés idéalement

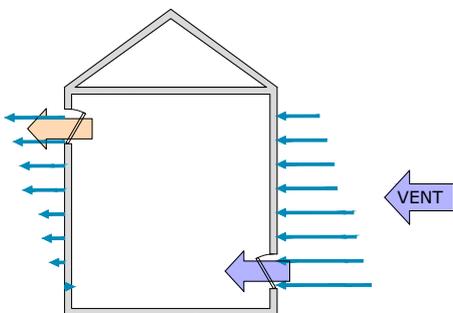


Figure 22 : vent + tirage bien orientés

Effet du vent + tirage ouvrants mal orientés

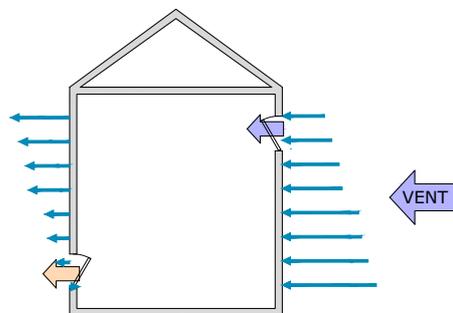


Figure 23 : vent + tirage mal orientés

Effet du vent + tirage ouvertures monofaçade (effet du vent annulé)

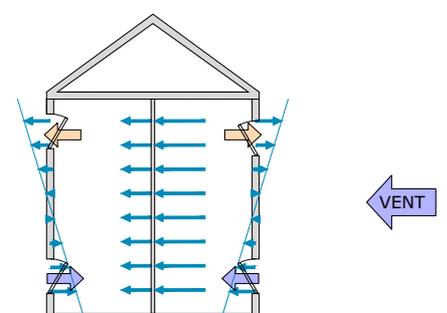


Figure 24 : monofaçade : annulation de l'effet vent

On retiendra en ventilation naturelle que le moteur a une pression disponible de quelques pascals seulement et que la perte de charge du système aéraulique comprenant tous les obstacles à l'écoulement de l'entrée d'air à l'exutoire devra être dimensionnée en fonction de cette très faible pression disponible.



3.4.2. Surventilation mécanique

3.4.2.1. Arguments en faveur de ce choix

Les principales motivations d'installer une surventilation mécanique peuvent être :

- Peu d'ajout technique à la ventilation hygiénique de base
- Système maîtrisé, dont l'efficacité ne varie pas en fonction des paramètres tels que le vent ou le Δt int/ext.

3.4.2.2. Contraintes à vérifier

Les principales contraintes pouvant empêcher ce choix sont :

- Passage des gaines et encombrement
- Acoustique intérieure si les locaux sont occupés pendant la surventilation, contrainte aussi liée au dimensionnement des réseaux et aux vitesses de passage en mode surventilation.
- Acoustique extérieure : bruit accru du système de ventilation en période nocturne. L'atténuation du bruit ajoutera de la perte de charge au système, réduisant d'autant l'EER global.

3.4.2.2.1. Points critiques à étudier

- EER du système : la consommation d'auxiliaires peut annuler le gain en frigories du free cooling. A gérer par la régulation en fonction du ΔT ext/int.
- Équilibrage du système en mode débit nominal et débit de surventilation. Attention en VMC à l'impossibilité de n'utiliser que des bouches autorégulantes classiques. Peu de matériel disponible à ce jour pour gérer simplement du double débit.
- Attention à la déstratification si on souffle de l'air froid par le plafond
- Le dimensionnement des réseaux aérauliques et des équipements de ventilation et d'équilibrage doit être simulé dans les deux débits (acoustique, perte de charge, plage de fonctionnement).
- Échauffement de l'air neuf dans le cas d'une insufflation mécanique (moteur plus conduits)
- Considérer le ratio entre débit de ventilation hygiénique et débit de surventilation.
 - S'il est inférieur à 2 ou 3, une mutualisation des systèmes peut être envisagée
 - Sinon, il est préférable de s'orienter vers des solutions mixtes avec une surventilation dédiée.

CAS PRATIQUE

- Les locaux d'enseignement se prêtent parfaitement à la surventilation mécanique, avec des débits d'air hygiéniques élevés liés à la densité d'occupation, et des taux de renouvellement souvent proche des 3 à 4 vol/h. Ce débit pourra parfois être suffisant pour la surventilation nocturne, ou le surdimensionnement sera minime dans tous les cas.
- Dans un bâtiment tertiaire, la ventilation hygiénique aboutit généralement à un taux de renouvellement de l'ordre de 0.3 à 0.5 vol/h. Si le calcul STD montre qu'un taux de renouvellement de l'ordre de 5 vol/h est nécessaire, le facteur 10 posera des difficultés pour gérer la surventilation par simple variation de vitesse du ventilateur.

3.4.2.2.2. Recommandations de mise en œuvre

- Contrôler le débit de surventilation (éviter d'avoir un débit insuffisant)
- Minimiser la consommation des auxiliaires (performance énergétique et chaleur cédée au flux d'air dans le cas d'introduction mécanique de l'air)
- Soigner l'étanchéité des conduits : ce point n'est pas spécifique à la surventilation mais des conditions de fonctionnement au-delà des dimensionnements habituels en mode surventilation accentueront les défauts d'étanchéité.
- Éviter de traverser des zones chaudes par les conduits d'amenée d'air frais
- Dimensionnement des puits climatiques s'il y en a

3.4.3. Système hybride et système mixte

Un système hybride sera conçu dans la recherche du compromis idéal entre efficacité dans toutes les circonstances et minimisation des consommations d'auxiliaires. Aller vers un système hybride sera souvent un moyen de solutionner un point critique mentionné dans les chapitres ci-avant.

Le système mixte visera à tirer au mieux partie de toutes les installations faisant partie intégrante du projet, qu'il y ait surventilation ou pas, de manière à diminuer voire annuler le surcout lié à la surventilation.



3.4.4. Estimation du coefficient de performance de la surventilation

Dans le cas d'une surventilation mécanique, on peut calculer l'énergie thermique évacuée par la surventilation, en intégrant la puissance thermique selon l'approximation : $P=0.34 \times Q \text{ (m}^3\text{/h)} \times (\text{Text-Tint})$

On peut connaître la puissance du ventilateur en fonction du débit et intégrer cette puissance sur la durée de surventilation.

On obtient ainsi un coefficient $\text{EER} = \text{kWh thermique évacué} / \text{kWh ventilation}$ (sans unité)

Rappel : l'EER est une notion importante de performance énergétique mais ne présume pas de la performance de déstockage, qui est l'objectif principal ici.

Ce modèle simple a été utilisé sur un bâtiment type, en comparaison à une ventilation naturelle avec les hypothèses suivantes :

- Soit avec la ventilation hygiénique du bâtiment en fonctionnement en extraction seule à 2 000 m³/h constant. Puissance du ventilateur estimée à 750 W.
- Soit avec une surventilation mécanique, en prenant une hypothèse de vitesse d'air de 8 m/s dans les gaines, pouvant offrir 4 000 m³/h constant, quel que soit le différentiel de température. Puissance du ventilateur estimée à 1 100 W.

L'énergie de rafraîchissement ainsi disponible a aussi été intégrée selon les mêmes données.

Système	Energie frigorifique	Energie Electrique	EER	$\Delta T \text{ Text/Tint le matin}$
Aération naturelle	40 kWh	0	N/A	7,2 °C
Extraction débit hygiénique	44 kWh	9,75 kWh	4,5	5,2 °C
Extraction surventilation	60 kWh	14,3 kWh	4,2	2,8 °C
Extraction surventilation Moteur ECM	60 kWh	7,8 kWh	7,7	

L'EER d'un tel système (Pfroid/Pelec) serait donc d'environ 4.5 , à comparer avec un EER classique de groupe de climatisation fonctionnant à une température moyenne de 27 °C, d'environ 5.0 .

Ce rendement à priori faible s'explique par le fait que le système de surventilation amène la température intérieure assez rapidement proche de la température extérieure, et avec le ΔT s'amenuisant, la puissance frigorifique du système se réduit, alors que la consommation du ventilateur reste constante.

Deux observations peuvent être faites :

- Il faut installer un ventilateur de surventilation à moteur ECM, diminuant la consommation de 100 W à environ 600 W, soit une énergie consommée par nuit de 7,8 kWh et l'EER du système passe ainsi à 7.7 , ce qui devient très performant.
- Il faut prévoir une régulation qui ne fasse fonctionner le ventilateur qu'à partir d'un ΔT Int/Ext suffisant, et coupant la surventilation s'il y a introduction d'humidité (seuil sur HR%) économisant ainsi l'énergie de ventilation mécanique quand elle est peu rentable.

Le calcul du EER et donc du ΔT d'enclenchement de la surventilation est le suivant :

$$EER = W_{\text{froid}}/W_{\text{elec}}$$

en approche simplifiée sans tenir compte des apports latents :

$$W_{\text{froid}} = 0.34 \times Q \text{ (m}^3\text{/h)} \times \Delta T \text{ (}^\circ\text{C)}$$

La consommation électrique de ventilation peut être approchée par le ratio suivant :

$$W_{\text{elec}} = SFP \text{ (W/(m}^3\text{/h))} \times Q \text{ (m}^3\text{/h)}$$

D'où : $EER = 0.34 \times \Delta T / SFP$

Exemple :

- Le système de surventilation mécanique a une performance donnant un $SFP = 0.25 \text{ W/(m}^3\text{/h)}$
- On se fixe un EER minimal de 4.0 pour déclencher la surventilation.

Il faut alors atteindre un ΔT de 3°C entre intérieur et extérieur pour enclencher la surventilation. Le travail sur le rendement de la ventilation mécanique est donc essentiel à l'obtention de bon résultats, surtout dans les zones climatiques où le potentiel est assez faible.

On rappelle aussi que la position judicieuse et le bon calibrage des sondes de température est indispensable à une bonne régulation, avec le risque en cas de défaut de perdre une bonne partie du potentiel, ou à l'inverse de déclencher dans des périodes à efficacité nulle voire contreproductive.





3.4.5. Tableau de synthèse

Le tableau suivant synthétise à l'aide du code couleurs quelques points clés évoqués dans ce guide :

- En vert : favorable
- En jaune : vigilance moyenne, point à surveiller
- En rouge : vigilance forte, points critiques à étudier impérativement
- En bleu : pas d'influence

Point considéré	Système envisagé		
	Surventilation mécanique	Surventilation naturelle	Surventilation hybride
Programme			
Confort acoustique	Piège à son	Bruit environnant	
Si pas de clim, nombre d'heures maxi d'inconfort		Attention efficacité du système	vigilance
Si climatisation du bâtiment	Attention EER : conso des auxiliaires	Assistance « gratuite »	vigilance
Site			
Exposition au bruit environnant	attention prise d'air	vigilance	vigilance
Proximité du voisinage	Attention au bruit		vigilance
Exposition au vent	Sans influence	vigilance	vigilance
Risque d'intrusion	Sans influence	vigilance	vigilance
Bâtiment			
Hauteur tirage thermique	Sans influence	Nécessaire	Sans influence
Transparence horizontale	Sans influence	Nécessaire	Vigilance
Balayage possible, cantonnement, réglementation incendie	X	Vigilance	Vigilance
Encombrement plénum pour conduits de ventilation	Vigilance	Favorable	Vigilance
Débit de surventilation garanti	Favorable	Vigilance	favorable
Performance de déstockage	plus optimisable	Vigilance, débits aléatoires	Améliore la ventilation naturelle
EER du système	Vigilance	Favorable	favorable

3.4.6. Quelques exemples

Certaines difficultés posées par la mise en œuvre de surventilation n'ont pas trouvé à ce jour de réponse technique sur le marché :

- Gestion de double débits dans un réseau équipé de registres autorégulants encore rare à la date de publication de ce guide (2018).
- Des solutions double débits existent mais l'emploi d'une surventilation multi-zones nécessite des zones homogènes en besoin (zonage), une régulation adaptée et une mise en service plus complexe.
- By-pass à faible perte de charge dans les centrales double flux avec échangeur de chaleur packagée. Le by-pass est souvent sur un seul flux et sur l'autre le plus souvent dimensionné pour créer la même perte de charge que l'échangeur, ce qui ne permet pas de surventiler fortement et augmente la consommation d'auxiliaire.
- Régulations « clés en main » pour les logements ou systèmes centralisés multizone
- Manque de produits (ouvrants, grilles, régulation des débits...)

3.4.6.1. Exemple sur un établissement scolaire

Mixité des systèmes exemple double flux sur un collège

surventilation simple flux

3 à 3,5 VH/h

Air neuf mécanique
Rejet d'air en façade

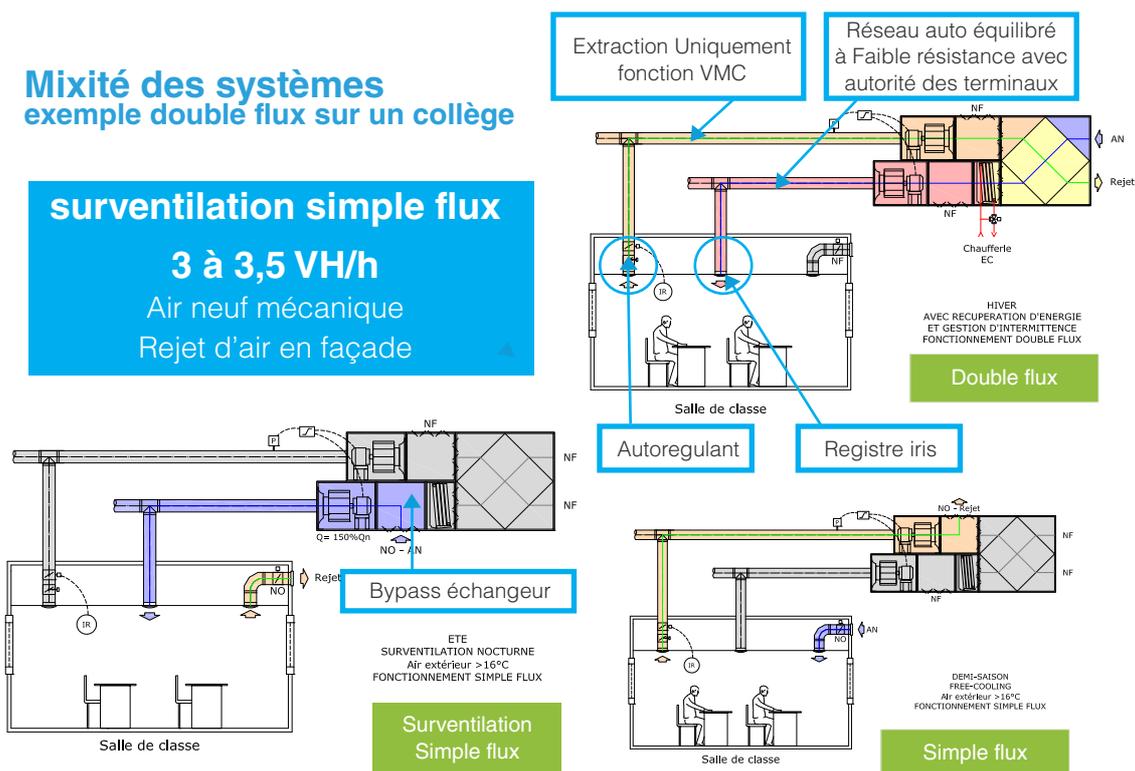


Figure 25 : exemple scolaire système mixte



Le système consiste en :

- Une CTA double flux à récupération de chaleur,
- Un collecteur de soufflage largement dimensionné sur le débit de surventilation pour une faible perte de charge de distribution et l'autorité sur les registres terminaux
- Un collecteur d'extraction dimensionné sur le débit d'extraction hygiénique.

En hiver, la CTA fonctionne classiquement en **mode double flux**, sur le débit minimum hygiénique.

En mi-saison, dès que la température extérieure ne nécessite plus de préchauffage par récupération de calories sur air extrait (typiquement à partir de 16°C extérieur), le système passe en **mode simple flux**, avec entrée d'air directement de l'extérieur. L'échangeur de la CTA est by-passé pour garder les pertes de charge au minimum.

Le **mode surventilation nocturne** est activé par le ventilateur de soufflage surdimensionné à cet effet. Le système est en mode simple flux sur le soufflage, avec décharge de l'air directement à l'extérieur via le même système. L'échangeur de la CTA est encore by-passé pour garder les pertes de charge au minimum.

L'objectif de cette conception étant de **limiter au maximum les consommations d'auxiliaires de ventilation** : limitation du temps de fonctionnement, limitation des pertes de charge.

3.4.6.2. Exemple avec une installation double flux

Dans le cas d'un système hygiénique double flux avec récupération de chaleur, la solution technique inclura souvent une centrale de traitement d'air packagée, dimensionnée sur le besoin hygiénique, et sur laquelle aucune personnalisation technique n'est possible.

Le by-passage de la récupération de chaleur doit être intégré en base mais la modulation des débits ne paraît pas faisable à un coût raisonnable.

Une solution peut être de complètement by-passer la CTA, mais d'utiliser les gaines de soufflage et d'extraction en mode extraction avec l'ajout d'un ventilateur dimensionné pour le débit de surventilation, en combinaison avec des entrées d'air naturelles.

Cette solution peut permettre d'utiliser de façon optimale l'installation existante sans sur-dimensionner l'encombrement des gaines. On économise aussi les pertes de charge liées à la

CTA (filtre, échangeur, etc...) sur la consommation du ventilateur d'extraction de surventilation.

Par contre, le système doit être équilibré avec des registres traditionnels, les autorégulants n'étant pas compatibles avec des débits variables, et en sens contraire dans le cas du soufflage.

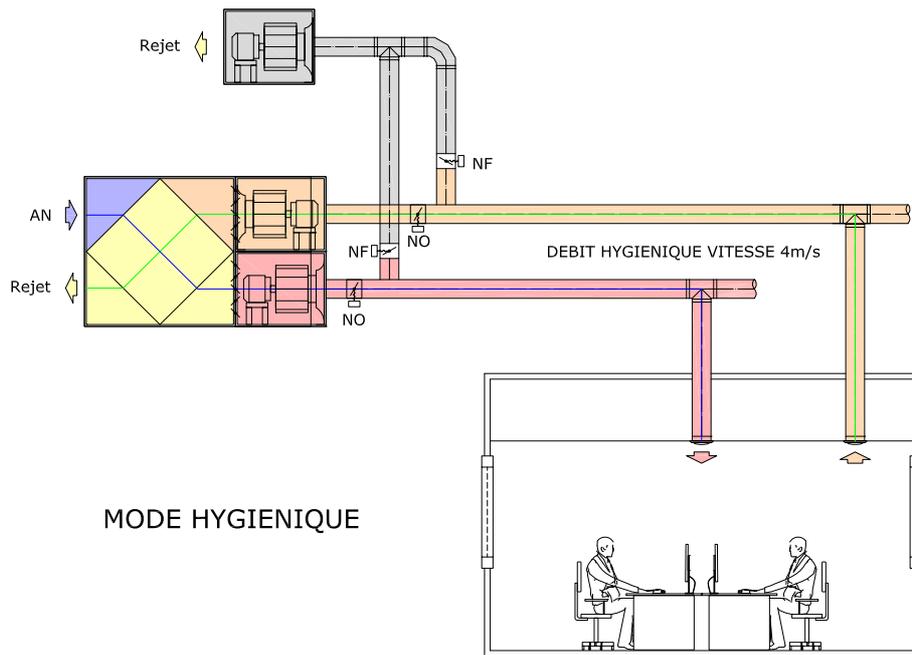


Figure 26 : exemple double flux en mode hygiénique

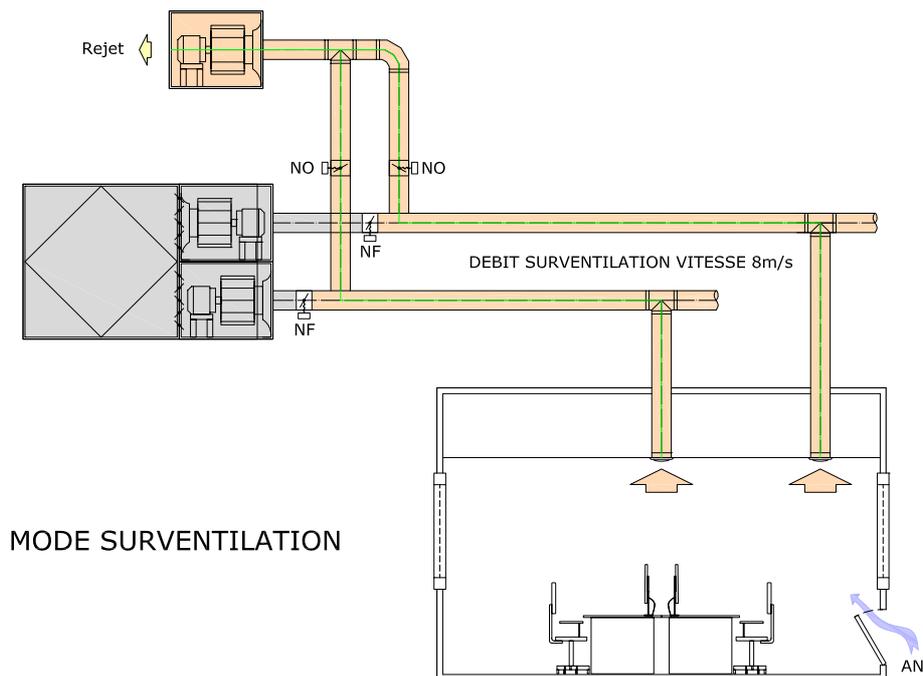


Figure 27 : exemple double flux en mode surventilation avec by-pass de la CTA

Attention, cependant à un risque d'encrassement des conduits lié à l'inversion de sens du flux d'air.

3.4.6.3. Exemple bâtiment tertiaire simple flux

Dans un bâtiment tertiaire, le choix de conception a été d'avoir une ventilation hygiénique simple flux, de l'ordre de 0.5 vol/h et la STD indique qu'il faut une surventilation nocturne de l'ordre de 5 à 6 vol/h. Les écarts de débit ne permettent pas de travailler en variation de vitesse sur un ventilateur unique. Un ventilateur sera donc dédié à la ventilation hygiénique.



Un second ventilateur est ajouté en parallèle, dimensionné sur le besoin de surventilation, moins le débit hygiénique du ventilateur hygiénique, qui reste en fonctionnement en parallèle dans le mode surventilation.

Le débit de surventilation est équilibré par des registres traditionnels sur chaque antenne. L'apport d'air neuf est prévu par ouverture manuelle des baies vitrées par les utilisateurs, les baies étant fournies avec un limiteur d'ouverture anti effraction.

Le débit hygiénique est équilibré par les modules d'entrée d'air autorégulants placés sur les menuiseries, sachant qu'en mode ventilation hygiénique, le ventilateur fonctionne de manière à maintenir une dépression de -20 Pa dans le bâtiment, correspondant au calibrage normatif de débit des entrées d'air.

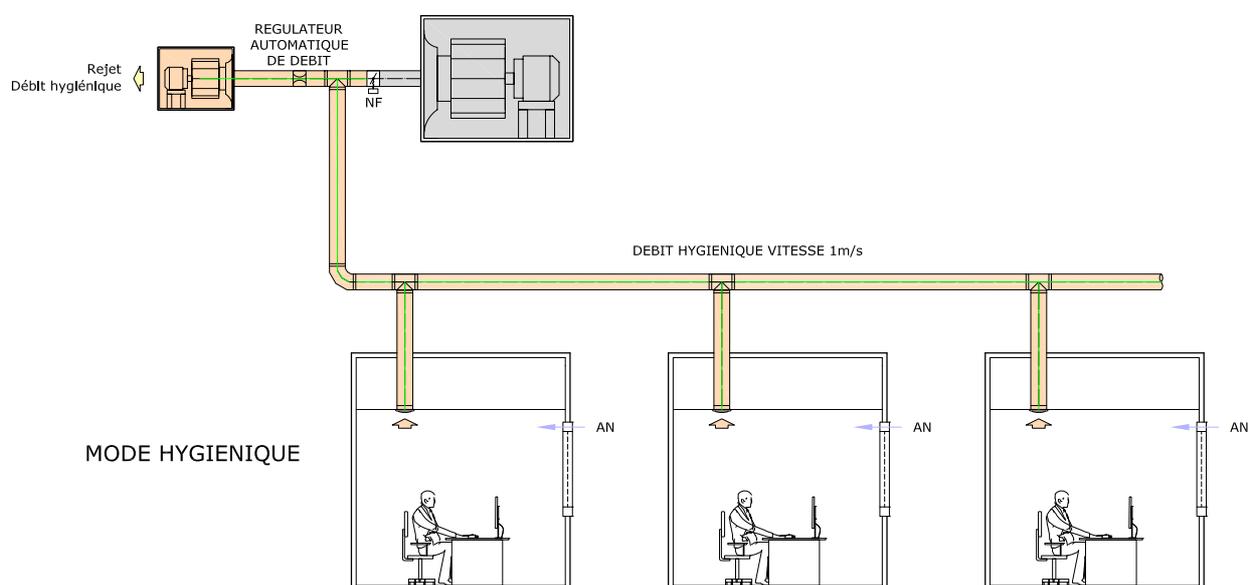


Figure 28 : exemple simple flux en mode hygiénique

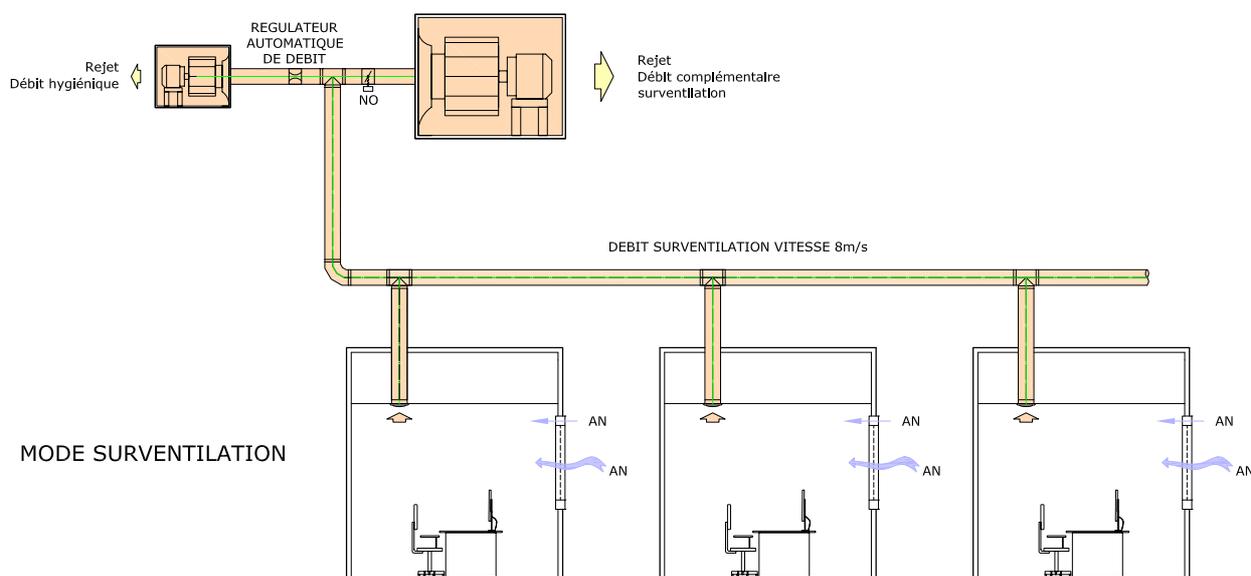


Figure 29 : exemple simple flux en mode surventilation



4.

MISE EN ŒUVRE





Comme il a été présenté dans les chapitres précédents, la mise en œuvre du système va dépendre, dans la plupart des installations, du choix initial du système de ventilation. En effet, à ce stade, nous devons distinguer pour la mise en œuvre les systèmes totalement dédiés à la surventilation nocturne et d'autres où on va profiter de la présence du système de ventilation pour augmenter les débits en période estivale. Pour la suite de ce chapitre, nous allons distinguer les systèmes de surventilation naturelle et les systèmes de surventilation mécanique avec notamment les systèmes simple flux et les systèmes double-flux. Pour chacun des systèmes, on précisera les points de vigilance lorsqu'ils sont totalement dédiés à la surventilation nocturne.



4.1. LA SURVENTILATION NATURELLE

Dans le cadre d'une surventilation naturelle, le concepteur va profiter des ouvrants déjà en place pour proposer une solution de rafraîchissement. Cependant, il est nécessaire de prêter attention à certains points :

La circulation de l'air doit pouvoir se faire facilement d'un côté à l'autre du bâtiment pour augmenter l'efficacité du système. Il faut s'assurer de pouvoir laisser les portes intérieures et de circulation ouvertes durant la nuit sans risque de venir perturber le système de protection incendie (respect du compartimentage)

Le risque d'intrusion est un point à étudier. L'ouverture des ouvrants doit s'accompagner de systèmes de protection, exemple sur la photo ci-dessous, on peut constater que la partie ouvrante est sécurisée par des barreaux de défense.



Figure 30 : exemple d'ouvrant motorisé

De telles ouvertures peuvent augmenter les risques de pénétration de pluie, de vitesses d'air importantes (feuilles de papier sur les bureaux), de poussières ou d'insectes à l'intérieur. L'idéal dans l'utilisation de cette solution est de pouvoir motoriser les ouvrants pour pouvoir les asservir à une station météorologique extérieure qui ferme les ouvrants en cas de vent important ou de pluie.

La mise au point de ce type de système est particulièrement délicate parce qu'elle fait intervenir un grand nombre de critères de confort, température, humidité, vitesse d'air, acoustique, ... Suivant la disposition des locaux ou des personnes, il est difficile de trouver les paramètres optimaux de fonctionnement uniquement avec le ressenti des personnes. Un suivi de l'installation grâce à un enregistrement permet de valider les critères de fonctionnement et de vérifier le bon fonctionnement de l'installation.

4.2. LA SURVENTILATION MÉCANIQUE

Dans le cas de la surventilation mécanique, on va distinguer la solution simple flux et la solution double-flux.

4.2.1. Simple flux

Dans le cas d'une utilisation en résidentiel, le principe du simple flux est d'extraire l'air vicié des pièces techniques telles que la cuisine, la salle de bains, les WC, ... au moyen d'un ventilateur. L'air rentre naturellement dans les pièces principales grâce aux entrées d'air situées couramment en haut des menuiseries.



On peut utiliser le système de ventilation pour réaliser un peu de rafraîchissement l'été en augmentant les débits au maximum de la possibilité du groupe. Cependant, les débits supplémentaires ne sont généralement pas suffisants pour apporter le confort attendu et il faut prévoir un système pour faire varier le débit aux bouches d'extraction.

On peut aussi utiliser un système dédié à la surventilation nocturne qui viendra extraire l'air directement dans les chambres pour augmenter son efficacité. L'entrée d'air est assurée par un système dédié directement pris en façade.

L'objectif est de traiter en priorité les chambres. C'est, en effet, le lieu du logement où l'occupant ressent le plus l'inconfort thermique et acoustique. Par ailleurs, c'est dans cette pièce que nous obtiendrons le potentiel d'efficacité optimum de la ventilation nocturne, le maximum de rafraîchissement se situant en période nocturne est alors directement ressenti par l'occupant.

Le principe de la surventilation nocturne est de faire pénétrer, durant la nuit, un débit d'air frais dans les pièces choisies tout en maintenant les fenêtres fermées (isolement acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs et protection contre l'intrusion).

Le système est donc un système à extraction d'air supplémentaire dimensionné pour 4 à 6 vol/h qui vient s'ajouter au système de ventilation existant. Les chambres sont mises en dépression par un réseau collectif d'extraction d'air et l'amenée d'air est assurée par des entrées d'air additionnelles placées dans les chambres. Les réseaux collectifs sont implantés dans les gaines VMC agrandies si nécessaire et la distribution des chambres se fait par plénum dans le dégagement, ou par gaine individuelle en soffite. Le groupe de ventilation supplémentaire est asservi à des régulations (horloge, thermostats, sécurités, ...) et placé en toiture sur des semelles acoustiques.

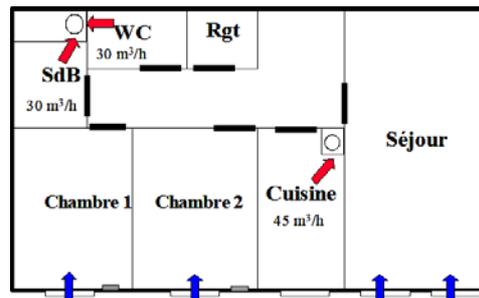


EXEMPLE DE SURVENTILATION NOCTURNE

Par exemple, la vanne de compensation est une entrée d'air additionnelle isolée acoustiquement (association d'une entrée d'air et d'un manchon acoustique) qui s'ouvre lorsque la pièce atteint une dépression donnée, permettant ainsi d'amener un débit d'air plus important.

SURVENTILATION NOCTURNE : PRINCIPE

1. Système arrêté



2. Système en fonctionnement

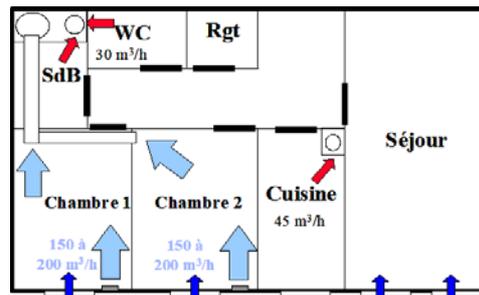


Figure 31 : schéma de fonctionnement de la ventilation et de la surventilation nocturne

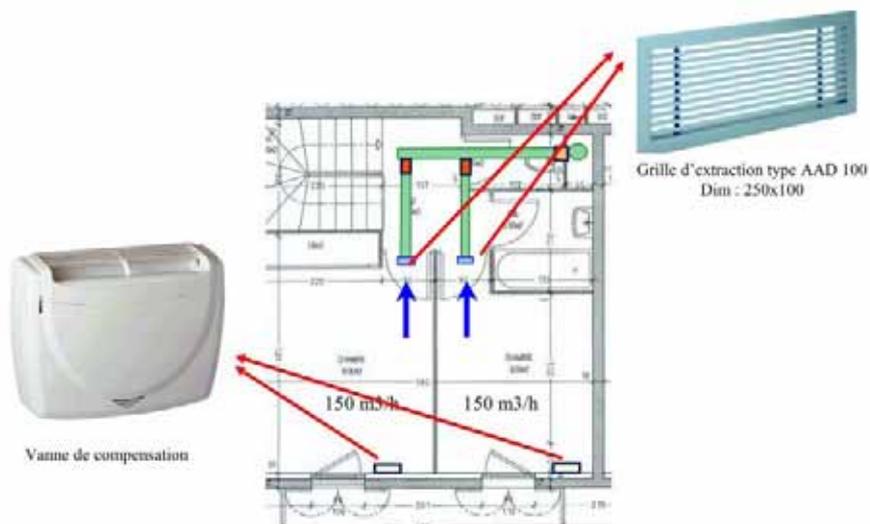


Figure 32 : schéma de fonctionnement de la surventilation nocturne dans les chambres avec les produits associés

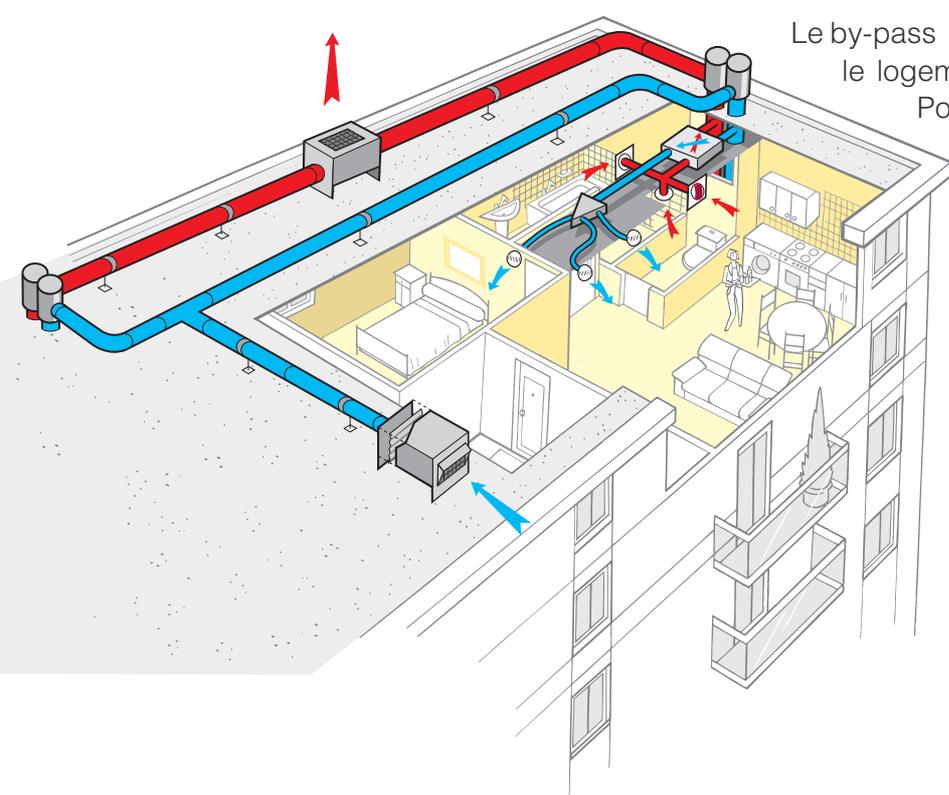
Un tel système peut facilement être adapté aux bâtiments tertiaires.



4.2.2. Double flux

La ventilation double flux assure le renouvellement d'air dans le logement par l'insufflation d'air neuf dans les pièces de vie (chambres, salon...) et par l'extraction de l'air vicié dans les pièces humides (sanitaires, cuisine...). Elle maintient ainsi un air sain à l'intérieur de l'habitat en aspirant et rejetant les polluants à l'extérieur (acariens, pollens, cendres de tabac, bactéries...).

Elle permet également de récupérer la chaleur de l'air extrait. La présence d'un échangeur dans le système de ventilation permet de récupérer les calories de l'air extrait et de les utiliser pour « chauffer » l'air entrant avant qu'il n'arrive dans le logement.



Le by-pass permet de rafraîchir l'air gratuitement dans le logement l'été en insuflant l'air frais nocturne. Pour une meilleure efficacité, le débit de surventilation est augmenté.

Le schéma ci-contre représente une installation type en logement collectif.

Dans le cas de la surventilation nocturne, il est nécessaire de sur-dimensionner les réseaux pour limiter les pertes de charge, maîtriser l'acoustique et augmenter l'efficacité.

Figure 33 : schéma de fonctionnement d'une ventilation double-flux en logement collectif (source Aldes)

Mise en œuvre

La mise en œuvre en faux-plafond est une solution qui s'adapte à environ toutes les configurations, dès l'instant où il existe un faux-plafond d'une vingtaine de centimètres pour le passage des réseaux.

Cette distribution est généralement réalisée à partir d'un système dit en « pieuvre », c'est à dire que tous les points de distribution d'air rejoignent le caisson de répartition de VMC. Dans cette solution, les bouches de soufflage sont placées de manière à brasser au mieux l'air de la pièce. L'avantage de cette solution est qu'elle est facile à

installer, l'acoustique est optimum (notamment sur la diaphonie: le réseau ne transmet pas les bruits d'une pièce à l'autre).

Les conduits utilisés sont de faible encombrement et peuvent donc être logés dans les faux plafonds et les cloisons. Il est conseillé de disposer d'un local technique dans le volume chauffé du local pour placer le caisson de ventilation.



4.3. RÉGULATION ET MAINTENANCE

La régulation d'un système de surventilation nocturne peut intégrer de nombreux paramètres. En effet, on peut imaginer des régulations différentes allant de systèmes relativement compliqués à des systèmes beaucoup plus simples. La régulation doit tenir compte de la période de l'année, de l'horaire, de la température extérieure, de la température intérieure, et, éventuellement, de la vitesse du vent, d'un capteur de pluviométrie. Pour exemple, une solution relativement simple et optimale est présentée ci-dessous :

- La période de mise en route est comprise entre le 1er Juin et le 1er Octobre.
- L'horloge est réglée pour obtenir un fonctionnement entre 22h et 9h.
- Une sonde de température placée sur la reprise permettra d'arrêter la surventilation nocturne dans le cas où la température intérieure serait trop basse (par exemple inférieure à 23°C)
- Un dernier élément de régulation est prévu en cas de surventilation en occupation, il s'agit d'une consigne sur la température extérieure. En effet, lorsque cette dernière passe en dessous de 15°C (selon le type de diffusion d'air), le ventilateur s'arrêtera pour limiter les risques d'inconfort.
- Dans certains cas, locaux climatisés notamment, il faut prévoir un arrêt si l'humidité extérieure conduit à augmenter l'humidité dans les locaux (contrôle enthalpique avec une sonde d'humidité)

Une régulation encore plus simple basée uniquement sur une horloge peut déjà apporter des résultats acceptables surtout si la surventilation est surtout limitée à l'été ou si elle est combinée à un arrêt possible par l'occupant.

Dans le cas des systèmes double-flux avec récupération d'énergie, une attention particulière devra être apportée à la gestion du by-pass afin d'exploiter au maximum le potentiel de rafraîchissement.

Au niveau maintenance, il n'y a pas de recommandation particulière. Elle se limite à la vérification du ventilateur et à celle de l'horloge.

5.

RÉSULTATS ET ENSEIGNEMENTS



Lors de la bibliographie, des recherches de sites et des mesures réalisées dans le cadre de l'étude FREEVENT nous avons pu constater que de nombreuses installations ne fonctionnent pas comme elles le devraient, voire ont été abandonnées. Ce chapitre présente des retours d'expérience de cas réels sur les différentes thématiques abordées précédemment dans les chapitres conception et mise en œuvre.



5.1. LE TRANSFERT D'AIR DANS LES LOCAUX

Il ne suffit pas de dimensionner une installation et ses composants, il faut s'assurer que la circulation de l'air puisse être assurée de l'entrée à la sortie sans difficulté. Ainsi dans une crèche du midi, le transfert de l'air entre les ouvrants et l'extraction mécanique centrale a été empêché par des portes coupe-feu normalement fermées.

Lorsque ces dispositifs sont gérés par les occupants, ils doivent être sensibilisés mais le système ne doit pas induire de gêne non plus. Dans un immeuble de bureaux où les occupants doivent ouvrir fenêtres et portes en partant pour que l'extraction dans les couloirs puisse fonctionner, la plupart des occupants ne le font pas : le système non régulé en température conduit régulièrement à des plaintes pour des températures trop froides le matin dans les locaux.



5.2. LA RÉGULATION ET LE CONTRÔLE

La bonne régulation est essentielle au bon fonctionnement et à la performance du système. De nombreux retours montrent des défauts de cette dernière. S'il n'est pas aisé de réceptionner une installation dans toutes ses conditions d'usage, il faut prévoir néanmoins de contrôler le bon fonctionnement de cette dernière dans toutes les conditions d'usage et notamment lors des surventilations nocturnes. Ainsi on note sur des sites des contrôles qui se croient l'hiver en été et ouvrent les protections, ferment les ouvrants ou des capteurs inadaptés, mal branchés, des automates mal programmés... Certains maîtres d'ouvrage signalent avoir mis plusieurs étés consécutifs avant d'avoir une installation fonctionnant correctement.

Le réglage des débits est aussi à considérer attentivement selon les installations. Le zonage du bâtiment selon les besoins peut faciliter les réglages ainsi dans un bâtiment de bureaux, la surventilation était prévue en ouvrant un registre en tête de chaque étage en fonction d'une température intérieure mesurée au milieu de l'étage. Cependant les différences d'orientation dans l'étage ont conduit à de fortes disparités de charge et donc de demande entre différentes zones de l'étage. Il est recommandé que pour les surventilation en occupation, les occupants puissent gérer le choix de surventiler localement mais dans tous les cas, le zonage doit correctement être étudié.

Enfin, il faut éviter de mixer des branches qui ont des registres modulants et des branches avec des registres autoréglables. En effet, les seconds fonctionnent à partir de 50 Pa alors que les premiers doivent être fortement fermés pour y arriver sans siffler, l'équilibrage sur site est souvent impossible.



5.3. EVITER LE SOUS DIMENSIONNEMENT

Le sous dimensionnement des systèmes est courant :

- Manque de tirage et de force motrice en naturel sur des bâtiments de faible hauteur.
- Pertes de charges trop élevées en mécanique empêchant la surventilation prévue notamment du fait de pertes de charge dans les bypass, échangeurs, pièges à sons...
- Sous dimensionnement des puits climatiques qui doivent être dimensionnés pour les débits en été et non la ventilation hygiénique d'hiver.



5.4. EVITER LES GÊNES

Les principales gênes reportées sont :

- Acoustiques : niveau sonore de voisinage trop élevé en été alors que les voisins dorment fenêtre ouverte.
- Froid : ressenti par les occupants à l'entrée des locaux le matin.
- Humidité : ressentie ou non mais pouvant aussi induire des surconsommations d'énergie en journée dans les bâtiments climatisés/



5.5. PERFORMANCE THERMIQUE

Outre des défauts de régulation et d'optimisation du recours à la surventilation conduisant à des surconsommations électriques, on note aussi des défauts d'étanchéité ou des ponts thermiques dus à de mauvaises poses des ouvrants ou entrées d'air.

6.

OPÉRATIONS EXEMPLAIRES





SURVENTILATION DES BUREAUX GAMBA À TOULOUSE (31)

Informations sur le bâtiment



Type de bâtiment	Bâtiment de bureaux
Département	Haute-Garonne
Année de construction	2009
Année de réhabilitation	-
Mode de construction	Béton
Type d'isolation	Béton cellulaire + Laine de verre 10 cm
Protections solaires	Volets roulants ext.
Gestion des protections	Manuelle
Orientation bâti (zones surventilées)	Nord et sud
Système de ventilation	Ventilation double flux
Type de chauffage	PAC eau/eau plancher chauffant
SHAB (m ²)	1000 m ²
Système de surventilation	Ouverture d'ouvrant en façades dans les bureaux et salles de réunion
Mode de contrôle surventilation	Contrôleur programmable avec dérogation manuelle possible.

Descriptif détaillé de la surventilation et de la gestion des charges



Les salles de réunion (photo ci-dessous) ainsi que les bureaux sont équipés d'ouvrants motorisés. Leur pilotage est automatique en période nocturne et une dérogation manuelle est possible en journée.

Les ouvrants sont dotés d'un système de motorisation et d'entraînement par une chaînette. L'ouverture se fait sur une quinzaine de centimètres. Les problèmes d'effraction sont évités par des barreaux au droit de l'ouverture.

Des sondes de température pré programmées permettent de définir les périodes d'ouverture et de fermeture des ouvrants pendant la période nocturne.

Deux autres sondes, vent et pluie, autorisent ou pas l'ouverture du système.

Un interrupteur est disponible dans chaque bureau pour une ouverture des ouvrants motorisés. La régulation reprend le dessus au-delà d'un temps déterminé pour éviter tout dysfonctionnement.



Figure 34 Ouvrants motorisés des salles de réunion – Bâtiment de bureaux Gamba à Toulouse

Principaux Gains constatés



Les débits ne sont pas mesurables, une première estimation, utilisable en simulation, est de considérer une vitesse de passage d'air de l'ordre de 0.3m/s, ce qui donne un débit de 650 m³/h avec une surface utile de l'ouvrant de 0.6m².

Le tableau ci-dessous reprend les gains thermiques obtenus et les compare à une période de l'été où l'installation ne fonctionnait pas.

Site / type surventilation	Débit surventilation / nominal (m ³ /h)	Déstockage moyen avec / sans (°C)	Potentiel moyen (°C)	Nb heures surventilation / total	Energie récupérée (kWh)	EER	Commentaire
Bureaux RdC	Non applicable (ouvrant)	-1,8°C / -0,5°C	3°C	De 0h à 10h par nuit	Non calculable	Infini	Pas de consommation liée à la surventilation nocturne
Bureaux étage	Non applicable (ouvrant)	-2,5°C / -1,5°C	4°C	De 0h à 10h par nuit	Non calculable	Infini	Pas de consommation liée à la surventilation nocturne

Conclusions



La surventilation nocturne a permis d'augmenter, de manière significative, le bénéfice de rafraîchissement par rapport au plancher rafraîchissant.

Perspectives



La régulation a été optimisée au fur et à mesure des différentes périodes estivales. Cependant, la gestion monozone du bâtiment engendre quelque fois des inconforts dans les bureaux du rez-de-chaussée liés à des températures trop basses.





LOWCAL

LES NOUVEAUX BUREAUX D'ENERTECH

1er bâtiment tertiaire certifié E+/C-, niveau Energie 4 carbone 2

Informations sur le bâtiment



Type de bâtiment	Bureaux
Département	Drôme
Année de construction	2016
Année de réhabilitation	-
Mode de construction	Ossature bois et paille, inertie terre crue
Type d'isolation	MOB Paille + ITI laine de bois Toiture ouate de cellulose
Protections solaires	Brises soleil orientables au sud, volets coulissants et battants ailleurs
Gestion des protections	Manuelle
Orientation bâti (zones surventilées)	Façade principale Sud
Système de ventilation	Ventilation double flux décentralisée (bureau par bureau)
Type de chauffage	Pas d'installation de chauffage fixe. Appoint électrique mobile.
SHAB (m ²)	620 m ² SU
Système de surventilation	Naturelle par ouverture oscillo-battante la nuit / ouverture en grand le matin
Mode de contrôle surventilation	Manuelle

Descriptif détaillé de la surventilation et de la gestion des charges



Figure 35 : Aération nocturne par ouverture oscillante



Le bâtiment est de conception low-tech : c'est l'utilisateur qui est acteur de son propre confort. Les outils mis à sa disposition sont simples et compréhensibles et il est ainsi mobilisé et responsabilisé. Une sonde de température placée dans un mur massif et reliée à un afficheur permet ainsi à tous les utilisateurs de visualiser une température représentative des masses du bâtiment et de mettre en œuvre la stratégie d'été adaptée. Une note interne a précisé la stratégie à appliquer pour les nuits de semaine et pour le week-end. Pour le confort d'été, outre la bonne utilisation des occultations extérieures, la décharge de la chaleur accumulée dans l'inertie terre crue se fait par ouverture des fenêtres la nuit et le matin. Pendant la nuit, les fenêtres sont en position oscillante, derrière les BSO en position horizontale, qui protègent le bâtiment de la pluie et de l'intrusion.

Le matin, les premiers arrivants ouvrent les fenêtres en grand jusqu'à environ 10h, heure à laquelle il devient plus intéressant de tout fermer et de mettre en route la ventilation double flux. Ce principe est illustré par la séquence de mesure réalisée sur l'une des semaines les plus chaudes d'août 2017 :

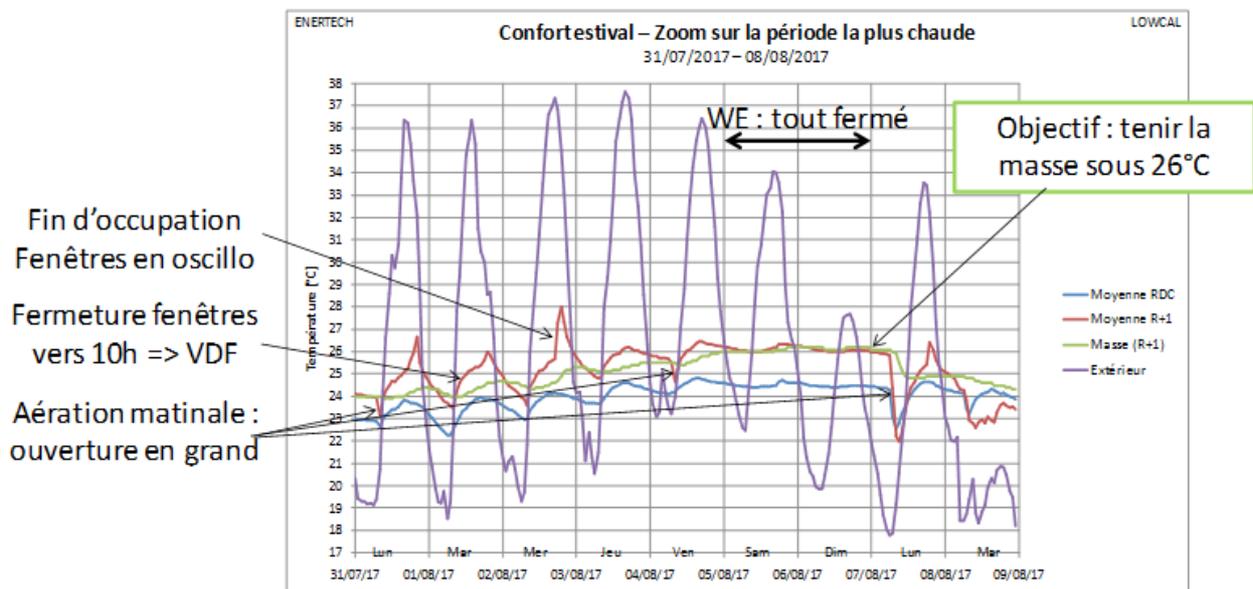


Figure 36 Mesure de températures sur une semaine d'été : impact de l'aération sur la température intérieure (en bleu et rouge) et sur la température des masses (en vert)





Principaux Gains constatés

Site / type surventilation	Débit surventilation / nominal (m ³ /h)	Déstockage moyen avec / sans (°C)	Potentiel moyen (°C)	Nb heures surventilation / total	Energie récupérée (kWh)	EER	Commentaire
Aération nocturne	NC (ouverture oscillante)	Air : gain de 0 à 1°C Masses : gain faible		14 h / nuit, 4 nuits par semaine sur 2 mois = 450 h	Non calculable		Efficacité variable : il fait parfois encore trop chaud au moment de l'ouverture
Aération matinale	NC (ouverture battante)	Air : gain de 1 à 4°C Masses : env. 1°C		2 h / jour, 5 j par semaine sur 2 mois = 80 h	Non calculable		Très bonne efficacité : débit supérieur et température souvent encore fraîche

Conclusions



Après une année complète d'utilisation et de mesure, le bâtiment s'avère confortable été comme hiver. En été, la température de 28°C n'a pas été dépassée malgré le climat relativement chaud de la Drôme provençale. L'alliance de l'inertie terre crue et de l'aération naturelle, notamment matinale, ont ainsi fait leurs preuves.

Perspectives



Le fait d'avoir pu quantifier par la mesure l'efficacité respective de l'aération nocturne et matinale a conduit les occupants à revoir leurs pratiques pour l'année prochaine, et notamment de retarder l'ouverture des menuiseries pour l'aération nocturne (le dernier partant et non au fil des départs), voire de ne plus la réaliser si la nuit s'annonce chaude.

La pratique de l'aération matinale est en revanche totalement validée tant par la mesure que par le ressenti des utilisateurs. Détail restant à optimiser : des solutions de calage pour maintenir ouvertes les grandes et lourdes menuiseries en triple vitrage !



CENTRE COMMERCIAL AU DANEMARK

Informations sur le bâtiment



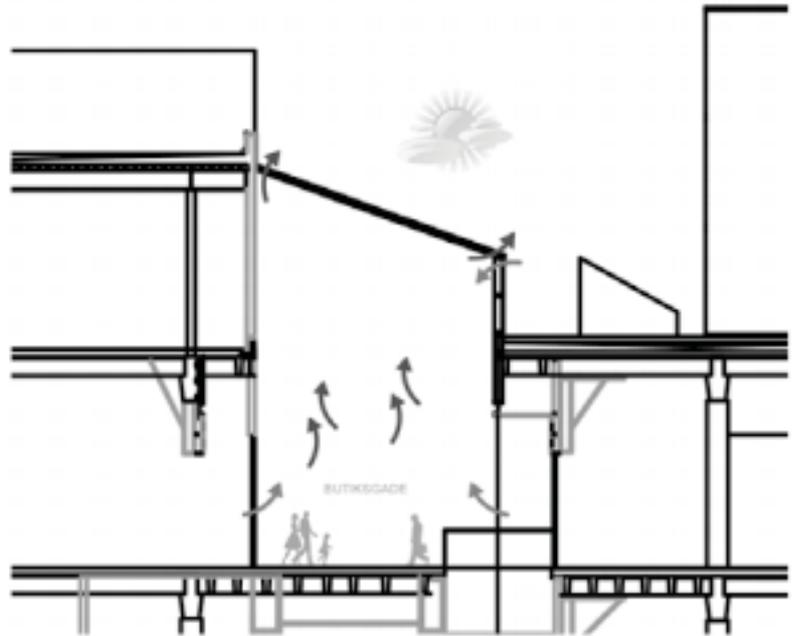
Type de bâtiment	Centre Commercial
Département / Pays	Ørestad, Copenhague, Danemark
Année de construction	2004
Année de réhabilitation	2011 installation d'une ventilation naturelle automatisée dans les halls/circulations
Mode de construction	NC
Type d'isolation	NC
Protections solaires	NC
Gestion des protections	NC
Orientation bâti (zones surventilées)	
Système de ventilation	Conditionnement d'air mécanique
Type de chauffage	
SHAB (m ²)	115 000 m ² dont 65 000 m ² de commerces
Système de surventilation	Naturelle dans les couloirs et atriums
Mode de contrôle surventilation	Gestion des ouvrants en hauteur automatisée en fonction des conditions extérieures et intérieures

Descriptif détaillé de la surventilation et de la gestion des charges



Les charges fortes dans les centres commerciaux conduisent à des besoins de froid pratiquement toute l'année. Ce centre commercial était installé avec un conditionnement d'air traditionnel. Après étude de conception en simulation numérique, il a été rénové en 2011 en installant une ventilation naturelle automatisée dans les circulations et couloirs, les magasins restant traités en ventilation mécanique. Un an de mesures (de septembre 2011 à Octobre 2012) a permis de montrer une forte amélioration du confort thermique. Le système a 8 zones distinctes où température et CO₂ sont mesurées, chacune ayant une gestion automatisée des ouvrants situés

en toiture en fonction des conditions de température intérieure et extérieure et du vent. Le but est d'assister le conditionnement d'air mécanique lorsqu'il y a des besoins de froid et du potentiel. Du fait de la rénovation, 98% des ouvrants étaient placés en toiture, car il était difficile de pouvoir répartir des ouvrants en façade. Il est essentiel d'avoir une gestion automatisée à la demande du fait de la forte fluctuation des charges dans la journée selon la fréquentation, l'ensoleillement et les éclairages. Le système a été dimensionné pour 4 Vol/h.



Dans ce projet en rénovation, il n'a pas été possible de mettre en œuvre une surventilation nocturne pour laquelle il aurait fallu avoir des ouvrants en partie basse après la fermeture du centre commercial.

Principaux Gains constatés



Site / type surventilation	Débit surventilation / nominal (m ³ /h)	Nb heures au-dessus de 28°C (mesurées)	Consommation électrique des ventilateurs kWh/m ² /an (estimée)
Ventilation naturelle atriums combinée au conditionnement d'air	4 Vol/h	40 (réduction de 70%)	86 (gain de 8%)

Les simulations numériques ont montré les gains dans deux cas de figure :

- Passage en ventilation naturelle uniquement en été
- Maintien de la ventilation mécanique (conditionnement d'air) en été combiné à la ventilation naturelle

Le nombre d'heures au-dessus de 28°C est passé de 677 h à 182 h pour un fonctionnement en naturel en été et à 87h en solution combinée. La consommation électrique (ventilateurs) a été réduite de 57% (~ 40 kWh/m²/an) dans le premier cas et 8% dans le second.

Lors de l'année mesurée, le nombre d'heures mesurées au-dessus de 28°C a été de 40h environ (pour 87h calculées) et les occupants ont noté une amélioration du confort, due aux températures mais aussi à la sensation de « brise » légère ressentie dans les périodes en ventilation naturelle.

Conclusions



La rénovation de ce centre commercial en utilisant une surventilation naturelle combinée au conditionnement d'air des locaux s'est avérée très efficace sur le confort (gain de 70%) et rentable énergétiquement (8%).

Perspectives



Les auteurs de cette communication montrent des perspectives intéressantes sur des projets de ce type en rénovation comme en neuf et recommandent de prévoir dès la conception la ventilation naturelle des atriums et circulation et leur surventilation nocturne (portes fermées).

Cette fiche a été réalisée sur la base des données fournies à la 33ème Conférence AIVC « Optimising Ventilative Cooling and Airtightness for [Nearly] Zero-Energy Buildings, IAQ and Comfort », Gitte T. Tranholm, Jannick Karsten Roth and Lennart Østergaard, Copenhagen, Denmark, 10-11 October 2012





SURVENTILATION DE LOGEMENTS COLLECTIFS (84)

Informations sur le bâtiment



Type de bâtiment	Logements collectifs
Département	Vaucluse
Année de construction	2004
Année de réhabilitation	
Mode de construction	Béton banché
Type d'isolation	Polystyrène 8cm
Protections solaires	Volet bois
Gestion des protections	Manuelle
Orientation bâti (zones surventilées)	Chambre orientée Sud, Sud-Ouest
Système de ventilation	Ventilation simple flux hygro
Type de chauffage	Chauffage électrique
SHAB (m ²)	95
Système de surventilation	Extraction mécanique dans les chambres
Mode de contrôle surventilation	Contrôleur programmable

Descriptif détaillé de la surventilation et de la gestion des charges



Le système développé par la société ALDES est un système à extraction d'air supplémentaire dimensionné pour 6 vol/h qui vient s'ajouter au système de ventilation existant. Les chambres sont mises en dépression par un réseau collectif d'extraction d'air et l'amenée d'air est assurée par des entrées additionnelles placées dans la chambre. Cette entrée d'air additionnelle isolée acoustiquement (association d'une entrée d'air et d'un manchon acoustique) s'ouvre lorsque la pièce atteint une

dépression donnée, permettant ainsi d'amener un débit d'air plus important.

Les réseaux collectifs sont implantés dans les gaines VMC agrandies si nécessaire et la distribution des chambres se fait par plénum dans le dégagement, ou par gaine individuelle en soffite. Le groupe de ventilation supplémentaire est asservi à des régulations (horloge, thermostats, sécurités, ...) et placé en toiture sur des semelles acoustiques.

Principaux Gains constatés



Le tableau ci-dessous reprend les gains thermiques obtenus et les compare à des appartements comparables qui n'étaient pas équipés du système.

Site / type surventilation	Débit surventilation / nominal (m ³ /h)	Déstockage moyen avec / sans (°C)	Potentiel moyen (°C)	Nb heures surventilation / total	Energie récupérée (kWh)	EER	Commentaire
Chambre	150	-2,9°C / -0,4°C	7 à 8°C	Approx 750 h	115 kWh / chambre	5	Gain thermique et acoustique

Conclusions



La surventilation nocturne a permis de supprimer le nombre de jours où la température des chambres dépasse les 27°C alors qu'il y a eu plus de 30 jours dans les appartements non équipés du système. Les gains ressentis de confort acoustique et thermique sont particulièrement visibles par rapport au logement témoin jugé l'été comme chaud et bruyant.

Par ailleurs, la surventilation a donc un effet bénéfique sur la globalité du logement malgré une extraction et une amenée d'air positionnées uniquement dans les chambres. Ceci est dû au fait que l'air extrait dans les chambres provient bien sur en grande partie de l'entrée d'air additionnelle située dans la chambre mais aussi du reste du logement.

Perspectives



Les résultats confirment la bonne acceptabilité de ce type d'équipement et l'avantage en terme de confort acoustique et thermique qu'ils procurent aux usagers pendant l'été dans les situations d'exposition au bruit qui contraignent à la fermeture des fenêtres la nuit.





SURVENTILATION D'UNE MAISON INDIVIDUELLE (31)

Informations sur le bâtiment



Type de bâtiment	Maison individuelle
Département	Domaine de la plaine, St Loup Cammas (31) Haute Garonne
Année de construction	2015
Année de réhabilitation	
Mode de construction	Briques
Type d'isolation	Laine de verre 10 cm mur /35cm plafond
Protections solaires	Volets roulants ext.
Gestion des protections	Manuelle
Orientation bâti (zones surventilées)	Toutes orientations
Système de ventilation	Ventilation double flux hygro
Type de chauffage	PAC Air/eau plancher chauffant
SHAB (m ²)	96.7
Système de surventilation	By Pass de l'échangeur DF et insufflation dans les pièces principales
Mode de contrôle surventilation	Contrôleur programmable avec dérogation manuelle possible.

Descriptif détaillé de la surventilation et de la gestion des charges



La surventilation est assurée par la centrale double flux DeeFly Cube d'ALDES, l'échangeur est court circuité et les débits extraits et insufflés sont augmentés.

Les débits de base sont doublés, la documentation du fabricant fait apparaître différents modes ci-contre.

L'unité de ventilation double flux est située dans un cellier, l'air est extrait dans les pièces techniques (WC, SDB, cuisine) et l'air neuf est insufflé dans les pièces principales (chambres et séjour). Un échange thermique a lieu par un échangeur à plaques haute efficacité. Lorsque le système passe en surventilation de façon automatique ou manuelle, l'échangeur est court circuité et le débit passe au maximum.

Le système dispose de filtre G4 et F7 en insufflation.



Figure 37 centrale double flux DeeFly Cube d'ALDES

Principaux Gains constatés



Le tableau ci-dessous reprend les gains thermiques obtenus et les compare à une période de l'été où l'installation ne fonctionnait pas.

Site / type surventilation	Débit surventilation / nominal (m ³ /h)	Déstockage moyen avec / sans (°C)	Potentiel moyen (°C)	Nb heures surventilation / total	Energie récupérée (kWh)	EER	Commentaire
Maison individuelle	100 m ³ /h de sur-débit	-2,3 °C / -2,3°C	5°C à 6°C	10h Par nuit	42 kWh	12,5	Débit de surventilation trop faible par rapport à la surface à traiter

Conclusions



La surventilation nocturne sur ce chantier a permis de constater que le débit supplémentaire est beaucoup trop faible pour pouvoir être efficace.

Bien entendu, l'énergie apportée est répartie sur l'ensemble de la maison, dans les chambres, l'apport lié uniquement à un débit complémentaire d'environ 20 m³/h ne sera pas suffisant pour compenser les charges (occupation) et donc pour amener une baisse sensible de température.

Les débits à mettre en œuvre doivent être bien supérieurs pour en mesurer un bénéfice. Une télémessure sur cette maison nous permettra de voir l'évolution des températures sur des nuits chaudes avec et sans surventilation.

Perspectives



Les résultats confirment la bonne acceptabilité de ce type d'équipement et l'avantage en terme de confort acoustique et thermique qu'ils procurent aux usagers pendant l'été dans les situations d'exposition au bruit qui contraignent à la fermeture des fenêtres la nuit.





SURVENTILATION D'UNE CHAMBRE EN MAISON INDIVIDUELLE (01)

Informations sur le bâtiment

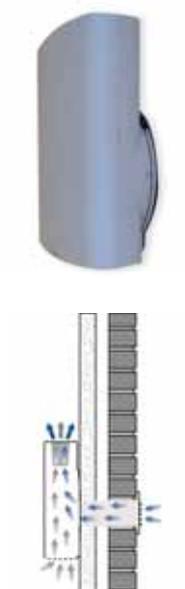


Type de bâtiment	Maison individuelle
Département	Ain
Année de construction	1990
Année de réhabilitation	2012 : volets roulants thermiques, forte isolation des combles, passage en ventilation simple flux hygro 2015 : installation surventilation
Mode de construction	Parpaings
Type d'isolation	Laine de verre
Protections solaires	Volet bois et coffres de volets roulants ext.
Gestion des protections	Manuelle
Orientation bâti (zones surventilées)	Chambre orientée Est
Système de ventilation	Ventilation simple flux hygro
Type de chauffage	PAC Air/Air gainable réversible
SHAB (m ²)	95
Système de surventilation	Insufflation mécanique dans les chambres
Mode de contrôle surventilation	Contrôleur programmable avec dérogation manuelle possible dans la chambre

Descriptif détaillé de la surventilation et de la gestion des charges



La surventilation est assurée dans la chambre principale par une unité d'insufflation SONAIR de BRINK, assurant un débit variable de 0 à 225 m³/h avec un isolement acoustique renforcé et un niveau sonore assez réduit.



Débit	0 - 225 m ³ /h	
Niveau sonore rayonné	Ln (A0 = 10 m2) = Lpa	LwA
	< 11,5 dB(A) à 30m ³ /h	< 15,5 dB (A) à 30m ³ /h
	23,5 dB(A) à 60m ³ /h	27,5 dB (A) à 60m ³ /h
	43,5 dB(A) à 140m ³ /h	48,5 dB (A) à 140m ³ /h
Filtre	G3, F6, F9 charbon actif, mousse 10mm	
Isolement de façade Dn,e,w maximal	Avec G3 : 55 (-2;-4) avec F6 : 59 (-2;-6)	
Dimensions (L x H x P)	310 x 445 x 134 mm	
Diamètre	100 mm	
Puissance absorbée max	9.6 W à 60 m ³ /h 52.3 W à 225 m ³ /h	
Surface équivalente en cas d'arrêt ventilateur	50 cm ² avec filtre mousse	
Tension	230 V	

Figure 38 unité d'insufflation SONAIR de BRINK

L'unité est utilisée à 25 m³/h constant en mi saison pour améliorer la QAI dans la chambre puis à des débits plus forts en surventilation, soit nocturne en période de forte chaleur, soit nuit et/ou matin en période chaude. L'installation de cette unité, assez récente (septembre 2014) a pour but de réduire le recours à la climatisation (confort d'été) et d'améliorer la QAI. L'unité est connectée directement à l'extérieur par un conduit traversant la paroi et une grille extérieure. Elle dispose d'un filtre G4 intégré (plusieurs modèles de filtres existent). Les volets sont gérés en manuel par l'occupant. L'orientation Est de la chambre principale limite l'exposition au soleil. L'unité est pilotée par un contrôleur centralisé fonctionnant via le réseau électrique en CPL et capable de piloter une ou plusieurs unités selon différents programmes. En l'occurrence, il est utilisé soit en manuel pur, soit en programmation horaire (4 créneaux horaires par jour).

Principaux Gains constatés



Le tableau ci-dessous reprend les gains thermiques obtenus et les compare à une période de l'été où l'installation ne fonctionnait plus (contrôleur CPL en panne) et l'ouverture des fenêtres dans toute la maison a été employée (sur 10 cm environ pour cause de risque intrusion).

Site / type surventilation	Débit surventilation / nominal (m ³ /h)	Déstockage moyen avec / sans (°C)	Potentiel moyen (°C)	Nb heures surventilation / total	Energie récupérée (kWh)	EER	Commentaire
Chambre (01) / insufflation mécanique	65	Non applicable (climatisé)	16°C	Approx 440 h	82 kWh	13	Nocturne uniquement pour éviter le recours à la climatisation
Chambre(01) / ouverture des fenêtres	21	Non applicable (climatisé)	11°C	Approx 200 h	19 kWh	NA	Idem pendant arrêt technique ventilateur

Conclusions



La surventilation a permis de réduire le recours à la climatisation, n'a pas induit d'inconfort sensible pour l'occupant (en présence) et a permis l'obtention d'un débit équivalent plus fort que celui constaté pendant la période d'ouverture des fenêtres. Les faibles variations de température intérieure, le local étant climatisé en journée, n'ont pas permis de calculer un impact sur les PMV/PPD.

Perspectives



Le déclenchement de la surventilation aurait pu être optimisé par un système automatique relié à la température extérieure et ce notamment pendant la période extrême de canicule où l'efficacité a chuté pendant quelques jours du fait du rafraîchissement nocturne beaucoup plus tardif (la programmation horaire n'a pas suivi).

LEXIQUE



Afin de ne pas laisser d'ambiguïté dans ce guide, quelques rappels définissent les notions que couvrent les principaux termes utilisés par la suite, dans le cadre de ce guide :

Ventilation

Réfère à la ventilation hygiénique, et aux débits normalisés d'air neuf minimums associés.

Ventilation mécanique

Système permettant une maîtrise des débits par un ventilateur et des systèmes d'équilibrage (registres ou bouches autorégulant ou à équilibrage manuel).

Ventilation naturelle automatisée

Système d'aération contrôlé, avec des ouvrants mécanisés, dont les surfaces libres d'ouverture sont maîtrisées, ainsi que les hauteurs. Les débits ne peuvent être contrôlés mais des calculs anticipatifs de dimensionnement peuvent être effectués et le système est piloté automatiquement en fonction de paramètres de fonctionnement (t° d'air extérieur, intérieur, vent, occupation, etc....)

Ventilation hybride / ventilation naturelle assistée

Ventilation naturelle à laquelle est ajoutée un système mécanique permettant de garantir un débit minimum quelles que soient les conditions naturelles de l'ambiance et de l'environnement.

Aération

Correspond à une ouverture de fenêtre manuelle par un utilisateur. Les débits ne sont pas contrôlés.

Surventilation

Ventilation à un débit d'air neuf supérieur à la ventilation hygiénique. Exprimé en vol/h.
Sera utilisée pour profiter du potentiel de rafraîchissement « gratuit » offert par un air extérieur à une température favorable par rapport à l'ambiance.

Free cooling

Surventilation généralement pendant l'occupation des locaux en mi saison.

Déstockage nocturne

Différence de température intérieure entre le début de la surventilation et la température minimale atteinte.

STD – Simulation Thermique Dynamique

Moteur de calcul qui permet de modéliser le comportement thermique prévisionnel d'un projet en dynamique (heure par heure)



FREEVENT

SURVENTILATION ET CONFORT D'ÉTÉ

Guide de conception

Mars 2018

Conception & mise en page par *Alexis Lassartre*

Crédits photos et illustrations :

Tous droits réservés ©ENERTECH ©ALLIE'AIR ©ALDES ©EGE ©APEBAT ©ACA-O ©AIVC