

→ Architectes et professionnels du secteur de la construction

### Fiche 3.1 : le free-cooling par ventilation intensive

#### Mise en œuvre et exemples concrets



Plus d'infos :  
<http://www.bruxellesenvironnement.be/batimentsexemplaires>

→ Architectes et professionnels du secteur de la construction



# MISE EN ŒUVRE ET EXEMPLES CONCRETS

## SOMMAIRE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ENJEUX</b> .....  | <b>3</b>  |
| POURQUOI LE FREE COOLING ?.....                            | 3         |
| <b>DÉMARCHE : LE FREE COOLING EN PRATIQUE</b> .....        | <b>4</b>  |
| 1.    VENTILATION NATURELLE OU MECANIQUE ? .....           | 4         |
| 1.1. <i>Free cooling par ventilation mécanique ?</i> ..... | 4         |
| 1.2. <i>Free cooling par ventilation naturelle</i> .....   | 6         |
| 1.3. <i>Free-cooling par ventilation hybride</i> .....     | 9         |
| 2.    LES CHARGES THERMIQUES.....                          | 11        |
| 3.    IMPLICATIONS ARCHITECTURALES .....                   | 13        |
| 3.1. <i>Extractions verticales</i> .....                   | 13        |
| 3.2. <i>Entrées d'air en façade</i> .....                  | 15        |
| 3.3. <i>Les ouvertures de transfert</i> .....              | 18        |
| 3.4. <i>Les finitions intérieures</i> .....                | 18        |
| 3.5. <i>Aménagement des locaux intérieurs</i> .....        | 19        |
| 4.    PROTECTION VIS-A-VIS DU MONDE EXTERIEUR .....        | 20        |
| 5.    RISQUE DE COURANTS D'AIR INCOMMODANTS .....          | 22        |
| 6.    LA PROTECTION INCENDIE.....                          | 23        |
| 7.    ETANCHEITE A L'AIR DE L'ENVELOPPE.....               | 23        |
| 8.    PRISE EN MAIN DE LA GESTION .....                    | 23        |
| <b>CONCLUSIONS</b> .....                                   | <b>26</b> |
| 1.    EFFICACITE/CONTRAINTE.....                           | 26        |
| 2.    EXEMPLES D'ETUDES .....                              | 26        |
| 3.    ALTERNATIVES AU FREE COOLING ?.....                  | 27        |
| 3.1. <i>Le géocooling</i> .....                            | 27        |
| 3.2. <i>Puits provençal</i> .....                          | 28        |

## PUBLIC-CIBLE

Architectes et professionnels du secteur de la construction

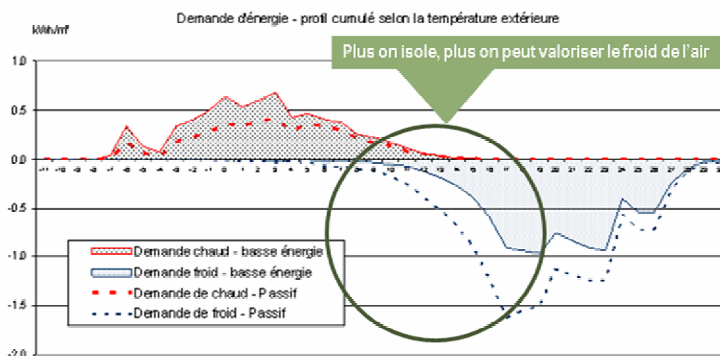


## ENJEUX

### POURQUOI LE FREE COOLING ?

Quand on parle de sources d'énergies renouvelables, on pense souvent au soleil, à la force du vent, de l'eau ou encore à la biomasse. C'est oublier que l'air qui nous entoure et le sol sont également des sources de chaleur et de froid naturelles.

Le niveau d'isolation poussé des bâtiments actuels rend l'utilisation de ces ressources d'autant plus pertinentes. En effet, plus un bâtiment est isolé, plus il est sensible aux surchauffes (la chaleur emmagasinée en journée dans le bâtiment ne peut plus sortir par les parois, notamment durant la nuit).



Évolution de la demande de chaleur et de refroidissement en fonction de la température extérieure, pour 2 niveaux d'isolation différents (Source : Architecture et climat).

Cependant, l'augmentation du besoin de froid se marque principalement par un allongement de la saison de refroidissement, plus que par une augmentation de la puissance nécessaire. Cela signifie que le besoin de refroidissement supplémentaire apparaît alors que l'air extérieur a une température suffisamment basse pour le combler sans recourir à la climatisation traditionnelle.

Une façon de valoriser ce froid gratuit est d'organiser une ventilation intensive lorsque la température extérieure est la plus basse, la nuit. On parle de « free cooling » et en particulier de « night cooling ».

Un raisonnement semblable peut être suivi dans un bâtiment à forte charge interne comme un bâtiment de commerce ou un atelier car les besoins de refroidissement apparaissent tôt dans la saison, voire toute l'année.

Pour plus d'explications sur les concepts de base du free-cooling, voir la fiche ENE 07 du « Guide pratique pour la construction et la rénovation durables<sup>1</sup> ».

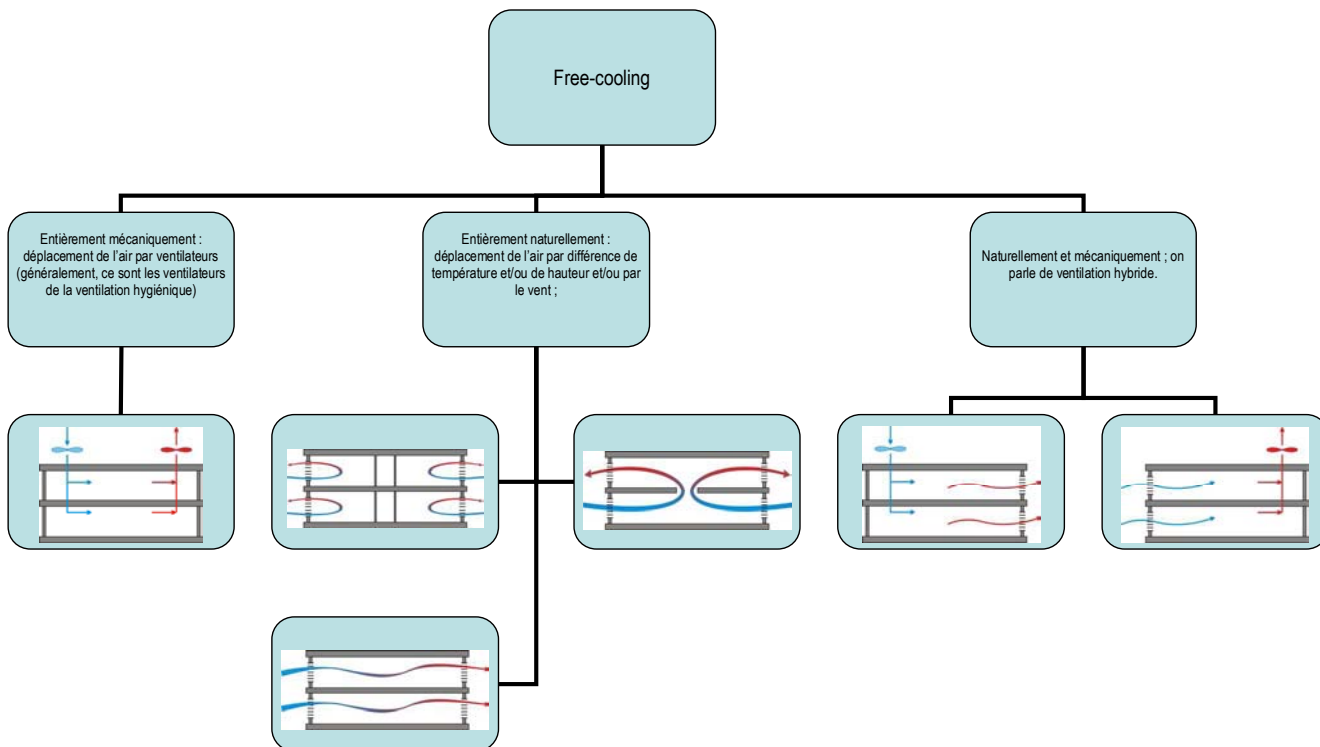
<sup>1</sup> <http://www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=2470&langtype=2060>



# DÉMARCHE : LE FREE COOLING EN PRATIQUE

## 1. VENTILATION NATURELLE OU MECANIQUE ?

Il existe plusieurs façons de concevoir le free-cooling. En effet, le courant d'air peut être pulsé et extrait de diverses façons :



### 1.1. Free cooling par ventilation mécanique ?

Est-il intéressant de faire fonctionner le système de ventilation hygiénique mécanique durant la nuit pour refroidir le bâtiment en dehors des heures d'occupation ? Question que se posent nombre d'exploitants de bâtiment ...

Pour apporter un premier élément de réponse, il convient de comparer le débit de ventilation hygiénique du bâtiment au débit nécessaire à un night cooling performant : le besoin d'air neuf pour assurer le confort respiratoire correspond à un renouvellement d'air d'un peu moins que 1 vol/h (pour env. 36 m<sup>3</sup>/h/personne), tandis qu'un night cooling efficace pour assurer un refroidissement autonome et le confort estival demande un débit d'air de l'ordre de 4 vol/h.

Utiliser le système de ventilation hygiénique pour pulser de l'air frais extérieur durant la nuit ne peut donc être considéré que comme un rafraîchissement et non un réel refroidissement. Si ce dernier est recherché, il s'agit de doper les débits.

Le deuxième élément de réponse réside dans le bilan de consommation des ventilateurs. On voit alors que le bilan énergétique de l'utilisation nocturne de la ventilation mécanique n'est pas forcément positif. En effet, étant donné la faible capacité calorifique de l'air (par rapport à de l'eau par exemple), il est possible que la consommation électrique des ventilateurs soit telle qu'il est plus intéressant de faire fonctionner une climatisation traditionnelle en journée que la ventilation mécanique durant la nuit. Cela dépend des pertes de charge du réseau de ventilation et de la température extérieure. En général, il faudra que l'écart entre celle-ci et la température ambiante soit de plus de 8°C pour que le bilan soit positif.

Une alternative pourrait alors être de n'utiliser que l'extraction ou que la pulsion du système de ventilation mécanique complétée par des ouvertures d'amenée d'air ou d'extraction naturelle (on parle parfois de système « hybride »).



## Exemple chiffré

Hypothèses :

- Un bâtiment de 3000 m<sup>2</sup> occupé par 200 personnes avec un débit d'air hygiénique de 7200 m<sup>3</sup>/h soit un renouvellement d'air de 0,86/h ;
- Un COP de production frigorifique de 3,2 ;
- Une puissance des ventilateurs de 0,8 W/m<sup>3</sup>d'air déplacé/h ;
- La ventilation hygiénique est éteinte la nuit.

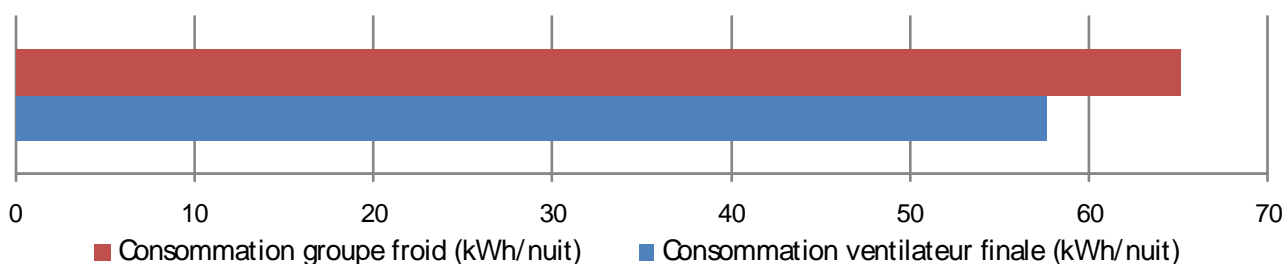
Dans l'exemple qui suit, on compare la consommation électrique engendrée par une ventilation mécanique qui fonctionne la nuit pour du night-cooling ou un groupe de froid alimentant un réseau d'eau glacée.

Cette comparaison se fait pour une même quantité d'énergie frigorifique fournie (équivalente à l'énergie fournie par de l'air pulsé au débit hygiénique à une température inférieure de 8°C à la température intérieure). En d'autres termes, le confort est identique dans les deux approches mais il est non suffisant pour parler d'un réel refroidissement.

La consommation électrique des ventilateurs pour assurer le débit hygiénique de jour n'est pas prise en compte dans les résultats qui suivent. Les débits de ventilations étudiés sont uniquement ceux qui sont réclamés par le night-cooling.

### Cas 1 : le débit d'air fourni pour le night-cooling correspond au débit d'air hygiénique, soit 0,86 vol/h

Avec ventilation mécanique et réseau dimensionné pour les débits de ventilation hygiénique (0,86 Vol/h)



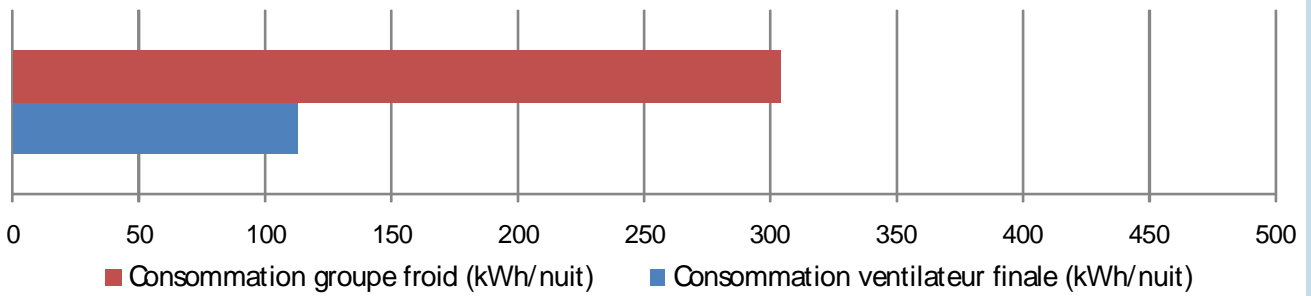
- **Observation** : avec une température extérieure inférieure de 8°C à la température intérieure, le night-cooling assuré par le système de ventilation hygiénique reste plus intéressant que le refroidissement traditionnel d'une machine de froid. Néanmoins, avec un débit de 0,86/h, le night-cooling est souvent insuffisant pour apporter un réel confort. Il faut donc augmenter les débits : que se passe-t-il si on quadruple les débits ?

### Cas 2 : le débit d'air fourni est dopé à 4 vol/h pour assurer un réel refroidissement

- **Cas 2 A** : le réseau de ventilation est dimensionné pour 4vol/h. Les pertes de charges sont telles que la puissance des ventilateurs est de 0,8 W/m<sup>3</sup> déplacé. En journée, les pertes de charges dans le réseau de ventilation sont très faibles puisque les sections des gaines de ventilation sont 4 fois plus grandes que la section généralement imposée pour le débit de la ventilation hygiénique. On peut approximer l'économie de consommation électrique pour les ventilateurs à +/- 4<sup>3</sup> soit 64 fois moins pendant la journée !

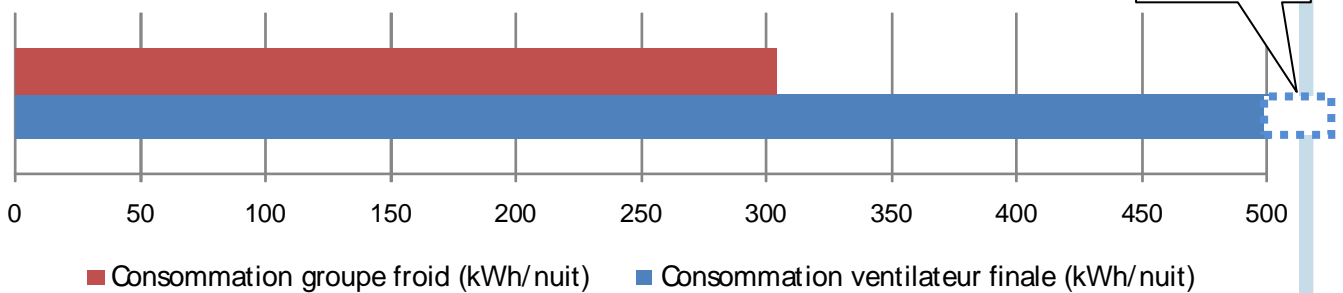


Avec ventilation mécanique boostée à 4/ h la nuit  
et un réseau dimensionné pour 4/ h



- **Cas2 B** : le réseau de ventilation est dimensionné pour 0,86/h. Les pertes de charges sont beaucoup plus importantes et on peut approximer la surconsommation électrique des ventilateurs à +/- 4<sup>3</sup> soit 64 fois plus la nuit !

Avec ventilation mécanique boostée à 4/ h et un réseau dimensionné pour les débits  
de ventilation hygiénique (0,86 Vol/ h)



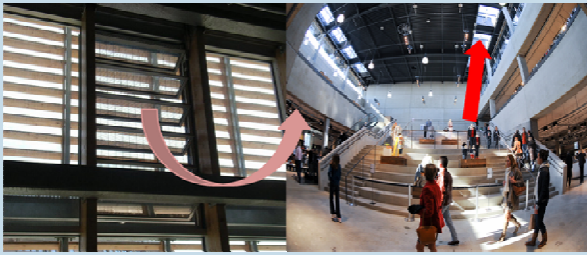
- **Observation** : il est donc nettement préférable de balayer le bâtiment par ventilation naturelle, sauf si on dimensionne le réseau de ventilation mécanique pour 4 vol/h et que l'on réduit le débit au minimum hygiénique en saison de chauffe.

## 1.2. Free cooling par ventilation naturelle

Pour mettre en place cette ventilation naturelle, il existe 3 dispositions possibles : la ventilation par effet cheminée de façade à toiture, la ventilation unilatérale sur une seule façade et la ventilation transversale de façade à façade. Dans les 2 premiers cas, c'est la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur qui crée le mouvement d'air, tandis que pour la ventilation transversale, c'est la pression du vent sur le bâtiment qui joue ce rôle.



## Ventilation par effet cheminée

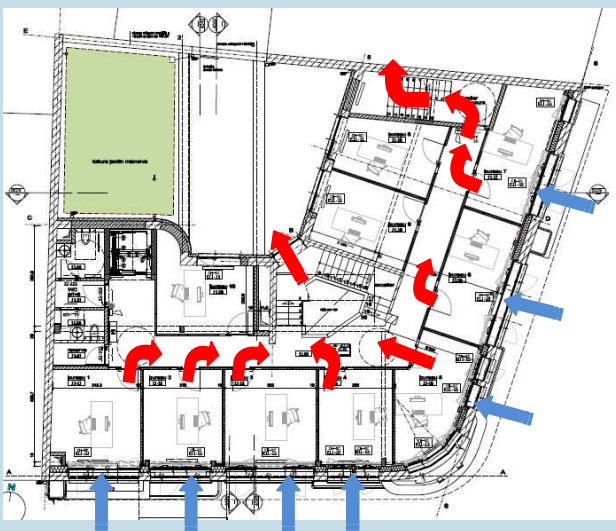


(Source : Matriciel et AWAA)

### CAMELEON

Lorsqu'un besoin de refroidissement se fait sentir dans le bâtiment, un tirage naturel important est créé entre des fenêtres motorisées réparties tout autour du bâtiment et 12 grandes ouvertures pratiquées dans la toiture de l'atrium.

Pour plus d'informations sur le projet Caméléon, voir la fiche du **PROJET BATIMENTS EXEMPLAIRES n°25 (2007)**.



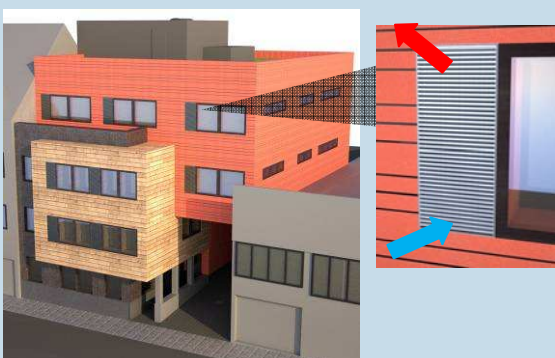
(Source : Bureau d'architecture A2M)

### CPAS RUE VANPE

A Forest, on exploite les anciennes grilles de ventilation en allège de la façade classée comme ouverture de night cooling. Elles sont pour cela équipées de menuiseries ouvrantes. L'évacuation de l'air se fait naturellement en toiture par les exutoires des cages d'escalier. Le transfert d'air se fait par les portes des bureaux.

Pour plus d'informations sur le projet CPAS rue Vanpé, voir la fiche du **PROJET BATIMENTS EXEMPLAIRES n°14 (2007)**.

## Ventilation unilatérale



(Source : Service Architecture de la commune d'Uccle)

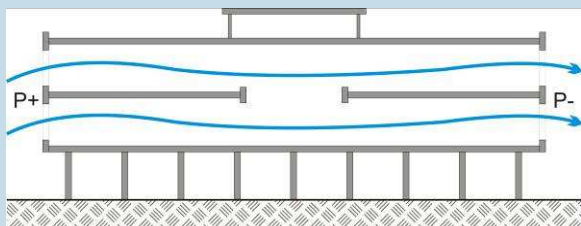
### RUE BEECKMAN

A Uccle, c'est le système unilatéral qui sera privilégié. Il s'agit du système le plus simple, ne demandant pas de concevoir un système de cheminées verticales, ni d'organes de transfert. Un isolement de chaque bureau vis-à-vis des circulations publiques est facile et chaque occupant est responsable de son ambiance. Le système demande cependant des tailles d'ouverture plus importantes. Les ouvertures en façade sont également des fenêtres derrière grille.

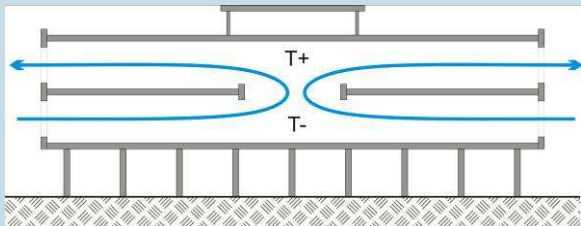
Pour plus d'informations sur le projet Rue Beckman, voir la fiche du **PROJET BATIMENTS EXEMPLAIRES n°64 (2008)**.



## Ventilation transversale



Mouvement d'air induit par une différence de pression entre 2 façades



Mouvement d'air dont le moteur est la différence de température entre l'air intérieur et l'air extérieur

Magasin Caméléon : mouvements d'air en cas de fermeture de la toiture et d'ouverture des façades (Source Matriciel)

### CAMELEON

La ventilation transversale est peu utilisée en site protégé comme peut l'être la région bruxelloise.

Bien que non prévue au départ, ce principe de ventilation est cependant utilisé dans certaines circonstances chez Caméléon. Par exemple, en périodes orageuses, lorsque les gestionnaires maintiennent la toiture fermée, en dérogation et n'utilisent que les ouvertures en façade pour ventiler le bâtiment le jour et la nuit.

### Remarque : quid de la ventilation hygiénique par ventilation naturelle ?

Puisqu'il n'est guère intéressant de faire du night cooling avec le système mécanique de ventilation hygiénique, on peut cependant se poser la question inverse : ne pourrait-on pas utiliser le système naturel de night cooling pour assurer la ventilation hygiénique de jour. Cela permettrait de ne pas doubler les systèmes et de réduire l'investissement.

### CAMELEON

Dans les 2 grandes salles de ventes (8000 m<sup>2</sup>) des fenêtres motorisées en façade et des vantaux en toiture assurent à la fois le confort respiratoire quand le magasin est ouvert et le confort thermique par un night cooling mais aussi un « day cooling » si la température extérieure le permet.

Inconvénient, on perd le contrôle précis du débit d'air neuf et la récupération de chaleur sur l'air extrait propres à la ventilation mécanique double flux.

A l'inverse, on gagne la consommation des ventilateurs (une puissance électrique de l'ordre de 25 kW) et surtout on réduit fortement l'investissement.

Dans le cas présent, la perte d'énergie primaire imputable à un système unique naturel fut réduite au minimum grâce à une commande des ouvertures non seulement en fonction des températures (pour le free cooling) mais aussi en fonction de l'occupation par une mesure du CO<sub>2</sub> ambiant (pour la ventilation hygiénique). La perte énergétique résiduelle (de l'ordre de 9 kWh primaire/m<sup>2</sup>/an et 0,4 €/m<sup>2</sup>/an) est devenue ainsi très faible par rapport à l'économie d'investissement réalisée et pouvant être reportée sur un autre poste énergétique plus rentable.

Cette possibilité de gestion des ouvertures de ventilation naturelle par sondes CO<sub>2</sub> s'applique ainsi parfaitement pour la gestion des grands espaces où les occupants sont en mouvement mais ne pourrait pas être mise en œuvre dans des zones de bureaux où le cloisonnage rend caduque une gestion globale et où le travail assis s'accorde mal avec les risques de courant d'air froid.





### 1.3. Free-cooling par ventilation hybride

Une ventilation hybride est une ventilation qui combine « naturel » et « mécanique ».

Par exemple, lorsque la faible hauteur des bâtiments ne permet pas de créer un effet cheminée suffisant, on peut aider ce dernier par des ventilateurs, de préférence, à faible consommation, dissociés du système de ventilation hygiénique, comme des tourelles de toiture.

#### CAMELEON

C'est l'option prise pour assurer le refroidissement des bureaux du magasin Caméléon : les ouvertures en façade sont des fenêtres disposées devant des fenêtres ouvrantes.

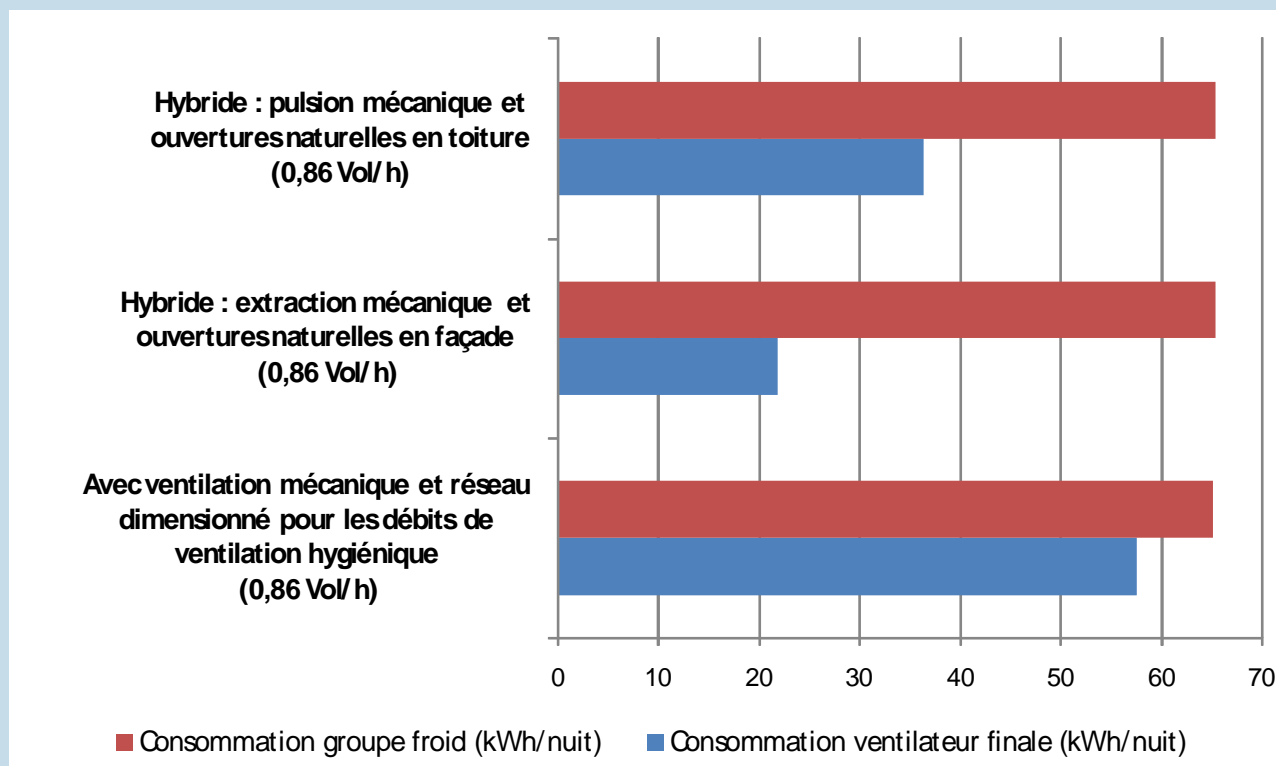
Le tirage est assuré par 2 tourelles de toiture débouchant dans le couloir central. L'enclenchement des tourelles est thermostatisé et géré par la GTC.

Le débit des tourelles est de 11200 m<sup>3</sup>/h de manière à générer un renouvellement d'air des bureaux de plus de 4 vol/h.

#### Exemple chiffré

Reprenons l'exemple chiffré ci-dessus et comparons la consommation engendrée par un free cooling purement mécanique, un free cooling hybride utilisant soit l'extraction mécanique, soit la pulsion mécanique du système de ventilation hygiénique et la consommation d'une climatisation traditionnelle.

- **Cas 1 : le débit d'air fourni correspond au débit d'air hygiénique, soit 0,86 vol/h**

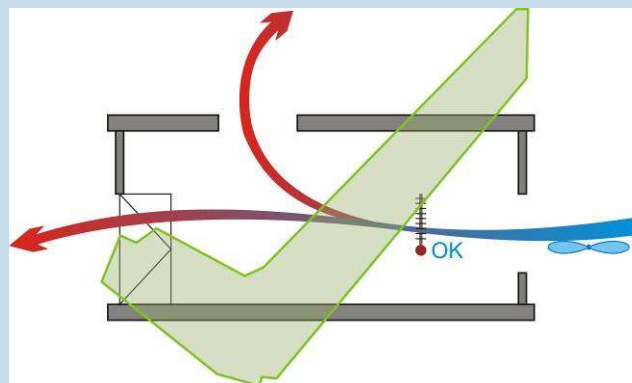
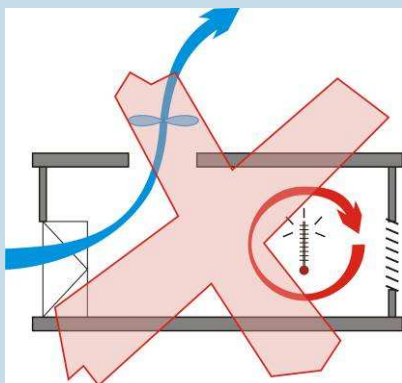


#### — Observation :

- En mode hybride, l'extraction mécanique est plus intéressante qu'en pulsion car la consommation des ventilateurs est souvent plus faible. Cela est dû au fait que les pertes de charges du réseau de pulsion sont plus importantes (à cause du passage de l'air au travers des batteries de traitement d'air, du nombre accru des filtres, du réseau généralement plus long...).

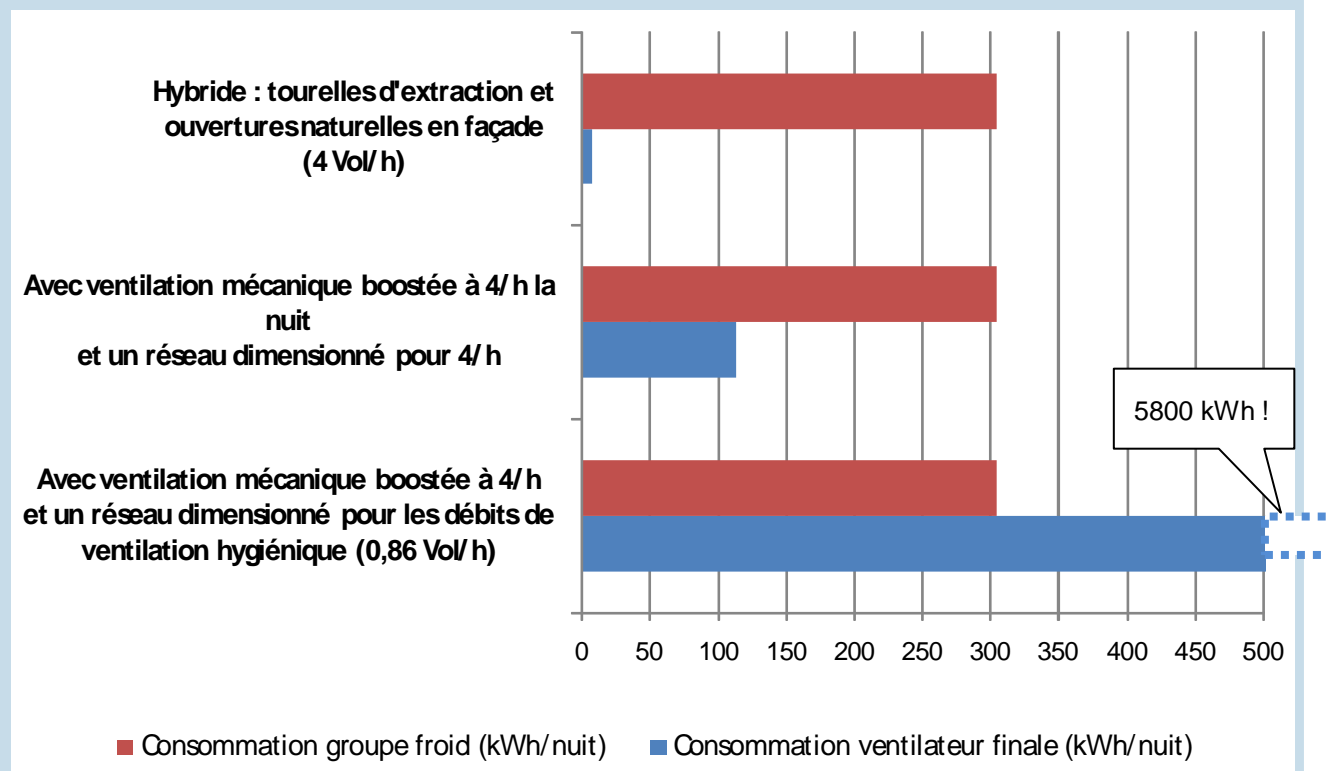


- A noter aussi qu'en pulsion mécanique, on doit considérer que l'air pulsé aura pris 1°C de plus que l'air extérieur à cause de son passage dans le groupement de ventilation.
- La pulsion mécanique a, par contre, son sens quand on n'est pas sûr du bon trajet de l'air. En effet, avec le réseau de pulsion, on est généralement sûr de rafraîchir correctement tous les espaces :



Dans cet exemple de ventilation hybride, l'extraction mécanique ne permet pas de ventiler correctement l'espace à droite. Par contre, une pulsion mécanique permet que l'entièreté du local soit correctement balayée par l'air frais.

- **Cas 2 : le débit d'air fourni est dopé à 4 vol/h pour assurer un réel refroidissement**



— **Observation :**

- On voit que le free cooling « hybride » peut être **une alternative intéressante lorsque le système naturel pur ne peut être utilisé, par exemple en ville où une ventilation transversale est peu efficace ou lorsqu'un effet cheminée est difficilement mis en œuvre.**



### Remarque : quid de la ventilation hygiénique par ventilation hybride ?

Indépendamment de la notion de free cooling, la notion de ventilation hybride peut être appliquée à la ventilation hygiénique en utilisant soit la ventilation mécanique, soit la ventilation naturelle en fonction de la saison :

- L'objectif est de profiter d'une gestion précise des débits de ventilation hygiénique et de la récupération de chaleur sur l'air extrait durant la saison de chauffe, tout en réduisant la consommation électrique annuelle des ventilateurs. Ainsi, durant la saison de chauffe, la ventilation mécanique double flux est en activité (durant les heures d'occupation).
- Dès la mi-saison, lorsque les besoins de chauffage disparaissent, il n'y a plus lieu de récupérer la chaleur sur l'air vicié. Dès lors, le système de ventilation mécanique peut être mis à l'arrêt. Les occupants sont alors maîtres de leur ventilation en utilisant manuellement soit les fenêtres, soit les ouvertures de free cooling.

Bien sûr, une telle gestion n'est possible que dans des structures de taille réduite où les occupants peuvent être impliqués dans la gestion de leur ambiance.

#### CAMELEON

Dans le couloir de la zone des bureaux sont disposés 3 témoins lumineux dont la commande est gérée par la GTC :

Lorsque la température extérieure est inférieure à 14°C (réglable) ou supérieure à 25°C (réglable), le système de ventilation mécanique avec sa récupération de chaleur est en activité. Les occupants sont ainsi informés qu'ils ne doivent pas ouvrir leur fenêtre. Leur confort respiratoire est assuré par le système centralisé.

Lorsque la température extérieure diurne est comprise entre 14°C et 25°C pendant plusieurs jours (pour marquer suffisamment le changement de saison), le système de ventilation mécanique se met automatiquement à l'arrêt. Les occupants sont invités à utiliser leur ouverture de ventilation naturelle pour ventiler leur bureau.

Lorsque, en été, la température intérieure augmente et que les conditions extérieures sont favorables, le troisième témoin lumineux signale aux occupants que les conditions de free cooling sont réunies. Les extracteurs de toiture se mettent en marche durant la nuit et chaque occupant peut ouvrir sa fenêtre sécurisée de même que les ouvertures de transfert pour garantir son confort thermique du lendemain.



Témoins lumineux signalant le mode de ventilation actif dans les bureaux (Source : Caméléon)

Sur base d'une année climatique moyenne, on peut estimer que le ventilateur peut être mis à l'arrêt durant 1000 h/an, ce qui génère un gain de consommation électrique de 2200 kWh/an.

## 2. LES CHARGES THERMIQUES

La puissance frigorifique du night cooling reste limitée, de sorte que pour obtenir une efficacité totale, il importe que les charges thermiques du bâtiment soient maîtrisées :

- Rationalisation de la puissance en éclairage artificiel : de nos jours des bureaux peuvent être éclairés avec une puissance de moins de 7 W/m<sup>2</sup>, au lieu des 12 W/m<sup>2</sup> constituant le standard encore récemment.
- Gestion de l'éclairage en fonction de la présence et de la lumière naturelle.



- Placement de protections solaires ou, au minimum, de vitrages sélectifs sur les façades exposées.

*Pour plus d'informations, voir également :*

- Rapport technique - Bâtiments exemplaires 2.2 : « La conception de l'éclairage artificiel dans les logements et les bureaux »
- Rapport technique - Bâtiments exemplaires 3.3 : « les risques de surchauffe : une approche différenciée pour le secteur du logement et pour les bureaux »

## **CAMELEON**

Les protections solaires sont une caractéristique clairement visible du bâtiment « Caméléon ». Pour la zone des bureaux, la protection solaire est assurée par des capteurs photovoltaïques sous la forme d'une pergola, exemple d'intégration architecturale du solaire actif.



Grille derrière fenêtre dans un bureau (Source : Caméléon)

Une attention particulière a également été portée à l'apport en éclairage naturel notamment grâce au puits de lumière ou atrium qui combine la triple fonction d'espace de circulation central, de source de lumière naturelle importante et d'exutoire pour la ventilation intensive.

L'apport en éclairage naturel se combine évidemment avec une gestion de l'éclairage artificiel, soit automatique (capteurs de luminosité dans salle de vente, détection de présence dans les circulations du personnel), soit manuellement (sensibilisation du personnel à des scénarios d'utilisation des luminaires en fonction des circonstances)

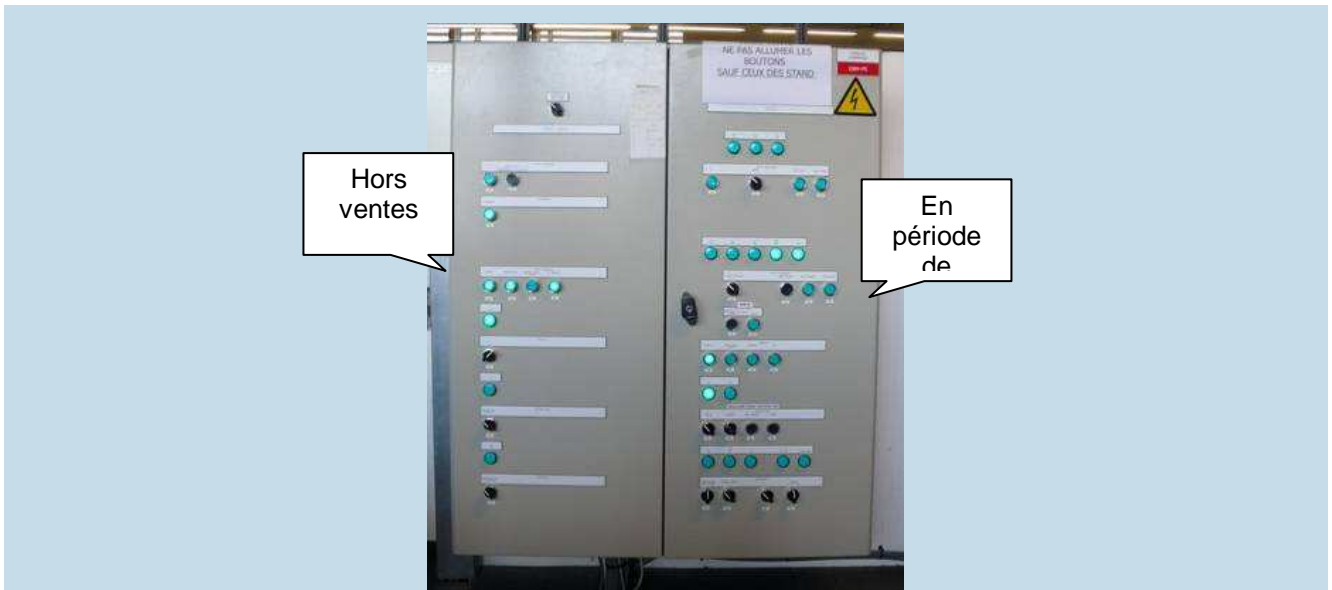


Tableau de commande situé dans le box d'accueil du bâtiment, permettant au gestionnaire d'utiliser 2 scénarii d'éclairage des salles de vente : sur le panneau de droite, les luminaires à n'utiliser qu'en période d'ouverture du magasin et sur le panneau de gauche, les luminaires à utiliser en cas de non accessibilité des salles de vente aux clients (période de réassortiment) (Source : Caméléon).

Autre exemple du souhait de réduire les consommations en éclairage et le dégagement de chaleur qui y est lié : tous les plafonds en béton brut ont été peints en blanc pour favoriser la diffusion de la lumière naturelle.

### 3. IMPLICATIONS ARCHITECTURALES

#### 3.1. Extractions verticales

Organiser une ventilation par effet cheminée a des implications architecturales importantes.

Tout d'abord, idéalement il est nécessaire d'organiser une cheminée d'extraction par niveau. En effet, disposer des ouvertures à plusieurs niveaux dans une même extraction verticale risque d'induire des mouvements d'air indésirés et donc une perte d'efficacité.



## CAMELEON, CPAS RUE VANPE, RUE A. NYS ET ELIA

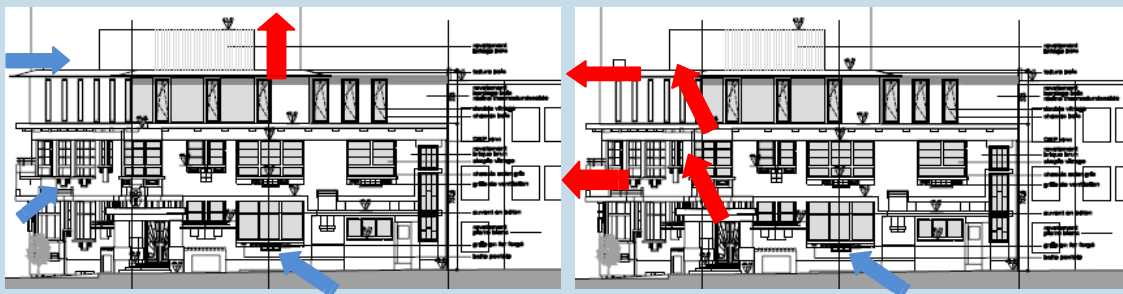
Dans les 4 cas, l'évacuation verticale de l'air ne se fait pas par un conduit spécifique mais bien par les espaces de circulation du bâtiment.

- Dans le bâtiment Caméléon, la hauteur de l'atrium a également été dimensionnée pour assurer un débit d'air suffisant pour le dernier niveau de vente. Afin que le rehaussement du bâtiment ne soit pas excessif, donc coûteux, cette hauteur a à son tour conditionné le choix d'ouvertures horizontales plutôt que verticales avec ce que cela implique en termes de protection contre la pluie (voir ci-après).



Atrium d'une hauteur de 6 m par rapport au plafond de la salle de vente du 2<sup>ème</sup> niveau (Source : Caméléon)

- Dans les bureaux du CPAS rue Vanpé, l'air est transmis des bureaux aux couloirs et des couloirs aux cages d'escaliers. Dans ce cas, une simulation dynamique du mouvement d'air dans le bâtiment a confirmé que le confort pouvait être assuré même si certaines zones pouvaient être balayées non par de l'air neuf mais de l'air en provenance d'une autre zone. On parle alors de mouvements d'air parasite puisque l'air provenant d'un bureau adjacent n'est pas aussi frais que l'air extérieur. Ce type d'étude doit être mené surtout lorsque l'on utilise les tirages naturels par effet cheminée, en zone de vents turbulents...



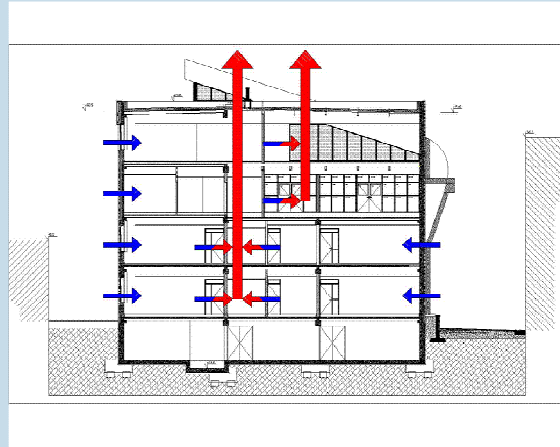
Ventilation intensive par effet cheminée : une cheminée pour plusieurs niveaux

A gauche : fonctionnement idéal – A droite : fonctionnement parasite : l'air extrait dans les locaux des niveaux inférieurs est repris par les locaux des niveaux supérieurs

(Source : Bureau d'architecture A2M)



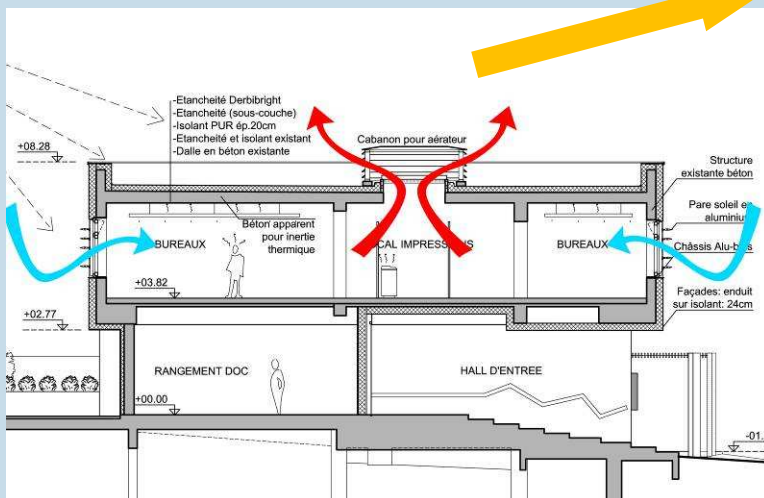
- Dans les bureaux Elia, l'extraction naturelle par effet cheminée se fait au travers des différentes cages d'escalier. Les prises d'air se font au niveau de chaque bureau en imposte des bandeaux de fenêtres.



Bâtiment ELIA : ventilation naturelle par effet cheminée (Source G. Vervack)

Pour plus d'informations sur le projet ELIA, voir la fiche du **PROJET BATIMENTS EXEMPLAIRES n°020 (2007)**.

- Dans les bureaux du bâtiment Rue A. Nys, l'effet cheminé se fait grâce à des tourelles rectangulaires qui sortent de la toiture plate.



AGENCE 86 : ventilation naturelle par effet cheminé (source 3<sup>E</sup> et Matriciel)

Pour plus d'informations sur le projet Rue A. Nys, voir la fiche du **PROJET BATIMENTS EXEMPLAIRES n°009 (2007)**.

### 3.2. Entrées d'air en façade

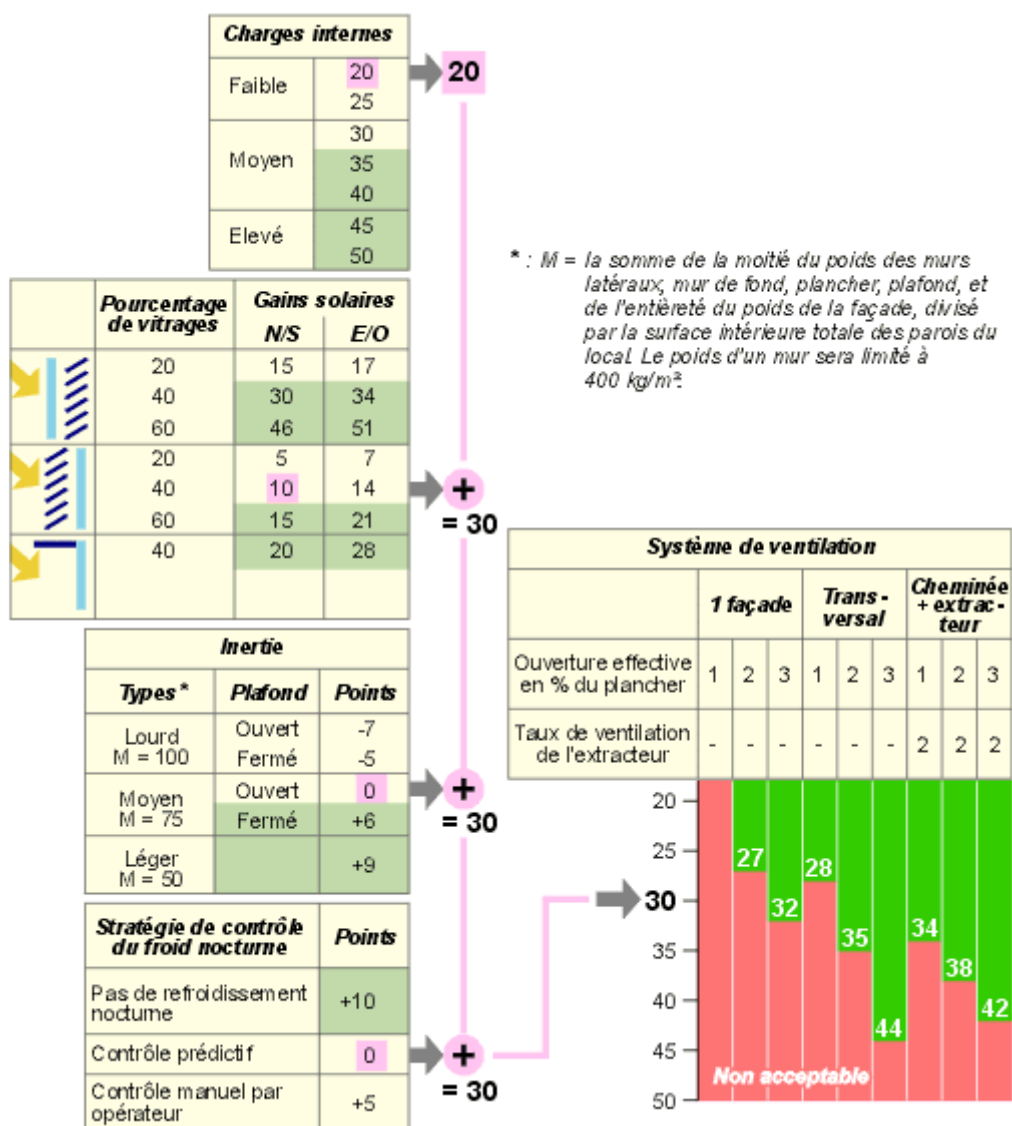
La configuration et la taille des ouvertures à pratiquer en façade dépendent du type de système mis en œuvre. Ces ouvertures ont aussi forcément des implications architecturales.

Le graphe suivant donne une indication de la taille d'ouverture nécessaire pour obtenir un débit d'air suffisant pour refroidir efficacement des locaux de type « bureaux ». On considère généralement un pourcentage d'ouverture allant de 2 à 4% de la surface au sol des locaux. Attention, il agit d'ouvertures nettes (il faut donc tenir compte de la surface d'ouverture réelle d'une éventuelle grille ou surface visuelle libre qui peut varier de 40 à 70% de l'ouverture sans grille).



Remarque :

- Il est à noter que la taille des grilles prévues pour la ventilation hygiénique à pulsion naturelle n'est pas du tout suffisante pour prévoir une ventilation intensive. En effet, ces grilles sont dimensionnées pour apporter le débit de ventilation hygiénique et non pas pour la ventilation intensive.
- Pour les locaux de séjours et les chambres à coucher des logements, la norme NBN D50-001 ne permet d'ailleurs pas un débit plus important que le double du débit hygiénique exigé pour une différence de 2Pa lorsque les grilles sont complètement ouvertes. Cette même norme impose aussi qu'une surface ouvrante soit prévue pour permettre une ventilation intensive dans ces mêmes locaux. Cette surface doit correspondre à 6,4% de la surface de plancher en ventilation unilatérale et de 3,2 % en cas de ventilation transversale.



Méthode de pré-dimensionnement des ouvertures pour le free-cooling (Source : « Natural ventilation for offices », programme de recherche Natvent (Natural ventilation design project)).

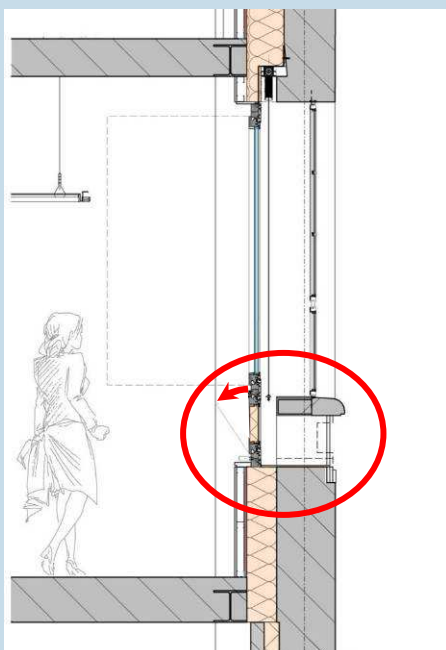
Pour plus d'explications sur cette méthode, le lecteur est invité à consulter le site [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be) dans la rubrique Menu principal > Techniques > La ventilation > Équipements > Systèmes > Free cooling.

Généralement, ce sont les menuiseries extérieures qui serviront d'ouverture. La nécessité de sécuriser l'ouverture vis-à-vis des intempéries ou de l'intrusion impose souvent l'application d'une grille par devant. Celle-ci fait alors perdre l'intérêt de la fenêtre en ce qui concerne l'apport de gain solaire et d'éclairage naturel tout en





conservant ses déperditions. Cette situation n'est donc guère idéale : il vaut donc mieux des surfaces ouvrantes sécurisées et bien isolées.



(Sources : Bureau d'architecture A2M et Matriciel)

#### RUE BECKMAN

A Uccle, les concepteurs ont opté pour une ventilation unilatérale avec des grilles « saisonnières ». Il s'agit de grilles amovibles et sécurisées qui ne sont implantées que pour l'été. Absentes en hiver, elles n'entraveront pas l'apport en éclairage naturel. Les fenêtres concernées ont une surface d'ouverture de l'ordre de 3,5% de la surface au sol des locaux.

Les grilles peuvent être montées à partir de l'intérieur ou de l'extérieur. Une attention doit cependant être prise pour le montage dans un bâtiment de plusieurs niveaux comme le bâtiment Beckman. La rue doit être sécurisée au moment du montage saisonnier. Une sécurité complémentaire peut être apportée par exemple, par un câble joignant le châssis et la grille pour prévenir toute chute.

#### RUE A. NYS

Pour ces bureaux, les ouvertures se trouvent en partie haute des châssis. Grâce à leur dimension et à leur ouverture en mode oscillo-battant, l'intrusion est impossible. Une motorisation des ouvertures a été prévue afin d'optimiser le fonctionnement du free-cooling. Ces ouvertures sont associées avec celles des tourelles d'extraction naturelle.

#### CPAS RUE VANPE

A Forest, il s'agit de rénover un bâtiment dont la façade est classée. Des menuiseries motorisées sont aménagées à l'arrière des anciennes ouvertures de ventilation grillagées situées en allège. Ces trous existants permettent un taux d'ouverture variant entre 2 et 3% de la surface au sol des locaux.



(Sources : bureau d'architecture A2M et Matriciel)

Certaines fenêtres oscillo-battantes (aux étages) sont également simplement motorisées.



(Source : Service Architecture de la commune d'Uccle)





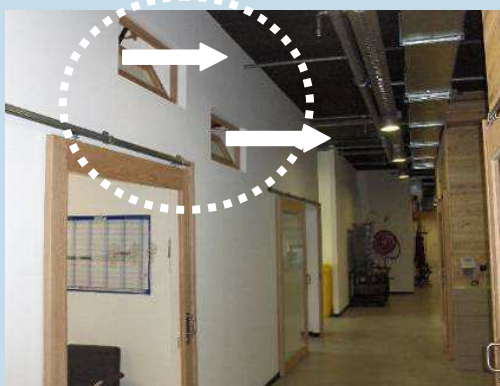
À gauche, imposte à ouverture motorisée dont la taille ne permet pas le passage d'un homme. A droite, coupole d'extraction naturelle dans un caisson à lamelles, également anti-intrusion (Source : Matriciel).

### 3.3. Les ouvertures de transfert

Avec un night cooling par ventilation transversale (peu efficace en ville) ou par effet cheminée, il est nécessaire de prévoir des ouvertures de transfert dans les cloisons intérieures. La solution la plus simple est de maintenir les portes intérieures ouvertes durant la nuit. Cela pose cependant souvent des problèmes notamment dans les bâtiments publics, ou lorsque l'on souhaite profiter du système en journée (si la température extérieure n'est pas plus élevée que la température intérieure). Une solution peut être de confectionner des fenêtres ouvrantes directement dans les cloisons intérieures ou en imposte des portes.

#### CAMELEON

Des fenêtres ont été aménagées dans les cloisons des bureaux pour permettre le transfert entre les bureaux et les extracteurs de toiture. Leur manipulation est manuelle.



(Source : Caméléon)

#### CPAS RUE VANPE

Au CPAS de Forest, le maître d'ouvrage a considéré que les portes resteraient ouvertes durant les nuits d'été. On mise ainsi sur la collaboration des occupants pour la prise en charge de leur ambiance.

### 3.4. Les finitions intérieures

Le night cooling se base sur le stockage de la chaleur de la journée dans la masse du bâtiment pour que celle-ci ne provoque pas une montée excessive en température de l'ambiance et l'évacuation de cette chaleur durant la nuit, grâce à la ventilation.

Il est donc nécessaire de disposer d'une capacité de stockage dans la structure du bâtiment. On parle d'inertie thermique du bâtiment. Ce rôle est principalement joué par les dalles de plancher et de plafond. Cela signifie que des bâtiments refroidis par « night cooling » devraient, de préférence, ne pas disposer de faux-plafond et



de faux-plancher. On pourrait encore accepter soit un faux-plafond soit un faux-plancher mais combiner les deux risque de compromettre la démarche de night-cooling. Il est à noter aussi que le mobilier, les stocks... intérieurs peuvent aussi jouer le rôle d'absorbant acoustique.

### **CAMELEON**

Toutes les dalles du bâtiment ont été conservées brutes, de même que certaines parois intérieures. Dans le magasin, le confort acoustique est tout naturellement assuré par la marchandise : les vêtements. Les hauteurs sous plafond disponibles permettent aisément les distributions techniques.

Dans les bureaux, ce sont les cloisons intérieures recouvertes de lattes de bois recyclées qui permettent une faible réflexion du bruit. Les gaines de ventilation circulaires sont apparentes, comme d'ailleurs dans les bureaux du bâtiment Beckman à Uccle.



(Source : Caméléon)

### **MUNDO-B**

Dans cette rénovation de bureaux, la structure et les plafonds en béton sont visibles entre les panneaux destinés à améliorer l'acoustique. L'air frais de la nuit peut alors circuler librement entre les panneaux acoustiques et la dalle



Exemple de faux plafonds partiels (Source : Bruxelles Environnement - IBGE)

Pour plus d'informations sur le projet Mundo-B, voir la fiche du **PROJET BATIMENTS EXEMPLAIRES n°067 (2008)**.

## **3.5. Aménagement des locaux intérieurs**

Ensuite, il faut s'assurer que l'aménagement intérieur corresponde bien à la répartition des ouvertures.



## CAMELEON

L'aménagement des cloisons intérieures, a posteriori peut perturber l'efficacité du free cooling dans certaines zones.

Prenons 2 exemples concrets rencontrés dans le magasin Caméléon :

- La modulation de la ventilation ne se fait pas par un degré d'ouverture différent de chaque fenêtre mais en variant le nombre de fenêtres ouvertes. En journée, apparaissent ainsi des zones, à plus forts apports de chaleur, en l'occurrence une zone de cabine d'essayage qui malheureusement ne se retrouvent pas en vis-à-vis d'une ouverture. Solution : la commande électrique des fenêtres doit être adaptée à l'aménagement des plateaux.
- Une autre zone, celle des caisses, ne se trouve pas dans le flux d'air s'échappant par l'atrium cela est dû à des cloisons aménagées après conception du système. Ici des ventilateurs hélicoïdaux décoratifs, sans gainage ont été ajoutés pour forcer l'air au travers de la zone.

## 4. PROTECTION VIS-A-VIS DU MONDE EXTERIEUR

Les ouvertures en façade sont souvent sécurisées le plus souvent au moyen de grilles.

La grille joue également le rôle de protection vis-à-vis de la pluie et est équipée d'un grillage ou moustiquaire, vis-à-vis du monde animal.

La configuration de l'ouvrant peut également jouer le rôle de protection : fenêtres (non accessibles) en ouverture tombante ou en projection vers l'extérieur, ...

Les ouvertures en toiture peuvent être verticales et protégées de façon semblable aux ouvertures de façade. Si elles sont horizontales une automatisation avec capteurs de pluie est nécessaire.

## CAMELEON

Tous les systèmes sont presque présents dans le bâtiment Caméléon.

Dans les zones de bureau, les ouvertures manuelles sont protégées par une grille fixe en bois sur les fenêtres accessibles de plein pied et en aluminium sur les fenêtres élevées.



Ouvertures manuelles des bureaux

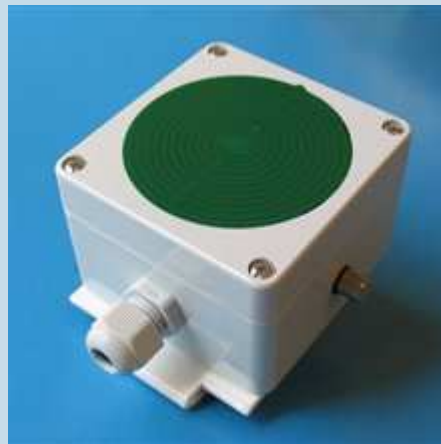


Ouvertures motorisées et grillagées des salles de vente

(Source : Caméléon)



Dans les salles de vente, les ouvertures de façades sont des fenêtres « à jalousie » protégées par un grillage extérieur. Ce type d'ouverture offre une certaine protection contre la pluie. Par contre, les ouvertures en toiture sont horizontales. Elles permettent aux occupants de voir le ciel de l'intérieur mais ne sont naturellement pas protégées de la pluie. A l'origine l'installation était équipée de 2 capteurs de pluie.



Capteur de pluie MR 42 Rain Sensor (Source : Mierij. A titre illustratif)

Cependant, suite à la crainte de l'occupant de voir sa marchandise détériorée durant la nuit par un orage, des tests du système ont été effectués. On a ainsi pu mesurer que dès qu'une goutte d'eau tombe sur le capteur, l'ensemble de la toiture se referme en 6. 7 secondes. Encore faut-il que les premières gouttes tombent sur le capteur. Or celui-ci n'a un diamètre que de 7 cm. Plusieurs solutions ont été envisagées comme couvrir les ouvertures d'un cabanon ajouré. Pour des raisons esthétiques et de coût, il a été décidé plutôt de démultiplier le nombre de capteurs autour de l'atrium.

Rappelons que le choix des ouvertures horizontales a été dicté par la hauteur de l'atrium central. Des ouvertures pratiquées dans les parois latérales de celui-ci auraient demandé de rehausser la toiture d'environ 2 m.

Une autre problématique est apparue à la mise en route du bâtiment : les ouvertures en toiture n'étaient pas protégées contre l'intrusion des oiseaux (les dégâts que pourraient faire ces derniers sur les vêtements pourraient être énormes). Un filet de protection intégré à l'ouverture était possible à l'installation. Sachant que les ouvertures sont manipulées par vérins situés sous les panneaux mobiles, le placement a posteriori de ce filet est aussi possible mais plus problématique.

#### **CPAS RUE VANPE**

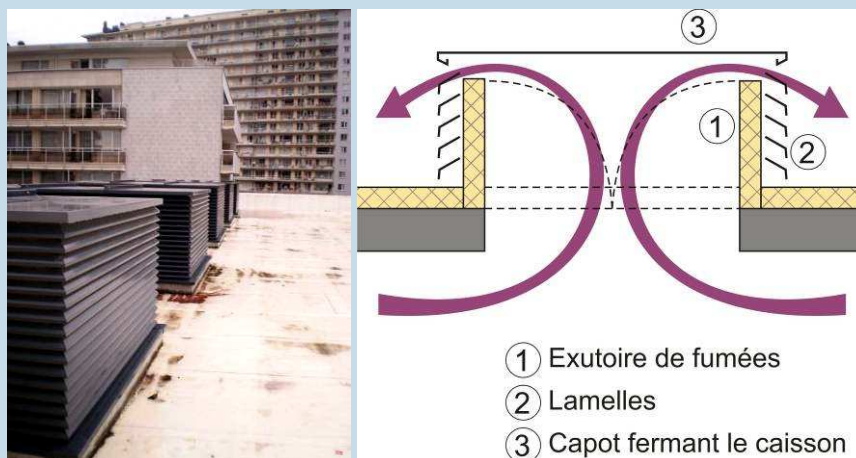
Pour les bureaux du CPAS, le principe de protection est semblable à celui des salles de vente de Caméléon : des ouvertures en façade en partie protégées par leur position en retrait ou par leur ouverture tombante.

La protection contre la pluie est gérée par une station météo.



## RUE A.NYS

Grâce à la conception des caissons à lamelles horizontales, la ventilation naturelle peut se faire même en cas de pluie.



(Source : Matriciel)

## 5. RISQUE DE COURANTS D'AIR INCOMMODANTS

L'objectif de la ventilation intensive est de créer un renouvellement d'air de l'ordre de 4 vol/h : 4 fois par heure, l'ensemble de l'air d'un local est renouvelé.

On pourrait imaginer qu'un tel débit engendre des mouvements d'air inconfortables en journée ou encore qui peuvent déranger les objets intérieurs (papiers qui s'envolent, ...).

Comme le montre le calcul ci-dessous, le risque est cependant faible :

Dans un bureau individuel de 20 m<sup>2</sup> (ou 56 m<sup>3</sup>), la ventilation intensive est mise en œuvre grâce à une ouverture en façade correspondant à 2% de la surface au sol (voir 2.3.2.) ou 0,4 m<sup>2</sup>. Faire passer dans cette ouverture, un débit d'air de 4 vol/h (224 m<sup>3</sup>/h ou 0,06 m<sup>3</sup>/s) génère une vitesse d'air de 0,15 m/s, ce qui est inférieur à la valeur couramment reconnue comme « limite de courant d'air ressenti par un occupant » de 0,2 m/s.

Ceci confirme que la valeur de 4 vol/h de renouvellement souvent citée dans la littérature constitue une limite supérieure pour éviter l'inconfort en journée.

## CAMELEON

En fonction des conditions extérieures, le débit d'air dans les locaux peut cependant largement dépasser les 4 vol/h et des situations légèrement problématiques peuvent apparaître.

Par exemple, au sein d'un local accueillant des penderies de vêtements, la détection d'intrusion s'est déclenchée à plusieurs reprises durant la nuit du fait du mouvement du tissu sous l'effet du déplacement d'air. Une fois le détecteur repéré, il a suffi de déplacer les penderies hors du flux d'air principal pour résoudre le problème.

Cela montre que malgré la théorie, il peut être bienvenu de « lester » les papiers abandonnés sur les bureaux le soir ...



## 6. LA PROTECTION INCENDIE

Le système de ventilation intensive et le système prévention incendie peuvent interférer l'un avec l'autre. En effet, la libre circulation de l'air destinée au rafraîchissement dans le bâtiment peut entrer en contradiction avec la démarche de compartimentage incendie. A l'inverse, la ventilation naturelle et la démarche de protection contre l'incendie peuvent être complémentaires : c'est le cas, par exemple, des exutoires de fumée et de chaleur qui peuvent servir de coupole d'extraction naturelle...

### CAMELEON

La configuration de l'ensemble des espaces de vente et de leur système de ventilation sortant de cas « standards », une étude de prévention incendie a dû être menée pour justifier de l'efficacité des mesures mises en œuvre.

Ainsi, dans les salles de vente, les ouvertures naturelles en toiture n'ont pu être utilisées comme exutoires de fumées. En effet, dans des espaces d'un tel volume et communicants en duplex, le cheminement des fumées ne peut être garanti dans tout le bâtiment. C'est pourquoi des tourelles de désenfumage ont été installées en toiture. Celles-ci prennent la main sur les ouvertures naturelles en cas d'alerte. Par contre, les ouvertures en façade participent, elles, à la protection incendie.

Le choix et la disposition des écrans de cantonnement imposés dans les salles de vente ont également dû être étudiés pour ne pas perturber la ventilation intensive de nuit. La plupart des écrans sont ainsi mobiles et ne descendent qu'en cas d'alerte.

Dans la zone des stocks, le risque de propagation d'incendie est important. C'est pourquoi des sprinklers à haut débit et réponse rapide sont imposés (sprinklers ESFR). Pour que ces derniers puissent assurer le rôle d'extinction complète du feu, ils ne peuvent être perturbés par les grands mouvements d'air engendrés par la ventilation intensive. Dès lors, la fermeture des ouvertures de ventilation est commandée en cas d'alarme incendie.

Dans les bureaux, les tourelles d'extraction associées au free cooling se mettent à l'arrêt en cas d'alarme incendie.

## 7. ETANCHEITE A L'AIR DE L'ENVELOPPE

Dans une démarche d'utilisation rationnelle de l'énergie, il est important de limiter les pertes d'étanchéité à l'air de l'enveloppe. Il importe donc que les ouvertures de free cooling ne perturbent pas cette étanchéité en période de chauffe.

La problématique se situe principalement au niveau des fenêtres motorisées : les moteurs utilisés doivent être suffisamment précis et doivent fournir une pression suffisante sur les joints d'étanchéité des fermetures. Une garantie en ce sens doit être demandée au fournisseur. Ce dernier doit en outre être informé de la réalisation d'un éventuel test de contrôle de l'étanchéité après la réalisation du chantier.

Pour plus d'informations, voir également : Fiche 1.1 : « L'étanchéité à l'air : points d'attention récurrents en phase de conception pour assurer l'étanchéité à l'air des bâtiments ».

## 8. PRISE EN MAIN DE LA GESTION

Le night cooling ou le free cooling en général pratiqué par ventilation naturelle est un principe de base que nos aïeux appliquaient déjà : se protéger du soleil en été, stocker la chaleur dans la masse du bâtiment et l'évacuer en ouvrant le bâtiment pour la nuit. Mais ce principe « low tech » peut se transformer en une gestion « high tech » en cas de motorisation des ouvertures.

2 alternatives de gestion sont possibles :

- soit les ouvertures sont motorisées et un système de régulation gère les ouvertures en fonction des conditions de température extérieure et intérieure. Lorsque l'on plante une ventilation par effet cheminée,



souvent, les ouvertures en toiture devront être motorisées. Lorsque les ouvertures ne peuvent être protégées des intempéries, une automatisation, au minimum avec un capteur de pluie s'impose.

- soit les occupants gèrent manuellement leurs ouvertures à leur sortie des locaux. Ce peut être le cas dans les petites structures ou la ventilation nocturne se fait de façon unilatérale, voire transversale. Même si le système est automatisé, souvent les ouvertures de transfert seront manuelles : ouvertures spécifiques dans les parois intérieures ou tout simplement ouverture des portes intérieures. Dans ce cas, il importe de sensibiliser les occupants au principe de gestion de l'ambiance en été.

## **RUE BEECKMAN**

A Uccle, la politique de la commune est de responsabiliser ses employés à la gestion énergétique des bâtiments et non pas de soutenir une politique d'assistance. C'est donc à dessein que les ouvertures sont manuelles. Un occupant qui oublierait cette ouverture en soirée risque donc de ne pas avoir son confort assuré le lendemain.

## **CAMELEON**

Le cas de Caméléon est particulier car le système de ventilation assure la ventilation hygiénique de jour, un free cooling de jour et le night cooling. Le tout avec un algorithme de régulation.

Dans les salles de vente, toute la gestion de la ventilation est automatisée sur base de 3 niveaux d'ouverture :

Faible : 2 extracteurs de toiture situés dans l'atrium assure une ventilation minimale,

Modéré : la moitié des ouvertures en façades sont activées, de même que 4 ouvertures sur 10 en toiture,

Intensif : toutes les ouvertures en façades et en toiture sont opérationnelles.

La commande de ces 2 niveaux répondant à un algorithme de régulation du type :

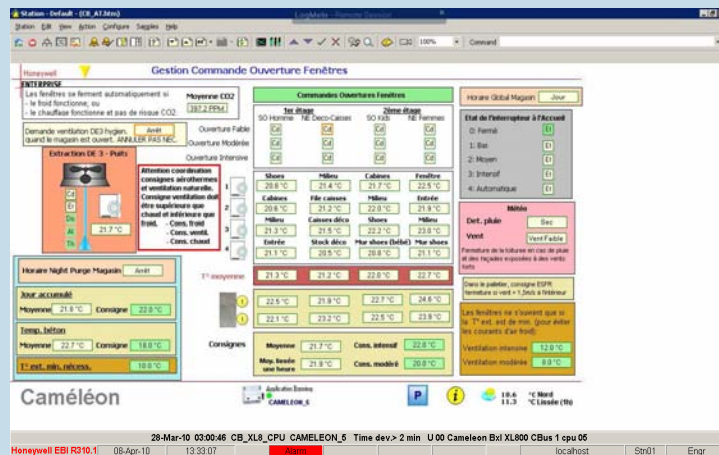
En journée hivernale ( $T_{ext} < 12^{\circ}\text{C}$ ), si la concentration en  $\text{CO}_2$  dépasse un premier seuil de 800 ppm (qui correspond à un débit d'air neuf par personne de l'ordre d'environ  $30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{pers}$ , selon la norme EN 13779), les extractions de toiture se mettent en marche. Si la concentration en  $\text{CO}_2$  continue à grimper, le système se met en mode « modérée », voire « intensive ».

En journée de mi-saison et estivale ( $T_{ext} > 12^{\circ}\text{C}$ ), la régulation  $\text{CO}_2$  est complétée par une régulation sur les températures : au-delà d'un premier seuil de température (par exemple,  $23^{\circ}\text{C}$ ), les ouvertures se mettent en position « modérée ». Au-delà d'un second seuil, le système passe en « intensif ».

Cette régulation permet finalement d'avoir, un bâtiment fortement ouvert en période d'ouverture dans lequel les mouvements d'air donnent au visiteur de se promener dans un espace « naturel », ce sans consommation thermique.







Ecran de gestion de la ventilation naturelle des salles de vente (source : Caméléon)

Durant les nuits estivales, le night cooling entre en jeu. Celui-ci dépendra de la température moyenne ambiante de la journée, de la température mesurée dans la masse du bâtiment (des sondes sont disposées dans les dalles de béton), de la température extérieure et de la température ambiante instantanée. Par exemple, celle-ci ne pourra descendre en dessous de 14°C pour éviter un refroidissement excessif du bâtiment, ce que ne permettrait pas un système purement manuel.

L'ensemble des ouvertures peuvent également, en parallèle, être manipulées manuellement au niveau de divers tableaux électriques, dont un disposé dans l'accueil du magasin.

Il faut l'avouer, la prise en main de la conduite a demandé un certain investissement en temps : Compréhension totale du principe de régulation avec les différentes hiérarchies des commandes (seuils d'enclenchement, dérogations manuelles, capteurs de pluie, horaires de fonctionnement), Ajustement des différents seuils d'enclenchement, en tenant compte en mi-saison du seuil de déclenchement de l'installation de chauffage (il ne s'agit pas de détruire de l'énergie par des ouvertures intempestives), Mise en place d'une méthodologie d'utilisation des dérogations manuelles, Formation du personnel susceptible de prendre en main le système.

Il est également important de constater que, bien que les régulations thermiques modernes permettent de programmer n'importe quel algorithme de commande, les concepteurs des programmes de gestion restent plus familiarisés à la gestion des installations HVAC traditionnelles. Ils peuvent ainsi éprouver certaines difficultés à intégrer le raisonnement sous-tendu par le free cooling et à le traduire dans une imagerie facilement exploitable par un gestionnaire non technicien. Cela ne facilite pas la prise en main et la détection d'éventuelles erreurs de programmation.



# CONCLUSIONS

## 1. EFFICACITE/CONTRAINTES

Le free cooling est une stratégie de froid passive qui peut être efficace et éventuellement permettre à un bâtiment, même tertiaire, de se passer d'une machine de froid traditionnelle.

Néanmoins, pour être réellement optimale, le free cooling réclame une attention particulière dès la conception du projet et jusque dans le détail constructif.

Pour assurer le courant d'air, on favorisera le déplacement naturelle étant donné qu'il 'agit de l'approche la moins consommatrice. Il faut également créer des courants d'air tout en assurant les protections vis-à-vis du monde extérieur (intrusion, pluie...), en évitant les courants d'air incommodants et en ne compromettant pas la protection incendie et l'étanchéité à l'air du bâtiment.

## 2. EXEMPLES D'ETUDES

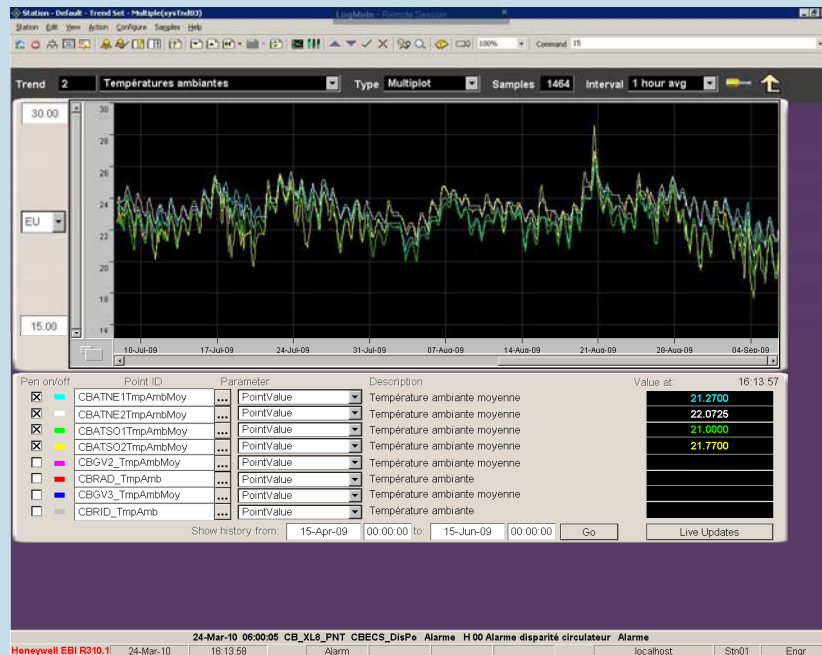
Voici deux exemples d'études de confort réalisés in situ et par simulation thermique dynamique dans deux bâtiments différents.

- L'exemple in situ montre clairement que le free cooling est efficace et apporte un confort très satisfaisant dans le bâtiment même lors d'un été plus chaud que la moyenne ;
- L'exemple de simulation thermique dynamique montre que le free cooling peut fonctionner à condition de s'investir dans des études préalables dès le début du projet.

### CAMELEON

Le bâtiment a vécu son premier été en 2009, été qui sans être caniculaire a été plus chaud que la moyenne avec des températures extérieures souvent proches des 27. 28 °C.

On peut tout de suite dire que le résultat obtenu en terme de confort thermique dans le bâtiment fut un succès, sans devoir recourir au système de production d'eau glacée prévu en secours. Ces résultats ont été obtenus alors que les gestionnaires ont évité au maximum de laisser la toiture s'ouvrir durant la nuit, ce en attendant la démultiplication des capteurs de pluie (la toiture s'ouvre par contre en journée).



Températures ambiantes mesurées dans les salles de vente durant l'été 2009 (Source : Caméléon)



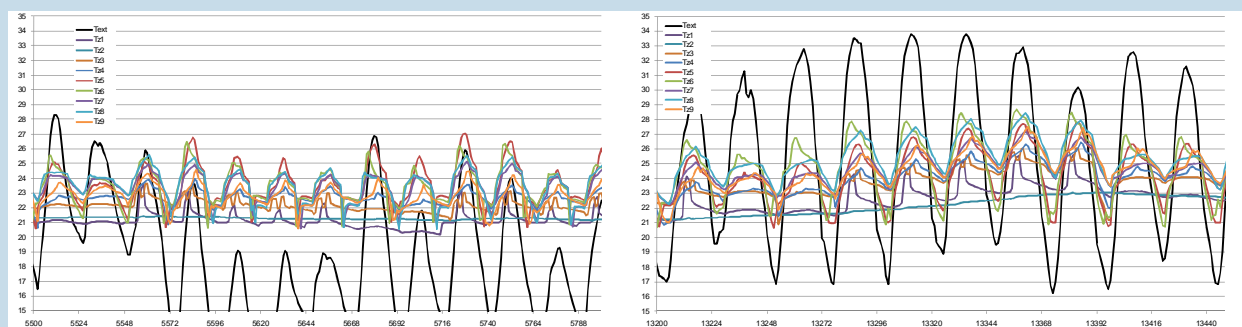
Autre constat, tout aussi important : de l'avis des utilisateurs (travailleurs et clients), le fait de circuler dans un bâtiment « ouvert », dans lequel on sent l'air frais bouger et par moment où l'on peut même voir le ciel, crée une sensation d' « espace de marché » très agréable.

N'oublions pas que cette ouverture n'impacte pas la consommation de chauffage puisqu'elle intervient pour refroidir le bâtiment, c'est-à-dire en dehors de la saison de chauffe. En hiver, il est apparu que le niveau de CO2 dans le magasin n'a jamais atteint la consigne d'ouverture des fenêtres (des pics à maximum 600 ppm sont enregistrés). Cela est, entre autre, dû au grand volume de l'espace.

## CPAS RUE VANPE

Dans ce projet de rénovation, une simulation thermique dynamique a permis de montrer qu'il était possible que les bureaux les plus défavorisés du CPAS de Forest ne subissent pas de surchauffe. Concrètement, il était imposé que la température ne dépasse pas 25°C durant plus de 70h par an lors d'un été moyen (contre 250 h par an sans le night cooling) et en canicule, la température intérieure reste bien en-dessous de la température extérieure.

Pour mémoire, on peut considérer qu'un bâtiment de bureau reste confortable en été si la température intérieure ne dépasse pas 25°C<sup>2</sup> pendant plus de 100 h d'occupation par an et 28°C pendant plus de 20 h par an et si en canicule, elle reste inférieure à la température extérieure de 5 .. 6°C.



Température dans les différentes zones du bâtiment : lors d'un été moyen et lors d'un été caniculaire.

(Source : étude de Matriciel)

## 3. ALTERNATIVES AU FREE COOLING ?

### 3.1. Le géocooling

Comme décrit ci-dessus, le free cooling demande de satisfaire à une série de contraintes qui en fonction des circonstances ou des souhaits du maître d'ouvrage peut rendre son application difficile, voire non désirable.

Par exemple, le maître d'ouvrage promoteur pourrait ne pas vouloir un bâtiment dont la température intérieure d'été, quoique restant dans des critères de confort reconnus, ne peut être maintenue fixe quelles que soient les charges thermiques sur le bâtiment.

Dans ce cas, il existe une autre source de froid « naturel » que l'air extérieur : le sol. On parle alors de géocooling.

Le froid est extrait du sol via une ou plusieurs sondes géothermiques dans lesquels circule de l'eau. Généralement, l'eau froide ainsi produite alimente des plafonds froids, des dalles actives ou encore des batteries de traitement d'air. Dans ce cas, donc, le système de fourniture de froid à l'ambiance est identique à un système de climatisation traditionnel. Seul le mode de production de l'eau froide change pour devenir naturel. En fonction des caractéristiques technique et de la taille de l'installation, il est nécessaire d'introduire

<sup>2</sup> A ce sujet, voir la norme NBN EN 15251.



une demande de permis d'environnement (cfr. installation classées – rubrique 132-A : Installations de refroidissement) auprès du service AUTORISATION de Bruxelles Environnement

Le froid peut aussi être obtenu par captage direct d'une eau souterraine, avec réinjection dans l'aquifère de l'eau captée. En région Bruxelloise, cette technologie est admise. Une demande d'autorisation de captage d'eau souterraine et une demande de permis d'environnement doit obligatoirement être demandée auprès du service AUTORISATION de Bruxelles Environnement - IBGE.

### 3.2. Puits provençal

Cette technique est présentée plus précisément dans la fiche ENE 22 du « Guide pratique pour la construction et la rénovation durables ». Dans la fiche 2.1, il est montré que cette technique est néanmoins peu performante en hiver au regard de son investissement (le système demande des longueurs de conduit enterré importantes). En été, cette technique peut être intéressante si on veut absolument se passer d'une source active de froid et que les autres stratégies de froid passives sont inapplicables et/ou insuffisantes (par exemple, ça peut être le cas dans les logements avec peu d'inertie). Par contre, il faudra veiller aux risques de condensation et aux risques hygiéniques dans le conduit en été, aux pertes de charges supplémentaires, à la position de la prise d'air extérieure...



Rédaction : MATRIciel

Comité de lecture : Bruxelles Environnement - IBGE

Editeurs responsables : J.-P. Hannequart & E. schamp – Gulledelle 100 – 1200 Bruxelles

