



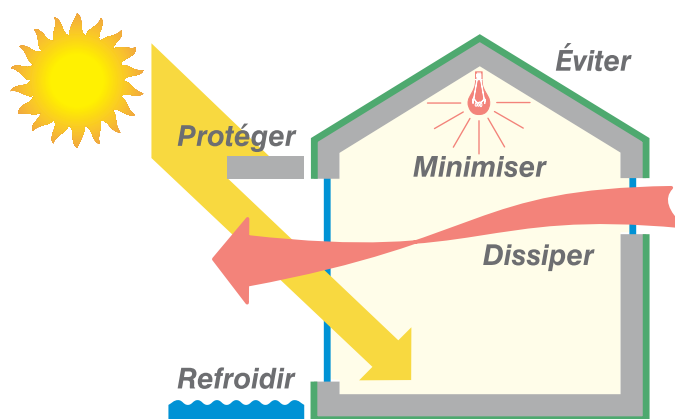
DEVELOPPER UNE STRATEGIE DU FROID

Assurer le confort d'été en limitant au maximum la consommation d'énergie.

PRINCIPES

DEMARCHE

Les canicules récurrentes de ces dernières années font du confort d'été un souci majeur de la conception architecturale. La réponse à ce souci par un recours systématique à la climatisation n'est pas un gage de confort, mais bien une cause d'importantes consommations d'énergie. Cette fiche montre comment, par une réflexion précoce sur la conception du bâtiment, on peut éviter ou limiter le recours à la climatisation.



Concepts de la stratégie du froid.

Les concepts intervenant dans une stratégie du froid sont les suivants :

- La limitation de la demande de froid par la limitation des gains solaires et des charges internes.
- Le rafraîchissement naturel des locaux par une ventilation intensive et une inertie thermique importante.
- L'utilisation raisonnée de l'éventuelle climatisation, par une bonne conception et régulation.

OBJECTIFS

* Minimum :

- Dans les bâtiments climatisés, diminuer la demande de refroidissement par utilisation de protections solaires efficaces et la gestion des installations de climatisation selon les principes d'utilisation rationnelle de l'énergie.



- Dans les bâtiments non climatisés, notamment dans les logements, assurer un confort thermique d'été minimal sur base de l'indicateur de surchauffe proposé par l'ordonnance sur la performance énergétique des bâtiments et le climat intérieur.

****** Conseillé : Renoncer à la climatisation dans les bâtiments qui en disposent tout en assurant le confort d'été, grâce à la combinaison :

- d'une protection solaire efficace
- d'une diminution des charges internes (moins de 40 W/m²)
- d'une ventilation intensive grâce à des ouvertures suffisantes, représentant au moins 4 % de la surface du local
- d'une inertie thermique importante

******* Optimum : En plus des mesures conseillées :

- Intervenir sur le microclimat en créant un jardin, des bassins, une toiture ou des façades végétalisées, etc.
- Profiter de la fraîcheur de la terre via un puits provençal.

La plupart de ces points sont traités plus en détail dans des fiches spécifiques pratiques. Cette fiche-ci aborde plus globalement la question du refroidissement naturel (dit aussi « passif ») et de sa pertinence face à la climatisation.

ELEMENTS DE CHOIX

ASPECTS TECHNIQUES

> Le potentiel du refroidissement naturel

Le choix d'une climatisation ou d'une stratégie de refroidissement naturel doit être basé sur une analyse du comportement du local. Dans les bureaux, si la production de chaleur est importante, par exemple à cause d'équipements de bureautiques ou d'un grand nombre d'occupants, il sera difficile d'éviter une production mécanique de froid. Par contre, dans les logements, ou dans certains locaux tertiaires, il est possible d'éviter ou de réduire l'utilisation de la climatisation.

On estime à 40W/m² le niveau de charges internes en journée au-delà duquel il n'est plus possible d'assurer le confort d'un local de bureau via des techniques de refroidissement naturel. Comme l'indiquent les valeurs-ci-dessous, ce plafond est suffisamment haut pour permettre une occupation « normale » des locaux :

- Occupants : 70 W/personne
- Eclairage : 10 W/m² pour une installation efficace, 20 W/m² pour une installation plus ancienne.
- Bureautique :

	Dégagement de chaleur
1 ordinateur fixe	100 Watts
1 ordinateur fixe écran plat	60 Watts
1 ordinateur portable	30 Watts
1 imprimante	140 Watts
1 télévision	150 Watts

Il est également nécessaire de disposer de protections solaires efficaces (voir fiche ENE13 « Assurer une bonne protection solaire »).



Enfin, d'autres éléments, tels que le risque d'intrusion ou le bruit peuvent dissuader d'ouvrir les fenêtres pour rafraîchir le bâtiment. A ce sujet, quelques pistes de solutions sont proposées dans cette fiche.

ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

> Impact sur la consommation d'énergie

La consommation électrique due à la climatisation des immeubles est très importante. Pour preuve, les saturations des réseaux électriques et le manque de capacité de production constatés ces dernières années lors des canicules. Le pic de consommation électrique coïncide en effet avec une faiblesse de production des centrales électriques, pénalisée par le manque de débit des rivières utilisées dans les circuits de refroidissement.

> Impact écologique des fluides frigorigènes

Bien que, suite au protocole de Montréal, les fluides frigorigènes utilisés par les installations de climatisation ne soient plus aussi nocifs (ils étaient une source importante de gaz à effet de destruction de la couche d'ozone), ceux utilisés actuellement ne sont pas inoffensifs. Notamment, le coût environnemental de leur production n'est pas négligeable.

ASPECTS SOCIAUX ET CULTURELS

> Les raisons du problème

Suite aux chocs pétroliers, les architectes ont cherché à minimiser les consommations d'énergie, par une isolation de plus en plus importante, mais également par une démarche d'architecture « solaire », ou simplement d'architecture très vitrée : jardins d'hiver, serres, grandes baies vitrées se sont multipliées. A cela s'ajoute le nouvel engouement pour les constructions en ossature bois, n'offrant qu'une faible inertie. Cette combinaison de facteurs, et l'augmentation des charges internes (dégagement de chaleur de l'électroménager et de la bureautique, surtout dans les bureaux), rendent les immeubles particulièrement sensibles aux surchauffes. On assiste donc aujourd'hui, avec les théories de l'architecture bioclimatique, à un équilibrage entre les préoccupations énergétiques et de confort d'été.

> La solution de facilité

Sous la pression des canicules récurrentes, le confort d'été est désormais un enjeu architectural mais aussi de société. On évalue en effet à 15 000 le nombre de décès prématurés en France lors de la canicule de 2003. Depuis, les ventes de climatiseurs individuels ont explosé. En France toujours, le nombre de logements climatisés estimé à 4% en 2000 est passé à 10% en 2004 (à comparer aux plus de 65 % aux USA et 85 % au Japon !). Or, durant ces mêmes canicules, des immeubles de bureau et d'habitation offraient à leurs occupants des conditions confortables tout à fait naturellement. Il importe donc que le grand public sache qu'il existe des alternatives à la climatisation.

> Les critères de confort

Les installations de refroidissement sont dimensionnées pour assurer environ 24°C dans les locaux. Or, lorsqu'un occupant a la possibilité d'ouvrir une fenêtre, de se rafraîchir, des températures plus élevées sont tout à fait supportables, surtout lorsqu'il fait très chaud dehors. Lors d'une vague de chaleur, plutôt que de maintenir une consigne de température très basse, provoquant un choc thermique lorsque l'on pénètre dans le bâtiment, il est plus confortable de maintenir une différence de température de quelques degrés seulement. La fiche CSS13 « Redéfinir la notion de confort » aborde ces aspects.

> La réglementation

Pour les logements individuels, l'ordonnance sur la performance énergétique des bâtiments et le climat intérieur (OPEB) propose une procédure de calcul d'un indicateur de confort d'été, appelé $I_{overh,max}$. Celui-ci est corrélé à une probabilité d'avoir recours à une climatisation et impacte le niveau de performance global E proportionnellement à cette probabilité : au plus le risque de surchauffe est élevé, au plus une consommation énergétique théorique de climatisation importante sera comptabilisée, ce qui pénalise le E. Le calcul de cet indicateur est



fait automatiquement dans le logiciel EPB-Software, en tenant compte de tous les aspects décrits dans cette fiche : exposition et protection solaire, masse thermique, niveau d'isolation thermique et de charge interne, et enfin taux de ventilation des locaux.

Lors de l'évaluation du niveau E des bâtiments tertiaires, un calcul théorique de la consommation probable de refroidissement est toujours réalisé, qu'une climatisation soit installée ou non. Le niveau de consommation associé à ce refroidissement sera cependant fortement réduit si le concepteur s'engage à ne pas climatiser et met en œuvre une stratégie de refroidissement naturel efficace.

ARBITRAGE

> Quand choisir une climatisation – quand choisir un refroidissement passif ?

La faisabilité d'un refroidissement naturel dépend de différents critères, tels que le confort acoustique et la sécurité. Le tableau suivant permet de faire un choix :

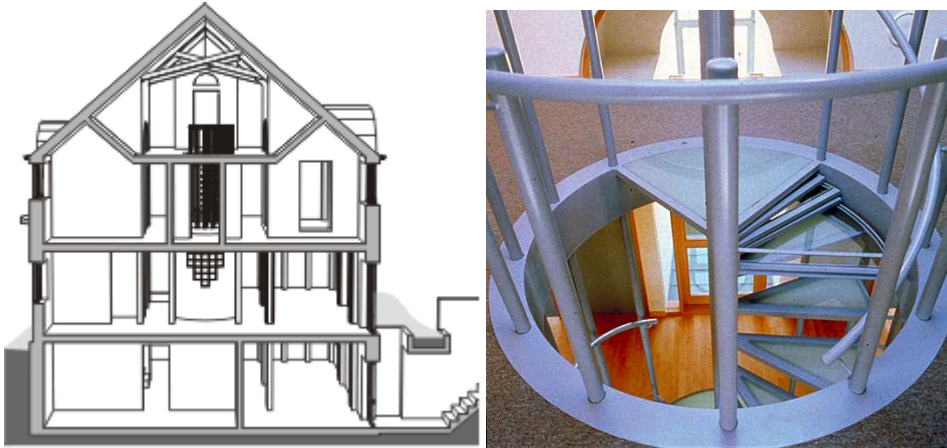
	NON	OUI
L'environnement sonore permet-il l'ouverture des fenêtres au moins la nuit ?	Dans le logement, le refroidissement naturel ne sera pas possible dans les chambres. Dans un bureau, la ventilation intensive devra être automatisée et fonctionner uniquement en l'absence des occupants.	Le refroidissement naturel est possible. Si possible, on l'organisera de jour comme de nuit.
La qualité de l'air extérieur permet-elle une ventilation intensive (odeur, pollution) ?	La ventilation ne pourra être utilisée qu'en l'absence des occupants et lorsque la qualité de l'air est meilleure (la nuit par exemple).	Le refroidissement naturel est possible.
La ventilation intensive peut-elle se faire sans augmenter le risque d'intrusion dans le bâtiment ?	Des dispositifs tels que des grilles, des alarmes et des châssis oscillants devront être prévus.	Le refroidissement naturel est possible.
Est-il possible d'ouvrir des fenêtres sur des façades opposées ou à des étages différents, et d'assurer le passage de l'air entre celles-ci ?	Les surfaces d'ouvertures devront être maximisées pour pouvoir disposer de débits de ventilation suffisants. La combinaison de fenêtres hautes et basses dans un local est un atout.	Le refroidissement naturel est possible.
Les charges internes sont-elles réduites (moins de 40 W/m²) ?	Le refroidissement naturel ne suffira pas.	Le refroidissement naturel est possible.
Les gains solaires sont-ils limités en été par une protection solaire efficace ?	Le refroidissement naturel ne suffira pas.	Le refroidissement naturel est possible.
L'inertie du bâtiment est-elle importante ?	Une ventilation intensive nocturne ne suffira pas.	Le refroidissement naturel est possible.

Si, pour les questions auxquelles vous répondez NON, les mesures proposées ne sont pas applicables, ou s'il est affirmé que « la ventilation intensive ne suffira pas », une installation de climatisation sera nécessaire. Cependant, pour ces situations, l'organisation malgré tout d'une ventilation intensive permettra de diminuer le temps d'utilisation de la climatisation, et donc de réaliser une économie d'énergie.

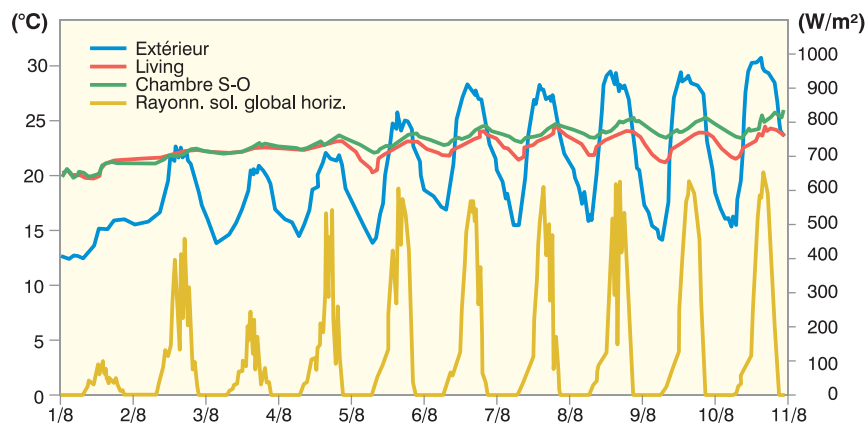


> Exemple concret : la maison Pléiade

Il s'agit d'un bâtiment résidentiel construit à Louvain-la-Neuve en 1994. Il combine une forte isolation, une bonne protection solaire, une masse thermique importante et une possibilité de ventilation intensive de nuit, l'escalier servant de cheminée naturelle. Un monitoring a montré qu'en plein été, les températures intérieures restent tout à fait acceptables.



Coupe dans la maison et photo de l'escalier central, pouvant être fermé ou non pour faire du grenier une zone tampon (en hiver) ou servir de cheminée de ventilation intensive (en été).



Températures relevées dans les différentes pièces de la maison : l'importante inertie thermique permet une grande stabilité des températures tandis que la ventilation de nuit et les protections solaires maintiennent les températures dans une plage de confort.

DANS LA PRATIQUE

Des mesures doivent être prises aux différentes phases de développement et de réalisation du projet :

ESQUISSE

- Les locaux à forts gains internes, tels que les cuisines, les bureaux, les salles de réunion et les salles informatiques, seront orientés au nord pour limiter les gains solaires.
- Pour limiter la pénétration du soleil dans un bâtiment tout en assurant le confort lumineux, on cherchera à ne pas trop s'éloigner d'une surface vitrée égale à 20% de la surface au sol du local à l'Est et à l'Ouest (exigence minimale du Règlement Régional d'Urbanisme), surtout si cette surface n'est pas équipée de protection solaire efficace. Au sud, on pourra installer une grande surface vitrée pour profiter de la chaleur en hiver, pour autant qu'une excellente protection solaire soit prévue.



- Eventuellement : des techniques telles que le puits provençal, l'aménagement de jardins, de bassins peuvent contribuer à réaliser une ambiance confortable en été. Concernant le puits provençal, une fiche spécifique explique pourquoi son intérêt dans des logements est limité. Dans des locaux étanches (certains bureaux par exemple), son utilisation en journée pour rafraîchir l'air hygiénique peut par contre être intéressante.

AVANT-PROJET

> Comment se protéger du soleil

A l'est et à l'ouest, le soleil étant assez bas sur l'horizon, seules des protections solaires verticales sont efficaces (stores extérieurs, claustras, volets, etc.). Au Sud, le soleil est haut en été et bas en hiver. Un auvent de grande dimension peut alors être efficace. La végétation peut également offrir une protection intéressante, notamment des arbres aux feuilles caduques.



Bâtiment tertiaire à Louvain-la-Neuve et maison passive Cobbart à Gand.

> Comment réaliser une ventilation intensive ?

Tout local à fonction de séjour doit disposer d'une fenêtre ouvrante ou d'une porte extérieure afin de pouvoir assurer une ventilation intensive, par exemple en vue de l'évacuation rapide d'odeurs et/ou de la chaleur en été. Ces ouvertures doivent pouvoir rester opérationnelles sans déformer la protection contre l'intrusion du logement.

Pour que la ventilation soit plus efficace, on cherchera, dans un appartement, à ouvrir des fenêtres sur des façades opposées, pour profiter de la pression du vent. Dans une maison, on ouvrira également des fenêtres aux derniers niveaux ou en toiture, afin de créer un effet de cheminée dans le bâtiment.

Idéalement, on maintiendra cette ventilation de nuit, afin de rafraîchir la masse du bâtiment. En journée, cette masse froide, pour autant qu'elle soit suffisante, pourra alors absorber la chaleur de l'ambiance et maintenir une température confortable.

> Comment assurer une inertie thermique suffisante ?

Dans une pièce occupée en journée, l'inertie est importante pour absorber la chaleur diurne dans les matériaux et limiter ainsi le pic de température. La chaleur stockée est alors progressivement éliminée durant la nuit. Pour cela, on évitera les cloisons légères. Dans les bureaux ou commerces, on évitera les faux-plafonds, faux-planchers et moquettes.

Dans une pièce uniquement occupée de nuit, comme une chambre d'adulte, l'inertie doit par contre être faible pour limiter la chaleur emmagasinée dans les matériaux en journée et pour refroidir rapidement l'ambiance par renouvellement de l'air chaud par de l'air frais extérieur.

> Comment évaluer le niveau de confort en été ?

Pour des petits bâtiments, il est rare de bénéficier de l'assistance d'un bureau d'étude spécialisé capable de réaliser une simulation thermique dynamique, seule façon fiable



d'estimer le confort thermique dans un projet particulier. On se tournera donc vers des outils simplifiés :

- Pour les locaux tertiaires, le logiciel alter-clim proposée par Bruxelles-environnement permet d'exploiter une base de données de résultats de simulation dynamique (voir bibliographie).
- Pour les logements, le calcul de l'indicateur de surchauffe proposée par l'ordonnance PEB permet de situer facilement la performance du projet. Utilisé lors de l'avant-projet, il permet d'identifier des pistes d'amélioration.
- Pour les logements également, le logiciel relatif à la Procédure d'Avis Energétique (PAE) dispose lui aussi d'un module surchauffe optionnel permettant de cibler les recommandations.
- Tant pour les logements que pour les bureaux, l'outil de calcul PHPP utilisé notamment dans le cadre de la conception de bâtiment « passifs » (voir fiche ENE12 « Envisager une construction "passive" ») propose entre autres résultats une probabilité d'inconfort. Une valeur maximale de 5% doit être visée. Il s'agit cependant d'un outil dont l'usage nécessite une formation spécifique, et calibré pour les bâtiments thermiquement très performants.

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

AUTRES ELEMENTS A GARDER A L'ESPRIT

Voici une liste de fiches dont les thématiques croisent celles de la stratégie de froid :

- ENE06 – Optimiser la conception des fenêtres
- ENE07 – Permettre une ventilation intensive
- ENE08 – Assurer une grande inertie thermique
- ENE13 – Assurer une bonne protection solaire
- CSS13 – Redéfinir la notion de confort

BIBLIOGRAPHIE

Informations sur le refroidissement naturel de locaux tertiaires.

- Alter-clim : *outil d'aide à la conception de locaux refroidis naturellement* : www.bruxellesenvironnement.be/soussites/alter_clim
- Etude Natvent : <http://projects.bre.co.uk/natvent/>
- Etude Hybvent : <http://hybvent.civil.auc.dk/>

Informations sur les stratégies de froid dans le logement.

- Architecture et Climat, *Les conclusions de Pleiade*, <http://www-climat.arch.ucl.ac.be/pleiade/conclusions-pleiade.pdf>
- Elisabeth Gratia, AMCO2361 – *Physique appliqué au bâtiment – notes de cours*, <http://www-energie2.arch.ucl.ac.be/>
- CD-ROM *Concevoir avec le climat – La maison individuelle*, disponible auprès de la Région Wallonne, www.energie.wallonie.be
- *Guide conseil pour la conception énergétique et durable de logements collectifs*, IBGE, 2006

Informations sur la gestion URE de la climatisation.

- Architecture et Climat, *Guide énergétique des installations – Manuel d'exploitation des bâtiments tertiaires*, 2002, disponible pour téléchargement sur www.bruxellesenvironnement.be
- Energie+, <http://mrw.wallonie.be/energieplus/entree.htm>

Réglementation :

- Ordonnance du 11/07/2007 du Gouvernement de la Région de Bruxelles Capitale sur la performance énergétique des bâtiments et le climat intérieur, disponible sur le site de Bruxelles Environnement : www.bruxellesenvironnement.be

