

**CONCEVOIR ET  
RENOVER  
UN BÂTIMENT  
TERTIAIRE**

LES CAHIERS DES CHARGES *Energie*<sup>+</sup>

## CONCEPTION ÉNERGÉTIQUE D'UN BATIMENT TERTIAIRE

*Version juin 2004*

>> Toute l'information sur l'énergie en Wallonie sur  
<http://energie.wallonie.be>  
(publications, outils techniques, séminaires, aides financières, ...)



**Pour tout renseignement, contactez le  
Facilitateur Tertiaire désigné par la Région wallonne**  
ICEDD  
Institut de Conseil et d'Études de Développement Durable  
Boulevard Frère Orban, 4 – 5000 Namur  
Gauthier Keutgen  
Tél : 081/25 04 80 – fax : 081/25 04 90  
Courriel : [gauthier.keutgen@icedd.be](mailto:gauthier.keutgen@icedd.be)

**RÉINVENTONS  
L'ÉNERGIE**



# Avertissement

## Mode d'utilisation de ce document

La Région wallonne a souhaité fournir aux Maîtres d'Ouvrage, aux bureaux d'études et aux architectes une série d'outils sous la forme de check-lists et de cahiers des charges de référence pour la conception « énergétique » d'un nouveau bâtiment ou sa rénovation :

- **les check-lists doivent servir à clarifier les demandes de performance énergétique** entre un Maître d'Ouvrage et ses opérateurs,
- **les cahiers des charges précisent les critères techniques** à mettre en œuvre pour atteindre ces performances.

Chaque Maître d'Ouvrage reste libre de décider, avec les conseils du bureau d'études et/ou de l'installateur, d'intégrer ou non les recommandations les plus intéressantes et les plus adaptées dans son projet.

Ces recommandations ne sont pas exhaustives et ne dispensent pas d'appliquer les normes et prescriptions réglementaires en vigueur.

Dans un but de promotion des économies d'énergie, des copies d'extraits ou de l'intégralité de ce texte sont souhaitées. Aucune activité commerciale relative à l'utilisation des informations qu'ils contiennent n'est cependant autorisée.

Il appartient à chaque utilisateur de ce document de faire preuve de vigilance et de capacité d'adaptation lorsqu'il sera appelé à rédiger les clauses définitives qui le liera avec son opérateur. En aucun cas, la Région wallonne ou le concepteur du présent n'assumeront une quelconque responsabilité quant à une utilisation erronée ou inappropriée des clauses reprises dans le présent document. La vérification finale reste du ressort de l'utilisateur.

### **Initiative**

Ministère de la Région Wallonne  
DGTRE  
Direction Générale des Technologies,  
de la Recherche et de l'Energie.

Avenue Prince de Liège, 7  
5100 Jambes

### **Réalisation**

Architecture et Climat – UCL  
Place du Levant, 1  
1348 Louvain La Neuve

### **Contact**

Tel : 010/47.21.42  
Fax : 010/47.21.50  
Courriel : [climat@arch.ucl.ac.be](mailto:climat@arch.ucl.ac.be)  
Site Internet : [www-climat.arch.ucl.ac.be](http://www-climat.arch.ucl.ac.be)



# LES CAHIERS DES CHARGES *Energie*<sup>+</sup>

La collection actuelle des documents de référence pour concevoir et rénover un bâtiment du secteur tertiaire est composée de :

## ► Synthèse didactique

- Conception énergétique d'un bâtiment tertiaire

## ► Pour le Maître d'Ouvrage

**Check-lists énergétiques** : "de la programmation à la mise en service"

- Installation de chauffage
- Installation d'eau chaude sanitaire
- Installation d'éclairage
- Installation de ventilation hygiénique
- Installation de climatisation
- Installation d'un grand système de production d'eau chaude solaire
- Installation de cogénération (étude de pré-faisabilité)

## ► Pour les Bureaux d'Etudes et les Installateurs

**Cahiers des charges énergétiques** :

- Installation de chauffage
- Installation d'eau chaude sanitaire
- Installation d'éclairage
- Installation de climatisation (chauffage, refroidissement, ventilation)
- Installation d'un grand système de production d'eau chaude solaire (*en préparation*)

Ces documents sont téléchargeables sur le Site Portail de l'Energie de la Région wallonne – <http://energie.wallonie.be>)



# Objectif du document

Ce document a pour objectif de fournir une aide concrète aux Maîtres d'Ouvrages qui désirent minimiser les consommations énergétiques futures d'un bâtiment qu'ils font construire ou rénover, tout en y assurant le confort des occupants.

C'est une première approche, didactique et globale, de la conception énergétique d'un bâtiment tertiaire. Elle est prolongée par deux autres séries de documents :

- ⇒ des **Check-lists** pratiques, qui détaillent les critères énergétiques à vérifier, par thème (chauffage, éclairage, ...) et répartis tout au long du projet,
- ⇒ des **Cahiers des Charges** techniques à destination des bureaux d'études.

L'ensemble est téléchargeable sur <http://energie.wallonie.be>



Si le Maître d'Ouvrage fait appel à un bureau d'études, il trouvera, en annexe, ces demandes formulées sous forme d'articles de cahier des charges à insérer dans la convention passée entre eux.

## Investir dans l'énergie aujourd'hui ?

1. Avoir un bâtiment efficace d'un point de vue énergétique, c'est s'engager dans **une démarche citoyenne** pour le respect de l'environnement et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le "surcoût" éventuel pour un bâtiment plus efficace est généralement faible par rapport aux coûts de construction ou de rénovation d'un bâtiment.
2. La conception d'un bâtiment et de ses installations influence **le coût d'exploitation** pendant toute la durée de vie du bâtiment et des installations, soit 20, 30 ou 40 ans.
3. La tendance structurelle du **coût de l'énergie** sur 20 ou 30 ans **est à la hausse !** Dans le présent document, la rentabilité a été calculée pour un coût du combustible de 0,3 €/litre fuel ou 0,3 €/m<sup>3</sup> gaz naturel, et pour un coût du kWh électrique de 0,11 € en Heures Pleines, 0,065 € en Heures Creuses et 0,087 € en fonctionnement continu. Le lecteur pourra apprécier, en cas de hausse du prix des énergies, l'intérêt croissant des recommandations.
4. Sous l'impulsion de l'Union Européenne, tous les bâtiments seront soumis dans moins de 10 ans à **des contraintes réglementaires de performances énergétiques**. C'est au moment de la construction ou de la rénovation d'un bâtiment qu'il est le plus facile et le moins coûteux d'améliorer son efficacité énergétique.

# Table des Matières

	Page
I. Diminuer l'énergie liée aux transports effectués par les utilisateurs du bâtiment ;	7
II. Diminuer la consommation des équipements électriques du bâtiment ;	8
III. Etudier l'enveloppe et l'organisation interne du bâtiment :	10
III.1. Optimiser le volume du bâtiment	11
III.2. Limiter les pertes de chaleur	13
III.3. Favoriser l'éclairage naturel	16
III.4. Gérer les apports solaires	19
III.5. Valoriser la fraîcheur de l'air extérieur	30
IV. Bien concevoir les systèmes :	34
IV.1. Le zonage du bâtiment	35
IV.2. L'éclairage artificiel	37
IV.3. Le chauffage	41
IV.4. L'apport d'air neuf	50
IV.5. La climatisation	58
IV.6. La préparation de l'eau chaude sanitaire	75
IV.7. La régulation	80
ANNEXE.	83
Articles à insérer dans les cahiers des charges destinés aux concepteurs (architecte et bureau d'études)	



# I Diminuer l'énergie liée aux transports effectués par les utilisateurs du bâtiment

## Que faire ?

- ▶ Lors du choix de l'implantation, favoriser les terrains situés en ville et/ou près d'une ligne de transports en commun.
- ▶ Prévoir des équipements pour favoriser le transport à pied ou à vélo.



## Pourquoi ?

La consommation d'énergie journalière d'un immeuble de bureaux ramenée au nombre d'occupants est équivalente, en moyenne, à la consommation d'une voiture qui parcourt 15 km. Ainsi, la consommation liée au transport des personnes est souvent plus élevée que la consommation du bâtiment lui-même !

Il est donc utile de veiller à limiter les déplacements en voiture des futurs occupants du bâtiment.

## Concrètement ?

- ▶ Choisir une implantation
  - Accessible à pieds ou à vélo
  - Et/ou accessible efficacement en transports en communs (à proximité d'une ligne de chemin de fer, d'une ligne de bus,...)
  - A proximité des services tels que restaurants, commerces, etc. afin d'éviter des déplacements énergivores pendant les pauses de midi.
- ▶ Favoriser les déplacements à pieds ou à vélo en prévoyant des équipements pour assurer le confort des occupants qui utiliseraient un de ces moyens pour rejoindre leur lieu de travail : emplacements pour ranger les vélos en toute sécurité, douches, casiers pour ranger des vêtements de rechange, accessoires de toilette, etc.

## II Diminuer la consommation des équipements électriques du bâtiment

### Que faire ?

- ▶ Limiter la puissance d'éclairage installée.
- ▶ Equiper l'installation d'éclairage d'une gestion efficace.
- ▶ Choisir des équipements de bureautique à faible consommation.
- ▶ Répartir ces équipements pour limiter les apports de chaleur dans les locaux de vie.

### Pourquoi ?

Il est TOUJOURS intéressant de diminuer la puissance des équipements électriques d'un bâtiment. Celle-ci est totalement transformée en chaleur dans les locaux.

Aussi, la limitation des apports internes électriques peut permettre, avec d'autres mesures, d'éviter l'installation d'un système de refroidissement actif.

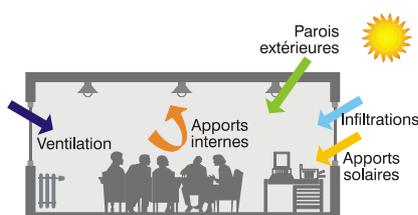
**En hiver**, cet apport de chaleur n'a pas de conséquence sur le confort. Le système de chauffage est simplement un peu moins sollicité. Mais il est plus coûteux d'apporter la chaleur nécessaire au bâtiment par les PC que par le système de chauffage : environ 0.10 €/kWh électrique au lieu de 0.03 €/kWh fuel ou gaz.

**En été**, l'apport de chaleur dû aux équipements électriques entraîne soit un risque d'inconfort dans les locaux non climatisés, soit une consommation de refroidissement.

Par exemple, en diminuant de 1 kW la puissance de l'éclairage, on économise, chaque heure, une consommation directe de 1 kWh. En période de refroidissement, on économise aussi 0,4 kWh de climatisation (COP ou "rendement" moyen = 2.5), consommation qui aurait été nécessaire pour évacuer la chaleur produite par les lampes. Cela représente une économie globale de 1,4 kWh.



Illustrations : Bénédicte Beeckman



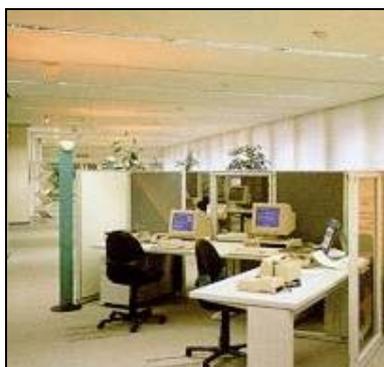
## Concrètement ?



- ▶ Assurer, dans tous les locaux de vie, un éclairage naturel qui rende l'éclairage artificiel nécessaire pendant moins de 40 % du temps d'occupation (voir chapitre III.3).



*Voir article 13 pour cahier des charges en annexe.*



- ▶ Imposer aux concepteurs de limiter à une certaine valeur la puissance installée pour l'éclairage (voir critères du chapitre "éclairage" du cahier des charges URE), et accepter d'investir dans des luminaires efficaces.



*Voir article 16 pour cahier des charges en annexe.*



- ▶ Demander aux concepteurs de prévoir des systèmes de gestion efficace d'éclairage : gestion horaire, gestion en fonction de l'occupation à partir de détecteurs de présence, ...



*Voir article 19 pour cahier des charges en annexe.*

- ▶ Opter pour des écrans plats pour tous les ordinateurs.

- ▶ Demander aux concepteurs d'étudier soigneusement toute autre possibilité de limitation des charges internes produites par les équipements électriques (central téléphonique, matériel électrique particulier).



*Voir article 1 pour cahier des charges en annexe.*



- ▶ Regrouper les équipements les plus dispensateurs de chaleur (photocopieuses, imprimantes, serveurs informatiques, centraux téléphoniques, ...) dans une ou plusieurs zones spécifique du bâtiment (non occupées et/ou rafraîchies naturellement) afin de diminuer les apports internes des locaux de vie.



*Voir article 2 pour cahier des charges en annexe.*

## III Etudier l'enveloppe et l'organisation interne du bâtiment

*L'enveloppe du bâtiment a un rôle déterminant sur sa future consommation. C'est en fonction de ses qualités que les demandes de chaleur et de refroidissement seront plus ou moins importantes. Des équipements de qualité (chaudière, machine frigorifique, ventilateurs, ...), ayant un bon rendement, n'ont qu'une efficacité limitée si la demande n'est pas diminuée autant que possible lors de la conception.*

On relèvera, dans ce chapitre, 6 objectifs à suivre lors de la conception :

### III.1 Optimiser le volume du bâtiment

Limiter les déperditions des façades mais néanmoins profiter de l'éclairage naturel, et faciliter le rafraîchissement par ventilation naturelle.

### III.2 Limiter les pertes de chaleur

Isoler et étanchéifier les façades.

### III.3 Favoriser l'éclairage naturel

Diminuer la consommation en éclairage artificiel et limiter la production de chaleur par les lampes dans le bâtiment. Celles-ci entraînent des surchauffes et, si le bâtiment est climatisé, des consommations de refroidissement.

### III.4 Gérer les apports solaires

Eviter le soleil en été, quand il entraîne de la surchauffe ou des consommations de refroidissement.

En hiver, valoriser l'ensoleillement et profiter ainsi d'apports de chaleur gratuite ou, si les équipements intérieurs apportent déjà beaucoup de chaleur, éviter les apports solaires.

### III.5 Valoriser la fraîcheur de l'air extérieur

Refroidir gratuitement le bâtiment lorsqu'il en a besoin et que la température extérieure est néanmoins inférieure à celle du bâtiment.

### III.1. Optimiser le volume du bâtiment

#### Que faire ?

Trouver, selon la programmation du bâtiment et le contexte d'implantation (forme et taille du terrain, environnement bâti ou paysager, ...), le compromis optimal entre

- ▶ une grande compacité pour limiter les pertes de chaleur
- ▶ une faible compacité pour profiter d'éclairage naturel et faciliter le rafraîchissement par ventilation naturelle.

#### Pourquoi ?



Deux compacités extrêmes :  
un cube et une barre.

- Un bâtiment compact, s'approchant du cube, a peu de pertes de chaleur. La surface de déperdition de l'ensemble de ses façades est limitée par rapport au volume des locaux. Les zones centrales, en contact avec d'autres locaux à la même température, ont beaucoup moins de pertes de chaleur que les locaux périphériques.

Par contre, ces zones sont difficilement éclairées et ventilées naturellement.

- Un bâtiment peu compact (barre, carré avec cour intérieure, présentant de nombreux décrochements, ...) a une surface de façade plus importante par rapport au volume des locaux et aura donc plus de déperditions, et une demande de chauffage accrue.

Par contre, le fait d'avoir plus de locaux en façade permet de les éclairer naturellement, et d'organiser relativement facilement une ventilation naturelle.

Selon les cas, le juste compromis sera en faveur de l'une ou de l'autre solution.

#### Concrètement ?

Dans les bâtiments récents, bien isolés, le problème de la surchauffe et de la consommation de froid prend de plus en plus d'importance par rapport à celui de la consommation de chauffage.



Il convient donc, à priori, de favoriser autant que possible l'éclairage naturel et les possibilités de refroidir naturellement le bâtiment par ventilation naturelle intensive en

- ▶ limitant la profondeur des locaux  
On recommande de limiter la profondeur des bureaux au double de la hauteur du local, soit à environ 6 m.

Ainsi, si deux rangées de bureaux sont séparées par un couloir central, cela donne une profondeur de bâtiment d'environ 15 m.

- ▶ limitant le nombre d'étages à 2 ou 3 idéalement. Les contraintes techniques pour organiser une ventilation naturelle intensive dans des bâtiments plus hauts deviennent très lourdes (exemple : cheminées hautes).

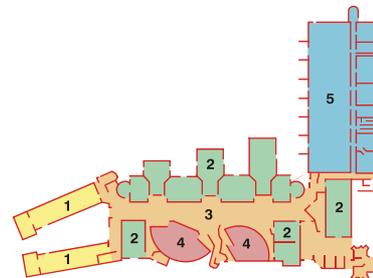


*Voir article 3 pour cahier des charges en annexe.*



*Exemple (à gauche et ci-dessous) : Queen's Building de l'Université de Montfort, en Angleterre. Les locaux, ventilés naturellement, sont agencés par rapport à leur fonction et la développée de l'enveloppe est importante.*

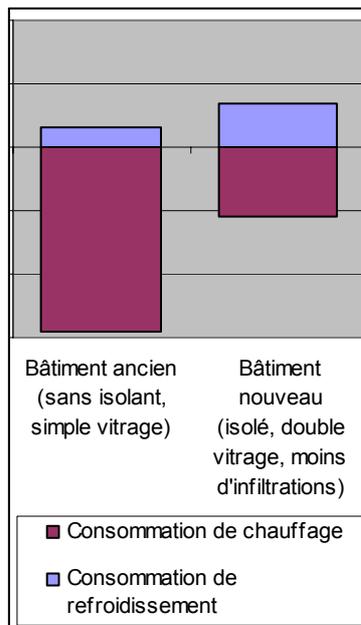
*Plan du premier niveau : 1. ateliers d'électricité 2. salles de cours 3. atrium 4. auditorioires 5. laboratoire de mécanique*



## III.2. Limiter les pertes de chaleur

### Que faire ?

- ▶ Isoler
- ▶ Etanchéifier



Exemple : comparaison d'un bâtiment ancien et d'un bâtiment nouveau isolés différemment



### Pourquoi ?

#### ○ N'isole-t-on pas trop ?

L'accroissement des périodes de surchauffe dans les bâtiments, et le développement des installations de refroidissement mécanique amènent parfois cette question "n'isole-t-on pas trop ?". La réponse est non, on n'isole JAMAIS trop. L'isolation diminue la demande de chauffage en hiver et augmente celle de refroidissement en été, mais le bilan global des consommations annuelles est toujours en sa faveur.

Il est donc toujours utile d'isoler, même si cela entraîne la nécessité de climatiser. Bien entendu, l'idéal est de trouver des solutions naturelles pour rafraîchir le bâtiment et éviter ainsi le refroidissement mécanique.

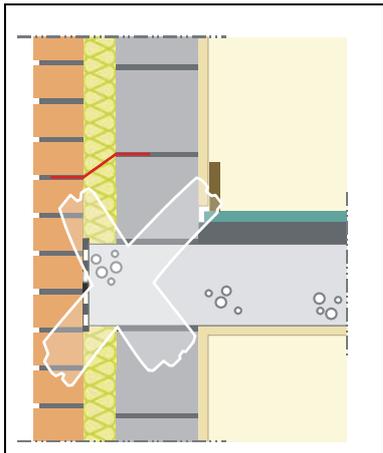
#### ○ Ne faut-il pas laisser le bâtiment respirer ?

Il est en effet important de ventiler un bâtiment. Dans les anciens bâtiments, cette ventilation s'organisait d'elle-même par les parois, les joints entre murs et châssis, les encadrements des portes etc. Si bien que souvent, aucune ventilation n'était organisée : pas de pulsion d'air frais dans les locaux, pas de grilles de ventilation en façade.

Le problème est qu'il est impossible d'arrêter ce type de ventilation lorsqu'elle n'est pas nécessaire, en-dehors des temps d'occupation notamment. Or elle est fortement consommatrice d'énergie.

Il convient donc de réaliser une enveloppe très étanche à l'air (parois, joints, portes, etc.) et d'organiser une ventilation hygiénique qui peut être contrôlée (naturelle ou mécanique).

Ceci n'empêche nullement l'occupant d'ouvrir ses fenêtres s'il le souhaite.



**RÉINVENTONS  
L'ÉNERGIE**

## Concrètement ?

- ▶ Assurer un niveau d'isolation élevé, en maximisant l'épaisseur d'isolant dans les parois opaques (murs, toitures, planchers, etc.)

Imposer aux concepteurs un coefficient de transmission thermique maximal de

- 0,4 W/m<sup>2</sup>.K pour les façades,
- 0,3 W/m<sup>2</sup>.K pour les toitures, et les planchers en contact avec l'extérieur.



*Voir article 4 pour cahier des charges en annexe.*

- ▶ Limiter la surface des vitrages tout en assurant un éclairage naturel suffisant (voir chapitre III.3).



*Voir article 13 pour cahier des charges en annexe.*

- ▶ Choisir des vitrages basse émissivité.



*Voir article 4 pour cahier des charges en annexe.*

- ▶ Donner aux concepteurs le temps et les moyens nécessaires pour étudier les détails de construction à prévoir pour assurer

- la continuité de l'isolation en évitant notamment les ponts thermiques; par exemple la jonction entre l'isolant d'un mur et celui du plancher.

NB : La Région wallonne propose une collection de guides pratiques pour les architectes, notamment sur l'isolation thermique des murs creux et de la toiture inclinée. Pour plus d'informations sur ces guides et les commander, consulter le site portail de l'énergie en Région wallonne "<http://energie.wallonie.be>" - rubrique "Professionnels / Publications / Architectes - Guide pratique".

- l'étanchéité de l'enveloppe à l'air (films étanches, enduits ...)



*Voir article 5 pour cahier des charges en annexe.*



- ▶ Equiper d'un sas les entrées les plus fréquentées du bâtiment.

Outre l'économie directe sur le chauffage, le sas permet d'éviter un inconfort local (courants d'air) qui génère parfois des régulations énergivores.

Exemples : augmentation de la T° de consigne, de la durée de fonctionnement du chauffage, ...

### III.3. Favoriser l'éclairage naturel

#### Que faire ?

- ▶ Favoriser l'éclairage naturel



#### Pourquoi ?

Un éclairage naturel efficace dans tous les locaux de vie (où les occupants séjournent plusieurs heures par jour) permet

- d'améliorer le confort du personnel, ce qui a une influence bénéfique sur leur efficacité
- de diminuer la consommation d'éclairage artificiel et, dans les bâtiments climatisés, la consommation de refroidissement nécessaire pour éliminer l'apport de chaleur des luminaires.

Nous disons "peut permettre" parce qu'un bon éclairage naturel ne garantit pas la faible utilisation de l'éclairage artificiel. Encore faut-il une bonne gestion (gestion automatique, motivation des utilisateurs, ...).

Mais à l'inverse, un mauvais éclairage naturel garantit, même avec une très bonne gestion de l'éclairage, une utilisation quasi permanente de l'éclairage artificiel.

Il convient donc d'étudier l'éclairage naturel des locaux de vie avec soin lors de la conception du bâtiment.

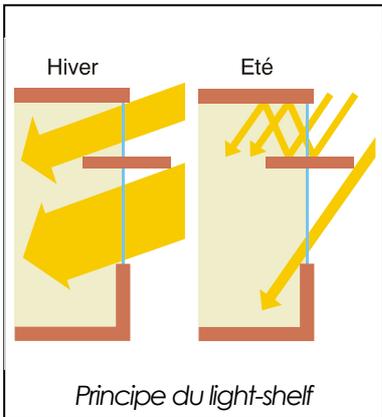
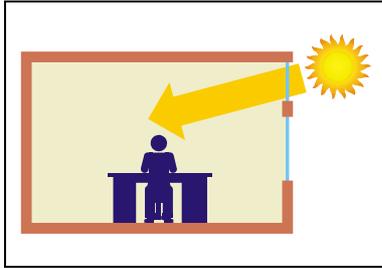
#### Concrètement ?

- ▶ Assurer, dans tous les locaux de vie, un éclairage naturel qui rende l'éclairage artificiel nécessaire pendant moins de 40 % du temps d'occupation.



*Voir article 13 pour cahier des charges en annexe.*

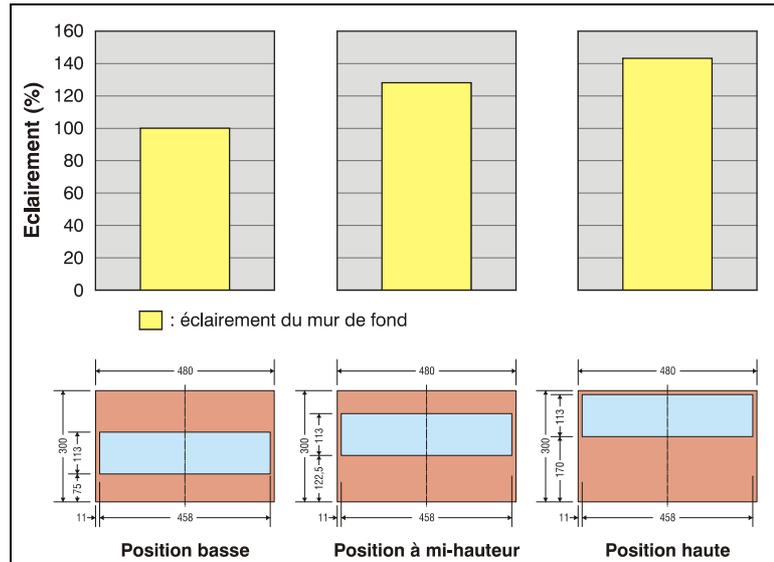
Remarque importante : Il n'est pas nécessaire, pour atteindre cet objectif, de vitrer entièrement la façade. Au contraire, le fait de vitrer l'allège



(partie inférieure de la paroi extérieure) n'apporte que peu de lumière supplémentaire mais beaucoup de chaleur.

- Situer les surfaces vitrées en partie supérieure des parois.

A surface égale, l'efficacité lumineuse d'une fenêtre est maximale lorsqu'elle est située au niveau du plafond. Elle apporte ainsi un bon éclairage au fond du local.



Exemple :

Pour un même local de 7 m de profondeur, le fond du local recevra un éclairage d'une valeur 100 pour une fenêtre basse, un éclairage de 128 pour la même fenêtre située à mi-hauteur, et une valeur 143 pour une fenêtre haute.

- A surface et hauteur égales, préférer une large baie à plusieurs fenêtres étroites. Elle apporte une répartition plus uniforme de la lumière dans l'espace.

Remarque : au CSTC, il existe des installations permettant d'étudier, notamment sur maquette, la qualité de l'éclairage naturel d'un projet de construction. ([www.cstc-lumiere.be](http://www.cstc-lumiere.be))

- Utiliser des light-shelves ou un éclairage zénithal pour améliorer la qualité ou le niveau de l'éclairage naturel de locaux profonds.

Le light-shelf est un auvent, dont la surface supérieure est réfléchissante. Il permet de rediriger la lumière naturelle vers le plafond, et de la faire pénétrer profondément dans le local.



- ▶ Etudier les possibilités d'apporter de l'éclairage naturel à l'intérieur du bâtiment.

Diverses techniques existent :

- Eclairage zénithal mais en surface limitée.
- Puits de lumière
- Conduit solaire



*Voir article 14 pour cahier des charges en annexe.*

### III.4. Gérer les apports solaires



Les apports solaires

- peuvent être bénéfiques en hiver, lorsque le bâtiment doit être chauffé, en procurant de la chaleur gratuite;
- sont inopportuns en été, entraînant des surchauffes et donc de l'inconfort.

La conception du bâtiment peut permettre de favoriser ou d'éviter ces apports, de façon permanente ou périodique (à certaines saisons, à certains moments) via

- > l'orientation des façades ;
- > la configuration de la fenêtre ;
- > la protection solaire.

#### III.4.A. Gérer les apports solaires via l'orientation

##### Que faire ?

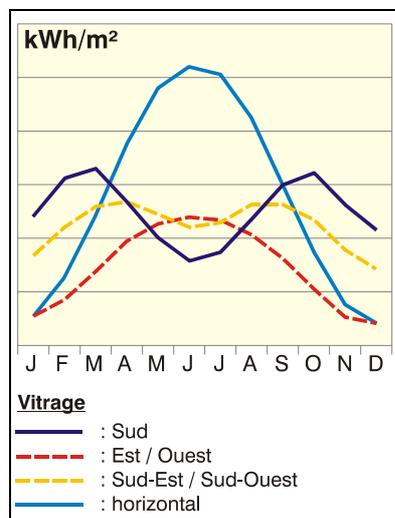
- ▶ Adapter si possible l'orientation du bâtiment au comportement thermique des locaux.

##### Pourquoi ?

Selon son orientation les apports solaires à travers une surface vitrée verticale sont plus ou moins importants, et ont une intensité différente selon la saison.

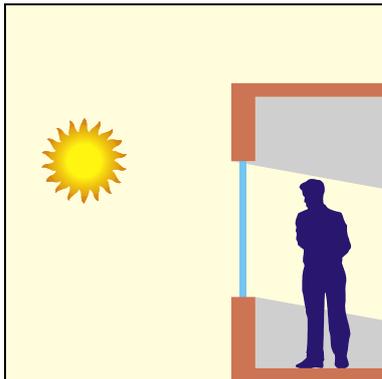
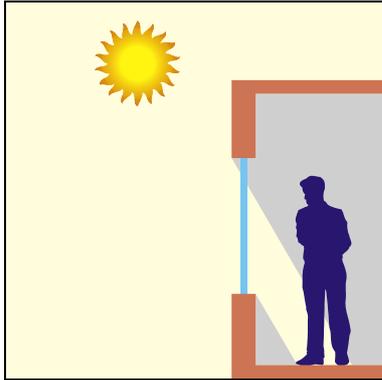
Ainsi, comme le montre la figure ci-contre,

- une fenêtre orientée à l'est reçoit très peu de soleil en hiver, un peu plus en mi-saison, et un maximum en été.
- Une fenêtre orientée au sud reçoit globalement plus de soleil qu'une fenêtre orientée à l'est, mais réparti autrement : un maximum en mi-saison, un peu moins en hiver, et encore moins en été.



Gains solaires par ciel serein en Belgique, à travers un double vitrage vertical orienté

- au sud
  - à l'est / ouest
  - au sud-est / sud-ouest
- et pour un double vitrage horizontal.



Comparons une orientation sud à une orientation est ou ouest.

> Orientation sud :

Cette surface vitrée est intéressante pour des locaux n'ayant pas trop d'apports internes, qui ont besoin de chaleur en hiver et éventuellement en mi-saison. En effet, l'apport solaire valorisable en hiver et en mi-saison est assez conséquent.

En été, les apports solaires se produisent lorsque le soleil est haut. Il est facile dans ce cas, de s'en protéger par des auvents, éventuellement fixes.

> Orientation est ou ouest :

Cette surface vitrée convient mieux aux locaux ayant des apports internes tellement importants qu'ils n'ont quasiment pas besoin de chauffage, même en hiver. En effet, l'apport solaire hivernal est inférieur à celui d'une surface sud.

Par contre, en été, une protection solaire sera indispensable. Le soleil étant relativement bas sur l'horizon pour ces orientations, des auvents horizontaux ne seront pas efficaces. La protection solaire sera un store extérieur mobile ou sera un vitrage "sélectif". Il existe en effet des vitrages spéciaux qui arrêtent une partie plus ou moins importante du rayonnement solaire, tout en laissant passer le flux lumineux (voir III.4.C).

Néanmoins, pour ces locaux, une orientation nord sera d'autant mieux appropriée.

### Concrètement ?

Si on s'en tient aux considérations ci-dessus, la réponse à la question "quelle orientation" paraît simple.

Mais il faut tenir compte de la globalité du bâtiment. Les bâtiments sont souvent rectangulaires, et une façade sud est alors associée à une façade nord. Celle-ci ne bénéficiant d'aucun apport solaire (ou presque), le bilan global d'un bâtiment orienté nord-sud peut être équivalent à celui d'un bâtiment orienté est-ouest.

Ce bilan dépendra

- des surfaces de vitrages choisies sur chacune des façades (pas nécessairement les mêmes),



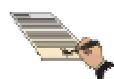
Exemple : bâtiment environnemental du BRE (Angleterre)  
Façade nord (à gauche) et façade sud (à droite)



- de l'usage des locaux, on peut ainsi avoir des locaux avec de faibles apports internes en façade sud et des locaux avec de forts apports internes (bureautique) en façade nord
- du type de protection solaire choisie en fonction de l'aspect visuel, du coût, des contraintes d'entretien et de gestion éventuelle, ...
- de l'ombrage naturel qu'offre l'environnement (autres bâtiments, végétation, ...)

Il n'y a donc pas de réponse simple à appliquer les yeux fermés.

Aux concepteurs d'étudier les avantages et inconvénients de telle ou telle orientation, éventuellement à l'aide d'une simulation informatique.



*Voir article 6 pour cahier des charges en annexe.*

Remarque : si les toitures sont inclinées, orienter une façade au sud permet de valoriser au mieux le chauffage de l'eau chaude sanitaire par des capteurs solaires.

Si les capteurs sont placés sur une toiture plate, ils peuvent être exposés de façon optimale, indépendamment de l'orientation du bâtiment.

### III.4.B. Gérer les apports solaires via le choix de la configuration des fenêtres

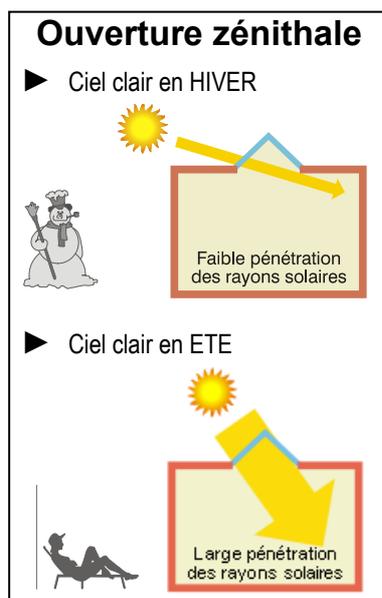
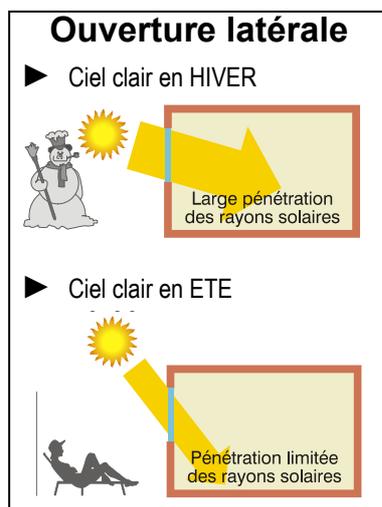
#### Que faire ?

- ▶ Limiter la surface des vitrages
- ▶ Privilégier les surfaces vitrées verticales



#### Pourquoi ?

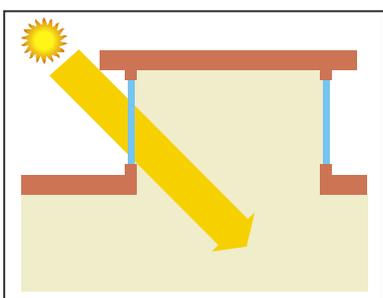
- L'augmentation de la surface de vitrage, sans adaptation de la protection solaire, entraîne toujours
  - dans un bâtiment climatisé, une augmentation de la consommation totale (chauffage et refroidissement),
  - dans un bâtiment non refroidi mécaniquement, une augmentation de la surchauffe, avec un risque de dépasser les limites acceptables de confort et, la plupart du temps, une augmentation de la consommation de chauffage. En effet, les déperditions thermiques sont plus importantes et sont rarement compensées par les apports solaires supplémentaires (bilan précis fonction de l'isolation du vitrage, de son orientation et de l'ombrage).
- Thermiquement, les surfaces vitrées verticales sont mieux adaptées aux besoins des locaux que les surfaces vitrées horizontales.



Une ouverture verticale favorise la pénétration des rayons l'hiver, quand le soleil est bas, tandis qu'elle limite la pénétration des rayons l'été lorsque le soleil est haut.

A l'inverse, une ouverture zénithale est favorable à la pénétration des rayons l'été, mais limite la pénétration des rayons en hiver lorsque le soleil est bas.

Les surfaces vitrées horizontales apportent donc très peu de chaleur en hiver, et causent beaucoup de surchauffe en été.



## Concrètement ?

- ▶ Eviter l'excès de vitrage, pour les fenêtres verticales, mais encore davantage pour les surfaces vitrées horizontales.

- ▶ Eviter de vitrer totalement les locaux

Si une surface minimale est nécessaire pour assurer l'éclairage naturel des locaux, et le confort visuel des occupants (vue vers l'extérieur, contact avec l'environnement, ...), une trop grande surface est inutile. Vitrer les allèges est, par exemple, particulièrement inefficace. Cela n'apporte que peu de lumière et beaucoup de chaleur.

Une façade totalement vitrée n'est donc pas nécessaire. Sans compter qu'elle limite parfois la créativité architecturale...



*Voir article 13 pour cahier des charges en annexe.*

- ▶ Pour les locaux situés en façade, privilégier les surfaces vitrées verticales en façade aux surfaces vitrées horizontales en toiture.
- ▶ Analyser plus particulièrement les locaux de coin.

Ils ont en effet souvent deux fois plus de vitrage que les autres locaux, et sont donc plus consommateurs et/ou plus sujets aux surchauffes : ils perdent plus de chaleur et reçoivent plus de rayonnement solaire.



*Voir article 7 pour cahier des charges en annexe.*

- ▶ Pour éclairer des locaux qui ne sont pas situés en façade, envisager des solutions alternatives aux coupoles en toiture.

Par exemple : rehausse de toiture et vitrage verticaux plutôt que le placement de coupoles.



*Voir article 15 pour cahier des charges en annexe.*



*Ci-dessus : La circulation du lycée Vinci de Calais est éclairée par un bandeau lumineux sur toute la longueur, quelques coupoles de surface limitée en toiture, et des pignons vitrés. Aucune climatisation n'est nécessaire*  
*A gauche : Zone de circulation totalement vitrée Si elle n'est pas climatisée, l'énergie incidente entraîne des surchauffes en été*

### III.4.C. Gérer les apports solaires par la protection solaire.

*Remarque : on entend par "protection solaire" tout élément qui réduit, temporairement ou continuellement, la pénétration des rayons solaires à travers une baie, par rapport à un vitrage clair. Ainsi, le choix d'un vitrage spécial est une protection solaire au même titre qu'un store ou un auvent.*

#### Que faire ?

- ▶ Adapter le vitrage et la protection solaire de chaque ensemble de locaux, en fonction de l'ensoleillement et des apports internes.

#### Pourquoi ?



On comprend facilement que le choix et la position de protections solaires doivent dépendre des conditions d'ensoleillement.

Sur les façades souvent ombragées par la végétation ou les bâtiments environnants, des protections solaires sont inutiles.



Il semble par contre plus étonnant de tenir compte des apports internes ... Cela s'explique pourtant.

Aussi longtemps que les apports internes d'un local restent faibles, celui-ci a besoin d'être chauffé. Les apports solaires d'hiver sont les bienvenus. Ils diminuent la consommation de chauffage.



Lorsque les apports internes augmentent, la demande de chauffage diminue, et lorsqu'ils sont vraiment importants, il n'y a plus (ou quasi plus) de besoin de chauffage. Les apports solaires, même en hiver, entraînent alors de la surchauffe ou des consommations de refroidissement. Il convient de les éviter temporairement en été, ou même toute l'année.

La solution optimale choisie pour chaque local devrait donc être différente en fonction de l'usage du local, de son orientation, et de l'ombrage de l'environnement. Cette contrainte peut apporter une certaine dynamique de conception. Mais si on décide d'adopter la même solution pour toute une façade, ou pour tout un bâtiment, ce doit être en connaissance de cause.



## Quelles distinctions entre les différentes protections solaires ?

### o Les protections mobiles :

Stores vénitiens (lamelles horizontales), stores enroulables, stores à lamelles (verticales).

*Avantage :*

- Avec ce type de stores la protection peut être adaptée constamment aux conditions extérieures et intérieures. Ils protègent du soleil dès que nécessaire, et permettent de capter l'énergie solaire gratuite lorsqu'elle est utile.

*Inconvénients :*

- La gestion manuelle n'est pas optimale, la gestion automatique est plus efficace, mais aussi plus coûteuse.
- Les éléments mobiles s'abîment plus vite que les protections fixes.

### o Les auvents :

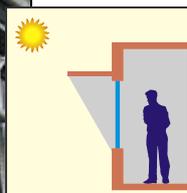
Brise-soleil (grilles), avancées architecturales, retrait des fenêtres,...

Le système est fixe et le degré de protection varie systématiquement en fonction de l'heure et de la saison.

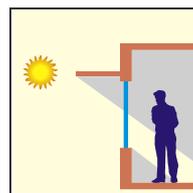
*Avantages :*

- Protection efficace en été, au sud, lorsque le soleil est haut, et qu'on souhaite à priori éviter les apports de chaleur.
- Laisse pénétrer le rayonnement solaire en hiver, lorsque le soleil est bas, pour chauffer le local.

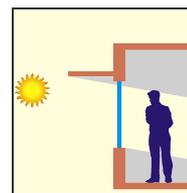
*Un auvent en façade sud :*



en été



en mi-saison



en hiver

- Plus résistant, dans le temps, qu'une protection mobile.



- Élément architectural qui peut participer à l'esthétique de l'ensemble

*Inconvénients :*

- L'efficacité des auvents horizontaux est très limitée pour les façades est et ouest, le soleil étant généralement bas sur l'horizon comparé à une façade sud.
- Le degré de protection solaire ne peut pas être modifié par l'occupant, il ne dépend que de la position du soleil.
- L'éblouissement intérieur reste très important (difficulté du travail sur écran, par exemple)

o Les protections permanentes :

Vitrages spéciaux ne transmettant qu'une partie du rayonnement solaire, films collés contre le vitrage (en rénovation).

Le Facteur Solaire (FS) donne la proportion de l'énergie solaire disponible qui entre dans le local. Par exemple, pour un FS=0.3, 30% des apports solaires seulement entrent dans le local.

*Avantage :*

- La protection est fixe et intégrée au vitrage. Son entretien est donc très aisé.

*Inconvénients :*

- La protection solaire est constante, quelle que soit l'heure ou la saison. Le local ne profite donc que très peu des apports solaires en hiver.
- La lumière est réfléchiée en partie vers l'environnement extérieur, ce qui peut causer l'éblouissement des occupants des bâtiments voisins ou des usagers de la rue.

Remarque :

Si ces vitrages ont une coloration assez prononcée (brun, bleu, vert, argenté), la transmission lumineuse devient faible : la lumière naturelle disponible dans le local est inférieure à celle disponible avec un vitrage clair traditionnel.



Conscients de ce problème, les fabricants ont développé de nouveaux produits plus performants.

Par exemple,

- des vitrages réfléchissants ( $FS=0,25$ ), de couleur presque neutre (il n'y a pas d'effet miroir) mais atténuant partiellement la transmission lumineuse.
- des vitrages "sélectifs" qui offrent une protection contre l'énergie solaire correcte ( $FS \cong 0,4$ ), une coloration très faible et une transmission lumineuse qui se rapproche de celle des doubles vitrages clairs.

### Concrètement ?

- ▶ Si les apports internes sont faibles (faible densité d'occupation, éclairage performant, écrans plats, ...), évaluer l'utilité d'une protection solaire pour l'été.

Envisager en priorité

- > les stores extérieurs avec gestion automatique.
- > des auvents en façade sud.

- ▶ Si les apports internes sont relativement importants (éclairage et écrans traditionnels), évaluer l'intérêt d'une protection solaire, non seulement en été mais également en mi-saison et en hiver. Envisager en priorité des stores extérieurs avec gestion automatique.

- ▶ Si les apports internes sont très importants (forte densité d'occupation, éclairage et écrans traditionnels, imprimantes dans les bureaux, ...), des stores extérieurs gérés automatiquement ou des protections solaires permanentes seront nécessaires.

Dans chacune de ces situations, l'évaluation doit se faire en fonction de l'orientation de la façade, de l'ombrage dont elle bénéficie, de la surface de vitrage et du système de refroidissement envisagé (mécanique ou naturel), de préférence par simulation informatique.



*Voir article 8 pour cahier des charges en annexe.*



- ▶ Evaluer également la nécessité d'équiper de protections solaires les fenêtres intérieures donnant sur un atrium.



*Voir article 9 pour cahier des charges en annexe.*



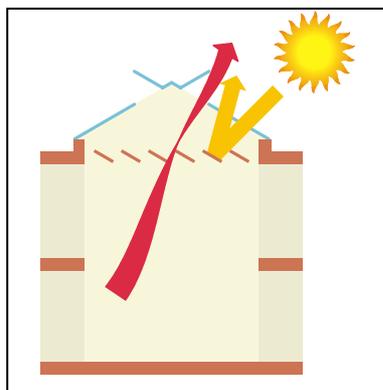
- ▶ Dans le cas particulier des atriums, envisager différentes solutions pour gérer les apports solaires par la toiture vitrée :
  - des protections solaires traditionnelles (stores à lamelles, stores enroulables, vitrages spéciaux,...),
  - des dispositifs d'ombrage (exemples ci-contre), éventuellement amovibles,
  - l'ouverture de la partie supérieure de l'atrium en cas de surchauffe. Ces ouvertures, partielles ou totales, doivent permettre l'évacuation du "bouchon" d'air chaud en partie supérieure de l'atrium.



*Voir article 9 pour cahier des charges en annexe.*



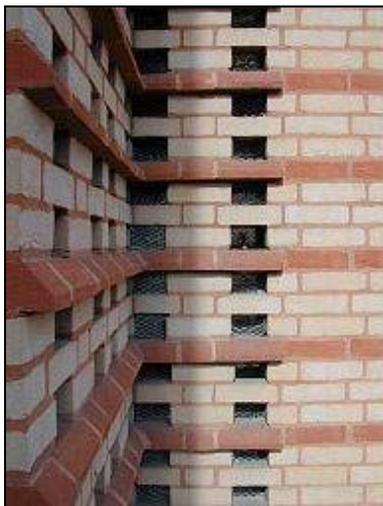
Ces différents dispositifs peuvent éventuellement se compléter, mais doivent être compatibles entre eux. Des stores ne doivent pas, par exemple, empêcher l'air chaud d'être évacué. On sera également attentif à la compatibilité des ouvertures de l'atrium avec les impositions en matière de protection incendie.



### III.5. Valoriser la fraîcheur de l'air extérieur

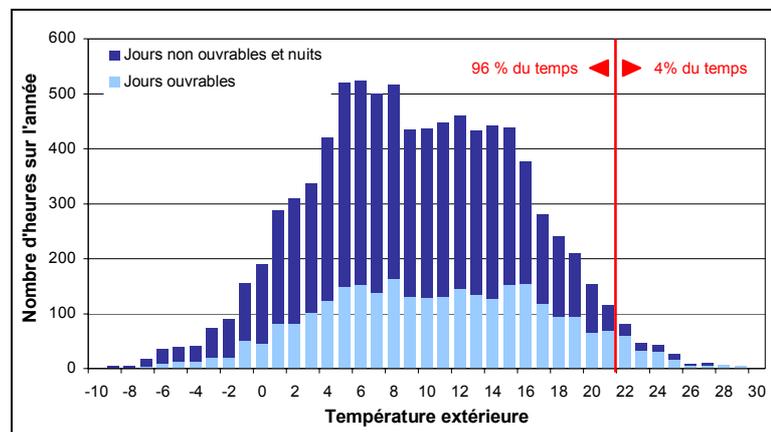
#### Que faire ?

- Organiser une perméabilité contrôlable de l'enveloppe (via des fenêtres, des grilles, des ventelles, ...) et ainsi profiter gratuitement de l'air frais extérieur pour refroidir le bâtiment lorsqu'il est en surchauffe.



#### Pourquoi ?

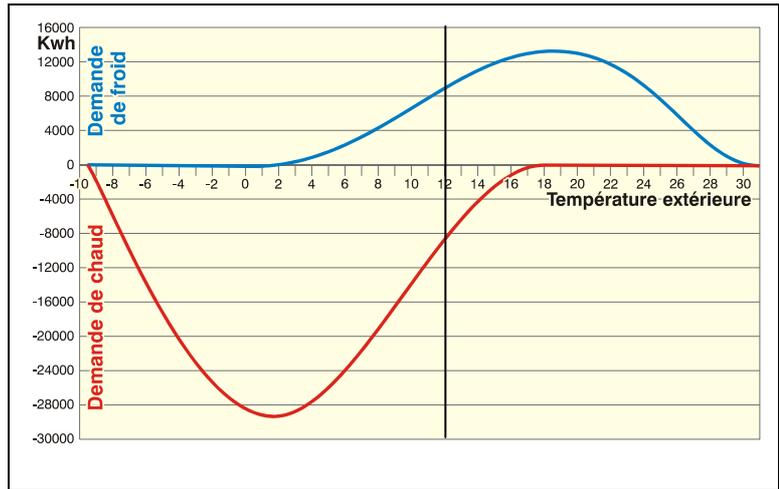
En Belgique, la température extérieure de l'air est inférieure à celle du bâtiment (entre 21 et 25°C) pendant la majorité de l'année (vois schéma ci-dessous).



Occurrence des températures extérieures pendant une année type moyenne en Belgique

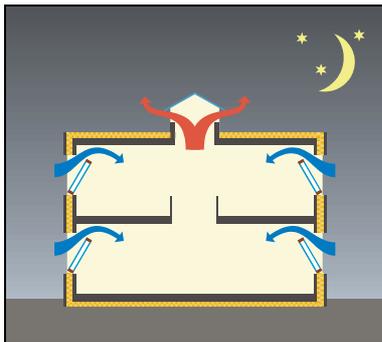
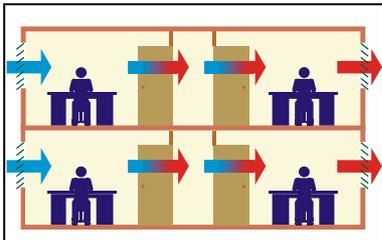
Or, un bâtiment n'est pas refroidi uniquement lorsque la température extérieure est élevée. Suite aux apports internes (occupation, bureautique, etc.) et aux apports solaires, un bâtiment isolé est aussi refroidi alors qu'il fait frais dehors.

C'est ce que montre le schéma page suivante. Il reprend pour chaque niveau de température extérieure, la somme des demandes de chaud et de froid sur une année type.



*Demandes annuelles de chaleur (en rouge) et de froid (en bleu) en fonction de la température extérieure.*

*Exemple : sur l'ensemble des heures de l'année pendant lesquelles la température extérieure était de 12°C, le bâtiment étudié a eu besoin de 9.500 kWh de froid et de 8.000 kWh de chaud.*



Une partie non négligeable de la demande de froid peut donc être satisfaite, en Belgique, en valorisant cet air frais extérieur, ce qui entraîne de considérables économies d'énergie. Le refroidissement actif peut même être totalement éliminé, remplacé par une ventilation naturelle (de jour et/ou de nuit). Celle-ci sera très appréciée par les occupants qui se plaignent parfois du bruit et des problèmes de santé liés au refroidissement mécanique. Ils apprécient tout particulièrement la possibilité d'ouvrir leurs fenêtres.

## Concrètement ?

- Offrir aux occupants la possibilité d'ouvrir leur fenêtre, pour autant que les conditions acoustiques et mécaniques le permettent.

**Attention :** Un budget doit être prévu pour mettre en place les équipements de régulation adéquats pour

- ne pas chauffer lorsque les fenêtres sont ouvertes ;
- ne pas refroidir lorsque les fenêtres sont ouvertes et que la température extérieure est supérieure à celle ambiante ;



- éviter la condensation sur certains équipements comme les plafonds froids.

Il arrive, en effet, si l'air extérieur est très humide, que l'eau qu'il contient condense sur les parois froides d'un appareil de climatisation comme cela arrive parfois, en hiver, sur un simple vitrage.



*Voir article 10 pour cahier des charges en annexe.*



- Favoriser la possibilité d'un refroidissement naturel par ventilation (de nuit et/ou de jour):

- Limiter les apports internes (voir chapitre II).
- Limiter les apports solaires (voir chapitre III.4).
- Favoriser l'inertie thermique (éviter faux-plafonds et faux-plancher, préférer le carrelage au tapis plain, ...)
- Limiter le nombre d'étages



*Voir article 11 pour cahier des charges en annexe.*

*Exemple : siège central de la société IVEG à Anvers :*



*Grilles et ouvrants motorisés en façade, cheminées d'extraction.  
Inertie thermique accessible dans les bureaux grâce au carrelage au sol et aux faux-plafonds partiels.*

- Demander aux concepteurs d'étudier la possibilité de refroidir naturellement par ventilation.

On veillera particulièrement à faire effectuer cette étude si un atrium est prévu. Il peut favoriser une ventilation naturelle en assurant un certain tirage de l'air.

En pratique, on estimera le confort comme satisfaisant si une simulation dynamique (basée sur une année climatique-type) prévoit au maximum

- 100 heures par an au-dessus de 25,5 °C,
- dont 20 heures par an au-dessus de 28°C.

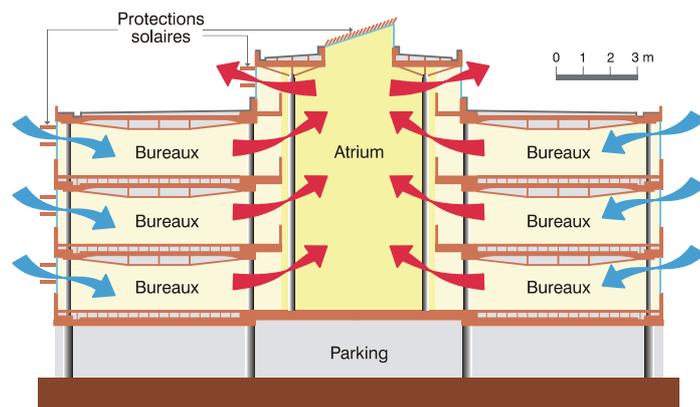


Voir article 12 pour cahier des charges en annexe.



Exemple : Siège de l'entreprise "Powergen" en Angleterre.

Ci-contre, les fenêtres d'extraction motorisées, situées au 4<sup>ème</sup> niveau et commandées par la GTC.



## **IV Bien concevoir les systèmes (éclairage, ventilation, eau chaude sanitaire, chauffage et refroidissement éventuellement)**

*Bien choisir les équipements, ce n'est pas seulement choisir des équipements performants, avec un bon rendement. C'est aussi (et surtout ?) choisir l'équipement adapté à la configuration et à l'utilisation du local, ainsi qu'à la gestion qui en est attendue.*

On abordera, dans ce chapitre,

### **IV.1 le zonage du bâtiment**

puis on traitera du système :

### **IV.2 d'éclairage artificiel**

### **IV.3 de chauffage**

### **IV.4 d'apport d'air neuf**

### **IV.5 de climatisation**

### **IV.6 de préparation de l'eau chaude sanitaire**

et enfin de l'importance des équipements de

### **IV.7 régulation.**

## IV.1. Etudier le zonage du bâtiment

### Que faire ?

- ▶ Grouper les locaux
  - De même fonction
  - De même horaire d'occupation
- ▶ Adapter le système au type et au mode d'occupation des différentes zones.

### Pourquoi ?

#### Concevoir un système adapté aux besoins

Exemple : le besoin de refroidissement d'une salle de réunion est souvent en grande partie lié à la présence des occupants. Son système de refroidissement est donc optimal lorsqu'il est couplé avec la ventilation (système "tout air"). Ce qui n'est pas le cas d'un bureau pour lequel le besoin en refroidissement est lié aux équipements et à l'ensoleillement. Un système de refroidissement "à eau glacée", distinct de la ventilation, convient mieux.

#### Limiter les coûts de transport

Pour installer des systèmes spécifiques en fonction des différents usages des locaux, il faut que ceux-ci soient groupés. Sans cela, le coût et la complexité qu'entraîne les grandes longueurs de canalisation et/ou gaine aboutissent à un choix unique de système.

#### Optimiser le temps de fonctionnement

Dans un bâtiment, certains locaux peuvent être occupés à des périodes différentes.

Exemple : certaines classes d'une école sont utilisées, en soirée, pour des cours de musique ou des cours à horaire décalé pour adultes.

Pour pouvoir gérer distinctement deux locaux, ils doivent parfois être branchés sur des gaines et/ou des circuits différents.

### Concrètement ?

- ▶ Grouper les locaux à fortes charges internes : salles informatiques, cafétéria, salles de réunion, etc.



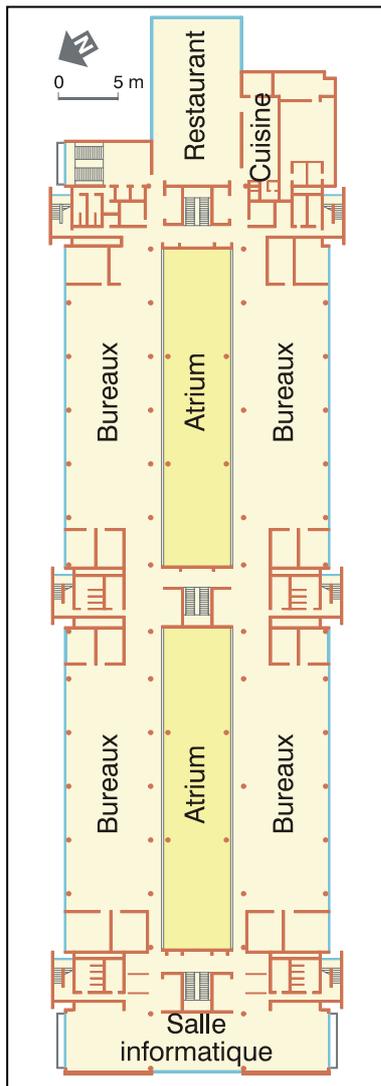


Grouper plus spécifiquement entre eux

- les locaux à forte concentration d'équipements électriques.
- les salles de réunion.

Exemple (schéma à gauche) :

Dans le centre administratif de Powergen en Angleterre, les équipements informatiques les plus importants (serveurs, imprimantes laser, etc.) sont regroupés dans des locaux séparés non occupés (notamment la salle informatique à l'extrémité nord, en bas sur le schéma ci-contre), en dehors des bureaux paysagers. Ces locaux sont climatisés tandis que les bureaux, dans lesquels la charge interne est diminuée, sont refroidis par ventilation naturelle.



- ▶ Grouper les locaux dont le fonctionnement horaire sera similaire.

Par exemple, les locaux utilisés strictement en journée, et les locaux susceptibles d'être occupés en soirée ou le week-end.

- ▶ Grouper les locaux qui doivent être gérés ensemble.

Par exemple pour une comptabilisation indépendante de la consommation.



Voir article 22 pour cahier des charges en annexe.

Remarque : le groupement de locaux peut se faire sur un seul étage mais également sur plusieurs étages. On peut par exemple superposer les salles de réunions et avoir une salle par étage, plutôt que de les concentrer sur un plateau.

- ▶ Pour le chauffage comme pour le refroidissement mécanique, envisager une production spécifique (chaudière indépendante) si une petite partie du bâtiment doit être chauffée/refroidie en dehors des heures d'occupation du reste du bâtiment (conciergerie, corps de garde, ...).



Voir article 23 pour cahier des charges en annexe.

- ▶ Limiter la surface maximale d'une même zone thermique (chauffée ou climatisée) à 2500 m<sup>2</sup>.

Il convient d'éviter qu'une dérogation locale n'implique la relance inutile d'une zone trop importante.

## IV.2. Bien concevoir le système d'éclairage artificiel

Lors de la conception du système d'éclairage, il est possible d'agir sur

- > le dimensionnement
  - > l'efficacité des systèmes d'éclairage
  - > la durée de fonctionnement de l'installation
- pour limiter ses consommations futures.

### IV.2.A. Le dimensionnement

#### Que faire ?

- ▶ Favoriser l'éclairage naturel
- ▶ Définir clairement les besoins
- ▶ Les respecter strictement.



#### Pourquoi ?

La consommation d'éclairage d'un bâtiment est totalement transformée en chaleur dans les locaux. Limiter la puissance de l'éclairage et sa durée de fonctionnement permet

- ▶ de diminuer la consommation directe d'électricité,
- ▶ de diminuer les charges internes des locaux, et ainsi
  - d'améliorer le confort d'été (moins d'heures de surchauffe et donc plus de possibilités d'éviter la climatisation)
  - ou de limiter la consommation de refroidissement.

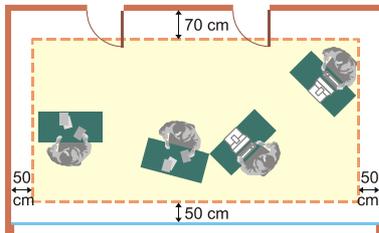
#### Concrètement ?

- ▶ Favoriser l'éclairage naturel lors de la conception du bâtiment (voir point III.3).
- ▶ Dimensionner l'éclairage pour répondre strictement aux besoins d'éclairage et d'uniformité dans la partie du lieu de travail dans laquelle la tâche visuelle est exécutée (la "zone de travail").

Il est en effet inutile d'éclairer les zones de circulation ou de rangement avec la même intensité.



*Voir article 17 pour cahier des charges en annexe.*



*Zone de travail définie dans un bureau  
En principe, aucune tâche visuelle  
n'est exécutée dans les zones "mortes  
situées le long des murs*

- Définir clairement les besoins (niveau d'éclairage et uniformité) et les paramètres de dimensionnement ainsi que la zone de travail.

Cela permettra de comparer les offres faites par différents fabricants.



*Voir article 18 pour cahier des charges en annexe.*

- Limiter la puissance installée.

Celle-ci ne devrait pas dépasser les limites fixées à l'article 1.14 du "cahier des charges énergétiques d'une installation d'éclairage".

Par exemple pour des bureaux :

2.5 W/m<sup>2</sup>/100 lux soit 10 à 12.5 W/m<sup>2</sup>.

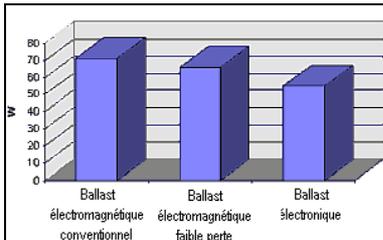


*Voir article 16 pour cahier des charges en annexe.*

## IV.2.B.Efficacité des systèmes d'éclairage

### Que faire ?

- ▶ Adapter le choix du système d'éclairage, des luminaires et/ou des lampes à chaque type de local.



Consommation d'une lampe de 58 W en fonction du type de ballast



### Pourquoi ?

Certains luminaires sont plus efficaces que d'autres. Ils n'apportent pas tous le même niveau de confort ou le même aspect esthétique.

Il convient donc d'adapter le choix des luminaires à chaque type de local afin d'assurer le confort des occupants tout en minimisant les consommations futures.

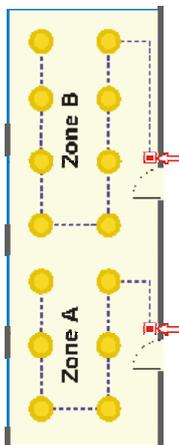
### Concrètement ?

- ▶ Ne pas éclairer un local uniquement au moyen d'un éclairage indirect.
- ▶ Ne pas éclairer un local par des lampes halogènes ou à incandescence. Si certains locaux doivent disposer d'un éclairage décoratif, l'assurer si possible au moyen de lampes fluocompactes ou de lampes aux iodures métalliques à brûleur céramique.
- ▶ Equiper les luminaires pour lampes fluorescentes de ballasts électroniques. Ils ont une consommation plus faible que les ballasts conventionnels.
- ▶ Dans les locaux de bureau, assurer le niveau d'éclairage au moyen de luminaires locaux, dédiés à chaque zone de travail individuelle, combinés à un éclairage général de plus faible puissance. Ce système permet de limiter la consommation lorsqu'un bureau avec plusieurs postes de travail n'est pas occupé par la totalité des utilisateurs.
- ▶ Choisir des luminaires à haut rendement lumineux, c'est-à-dire équipés d'optique en aluminium performant, muni d'une attestation de mesure de ce rendement.

## IV.2.C.La durée de fonctionnement

### Que faire ?

- ▶ Prévoir lors de la conception du circuit électrique un découpage de l'installation d'éclairage
- ▶ Installer une gestion efficace.



### Pourquoi ?

Des économies appréciables peuvent être réalisées en adaptant le temps d'allumage et le flux lumineux à l'occupation réelle des locaux et aux besoins effectifs en éclairage.

Le système d'éclairage devrait donc permettre :

- l'extinction de l'éclairage artificiel si l'éclairage naturel est suffisant,
- la diminution du flux lumineux lorsque l'éclairage naturel peut satisfaire partiellement le besoin d'éclairage,
- l'extinction de l'éclairage d'un local lorsqu'il est inoccupé.

### Concrètement ?

- ▶ Donner le temps et les moyens aux concepteurs pour étudier le réseau électrique du bâtiment afin de mettre en place une gestion efficace des installations : il doit permettre d'éteindre une partie seulement des luminaires : une zone du local, la rangée près de la fenêtre, 2 luminaires sur 3, etc.

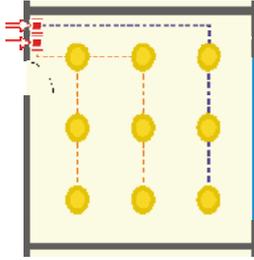


*Voir article 19 pour cahier des charges en annexe.*

- ▶ Prévoir une commande d'éclairage propre pour chaque zone ayant un éclairage naturel différent ou une activité indépendante.

Exemples :

- Dans un grand local, découper la commande de l'éclairage en différentes zones pour permettre un allumage différencié en fonction des besoins.



- Prévoir une commande indépendante pour la rangée de luminaires la plus proche des fenêtres.

- ▶ Pour les locaux dont l'occupation est variable mais ne peut être programmée, étudier l'intérêt de commander l'extinction des luminaires au moyen d'une détection de présence.



*Voir article 20 pour cahier des charges en annexe.*



*Détecteur de présence*

- ▶ Pour les locaux dont le temps d'occupation journalière est important, envisager une gestion du flux lumineux en fonction de l'éclairage naturel disponible.



*Voir article 21 pour cahier des charges en annexe.*



*Capteur de flux lumineux*

### IV.3. Bien concevoir le système de chauffage

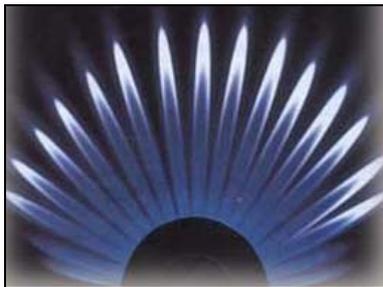
Pour bien concevoir le système de chauffage, il convient, dans les premières étapes de l'élaboration d'un projet, d'être attentif

- > au choix du vecteur énergétique,
- > au choix de la production de chaleur,
- > à la conception de la distribution du système de chauffage,
- > au choix de l'émission.

#### IV.3.A. Choix du vecteur énergétique du système de chauffage

##### Que faire ?

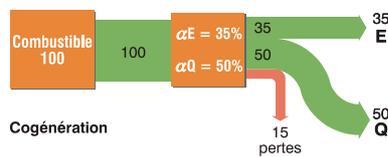
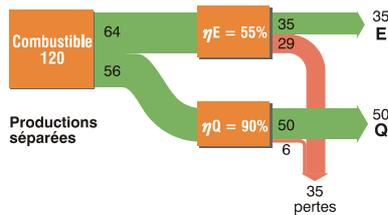
- ▶ Etudier la possibilité de solutions alternatives aux choix classiques : cogénération, chauffage au bois
- ▶ Evaluer l'intérêt des différents vecteurs énergétique



##### Pourquoi ?

Les différentes sources d'énergie disponibles pour faire fonctionner une installation de chauffage n'ont pas le même impact sur l'environnement :

- Le gaz est actuellement le combustible dont la combustion a le moins d'impact local sur l'environnement.
- Le rendement des systèmes de chauffage électrique est celui des centrales électriques. Avec le parc actuel, il est d'environ 40%, seulement.  
De plus, à ce jour, le prix de revient de la chaleur électrique est double de celui de la chaleur gaz ou fuel.
- En zone rurale, le chauffage au bois sera toujours écologiquement avantageux (on ne fait que réémettre le CO<sub>2</sub> capté pour la croissance de l'arbre). Une étude de faisabilité en déterminera l'intérêt économique.
- La cogénération permet de produire localement de l'électricité et de récupérer simultanément de



RÉINVENTONS  
L'ÉNERGIE



la chaleur (dans les gaz d'échappement du générateur, dans l'eau de refroidissement et dans l'huile de lubrification) pour produire de l'eau chaude sanitaire ou tout type de chauffage. Le rendement global est donc meilleur qu'en productions séparées.

Exemple ci-contre : pour obtenir 35 kWh d'électricité et 50kWh de chaleur, il faut 1,2 fois plus de combustible en production séparée qu'en cogénération.

La Région wallonne propose des aides à l'investissement pour cette technique et met à votre disposition un ensemble d'informations : guide, CD-Rom, cas types pour l'étude de pré-faisabilité, check-list pour élaborer le cahier des charges de l'étude de faisabilité, ... Vous pouvez également obtenir des conseils personnalisés auprès du facilitateur cogénération à l'ICEDD, ([www.icedd.be](http://www.icedd.be)).

Pour plus d'infos, consulter le site portail de l'énergie en Région wallonne (<http://energie.wallonie.be>), menu "thématique", rubrique "La cogénération".

## Concrètement ?

- ▶ Envisager la cogénération (électricité + chaleur) et demander une étude de faisabilité préalable
  - si les besoins de chaleur sont importants et assez constants : hôpitaux, homes, réseau de chaleur, ...
  - et surtout si la consommation dépasse un équivalent de 100 000 litres de fuel ou m<sup>3</sup> de gaz par an.



*Voir article 24 pour cahier des charges en annexe.*

- ▶ En zone rurale, envisager le chauffage au bois en demandant une étude préalable de faisabilité. Le chauffage au bois y sera de toute façon toujours écologiquement avantageux (émissions de CO<sub>2</sub>).



*Voir article 25 pour cahier des charges en annexe.*

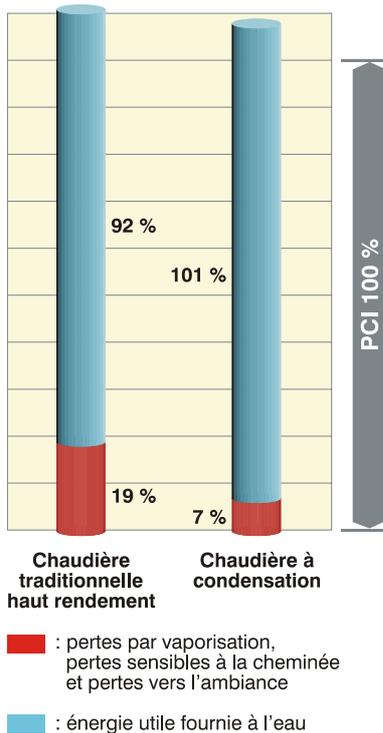


- ▶ Si le réseau de distribution est accessible sur le site, privilégier le gaz naturel (avec une chaudière à condensation). Envisager éventuellement, pour des raisons stratégiques ou de sécurité d'approvisionnement, l'installation de brûleurs mixtes "gaz + fuel".
  
- ▶ Limiter l'utilisation de l'électricité comme énergie de chauffage par effet Joule (chauffage direct ou à accumulation) à des appoints décentralisés ou limités dans le temps, dont la consommation est jugée tout à fait marginale.
  
- ▶ Valoriser l'électricité par l'usage d'une pompe à chaleur, tout particulièrement s'il existe des sources de chaleur à récupérer dans le bâtiment (chaleur d'un centre informatique, air humide d'une piscine, air extrait des bureaux, ...).

## IV.3.B.Choix de la chaudière

### Que faire ?

- ▶ Si présence de gaz naturel sur le site, choisir une chaudière à condensation.
- ▶ Adapter le circuit à cette technologie.



### Pourquoi ?

La technologie de la condensation de fumées permet, si l'installation est bien étudiée, de récupérer une grande partie de la chaleur qui s'échappe habituellement par la cheminée. On obtient alors un rendement théorique de l'ordre de 104 %, à comparer avec le rendement d'une chaudière traditionnelle "haut rendement" de l'ordre de 92 %.

En pratique, les chaudières gaz à condensation permettent une diminution moyenne des consommations de 6 à 9 % par rapport aux meilleures chaudières gaz et fuel traditionnelles.

Attention : pour qu'une chaudière à condensation présente effectivement le haut rendement attendu, le circuit hydraulique doit être conçu spécifiquement : il faut que l'eau des corps de chauffe revienne froide vers la chaudière

### Concrètement ?

- ▶ Investir dans une chaudière à condensation pour avoir un rendement optimal.  
Remarque : des primes compensent souvent le léger surcoût d'investissement par rapport aux autres chaudières.
- ▶ Donner aux concepteurs le temps et les moyens nécessaires pour étudier le circuit hydraulique qui maximisera la condensation dans la chaudière.



*Voir article 26 pour cahier des charges en annexe.*



### **A défaut d'une chaudière à condensation ...**

- ▶ Refuser les chaudières gaz "atmosphériques" traditionnelles (brûleur sans ventilateur ou arrivée d'air sans clapet de fermeture) et leur préférer des chaudières fuel ou gaz à brûleur pulsé.

Les chaudières gaz "atmosphériques" présentent un plus mauvais rendement que toutes les autres chaudières.

- ▶ Refuser les chaudières gaz à veilleuse permanente (pour les petites chaudières).

### IV.3.C. Conception de la distribution du système de chauffage

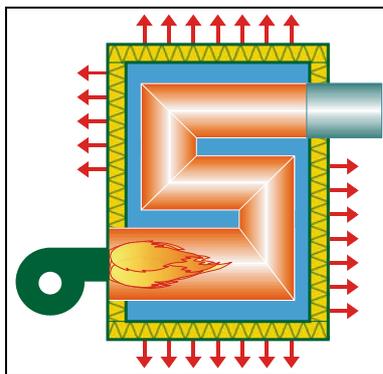


Voir point IV.5.D "conception de la distribution d'eau chaude et d'eau glacée", page 66. .

## IV.3.D.Choix de l'émission du système de chauffage

### Que faire ?

- Favoriser un fonctionnement à basse température



### Pourquoi ?

La performance du système de chauffage est associée à la faible température de l'eau du circuit, et tout particulièrement en présence de chaudière à condensation.

Diminuer la température moyenne de l'eau du système permet en effet :

- d'augmenter le rendement de combustion ;
- de réduire les pertes vers l'ambiance qui sont proportionnelles à la différence entre la température de la chaudière et celle de la chaufferie ;
- de réduire les pertes de chaleur du réseau de distribution.

### Concrètement ?

- Choisir des radiateurs dans les bâtiments non climatisés (logement, écoles, ...). Ils constituent un bon compromis entre confort et efficacité énergétique.

- Financer des radiateurs larges (surdimensionnés), afin de pouvoir assurer le confort des occupants avec de l'eau peu chaude.



*Voir article 30 pour cahier des charges en annexe.*

- Prévoir une bonne isolation derrière les radiateurs, et notamment, refuser de les placer devant des allèges vitrées.

- A l'inverse, si des ventilo-convecteurs sont prévus et qu'une seule batterie apporte le chaud et le froid (système 2 tubes), leur surdimensionnement pour le chauffage est automatique



et donc sans surcoût. Ce surdimensionnement est nécessaire pour assurer la puissance de refroidissement

- Envisager un chauffage par le sol pour le chauffage des locaux de grande hauteur **sauf** si ces locaux sont occupés de façon intermittente ou profitent d'apports de chaleur variables importants (ensoleillement, personnes) comme des salles de réunion, des classes ou des restaurants.

Le chauffage par le sol étant fort inerte; il présente des risques d'inconfort important et de surconsommation dans ces locaux.

Attention : avec un chauffage par le sol, l'isolation sous le réseau d'eau chaude doit être renforcée si le local est situé au dessus du sol, de l'extérieur, d'une cave ou d'un vide ventilé. Ordre de grandeur : minimum de 10 cm de polystyrène expansé ou 7 cm de polyuréthane. Les pertes vers le bas peuvent en effet rapidement dépasser 10 à 20 % de la puissance émise, si l'isolation sous le plancher est insuffisante.

## IV.4. Bien concevoir le système d'apport d'air neuf

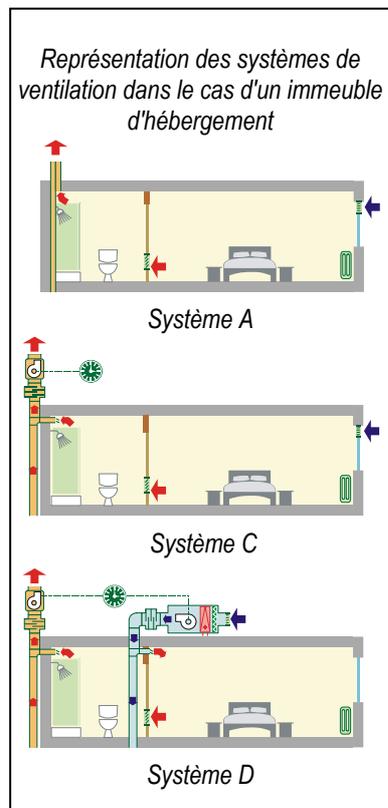
Le chauffage de l'air neuf hygiénique représente près de la moitié de la consommation de chauffage d'un bâtiment isolé. Pour diminuer ce poste, il convient d'être attentif lors de la conception du système de ventilation

- > au choix du système,
- > à la quantité d'air neuf apportée dans le bâtiment,
- > au préchauffage de l'air neuf,
- > à la distribution si la ventilation est mécanique.

### IV.4.A. Choix du système

#### Que faire ?

- ▶ Evaluer les avantages et inconvénients
  - d'un système naturel,
  - d'un système mécanique.



#### Pourquoi ?

En pratique, la norme propose 3 systèmes de ventilation (un quatrième, le système B, est très peu répandu) :

##### **Système A : ventilation naturelle.**

L'air entre directement dans le bâtiment et est extrait naturellement par effet de cheminée.

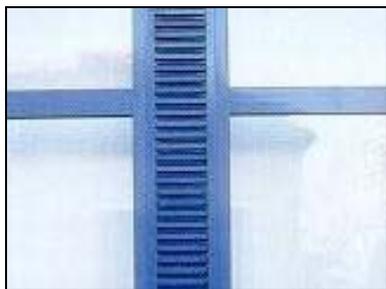
##### **Système C : ventilation naturelle assistée.**

L'air entre directement dans le bâtiment et est extrait mécaniquement grâce à un ventilateur.

##### **Système D : ventilation mécanique**

L'air est préparé (réchauffé, humidifié, ...) avant d'être introduit dans les locaux. Il est pulsé et extrait mécaniquement.

## Chacun des systèmes a des avantages et des inconvénients :



### ► Ventilation naturelle :

Un système naturel fait l'économie du prix de l'installation de groupes de préparation d'air et de gaines de distribution. Mais le coût d'investissement des grilles en façade n'est pas négligeable. Leur prix est fort variable et dépend de leur aspect, de leurs qualités acoustiques, de leurs possibilités de régulation manuelle ou automatique du débit d'air, etc. Il ne permet pas une humidification facile de l'air

De plus, il évite (système A) ou il limite (système C) le bruit et le coût d'exploitation des ventilateurs.

Le système C est le système pour lequel l'encombrement est minimal.

### ► Ventilation mécanique :

Le système D permet une récupération de chaleur sur l'air extrait. Il en résulte une économie minimale de la consommation de chauffage de l'air de 50 %.

De plus, une installation mécanique permet d'arrêter la ventilation la nuit et le WE (soit les 2/3 du temps).

Dès lors, le chauffage de l'air de ventilation via un système D muni d'un récupérateur de chaleur chute donc au sixième de celui du système A muni de simples grilles gérées manuellement !

## Concrètement ?

- Envisager différents types de système de ventilation et évaluer l'intérêt respectifs de chacun d'eux dans la situation particulière du projet : consommations d'énergie attendues, encombrement, coût, bruit, esthétique des façades, etc.



*Voir article 31 pour cahier des charges en annexe.*

## IV.4.B. Quantité d'air neuf apportée dans le bâtiment

### Que faire ?

- ▶ Limiter la quantité d'air neuf apportée dans le bâtiment
  - par un dimensionnement raisonnable des installations,
  - par une gestion efficace des débits d'air.

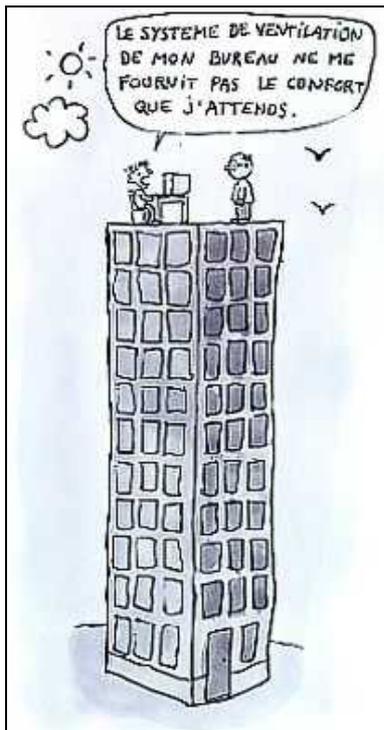
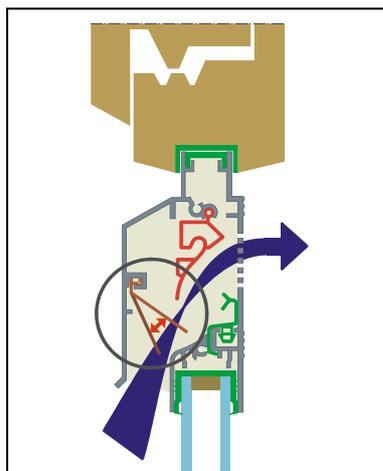


Illustration : Bénédicte Beeckman



Exemple de grille auto-réglable  
La bavette souple (entourée)  
réduit automatiquement la section  
d'ouverture quand la pression  
du vent augmente.

### Pourquoi ?

Les consommations liées à la ventilation sont proportionnelles au débit d'air, qu'il s'agisse de la consommation de combustible (préchauffage de l'air) ou de la consommation d'électricité (ventilateurs pour le transport de l'air).

Il convient donc de limiter ce débit au minimum nécessaire pour assurer le confort des occupants.

Exemple :

Il est courant, dans un immeuble de bureaux, qu'une salle de réunion ne soit occupée que 50% du temps. Si l'installation de ventilation traite 2.000 m<sup>3</sup>/h, et qu'elle est arrêtée en-dehors des périodes d'occupation, soit environ 1.000 heures par an, on évite le chauffage et le transport (voire le refroidissement en été) de 2.000.000 m<sup>3</sup>, ce qui représente un gain énergétique minimum de 300 Euros/an. Ce qui justifie la mise en place d'un tel système de régulation. Un même résultat peut être obtenu si la salle est occupée constamment, mais à 50% de sa capacité

### Concrètement ?

- ▶ Si le système d'arrivée d'air est naturel (grilles en façade),
  - Favoriser le système C, avec extraction mécanique : l'arrêt des extracteurs limite l'entrée d'air en dehors des périodes d'occupation.
  - Choisir des grilles auto-réglables : le débit s'adapte ainsi en fonction de la pression du vent pour rester presque constant.
  - Gérer les grilles automatiquement : elles seront ainsi fermées en dehors des heures d'occupation, et notamment la nuit et le week-end.

En effet, motiver les occupants afin qu'ils ferment manuellement les grilles est peu



efficace : ils perdent vite les bonnes habitudes prises après une campagne de sensibilisation.

- ▶ Lors du dimensionnement, limiter le débit d'air neuf aux valeurs exigées par les réglementations.



*Voir article 32 pour cahier des charges en annexe.*

- ▶ Envisager la gestion des débits d'air neuf en fonction de la présence
  - dans les salles de réunion, de conférences ou autres locaux à usage intermittent et à occupation variable,
  - dans les locaux à occupation épisodique et aléatoire (ex : les bureaux utilisés par des employés souvent à l'extérieur comme des conducteurs de chantier, ou des représentants commerciaux).

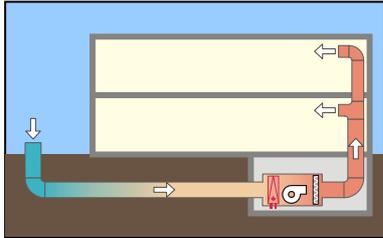
Ce système comprendra, par exemple, un détecteur de présence ou une sonde CO<sub>2</sub>.



*Voir articles 33 et 34 pour cahier des charges en annexe.*

- ▶ Recycler l'air des locaux à pollution limitée pour ventiler des locaux tels que circulations, escaliers, toilettes, archives, locaux de stockage, etc. La pollution est dite limitée lorsqu'elle est d'origine humaine comme, par exemple, dans les bureaux, salles de réunion, espaces commerciaux, restaurants, magasins, classes, chambres d'hôtel ...





- Evaluer l'intérêt de récupérer de la chaleur au condenseur d'une machine frigorifique ou d'un climatiseur local pour préchauffer l'air neuf.



*Voir articles 36 et 37 pour cahier des charges en annexe.*

- Prendre l'air neuf via une zone tampon telle qu'une canalisation enterrée (puits canadien), ou un atrium.



*Voir article 38 pour cahier des charges en annexe.*

- Choisir des bouches de pulsion qui permettent de souffler l'air à très basse température sans créer d'inconfort.

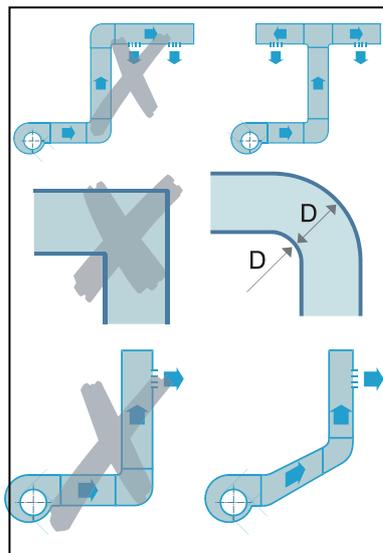
*Exemple (à gauche) : diffuseur hélicoïdal favorisant le mélange rapide entre l'air pulsé et l'air ambiant*

## IV.4.D. Réseau de distribution d'air d'un système mécanique

### Que faire ?

- ▶ Financer des ventilateurs efficaces
- ▶ Concevoir le système pour limiter les pertes de charges dans le réseau

### Pourquoi ?



Dans un système de ventilation mécanique, la consommation électrique des ventilateurs dépend du rendement de ceux-ci et de la perte de charge du réseau.

Cette "perte de charge" est une baisse de pression de l'air le long du réseau de distribution. Elle est due aux frottements de l'air sur les parois des gaines, à leurs changements de direction et aux divers obstacles.

Ainsi, pour souffler le même débit d'air à travers un conduit sinueux qu'à travers un conduit droit, il faudra souffler plus fort et donc consommer plus d'énergie pour faire fonctionner les ventilateurs.

A partir de la puissance des ventilateurs (pulsion et extraction), on peut situer la qualité du groupe de ventilation et du réseau de distribution :

Puissance (P) d'un ventilateur par m <sup>3</sup> /h transporté	Efficacité énergétique
0,2 < P < 0,4 W/(m <sup>3</sup> /h)	bonne
0,4 < P < 0,7 W/(m <sup>3</sup> /h)	moyenne
0,7 < P < 1,1 W/(m <sup>3</sup> /h)	mauvaise

### Concrètement ?

- ▶ Financer des ventilateurs efficaces. Le rendement devrait être de 60% minimum pour des faibles débits et atteindre les 80% lorsque les débits augmentent.
- ▶ Concevoir un réseau court, limitant les coudes et déviations.



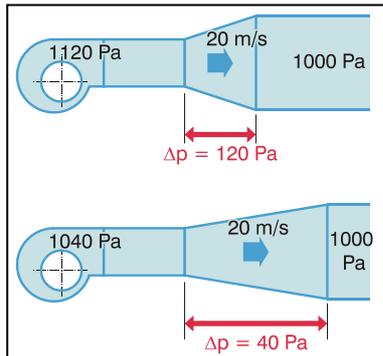
Voir article 39 pour cahier des charges en annexe.



- ▶ Choisir des conduits circulaires.
- ▶ Dimensionner largement les conduits d'air.  
A débit transporté égal, si la section d'un conduit d'air double, la vitesse diminue de moitié. La puissance du ventilateur et sa consommation sont diminuées par 8 !



*Voir article 40 pour cahier des charges en annexe.*



*Exemple: des raccords "longs" diminuent les tourbillons et donc les pertes de charge.*

- ▶ Choisir et financer des accessoires limitant les pertes de charge : filtres, batteries, clapets de commandes, coudes, raccords entre ventilateurs et gaines, grille de prise d'air, silencieux, etc

## **IV.5. Bien concevoir le système de climatisation**

La climatisation consiste à donner à l'ambiance les caractéristiques hygrothermiques nécessaires pour assurer le confort des occupants.

Lors de la conception d'un système de climatisation, il convient d'être attentif, dans un premier temps

- > au choix du système,
- > aux possibilités qu'il offre de récupérer de la chaleur disponible et de refroidir naturellement le bâtiment par l'air extérieur.

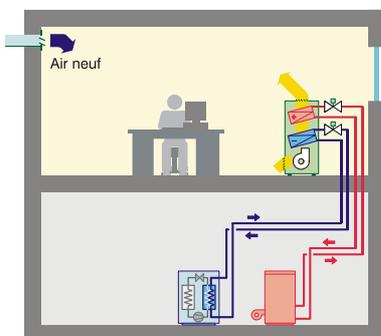
Ensuite, une fois le système choisi pour chaque zone du bâtiment, il convient d'être attentif

- Pour les systèmes "à eau" et "tout air"
  - > à l'efficacité de la production d'eau glacée
  - > à la conception de la distribution d'eau chaude et d'eau glacée
- Pour les systèmes "à eau"
  - > au choix des unités terminales (ventilo-convecteurs, plafonds froids, ...)
- Pour les systèmes "tout air"
  - > à la conception globale du système
  - > à la quantité d'air neuf apportée dans le bâtiment (IV.3.B)
  - > au chauffage de l'air neuf (IV.3.C)
  - > au réseau de distribution d'air (IV.3.D)
- Pour un système "à détente directe"
  - > à la conception globale du système

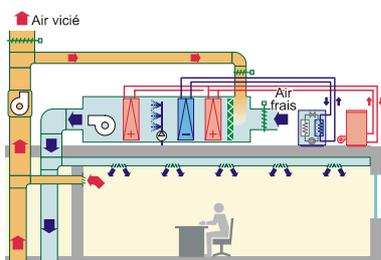
## IV.5.A.Choix du système

### Que faire ?

- Evaluer les avantages et inconvénients de différents systèmes de climatisation pour les différentes zones du bâtiment



Exemple de système "à eau"



Exemple de système "tout air"

### Pourquoi ?

Il existe différents systèmes pour traiter les locaux, chacun ayant ses avantages et ses inconvénients.

#### Système "à eau" :

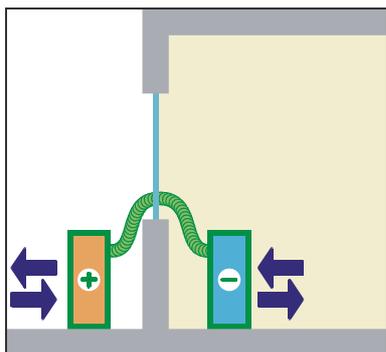
Une chaudières et une machine frigorifique préparent respectivement de l'eau chaude et de l'eau glacée qui est distribuée dans les locaux où des émetteurs (ventilo-convecteurs, plafonds froids, poutres froides, ...) émettent le chaud et/ou le froid. L'air hygiénique est distribué de façon indépendante.

#### Système "tout air" :

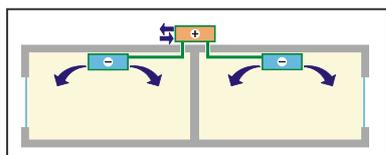
L'eau chaude et l'eau glacée, préparées de la même façon que pour un système "à eau", chauffe ou refroidi de l'air qui est acheminé dans les locaux. Le système intègre également l'apport d'air neuf hygiénique.

Inconvénients : Le transport de chaleur ou de froid par de l'air est très encombrant, et très énergivore. La consommation des ventilateurs représente en moyenne de 10 à 20% de l'énergie transportée, par opposition au transport par eau qui représente moins de 2% de cette valeur, ou aux systèmes à débit de fluide frigorigène variable.

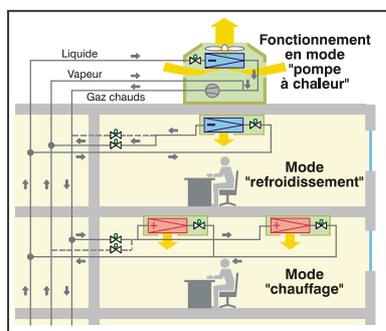
Avantage : Lorsque le bâtiment demande du froid et que l'air extérieur est frais (en mi-saison par exemple), le prix du refroidissement du bâtiment se limite au coût de fonctionnement des ventilateurs.



Exemple de climatiseur"



Exemple de multi-split"



Exemple de système DRV"



Condenseur (en haut) et évaporateur d'un "split". Ce dernier est situé dans le local à rafraîchir.

## Système "à détente directe" :

Une machine frigorifique, comprenant un ou plusieurs évaporateurs situés dans les locaux, refroidit l'air ambiant directement lorsqu'il passe sur le fluide frigorigène.

Parmi ces systèmes, on retrouve :

### a) les climatiseurs ou "splits"

Ils assurent localement la réfrigération d'un local. Un climatiseur peut être réversible et assurer également le chauffage du local en hiver (fonctionnement en "pompe à chaleur").

### b) les "multi-splits"

Ils assurent localement la réfrigération de plusieurs locaux.

### c) les systèmes "à débit de réfrigérant variable" (« DRV ».)

Ils assurent le refroidissement et le chauffage de plusieurs locaux.

On distingue les systèmes

- « chaud **et** froid » : ils peuvent délivrer du chaud et du froid simultanément dans des locaux différents en fonction de leurs besoins;
- « chaud **ou** froid » : ils ne délivrent, selon la saison, que du chaud ou du froid. (un "multi-split" réversible, en quelque sorte).

L'efficacité frigorifique de ces appareils est moins importante que celle d'une production centralisée. Par contre, ils ne demandent pas le maintien à température de réseaux d'eau froide durant tout l'été et la mi-saison, ce qui est appréciable.

Un réseau de fluide frigorigène parcourt tout le bâtiment, ce qui, à terme, pourrait provoquer des problèmes de maintenance.

Les systèmes DRV "chaud et froid" présentent un avantage supplémentaire : ils permettent, avec une consommation électrique très faible, de retirer de la chaleur de locaux en surchauffe (salle de réunions par exemple) pour l'introduire dans d'autres locaux.

## Concrètement ?

- ▶ Pour des locaux classiques comme des bureaux, préférer un système "à eau".



- ▶ Réserver l'usage des climatiseurs et multi-splits à des zones limitées : une salle informatique, une cafétéria, un hall d'atelier,... ou à des extensions de bâtiments non équipés d'une production centrale de froid.
- ▶ Ne choisir un système de conditionnement "tout air" que pour des locaux
  - où la densité de population est particulièrement élevée, ce qui génère des besoins d'air neuf importants.  
Par exemple : salles de spectacles, salles de réunion.
  - où un besoin de refroidissement se fait ressentir lorsque la température extérieure est basse et pas uniquement en été (cas des locaux intérieurs "aveugles", par exemple).  
Dans ce cas, on peut profiter du pouvoir refroidissant de l'air neuf une bonne partie de l'année.
- ▶ Prévoir un système de refroidissement spécifique pour tout local ayant un besoin annuel constant (ex : petite salle informatique, local audiovisuel, local intérieur,...) d'une puissance frigorifique faible par rapport à celle du bâtiment.
- ▶ Envisager un système DRV "chaud et froid" si le bâtiment présente des locaux ayant des demandes thermiques souvent opposées. Par exemple des salles informatiques toujours en demande de froid et des bureaux en demande de chaleur une partie de l'année.



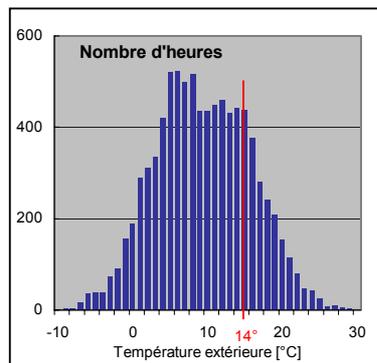
*Voir article 52 pour cahier des charges en annexe.*

## IV.5.B.Récupération de chaleur et refroidissement naturel

### Que faire ?

Etudier les possibilités de

- ▶ récupérer une partie de la chaleur produite par divers équipements du bâtiment
- ▶ valoriser la fraîcheur de l'air extérieur à certaines périodes de l'année pour refroidir gratuitement ou à moindre coût le bâtiment.



### Pourquoi?

#### Récupérer de la chaleur

De nombreux équipements du bâtiment rejettent ou produisent de la chaleur qui est inutilisée (ventilation, bureautique, machine frigorifique, ...). Il existe des dispositifs qui permettent de valoriser cette chaleur. Aux concepteurs d'étudier, dans le cas particulier du projet, si cette récupération est intéressante.

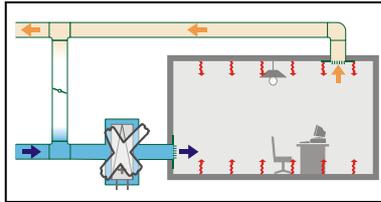
#### Valoriser la fraîcheur de l'air extérieur

Suite aux productions de chaleur interne (occupation, bureautique, éclairage, ...), un bâtiment demande souvent du froid en-dehors de l'été, alors que la température est inférieure à celle de l'ambiance.

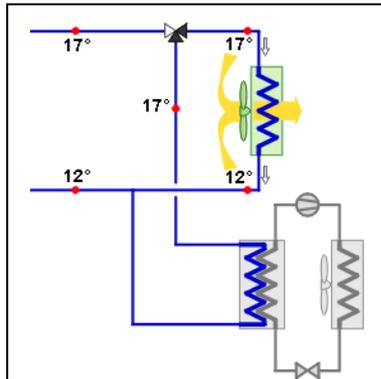
Par exemple, la température de l'air extérieur est inférieure à 14°C pendant 80% des heures d'une année moyenne (jour et nuit).

Deux possibilités sont envisageables pour valoriser cette fraîcheur gratuite :

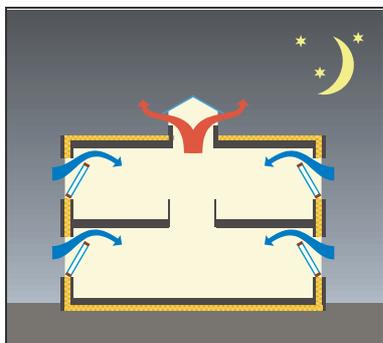
- le "free cooling" (naturel ou mécanique) : l'air est exploité directement pour rafraîchir le bâtiment en le parcourant.
- le "free chilling" : lorsque la température extérieure descend sous les 8 à 10°C, voire 14°C, l'eau glacée peut être refroidie directement par l'air extérieur, sans utilisation de la machine frigorifique.



Fonctionnement en tout air neuf pendant la nuit : les parois se déchargent de la chaleur accumulée en journée.



Exemple d'installation de free chilling. L'eau glacée est refroidie directement par l'air extérieur (flèche jaune) ou par la machine frigorifique (en gris)



Free cooling de nuit

## Concrètement ?

- ▶ Si un système "tout air" est prévu,
  - concevoir l'installation et sa régulation afin de pouvoir organiser un free cooling de nuit,
  - récupérer la chaleur sur l'air extrait.



Voir article 49 pour cahier des charges en annexe.

- ▶ Evaluer l'intérêt de récupérer de la chaleur au condenseur de la machine frigorifique pour préchauffer l'air neuf ou l'eau chaude sanitaire.



Voir articles 56 et 58 pour cahier des charges en annexe.

- ▶ Si le bâtiment présente des besoins permanents de refroidissement (local informatique, locaux intérieurs, ...),
  - prévoir une installation de free chilling
  - ou évaluer l'intérêt d'un dispositif permettant, une partie de l'année, de refroidir naturellement ces locaux sans utiliser la machine frigorifique.



Voir article 41 pour cahier des charges en annexe.

- ▶ Evaluer l'intérêt de mettre en place une installation de free chilling si des locaux sont équipés de poutres ou plafonds froids (émetteurs à haute température d'eau froide - voir IV.4.E).



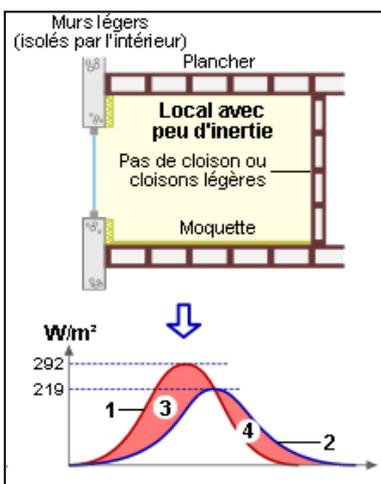
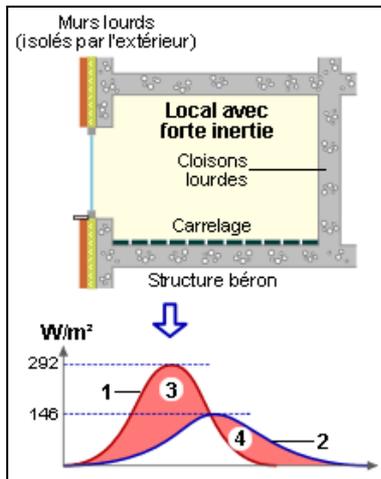
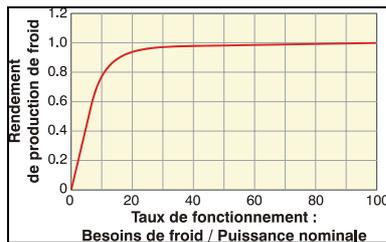
Voir article 42 pour cahier des charges en annexe.

- ▶ Envisager la mise en place d'un système de refroidissement naturel (ouverture de fenêtres motorisées, grilles, ...) nocturne pour compléter le refroidissement mécanique du système "à eau" ou du système "à détente directe".

## IV.5.C. Efficacité de la production d'eau glacée pour les systèmes "à eau" et "tout air"

### Que faire ?

- ▶ Evaluer correctement la puissance nécessaire
- ▶ Choisir une machine frigorifique efficace, et la placer de façon à favoriser son fonctionnement.



1. Apports instantanés
2. Charge réelle retardée
3. Chaleur emmagasinée
4. Chaleur restituée

### Pourquoi ?

Une installation frigorifique surdimensionnée génère des pertes de fonctionnement supplémentaires notamment au niveau de tous les auxiliaires (pompes, ventilateurs,...). Et lorsque la puissance demandée est inférieure à 20 % de sa puissance nominale, le rendement de production de froid de la machine frigorifique s'écroule ! (voir graphique ci-contre).

Il convient donc d'éviter tout surdimensionnement afin de limiter les consommations futures et ... l'investissement.

### Concrètement ?

- ▶ Financer le Bureau d'Etudes pour qu'il évalue la puissance frigorifique à l'aide d'une méthode informatisée.

Ce type de méthode prend en compte l'inertie réelle du local. Celle-ci sert de "tampon" et permet une lente évacuation de la chaleur, ce qui nécessite des puissances frigorifiques moindres.



Voir article 44 pour cahier des charges en annexe.

- ▶ Calculer la puissance frigorifique sur base
  - de conditions de température et d'humidité intérieures et extérieures raisonnables,
  - d'apports internes (équipements bureautiques, éclairage, ...) et de coefficients de simultanéité (taux d'occupation des locaux, taux d'utilisation dans le local occupé, ...) réalistes.



*Bureau paysager ayant une bonne inertie thermique : pas de faux-plafonds*



*Exemple à éviter :  
condenseur installé dans une fosse  
en-dessous du niveau du sol.*



*Voir articles 45 et 46 pour cahier des charges en annexe.*

- ▶ Etablir la puissance frigorifique à installer sur base d'un fonctionnement continu (24/24h) de la machine frigorifique en période de canicule.

Ceci nécessite une inertie suffisante du local pour que les matériaux inertes emmagasinent une partie de la chaleur le jour pour la décharger durant la nuit.



*Voir article 47 pour cahier des charges en annexe.*

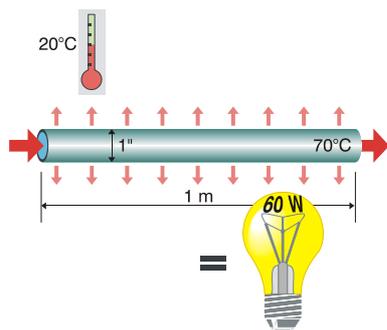
- ▶ Financer une machine frigorifique efficace. Un organisme (Eurovent) mesure les performances des machines frigorifiques dans des conditions identiques et en publie les résultats.
- ▶ Choisir l'emplacement et l'environnement des condenseurs afin de favoriser le refroidissement du fluide frigorigène : limitation de l'ensoleillement direct des condenseurs, écartement suffisant des parois autour de ceux-ci pour éviter la recirculation d'air chaud, ...

## IV.5.D. Conception de la distribution d'eau chaude et d'eau glacée

### Que faire ?

- ▶ Limiter les pertes de chaleur sur le réseau.
- ▶ Limiter la consommation nécessaire à la circulation de l'eau.

### Pourquoi ?



- Lorsque qu'un tuyau véhiculant de l'eau de chauffage traverse un espace non chauffé (chaufferie, vide ventilé, caniveau), il présente des pertes importantes.

#### Ordre de grandeur :

1 m de tuyau en acier de 1 pouce de diamètre, non isolé, dans lequel circule de l'eau chaude à 70°C et qui parcourt une ambiance à 20°C a une perte équivalente à la consommation d'une ampoule de 60 W. Laisserait-on cette ampoule éclairer la chaufferie en permanence ?

- La dimension des circulateurs est souvent déterminée sur base d'une estimation des pertes de charge. Par sécurité, on choisit un circulateur d'un modèle supérieur. Résultat : dans la plupart des installations, le débit dans le réseau est plus important que nécessaire. Ceci entraîne une diminution du rendement du circulateur et une surconsommation électrique durant toute l'année (plus de 10 fois plus suivant une étude suisse qui a évalué, sur plusieurs centaines de bâtiments, le surdimensionnement moyen du débit à 2,5. Or, la consommation est proportionnelle au cube du débit !).

Les circulateurs à vitesse variable permettent d'adapter le débit réel dans le circuit au débit nécessaire et éliminent donc ce problème de surdimensionnement.



## Concrètement ?

- Choisir une position centrale pour la chaufferie et pour la machine frigorifique afin de limiter la longueur des réseaux de distribution d'eau chaude et d'eau glacée, et modérer ainsi la consommation des circulateurs.



*Voir article 27 pour cahier des charges en annexe.*

- Financer le dimensionnement large des tuyauteries, nécessaire pour limiter la consommation des circulateurs.



*Voir article 28 pour cahier des charges en annexe.*

- Ne pas limiter le budget nécessaire à l'isolation des conduites, y compris les coudes et les vannes.

Celle-ci est toujours très rentable en chauffage. Elle est remboursée en quelques années par les économies d'énergie. Ordre de grandeur : l'épaisseur d'isolant à prévoir est semblable au diamètre du conduit.

En refroidissement, l'isolation sert non seulement à minimiser les pertes énergétiques, mais aussi le risque de condensation superficielle.



*Voir articles 29 et 51 pour cahier des charges en annexe.*

- Choisir des circulateurs à vitesse variable.

Ils permettent d'adapter le débit réel dans le circuit au débit nécessaire et éliminent donc le problème de surdimensionnement.

Leur surcoût est rapidement remboursé par la diminution de la consommation électrique s'ils sont correctement réglés à la mise en service.

## IV.5.E.Choix des unités terminales d'un système "à eau"

### Que faire ?

Privilégier les systèmes dont l'unité terminale travaille

- ▶ à la plus haute température d'eau froide,
- ▶ sans ventilateur auxiliaire.



Plafonds froids

### Pourquoi ?

La « haute température » d'eau froide a comme avantages, notamment :

- de diminuer les pertes de distribution,
- d'augmenter les performances de la production de froid, (préparer de l'eau glacée à 6°C est moins performant que préparer de l'eau froide à 15°C)
- de permettre un éventuel refroidissement direct de l'eau par l'air extérieur sans utiliser la machine frigorifique (technique du « free chilling »),
- de diminuer les pertes par déshumidification excessive de l'air. En effet, sur un tuyau très froid, une partie de l'eau contenue dans l'air condense, en prenant dans l'eau glacée une partie du froid dédié au local.

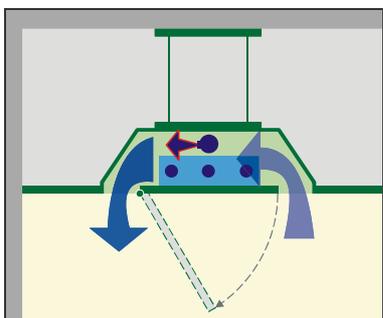
Les unités terminales nécessitant un ventilateur comme les ventilo-convecteurs présentent une consommation électrique supplémentaire à celle nécessaire à la production de froid et demandent une régulation performante permettant l'arrêt de ces ventilateurs en dehors des heures d'occupation.

### Concrètement ?

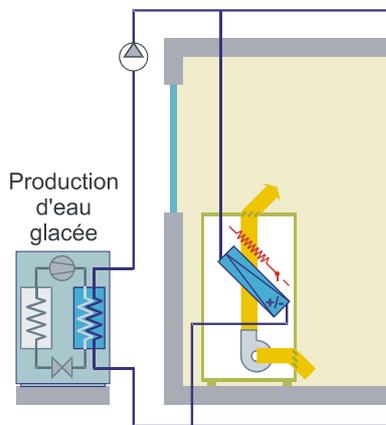
- ▶ Les poutres ou plafonds froids permettent de refroidir "à haute température". Mais leur puissance de refroidissement est limitée. Les apports internes et solaires doivent donc être limités lors de la conception du bâtiment.



Ventilo-convecteur derrière un habillage "sur mesure"



Exemple de fonctionnement d'une poutre froide dynamique



Ventilo-convecteur "2 tubes - 2 fils" : le chauffage est électrique.

► Les plafonds froids apportent le froid par rayonnement, ce qui assure un très bon confort thermique, et fonctionnent sans ventilateur, donc sans bruit.

► Si des ventilo-convecteurs sont choisis, financer des éléments travaillant avec de l'eau arrivant à 12°C (plutôt que 6°C habituellement) et avec un ventilateur à basse vitesse.

Cette décision doit être prise dès l'avant-projet car le ventilo-convecteur sera plus large. Mais il ne condensera pas inutilement la vapeur d'eau de l'ambiance, il ne créera pas de courants d'air et il ne fera pas de bruit.

► Eviter les systèmes dits "éjecto-convecteur" et les poutres froides dynamiques.

L'air neuf est injecté dans le local via l'unité terminale, la poutre froide par exemple. Le courant d'air qu'il y crée entraîne de l'air du local qui passe également sur les conduites d'eau glacée.

Il est courant, avec ces systèmes, de voir le débit d'air neuf fortement majoré pour augmenter la puissance frigorifique.

► Exclure des ventilo-convecteurs « 2 tubes froids – 2 fils électriques » sauf si la consommation électrique de chauffage, évaluée par un programme de simulation dynamique, est jugée tout à fait marginale (suite à l'isolation élevée des parois et/ou aux apports internes élevés), c'est-à-dire inférieure à 10 kWh/m<sup>2</sup>/an.



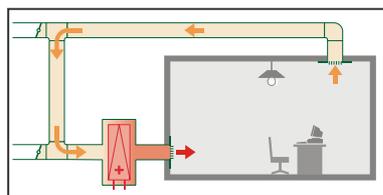
Voir article 43 pour cahier des charges en annexe.

## IV.5.F. Conception globale d'un système "tout air"

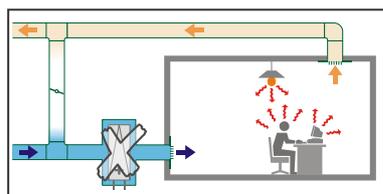
### Que faire ?

Concevoir un système qui

- ▶ permette de "doser" l'apport d'air neuf.
- ▶ évite les destructions d'énergie



Système tout air en période de relance.



Fonctionnement en tout air neuf d'un système tout air.

### Pourquoi ?

En hiver, l'air neuf froid représente une charge thermique pour le bâtiment qui doit être chauffé.

En plein été, quand la température de l'air extérieur est supérieure à 25°C, l'apport d'air neuf représente également une charge thermique pour le bâtiment qui doit être refroidi.

Par contre, en mi-saison, lorsque le bâtiment doit être rafraîchi et que l'air extérieur est plus froid que l'ambiance, l'apport d'air neuf permet de limiter la consommation du système.

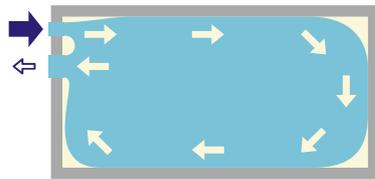
Il convient donc de concevoir le système et sa régulation pour pouvoir limiter ou favoriser l'apport d'air neuf en fonction des conditions intérieures et extérieures.

### Concrètement ?

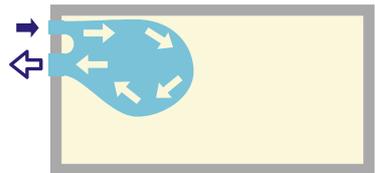
- ▶ Proscrire toute installation d'une climatisation en "tout air neuf" permanent. Si elle est néanmoins indispensable, l'équiper d'un système de récupération de chaleur sur l'air extrait.
- ▶ Choisir des volets motorisés qui permettent le mélange, en diverses proportions, de l'air neuf et de l'air recyclé.

Plus particulièrement, ils doivent permettre

- un fonctionnement en "tout air recyclé" (sans apport d'air neuf) pendant la relance du chauffage du bâtiment,
- un fonctionnement en "tout air neuf" lorsque le bâtiment nécessite d'être refroidi et que l'air extérieur est plus frais que celui du bâtiment (free cooling de jour).



Bon balayage d'un local en surpression



Mauvais balayage d'un local : la bouche d'extraction "aspire" directement l'air pulsé.

► Choisir une régulation qui permette ce type de fonctionnement.

► Etudier soigneusement, pour les locaux de vie, le choix des bouches de pulsion d'air et des unités terminales, leur nombre et leur disposition de telle manière que la zone d'occupation soit correctement balayée par le flux d'air et que le confort des occupants soit assuré.

Sans cela, la régulation sera modifiée pour tenter de satisfaire les occupants (température de consigne plus élevée en hiver, temps de fonctionnement augmenté, ...) et il en résultera une surconsommation.



Voir article 50 pour cahier des charges en annexe.

► Concevoir le système de climatisation afin qu'il ne génère aucune destruction d'énergie par production simultanée de chaud et de froid pour le traitement d'un même local, sauf si la chaleur est récupérée au condenseur de l'installation de production de froid.

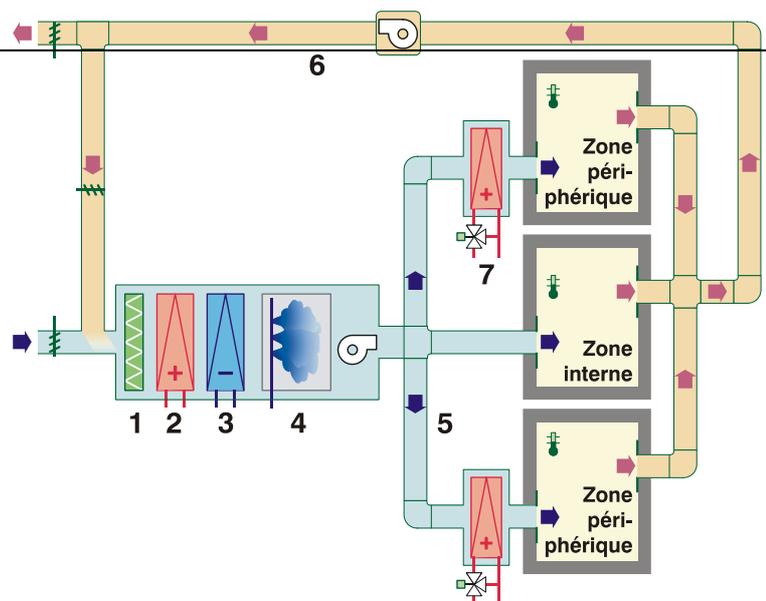


Voir article 48 pour cahier des charges en annexe.

Exemple (ci-contre) :

L'air est refroidi par la batterie de refroidissement (3) pour refroidir la zone interne. Avant d'être pulsé dans les zones périphériques, il est réchauffé par les batteries locales de post-chauffe (8).

1. Filtre
2. Batterie de préchauffage
3. Batterie de refroidissement
4. Humidificateur à vapeur
5. Gaine de pulsion
6. Gaine d'extraction
7. batterie de postchauffage



#### IV.5.G. Quantité d'air neuf apportée dans le bâtiment avec un système "tout air"



Illustration : Bénédicte Beeckman

Voir point IV.4.B page 52

#### IV.5.H. Limitation du chauffage de l'air neuf d'un système "tout air"



Voir point IV.4.C page 54

#### IV.5.I. Conception du réseau de distribution d'air

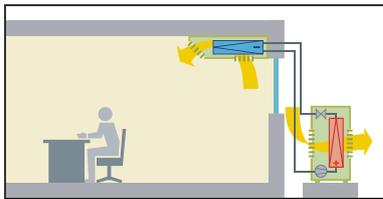


Voir point IV.4.D page 56

## IV.5.J. Conception d'un système "à détente directe"

### Que faire ?

- ▶ Choisir et installer le système en fonction du fonctionnement du bâtiment
- ▶ Limiter le surdimensionnement de la puissance frigorifique
- ▶ Choisir des équipements efficaces



### Pourquoi ?

Une installation frigorifique surdimensionnée génère des pertes de fonctionnement supplémentaires notamment au niveau de tous les auxiliaires (pompes, ventilateurs,...). Et lorsque la puissance demandée est inférieure à 20 % de sa puissance nominale, le rendement de production de froid de la machine frigorifique s'écroule !

Il convient donc d'éviter tout surdimensionnement afin de limiter les consommations futures pour la production de froid et ... l'investissement !

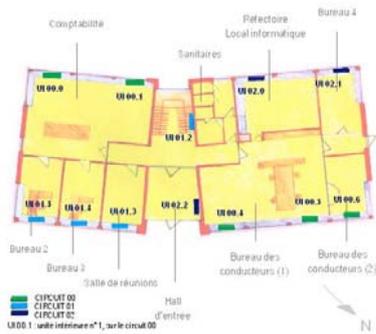
### Concrètement ?

- ▶ Pour les climatiseurs comme pour les systèmes DRV (Débit de Réfrigérant Variable), donner au Bureau d'Etudes ou à l'installateur le temps et les moyens nécessaires pour étudier
  - Le nombre, la disposition et la vitesse des unités intérieures ou le choix des grilles de pulsion (dans le cas d'unités intérieures munies d'un gainage) afin que la pulsion d'air froid et d'air chaud ne crée pas d'inconfort dans la zone d'occupation, ni de stagnation de l'air.
  - L'emplacement des unités extérieures afin de maximiser le rendement de l'installation.



*Voir articles 53 et 54 pour cahier des charges en annexe.*

- ▶ Si un système à débit de réfrigérant variable est prévu, donner au bureau d'études ou à l'installateur le temps et les moyens nécessaires pour configurer au mieux le système « chaud et froid ».



Exemple de répartitions des unités intérieures de 3 installations DRV.

Il assurera ainsi un transfert maximal de chaleur entre les zones à chauffer et à refroidir simultanément.

Par exemple, dans un bâtiment orienté nord-sud et nécessitant plusieurs groupes DRV, les groupes seront répartis pour que chacun traite simultanément une partie des deux façades, plutôt que de répartir les groupes par façade.



Voir article 55 pour cahier des charges en annexe.

- ▶ Dimensionner la puissance frigorifique des appareils sur base
  - d'une simulation dynamique si la puissance de l'installation le justifie,
  - de données extérieures et intérieures (apports internes, coefficients de simultanéité) raisonnables
  - d'un fonctionnement 24h/24 en période de canicule.
  
- ▶ Si le climatiseur est également destiné à chauffer le local, choisir un climatiseur dit "réversible". La fonction chauffage sera réalisée par le fonctionnement en pompe à chaleur du climatiseur et non par une résistance électrique d'appoint.
  
- ▶ Financer des équipements présentant un bon rendement. Pour les climatiseurs, on parlera d'efficacité frigorifique (EER), ou de coefficient de performance en mode refroidissement (COPfroid). Un organisme (Eurovent) mesure les performances des climatiseurs dans des conditions identiques et en publie les résultats. Pour les installations à débit de réfrigérant variable, on comparera différentes valeurs représentatives de la puissance électrique absorbée dans différentes conditions de fonctionnement.

## IV.6. Bien concevoir le système d'eau chaude sanitaire

Pour bien concevoir le système de production d'eau chaude sanitaire, il convient, dans les premières étapes de l'élaboration d'un projet, d'être attentif

- > au choix du vecteur énergétique,
- > à la limitation des besoins d'eau chaude,
- > à la conception du système de production.

### IV.6.A. Choix du vecteur énergétique pour la production d'eau chaude sanitaire

#### Que faire ?

- ▶ Envisager l'installation de capteurs solaires
- ▶ Evaluer l'intérêt des différents vecteurs énergétique



#### Pourquoi ?

Les différentes sources d'énergie disponibles pour préparer de l'eau chaude sanitaire n'ont pas le même impact sur l'environnement :

- L'énergie solaire, associée à un système d'appoint (on ne peut pas compter sur le soleil en permanence ...), est la plus écologique.

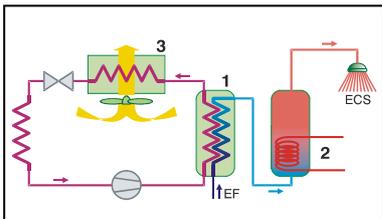
Selon les applications, le coût du kWh solaire peut être compétitif par rapport à celui des combustibles à leur niveau actuel. Mais surtout, il est stable et garanti pendant toute la durée de vie de l'installation (25 ans minimum), à l'inverse du prix des énergies fossiles.

- Le gaz est actuellement le combustible dont la combustion a le moins d'impact local sur l'environnement et il permet facilement de décentraliser la production, voire de supprimer la boucle de circulation.

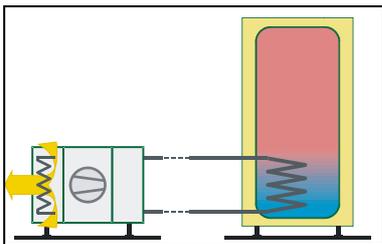
- Les systèmes de préparation d'eau chaude électriques ont le rendement des centrales électriques. Avec le parc actuel, celui-ci est d'environ 40%, seulement.

De plus, à ce jour, le prix de revient de la chaleur électrique est double de celui de la chaleur gaz ou fuel.

## Concrètement ?



Exemple de récupération de chaleur d'une machine frigorifique : l'eau froide est préchauffée dans un échangeur (1) précédant le condenseur (3), et un appoint en série est prévu (2).



Préparation d'eau chaude sanitaire par une pompe à chaleur.

- ▶ Etudier l'intérêt d'installer des capteurs solaires, en particulier dans le cas d'un établissement consommant de grandes quantités d'eau chaude : hôpital, piscine, maison de repos, internat,...

Des informations, conseils, formations, aides financières sont disponibles dans le cadre du programme SOLTHERM. Consulter le site portail de l'énergie en Région wallonne (<http://energie.wallonie.be>), menu "thématique", rubrique "Soltherm".



Voir article 57 pour cahier des charges en annexe.

- ▶ Etudier l'intérêt de préchauffer l'eau chaude sanitaire par récupération de chaleur au condenseur de la machine frigorifique
  - Si le fonctionnement d'une machine frigorifique est prévu toute l'année (refroidissement d'une salle informatique, par exemple)
  - et s'il existe des besoins assez continus de production d'eau chaude sanitaire (typiquement le cas d'un hôpital).



Voir article 58 pour cahier des charges en annexe.

- ▶ Sur base des émissions liées à la combustion, le gaz est recommandé. Par contre, l'électricité ne sera choisie que
  - pour alimenter un point de puisage à faible consommation, fortement éloigné de la production ou de la distribution centralisée;
  - si on utilise une pompe à chaleur récupérant de l'énergie, par exemple sur l'air extrait.

## IV.6.B. Définition et limitation des besoins

### Que faire ?

- ▶ Ne pas prévoir de l'eau chaude partout
- ▶ Choisir des appareils de distribution limitant la quantité d'eau utilisée
- ▶ Définir le profil de puisage du bâtiment



Robinet avec bouton poussoir.



Mitigeur avec butée :

Un point "dur" délimite les 2 zones de fonctionnement : une zone économique (de 0 à 6 litres/min environ) et une zone de confort (jusqu'à environ 12 litres/min)

### Pourquoi ?

La principale économie d'énergie sur l'eau chaude sanitaire se fait sur la réduction des quantités d'eau consommées.

La connaissance précise (ou la prévision réaliste) de la quantité d'eau chaude puisée est indispensable pour dimensionner correctement l'appareil de production, quel que soit le système choisi. Un dimensionnement raisonnable permet de limiter les pertes d'énergie et le coût d'investissement. Cette économie peut être mise à profit pour sélectionner un appareil plus performant.

### Concrètement ?

- ▶ Ne pas prévoir de fourniture d'eau chaude dans les locaux sanitaires d'une zone de bureaux (lavabos). L'utilisateur n'attend pas l'arrivée effective de l'eau chaude au robinet...
- ▶ Pour chacun des équipements sanitaires, étudier les possibilités de réduction du débit d'eau, du temps de puisage et du niveau de température : mousseurs, pommeaux de douche économiques, boutons poussoirs à rappel automatique, robinet à œil électronique, poignées ergonomiques, mitigeurs, ...
- ▶ Si la situation du bâtiment entraîne une pression élevée dans le réseau, placer un réducteur de pression à l'entrée de l'installation afin de réduire les débits à chaque point de puisage.
- ▶ Définir le profil de puisage d'eau chaude le plus précisément possible, particulièrement pour le dimensionnement des installations comportant un ballon de stockage.



Voir articles 61 et 62 pour cahier des charges en annexe.

## IV.6.C. Conception du système de production d'eau chaude sanitaire

### Que faire ?

- ▶ Choisir un système adapté à la situation
- ▶ Gérer la température de l'eau pour éviter le développement des légionnelles.

### Pourquoi ?

#### Installation centralisée ou décentralisée ?

Une production centralisée de l'eau chaude sanitaire dans une seule chaufferie :

- permet de limiter l'encombrement, le coût d'installation et le coût de maintenance,
- assure une meilleure fiabilité et durée de vie, et souvent un meilleur rendement de production qu'avec des appareils décentralisés,
- permet de limiter la puissance ou le volume de stockage grâce à la non simultanée des demandes.

Une production décentralisée de l'eau chaude permet d'éviter les pertes permanentes de la boucle de circulation.

La production semi-centralisée (production commune à plusieurs points de puisage rapprochés) est un bon compromis qui vise à la fois à limiter le nombre d'équipements de production d'ECS et à réduire la longueur du réseau.

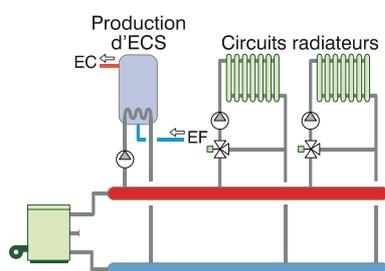
#### Production indépendante du chauffage des locaux ou combinée ?

Une installation à double usage permet d'alléger le prix d'investissement, le poste "production de chaleur" étant commun au chauffage des locaux et à la production d'eau chaude sanitaire.

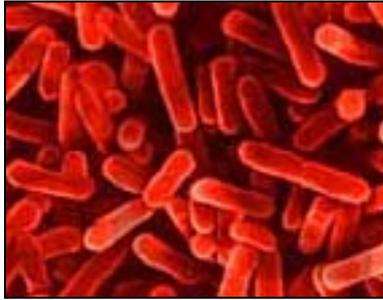
Mais le système de production de chaleur doit rester en service en mi-saison et en été. A ce moment, le rendement de la chaudière risque d'être fortement dégradé suite aux pertes à l'arrêt.

#### Combattre la légionnelle ?

Une installation tertiaire est sensible au développement de cette bactérie qui prolifère particulièrement à une température comprise entre



Production de chauffage et d'eau chaude sanitaire combinée



30 et 40°C. Le maintien d'une température de production d'eau chaude à 60°C est souvent la solution adoptée

### Concrètement ?

- ▶ Opter pour une production centralisée sauf si
  - les points de puisages sont dispersés dans le bâtiment. On choisira alors une production décentralisée pour ces points de puisage.
  - les points de puisages sont concentrés dans différentes zones du bâtiment. On choisira alors une production semi-centralisée.
- ▶ Envisager l'installation d'une chaudière dédiée au chauffage de l'eau chaude sanitaire en été si la puissance nominale en eau chaude sanitaire représente moins de 30% de la puissance de la plus petite chaudière du bâtiment.  
Elle fonctionnera
  - soit en parallèle sur l'installation de chauffage
  - soit de façon autonome.
- ▶ Pour la production autonome destinée à une partie des points de puisage fortement éloignés de la production centralisée, choisir de préférence
  - un préparateur gaz à condensation
  - ou, pour des faibles besoins, un accumulateur électrique.
- ▶ Dimensionner et configurer le ballon de stockage et/ou la boucle de distribution pour de l'eau à 60°C.  
Une température inférieure à 55°C entraîne un risque de prolifération des légionnelles, une température trop élevée entraîne des pertes énergétiques.  
Cette "haute température" permanente de l'eau sous-entend une forte isolation du ballon et des conduites.



*Voir articles 59 et 60 pour cahier des charges en annexe.*

## IV.7. Bien concevoir la régulation

### Que faire ?

Eviter les gaspillages tout en

- ▶ Assurant le confort des utilisateurs
- ▶ Donnant la possibilité aux occupants d'agir sur leur environnement de travail.



Illustration : Bénédicte Beeckman



### Pourquoi ?

La régulation a une grande influence sur la consommation future. Sur les factures annuelles de combustible, il peut y avoir jusqu'à 30% de différence entre une installation bien ou mal régulée.

On peut économiser une part importante des consommations d'énergie en évitant

- de chauffer, ventiler, refroidir, éclairer des locaux inoccupés,
- de chauffer, ventiler, refroidir plus que nécessaire,
- de "casser" de l'énergie en apportant du chaud et du froid en même temps dans des locaux,
- en évitant de chauffer fenêtres ouvertes,
- ...

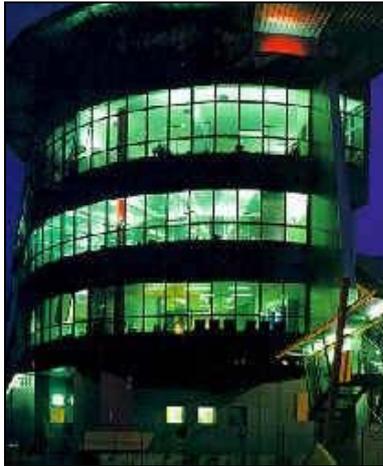
### Concrètement ?

- ▶ Ne pas négliger l'étude du poste régulation : consacrer les moyens nécessaires à l'étude du système et à l'investissement dans des équipements de régulation performants.



*Voir article 63 pour cahier des charges en annexe.*

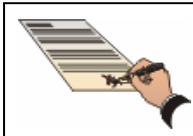
- ▶ Choisir des systèmes de régulation simples. Ils permettront au gestionnaire de comprendre et de conduire facilement l'installation.



- ▶ Prévoir une gestion horaire pour éviter tout fonctionnement (éclairage, chauffage, refroidissement, ventilation) en-dehors des heures d'occupation, et particulièrement la nuit et le week-end.
- ▶ Prévoir pour chaque zone d'activité une commande d'éclairage propre.
- ▶ Pour les locaux à occupation variable mais non programmable, commander l'extinction des luminaires au moyen d'une détection de présence.
- ▶ Gérer le chauffage et le refroidissement en fonction de la température ambiante. Cela peut se faire localement (à l'aide de vannes thermostatiques notamment) ou de façon centralisée (sonde d'ambiance, GTC Gestion Technique Centralisée).  
Prévoir une commande locale qui permette à l'utilisateur de modifier la consigne de température dans une plage réduite et d'arrêter manuellement le chauffage ou le refroidissement.
- ▶ Lorsque du chauffage et du refroidissement sont prévus dans un même local (au moyen d'un système unique ou de systèmes séparés), prévoir une régulation qui empêche le fonctionnement simultané de l'émission de chaud et de froid.
- ▶ Prévoir un système au niveau de la fenêtre pour arrêter la fourniture de chaud et de froid lors de l'ouverture des fenêtres par les occupants.
- ▶ Dans les locaux à occupation variable et/ou discontinue, gérer l'apport d'air neuf en fonction de l'occupation (détecteur de présence, sonde CO<sub>2</sub>, ...).
- ▶ Financer, pour un membre du personnel technique, une formation « in situ » dispensée par la société de régulation afin qu'il apprenne la lecture et le paramétrage des régulateurs locaux et centralisés.



## ANNEXE



### Articles à insérer dans les cahiers des charges destinés aux concepteurs (architecte et bureau d'études)

Objectif : les articles ci-dessous sont destinés à être intégrés dans les conventions qui lient le Maître de l'Ouvrage (MO) d'une part à l'Architecte (A) et d'autre part au Bureau d'Etudes (BE). Ils précisent contractuellement les attentes du Maître de l'Ouvrage et permettront aux professionnels d'évaluer le travail supplémentaire que certaines de ces attentes peuvent engendrer.

### Equipements électriques

- Article 1. Le BE / l'A étudiera et proposera au MO différentes techniques envisageables pour limiter les charges internes produites par les équipements électriques (éclairage, bureautique, centrale téléphonique, matériel électrique particulier).*
- Article 2. L'A étudiera, en collaboration avec le BE, la possibilité de créer une ou plusieurs zones spécifiques non occupées, destinées à recevoir les équipements de bureautique les plus dispensateurs de chaleur (photocopieuses, imprimantes, ...).*

### Enveloppe du bâtiment

- Article 3. L'A et le BE évalueront l'intérêt de limiter la compacité du bâtiment pour, grâce à une surface de façade importante, profiter de l'éclairage naturel et faciliter le rafraîchissement par ventilation naturelle.*
- Article 4. L'A concevra les parois du bâtiment afin de limiter le coefficient de transmission thermique de celles-ci à*
- o 0,4 W/m<sup>2</sup>.K pour les parois opaques des façades*
  - o 0,3 W/m<sup>2</sup>.K pour les toitures*
  - o 2 W/m<sup>2</sup>.K. pour les fenêtres (ensemble complet "vitrage + châssis").*
- Article 5. L'A étudiera les solutions techniques à appliquer aux différents points particuliers de l'enveloppe du bâtiment (angles, raccords des façades avec les planchers et toitures, avec des balcons, battées de fenêtres, etc) afin d'assurer la continuité de l'enveloppe isolante et son étanchéité à l'air.*

## Orientation du bâtiment

- Article 6. Si diverses orientations sont envisageables pour le bâtiment, l'A / le BE étudiera les avantages et inconvénients de chacune d'elles en fonction de la situation particulière du bâtiment, et plus particulièrement*
- o de l'usage des locaux,*
  - o de l'ombrage naturel qu'offre l'environnement (autres bâtiments, végétation, ...),*
  - o des possibilités de placer des capteurs solaires pour préchauffer l'eau chaude sanitaire,*
  - o des surfaces de vitrage et du type de protection solaire envisagés sur chacune des façades.*

## Analyse du comportement thermique

- Article 7. L'A / le BE étudiera particulièrement le comportement thermique des locaux de coin afin que le confort des occupants y soit assuré, et qu'ils présentent une surconsommation minimale par rapport aux autres locaux du même type.*
- Article 8. L'A / le BE optimisera le choix du vitrage et de la protection solaire pour chaque zone du bâtiment ayant un fonctionnement thermique homogène. L'évaluation se fera par simulation informatique du comportement thermique du bâtiment, en fonction*
- o du système de refroidissement envisagé (mécanique ou naturel),*
  - o des apports internes attendus dans la zone,*
  - o de son orientation,*
  - o de la surface de vitrage et des masques produits par l'environnement (végétal et bâti).*

## Atrium

- Article 9. Si un atrium est prévu, l'A / le BE envisagera différentes solutions pour gérer les apports solaires (protections solaires traditionnelles, autres dispositifs d'ombrage éventuellement amovibles, dispositifs permettant l'ouverture de la partie supérieure de l'atrium en cas de surchauffe, ...).*
- Il évaluera l'intérêt d'équiper de protections solaires les fenêtres intérieures donnant sur celui-ci.*

## Refroidissement par ventilation naturelle

- Article 10. Le BE évaluera la possibilité, en fonction des conditions acoustiques et mécaniques (pression du vent, notamment), de laisser aux occupants la possibilité d'ouvrir leur fenêtre. Il évaluera les conséquences budgétaires sur le*



poste régulation des équipements de ventilation, de chauffage et de refroidissement.

Article 11. L'A mettra en place différentes stratégies pour favoriser la possibilité d'un refroidissement pas ventilation naturelle (inertie thermique, limitation des apports internes, des apports solaires, du nombre d'étages, ...)

Article 12. Le BE étudiera les différentes possibilités d'un refroidissement naturel par ventilation. Par simulation informatique basée sur une année climatique moyenne, il vérifiera que les  $t^{\circ}$  intérieures ne dépasseront pas

- 100 heures par an au-dessus de 25,5 °C,
- dont 20 heures par an au-dessus de 28°C.

Il proposera, le cas échéant, au MO les aménagements complémentaires nécessaires pour rendre ce refroidissement naturel possible (protections solaires, diminution des apports internes, ...).

## Eclairage naturel

Article 13. L'A limitera les surfaces vitrées, tout particulièrement si elles sont horizontales, tout en s'assurant que l'éclairage naturel des locaux de vie est suffisant pour rendre l'éclairage artificiel nécessaire pendant moins de 40 % du temps d'occupation.

Article 14. L'A / le BE étudiera les solutions envisageables pour apporter de l'éclairage naturel à l'intérieur du bâtiment (éclairage zénithal, puits de lumière, conduit solaire, ...).

Article 15. L'A / le BE envisagera des solutions alternatives aux coupoles en toiture pour éclairer des locaux qui ne sont pas situés en façade.

## Installation d'éclairage

Article 16. Le BE dimensionnera l'éclairage conformément à l'article 1.14 du "cahier des charges énergétique d'une installation d'éclairage", de sorte que notamment la puissance électrique des luminaires installés ne dépasse pas:

- 2,5 W/m<sup>2</sup>/100 lux pour des locaux de bureau et des salles de cours (conseillé : 2 W/m<sup>2</sup>/100 lux)
- 3 W/m<sup>2</sup>/100 lux pour des salles de sport et des grands halls
- 3,5 W/m<sup>2</sup>/100 lux pour un couloir.

Article 17. Le BE dimensionnera l'installation d'éclairage pour atteindre, sur la zone de travail et dans les zones environnantes immédiates, le niveau et l'uniformité

*d'éclairage minimaux définis dans la norme NBN EN 12464-1. Pour l'éclairage des installations sportives, on se référera à la norme NBN EN 12193.*

*Article 18. La zone de travail (partie du local dans laquelle la tâche visuelle est exécutée) des différents locaux sera définie le plus précisément possible avec le maître d'ouvrage*

*Si elle ne peut être déterminée clairement, la zone de travail sera définie,*

- *dans des bureaux, comme la surface du local de laquelle on soustrait une bande de 50 cm le long des murs sans porte et une bande de 70 cm le long des murs avec porte.*
- *dans des classes, comme la surface totale de la classe de laquelle on soustrait
  - o *une bande de 50 cm dans le fond de la classe,*
  - o *une bande de 1 m le long des parois occupées par des armoires,*
  - o *et une bande de 50 cm le long de la paroi sur lequel le tableau est placé. Celui-ci disposera d'un éclairage spécifique.**
- *dans les couloirs et les sanitaires, comme la surface du local.*
- *pour les salles et terrains de sport, suivant la norme NBN EN 12193.*

*Article 19. Le BE concevra le réseau électrique pour l'éclairage du bâtiment dans l'objectif de permettre une gestion efficace des installations : extinction partielle de l'éclairage des locaux, gestion en fonction de l'éclairage naturel, répartition des commandes au sein d'un plateau, etc*

*Il s'assurera notamment que*

- ▶ *chaque local dispose d'une commande d'allumage et d'extinction propre*
- ▶ *dans chaque local, la rangée de luminaires la plus proche des fenêtres peut être commandée séparément des autres luminaires*
- ▶ *dans les salles de cours, les luminaires éclairant le tableau disposent d'une commande propre*
- ▶ *dans les salles de sport, l'éclairage des terrains adjacents peut être commandé séparément*
- ▶ *la commande de l'ensemble des luminaires extérieurs au bâtiment se fait au moyen d'interrupteurs munis de témoins de visualisation, et qu'elle est asservie à une cellule crépusculaire avec possibilité de limitation par horloge.*

*Article 20. Le BE étudiera l'intérêt de commander l'extinction des luminaires au moyen d'une détection de présence dans les locaux à occupation variable mais non programmable, de type public ou de passage.*

*Article 21. Dans les locaux profitant d'éclairage naturel, le BE étudiera l'intérêt de réguler le flux lumineux des luminaires les plus proches des fenêtres en fonction de l'apport en éclairage naturel.*

## Zonage du bâtiment

- Article 22. L'A effectuera, en collaboration avec le BE, un zonage du bâtiment compatible avec les différents systèmes techniques adéquats à mettre en place. Il veillera notamment à grouper*
- o les locaux à fortes charges internes (salles informatiques, cafétéria, salles de réunion, etc.),*
  - o les locaux qui doivent être gérés ensemble,*
  - o les locaux dont le fonctionnement horaire sera similaire.*
- Article 23. Si une partie du bâtiment doit être occupée en dehors des heures d'occupation du reste du bâtiment (conciergerie, corps de garde, ....), le BE évaluera l'intérêt de prévoir une production spécifique pour le chauffage comme pour le refroidissement mécanique éventuel.*

## Installation de chauffage

- Article 24. Le BE étudiera l'intérêt d'une installation de cogénération de qualité, définie comme la production combinée de chaleur et d'électricité qui réalise une économie de 10% à 20% des émissions de CO2 par rapport aux productions séparées des mêmes quantités de chaleur et d'électricité dans des installations modernes de référence*
- L'évaluation de la rentabilité des installations doit tenir compte*
- d'un dimensionnement en fonction des besoins de chaleur du bâtiment,*
  - des consommations actuelles ou prévues en chauffage et en électricité,*
  - des installations éventuellement existantes, à remplacer ou à adapter,*
  - des certificats verts,*
  - de l'horaire de fonctionnement du bâtiment.*
- Article 25. Le BE étudiera a possibilité de recours à des énergies renouvelables comme le bois.*
- Article 26. Si une ou plusieurs chaudières à condensation sont prévues, le BE étudiera le circuit hydraulique et le choix des régimes de température des consommateurs de chaleur pour permettre des températures d'eau de retour minimales.*
- Le recyclage direct d'eau chaude du départ de la chaudière vers le condenseur de fumées sera évité.*
- Le mélange des retours d'eau chaude venant d'utilisateurs demandant des températures de consigne d'eau fort différentes (circuits radiateurs et chauffage par le sol, circuits avec production d'eau chaude sanitaire) sera évité.*
- Article 27. Le BE étudiera la conception du réseau de distribution et l'emplacement des productions de chaleur, de froid et de traitement d'air de manière à limiter la puissance des pompes et ventilateurs. Cela signifie limiter les pertes de charge*

*par des circuits les plus courts possibles, rectilignes et véhiculant le fluide à faible vitesse.*

*Article 28. Les tuyauteries de distribution seront dimensionnées en tenant compte des règles reprises à l'article 7.1 . du "Cahier des charges énergétique d'une installation de climatisation".*

*Article 29. Les réseaux de distribution d'eau de chauffage situés à l'extérieur ou en locaux non chauffés sont munis d'une épaisseur d'isolant respectant les exigences de la norme NBN D30-041.*

*Article 30. Le dimensionnement des corps de chauffe se fera sur base d'une température de retour maximale de 60°C.*

## **Installation de ventilation hygiénique**

*Article 31. Le BE comparera différents types de systèmes de ventilation. Il les évaluera notamment par rapport aux consommations d'énergie attendues, à l'encombrement, au coût, au bruit et à l'esthétique des façades.*

*Article 32. Le BE dimensionnera les installations de sorte que le débit d'air neuf soit égal à la valeur maximale entre l'exigence du RGPT (30 m<sup>3</sup>/h.personne) et l'exigence de la Réglementation wallonne en matière de ventilation des bâtiments (1996).*

*Le débit d'air neuf ne sera en aucun cas surdimensionné de façon permanente, dans le but de permettre une déshumidification, un chauffage ou un refroidissement complémentaire de l'ambiance. Le BE sera tout particulièrement attentif au dimensionnement du débit d'air primaire des poutres froides ou du débit d'air neuf en présence de plafonds froids.*

*Le débit d'air neuf ne pourra dépasser la valeur minimale imposée par les réglementations que temporairement, et uniquement pour rafraîchir le bâtiment naturellement. Dans ce cas, le BE prévoira un système de régulation qui devra gérer le taux d'air neuf en fonction des besoins de ventilation hygiénique et des besoins de rafraîchissement.*

*Article 33. Pour tous les locaux à usage intermittent et à occupation variable (salles de réunion, de conférence, ...), le BE évaluera l'économie potentielle, en terme de m<sup>3</sup> d'air neuf traités par an, liée à un système régulant le débit d'air hygiénique en fonction de la présence effective des personnes présentes*

*Si l'économie potentielle évaluée est comprise entre 1.000.000 et 2.000.000 m<sup>3</sup> d'air neuf par an, le BE évaluera l'intérêt économique de placer un tel système.*

- Article 34. Dans les locaux à occupation épisodique et aléatoire, le BE évaluera l'intérêt de commander les bouches de pulsion au moyen d'un détecteur de présence, en association avec un ventilateur à vitesse variable.*
- Article 35. Pour les systèmes double flux, le BE évaluera l'intérêt d'installer récupérateur de chaleur sur l'air extrait pour préchauffer l'air neuf si le débit d'air neuf du groupe de pulsion dépasse 5000 m<sup>3</sup>/h en usage diurne et 2000 m<sup>3</sup>/h en usage continu.*
- Article 36. S'il existe des besoins de préchauffage de l'air neuf des locaux ou de l'eau chaude sanitaire lorsque la machine frigorifique fonctionne, le BE étudiera l'intérêt de récupérer de la chaleur.*
- *sur la désurchauffe des gaz refoulés par le compresseur,*
  - *sur l'air ou l'eau du condenseur,*
  - *sur le refroidisseur d'huile des compresseurs à vis.*
- Article 37. Si le bâtiment dispose d'une source de chaleur permanente (local informatique, locaux intérieurs, ...) et qu'un climatiseur est prévu pour fonctionner en hiver, le BE étudiera l'intérêt et la faisabilité de récupérer la chaleur du condenseur, pour préchauffer l'air neuf hygiénique du bâtiment par exemple.*
- Article 38. Le BE évaluera l'intérêt du passage de l'air neuf hygiénique dans une masse thermique "tampon" (conduit enterré ou autre).*
- Article 39. Le BE dessinera le réseau de distribution d'air de manière à ce que la distance entre le ventilateur et la bouche la plus éloignée soit la plus courte possible.*
- Les brusques changements de direction ou de section seront évités. Le cas échéant, il faudra recourir, par exemple, à des raccords convergents ou divergents, à des ailettes directionnelles, ...*
- Article 40. Le BE dimensionnera les gaines de distribution d'air de telle façon que la perte de charge dans les tronçons linéaires ne dépasse pas 1 Pa/m.*
- Il évaluera les possibilités et contraintes liées à un dimensionnement plus large, suivants le § 9.1.3 du "Cahier des charges énergétiques pour une installation de conditionnement d'air".*

## **Installation de climatisation**

- Article 41. Si le bâtiment présente des besoins en refroidissement permanents (local informatique, locaux intérieurs, ...), le BE étudiera l'intérêt de refroidir naturellement, durant une partie de l'année, l'eau du circuit sans utiliser la machine frigorifique, par exemple au moyen d'une tour de refroidissement fermée, ou d'un aérorefroidisseur.*

- Article 42. Le BE évaluera les besoins de refroidissement des locaux équipés de plafonds froids par rapport à l'évolution de la température extérieure. Si ces locaux ont des besoins de refroidissement pour des températures extérieures inférieures à 14°C, le BE évaluera la possibilité de refroidir naturellement l'eau sans l'intervention du groupe frigorifique (free chilling).*
- Article 43. Si l'installation de ventilo-convecteurs « 2 tubes – 2 fils » est envisagée, le BE évaluera, par simulation dynamique du comportement thermique du bâtiment, la consommation annuelle d'électricité pour une année climatique type.*
- Article 44. Pour l'évaluation de la puissance frigorifique, le BE utilisera une méthode informatisée, capable de prendre en compte l'inertie réelle du local et le lissage des charges thermiques qui en résulte.*
- Article 45. Pour limiter le surdimensionnement de la machine frigorifique et les pertes énergétiques qui y sont liées*
- *la puissance frigorifique des installations de climatisation de bâtiment sera calculée sur base*
    - *d'une température intérieure de 25°C (26°, si plafonds froids), et d'une humidité relative intérieure de 60%/65%,.*
    - *d'une température extérieure de 30 °C et d'une humidité relative extérieure de 40%,.*
  - *la machine frigorifique sera sélectionnée pour ne pas déclencher pour une température extérieure de 35°C.*
- Article 46. Le BE évaluera, en étroite concertation avec le Maître d'Ouvrage, les apports internes (importance des équipements bureautiques, éclairage, ...) et les coefficients de simultanéité (taux d'occupation des locaux, taux d'utilisation dans le local occupé, ...) réalistes à utiliser pour dimensionner la puissance frigorifique.*
- Article 47. Le BE établira la puissance frigorifique à installer sur base d'un fonctionnement 24/24h de la machine frigorifique en période de canicule. Il vérifiera que l'inertie est suffisante pour assurer le confort des occupants avec ce mode de dimensionnement.*
- Article 48. Le BE concevra un système de climatisation "tout air" tel qu'il ne génère aucune destruction d'énergie par production simultanée de chaud et de froid pour le traitement d'un même local, sauf si la chaleur est récupérée au condenseur de l'installation de production de froid.*

- Article 49. Si le débit d'air neuf du groupe de pulsion dépasse*
- *5.000 m<sup>3</sup>/h en usage diurne ou 2000 m<sup>3</sup>/h en usage continu, le BE évaluera l'intérêt d'installer récupérateur de chaleur sur l'air extrait pour préchauffer l'air neuf ;*
  - *10.000 m<sup>3</sup>/h en usage diurne ou 4.000 m<sup>3</sup>/h en usage continu, le BE prévoira un récupérateur de chaleur sur l'air extrait pour préchauffer l'air neuf.*
- Article 50. Le BE étudiera la disposition des entrées et des sorties d'air du local de telle manière que l'ensemble de la zone d'occupation soit correctement balayé par le flux d'air et que le confort des occupants soit assuré.*
- Article 51. . Sur le réseau d'eau de refroidissement, les conduites suivantes seront isolées :*
- *toutes les conduites d'eau glacée,*
  - *les conduites d'eau de refroidissement (de et vers les tours de refroidissement) aux endroits où il y a danger de gel.*
- L'épaisseur d'isolation sera calculée suivant la norme NBN D30-041 de manière à minimiser les pertes énergétiques et le risque de condensation superficielle*
- Article 52. Si l'on prévoit que, durant de longues périodes, le bâtiment disposera de locaux en demande de froid (local informatique, locaux intérieurs, salles de réunions, ... ) alors que d'autres locaux seront en demande de chauffage (locaux en façades), le BE étudiera l'intérêt de sélectionner le système à débit de réfrigérant variable qui permet le transfert d'énergie d'une zone vers l'autre (système « chaud et froid »).*
- Article 53. Le BE étudiera l'emplacement des unités extérieures et la configuration du réseau des tuyauteries frigorifiques d'une installation de climatisation à détente directe de manière à*
- *limiter les longueurs frigorifiques et les pertes de charge,*
  - *respecter les exigences du fabricant en matière de distance et de dénivelés maximaux entre l'unité extérieure et les unités intérieures et entre les unités intérieures.*
- Article 54. Le BE étudiera le nombre, la disposition et la vitesse des unités intérieures ou le choix des grilles de pulsion (dans le cas d'unités intérieures munies d'un gainage) de telle manière que la pulsion d'air froid et d'air chaud ne crée pas d'inconfort dans la zone d'occupation, ni de stagnation de l'air.*
- Article 55. Si un système à débit de réfrigérant variable est prévu, le BE étudiera précisément les besoins thermiques des différentes zones du bâtiment et configurera le système « chaud et froid » de manière à assurer un transfert maximal de chaleur entre les zones à chauffer et à refroidir simultanément*

- Article 56. S'il existe des besoins de préchauffage de l'air neuf des locaux ou de l'eau chaude sanitaire lorsque la machine frigorifique fonctionne, le BE étudiera l'intérêt de récupérer de la chaleur :*
- *sur la désurchauffe des gaz refoulés par le compresseur,*
  - *sur l'air ou l'eau du condenseur,*
  - *sur le refroidisseur d'huile des compresseurs à vis,*
  - *...*

## **Installation de préparation d'eau chaude sanitaire**

- Article 57. Le BE étudiera l'intérêt de placer de capteurs solaires pour assurer une partie de la production d'eau chaude.*
- Article 58. Le BE évaluera l'intérêt de préchauffer l'eau chaude sanitaire par récupération au condenseur de la machine frigorifique. L'étude évaluera, le cas échéant, les possibilités de déplacement de certains équipements pour rapprocher la production d'eau chaude sanitaire de la machine frigorifique. Elle prendra en compte le risque de développement de la légionelle dans ce type de ballon de préchauffage.*
- Article 59. Le ballon de stockage d'eau chaude sanitaire sera maintenu à une température minimale de 60°C pour éviter le risque de prolifération des légionelles.*
- Article 60. La boucle de distribution sera parcourue par de l'eau dont la température est en tout point comprise entre 60°C et 55°C, pour éviter le risque de prolifération des légionelles.*
- Article 61. Le BE déterminera le plus précisément possible le profil de puisage d'eau chaude pour permettre un dimensionnement optimal et réaliste, tant du point de vue de l'investissement que des pertes d'énergie. Cette prescription s'applique tout particulièrement aux installations comportant un ballon de stockage*
- Article 62. Dans le cas d'un bâtiment existant, le BE définira le profil de puisage du bâtiment au moyen d'un compteur volumétrique placé sur l'alimentation en eau froide de l'installation de production d'eau chaude sanitaire existante. Ce compteur sera récupéré sur la nouvelle installation pour suivre la consommation.*

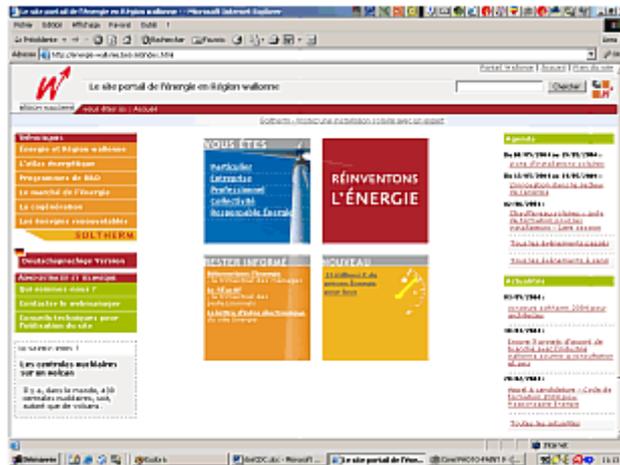
## **Régulation des installations**

- Article 63. Le BE attachera une attention particulière à l'étude de la régulation. Il décrira précisément et en langage "courant" la logique de la régulation de l'installation telle qu'il la conçoit pour l'exploitant futur.*









>> Toute l'information sur l'énergie en Wallonie sur <http://energie.wallonie.be> (publications, services d'aide, outils techniques, actualités, séminaires, aides financières, ...).



**Le REactif**, un Trimestriel gratuit d'information sur l'énergie en région wallonne : l'actualité, les nouveautés, des réussites dans l'industrie et le tertiaire, la cogénération et les énergies renouvelables. Abonnement sur <http://energie.wallonie.be>.

