

**CONCEVOIR ET
RENOVER
UN BÂTIMENT
TERTIAIRE**

LES CAHIERS DES CHARGES *Energie+*

Pour le Maître d'Ouvrage

**CHECK-LIST
ÉNERGÉTIQUE
INSTALLATION DE
CLIMATISATION**

Version juin 2004



RÉGION WALLONNE

**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

**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
Site Internet : www-climat.arch.ucl.ac.be

LES CAHIERS DES CHARGES *Energie*⁺

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>)

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 €/m³ 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.

Objectif du document

Ce texte 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.

Dans une **Check-list** pratique, il présente les critères énergétiques qui seront détaillés dans les **Cahiers des Charges** à destination des bureaux d'études ("Cahier des charges énergétique d'une installation de climatisation", téléchargeable sur <http://energie.wallonie.be>)

Le document propose des recommandations, pour 4 stades successifs de la construction/rénovation :



- les choix à faire en matière de système
Exemple : climatisation "à air" ou à "eau glacée" ?
- le type d'équipement à choisir : type de bouche de pulsion, isolation des conduits, ...
- le dimensionnement des installations
- les demandes à formuler au bureau d'étude ou à l'installateur (par exemple : évaluer l'intérêt d'un récupérateur de chaleur pour le projet).



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.

Deux niveaux de prescriptions

Pour faire face aux changements climatiques de notre environnement, toutes les mesures énergétiques sont les bienvenues et devraient être intégrées dans un projet de construction. Mais dans le but de définir des priorités parmi ces prescriptions, le document comprend deux types de clauses :

[A EXIGER] **Des exigences** auxquelles doit répondre toute installation de climatisation pour garantir une performance énergétique minimale.

Le concepteur et le Maître de l'Ouvrage veilleront à ce que ces mesures très efficaces ne soient pas supprimées pour alléger le budget d'investissement. Le surcoût éventuel est généralement remboursé en un temps inférieur à 5 ans par les économies générées.

[A ÉVALUER] **Des recommandations** qui améliorent encore l'efficacité énergétique de l'installation et donc l'impact environnemental du projet.

Le bureau d'études ou l'installateur devront évaluer, dans la situation particulière du projet, les contraintes et l'intérêt énergétique de ces recommandations, afin d'aider le Maître d'Ouvrage à prendre sa décision.

Des commentaires en caractères italiques accompagnent et/ou justifient ces prescriptions.

Quelques définitions ...

Distinguons les trois types de système de climatisation qui font l'objet des trois chapitres "projet":

1. **Climatisation "à eau" (ou "air + eau")** : le chauffage et le refroidissement des locaux sont réalisés par préparation et transport d'eau, chaude ou glacée.

L'installation comprend :

- une ou plusieurs chaudières,
- une ou plusieurs machines frigorifiques,
- des conduites d'eau chaude et d'eau glacée,
- et des unités terminales (ventilo-convecteurs, radiateurs, poutres et plafonds froids, etc...).

L'apport d'air neuf hygiénique, nécessaire pour garantir la qualité de l'air, est assuré par un système indépendant. Voir le document "Check-list énergétique pour une installation de ventilation hygiénique".

2. **Climatisation "tout air"** : le chauffage et le refroidissement des locaux sont réalisés par préparation et transport d'air, cet air intégrant également l'air neuf hygiénique.

L'installation comprend

- une ou plusieurs chaudières,
- une ou plusieurs machines frigorifiques,
- des groupes de traitement d'air : ils donnent à l'air distribué les caractéristiques hygiéniques et hygrothermiques nécessaires au confort des occupants : filtration, chauffage, refroidissement, humidification et déshumidification.
- des gaines de transport d'air,
- et des bouches de pulsion.

3. **Climatisation "à détente directe"** : une installation assurant le refroidissement des locaux par passage direct de l'air ambiant sur le fluide frigorigène contenu dans un ou des évaporateurs.

Parmi ces systèmes, on retrouve :

a) les climatiseurs,

Ils assurent localement la réfrigération d'un ou plusieurs locaux. Un climatiseur peut être réversible et assurer également le chauffage des locaux en hiver.

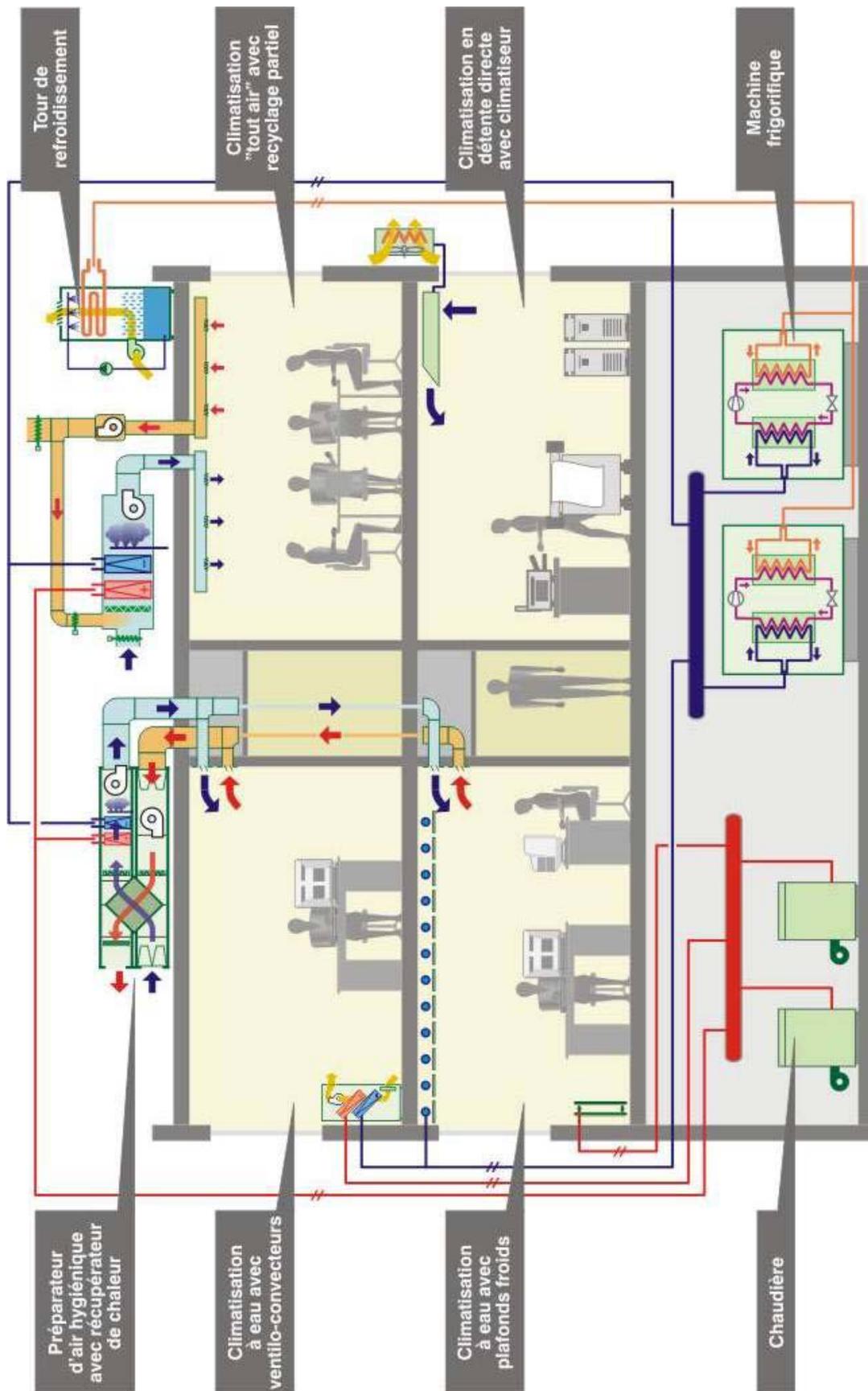
b) les systèmes "à débit de réfrigérant variable" (« DRV »),

Ils assurent la réfrigération mais aussi le chauffage de plusieurs locaux. Leur particularité est de transporter le fluide réfrigérant dans un réseau de tuyauteries qui parcourt le bâtiment, chaque unité intérieure pouvant fonctionner en mode "machine frigorifique" ou en mode "pompe à chaleur".

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.
- les systèmes « chaud **ou** froid » : ils ne délivrent, selon la saison, que du chaud ou du froid.

L'apport d'air neuf hygiénique, nécessaire pour garantir la qualité de l'air, est assuré par un système indépendant. Voir le document "Check-list énergétique pour une installation de ventilation hygiénique".



Climatisation : "philosophie" de conception énergétique ?

Tentons de résumer ici les axes qui ont présidé à l'élaboration du cahier des charges :

- ⇒ **un dimensionnement à partir de critères réalistes :**
 - d'occupation,
 - de consignes de température intérieure et extérieure,
 - de besoin d'humidification et de déshumidification,
 - de charge interne liées aux équipements intérieurs.
- ⇒ **la limitation du taux d'air neuf au juste besoin de qualité d'air intérieure**
- ⇒ **le souci d'éviter la destruction d'énergie** entre les apports de chaud et de froid en mi-saison :
 - zone neutre entre les consignes chaud et froid,
 - absence de productions simultanées de froid et de chaud dans le traitement d'air d'un même local,
 - interconnection des régulations de systèmes différents (ventilation et climatisation, ou radiateurs et climatisation, par exemple).
- ⇒ **l'intégration l'air neuf extérieur comme agent de refroidissement en mi-saison**, en complément de la climatisation mécanique en période de fortes chaleurs, via, par exemple :
 - l'ouverture de fenêtres ou de ventelles par les occupants,
 - l'intégration du free-cooling dans la climatisation,
 - le free-chilling de l'eau glacée.
- ⇒ **le choix d'une régulation performante** (il vaut mieux un produit de moindre qualité, mais bien régulé) basée :
 - sur un découpage du bâtiment en zones thermiques homogènes disposant d'un circuit et d'une régulation distincte,
 - sur une modulation de la fourniture en fonction des besoins réels. Par exemple :
 - adaptation des débits d'air neuf à la présence effective des occupants (ventilateurs à vitesse variable),
 - possibilité fine de programmation horaire,
 - arrêt de l'apport d'air neuf en période de relance.
- ⇒ **l'installation d'auxiliaires (pompes et ventilateurs) peu consommateurs** (grâce au choix de larges conduites d'eau et d'air, de filtres et de batteries à faibles pertes de charge, ...), **et travaillant à vitesse variable.**
- ⇒ **le souci de récupérer la chaleur** sur les deux flux thermiques majeurs qui sortent du bâtiment :
 - la chaleur de l'air vicié extrait,
 - la chaleur du condenseur.
- ⇒ **le choix d'une production de chaleur performante** (privilégiant la chaudière à condensation), associée :
 - à des unités terminales fonctionnant à basse température d'eau chaude,
 - à un circuit hydraulique évitant tout retour direct d'eau chaude de la chaudière.
- ⇒ **le choix d'une machine frigorifique performante** (COP élevé) :
 - dont la régulation favorise la basse pression au condenseur (détendeur électronique),
 - associée à des unités terminales fonctionnant à haute température d'eau glacée pour diminuer le travail du compresseur, voire le bypasser et travailler en free-chilling :
 - choix de plafonds ou de poutres froides au régime 17-19°C,
 - ou de ventilo-convecteurs au régime 12-16° (ce qui limite la consommation liée à la déshumidification de l'air)

Ces objectifs sont plus faciles à atteindre si les charges thermiques sont limitées. Pour obtenir la collaboration du Maître d'Ouvrage en ce sens, le document "Conception globale" a été rédigé.

Note : Ce document est complété par la "check-list d'une installation de chauffage" et par la "check-list d'une installation d'air hygiénique".

Table des matières

Programmation	Page 10
Définition du confort attendu	Page 10
Avant-projet	Page 11
Organisation des locaux	Page 11
Choix des systèmes	Page 12
Caractéristiques des installations	Page 15
Projet	Page 17
Installation "à eau"	
Conception des installations	Page 17
Dimensionnement des équipements	Page 17
Choix des équipements	Page 19
Régulation	Page 21
Suivi des installations	Page 24
Installation "à air"	
Conception des installations	Page 25
Dimensionnement des équipements	Page 27
Choix des équipements	Page 29
Régulation	Page 33
Suivi des installations	Page 36
Installation "à détente directe"	
Conception des installations	Page 38
Dimensionnement des équipements	Page 39
Choix des équipements	Page 39
Régulation	Page 40
Suivi des installations	Page 41
Mise en service	Page 42
Réception des travaux	Page 42
Conduite de l'installation	Page 43
ANNEXE	Page 45
Articles à insérer dans le cahier des charges de la convention passée entre le maître d'ouvrage et le bureau d'études	



Programmation

DEFINITION DU CONFORT ATTENDU

Le Maître d'Ouvrage confirmera au bureau d'études son acceptation d'un niveau de confort intérieur compatible avec une utilisation rationnelle de l'énergie :

Solution 1 : il est demandé au bureau d'études d'évaluer la nécessité de climatiser les locaux :

[A ÉVALUER] **Etudier le confort atteint par un refroidissement passif du bâtiment** (par ventilation naturelle, par circulation d'eau froide dans les dalles, ...).

Le bureau d'études estimera le confort comme satisfaisant si une simulation dynamique du bâtiment soumis à un climat extérieur type-moyen génère au maximum :

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

Solution 2 : il est demandé un "rafraîchissement" de l'ambiance dont l'importance est adaptée aux conditions extérieures :

[A ÉVALUER] **Adapter la consigne de température intérieure de refroidissement en fonction de l'évolution de la température extérieure.**

Par exemple, la consigne sera de 24°C à l'intérieur par 28°C à l'extérieur. Mais elle passera à 25°C par +30°C, et 26°C par 32°C extérieur. Cet écart est tout à fait suffisant et ne crée pas de choc thermique désagréable à l'entrée du bâtiment.

En pratique, le bureau d'études dimensionnera l'installation de climatisation pour atteindre 25°C par +30°C extérieur et proposera une régulation qui adaptera la consigne durant l'exploitation.

L'essentiel est de lui confirmer que vous n'exigez pas un standard "à l'américaine", soit une température de 23°C quelles que soient les conditions extérieures !

Remarque 1 : en parallèle avec la définition de l'ambiance souhaitée sera abordé le souhait du Maître d'Ouvrage de laisser ou non les occupants ouvrir leurs fenêtres. Le choix du système de climatisation sera fortement influencé par cette option.

Remarque 2 : si les plafonds froids sont choisis comme technique de climatisation, les températures de confort intérieures peuvent être remontées de 1°C grâce à l'effet de "rayonnement froid" de l'émetteur.





Avant-projet

Remarque :

Certains critères ou équipements sont mentionnés à ce stade, même s'ils n'influencent pas l'organisation des locaux et/ou des réseaux, afin que leur coût soit pris en considération très tôt dans les estimations qui ponctuent l'évolution d'un projet.

ORGANISATION DES LOCAUX

[A ÉVALUER] **Regrouper les locaux à forte production de chaleur** (exemple : salles informatiques, ...)

Ceci permet de leur prévoir un système spécifique de climatisation "à détente directe" (climatiseurs locaux ou système à "débit de réfrigérant variable"), voire même d'éviter la climatisation de l'ensemble du bâtiment.

[A ÉVALUER] **Concevoir "géographiquement" des zones homogènes.**

Regrouper les locaux ayant une occupation, une orientation, une gestion, des corps de chauffe ou des occupants identiques (propriétaire ou locataire). Chaque zone ainsi constituée disposera de son propre circuit de chauffage et de refroidissement, et d'une régulation distincte.

Il faut éviter de faire fonctionner le système pour tout le bâtiment lorsqu'une seule zone le nécessite.

Exemples : locaux au Nord / locaux au Sud, bibliothèque ouverte le samedi, local de réunion occupé le soir, ...

[A ÉVALUER] **Limitier la surface de chacune des zones homogènes climatisées à 2500 m².**

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

[A ÉVALUER] **Idéalement, choisir une position centrale pour le local de production (eau chaude, eau glacée) et pour les groupes de préparation d'air.**

Une position centrale permet de concevoir des réseaux de distribution les plus courts possible de manière à limiter la consommation des circulateurs et des ventilateurs.



Voir article 10 pour cahier des charges en annexe.

CHOIX DES SYSTEMES

A. PRINCIPES DE BASE

[A EXIGER]

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 18 pour cahier des charges en annexe.

[A ÉVALUER]

Ne choisir un système de climatisation "tout air" que pour des locaux :

- **où la densité de population au m² est particulièrement élevée** (salles de spectacles, salles de réunion, par exemple), ce qui génère de toute façon des besoins d'air neuf importants.
- **où un besoin de refroidissement se fait ressentir également lorsque la température extérieure est basse** (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.

Le transport de chaleur ou de froid par de l'air est en effet 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.

[A ÉVALUER]

Si l'on prévoit que, durant de longues périodes, le bâtiment disposera de locaux en demande de froid alors que d'autres locaux seront en demande de chauffage, **étudier l'intérêt**

- **de regrouper les locaux qui ont des demandes opposées,**
- **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 »).

Par exemple : entre le local informatique, les locaux intérieurs et des salles de réunion d'une part, et les bureaux en façade Nord d'autre part, on pourra transférer l'énergie d'une zone vers l'autre.



Voir article 32 pour cahier des charges en annexe.

B. REFROIDISSEMENT NATUREL

[A EXIGER]

Prévoir le refroidissement naturel du bâtiment (c'est-à-dire la possibilité de se refroidir sans intervention de la machine frigorifique en période de mi-saison) :

Suivant les cas, on peut envisager :

- l'ouverture des fenêtres,
- l'ouverture de ventelles,
- la pulsion d'air frais à 100% par le système de climatisation "tout air",
- la circulation d'eau froide dans les planchers, eau refroidie naturellement la nuit en toiture,
- ...

Si le refroidissement est imaginé la nuit, l'inertie du bâtiment sera prévue en conséquence et restera "accessible" à l'air ambiant (éviter tapis et faux-plafonds).

[A EXIGER]

Prévoir une installation de free chilling (c'est-à-dire un refroidissement direct de l'eau froide par de l'air extérieur, sans fonctionnement du compresseur, en hiver et en mi-saison)

Cette technique est encore plus intéressante :

- si des locaux sont équipés de plafonds ou poutres froides car ils travaillent à haute température d'eau froide (15°C),
- si le bâtiment présente des besoins en refroidissement permanents (local informatique, locaux intérieurs, ... refroidis toute l'année et donc en hiver).



Voir articles 1 et 3 pour cahier des charges en annexe.

C. LOCAUX REFROIDIS TOUTE L'ANNEE

[A ÉVALUER]

Prévoir un système de refroidissement spécifique pour tout local ayant un besoin annuel constant (ex : petite salle informatique, local intérieur,...) **d'une faible puissance frigorifique par rapport à la puissance frigorifique du bâtiment.**

En raccordant ce type de local sur un groupe de production d'eau glacée desservant d'autres locaux ayant des besoins de refroidissement uniquement en mi-saison et en été, on impose à la machine frigo de fonctionner en hiver, pour fournir une puissance bien inférieure à sa puissance nominale. Elle a alors un rendement faible.

Exception : Lorsque le traitement du local ne peut connaître de défaillance (sécurité de fonctionnement des locaux informatiques ou d'un dispatching, par exemple), il est possible de dédoubler la production frigorifique : une production autonome est installée dans le local en parallèle sur le réseau principal du bâtiment.

L'installation principale est mise à l'arrêt en période hivernale, mais elle peut assurer une réserve en cas de défaillance du système de climatisation local

D. RECUPERATION DE CHALEUR

[A ÉVALUER] Etudier la manière de valoriser la chaleur contenue dans l'air extrait :

- récupérateur de chaleur pour préchauffer l'air neuf,
- recyclage partiel,
- placement d'une pompe à chaleur,
- ...

L'air vicié qui sort du bâtiment doit être perçue comme une "fuite de chaleur" majeure du bâtiment.

[A ÉVALUER] S'il existe des besoins de préchauffage de l'air neuf des locaux ou de l'eau chaude sanitaire lorsque la machine frigorifique fonctionne, **étudier l'intérêt de récupérer de la chaleur de la machine frigorifique :**

- 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,
- ...



Voir article 2 pour cahier des charges en annexe.

[A ÉVALUER] Si le bâtiment dispose d'une source de chaleur permanente (local informatique, locaux intérieurs, ...) et qu'un climatiseur est prévu pour fonctionner en hiver, **envisager la possibilité de récupérer la chaleur du condenseur du climatiseur.**



Voir article 31 pour cahier des charges en annexe.

E. CAS PARTICULIER DES GARAGES

[A ÉVALUER] Pour les garages, ne pas réchauffer l'air de ventilation et réguler le débit d'air en fonction des besoins.

Registres réglables, ventilateur à vitesse variable,... gérés par une sonde CO par exemple.

[A EXIGER] Si pour des raisons spécifiques, les garages doivent être chauffés, **utiliser exclusivement la chaleur récupérée sur l'air extrait du bâtiment.**

CARACTERISTIQUES DES INSTALLATIONS

A CHOIX DES UNITES TERMINALES POUR LES INSTALLATIONS "A EAU"

[A ÉVALUER] Privilégier, sur le plan énergétique, un système de refroidissement des locaux travaillant à **haute température d'eau froide et sans consommation de ventilateur auxiliaire.**

Par exemple, des poutres ou plafonds froids.

Dans un plafond ou une poutre froide, la température de l'eau est de 15°. Dans les ventilo-convecteurs, elle est bien souvent de 6°. Or, la "haute" température d'eau froide a comme avantages :

- de diminuer les pertes du réseau de tuyauteries,
- d'augmenter les performances de la machine frigorifique,
- de diminuer les pertes par déshumidification excessive de l'air ambiant,
- de permettre un éventuel refroidissement direct de l'eau par l'air extérieur sans utiliser la machine frigorifique (technique du « free chilling »)

[A ÉVALUER] **Etudier attentivement la performance réelle des éjecto-convecteurs et des poutres froides dynamiques,** systèmes où le flux d'air neuf hygiénique entraîne le passage d'air ambiant dans les batteries terminales.

Ils manquent de flexibilité (en cas de modification ultérieure de l'occupation) et on risque souvent de majorer le débit d'air neuf pour augmenter la puissance frigorifique.

[A EXIGER] **Exclure les ventilos-convecteurs « 2 tubes – 2 fils » (une batterie de froid et un chauffage électrique) 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/m²/an.



Voir article 15 pour cahier des charges en annexe.

B. CHOIX DES INSTALLATIONS "TOUT AIR"

[A EXIGER] **Proscrire toute installation de climatisation en "tout air neuf" permanent.**

Si elle est néanmoins indispensable, l'équiper d'un système de récupération de chaleur sur l'air extrait.

C. CHOIX DES INSTALLATIONS "A DEBIT DE REFRIGERANT VARIABLE"

[A ÉVALUER] Si l'on prévoit un système à "débit de réfrigérant variable" (DRV), et si le bâtiment disposera de locaux en demande de froid alors que d'autres locaux seront en demande de chauffage, **étudier les possibilités de grouper des locaux ayant des demandes opposées.**

Par exemple : le local informatique et des salles de réunion d'une part, et les bureaux en façades d'autre part.

Cette organisation facilitera l'installation d'un système qui permet le transfert d'énergie d'une zone vers l'autre (système « chaud et froid »).

D. PRODUCTION D'EAU GLACEE

[A ÉVALUER] Choisir l'emplacement et l'environnement des condenseurs afin qu'ils favorisent le refroidissement : limitation de l'ensoleillement direct des condenseurs, écartement suffisant des parois autour de ceux-ci pour éviter la recirculation d'air chaud, ...

Exemple à éviter : le condenseur (où est évacuée la chaleur de la machine frigorifique) est installé dans une fosse en-dessous du niveau du sol.

Il s'agit d'un compromis difficile à trouver entre le besoin d'ombrage, la limitation des nuisances acoustiques et la nécessité de ventiler. Idéalement des pare-soleils à claires voies seront prévus et la surface horizontale proche du condenseur sera de couleur claire (lestage par des graviers blancs des toitures horizontales, par exemple).

E. DISTRIBUTION D'EAU GLACEE

[A EXIGER] Lors du pré-dimensionnement, et pour les estimations de coût, tenir compte d'un dimensionnement large :

- des tuyauteries (circulateurs peu puissants)
- de l'isolation des tuyauteries (pertes limitées)

F. SUIVI DES CONSOMMATIONS

[A EXIGER] Si l'installation est susceptible de desservir des zones de bâtiment occupées par des propriétaires ou des locataires différents, **équiper chacune de ces zones d'un compteur intégrateur permettant de connaître sa consommation propre.**

Pour motiver les propriétaires et locataires, il est important qu'ils payent exactement ce qu'ils consomment afin que leurs efforts en matière d'économie d'énergie soient récompensés.



Projet

PROJET D'UNE INSTALLATION "A EAU"

CONCEPTION DES INSTALLATIONS

[A EXIGER] Prévoir pour chaque zone de besoin homogène un circuit de distribution et un système de régulation (gestion de la température et de l'intermittence) qui lui est propre.

Par zone de besoin homogène, on entend :

- un même type d'unité terminale
- un même horaire d'occupation,
- une même nécessité de dérogation,
- le même utilisateur (propriétaire ou locataire).

[A EXIGER] Prévoir l'emplacement pour un ou plusieurs circuits supplémentaires sur la boucle primaire afin d'éviter des "repiquages" d'installations ultérieures.

Cela permet de faire ultérieurement des extensions au réseau sans perturber l'ensemble de la distribution et de la régulation.

DIMENSIONNEMENT DES EQUIPEMENTS

A. MACHINE FRIGORIFIQUE

[A ÉVALUER] Financer le Bureau d'Etudes pour qu'il évalue la puissance frigorifique à l'aide d'une méthode informatisée.

Ce type de méthode permet de limiter le surdimensionnement, inutilement coûteux, en prenant en compte les charges internes réelles, l'inertie réelle du local et le lissage des charges thermiques qui en résulte.



Voir article 4 pour cahier des charges en annexe.

[A ÉVALUER] Limiter le surdimensionnement (et les pertes énergétiques qui y sont liées) :

- en calculant la puissance frigorifique des installations de climatisation sur base :
 - o de conditions intérieures et extérieures raisonnables,
 - o d'apports internes (importance des équipements bureautiques, éclairage, ...) et de coefficients de simultanéité (taux d'occupation des locaux, taux d'utilisation dans le local occupé, ...) réalistes.

Les évaluer en étroite concertation avec le bureau d'études ou, si le calcul est confié aux fabricants, demander aux soumissionnaires de joindre à leur offre les hypothèses de dimensionnement de la machine frigorifique.

- en sélectionnant la machine frigorifique pour que néanmoins, elle ne déclenche pas en cas de fortes chaleurs.



Voir articles 5 et 6 pour cahier des charges en annexe.

[A ÉVALUER]

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

Cela permet d'avoir une machine frigorifique plus petite (et donc moins chère) avec un meilleur rendement toute l'année. En période de canicule, le déplacement des charges frigorifiques vers la nuit est bénéfique : la température extérieure est plus basse (meilleur rendement du compresseur) et le kWh électrique est moins cher. Ceci sous-entend une inertie suffisante du local pour que les matériaux inertes déchargent durant la nuit, la chaleur accumulée le jour.



Voir article 7 pour cahier des charges en annexe.

B. DISTRIBUTION D'EAU GLACEE

[A EXIGER]

Limiter la consommation des circulateurs :

- Par la conception du réseau : circuits rectilignes, le moins de coudes possible ...
- Par le large dimensionnement des tuyauteries,
- Par l'absence de surdimensionnement forfaitaire.



Voir article 11 pour cahier des charges en annexe.

C. VENTILO-CONVECTEURS

[A ÉVALUER]

Financer le dimensionnement large des ventilo-convecteurs pour qu'ils travaillent avec un régime de température d'eau glacée le plus élevé possible.

Ceci permet de limiter les pertes de distribution, d'améliorer le rendement de la machine frigorifique, de diminuer la consommation d'énergie latente (moins de condensation) dans le local, de diminuer la puissance et le prix du groupe frigorifique nécessaire et d'envisager le free-chilling en hiver. Mais, bien sûr, un supplément sera à consentir à l'investissement.

D. POUTRES ET PLAFONDS FROIDS

[A EXIGER] Ne pas surdimensionner la puissance frigorifique des poutres et plafonds froids.

Le calcul de la puissance frigorifique ne doit pas tenir compte des apports de chaleur latente dans les locaux : la température de régime des plafonds froids est telle que le système n'entraînera pas de déshumidification de l'air ambiant.



Voir article 16 pour cahier des charges en annexe.

[A ÉVALUER] Les poutres et plafonds froids seront sélectionnés pour travailler avec un régime de température d'eau glacée le plus élevé possible. Par exemple, au régime 17-19°C au lieu du traditionnel régime 15-17°C.

Pour renforcer à ce moment la puissance émise par le plafond, **évaluer l'intérêt de pulser l'air neuf hygiénique dans le local au moyen de bouches à forte induction** (bouches à jet torique, par exemple) qui augmenteront l'échange convectif avec le plafond.

Cette haute température permet de limiter les pertes de distribution, d'améliorer le rendement de la machine frigorifique, de limiter le besoin de déshumidifier l'air neuf, de diminuer la puissance et le prix du groupe frigorifique nécessaire, de favoriser le free-chilling. Mais la puissance frigorifique diminuera, entraînant par exemple le recours à une protection solaire. C'est finalement tout le concept du bâtiment qui doit devenir "basse énergie".



Voir article 17 pour cahier des charges en annexe.

CHOIX DES EQUIPEMENTS

A. MACHINE FRIGORIFIQUE

[A EXIGER] Adapter le choix de la machine frigorifique (type de compresseur, type de condenseur, ...) en fonction de l'application.

Par exemple,

- si les émetteurs sont choisis pour travailler à haute température, valoriser cette option par une machine frigorifique qui travaille elle-même à haute température;
- pour les ventilateurs des condenseurs à air et les ventilateurs des tours de refroidissement, choisir au minimum des ventilateurs à deux vitesses. Idéalement, opter pour la vitesse variable.

La performance énergétique des machines frigorifiques varie du simple au double. Mais le prix varie lui aussi ! Seul un bilan du temps de retour du surinvestissement permet d'optimiser l'investissement.



Voir article 8 pour cahier des charges en annexe.

[A EXIGER]

Financer une machine frigorifique efficace.

L'efficacité frigorifique (EER ou COP_{froid}, coefficient de performance en mode refroidissement) doit être maximale et supérieure aux valeurs reprises à l'article 6.3.2.) du "Cahier des Charges Energétique pour la réalisation d'une installation de climatisation".

La performance "exigée" correspond à la performance atteinte par 66% des équipements du marché, la performance "conseillée" correspond à la performance atteinte par seulement 33% des équipements du marché.



Voir article 9 pour cahier des charges en annexe.

[A ÉVALUER]

Lors du choix de la machine frigorifique, **choisir le fluide frigorigène :**

- en fonction de son impact environnemental (réglementations en vigueur).
- en fonction du fluide déjà choisi pour les autres machines du parc (homogénéité pour la maintenance).

B. VENTILO-CONVECTEURS

[A ÉVALUER]

Lorsque le ventilo-convecteur est équipé d'un habillage décoratif non conçu par le fabricant, **prévoir un manchon de raccord entre la batterie et la grille de diffusion.**

Sans manchon, un recyclage d'air se créera au sein de l'habillage. La perte de puissance sera alors compensée par le gestionnaire via une diminution des consignes de température d'eau. Ceci entraînera une surconsommation.

C. POUTRES ET PLAFONDS FROIDS

[A ÉVALUER]

Choisir des plafonds froids dont **la puissance annoncée par le fabricant est attestée par un laboratoire indépendant.**

D. DISTRIBUTION

[A EXIGER]

Isoler suffisamment les conduites.

Prévoir l'isolation correcte des conduites, y compris les coudes et les vannes, ainsi que les circulateurs si leur fabricant commercialise une coque isolante adaptée.

L'isolation est toujours très rentable : remboursée en quelques années par les économies d'énergie.

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



Voir article 12 pour cahier des charges en annexe.

[A EXIGER]

Choisir des circulateurs à vitesse variable.

Leur vitesse devra être vérifiée lors de la réception de sorte qu'ils fournissent le débit nominal calculé.

La vitesse pourra être mieux réglée lors de la mise en service et elle s'ajustera aux besoins du bâtiment (lors de la fermeture des vannes thermostatiques, par exemple). Leur surcoût est rapidement remboursé par la diminution de la consommation électrique.

[A EXIGER]

Prévoir des organes d'équilibrage au départ des "branches" d'un circuit et sur chaque unité terminale.

Les organes d'équilibrage sont nécessaires pour répartir les débits entre les différentes branches du circuit et assurer ainsi le confort.

Ils permettent de mesurer le débit circulant réellement dans l'installation et de régler correctement les circulateurs à vitesse variable. Cet ajustement permet d'éviter des surconsommations inutiles



Voir articles 13 et 14 pour cahier des charges en annexe.

REGULATION

A. PRINCIPES DE BASE

[A EXIGER]

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

C'est la régulation qui aura le plus d'influence sur la consommation future.



Voir article 28 pour cahier des charges en annexe.

[A EXIGER]

Réguler le débit d'eau chaude et d'eau froide des unités terminales (radiateurs, ventilo-convecteurs, ...) en fonction de la température intérieure de chaque local, au moyen de vannes 2 voies modulantes (vannes thermostatiques, par exemple).

[A EXIGER]

Réguler la température de départ d'eau chaude et d'eau froide des circuits de distribution en fonction des besoins réels des locaux (suivant les cas, en fonction de la température extérieure, de l'ensoleillement, de la température intérieure, ...) et si nécessaire en fonction de l'occupation.

La présence d'une régulation de l'émission de chaleur ou de froid local par local ne dispense pas de gérer également la température de l'eau distribuée, pour plusieurs raisons :

- pour permettre un fonctionnement correct des vannes de réglage locales,
- pour diminuer les pertes de distribution,
- pour permettre une gestion centralisée de l'intermittence lorsque celle-ci n'est pas réalisable avec la régulation locale.

[A ÉVALUER] **Superviser les unités terminales** (ventilos-convecteurs, plafonds froids,...) **par un système de gestion centralisée** qui permettra de fixer la température ambiante de consigne et l'horaire de fonctionnement dans chaque local. Une commande locale devra permettre à l'utilisateur de modifier cette consigne dans une plage réduite.

[A EXIGER] **Choisir des systèmes de régulation dont l'interface de communication est facilement compréhensible et d'un usage simple.**

Ils permettront au gestionnaire de comprendre et de conduire facilement l'installation.

B. REGULATION LOCALE

[A ÉVALUER] Choisir une régulation qui permette **une adaptation de la consigne de température intérieure de refroidissement en fonction de la température extérieure.**

Par exemple, la consigne sera de 24°C à l'intérieur par 28°C à l'extérieur. Mais elle passera à 25°C par +30°C, et 26°C par 32°C extérieur.

[A EXIGER] Lorsque, dans un même local, une émission de chaud et une émission de froid sont prévues, **prévoir une régulation avec une plage neutre minimale de 2 degrés** entre les commandes d'enclenchement du chaud et du froid (idéalement, 3 degrés sont conseillés).

Ce risque de fonctionnement simultané de chaud et de froid peut arriver au sein d'un système unique (ventilo-convecteur avec batteries froides et chaudes) ou de systèmes séparés (plafond froid et radiateur).

De plus, une telle zone morte valorise la capacité de "réservoir tampon" que constitue l'inertie du bâtiment.

[A EXIGER] **Prévoir un "contact de fenêtre" qui arrêtera la fourniture de chaleur et de froid lors de l'ouverture des fenêtres par les occupants :** fermeture des vannes d'alimentation en eau et arrêt des ventilateurs éventuels (avec maintien d'une sécurité antigel).

C. GESTION DE L'INTERMITTENCE

- [A EXIGER]** Pour les locaux à occupation discontinue, prévoir un dispositif de commande manuelle et de programmation automatique par une horloge, permettant :
- un régime « confort », « réduit », « hors gel » et « arrêt »,
 - une commutation automatique entre ces allures.

La régulation ne "diminuera" pas le chauffage durant la nuit (abaissement de température de l'eau), elle l'arrêtera totalement.

- [A EXIGER]** Pour les locaux où des activités sont organisées en dehors des heures d'occupation normales, prévoir des dispositifs permettant d'étendre la durée de fonctionnement de l'installation tout en assurant un retour automatique au mode de ralenti.

Plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- horloge annuelle programmable,
- bouton poussoir avec temporisation,
- contact image de l'occupation (contact de porte, ...),
- ...

D. POUR LES VENTILO-CONVECTEURS

- [A EXIGER]** Choisir une régulation qui permette l'arrêt automatique des ventilateurs et des circulateurs en dehors des périodes d'occupation.

- [A ÉVALUER]** Disposer la sonde d'ambiance commandant les ventilos-convecteurs dans l'ambiance (par opposition à une disposition dans la prise d'air).

La température ambiante peut ainsi être mesurée sans le fonctionnement permanent du ventilateur du ventilo-convecteur (par exemple, lorsque l'on se situe dans la zone "neutre").

- [A EXIGER]** Dans le cas de ventilos-convecteurs destinés à produire du chaud et du froid, la régulation de l'ensemble des unités d'un même local se fera à partir d'une commande et d'une mesure unique.

Ce système "maître-esclaves" permet d'éviter que des consignes différentes en fonction des appareils ou que des plages de précision différentes des sondes ne génèrent simultanément du chaud et du froid sur des appareils différents, dans un même local.

E. REGULATION DE LA MACHINE FRIGORIFIQUE

[A EXIGER] Choisir une régulation qui permette un réglage de la machine frigorifique en fonction des besoins du bâtiment :

- enclenchement de la production d'eau glacée en fonction de l'horaire d'occupation et/ou de la température extérieure
- réglage de la température de l'eau glacée en fonction des besoins réels du bâtiment.

Ceci permet d'éviter ou de limiter le gaspillage (fonctionnement le WE, fonctionnement simultané du chaud et du froid, ...).

En chauffage, il nous paraît logique de ne pas laisser la chaudière en permanence sur 90°C. De même, une production d'eau froide dont la température varie en fonction de la saison (ex : 6° en été, 9°C en mi-saison et 12°C en hiver) permet de diminuer la consommation du compresseur (3% de gain par élévation d'un degré de la température d'eau froide, en moyenne).

SUIVI DES INSTALLATIONS

A. CLIMATISATION

Si la surface climatisée dépasse 400 m² :

[A EXIGER] Prévoir un dispositif permettant de **suivre les consommations de climatisation** (consommation électrique des compresseurs par exemple).

A défaut, sans appareil de mesure, comment gérer ... ?

[A EXIGER] Prévoir un ou des dispositifs permettant de **mesurer la température intérieure d'au moins un local témoin représentatif par partie de réseau de distribution.**

B. PRODUCTION D'EAU GLACEE

[A EXIGER] Si la puissance d'une machine frigorifique avec évaporateur à eau est supérieure à 150 kW, prévoir **un dispositif permettant de mesurer en permanence sa performance** : compteur d'électricité sur l'alimentation de la machine et compteur d'énergie entre l'entrée et la sortie du réseau d'eau glacée.

[A ÉVALUER] **Equiper le(s) compresseur(s) de la machine frigorifique d'un compteur d'heures de fonctionnement.**

Un compteur d'heures permet (pour peu qu'un relevé régulier soit effectué) de repérer la présence d'un dysfonctionnement comme :

- le manque de fluide frigorigène,
- l'encrassement des échangeurs (condenseur et évaporateur),
- le mauvais état du compresseur.

PROJET D'UNE INSTALLATION "A AIR"

CONCEPTION DES INSTALLATIONS

A. PREPARATION DE L'AIR

► Recyclage de l'air

[A EXIGER] Choisir des volets motorisés qui permettent le mélange, en diverses proportions, de l'air neuf et de l'air recyclé. Plus particulièrement, ils permettront d'arrêter l'apport d'air neuf (100 % d'air recyclé), ou de fonctionner en tout air neuf (0 % d'air recyclé).

Le fonctionnement en "tout air recyclé" est utile pendant la relance du chauffage du bâtiment. Le fonctionnement en "tout air neuf" est utile lorsque le bâtiment nécessite d'être refroidi et que l'air extérieur est plus frais que celui du bâtiment.

► Equipements du groupe de traitement d'air

[A EXIGER] Choisir des équipements (filtres, batteries de chauffe ou de refroidissement, silencieux, ...) de manière à limiter les pertes de charges.

Sur cette base, la puissance des ventilateurs (et donc la consommation à l'exploitation du groupe) seront faibles.

[A ÉVALUER] Choisir la classe de filtre suivant les indications de l'article 8.1.6. du "cahier des charges énergétique pour une installation de climatisation".

► Batteries

[A EXIGER] Eviter l'utilisation de batteries électriques.
Les limiter à des appoints décentralisés ou limités dans le temps, dont la consommation, évaluée par un programme de simulation dynamique, est jugée tout à fait marginale.
Par contre, l'électricité peut être valorisée dans une pompe à chaleur pour la récupération d'énergie, par exemple sur l'air extrait.

Suite au faible rendement de production actuel en centrale électrique, une batterie à eau est plus efficace énergétiquement qu'une batterie électrique par effet Joule.

Attention : Souvent, on surestime les apports internes lors du dimensionnement. On en déduit que l'appoint de chauffage sera négligeable et que des batteries électriques peuvent se justifier. La pratique montre que les consommations réelles sont souvent plus élevées.



Voir article 23 pour cahier des charges en annexe.

► Humidification

[A EXIGER] Ne pas humidifier l'air hygiénique alimentant les locaux à forte production d'humidité (restaurants, cafétéria, ...) ou les locaux à occupation occasionnelle (archives, ...).

Ces locaux doivent donc disposer de leur propre groupe de traitement d'air, indépendant de la ventilation des locaux demandant une humidification, ou d'une humidification décentralisée sur leur conduit.

[A ÉVALUER] Eviter les humidificateurs électriques

Ils sont peu performants au niveau des émissions de CO₂, suite au faible rendement de production actuel en centrale électrique.

B. DISTRIBUTION DE L'AIR

► Conduits

[A ÉVALUER] Lorsque l'encombrement le permet, **choisir des conduits circulaires, de manière à réduire les pertes de charge.**
Si des conduits de section rectangulaire sont choisis, se rapprocher autant que possible d'une section carrée.

En passant d'une gaine circulaire à une gaine rectangulaire dont la rapport des côtés est égal à 4, on augmente la consommation d'environ 30 %.

[A ÉVALUER] Concevoir le réseau de distribution de manière à minimiser les pertes de charge : dimensionnement des gaines, tracé des circuits, choix d'équipements divers à faible perte de charge (batteries, clapets de commandes, coudes, raccords entre ventilateurs et gaines, grille de prise d'air neuf, silencieux, etc.), ...



Voir article 25 pour cahier des charges en annexe.

[A EXIGER] Equiper les installations desservant **plusieurs zones à horaires d'occupation différents**

- de registres motorisés

Ils permettront l'arrêt de la pulsion et l'extraction de façon indépendante pour chaque zone.

- d'un ventilateur à débit variable, par exemple au moyen d'un variateur de vitesse ou par paliers,

Il permettra d'ajuster le débit d'air du groupe au nombre de zones en fonctionnement. Proscrire les systèmes qui modulent le débit par utilisation d'un bypass.

► Bouches de pulsion et unités terminales

[A EXIGER] 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.



Voir article 27 pour cahier des charges en annexe.

C. DISTRIBUTION D'EAU GLACEE

[A EXIGER] Prévoir un circuit par zone thermique homogène.

[A EXIGER] Limiter la consommation des circulateurs :

- par la conception du réseau : circuits rectilignes, le moins de coudes possible ...
- par le large dimensionnement des tuyauteries,
- par l'absence de surdimensionnement forfaitaire.



Voir article 11 pour cahier des charges en annexe.

[A EXIGER] Prévoir l'emplacement pour un ou plusieurs circuits supplémentaires sur la boucle primaire afin d'éviter des "repiquages" d'installations ultérieurs.

Cela permet de faire ultérieurement des extensions au réseau sans perturber l'ensemble de la distribution et de la régulation

DIMENSIONNEMENT DES EQUIPEMENTS

A. APPORT D'AIR NEUF HYGIENIQUE

[A EXIGER] Limiter le débit d'air neuf aux valeurs exigées par les réglementations. Ne pas envisager de surdimensionnement permanent, même dans le but de permettre une déshumidification, un chauffage ou un refroidissement complémentaire de l'ambiance. D'autres solutions peuvent être apportées. N'augmenter le débit d'air neuf que temporairement, et pour rafraîchir naturellement le bâtiment.

Le débit d'air neuf est un facteur capital de la consommation des bâtiments tertiaires. Le taux imposé par les réglementations garantit une qualité de l'air suffisante et ne doit donc pas être majoré, sous peine de détruire l'efficacité énergétique de l'installation.



Voir article 22 pour cahier des charges en annexe.

B. PREPARATION DE L'AIR

[A ÉVALUER] Financer des batteries dont la perte de charge côté "air" est limitée au maximum.

Une batterie de chaud ou de froid doit être choisie pour minimiser les pertes de charge côté "air" plutôt que côté "eau". En effet, la consommation du ventilateur sera toujours nettement plus importante que la consommation de la pompe faisant circuler l'eau chaude ou froide.

[A EXIGER] Eviter le surdimensionnement de l'humidificateur en se basant sur les conditions extérieures et intérieures reprises à l'article 8.3.2.2. du "cahier des charges énergétique pour une installation de climatisation".

C. DISTRIBUTION DE L'AIR

[A EXIGER] Dimensionner les gaines de façon suffisamment large pour limiter la consommation des ventilateurs.

[A ÉVALUER] Evaluer les possibilités de dimensionner les gaines de façon plus large encore, suivant les recommandations du point 9.1.3. du "Cahier des charges énergétiques pour une installation de climatisation".



Voir article 26 pour cahier des charges en annexe.

D. MACHINE FRIGORIFIQUE

[A ÉVALUER] Financer le BE pour qu'il évalue la puissance frigorifique à l'aide d'une méthode informatisée.

Ce type de méthode permet de limiter le surdimensionnement, inutilement coûteux, en prenant en compte l'inertie réelle du local et le lissage des charges thermiques qui en résulte.



Voir article 4 pour cahier des charges en annexe.

[A ÉVALUER] Limiter le surdimensionnement et les pertes énergétiques qui y sont liées en :

- calculant la puissance frigorifique des installations de climatisation sur base :
 - o de conditions intérieures et extérieures raisonnables,
 - o d'apports internes (importance des équipements bureautiques, éclairage, ...) et de coefficients de simultanéité (taux d'occupation des locaux, taux d'utilisation dans le local occupé, ...) réalistes.

Les évaluer en étroite concertation avec le bureau d'études ou, si le calcul est confié aux fabricants, demander aux soumissionnaires de joindre les hypothèses de dimensionnement de la machine frigorifique à leur offre.

- sélectionnant la machine frigorifique pour que néanmoins, elle ne déclenche pas en cas de fortes chaleurs.



Voir articles 5 et 6 pour cahier des charges en annexe.

[A ÉVALUER]

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

Cela permet d'avoir une machine frigorifique plus petite et donc moins chère) avec un meilleur rendement toute l'année. En période de canicule, le déplacement des charges frigorifiques vers la nuit est bénéfique : la température extérieure est plus basse (meilleur COP) et le kWh électrique est moins cher. Ceci sous-entend une inertie suffisante du local pour que les matériaux inertes déchargent durant la nuit, la chaleur accumulée le jour.



Voir article 7 pour cahier des charges en annexe.

CHOIX DES EQUIPEMENTS

A. PREPARATION DE L'AIR

[A EXIGER]

Isoler les parois des groupes de traitement d'air.

[A ÉVALUER]

Choisir le type de récupérateur de chaleur en fonction des résultats d'une étude comparative technico-économique des différents systèmes possibles, établie sur une année type et adaptée à la situation particulière du projet.



Voir article 24 pour cahier des charges en annexe.

B. DISTRIBUTION DE L'AIR

► Conduits

[A EXIGER]

Isoler tous les conduits d'air neuf et d'air pulsé.

L'isolation des conduits d'air neuf se justifie par les risques de condensation encourus sur les parois extérieures du conduit.

[A EXIGER]

Isoler les conduits d'air extrait :

- s'ils sont raccordés à un récupérateur de chaleur
- ou si l'air est recyclé

et lorsque :

- ils traversent des locaux non traités
- ils sont insérés dans une trémie en contact avec l'extérieur.

[A ÉVALUER]

Isoler les conduits par l'extérieur.

La perte de charge, et donc la consommation des ventilateurs, augmentent lorsque les conduits sont isolés intérieurement. De plus, un recouvrement de protection n'est pas une garantie suffisante de non déplacement de fibres (déchirure durant la pose, vieillissement, ...) et le nettoyage futur des conduites est impossible.

[A EXIGER]

Entourer d'une feuille d'aluminium et d'un treillis de renforcement le calorifuge en laine minérale isolant :

- les conduits d'air neuf
- les conduits pulsant de l'air froid ou refroidi.

► Ventilateurs

[A EXIGER]

Eviter les ventilateurs centrifuges équipés d'aubes inclinées vers l'avant pour les installations importantes (débit d'air supérieur à 3000 m³/h ou pression totale supérieure à 600 Pa).

Les ventilateurs à aubage arrière ont un bien meilleur rendement que les ventilateurs à aubage avant.

[A EXIGER]

Pour le rejet d'air directement vers l'extérieur, choisir des ventilateurs équipés d'un dispositif qui empêche automatiquement le passage de l'air à l'arrêt de l'appareil.

Concerne par exemple les ventilateurs hélicoïdes du type mural et les ventilateurs de toitures.

[A ÉVALUER]

Préférer les ventilateurs à entraînement direct aux ventilateurs entraînés par courroies si leur moteur est équipé d'une régulation de vitesse.

Cela permet d'éviter les pertes par transmission qui varient de 2 à 13%.

[A EXIGER]

Choisir des ventilateurs dont le rendement minimal est conforme à l'article 9.2.2. du "Cahier des charges énergétique d'une installation de climatisation", soit de **60% à 80%** selon le débit d'air prévu.

[A EXIGER] Pour faire varier le débit d'air à l'aide du ventilateur, éviter la régulation par étranglement ou by-pass.

Opter pour :

- une gestion de la vitesse de rotation du ventilateur (en continu ou par palier)
- l'utilisation d'aubages de prérotation pour les ventilateurs centrifuges,
- la gestion de l'angle de calage des aubes pour les ventilateurs hélicoïdes.

[A ÉVALUER] Pour les extractions sanitaires, choisir des ventilateurs à deux vitesses. Le Maître d'Ouvrage jugera s'il souhaite que l'extraction puisse fonctionner à allure réduite en période d'inoccupation ou s'il admet un arrêt total.

► Bouches de pulsion

[A EXIGER] Choisir des bouches de pulsion munies d'un dispositif de réglage du débit simple et efficace.

L'objectif est de pouvoir régler chaque bouche pour équilibrer les débits dans les différents locaux et de la caler ensuite en position.

E. MACHINE FRIGORIFIQUE

[A EXIGER] Adapter le choix de la machine frigorifique (type de compresseur, type de condenseur, ...) en fonction de l'application.

Par exemple,

- si les émetteurs sont choisis pour travailler à haute température, valoriser cette option par une machine frigorifique qui travaille elle-même à haute température;
- pour les ventilateurs des condenseurs à air et les ventilateurs des tours de refroidissement, choisir au minimum des ventilateurs à deux vitesses. Idéalement, opter pour la vitesse variable.

La performance énergétique des machines frigorifiques varie du simple au double. Mais le prix varie lui aussi ! Seul un bilan du temps de retour du surinvestissement permet d'optimiser l'investissement.



Voir article 8 pour cahier des charges en annexe.

[A EXIGER] Financer une machine frigorifique efficace

L'efficacité frigorifique (EER ou COP_{froid} , coefficient de performance en mode refroidissement) doit être maximale et supérieure aux valeurs reprises à l'article 6.3.2.) du "Cahier des Charges Énergétique pour la réalisation d'une installation de climatisation".

La performance "exigée" correspond à la performance atteinte par 2/3 des équipements du marché, la performance "conseillée" correspond à la performance atteinte par seulement 1/3 des équipements du marché.



Voir article 9 pour cahier des charges en annexe.

[A ÉVALUER]

Lors du choix de la machine frigorifique, **choisir le fluide frigorigène :**

- en fonction de son impact environnemental (réglementations en vigueur).
- en fonction du fluide déjà choisi pour les autres machines du parc (homogénéité pour la maintenance).

C. DISTRIBUTION D'EAU GLACEE

[A EXIGER]

Isoler suffisamment les conduites.

Prévoir l'isolation correcte des conduites, y compris les coudes et les vannes, ainsi que les circulateurs si leur fabricant commercialise une coque isolante adaptée.

L'isolation est toujours très rentable : remboursée en quelques années par les économies d'énergie.

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



Voir article 12 pour cahier des charges en annexe.

[A EXIGER]

Choisir des circulateurs à vitesse variable.

L'adaptation de leur vitesse devra être vérifiée lors de la réception de sorte qu'ils fournissent le débit nominal calculé.

Ils permettent un réglage plus précis de leur vitesse de fonctionnement et une régulation de celle-ci en fonction des besoins. Leur surcoût est rapidement remboursé par la diminution de la consommation électrique lorsque l'installation est équipée de vannes thermostatiques, par exemple.

[A EXIGER]

Prévoir des organes d'équilibrage au départ des "branches" d'un circuit.

Les organes d'équilibrage sont nécessaires pour répartir les débits entre les différentes branches du circuit et assurer ainsi le fonctionnement correct des batteries.

Ils permettent de mesurer le débit circulant réellement dans l'installation et de régler correctement les circulateurs à vitesse variable. Cet ajustement permet d'éviter des surconsommations inutiles.



Voir article 14 pour cahier des charges en annexe.

REGULATION

[A EXIGER] Ne pas négliger l'étude de ce poste : consacrer les moyens nécessaires à l'étude du système et à l'investissement dans des équipements de régulation performants.

C'est la régulation qui aura le plus d'influence sur la consommation future.



Voir article 28 pour cahier des charges en annexe.

[A EXIGER] Choisir des systèmes de régulation dont l'interface de communication est facilement compréhensible et d'un usage simple.

Ils permettront au gestionnaire de comprendre et de conduire facilement l'installation.

A. GESTION DU DEBIT D'AIR NEUF

[A EXIGER] Choisir une régulation qui permette,

- une programmation hebdomadaire de l'apport d'air neuf dans chaque zone et du niveau d'extraction sanitaire,
- l'arrêt automatique de l'apport d'air neuf en période de relance,
- de régler le débit d'air neuf pulsé sur base de la comparaison des températures extérieure, intérieure et de consigne,
- d'ajuster le débit d'air d'un groupe de ventilation desservant plusieurs zones au nombre de zones en fonctionnement.

[A ÉVALUER] Idéalement, cette régulation permettra également, une **programmation annuelle en milieu scolaire.**

► **Dans les salles de réunion, de conférences, ...**
ou autres locaux à usage intermittent et à occupation variable

[A ÉVALUER] Evaluer l'intérêt d'un système qui permette de réguler le débit d'air neuf en fonction de la présence effective des personnes présentes si la régulation permet d'éviter le traitement de 1.000.000 m³ d'air neuf par an.



Voir article 29 pour cahier des charges en annexe.

[A EXIGER] Choisir un système qui permette de réguler le débit d'air hygiénique en fonction de la présence effective des personnes présentes **si la régulation permet d'éviter le traitement de 2.000.000 m³ d'air neuf par an.**

Ce système peut être par exemple :

- un détecteur de présence agissant sur le ventilateur,
- une sonde CO₂ dans l'ambiance agissant sur le ventilateur, ou sur l'entrée d'apport d'air neuf.

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 m³/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 m³, 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.

► Pour tous les locaux à occupation épisodique et aléatoire

Exemple : les bureaux utilisés par des employés souvent à l'extérieur comme des conducteurs de chantier, ou des représentants commerciaux.

[A ÉVALUER] **Evaluer l'intérêt de gérer l'apport d'air neuf automatiquement en fonction de la présence.**

Par exemple en commandant les bouches de pulsion de chaque local au moyen d'un détecteur de présence, en association avec un ventilateur à vitesse variable.

Les locaux à occupation épisodique et aléatoire ne sont pas occupés toute la journée. Il est donc inutile de les ventiler constamment. Pour ne ventiler que lors de la présence, il est donc nécessaire de placer un détecteur, l'occupation ne pouvant être programmée.



Voir article 30 pour cahier des charges en annexe.

► Dans les garages

[A ÉVALUER] **Réguler le débit d'air de ventilation en fonction des besoins, soit en fonction du taux de CO, ou encore en fonction d'une programmation horaire si la fréquentation est circonscrite à des périodes bien définies.**

B. GESTION DE LA PRÉPARATION DE L'AIR

[A EXIGER] **Choisir une régulation qui mettra le groupe de traitement d'air automatiquement à l'arrêt en fonction d'un horaire d'occupation du bâtiment.** En particulier, l'humidification et l'apport d'air neuf devront pouvoir être arrêtés automatiquement en période d'inoccupation.

[A EXIGER] **S'assurer qu'avant émission finale dans le local, l'air n'est en aucun cas refroidi puis réchauffé, par des dispositifs générant une consommation d'énergie.**

[A EXIGER] **Gérer le fonctionnement de l'humidificateur en fonction d'une sonde d'humidité ambiante ou située dans la gaine de reprise commune.**

Il est inutile d'humidifier l'air constamment s'il y a des apports d'eau dans les locaux.

[A ÉVALUER] Si on installe une récupération de chaleur sur l'air extrait, choisir une régulation modulante : par by-pass, par recyclage, par variation de vitesse, ...

Si cette régulation se fait en tout ou rien, la récupération de chaleur sera empêchée lorsque la température extérieure devient négative et qu'il y a risque de givre du récupérateur. Il est alors impossible de tenir compte de la récupération de chaleur pour le dimensionnement des autres équipements.

De plus, lorsque des besoins en refroidissement se font ressentir pour des températures extérieures relativement fraîches, il est intéressant de réduire la récupération de chaleur pour profiter au maximum du free cooling.

C. GESTION DE L'APPORT DE CHAUD ET DE FROID

[A ÉVALUER] Dans le cas d'une "climatisation de confort" (= maintien du confort des personnes, par opposition au maintien de la température et/ou de l'humidité dans des locaux spécifiques (laboratoires, musée, ...)), **choisir une régulation qui permette une adaptation de la consigne de température intérieure en fonction de la température extérieure.**

Un choc thermique trop important entre intérieur et extérieur est inconfortable et énergivore.

[A EXIGER] **Etudier le comportement du système en cas d'ouverture de fenêtres par les occupants** (contacts de fenêtre pour couper le fonctionnement des groupes de pulsion d'air en cas d'ouverture ? empêchement des occupants d'ouvrir les fenêtres ?...)

[A EXIGER] **Pour tous les locaux**, prévoir un ou plusieurs dispositifs :
- **de réglage automatique** de la fourniture de chaud et de froid en fonction de la température intérieure.
- **et d'arrêt manuel.**

[A EXIGER] **Pour les locaux à occupation discontinue**, prévoir un dispositif de commande manuelle et de programmation automatique par une horloge, permettant :
- **un régime « confort », « réduit », « hors gel » et « arrêt »**,
- une commutation automatique entre ces allures.

La régulation ne diminuera pas le chauffage la nuit (abaissement de température de l'eau), elle l'arrêtera totalement.

[A EXIGER] **Pour les locaux où des activités sont organisées en dehors des heures d'occupation normales**, prévoir des dispositifs permettant **d'étendre la durée de fonctionnement de l'installation tout en assurant un retour automatique au mode de ralenti.**

Plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- horloge annuelle programmable,
- bouton poussoir avec temporisation,
- contact image de l'occupation (contact de porte, ...),

D. FREE COOLING

- [A EXIGER]** Choisir une régulation qui permette du **free cooling en période d'inoccupation** :
- relance des ventilateurs et ouverture totale des volets d'aspiration de l'air neuf en fonction la température intérieure et de la température extérieure,
 - mise à l'arrêt des batteries de chaud et de froid, ainsi que l'humidification.

E. REGULATION DE LA MACHINE FRIGORIFIQUE

- [A EXIGER]** Choisir une régulation qui permette un réglage de la machine frigorifique en fonction des besoins du bâtiment :
- **enclenchement de la production d'eau glacée** en fonction de l'horaire d'occupation et/ou de la température extérieure
 - **réglage de la température de l'eau glacée** en fonction des besoins réels du bâtiment.

Ceci permet d'éviter ou de limiter le gaspillage (fonctionnement le WE, fonctionnement simultané du chaud et du froid, ...).

En chauffage, il nous paraît logique de ne pas laisser la chaudière en permanence sur 90°C. De même, une production d'eau froide dont la température varie en fonction de la saison (ex : 6° en été, 9°C en mi-saison et 12°C en hiver) permet de diminuer la consommation du compresseur (3% de gain par élévation d'un degré, en moyenne).

SUIVI DES INSTALLATIONS

A. CLIMATISATION

- Si la surface climatisée dépasse 400 m²

- [A EXIGER]** Prévoir un ou des dispositifs permettant de **suivre les consommations de climatisation**.

- [A EXIGER]** Prévoir un ou des dispositifs permettant de **mesurer la température intérieure d'au moins un local témoin représentatif par partie de réseau de distribution**.

B. PREPARATION ET DISTRIBUTION DE L'AIR

[A EXIGER] Prévoir, pour chaque filtre, un manomètre différentiel signalant le moment où il doit être remplacé (lorsque la perte de charge choisie pour le remplacement de l'élément filtrant est atteinte). Une lampe sur le filtre ou au tableau électrique dont il dépend, et/ou une alerte au niveau d'une supervision centralisée, sera prévue.

[A EXIGER] Equiper les servo-moteurs des clapets de commande d'un relevé de position permettant un contrôle permanent du bon fonctionnement de la régulation. Le cas échéant, cette donnée pourra être contrôlée au niveau du système de gestion centralisée.

C. PRODUCTION D'EAU GLACEE

[A EXIGER] Si la puissance d'une machine frigorifique avec évaporateur à eau est supérieure à 150 kW, prévoir un dispositif permettant de mesurer en permanence sa performance : compteur d'électricité sur l'alimentation de la machine et compteur d'énergie entre l'entrée et la sortie du réseau d'eau glacée.

[A ÉVALUER] Equiper le(s) compresseur(s) de la machine frigorifique d'un compteur d'heure de fonctionnement.

Un compteur d'heures permet (pour peu qu'un relevé régulier soit effectué) de repérer la présence d'un dysfonctionnement comme :

- le manque de fluide frigorigène,
- l'encrassement des échangeurs (condenseur et évaporateur),
- le mauvais état du compresseur.

D. HUMIDIFICATION

[A ÉVALUER] Equiper chaque humidificateur d'un compteur volumétrique.

La consommation en eau d'un humidificateur est de 10 .. 15 m³ d'eau par an pour un débit d'air neuf de 1000 m³/h. A cette consommation d'eau vient s'ajouter le coût énergétique de l'humidification et le coût de l'adoucissement de l'eau. Voilà des dépenses importantes qui justifient amplement un suivi du fonctionnement de l'humidification.

PROJET D'UNE INSTALLATION "A DEBIT DE REFRIGERANT VARIABLE"

CONCEPTION DES INSTALLATIONS

[A EXIGER]

Donner au Bureau d'Etudes/installateur le temps et les moyens nécessaires pour étudier :

- **le réseau et l'emplacement des unités extérieures** afin de maximiser le rendement de l'installation.
- **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.



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

[A ÉVALUER]

Placer l'unité extérieure dans un endroit non ensoleillé, bien aéré, à l'abri des feuilles mortes et facile d'accès pour l'entretien.

Si l'installation est également destinée à chauffer, éviter également les endroits humides en hiver pour limiter les besoins de dégivrage en hiver.

Si l'air de refroidissement du condenseur a un degré de moins, on gagne 3% de la consommation de refroidissement du climatiseur.

[A ÉVALUER]

Disposer l'unité extérieure de telle sorte que la sortie d'air ne soit pas orientée face aux vents dominants (Sud-Ouest).

Si le condenseur est mal ventilé, l'air qui le balaye sera en moyenne plus chaud, ce qui fera chuter le rendement de l'installation. Un degré de plus entraîne une surconsommation de 3%.

[A ÉVALUER]

Si un système à débit de réfrigérant variable est prévu, donner au BE/installateur le temps et les moyens nécessaires pour configurer au mieux le système « chaud et froid ».

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 35 pour cahier des charges en annexe.

DIMENSIONNEMENT DES EQUIPEMENTS

[A ÉVALUER] Financer le BE pour qu'il évalue la puissance frigorifique à l'aide d'une méthode informatisée.

Ce type de méthode permet de limiter le surdimensionnement, inutilement coûteux, en prenant en compte l'inertie réelle du local et le lissage des charges thermiques qui en résulte.



Voir article 4 pour cahier des charges en annexe.

[A ÉVALUER] Limiter le surdimensionnement et les pertes énergétiques qui y sont liées en :

- calculant la puissance frigorifique des installations de climatisation sur base
 - o de conditions intérieures et extérieures raisonnables,
 - o d'apports internes (importance des équipements bureautiques, éclairage, ...) et de coefficients de simultanéité (taux d'occupation des locaux, taux d'utilisation dans le local occupé, ...) réalistes.

Les évaluer en étroite concertation avec le bureau d'études ou, si le calcul est confié aux fabricants, demander aux soumissionnaires de joindre les hypothèses de dimensionnement de la machine frigorifique à leur offre.

- sélectionnant la machine frigorifique pour qu'elle ne déclenche pas néanmoins en cas de fortes chaleurs.



Voir articles 5 et 6 pour cahier des charges en annexe.

[A ÉVALUER] Etablir la puissance frigorifique à installer sur base d'un fonctionnement 24/24h de l'installation en période de canicule.

Cela permet d'avoir une machine frigorifique plus petite et donc moins chère) avec un meilleur rendement toute l'année. En période de canicule, le déplacement des charges frigorifiques vers la nuit est bénéfique : la température extérieure est plus basse (meilleur COP) et le kWh électrique est moins cher. Ceci sous-entend une inertie suffisante du local pour que les matériaux inertes déchargent durant la nuit, la chaleur accumulée le jour.



Voir article 7 pour cahier des charges en annexe.

CHOIX DES EQUIPEMENTS

[A EXIGER] 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.

Une résistance d'appoint, fonctionnant en direct, aura un plus mauvais bilan énergétique qu'une machine réversible.

[A EXIGER] Choisir un climatiseur à compresseur à vitesse variable ou multi-étages pour les locaux à charge thermique variable.
Par exemple, pour des locaux soumis au climat extérieur (ensoleillement, température), à une occupation variable, ... et non pour un local informatique dont la charge thermique est plus ou moins constante.

La puissance du compresseur de l'installation sera ainsi régulée en fonction des besoins thermique.

[A EXIGER] Investir dans un climatiseur dont l'efficacité frigorifique (EER), ou coefficient de performance en mode refroidissement (COP_{froid}) est maximale et en tout cas supérieure aux valeurs reprises à l'article 2.2.1.1. du "cahier des charges énergétique pour une installation de climatisation".

[A EXIGER] Pour les installations à débit de réfrigérant variable, comparer les différents équipements proposés sur base :

- du total des puissances électriques absorbées par le compresseur et les auxiliaires (y compris par les ventilateurs des unités intérieures) aux conditions nominales,
- d'un ratio permettant de juger du rapport puissance fournie en froid et en chaud / puissance électrique absorbée.

[A EXIGER] Ne pas négliger l'importance de l'isolation des tuyauteries extérieures.
Elles doivent être isolées au moyen de coquilles préformées d'une épaisseur minimale de 19 mm.

[A ÉVALUER] Lorsque l'unité intérieure est équipée d'un habillage décoratif non conçu par le fabricant, prévoir un manchon de raccord entre la batterie et la grille de diffusion.

Sans manchon, un recyclage d'air se créera au sein de l'habillage. Celui-ci aura pour conséquence une perte de puissance, compensée par le système via une diminution de la température du fluide frigorigène. Ceci entraînera une surconsommation.

REGULATION

[A EXIGER] Si le système est destiné à produire du froid ou du chaud (climatiseur réversible ou système DRV « chaud ou froid »), choisir une régulation qui permette de **temporiser le basculement du groupe frigorifique entre la fourniture de chaud et la fourniture de froid par une zone morte** (minimum de 2 degrés).

[A EXIGER] Pour les climatiseurs locaux, choisir un système qui permet :

- un **réglage de la température ambiante** de consigne,
- une **programmation horaire** du fonctionnement pour chaque local.
Lors de la coupure du système, les unités intérieures doivent être totalement arrêtée, y compris leur ventilateur.

- [A EXIGER]** Pour les systèmes à débit de réfrigérant variable, choisir un système qui permet :
- une **programmation séparée des températures de consigne** de base de chaque local,
 - à un utilisateur de **déroger à la régulation** en adaptant localement cette consigne (dans une plage limitée réglable) ou en relançant temporairement le système en période d'arrêt,
 - une **programmation horaire** distincte pour chaque local,
 - la **gestion de la relance** en fonction des températures intérieure et des tarifs électriques,
 - une **programmation annuelle**.

- [A EXIGER]** Prévoir des "**contacts de fenêtre**" pour couper le fonctionnement des unités intérieures d'un système à débit de réfrigérant variable en cas d'ouverture des châssis.

SUIVI DES INSTALLATIONS

► Pour une installation à débit de réfrigérant variable

- [A EXIGER]** Choisir un système de gestion permettant l'enregistrement des différents paramètres de fonctionnement de l'installation.

Cet aspect est très important pour assurer un suivi du fonctionnement correct de l'installation, prévenir tout problème ayant une incidence sur la consommation et aider au diagnostic d'un dysfonctionnement.

- [A ÉVALUER]** Choisir un système de gestion qui permette le suivi de la répartition de la production thermique de chacune des unités intérieures.



Mise en service

RECEPTION DES TRAVAUX

[A EXIGER]

Lors de la réception de l'installation, doivent être fournis :

- un dossier technique descriptif (plans, schémas, notice des appareils),
- les instructions d'utilisation compréhensibles par une personne non spécialisée,
- les paramètres de réglage,
- les instructions de maintenance (précisant notamment les conditions de garantie).

[A EXIGER]

Avant d'accorder la réception définitive de l'installation, vérifier que la régulation fonctionne correctement :

- Y a-t-il des zones où il fait trop froid ? Des zones où il y a surchauffe ?
- L'installation est-elle bien à l'arrêt dans les différentes zones lorsqu'elles sont inoccupées, ou lorsqu'il n'y a pas besoin de chauffage ? Il peut être intéressant de passer dans le bâtiment un soir, un week-end, pendant une semaine de congés,...
- La relance ne se fait-elle pas trop tôt ?
- ...

[A EXIGER]

Avant d'accorder la réception définitive de l'installation, s'assurer que **la classe du filtre, le type de moyen de filtrage ainsi que la perte de charge finale sont affichés** sur la section de filtrage du caisson de traitement d'air, sous une forme clairement visible.

[A EXIGER]

Dans les installations à débit de réfrigérant variable,

- s'assurer que la quantité optimale de gaz réfrigérant a été calculée précisément.
- faire tester l'installation sous pression d'azote, durant 48 heures minimum, avant la réception provisoire des travaux,

Il est nécessaire de détecter les fuites possibles du réseau de distribution. Il doit être réputé « zéro fuite ».

[A EXIGER]

Si le système est destiné à produire du froid ou du chaud (climatiseur réversible ou système DRV « chaud ou froid »), **ajuster la zone morte permettant de temporiser le basculement du groupe frigorifique entre la fourniture de chaud et la fourniture de froid à un minimum 2 degrés (idéalement : 3 degrés)**

CONDUITE DE L'INSTALLATION

[A ÉVALUER] Financer, pour un membre du personnel technique, une formation dispensée par la société de régulation.

L'apprentissage devra se faire « in situ » par un formateur qualifié et ayant des aptitudes pédagogiques. La formation comprendra :

- l'apprentissage de la lecture et du paramétrage des régulateurs locaux et centralisés,
- des exercices pratiques, simulations et réponses aux diverses questions posées.

L'ensemble de la formation sera résumé dans un syllabus pouvant servir de mode d'emploi des équipements (différent d'une simple photocopie des notices techniques des équipements).

La différence de consommation entre une installation bien ou mal réglée peut aller jusqu'à 30% de la facture annuelle de combustible.



Mise en service

ANNEXE



Articles à insérer dans le cahier des charges de la convention passée entre le Maître d'Ouvrage et le bureau d'études (BE)

Production d'eau froide

- Article 1. 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 2. 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 3. Si le bâtiment présente des besoins en refroidissement permanents (local informatique, locaux intérieurs, ...), le BE étudiera l'intérêt, en association avec des unités terminales travaillant à "haute" température d'eau froide*
- de récupérer la chaleur présente sur le retour de la boucle d'eau, par exemple pour préchauffer l'air neuf hygiénique du bâtiment,
 - 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 4. 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 5. 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
 - o d'une température intérieure de 25°C (26°, si plafonds froids), et d'une humidité relative intérieure de 60%/65%,.
 - o 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 6. *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 7. *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 8. *Le BE justifiera auprès du Maître d'Ouvrage le choix de la machine frigorifique (et tout particulièrement du type de compresseur et du mode de refroidissement du condenseur) en fonction de l'application et en fonction de la rentabilité des différents investissements.*
- Article 9. *Le BE sélectionnera une machine frigorifique dont l'efficacité frigorifique (EER ou COP_{froid} coefficient de performance en mode refroidissement), sera maximal et supérieur aux valeurs reprises à l'article 6.3.2. du "Cahier des charges énergétique d'une installation de climatisation".*

Distribution d'eau

- Article 10. *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 11. *Les tuyauteries de distribution seront dimensionnées en tenant compte des règles reprises à l'article 7.1.2. du "Cahier des charges énergétique d'une installation de climatisation".*
- Article 12. *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 13. Chaque corps émetteur sera équipé d'un organe d'équilibrage.

Article 14. Lorsqu'un circulateur ou une pompe dessert un circuit composé de plusieurs branches, chacune de ces branches comportera un organe d'équilibrage. Préalablement à son installation, le BE définira la position de réglage par calcul. Après mise au point, un organe d'équilibrage au moins sera totalement ouvert.

Unités terminales en climatisation "à eau"

Article 15. 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 16. Pour le calcul de la puissance frigorifique nécessaire des poutres et des plafonds froids, le BE ne tiendra pas compte des apports de chaleur latente dans les locaux.

Article 17. Le BE évaluera l'intérêt de pulser l'air neuf hygiénique du local au moyen de bouches à forte induction (bouches à jet torique) de manière à augmenter la puissance fournie par les plafonds froids et à pulser de l'air à basse température en mi-saison.

Climatisation "tout air"

Article 18. Le BE concevra un système de climatisation 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 19. La ventilation hygiénique des locaux non prévus pour l'occupation humaine sera assuré par de l'air en provenance de locaux à pollution limitée tels que bureaux, salles de réunion, espaces commerciaux, restaurants, magasins, classes, chambres d'hôtel (locaux à pollution d'origine humaine).*

** On entend par « locaux non prévus pour l'occupation humaine », les locaux où, pour un usage normal, les personnes séjournent un temps relativement court (circulations, escaliers, toilettes, archives, locaux de stockage, ...).*

Article 20. Si le débit d'air neuf du groupe de pulsion dépasse 5000 m³/h en usage diurne 2000 m³/h en usage continu, 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 10.000 m³/h en usage diurne ou 4.000 m³/h en usage continu, le BE prévoira un récupérateur de chaleur sur l'air extrait pour préchauffer l'air neuf.

Article 21. Le BE étudiera l'emplacement de la prise d'air neuf, et évaluera l'intérêt du passage de l'air neuf hygiénique dans une masse thermique "tampon" (conduit enterré ou autre).

Article 22. 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 m³/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.

Traitement de l'air

Article 23. Si des batteries électriques sont envisagées, le BE évaluera la consommation future par un programme de simulation dynamique. Elles ne seront prévues que si leur consommation est jugée tout à fait marginale, c'est-à-dire inférieure à 10 kWh/m²/an. Par « m² », on entend, la surface totale brute du bâtiment chauffé.

Article 24. Le concepteur réalisera, sur une année type, une étude comparative technico-économique des différents systèmes de récupérateur de chaleur possibles.

Ce comparatif tiendra compte :

- de la disposition des gaines de pulsion et d'extraction ;*
- du risque de contamination admis entre l'air neuf et l'air vicié ;*
- du rendement de récupération tant en température qu'en humidité ;*
- du mode de régulation de la récupération ;*
- du risque de givre côté air extrait et du mode de dégivrage appliqué ;*
- de la possibilité de réduire la puissance de production de chaud, de froid et d'humidité et de réduire la puissance des batteries de chaud et de froid. Cette possibilité dépend du rendement du récupérateur et de son mode de régulation (régulation modulante ou tout ou rien), de la régulation de vitesse du ventilateur ;*

- de la perte de charge supplémentaire du récupérateur et de la consommation électrique qui en résulte ;
- de l'encombrement dû au récupérateur et du surinvestissement qu'il entraîne ;
- du coût du récupérateur.

Distribution de l'air

Article 25. 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 26. Le BE dimensionnera les gaines de distribution d'air de telle façon que la perte de charge dans les tronçons linéaires ne dépassera pas 1 Pa/m.

Il évaluera les possibilités et contraintes liées à un dimensionnement plus large, suivants le point 9.1.3. du "Cahier des charges énergétiques pour une installation de climatisation".

Pulsion de l'air

Article 27. 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.

Régulation

Article 28. 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.

Article 29. Le BE évaluera l'économie potentielle, en m³ d'air neuf par an, d'un système régulant le débit d'air neuf en fonction de la présence effective des personnes présentes dans les locaux à usage intermittent (salles de réunion, de conférences, ...).

Si l'économie potentielle évaluée est comprise entre 1.000.000 et 2.000.000 m³ d'air neuf par an, le BE évaluera l'intérêt de placer un tel système. Si l'économie potentielle est supérieure à 2.000.000 m³ d'air neuf par an, le système sera automatiquement installé.

Article 30. Si le bâtiment est en partie composé de locaux à occupation épisodique et aléatoire, le BE évaluera l'intérêt de commander les bouches de pulsion de chacun de ces locaux au moyen d'un détecteur de présence, en association avec un ventilateur à vitesse variable.

Climatisation à détente directe

Article 31. 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.

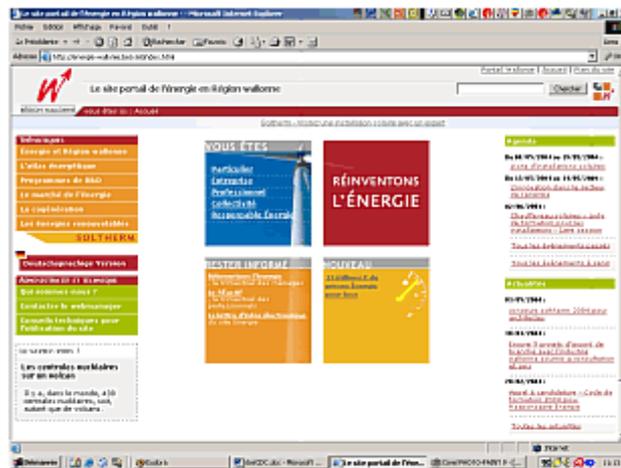
Article 32. Si l'on prévoit que, durant de longues périodes, le bâtiment disposera de locaux en demande de froid (local informatique, locaux intérieurs, salles de réunion, ...) alors que d'autres locaux seront en demande de chauffage (locaux en façades), le BE étudiera l'intérêt de sélectionner le système à débit de réfrigérant variable qui permet le transfert d'énergie d'une zone vers l'autre (système « chaud et froid »).

Article 33. 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 34. 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 35. 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.



>> 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>.