



EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH  
ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE

**CERN - ST Division**

CERN-ST-2000-052

February, 2000

## **LA CLIMATISATION DANS LES BATIMENTS TERTIAIRES**

S. Deval

### **Résumé**

La climatisation des bureaux reste un sujet tabou au CERN et est encore considérée comme l'expression d'un besoin de confort. Cependant les demandes individuelles de climatisation augmentent sensiblement au fil des années. Chaque demande concerne en général un ou deux bureaux tout au plus. Pour répondre à ces demandes ce sont le plus souvent de petits climatiseurs de type « splits » qui sont installés. Le prix de ces installations et de leur maintenance est cher, rapporté à la surface de bureau traitée. De plus elles engendrent des problèmes de place et d'esthétique. Des solutions globales seraient techniquement et économiquement plus satisfaisantes mais ne peuvent s'affranchir de problèmes d'investissements de départ plus importants. Ce document présente différentes techniques pour réduire les coûts de la climatisation et limiter la consommation d'énergie. Les avantages et les inconvénients de chaque technique sont exposés.

Presented at the 3<sup>rd</sup> ST Workshop  
Chamonix, France, January 25 - 28, 2000

## **1 INTRODUCTION**

On peut disserter sans fin sur l'utilité de la climatisation dans les bâtiments tertiaires mais nier complètement le problème engendre de nombreuses conséquences néfastes. Même si l'augmentation des apports calorifiques dans les bureaux (essentiellement dus à l'informatique) justifie de plus en plus le rafraîchissement de ceux-ci, la climatisation des bureaux n'est pas encore entrée dans les « mœurs ». Cela est d'autant plus vrai au CERN. En effet, l'histoire du CERN implique une priorité sans borne aux accélérateurs. La climatisation quand elle n'est pas motivée directement par l'activité (salle informatique, laboratoire, etc.) est souvent considérée comme un confort superflu.

Ne pas tenir compte de ces besoins grandissants de confort, nous amène à des situations techniquement et économiquement non acceptables. Pour les cas les plus extrêmes on voit les personnes n'ayant pas le budget ou n'ayant pas reçu l'autorisation de faire installer une climatisation individuelle, se rabattre sur des climatiseurs mobiles en vente dans le commerce. Ils se chargent eux-mêmes de l'installation de l'appareil, la plupart du temps au prix d'une dégradation technique et esthétique des façades des bâtiments.

Pour les personnes ayant un budget suffisant, on leur installe de petits climatiseurs mais les demandes de climatisation de bureaux sont de plus en plus nombreuses.

## **2 L'EVOLUTION DE LA DEMANDE DE CLIMATISATION INDIVIDUELLE AU CERN**

Les installations de climatiseurs individuels ont augmenté de 41% de 1996 à 1999. Cela représente une quarantaine d'appareils pour l'année 1999. Environ 20% de ces demandes de climatiseurs sont motivées par l'activité à l'intérieur du local (locaux informatiques, laboratoires, etc.). Quelles sont les raisons d'une telle évolution ?

## **3 LES RAISONS DE CETTE EVOLUTION**

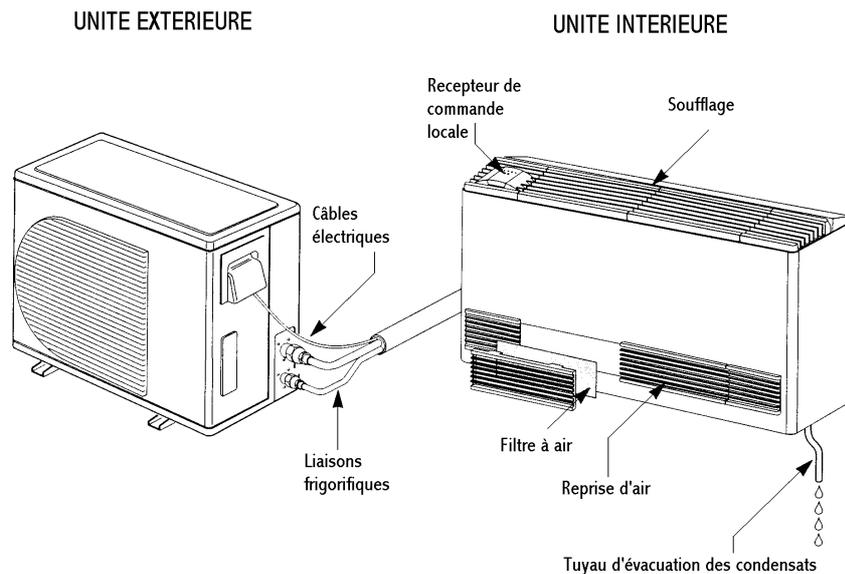
On peut imaginer qu'il y a un effet « boule de neige ». Les utilisateurs rencontrant de plus en plus de bureaux climatisés chez leurs collègues, il en résulte de plus en plus de demandes. L'évolution des mentalités constitue sûrement une partie de la réponse.

De plus, une climatisation individuelle ne nécessite pas un investissement de départ trop important (de 3500 à 5000 CHF). Il est donc facile de l'intégrer dans un budget et la commande de ce type de travaux peut se faire de façon discrète.

Enfin, avec les mutations actuelles du CERN, beaucoup de bâtiments ont changé de fonction. Dans ces bâtiments qui n'étaient pas toujours conçus pour une activité de bureau, la climatisation est une vraie nécessité pour fournir des conditions de travail acceptables en été.

## **4 LES CONSEQUENCES DE CETTE EVOLUTION**

Quand il s'agit de climatiser un bureau, on installe en général des « splits ». Les climatiseurs splits sont constitués d'une unité intérieure plus compacte et d'une unité extérieure (figure 1). C'est dans l'unité extérieure que l'on retrouve la plupart des organes du circuit frigorifique tel que le condenseur, le compresseur, les organes de détente, les vannes et éventuellement la vanne d'inversion de cycle. L'unité intérieure ne comprend que la commande, le groupe de ventilation, l'échangeur de chaleur et le filtre. Les deux unités sont raccordées entre elles par deux lignes frigorifiques.



**Figure 1 :** Climatiseur individuel de type split.

Le coût total de ce type de climatisation par rapport à la surface de bureau traitée est important. Pour l'investissement, cela varie entre 1.3 à 0.7 CHF/W installé. Le grand succès des splits en Europe ayant engendré une légère diminution du prix des ces appareils, l'investissement n'est pas tellement supérieur à celui d'une installation moyenne de ventilo-convecteurs alimenté par un groupe d'eau glacée. Par contre du point de vue de la maintenance, il faut compter entre 3 et 6 heures de travail par an pour un climatiseur qui ne rencontre pas de problèmes particuliers. La maintenance de ces appareils coûte donc cher. Cela s'explique aisément puisque pour chaque bureau on retrouve tous les organes d'un circuit frigorifique. Cela veut dire qu'on multiplie le risque de panne et donc les coûts de maintenance.

La consommation d'énergie de ces climatiseurs quant à elle, s'est réduite avec l'introduction de systèmes de variations de puissance frigorifique (du type « Inverter »). Ces systèmes font varier le régime du moteur électrique du compresseur en agissant sur la fréquence d'alimentation. Cela permet de garder un meilleur rendement pour différentes conditions de fonctionnement.

Pour éviter une consommation d'eau potable perdue, on n'installe uniquement (sauf cas de force majeur) des appareils à condensation par air, donc pour chaque « split » installé, c'est-à-dire pour chaque bureau climatisé, il faut trouver une place pour disposer l'unité extérieure. La solution privilégiée consiste à la mettre sur le toit. Cependant ce n'est pas toujours possible, des difficultés de cheminement à travers les étages et de limitation de la longueur des liaisons frigorifiques nous y empêchent parfois. Outre les problèmes d'esthétique on est confronté à un manque de place pour certains bâtiments où plusieurs unités extérieures ou d'autres équipements ont déjà été installés.

Pour remédier à ce problème et pour diminuer les coûts de la climatisation, il faut envisager d'installer d'autres types d'appareils.

## 5 SOLUTIONS ENVISAGEES

### 5.1 Les multisplits

Cet appareil permet de climatiser plusieurs bureaux, les unités intérieures n'étant reliées qu'à une seule unité extérieure.

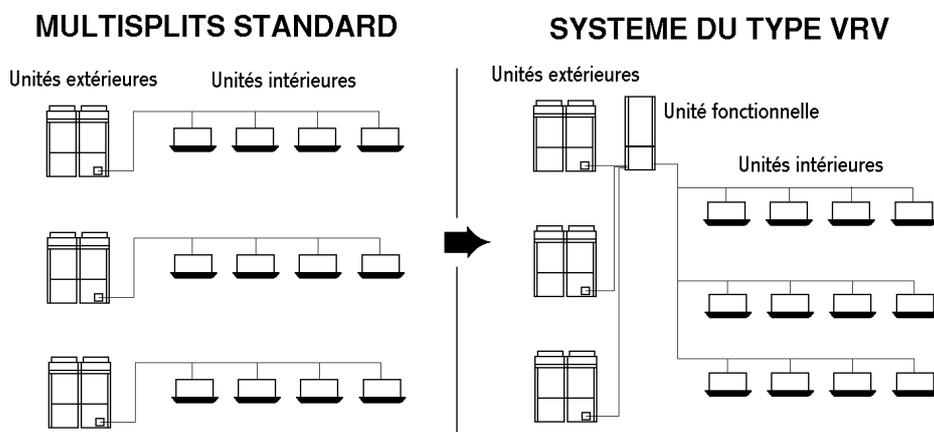
Passer de plusieurs splits à un multisplit augmente très légèrement l'investissement de départ puisqu'il faut compter de 1.4 à 0.9 CHF/W installé. L'achat d'un bisplit par exemple est un petit peu supérieur à l'achat de deux splits pour des puissances comparables. Par contre pour la maintenance les coûts sont moins importants. Il faut compter de 4 à 9 heures de travail par an pour un bisplits soit de 2 à 4.5 heures de travail par appareil chaque année. Cela s'explique aisément par le fait qu'il n'y a qu'une unité extérieure ce qui limite le nombre d'organes, forts consommateurs de maintenance.

On installe très peu de multisplits parce que ce n'est pas vraiment une réponse au problème spécifique du CERN. Le problème étant que les demandes doivent être groupées pour plusieurs bureaux.

Cette solution permet de diminuer les coûts de maintenance et de réduire éventuellement des problèmes de places pour l'unité extérieure dans certains bâtiments.

## 5.2 Les climatiseurs multisplits à débit de réfrigérant variable

Les climatiseurs multisplits à débit de réfrigérant variable ont fait leur apparition depuis quelques années sur le marché européen. Dans ce système, une ou plusieurs unités extérieures sont reliées à plusieurs unités intérieures via une unité fonctionnelle qui gère les demandes de froid et de chaud (figure 2).



**Figure 2 :** Schéma de principe des climatiseurs à débits de réfrigérant variables.

Le coût de la maintenance pour ces appareils est comparable à celui des multisplits c'est-à-dire bien inférieur à celui des splits.

Ce système comporte de nombreux avantages notamment la possibilité de fonctionner en récupération d'énergie. Au sein d'un même bâtiment la demande de chaleur dans certains locaux peut coexister avec une demande de rafraîchissement dans d'autres. La récupération d'énergie s'obtient en dirigeant la chaleur des unités intérieures fonctionnant en mode refroidissement vers les zones qui réclament le chauffage. Des microprocesseurs commandent l'équilibrage des charges de chauffage et de refroidissement du système lui permettant ainsi de fonctionner avec des niveaux de puissance de 40 à 45 % inférieurs à la normale. A cela s'ajoute un pilotage de type « Inverter » qui comme pour les splits et multisplits traditionnels, réduit la consommation d'énergie.

L'avantage prépondérant pour le CERN c'est la souplesse de l'installation. On peut raccorder sur l'unité extérieure différents types d'unités intérieures comme des unités intérieures murales, des consoles, des plafonniers gainables ou apparents. De plus, ces unités peuvent être de puissances différentes. Enfin, la modularité de sa conception autorise une mise en oeuvre par tranches successives. On peut ainsi imaginer d'installer une unité extérieure et y raccorder plusieurs unités au fur et à mesure des années. Il faudrait pour ce faire disposer d'un budget suffisant au départ. Ce budget pourrait être amorti progressivement par les demandeurs.

### **5.3 Les ventilo-convecteurs alimentés par un groupe d'eau glacée**

L'eau glacée est fournie par un groupe frigorifique et est acheminée dans les bureaux munis de ventilo-convecteurs. L'air du local est rafraîchi en passant à travers la batterie d'eau glacée. Le confort fourni par les systèmes à eau glacée est nettement supérieur à celui des climatiseurs splits et multisplits.

L'investissement de départ varie fort avec l'importance de l'installation et son étendue car les canalisations et leurs isolations constituent une partie importante du coût de l'installation. Le coût de la maintenance est moindre pour ce type d'installation, car il y a moins d'organes par local.

Techniquement, c'est une très bonne solution mais qui se heurte à des problèmes économiques lors de la mise en œuvre au CERN. Les demandes n'étant pas groupées, il faut installer un groupe d'eau glacée en présumant du nombre de demandes de climatisations qui seront faites dans les années futures dans le bâtiment en question. Or on ne peut faire payer le groupe d'eau glacée uniquement à l'utilisateur qui a fait la première demande. La solution la plus équitable est d'acheter un groupe d'eau glacée et de faire payer à l'utilisateur une sorte de « droit d'accès » en rapport avec la puissance dont il a besoin. Cela a déjà été effectué au bâtiment 1 et pour la zone SC (bâtiments 301,160 et 161). L'utilisateur n'achète plus l'installation d'un split pour son bureau; il paye l'installation d'un ventilo-convecteur, son raccordement au réseau d'eau glacée ainsi qu'une partie du groupe frigorifique. Toute la difficulté résidera dans l'estimation du nombre de demandeurs potentiels de climatisation dans le bâtiment. Cette solution ne peut être mise en œuvre que si l'on dispose à la base du budget nécessaire à l'achat du groupe d'eau glacée.

## **6 CONCLUSION**

Pour limiter la multiplication de petites unités extérieures et les coûts de la climatisation en général, il faudrait privilégier l'installation de systèmes plus centralisés. Les ventilo-convecteurs offrent une solution souple et un confort optimum. Les climatiseurs à débit de réfrigérant variable peuvent également apporter une réponse aux nombreuses demandes de climatisation en minimisant la consommation d'énergie. Cependant l'obstacle à l'installation de ces deux types de climatisation, demeure l'investissement de départ qui ne peut être reporté entièrement sur le ou les premiers demandeurs. Il faudrait donc disposer d'un budget « tampon » que l'on pourrait répercuter ensuite sur les différents demandeurs. Dans le cas contraire, nous devrions continuer à répondre aux demandes au coup par coup par l'installation de splits, relativement coûteux en maintenance et « dommageables » au niveau de la structure et de l'esthétique des bâtiments.

Même si on est opposé à la climatisation des bureaux, le fait de ne pas en tenir compte, amène des surcoûts importants, lorsqu'il faut répondre à une demande. Le bâtiment 40 en est un exemple. De même lors de la création de bâtiments neufs ou lors de réaménagements importants, la climatisation n'est quasiment jamais envisagée. La mise en place d'une climatisation dans un local existant est une opération qui coûte cher. Aujourd'hui encore lors de la construction de bâtiments neufs, ce type d'équipement n'est jamais intégré. Il ne représente pourtant que 4 à 6 % du prix global du bâtiment, ce qui est relativement modeste.