

Retour d'expérience : refroidissement écologique de la salle serveurs de l'UPMF

Introduction / Résumé

Un serveur informatique transforme presque intégralement l'électricité qu'il consomme en chaleur. Pour garantir son utilisation optimale, il faut refroidir la salle dans laquelle il est stocké. La majorité des salles serveurs utilise donc des climatiseurs traditionnels ; de très gros consommateurs d'énergie électrique.

A l'université Pierre Mendès France de Grenoble, un système de ventilation forcée permet d'utiliser l'air extérieur pour réguler la température de la salle serveurs. Ce système robuste à la fois économique et écologique assure le refroidissement principal de la salle la majorité du temps (jusqu'à 90%) et soulage d'autant les climatiseurs.

La température de consigne des climatiseurs spécifiée pour le refroidissement de la salle serveurs de l'UPMF est de 21°C. Le dimensionnement, la conception puis l'installation d'un système de ventilation utilisant l'air frais extérieur permet de maintenir une température intérieure comprise entre 15°C et 21°C.

Une présentation de la salle serveurs avant les travaux permet d'appréhender les solutions techniques envisagées. Les ventilateurs sont régulés par le « cerveau » du système en fonction des données des capteurs de température. L'étude économique montre la rentabilité du projet.

La conclusion résume les avantages de la mise en place d'un tel système sur le plan technologique, économique et environnemental.

I. La salle serveurs actuelle : une climatisation à tout-va !

1. Description de la salle serveurs

La salle serveurs de l'UPMF traite les données de 20 000 utilisateurs à l'aide de 20 kW de puissance répartie dans 17 m². Cette salle se situe à l'extrémité d'un bâtiment qui accueille par ailleurs la chaufferie de l'UPMF. Le plan en [Annexe 1](#) résume les principales caractéristiques de la salle. Tous les murs orientés nord sont communs à la chaufferie. Les autres murs donnent sur l'extérieur. Les murs, en béton armé, ont une épaisseur de 34 cm.

La température de la salle doit être comprise entre 15 et 21°C conformément aux spécifications techniques. *L'ASHRAE pour American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*, organisme américain à but non lucratif de 50.000 membres, reconnu dans le secteur du refroidissement industriel, préconise de maintenir la température entre 18 et 27°C ce qui permet d'envisager une utilisation encore plus fréquente du système.

2. Déperditions thermiques, hypothèses et contraintes

Une étude thermique de la salle a permis de déterminer le coefficient de déperdition thermique caractéristique de la salle noté « K » en Watt par Kelvin : $K = 180 \text{ W / K}$. La salle n'est donc pas considérée comme adiabatique (on considère également les pertes thermiques).

Les climatiseurs actuels prennent naturellement le relai : grâce à une veille permanente ils refroidissent la salle lorsque la température extérieure dépasse 20°C. Par ailleurs, tout arrêt ou déplacement des serveurs est proscrit. Ce facteur a conditionné le dimensionnement du système ainsi que son installation sans dégagement de poussière. Les risques de vandalisme à travers les trous percés ont été écartés par des grilles anti-intrusion.

L'installation du système impose le perçage de plusieurs trous. Le cahier des charges impose un diamètre des trous inférieur à 33 cm. Les trous ont été positionnés à 2m du sol pour s'affranchir des problèmes liés à l'accumulation de neige.

3. Estimation des coûts initiaux du refroidissement

Afin d'estimer la facture électrique et énergétique des climatiseurs, nous avons déterminé l'énergie électrique consommée par la climatisation. Les trois climatiseurs assurent en permanence le refroidissement de la salle. La puissance électrique maximale des trois climatiseurs est de 6.06 kW. Une campagne de mesure des températures de la salle a permis la constitution d'un abaque indiquant la puissance consommée par la climatisation en fonction de la température extérieure.

Aucun capteur ne spécifie la consommation de la salle serveurs. La tarification à laquelle est soumise l'UPMF est la tarification EDF verte « MU » (6€cents/kWh hors TVA). La station Météo France du Versoud nous a fourni les relevés horaires des températures extérieures des 6 dernières années (période 2003 – 2008). En recoupant ces données avec celles de l'abaque de consommation des climatiseurs une estimation des coûts de refroidissement a pu être réalisée pour les années antérieures à l'installation.

Les factures annuelles sont comprises entre 2390€ et 2528€ hors TVA respectivement pour 2005 l'année la plus froide et 2003 l'année la plus chaude. En moyenne sur les 6 ans on obtient environ 2400€ hors TVA par an.

II. Caractéristiques techniques du système de ventilation naturelle

1. Débit et température limite de fonctionnement

Les serveurs aspirent l'air en face avant et le rejettent en face arrière. La différence de température entre la face avant et la face arrière est de 10°C. Nous avons opté pour une extraction de l'air chaud en plaçant les ventilateurs à l'arrière des serveurs.

En partant de l'hypothèse que la totalité de la chaleur est évacuée par les ventilateurs c'est à dire que l'on se place en régime permanent $T^{\circ}_{\text{extérieur}} = T^{\circ}_{\text{intérieur}}$, on obtient un débit d'air à évacuer de 5900m³/h. Pour permettre la future densification de la salle, le cahier des charges imposait un surdimensionnement du système de 30%. Le débit total nécessaire est donc de 7700 m³/h.

Afin d'éviter la mise en marche non souhaitée des climatiseurs, nous avons fixé la température maximale de fonctionnement de notre système à 20°C. Ceci laisse 1°C avant l'amorçage des climatiseurs.

2. Matériel utilisé

Le ventilateur EV-6 310 fourni par l'entreprise VENTILMOTOR est robuste, son faible encombrement permet de respecter la limite de 33 cm de diamètre pour le perçage des trous dans le mur tout en assurant un débit suffisant.

Des clapets en aluminium ont également été placés en aval de chaque ventilateur. Les volets limitent les ponts thermiques notamment en été en protégeant la salle d'actes de malveillance. Il s'agit de pales mécaniques, leur ouverture se déclenche par simple effet de « souffle » grâce aux ventilateurs.

En amont de chaque entrée d'air des grilles anti intrusion ont été disposées. Des filtres anti-poussières ont été placés en aval des entrées d'air. Ces filtres sont à changer tous les 6 à 12 mois.

Les pertes de charges associées à notre système, principalement dues aux filtres, sont négligeables (25 Pa soit 3 mm d'eau). Les quatre ventilateurs assureront en fonctionnement nominal un débit unitaire de 2 100 m³/h, supérieur au débit nécessaire de 7700 m³/h.

3. Emplacement des appareils et travaux

Les ventilateurs sont implantés proches de la sortie des serveurs, qui correspond à la zone la plus chaude de la salle. Trois ventilateurs sont placés en sortie des serveurs de la grande salle ; le dernier ventilateur permet d'évacuer la chaleur produite dans le petit local adjacent (La « grande salle » et le « petit local » ne sont séparés par aucune porte ; ils forment la « salle serveurs »).

Nous avons placé un maximum d'entrées d'air à la place d'une vieille fenêtre située côté Ouest du local sur le « mur 3 ». Afin d'homogénéiser les flux dans la salle, une cinquième entrée d'air est située sur le côté Est dans le « mur 1 ». Un trou supplémentaire a été percé pour cette entrée d'air. L'[annexe 1](#) décrit ces dispositions.

Pour finir, l'armoire électrique à laquelle sont reliés les capteurs de température pilote les ventilateurs. Celle-ci contient les contacteurs, les afficheurs et le câblage nécessaire à l'alimentation des ventilateurs. On y trouve également tous les éléments assurant la sécurité de l'installation, à savoir les mises à la terre, les disjoncteurs, le sectionneur, l'affichage lumineux indiquant la mise sous tension et la possibilité de connecter un système de détection incendie pour couper le système en cas d'alerte.

4. Une régulation astucieuse du système de ventilation

L'objectif de la régulation est de maintenir la température de l'air de la face avant des serveurs dans la plage [15°C ; 20°C] tout en évitant un nombre trop important de « stop and go » des ventilateurs.

Trois sondes PT100 de température sont utilisées pour la régulation. Une sonde située à l'extérieur de la salle serveurs communique la valeur de la température extérieure. Les deux autres sondes sont placées à l'intérieur de la salle serveurs et communiquent la température intérieure.

Nous avons mis en place deux sondes intérieures en raison des deux parties (« grande salle » et « petit local adjacent ») composant l'ensemble de la salle serveurs.

Le cerveau de notre système de régulation se présente sous la forme de 3 afficheurs reliés aux sondes de température. Ils permettent de visualiser numériquement les trois températures mesurées et réalisent les comparaisons avec les températures de référence enregistrées afin de commander ou non les ventilateurs.

Les ventilateurs se déclenchent de la façon suivante en fonction de la température extérieure :

- $T^{\text{ext}} > 20^{\circ}\text{C}$: Le système de ventilation n'est pas en marche. La climatisation assure le refroidissement de la salle.
- $15^{\circ}\text{C} < T^{\text{ext}} < 20^{\circ}\text{C}$: Les 4 ventilateurs fonctionnent et assurent le refroidissement de la salle. La température intérieure étant inférieure à 21°C , les climatiseurs ne fonctionnent pas.
- $T^{\text{ext}} < 15^{\circ}\text{C}$: Seuls deux ventilateurs fonctionnent. La majorité du temps, cette faible ventilation permet de maintenir une température dans la salle comprise entre 15 et 20°C . Cependant, lorsque la température extérieure est vraiment basse, trop de chaleur est évacuée et la température de la salle peut diminuer fortement. Pour se conformer à la consigne basse de température, le système coupe alors les ventilateurs (principe du « tout ou rien »).

III. Un refroidissement moins cher, plus écologique et redondant

1. Bilan 2010

A la fin de la première partie de cet article, nous avons constaté que la facture électrique pour la climatisation sans système alternatif s'élevait à environ 2400 €.

La nouvelle facture est composée d'une part de la consommation liée aux ventilateurs, et d'autre part de la consommation des climatiseurs. En effet, les ventilateurs fonctionneront tant que la température extérieure est inférieure à 20°C . La climatisation, quant à elle, fonctionnera lorsque la température extérieure sera égale ou supérieure à 20°C .

Ainsi pour 2010, on obtient :

- une économie d'énergie de 31 000 kWh soit la production annuelle d'une vingtaine de foyers équipés de panneaux photovoltaïques
- une économie financière de 1800 € HT par an

Pour une durée de vie du système de refroidissement comprise entre 10 et 15 ans on obtient environ 20 000 € d'économies. En considérant un taux d'actualisation de 4% et une augmentation moyenne de 6% par an des tarifs électriques on obtient en fait un gain de 22 000 €.

Le coût approximatif de l'investissement se compose comme suit :

| | |
|---|----------|
| Etude d'ingénierie | 3000 € |
| Régulation et armoire électrique | 1000 € |
| Travaux de percement | 3000 € |
| Câblage électrique de l'installation | 2000 € |
| Achats des ventilateurs, clapets et filtres | 3000 € |
| | |
| Total : | 12 000 € |

S'ajoute à cela, un forfait annuel de maintenance et de suivi des économies d'énergie s'élevant à 500 €.

Sur 10 ans d'exploitation, après déduction des charges, on obtient un gain actualisé de **5000€**.

Pour conclure, ce système innovant permet d'économiser environ 30 MWh d'électricité par an, ce qui ne représente plus de 75MWh d'énergie primaire (nucléaire, charbon, pétrole, etc.) économisés.

Conclusion générale

Nous avons vu tout au long de cet article comment un système de refroidissement simple et robuste peut considérablement réduire le besoin d'utilisation des climatiseurs dans une salle serveurs.

Les résultats de la mise en place de ce système sont supérieurs aux attentes, il s'agit d'une économie de plus de 75 000 kWh d'énergie primaire par an, soit la production annuelle de plus de 20 habitations équipées d'installations photovoltaïques.

Enfin, ce système permet de limiter la maintenance des climatiseurs et d'offrir plus de sécurité au responsable de la salle car le système peut fonctionner en marche forcée si les climatiseurs sont en panne.

Annexe 1 : Plan de la salle serveurs

