

COMMENT AMÉLIORER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE D'UNE SALLE DE SERVEURS?

CET ARTICLE EST UNE VERSION REVUE ET MODIFIÉE D'UN ARTICLE SOUMIS AU: 11^{ÈME} COLLOQUE INTERUNIVERSITAIRE FRANCO-QUÉBÉCOIS SUR LA THERMIQUE DES SYSTÈMES QUI SE TIENDRA DU 3 AU 5 JUIN 2013 À REIMS, FRANCE.

LES TÉLÉCOMMUNICATIONS JOUENT UN RÔLE PRÉPONDÉRANT DANS NOS VIES. CE RÔLE NE CESSE DE S'ACCROÎTRE, PAR L'UTILISATION DES TÉLÉPHONES CELLULAIRES, DES TABLETTES, DES PC, ETC. POUR SOUTENIR CES DÉVELOPPEMENTS, LES ENTREPRISES DE TÉLÉCOMMUNICATION HÉBERGENT DES SALLES DE SERVEURS DE PLUS EN PLUS GRANDES. DE MÊME, ELLES DOIVENT COMPOSER AVEC DES SALLES VÉTUSTES CONÇUES IL Y A PLUS DE 10 ANS ALORS QU'À CETTE ÉPOQUE, LA PUISSANCE DES UNITÉS DE SERVEURS ÉTAIT MOINDRE. DE NOS JOURS, LES SALLES SONT CONÇUES ET OPTIMISÉES AU POINT DE VUE DE L'ÉNERGIE À L'AIDE D'OUTILS CFD (« COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS ») QUI PERMETTENT LA SIMULATION DE L'ÉCOULEMENT D'AIR DANS LES SALLES. LE PROBLÈME DEMEURE TOUTEFOIS ENTIER POUR LES SALLES CONSTRUITES DANS LE PASSÉ. EN EFFET, AU FIL DE L'AUGMENTATION DES BESOINS, LES SERVEURS DE CES SALLES ONT ÉTÉ REMPLACÉS PAR DES SERVEURS PLUS ÉNERGIVORES DÉGAGEANT PLUS DE CHALEUR SANS QUE CES SALLES AIENT ÉTÉ CONÇUES EN CONSÉQUENCE. DANS CE QUI SUIT, NOUS TENTERONS D'APPORTER AUX GESTIONNAIRES DE SALLES VÉTUSTES UNE FAÇON D'INTERVENIR SUR LEUR SALLE AFIN D'EN AMÉLIORER L'EFFICACITÉ.

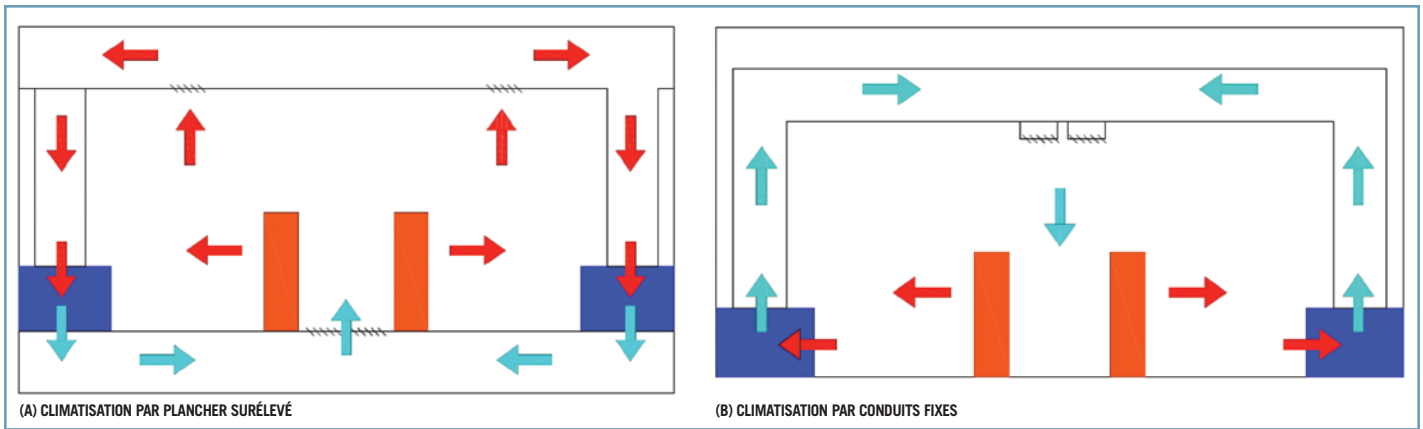


FIGURE 1 : TYPE DE SYSTÈMES DE CLIMATISATION; VUE EN COUPE: LES RANGÉES DE CABINET EN ORANGE, LES VENTILO-CONVECTEURS (« FAN COIL UNIT ») EN BLEU ET LES FLÈCHES INDIQUE LA CIRCULATION DE L'AIR FROID (BLEU) ET CHAUD (ROUGE).

SALLES DE SERVEURS ET SYSTÈME DE CLIMATISATION :

De nos jours, les puissances installées par mètre carré sont de plus en plus élevées. Selon Patel et al. [1] et Shrivastava et al. [2], une salle de serveurs contient des centaines de cabinets dont la puissance peut s'élever jusqu'à 12 kW/cabinet. Pour contrôler ces charges, les gestionnaires ont d'abord organisé leurs salles selon une logique d'allées chaudes et froides. Les cabinets de serveurs possédant leurs propres ventilateurs, l'idée était donc de leur fournir de l'air froid en façade (dans l'allée froide) et de récupérer l'air derrière (dans l'allée chaude), le tout dans une optique de diminuer le brassage d'air, d'augmenter le différentiel de température (ΔT entre l'allée chaude et l'allée froide) et ainsi opérer de façon la plus efficace possible. On retrouve principalement deux types de système de climatisation pour les salles de serveurs. On distingue en premier lieu les salles utilisant un plancher surélevé. Ces salles utilisent l'espace ainsi créé sous le plancher comme plénum d'admission d'air dans l'allée froide qui se fait via des tuiles perforées. Il est aussi possible d'utiliser le plafond suspendu comme plénum de retour de l'air chaud. L'avantage de ces salles est la facilité de reconfiguration au fur et à mesure du changement des besoins, le câblage des serveurs étant distribué dans le faux plancher. Ce dernier point qui semblait, au premier abord, être un avantage devenait problématique au fil du temps, alors que les câbles de toutes sortes s'accumulaient et obstruaient le passage de l'air. Les puissances des ventilateurs devenaient donc démesurées afin de réussir à admettre l'air froid dans l'allée froide. En second lieu, il est possible de faire la climatisation des salles de serveurs de façon conventionnelle avec des conduits fixes au plafond et des diffuseurs qui alimentent l'air froid directement dans les allées froides. La flexibilité de reconfiguration de la salle est toutefois moins grande avec ce type de système de climatisation. Schématiquement, la figure 1 suivante illustre ces deux systèmes.

BOUCLES DE RECIRCULATION :

Le problème d'inefficacité derrière l'opération des salles de serveurs est, au départ, un problème de communication souvent nommée: effet de silos. L'équipe responsable de l'installation des serveurs dans les salles n'est pas la même que celle qui gère les services CVCA (chauffage ventilation et climatisation d'air) et l'efficacité énergétique du bâtiment. Le manque de communication entre ces équipes fait en sorte que l'installation des serveurs est réalisée selon un ensemble de contraintes (telle que la disponibilité de la fibre optique, les longueurs de câbles, etc.) autre que la ventilation et l'efficacité énergétique de la salle. Il existe donc une disparité au niveau des débits d'air froid fourni et des débits d'air tirés par les cabinets. En effet, des cabinets de grande puissance installés en bout d'allée nécessitent un plus grand débit d'air froid que la

tuile perforée peut leur fournir. De cette manière, un certain débit d'air chaud proviendra de la pièce par le haut ou le côté du cabinet créant des boucles de recirculation contaminant l'air froid admis en façade des cabinets de serveurs. Un exemple de boucle de recirculation est représenté sur la figure 2 dans le cas d'un système de climatisation par plancher surélevé.

Comme la source du problème prend son origine dans la «contamination» de l'air froid admis par des boucles de recirculation d'air, l'idée est venue d'ajouter un plus grand confinement pour séparer le plus possible l'allée froide de l'allée chaude. Dans cette optique, il est possible d'ajouter des plaques dans les cabinets pour bloquer les espaces de serveurs non utilisés. De même, il est légitime de penser que l'ajout d'un panneau reliant le haut des cabinets de serveurs au plafond ou encore l'ajout de murs munis d'une porte en bout d'allée isolant complètement l'allée froide amélioreront l'efficacité de la salle en permettant d'alimenter les serveurs avec un air froid à température uniforme. Pour vérifier ces hypothèses, un outil de simulation numérique tel que le module «Flow Simulation» du logiciel de conception paramétrique en trois dimensions «Solid Works» peut être utilisé. Ainsi, une salle de serveur typique a été modélisée en grandeur réelle, utilisant des puissances de cabinets distribuées de façon arbitraire. Six cas ont été définis, c'est-à-dire que chacun des types de système de climatisation a d'abord été simulé sans confinement, puis avec un panneau au-dessus des rangées de cabinets (empêchant la recirculation au-dessus des cabinets) et finalement en ajoutant un mur en bout d'allée en plus du panneau au-dessus des cabinets (isolant complètement les allées froides).

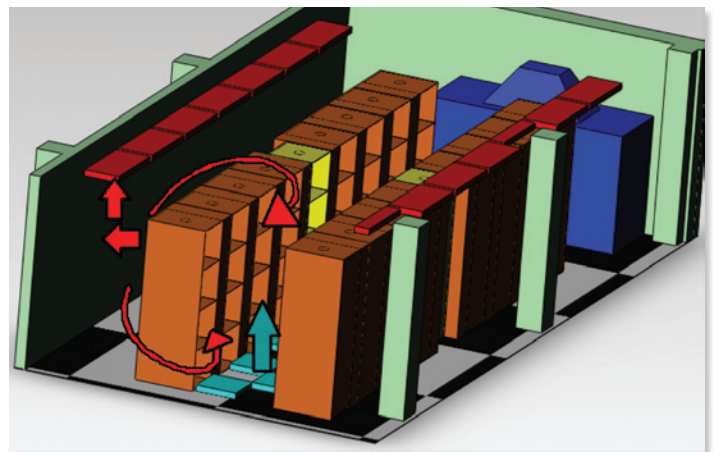


FIGURE 2: EXEMPLE DE BOUCLES DE RECIRCULATION.

RÉSULTATS :

Suite à une série de tests préliminaires de validation comparés à des mesures et sur la base des séries de simulations paramétriques effectuées, différentes conclusions ont pu être tirées. Le premier effet concerne le type de système de climatisation. Lorsque l'air froid provient du bas (climatisation par plancher surélevé), on dénote une stratification de la température dans l'allée froide. Les serveurs situés en haut des cabinets sont donc refroidis avec de l'air plus chaud, ce qui peut à long terme les endommager ou diminuer leur durée de vie. Ce phénomène qui n'est pas présent lorsque l'air provient du haut (climatisation par conduits fixes) est explicable par la variation de masse volumique (densité) de l'air froid par rapport à l'air chaud. La figure 3 (b) illustre bien ce phénomène avec une échelle de température oscillant de 16 °C à 31 °C.

De même, lorsque l'alimentation en air vient des conduits fixes au plafond, la température dans l'allée froide est généralement plus uniforme, mais plus élevée. Cela s'explique par la présence de boucles de recirculation passant au-dessus des cabinets contaminant l'alimentation en air froid. L'ajout d'un panneau reliant le haut des cabinets au plafond, permet de couper ces boucles de recirculation et diminue de façon étonnante la température moyenne de l'allée froide comme il est illustré sur la figure 3 (a). On note toutefois qu'il demeure une certaine contamination en bout d'allée qui sera complètement annihilée par l'ajout de mur (et de porte) en bout d'allée. En effet, la température maximale en certains endroits de la salle atteint 31 °C dans les cas sans confinement et avec un panneau au-dessus des cabinets. Toutefois, cette température maximale tombe à 27 °C lorsque l'allée froide est totalement confinée.

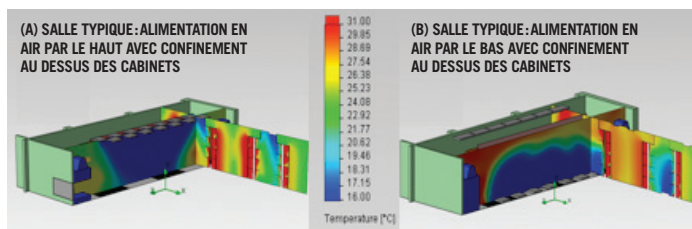


FIGURE 3: RÉSULTATS DES SIMULATIONS NUMÉRIQUES DE L'ÉCOULEMENT D'AIR SOUS FORME DE CARTE DE TEMPÉRATURE.

ALGORITHME DÉCISIONNEL

Sur la base des résultats obtenus, dont certains ont été présentés précédemment, on comprend que l'on gagne à ajouter du confinement dans une salle de serveurs. Les points suivants donnent quelques directives pour l'intervention sur des salles de serveurs vétustes et coûteuses à climatiser :

- 1) Organiser la salle selon une logique allée chaude/froide;
- 2) Mettre des plaques pour boucher les espaces de serveurs non utilisés dans les cabinets;
- 3) Dans le cas d'une salle à conduits fixe au plafond, ajouter un panneau reliant le haut des cabinets au plafond;
- 4) Dans les deux cas, si l'investissement n'est pas limité, le confinement total de l'allée froide incluant les portes en bout d'allée est à envisager.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans le contexte d'effervescence des télécommunications, les gestionnaires de bâtiments recherchent des solutions pour améliorer l'efficacité de leurs salles et ainsi réduire leurs coûts. Ce projet avait donc pour but de produire un algorithme décisionnel simple et général afin d'améliorer l'efficacité de salles de serveurs existantes. Pour y arriver, des simulations numériques ont été utilisées.

Finalement, bien que l'analyse présentée considère uniquement l'écoulement d'air et sa température, des lignes directrices ont pu être élaborées. La prochaine étape serait bien entendu de trouver un moyen de valoriser la chaleur produite qui est de basse qualité énergétique (exergie). Il existe aussi un défi à relever au niveau de la communication entre les équipes installant les serveurs et celles gérant la climatisation des salles. ■

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier messieurs Dave Mc Neil et Sébastien Gagné de Telus de même que les professeurs et techniciens de l'Université du Québec à Rimouski pour leur support tout au long de ce projet et les partenaires de la Chaire de recherche t3c: Ville de Lévis, Ecosystem, Ultramar, CRE-CA, SDE-Lévis et Roche. Ils remercient aussi le CRSNG pour son support financier dont une bourse Alexandre Graham-Bell.

Références

1. PATEL, C.D., et al., Computational fluid dynamics modeling of high compute density data centers to assure system inlet air specifications, ASME International Electronic Packaging Technical Conference and Exhibition (IPACK '01), (2001).
2. SHRIVASTAVA, S.K., et al., Experimental-Numerical Comparison for a High-Density Data Center: Hot Spot Heat Fluxes in Excess of 500 W/ft², Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronics Systems, ITherm'06, The Tenth Intersociety Conference on, (2006).



CARNOT est fier d'offrir des solutions de systèmes de réfrigération *éco-énergétiques* de haute efficacité, fiables et stables. De plus, la technologie propre au CO₂ contribue à l'élimination des GES.



- ➔ SUPERMARCHÉS
- ➔ ENTREPÔTS FRIGORIFIQUES
- ➔ INSTALLATIONS SPORTIVES



www.carnotrefrigeration.com

3368, rue Bellefeuille Trois-Rivières (Québec) G9A 3Z3 - (819) 376-5958