

Erreurs compromettant les performances de refroidissement des centres de données et des salles réseaux et pouvant être évitées

par Neil Rasmussen

Livre blanc n° 49

APC[®]
Legendary Reliability[®]

Résumé

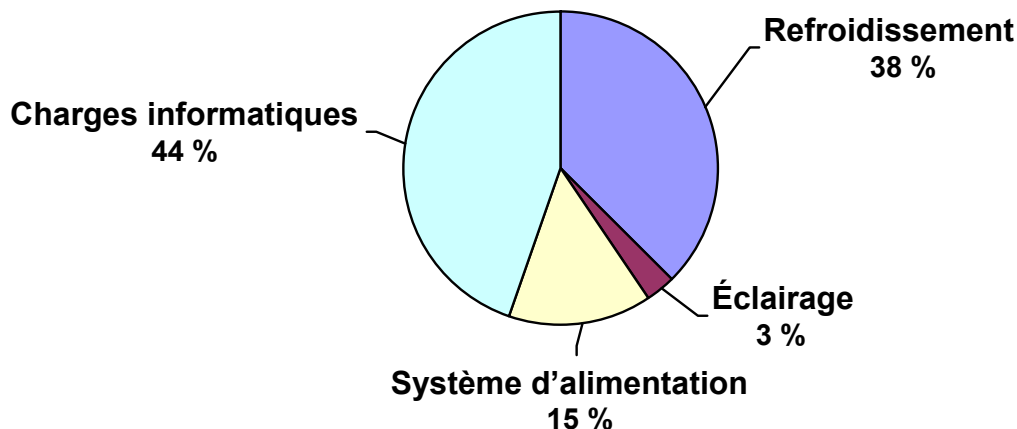
Des erreurs évitables, fréquemment commises lors de l'installation de systèmes de refroidissement et de racks dans les centres de données ou dans les salles réseaux, affectent la disponibilité des équipements et augmentent les coûts d'exploitation. Ces problèmes non intentionnels entraînent des points de surchauffe, réduisent la tolérance aux pannes et affectent l'efficacité ainsi que la capacité de refroidissement. Les administrateurs systèmes sont souvent tenus responsables des problèmes de refroidissement ; mais en réalité, la plupart des incidents sont causés par une installation incorrecte des équipements informatiques sur laquelle ils n'ont aucun contrôle. Ce livre blanc passe en revue ces erreurs typiques, explique leurs principes, quantifie leur impact et fournit des solutions simples.

Introduction

La plupart des centres de données et des salles informatiques présentent un certain nombre de problèmes de conception et de configuration les empêchant d'atteindre leur véritable potentiel en matière de capacité de refroidissement et de fourniture d'air frais aux endroits requis. Ces problèmes passent souvent inaperçus car les salles informatiques sont très souvent utilisées à des densités de puissance largement inférieures à leurs spécifications. Cependant, les augmentations récentes au niveau du niveau de puissance des nouveaux équipements informatiques poussent les centres de données jusqu'à leurs spécifications maximales et un grand nombre d'entre eux est incapable de fournir le refroidissement efficace escompté.

En plus de la réduction de la disponibilité du système pouvant découler de la sous-utilisation des systèmes de refroidissement, des frais considérables peuvent être engendrés. Ce document décrit les erreurs de conception les plus fréquentes pouvant réduire l'efficacité du système de refroidissement de 20 % et plus. Des études menées par Lawrence Berkeley National Laboratories et APC Corp ont conclu que la consommation électrique du système de refroidissement d'un centre de données type est comparable à la puissance consommée par l'ensemble de la charge informatique, tel qu'indiqué sur le schéma ci-dessous. Une perte d'efficacité de refroidissement de 20 % entraîne une augmentation de 8 % de la consommation électrique totale, ce qui représente sur les 10 ans de vie d'un centre de données de 500 kW une perte d'électricité s'élevant à environ 700 000 euros. *Cette perte considérable peut être évitée pour une somme minimale, voire même sans aucun frais.*

Schéma 1 – Détails de la consommation électrique d'un centre de données type



Le manque de performances du système de refroidissement du centre de données peut provenir de nombreuses sources différentes. Comptent parmi celles-ci la conception et la spécification du système de refroidissement, ainsi que la façon dont l'ensemble du système délivre l'air frais à la charge. Ce livre blanc se concentre sur les problèmes de refroidissement liés à la distribution de l'air et les problèmes de configuration liés à l'installation du matériel informatique pour les raisons suivantes :

- Il existe des solutions pratiques, réalisables et prouvées.
- De nombreuses solutions peuvent être mises en place dans les centres de données existants.
- De nombreuses améliorations peuvent être obtenues pour un investissement minimal, voire nul.
- Le personnel informatique et les responsables des infrastructures peuvent contribuer à leur résolution.
- Les solutions sont entièrement indépendantes de l'emplacement géographique et du bâtiment.
- Ils peuvent être résolus grâce à des procédures simples à appliquer.

Ce document répartit les problèmes les plus courants en cinq catégories et les traite une par une :

- Écoulement de l'air dans le rack
- Disposition des racks
- Répartition des charges
- Réglages du refroidissement
- Disposition des arrivées d'air et d'évacuation

Pour chaque catégorie, un certain nombre de problèmes est décrit et accompagné d'une description simple du problème théorique, ainsi que d'une explication de la façon dont il affecte la disponibilité et le coût d'exploitation total. Ces informations sont résumées dans les différents tableaux.

Enfin, le livre blanc contient un certain nombre de procédures qui, lorsqu'elles sont appliquées, permettent d'améliorer de façon significative la disponibilité du centre de données et de réduire le coût d'exploitation total.

Spécifications de débit d'air minimales

Le débit d'air dans le cabinet de racks et autour de celui-ci détermine la qualité des performances de refroidissement. Pour comprendre de flux d'air dans le rack, il est essentiel d'assimiler le principe fondamental selon lequel l'équipement informatique nécessite deux éléments :

1. L'arrivée d'air correctement climatisé aux admissions d'air de l'équipement
2. La libre circulation de l'air au niveau de l'équipement, en entrée comme en sortie.

Les deux principaux problèmes se produisant régulièrement et empêchant un refroidissement idéal sont les suivants :

1. L'air du climatiseur est mélangé avec l'air chaud évacué avant d'être aspiré dans la prise d'air de l'équipement
2. Le débit d'air de l'équipement est bloqué par des obstructions.

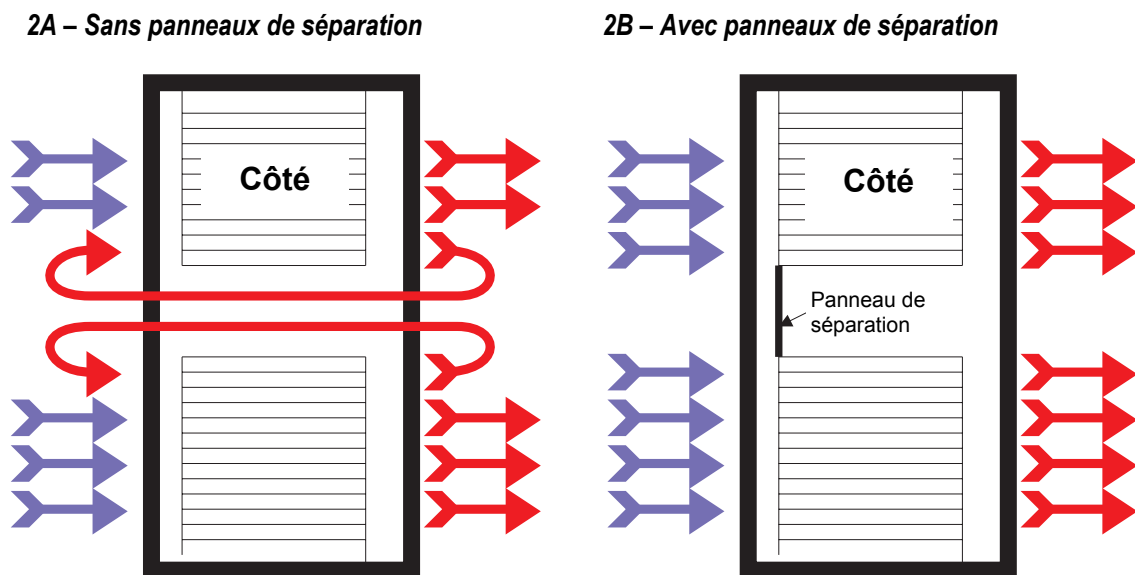
Les sections suivantes expliquent comment des décisions d'installation bien pensées et apparemment sans conséquences peuvent en fait créer les deux problèmes ci-dessus et comment des solutions couramment utilisées pour contrer les symptômes de ces problèmes peuvent compromettre de façon considérable la disponibilité du système d'information et augmenter les frais encourus.

Écoulement de l'air dans l'armoire du rack

Le rack est fréquemment considéré comme un support mécanique, mais il assume une fonction cruciale, à savoir empêcher l'air chaud évacué de l'équipement de revenir dans les prises d'air de l'équipement. L'air évacué est légèrement sous pression. Combiné à l'aspiration au niveau de la prise d'air de l'équipement, il en résulte une situation où l'air évacué est renvoyé vers la prise d'air de l'équipement. **L'amplitude de cet effet est beaucoup plus importante que celle de l'effet de poussée de l'air chaud évacué, que beaucoup considèrent comme un facteur d'élévation naturelle de l'air chaud évacué au-dessus de l'équipement.** Le rack et ses panneaux de séparation constituent une barrière naturelle augmentant de façon importante la longueur de la trajectoire de recirculation de l'air et réduisant en conséquence l'arrivée d'air chaud échappé de l'équipement.

L'omission des panneaux de séparation est une pratique très courante que l'on retrouve dans plus ou moins 90 % des centres de données, bien que tous les principaux fabricants d'équipements informatiques recommandent spécifiquement l'utilisation de tels panneaux. Le problème de recirculation qui en résulte peut entraîner une hausse de température de 8 °C (15 °F) au niveau de l'équipement informatique. Une description détaillée de cet effet ainsi que les données expérimentales figurent dans le livret blanc n° 44 d'APC « Amélioration des performances de refroidissement du rack à l'aide de panneaux de séparation ». Les panneaux de séparation modifient le débit d'air, comme illustré sur le schéma 2. L'installation de tels panneaux est une procédure très simple, applicable dans quasiment tous les centres de données pour un coût minimal.

Schéma 2 – Recirculation de l'air via un panneau de séparation manquant



De nombreux racks configurés contiennent d'autres défauts ayant le même effet que l'omission de panneaux de séparation. L'utilisation de racks larges à rampes d'installation permet la recirculation autour des rampes de racks latérales. L'utilisation d'étagères pour le montage de matériel informatique empêche l'utilisation de panneaux de séparation et permet ainsi de disposer de voies grandes ouvertes pour la recirculation de l'air évacué. Certains racks standard de 19 pouces disposent de

circuits de recirculation de l'air inhérents intégrés autour des rampes, ainsi qu'en haut et en bas de l'armoire. Dans ces cas-là, l'installation de panneaux de séparation ne peut pas contrôler complètement ladite recirculation. De nombreux racks n'ont tout simplement pas été conçus pour fonctionner de manière efficace dans un environnement informatique à haute densité. Une standardisation sur un rack spécifique et l'utilisation de panneaux de séparation peut réduire de façon considérable la recirculation et réduire les points de surchauffe.

Les avantages de la réduction de la température des points de surchauffe à l'aide de panneaux de séparation et la sélection de racks contrôlant la recirculation sont très nets, principalement en termes de disponibilité du système. Il existe cependant d'autres avantages moins évidents mais tout aussi importants qui méritent une explication.

Tolérance aux erreurs d'impacts de recirculation

Une réduction de la tolérance aux erreurs et de la possibilité de maintenance a été observée sur les systèmes de racks soumis à une importante recirculation par rapport aux systèmes correctement aménagés. Sur la plupart des installations, le refroidissement est pris en charge par un certain nombre de climatiseurs alimentant la chambre de répartition d'air. Dans une telle configuration, il est souvent possible de maintenir le refroidissement à l'aide d'un climatiseur hors service en cas de panne ou d'entretien ; les autres climatiseurs sont capables de prendre en charge la charge requise. La recirculation affecte cette capacité de tolérance aux erreurs de plusieurs façons :

- Une température plus basse de l'air de retour d'un climatiseur en raison de la recirculation force les autres climatiseurs à fonctionner à capacité réduite ; le système est donc incapable de répondre aux spécifications en matière de refroidissement.
- Les vitesses d'arrivée de l'air plus rapides nécessaires pour contrer les effets de la recirculation ne peuvent être maintenues par les systèmes restants, provoquant ainsi une recirculation plus importante et une surchauffe au niveau des charges.

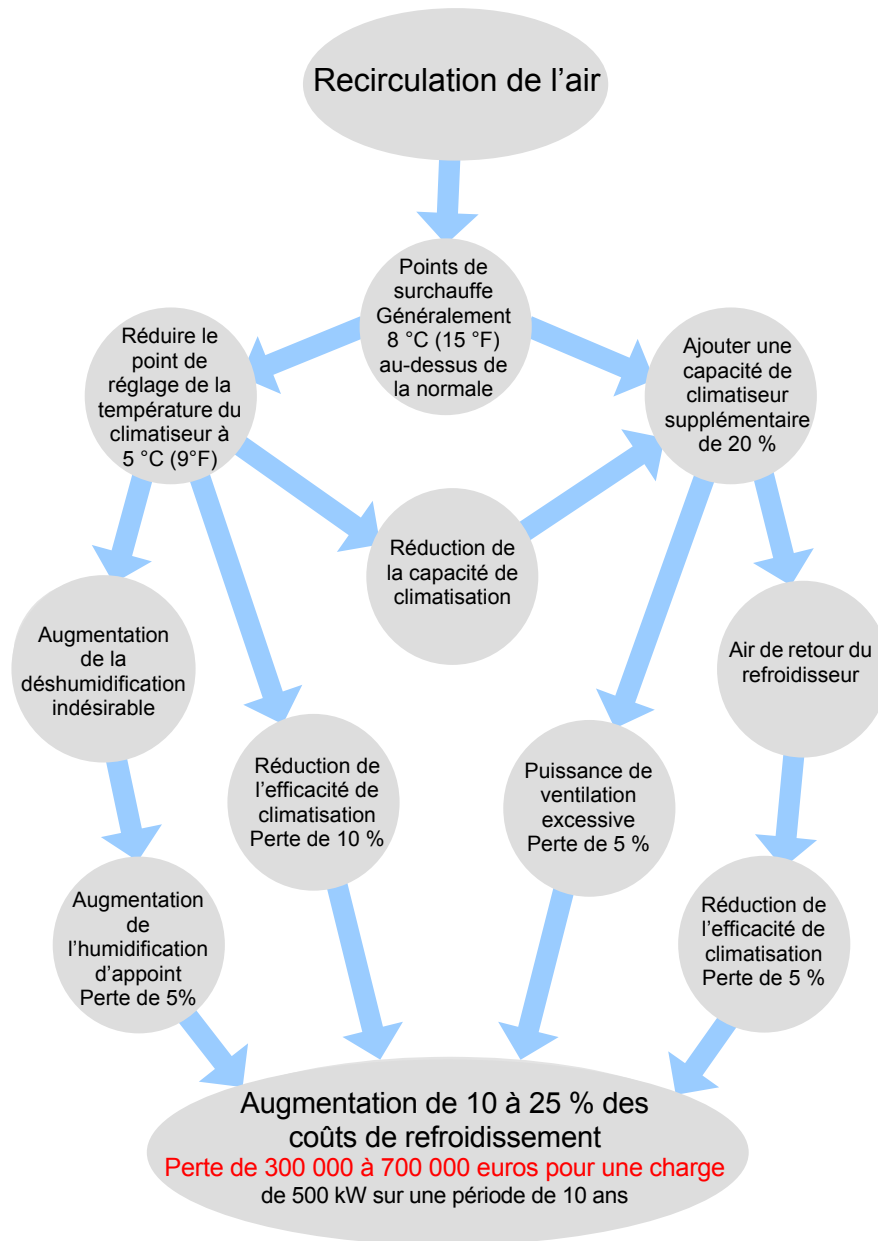
Effet de la recirculation sur le coût d'exploitation total

Les problèmes de disponibilité liés à la surchauffe et à la tolérance aux pannes imposent l'utilisation de racks standardisés et de panneaux de séparation. Les conséquences considérables de la recirculation sur le coût d'exploitation rendent incontournable l'utilisation de tels équipements.

Le coût de l'électricité destiné à faire fonctionner les équipements de refroidissement et les ventilateurs représente les sommes engendrées les plus importantes sur toute la durée de vie du dispositif. Contrairement à la quantité de puissance en watts requise par un centre de données, l'efficacité des systèmes de refroidissement est affectée de façon considérable par la recirculation. Ceci signifie que la recirculation augmentera les frais d'électricité. De plus, les coûts s'ajoutent les uns aux autres comme indiqué sur le schéma 3.

Le schéma 3 illustre les conséquences pouvant découler les unes après les autres de mauvaises tentatives de correction des premiers symptômes de recirculation, en d'autres termes, les points de surchauffe. Dans ce cas là, les deux solutions les plus fréquemment mises en œuvre sont la réduction de la température de l'arrivée d'air du climatiseur ou la réduction de la capacité de celui-ci, ou encore de combiner ces deux solutions. Comme décrit sur le schéma, ces réponses entraînent des frais imprévus considérables. Le contrôle de la recirculation par une modification de la conception et l'application de certaines procédures, comme décrit dans ce livre blanc, permet d'éviter les conséquences indiquées sur le schéma et ce, pour des frais très limités.

Schéma 3 – Enchaînement des conséquences financières de la recirculation



Des obstructions du flux d'air empêchent l'arrivée d'air frais au niveau de l'équipement, entraînant ainsi des surchauffes. De plus, les restrictions d'air à l'avant ou à l'arrière du rack encouragent la recirculation de l'air dans l'espace des racks sans panneaux de séparation. L'utilisation de racks disposant d'un espace de ventilation élevé et d'un espace suffisant à l'arrière pour empêcher les câbles de bloquer le débit d'air est donc critique. Des utilisateurs choisissent parfois des racks moins profonds pensant ainsi augmenter l'utilisation de l'espace au sol, mais ceux-ci sont incapables par la suite d'utiliser cette densité en raison des limites thermiques liées à l'obstruction du débit d'air lié aux câbles.

Tableau 1 – Résumé des erreurs de conception de flux d'air au niveau des racks et de leurs conséquences

Erreur de conception	Conséquences sur la disponibilité	Conséquences sur les coûts d'exploitation	Solution
Absence de panneaux de séparation Équipement sur étagères Utilisation de racks de 23 pouces sans barrettes de connexion	Points de surchauffe, tout particulièrement sur le dessus des racks Perte de redondance de refroidissement	Coûts en matière d'électricité Réduction de la capacité des climatiseurs Entretien de l'humidificateur Consommation d'eau	Utiliser des panneaux de séparation Ne pas utiliser d'étagères. Utiliser des racks sans ouvertures en dehors des rampes Ajouter des barrettes en dehors des rampes sur les racks larges
Orifices de câbles sous le rack sans barrettes	Points de surchauffe, tout particulièrement sur le dessus des racks Perte de pression statique dans le faux plancher Perte de redondance de refroidissement	Réduction de l'efficacité des climatiseurs	Utiliser des barrettes ou des bagues d'étanchéité au niveau des orifices de câbles sous le rack
Portes en verre Portes avec faible ventilation	Surchauffe Amplification des problèmes liés aux panneaux de séparation	Réduction de l'espace et de l'utilisation du rack	Utilisation de portes bien aérées à l'avant et à l'arrière
Utilisation de plateaux de ventilation et d'extracteurs de toiture	Très peu d'avantages Les mêmes sommes auraient pu être investies différemment	Perte d'argent Perte d'électricité	Ne pas utiliser de plateaux de ventilation ni d'extracteurs de toiture.
Racks peu profonds	Les obstructions de câble entraînent des surchauffes	Réduction de l'espace et de l'utilisation du rack	Utiliser des racks suffisamment profonds pour laisser l'air circuler autour des câbles.

En plus des moyens de contrôle de débit d'air passifs décrits ci-dessus, l'utilisation de systèmes de ventilation basés sur le rack permet de contrôler la distribution de l'air dans le rack. Certains systèmes de ventilation de rack, tels que les plateaux de ventilation et les extracteurs de toiture, ne présentent que très peu d'avantages. D'autres systèmes de ventilation, tels que des systèmes distribuant de l'air sous le sol à l'avant du rack ou extrayant l'air évacué à l'arrière du rack, peuvent améliorer de façon considérable le débit d'air du rack, réduire les effets de la circulation et augmenter la capacité de gestion de puissance. Une explication plus en détails de ces systèmes figure dans le livre blanc n° 46 d'APC intitulé « Puissance et refroidissement pour serveurs lame et racks à très haute densité ». La standardisation d'un rack conçu pour l'installation future de ventilateurs supplémentaires offre des capacités de haute densité ultérieures.

Disposition des racks

Le contrôle correct du débit d'air dans les racks, comme décrit à la section précédente, est essentiel pour obtenir un refroidissement efficace, mais il n'est pas suffisant. La disposition correcte des racks dans une pièce constitue un élément crucial pour assurer une arrivée d'air à la température et en quantité correctes au niveau du rack. Le flux d'air au niveau du rack est crucial.

Une fois de plus, l'objectif d'une disposition correcte des racks est de contrôler la recirculation, c'est à dire d'empêcher l'air du climatiseur de se mélanger avec l'air chaud évacué avant qu'il n'atteigne la prise d'air de l'équipement. Le principe de la conception est le même : séparer autant que possible l'air chaud évacué de la prise d'air de l'équipement.

La solution à ce problème est bien connue. La disposition des racks en rangées et l'inversion de l'orientation d'une rangée de racks sur deux permettent de réduire considérablement la recirculation. Les principes de cette méthode sont décrits par l'Uptime Institute, dans leur livret blanc intitulé « Refroidissement plus fiable des parcs de serveurs grâce à l'alternance des intervalles côté chaud/côté froid ».

Malgré les avantages évidents du système à intervalles côté chaud/côté froid, les études montrent qu'environ 25 % des centres de données et des salles serveurs disposent les racks sous forme de rangées orientées dans le même sens.

L'orientation des racks dans la même direction constitue une importante cause de recirculation, garantissant l'apparition de problèmes de surchauffe et entraînant une hausse considérable des coûts d'exploitation du système. Les coûts varieront en fonction de l'installation ; ils sont illustrés sur le schéma 3, ci-dessus.

L'application efficace de la technique « intervalle côté chaud/côté froid » va au-delà de la simple disposition des racks en rangées alternantes. Sur les 75 % d'installations utilisant la technique d'intervalles côté chaud/côté froid, les systèmes de distribution de l'air et de retour ne sont pas disposés correctement pour desservir correctement les rangées. Ceci est expliqué plus bas à la section « Disposition des événements d'arrivée d'air et de retour ».

À propos des sites sur lesquels les racks sont orientés dans la même direction et n'utilisent pas de techniques de type intervalle côté chaud/côté froid, les études menées par APC indiquent que la situation est due dans la plupart des cas à une directive de gestion basée sur l'aspect extérieur et l'esthétique du centre de données. Les études suggèrent également que ces directives douteuses n'auraient jamais eu lieu si la gravité des conséquences avait été plus clairement énoncée.

La plupart des techniques décrites dans ce document seront beaucoup moins efficaces pour les systèmes dans lesquels tous les racks sont orientés dans la même direction. Si l'alternance des racks n'est pas possible, une des façons efficace de résoudre les points de surchauffe dans un tel environnement est d'installer une unité de distribution de l'air supplémentaire au niveau des racks affectés.

Tableau 2 – Résumé des erreurs de conception au niveau de la disposition des racks et de leurs conséquences

Erreur de conception	Conséquences sur la disponibilité	Conséquences sur les coûts d'exploitation	Solution
Tous les racks sont orientés dans la même direction Schéma intervalles côté chaud/côté froid non appliqué	Points de surchauffe Perte de redondance de refroidissement Perte de capacité de refroidissement Pannes de l'humidificateur	Consommation d'énergie excessive Consommation d'eau Entretien de l'humidificateur	Appliquer un schéma de type intervalle côté chaud/côté froid
Racks disposés autrement qu'en rangées	Mêmes problèmes	Mêmes conséquences	Disposer les racks sous forme de rangées
Racks disposés en rangs mais pas rapprochés	Mêmes problèmes	Mêmes conséquences	Installer les racks les uns à côté des autres Ne pas les espacer

Répartition des charges

L'emplacement des charges, tout particulièrement des charges de haute puissance, peut affecter les capacités d'un centre de données. Des poches de charges haute densité se produisent généralement lorsque des serveurs haute densité et hautes performances sont groupés dans un ou plusieurs racks. Cette situation peut provoquer des points de surchauffe dans le centre de données et forcer les opérateurs à prendre des mesures correctives telles que la réduction du point de réglage de la température de l'air ou l'ajout de climatiseurs. Ces actions mènent aux conséquences négatives décrites sur le schéma 3.

Voilà pourquoi la répartition de la charge dans la mesure du possible constitue un avantage considérable.

Heureusement, les connexions Ethernet et à fibre optique ne sont pas affectées de façon négative par la répartition de l'équipement. Généralement, ce regroupement vient du fait que certains informaticiens trouvent plus pratique de placer de tels dispositifs au même endroit. Les personnes cherchant à regrouper les charges haute puissance devraient être informées des avantages en matière de disponibilité et de rentabilité liés à la répartition de la charge.

D'autres solutions permettent également d'éviter les impacts négatifs du refroidissement dans les racks haute puissance. Pour plus de détails concernant la gestion des racks haute puissance, consultez le Livre blanc n° 46 d'APC intitulé « Puissance et refroidissement des racks de très haute densité et des serveurs lames ».

Tableau 3 – Résumé des erreurs de répartition de charge et de leurs conséquences

Erreur de conception	Conséquences sur la disponibilité	Conséquences sur les coûts d'exploitation	Solution
Charges concentrées	Points de surchauffe Perte de redondance de refroidissement	Consommation d'énergie excessive	Répartir les charges aussi uniformément que possible

Paramètres de refroidissement

Les remarques précédentes décrivaient les conséquences néfastes de la réduction des réglages de température de l'air des climatiseurs. Les performances de climatisation sont optimisées lorsque la température de l'air évacué est au maximum. Dans l'idéal, si la recirculation était nulle, la température de sortie du climatiseur correspondrait aux spécifications de l'équipement informatique, à savoir 20-25 °C (68-77 °F). Cette situation n'est jamais réalisée en pratique et la température de l'air de sortie du climatiseur est généralement plus faible que la température de la prise d'air de l'ordinateur. Cependant, si les procédures de répartition d'air décrites dans ce document sont suivies et respectées, le point de réglage de la température du climatiseur est maximisé. Pour optimiser la capacité et les performances, le point de réglage du climatiseur ne doit pas être réglé en dessous de la valeur nécessaire pour maintenir les températures souhaitées aux prises d'air de l'équipement.

Bien que le point de réglage de la température du climatiseur dépende de la conception du système de distribution d'air, l'humidité doit être configurée à une valeur souhaitée. Le réglage de l'humidité au-delà de celle requise présente plusieurs inconvénients de taille. Tout d'abord, une condensation importante se formera au niveau du serpentin du climatiseur. Ce dernier effectuera une déshumidification de l'air. La fonction de déshumidification réduit considérablement la capacité de refroidissement de l'air du climatiseur. Et pour ne rien arranger, les humidificateurs

doivent remplacer l'eau absorbée de l'air. Ceci peut entraîner la perte de milliers de litres d'eau par an dans un centre de données type. Les humidificateurs représentent une source de chaleur incroyable ; leur refroidissement réduit encore davantage la capacité du climatiseur. Cette situation est accentuée lors d'une importante recirculation car l'air du climatiseur à basse température se condense encore plus facilement. Il est donc essentiel de ne pas faire fonctionner le centre de données dans un environnement plus humide que nécessaire.

Certains centres de données, notamment les plus récents, disposent d'imprimantes ultrarapides (listings, formulaires...). Celles-ci peuvent générer une charge statique considérable. Pour contrôler la décharge statique, une norme d'environ 50 % d'humidité relative dans les centres de données a été développée. Cependant, pour les centres de données sans imprimantes ultrarapides, une humidité relative de 35 % contrôlera la charge statique. L'utilisation d'un centre de données avec une humidité relative de 35 % plutôt que de 45 ou 50 % permet d'économiser une quantité considérable d'eau et d'énergie, tout particulièrement en cas de recirculation importante.

Un problème supplémentaire peut surgir dans les centres de données équipés de climatiseurs reliés à des humidificateurs. Dans ces cas-là, il est très courant que deux climatiseurs soient en rivalité pour contrôler l'humidité, causant ainsi des pertes. Ceci peut se produire si les températures de l'air de retour vers les deux climatiseurs sont légèrement différentes, si l'étalonnage des deux capteurs d'humidité sont en conflit ou si les paramètres de réglage de l'humidité des climatiseurs sont différents. Un climatiseur déshumidifiera l'air alors que l'autre l'humidifiera. Ce mode de fonctionnement entraîne énormément de pertes, et pourtant il n'est pas toujours détecté par les administrateurs du centre de données.

Le problème de conflit en matière d'humidité des climatiseurs et les pertes qui lui sont associées peuvent être corrigés par A) un contrôle central de l'humidité, B) un contrôle coordonné de l'humidité entre les différents climatiseurs, C) la désactivation d'un ou plusieurs humidificateurs dans les climatiseurs ou D) l'utilisation de réglage de zone morte. Chacune de ces techniques présente des avantages qui ne seront pas exposés en détail dans ce livre blanc. Lorsque ce problème surgit, la façon la plus simple de le corriger dans des systèmes types équipés de climatiseurs indépendants est de vérifier que ces systèmes sont configurés aux mêmes paramètres et qu'ils sont étalonnés correctement puis en élargissant la plage du paramètre d'humidité de zone morte disponible sur la plupart des climatiseurs. Lorsque le réglage de la zone morte est configuré à +/-5 %, le problème sera généralement corrigé.

Tableau 4 – Résumé des erreurs de réglage de refroidissement et de leurs conséquences

Erreur de conception	Conséquences sur la disponibilité	Conséquences sur les coûts d'exploitation	Solution
Réglage trop élevé de l'humidité	Points de surchauffe Perte de redondance de refroidissement	Consommation d'énergie excessive Consommation d'eau Entretien de l'humidificateur	Régler l'humidité entre 35 et 50 %.
Conflit de plusieurs climatiseurs pour le contrôle de l'humidité dans le même espace	Perte de redondance de refroidissement Perte de capacité de refroidissement	Consommation d'énergie excessive Consommation d'eau Entretien de l'humidificateur	Régler tous les climatiseurs aux mêmes paramètres Configurer une zone morte de 5 % sur les points de réglage de l'humidité Utiliser des humidificateurs centralisés Arrêter les humidificateurs inutiles

Disposition des événements d'arrivée d'air et de retour

Le débit d'air et la disposition des racks sont d'importants éléments à prendre en compte dans la direction de l'air afin d'optimiser les performances de refroidissement. Toutefois, il manque encore un ingrédient final pour assurer des performances optimales : la disposition des événements d'arrivée d'air et de retour. Un emplacement incorrect de ces événements peut entraîner le mélange de l'air du climatiseur avec de l'air évacué chaud avant d'atteindre l'équipement de charge, encourageant ainsi un enchaînement de problèmes de performances et la hausse des coûts expliquée plus haut. Le mauvais emplacement des événements d'arrivée d'air ou de retour constitue un problème très courant pouvant annuler presque tous les avantages d'une conception à intervalles côté chaud/côté froid.

Pour optimiser l'utilisation des événements d'arrivée d'air, placez-les aussi près que possible des prises d'air de l'équipement et laissez l'air frais circuler dans les intervalles côté froid. En cas de distribution de l'air sous le sol, ceci signifie la conservation des plaques aérées dans les intervalles côté froid uniquement. La distribution au plafond peut être tout aussi efficace qu'un système de distribution au sol, mais une fois de plus, les événements de distribution doivent être placés au niveau des intervalles côté froid et conçus de sorte à diriger l'air directement vers le bas, vers l'intervalle côté froid (et non pas de façon latérale à l'aide d'un événement diffuseur). Que ce soit le cas de systèmes au plafond ou sous le sol, les événements situés au niveau d'équipement inutilisé doivent être fermés car ils finissent par ramener de l'air à basse température dans le climatiseur, augmentant ainsi le processus de déshumidification et réduisant les performances des climatiseurs.

Pour optimiser l'utilisation des événements de retour d'air, placez-les aussi près que possible des bouches d'évacuation de l'équipement et absorbez l'air chaud des intervalles côté chaud. Dans certains cas, une chambre de répartition d'air pour plafond suspendu est utilisée et les événements de retour peuvent être facilement alignés avec les intervalles côté chaud. En cas d'utilisation d'un système de retour au plafond, la meilleure façon de procéder est de placer les orifices de retour du climatiseur aussi hauts que possible au niveau du plafond et, si possible, de répartir la trajectoire de retour à l'aide d'une canalisation afin d'aligner les orifices de retour avec les intervalles côté chaud. Une chambre de répartition d'air de retour grossière avec seulement quelques événements de retour grossièrement alignés avec les intervalles côté chaud sera préférable à une grosse bouche de retour unique sur le côté de la pièce.

Les climatiseurs à faisceau vertical sont souvent positionnés dans un coin ou le long d'un mur dans les pièces plus petites sans faux plancher ni canalisations. Dans ces cas-là, l'alignement de l'arrivée d'air frais avec les intervalles côté froid et les retours d'air chaud avec les intervalles côté chaud peut être difficile à configurer. Les performances en seront compromises. Il est toutefois possible d'améliorer les performances de ces systèmes de la façon suivante :

- Climatiseurs à faisceau montant : positionnez le climatiseur près de l'extrémité d'un intervalle côté chaud et placez des conduites de sorte à amener l'air frais à certains points des intervalles côté froid, aussi loin que possible du climatiseur.
- Climatiseurs à faisceau descendant : positionnez le climatiseur à l'extrémité d'un intervalle côté froid, orienté de sorte à envoyer de l'air dans l'intervalle côté froid et ajouter une bouche de retour pour chambre de répartition pour plafond suspendu ou des orifices de retour dans une conduite suspendue, avec des événements de retour situés au niveau des intervalles côté chaud.

Une étude des grilles de retour mal positionnées a révélé une des principales causes sous-jacentes : certains membres du personnel remarquent que certains intervalles sont chauds et que d'autres sont froids et, croyant à un dysfonctionnement, essayent de remédier au « problème » en déplaçant les événements d'air froid vers les intervalles côté chaud et les retours d'air chaud vers les intervalles côté froid. **La configuration correcte du centre de données, la séparation de l'air chaud et de l'air froid, est considérée comme un dysfonctionnement par certaines personnes qui prennent les mesures nécessaires pour mélanger l'air, affectant ainsi les performances du système et augmentant les coûts d'exploitation de celui-ci. Celles-ci ne comprennent pas que les côtés chauds sont sensés être chauds.**

De toute évidence, la disposition des événements de prise d'air et de retour est plus facile à mettre en place au moment de la construction du centre de données. Il est donc essentiel d'agencer la pièce et de prévoir l'emplacement et l'orientation des rangées avant la conception du système de ventilation.

Tableau 5 – Résumé des erreurs de conception des systèmes d'arrivée et de retour d'air et leurs conséquences

Erreur de conception	Conséquences sur la disponibilité	Conséquences sur les coûts d'exploitation	Solution
Emplacement de retour de l'air chaud ailleurs que sur le côté chaud Lampe du plafond suspendu avec retour d'air intégral située au-dessus de l'intervalle côté froid	Points de surchauffe, tout particulièrement sur le dessus des racks Perte de redondance de refroidissement	Coûts en matière d'électricité Réduction de la capacité des climatiseurs Entretien de l'humidificateur Consommation d'eau	Placer les événements de retour d'air chaud au-dessus de l'intervalle côté chaud Ne pas utiliser de lampes avec retour d'air intégral au-dessus des intervalles côté froid, ou bloquer le retour.
Événements d'arrivée d'air plafonniers sur les intervalles côté chaud. Plaque de sol aérée dans l'intervalle côté chaud	Points de surchauffe Perte de redondance de refroidissement	Coûts en matière d'électricité Réduction de la capacité des climatiseurs Entretien de l'humidificateur Consommation d'eau	Pour les alimentations au plafond, toujours positionner les événements d'arrivée d'air au-dessus des intervalles côté froid. Pour les alimentations par faux plancher, toujours positionner les événements d'arrivée d'air dans les intervalles côté froid.
Plaque de sol située à côté d'aucune charge Événement d'arrivée d'air au plafond au-dessus d'aucune charge Trous périphériques dans le faux plancher pour conduits, fils et canalisations	Faible disponibilité	Coûts en matière d'électricité Réduction de la capacité des climatiseurs	Fermer les événements ou les ouvertures situées à proximité d'aucune charge
Événement de retour bas dans un espace à haut plafond	Perte de capacité du climatiseur Perte de redondance de refroidissement	Coûts en matière d'électricité Réduction de la capacité des climatiseurs Entretien de l'humidificateur Consommation d'eau	Utiliser une chambre de répartition d'air pour plafond suspendu ou prolonger la canalisation de sorte à collecter l'air de retour à un point plus élevé

Procédures de prévention

Les indications fournies dans ce document vous permettent de disposer d'un nouveau centre de données offrant une disponibilité considérablement plus élevée, présentant moins de points de surchauffe et d'exploitation plus économique. Certaines des techniques décrites peuvent être mises en œuvre dans des centres de données existants, mais d'autres ne peuvent être utilisées sur des systèmes en activité. Il est naturellement conseillé d'éviter les problèmes dès le départ. Les études menées par APC suggèrent que la plupart des défauts de conception du système de refroidissement ont été causés de façon non intentionnelle et qu'ils auraient pu être évités si le personnel informatique ou les responsables des infrastructures avaient compris l'importance d'une distribution correcte de l'air pour le centre de données en matière de performances, de disponibilités et de coûts. L'introduction de procédures permet de communiquer les facteurs importants aux différentes parties impliquées.

Tableau 6 – Suggestions de procédures applicables au centre de données

Procédure	Justification
Application d'un schéma de rack de type intervalle côté chaud/côté froid	La séparation air chaud/air froid permet de limiter les points de surchauffe, d'augmenter la tolérance aux erreurs et de réduire considérablement la consommation électrique. Il est bien connu qu'en orientant toutes les rangées dans la même direction, chaque rangée recevra à l'avant l'air chaud évacué par la rangée précédente, entraînant une surchauffe et une réduction significative des performances du climatiseur.
Utilisation de panneaux de séparation dans des positions inutilisées dans tous les racks	Les panneaux de séparation empêchent l'air chaud évacué de revenir dans la prise d'air de l'équipement, éliminant ainsi les points de surchauffe et augmentant la durée de vie de l'équipement. Tous les fabricants de serveurs et de dispositifs de stockage recommandent l'utilisation de panneaux de séparation.
Utiliser des bagues d'étanchéité ou des barrettes sous toutes les ouvertures de câbles situées sous le rack dans des configurations à faux plancher	Le but du système de distribution de l'air dans les configurations à faux plancher est d'amener de l'air frais aux prises d'air de l'équipement. Ces prises d'air sont situées à l'avant des racks. Les ouvertures situées sous les racks amènent de l'air frais aux bouches d'échappement de l'équipement, contournant ainsi l'équipement et réduisant les performances du système de refroidissement.
Ne pas tenter de corriger la température des intervalles côté chaud. Ils sont sensés être chauds.	Le but de l'intervalle côté chaud est de séparer l'air chaud évacué de l'air frais arrivant à la prise d'air de l'équipement. Toute opération visant à modifier ce fonctionnement affectera la conception du système, réduira la fiabilité de l'équipement et augmentera les coûts d'exploitation. L'air évacué de l'équipement est sensé être chaud et l'intervalle côté chaud a été conçu pour diriger cet air chaud vers le climatiseur. La circulation de l'air chaud sur le côté chaud permet de faire en sorte que les prises d'air de l'équipement situées du côté froid restent fraîches.
Standardiser les racks	Bien plus que de simples supports mécaniques, les racks jouent un rôle essentiel dans le système de refroidissement. Des fonctionnalités de rack empêchant l'air évacué d'atteindre les prises d'air de l'équipement permettent une ventilation correcte, assurant un espace pour le câblage sans que celui-ci ne gêne le débit d'air et permettant l'installation ultérieure d'équipements de refroidissement haute densité supplémentaires devraient être automatiquement intégrés dans un rack.
Répartir les charges haute densité	La concentration de charges haute puissance en un seul et même emplacement affectera le fonctionnement de ces charges et augmentera généralement les coûts d'exploitation des centres de données. La tolérance aux erreurs du système d'arrivée d'air est généralement affectée lors de la concentration de charges haute puissance. Les contrôles de température et d'humidité de l'ensemble du centre de données peut nécessiter une modification d'une façon qui compromet la capacité de refroidissement et à augmenter les coûts de refroidissement.

L'établissement de procédures peut forcer les discussions et les échanges constructifs. En plus de ces procédures, la communication peut être facilitée par un système de panneaux et d'étiquettes. Le schéma 4 donne un exemple d'étiquette apposée à l'arrière des racks, côté chaud. Différentes personnes, telles que le personnel informatique, a tendance à considérer le côté chaud comme un problème ou un dysfonctionnement. Cette étiquette leur explique pourquoi une zone du centre de données est plus chaude que l'autre.

INTERVALLE CÔTÉ CHAUD

Pour optimiser la disponibilité de l'équipement informatique, cet intervalle est intentionnellement chaud. La disposition des racks et l'utilisation de panneaux de séparation permet d'empêcher le retour de l'air d'échappement dans les prises d'air de l'équipement. Ceci réduit la température de fonctionnement de l'équipement, augmente la durée de vie de l'équipement et économise de l'énergie.

Conclusion

Le système de distribution d'air est une partie du centre de données dont le fonctionnement n'est pas toujours bien compris. Les personnes responsables des infrastructures et le personnel informatique prennent souvent des mesures liées au débit d'air entraînant des conséquences négatives non intentionnelles sur la disponibilité du système et les coûts d'exploitation.

Une mauvaise distribution du débit d'air ne posait pas de sérieux problème jusqu'à présent en raison de la plus faible densité des centres de données. Cependant, les récentes augmentations des densités de puissance commencent à éprouver les capacités des systèmes de refroidissement. Les points de surchauffe sont à la hausse et les limitations inattendues de la capacité de refroidissement font leur apparition.

Des décisions, telles que l'orientation de tous les racks dans la même direction, sont souvent prises pour des raisons esthétiques ; mais plus les utilisateurs et les clients seront formés sur ce sujet, plus ils viendront à en conclure que les personnes ne mettant pas correctement en application les principes de débit d'air sont inexpérimentées, ce qui est loin de l'intention de départ.

L'adoption d'un certain nombre de procédures simples accompagnées d'une simple explication permettra de mettre à niveau les connaissances du personnel informatique et des responsables des infrastructures en la matière, visant ainsi à une disponibilité maximale et à l'optimisation du coût d'exploitation total.

L'auteur :

Neil Rasmussen est l'un des fondateurs et le responsable technique en chef d'American Power Conversion. Chez APC, Neil est à la tête du plus gros budget en matière de recherche et développement au monde en matière de Puissance, Refroidissement et infrastructure de rack pour les réseaux critiques, dont les principaux centres de développement de produits se trouvent dans le Massachusetts, le Missouri, au Danemark, à Rhode Island, à Taiwan et en Irlande. Neil dirige actuellement l'effort mené chez APC pour le développement de solutions modulaires et extensibles pour les centres de données.

Avant la fondation d'APC en 1981, Neil a obtenu une licence puis une maîtrise en ingénierie électrique au MIT (Massachusetts Institute of Technology), où sa thèse portait sur l'analyse d'une alimentation de 200 MW pour un réacteur de fusion Tokamak. De 1979 à 1981, il a travaillé dans les laboratoires MIT Lincoln sur les systèmes de stockage de l'énergie des volants moteurs et sur les systèmes d'alimentation électrique à énergie solaire.