

LIVRE BLANC - GESTION DU FLUX D'AIR

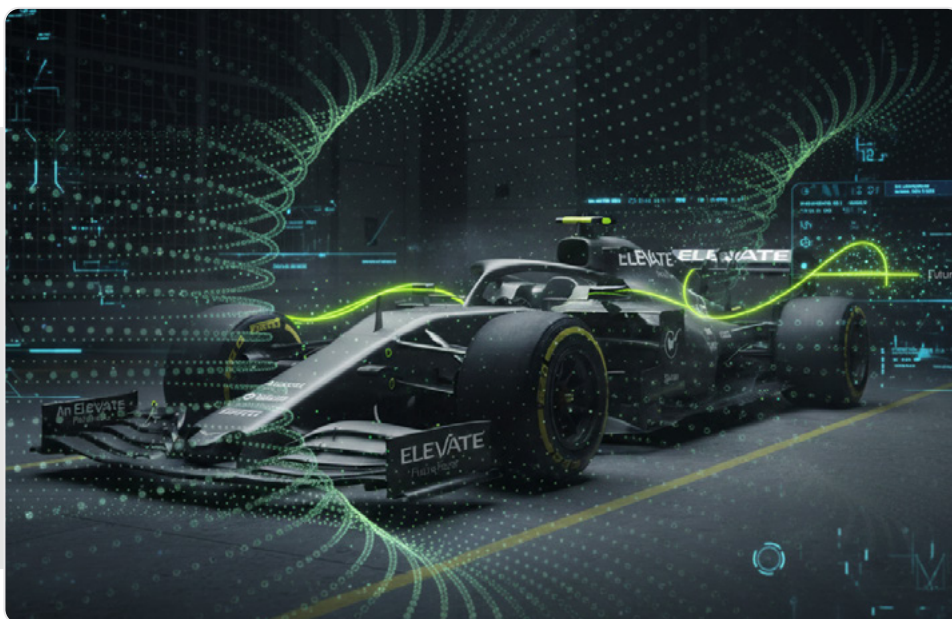
Les cinq leviers de l'optimisation de la gestion du flux d'air

Table des matières

Résumé	3
Introduction : l'impératif de l'efficacité	4
Les principes fondamentaux de la circulation de l'air dans les centres de données	5
Cadre pour l'optimisation de l'air : des bases aux techniques avancées (les quatre leviers)	7
Optimisation de la température (le cinquième levier)	18
Quantification des avantages : le retour sur investissement	20
Conclusion et appel à l'action	22
Références	24

Résumé

La croissance incessante des services numériques, de l'intelligence artificielle et du calcul haute performance a entraîné une augmentation exponentielle de la densité de puissance et de la charge thermique des centres de données modernes. Par conséquent, l' , le coût et la complexité du refroidissement de ces environnements critiques sont devenus une préoccupation majeure pour les opérateurs en matière d' . Si les solutions avancées de refroidissement par liquide gagnent du terrain pour les densités extrêmes, le refroidissement par air reste la méthode dominante pour la grande majorité des espaces blancs des centres de données.



Pour atteindre une efficacité maximale, il est essentiel de maîtriser un principe fondamental : le flux d'air. Tout comme dans les courses automobiles de haut niveau, une gestion supérieure du flux d'air dans les opérations des centres de données garantit des performances et une efficacité gagnantes.

Ce livre blanc présente un cadre structuré pour l'optimisation : les cinq leviers. Les quatre premiers leviers permettent de maîtriser la gestion du flux d'air (AFM), depuis le confinement de base jusqu'au contrôle avancé. Le cinquième levier, l'optimisation du point de consigne de température, permet ensuite de libérer tout le potentiel d'efficacité du système de refroidissement. Nous affirmons que cette progression est la première étape la plus rentable vers des gains significatifs en termes d'efficacité, de résilience et de capacité.

Introduction : l'impératif de l'efficacité

Les centres de données comptent parmi les plus gros consommateurs d'électricité au monde, leur infrastructure de refroidissement représentant 30 à 40 % de la consommation énergétique totale des installations. Un refroidissement inefficace se traduit directement par :

Des dépenses opérationnelles élevées (OPEX):

Une consommation d'énergie excessive fait grimper les coûts des services publics.

Réduction de la capacité :

Un refroidissement inefficace gaspille une précieuse capacité de refroidissement, limitant le nombre de serveurs qu'un centre de données peut prendre en charge.

Refroidissement excessif :

Les températures d'air mixtes résultant d'une mauvaise gestion du flux d'air réduisent la possibilité d'augmenter la température de l'air d'alimentation. Cela limite la possibilité d'allonger les périodes de refroidissement naturel et d'améliorer le coefficient de performance (COP) des systèmes de refroidissement.

Augmentation de l'empreinte carbone :

Une consommation d'énergie plus élevée contribue aux émissions de scope 1 et 2 (selon le cadre Streamlined Energy and Carbon Reporting), ce qui va à l'encontre des objectifs de durabilité des entreprises.

Risque opérationnel :

Les points chauds et les fluctuations de température peuvent entraîner des pannes matérielles, une réduction de la durée de vie du matériel et des temps d'arrêt imprévus.

L'optimisation de l'air résout ces problèmes à la source en garantissant que l'air froid/d'alimentation est acheminé précisément là où il est nécessaire, avec un minimum de gaspillage et de mélange.

Pour atteindre une efficacité maximale, il faut appliquer systématiquement chacun des cinq leviers, un peu comme on passe les vitesses d'une boîte de vitesses pour atteindre des performances optimales. Le livre blanc suivant nous guidera pas à pas à travers ces cinq étapes cruciales.



Les principes fondamentaux de la circulation de l'air dans les centres de données

À la base, le refroidissement des centres de données est un processus thermodynamique simple : éliminer la chaleur générée par les équipements informatiques. Cependant, le chemin emprunté par l'air est souvent complexe et inefficace.

Le cycle de circulation d'air idéal :

La topologie de refroidissement traditionnelle



Alimentation :

Les systèmes de traitement de l'air des salles informatiques (CRAH) ou les climatiseurs (CRAC) fournissent de l'air froid/d'alimentation, généralement par le biais d'un plenum surélevé.

Distribution :

L'air froid/d'alimentation est dirigé vers les allées froides des racks de serveurs.

Admission :

Les équipements informatiques aspirent l'air froid et l'utilisent pour refroidir leurs composants internes.

Échappement :

L'air chaud / air de retour est expulsé par l'arrière des équipements vers les allées chaudes.

Retour :

L'air chaud retourne vers les unités CRAH/CRAC/d'échange thermique pour être refroidi et remis en circulation, bouclant ainsi le cycle.

Topologie alternative populaire

La mise en place de « murs de ventilateurs » est un système de plus en plus populaire, dans lequel l'air froid est introduit pour inonder toute la pièce. L'air chauffé qui en résulte est ensuite renvoyé vers le mécanisme d'échange thermique par une allée chaude confinée qui évacue l'air dans un plénum de retour d'air. Malgré cette configuration spécifique, les principes fondamentaux qui régissent le cycle de circulation de l'air restent cohérents avec les méthodes de refroidissement traditionnelles.

Topologie HPC émergente

En outre, en particulier pour les environnements de calcul haute performance (HPC), l'utilisation d'échangeurs de chaleur à porte arrière (RDHx) devrait augmenter. Le cycle fondamental de circulation de l'air reste le même, mais le processus d'échange thermique est localisé beaucoup plus près de la source, contenant efficacement le plénum d'air de retour à l'arrière de l'armoire du serveur.

Dans cette configuration, le RDHx fournit l'air de refroidissement, qui inonde ensuite la pièce avec le même volume d'air que celui traité et évacué par l'armoire. L'un des principaux avantages de cette approche est qu'elle supprime la nécessité de disposer les armoires selon les configurations traditionnelles d'allées chaudes et froides et élimine le besoin d'allées confinées. Cependant, malgré cette modification de la disposition, une gestion efficace du flux d'air reste tout aussi importante pour une efficacité et des performances optimales.

Problèmes courants liés à la circulation de l'air (les « ennemis de l'efficacité ») :

Déviation du flux d'air :

L'air froid s'échappe de l'allée froide sans passer par aucun équipement informatique, se mélangeant directement à l'air chaud de retour. Cela est souvent dû à des découpes de câbles, des espaces dans les panneaux d'obturation ou des dalles mal alignées.

Recirculation :

L'air chaud évacué à l'arrière d'un serveur est réinjecté dans l'admission du même serveur ou d'un serveur voisin. Cela crée des « points chauds », oblige le système de refroidissement à fonctionner plus intensément et peut déclencher des alarmes de température.

Air mélangé :

La combinaison du bypass et de la recirculation conduit à un environnement à température mixte, annulant la différence de température prévue et réduisant considérablement l'efficacité de l'unité de refroidissement.



Un cadre pour l'optimisation de l'air : De l'essentiel au plus avancé (les quatre leviers)

L'obtention d'un flux d'air optimal est un processus systématique. Le cadre suivant présente un modèle de maturité pour la mise en œuvre.

Dans cette section, nous passerons en revue les quatre leviers clés qui doivent être appliqués afin d'atteindre et de maintenir des performances optimales : confinement fondamental, étanchéification de l'environnement, distribution intelligente de l'air et enfin surveillance et contrôle avancés. Le « cinquième levier » ne peut être appliqué que plus tard, une fois les éléments ci-dessus maîtrisés.

Confinement de base - Levier 1

La mesure la plus efficace consiste à séparer physiquement l'air froid d'alimentation de l'air chaud d'évacuation.

Disposition des allées chaudes/allées froides (HACA) :

Aménagement de base dans lequel les racks de serveurs sont disposés de manière à ce que les entrées d'air se font face (allée froide) et les sorties d'air se font face (allée chaude).

Confinement des allées :

Confinement de l'allée froide (CAC) :

Enferme l'allée froide, garantissant que l'air froid provenant du plénum au sol ne peut entrer que par les entrées d'air des serveurs. Ceci est très efficace pour empêcher le contournement du flux d'air.



Confinement des allées chaudes (HAC) :

Enferme l'allée chaude, capture tout l'air évacué et le renvoie vers l'échangeur de chaleur dans les unités de refroidissement, via un plénum de retour d'air. Cela permet d'augmenter la température de l'allée froide, ce qui améliore souvent l'efficacité du refroidisseur.



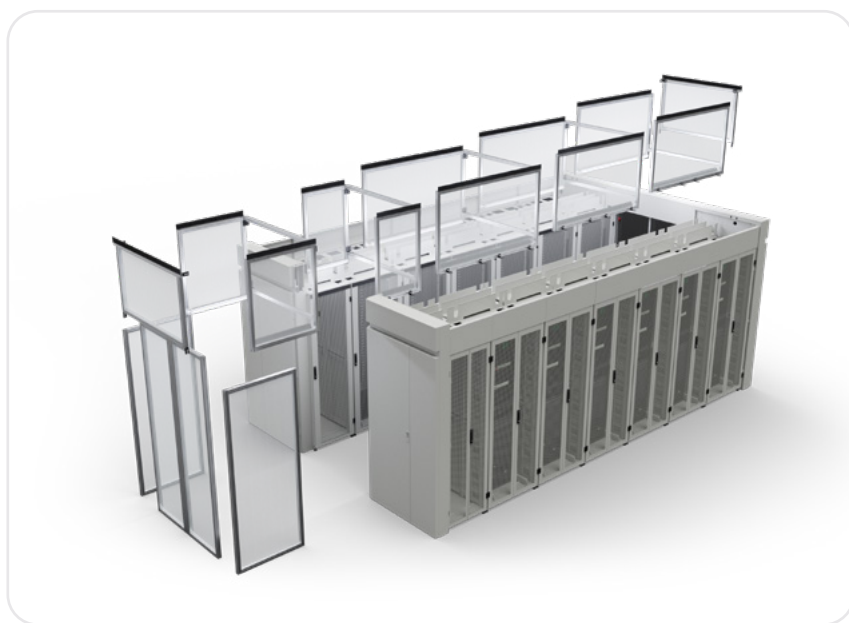
Étanchéité de l'environnement - Levier 2

Le confinement n'est efficace que si les allées sont correctement étanchéifiées. C'est dans cette section que nous pouvons obtenir les gains les plus significatifs dans l'optimisation de l'AFM, en s'attaquant directement aux « ennemis de l'efficacité ».

Cependant, de nombreuses installations ne parviennent pas à dépasser ce stade, car ces problèmes d'étanchéité ne sont pas traités de manière exhaustive.

CAC / HAC :

Des pertes d'air peuvent se produire lorsque les allées fermées entrent en contact avec les armoires qu'elles renferment, le sol ou la dalle, dans le cas des portes d'extrémité d'allée, et le plenum de plafond dans le cas des HAC.



Mesures correctives

- ✓ Scellez le pourtour du confinement de l'allée là où celui-ci entre en contact avec les racks et, dans le cas des HAC, là où il entre en contact avec le plenum du plafond / de retour d'air. Scellez autour des portes d'extrémité d'allée.
- ✓ Lorsque la pénétration du CAC/HAC est nécessaire, scellez avec un joint ou des bandes de brosses.

Le rack



Il s'agit potentiellement du domaine le plus controversé à certains égards, car les armoires de serveurs et de réseau déployées peuvent se trouver dans la sphère de contrôle du service informatique ou de vos clients, selon la nature du centre de données. Toutefois, si nous voulons aborder les principes fondamentaux de l'optimisation du flux d'air, nous devons considérer le rack lui-même comme une extension de l'infrastructure « White Space » et un composant essentiel de l'écosystème du centre de données.

Pour illustrer l'importance de ce point, le livre blanc utilisera la gamme d'armoires Elevate DCR comme référence pour une gestion efficace du flux d'air, en s'appuyant sur des données factuelles provenant d'un laboratoire de recherche indépendant. Les données à l'appui illustreront la différence entre les racks non optimisés en termes de flux d'air et l'optimisation efficace du flux d'air, en mettant en évidence les domaines clés qui doivent être abordés.

Entre les profils 19 pouces

Il s'agit de la mesure corrective la plus simple, la moins coûteuse et la plus efficace qui puisse être prise pour lutter contre les « ennemis de l'efficacité ». Malgré cela, c'est toujours le domaine le plus courant où une bonne gestion du flux d'air est systématiquement compromise par une utilisation inadéquate et incohérente des panneaux d'obturation appropriés.

Mesure corrective

Panneaux d'obturation :

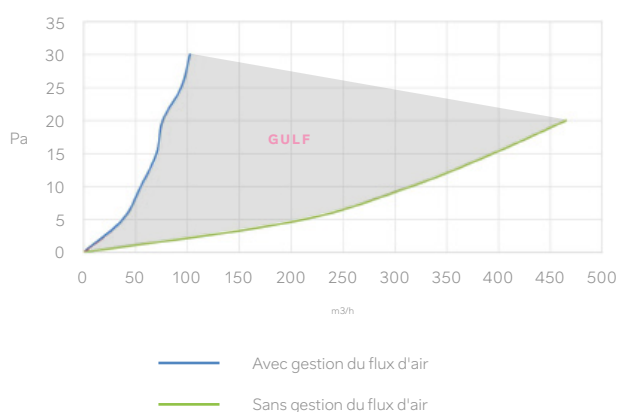
- ✓ Installez des panneaux dans tous les espaces en U inutilisés des racks de serveurs afin d'empêcher l'air chaud de recirculer vers l'allée froide et l'air froid d'alimentation de contourner complètement l'équipement.



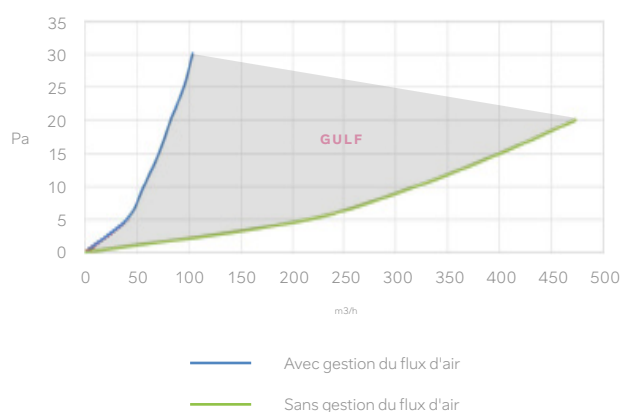
Autour des profils 19 pouces

C'est dans cette zone que nous nous intéresserons plus en détail à la manière d'empêcher le mélange des flux d'air d'alimentation et de retour au niveau de l'armoire. Grâce à l'utilisation d'outils d'optimisation de l'air spécialement conçus, nous pouvons démontrer comment la mise en œuvre de mesures correctives appropriées dans certaines zones clés autour des profils 19 pouces peut fournir une solution d'optimisation de l'air fondée sur des preuves.

Armoire de 600 mm de large (modèle serveur)



Armoire de 800 mm de large (modèle serveur)



Les deux graphiques présentés illustrent la différence de performance entre un rack de serveurs Elevate DCR optimisé pour le flux d'air et un rack sans gestion du flux d'air.

Cet écart de performances, ou «**fossé**», augmente considérablement avec une pression d'air plus élevée, ce qui imite les demandes de refroidissement croissantes associées à l'augmentation des charges informatiques.

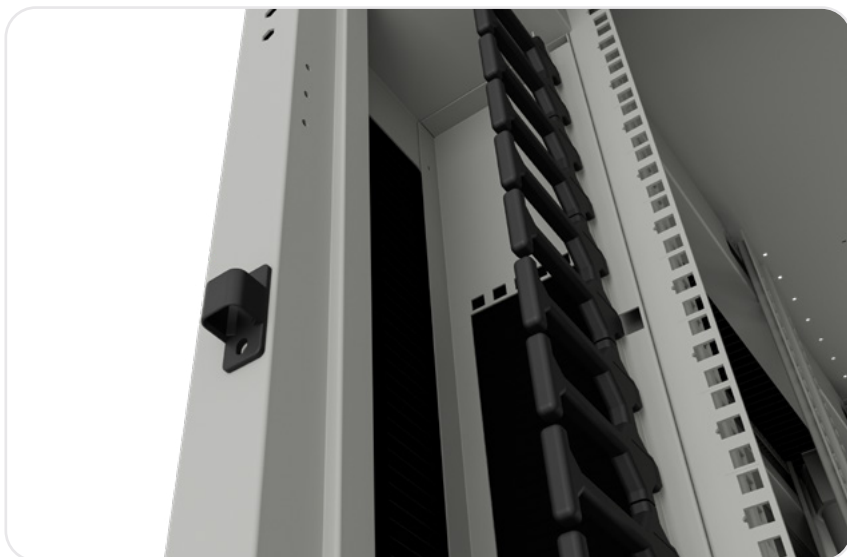
La relation entre la pression et les fuites n'est pas linéaire, mais exponentielle. Une légère augmentation de la pression peut entraîner une augmentation significative des fuites. Par conséquent, à mesure que la demande en air de refroidissement s'intensifie, les avantages d'une gestion optimisée du flux d'air deviennent nettement plus prononcés.

Il est important de préciser d'emblée que les fabricants publient rarement des taux de fuite spécifiques et normalisés en m³/h pour leurs armoires. Cependant, certaines données existent et, d'après les informations que nous avons pu obtenir sur le marché, l'armoire serveur Elevate DCR affiche des performances très favorables par rapport à d'autres marques « performantes » de premier plan utilisant l'optimisation de l'air, soit en dépassant leurs performances, soit, dans certains cas/conditions, en les égalant.

Mesure corrective

- ✓ Vous trouverez ci-dessous des détails sur la manière dont le rack de serveurs Elevate DCR a été conçu pour relever les différents défis à surmonter avant de pouvoir être entièrement optimisé en termes d'air.

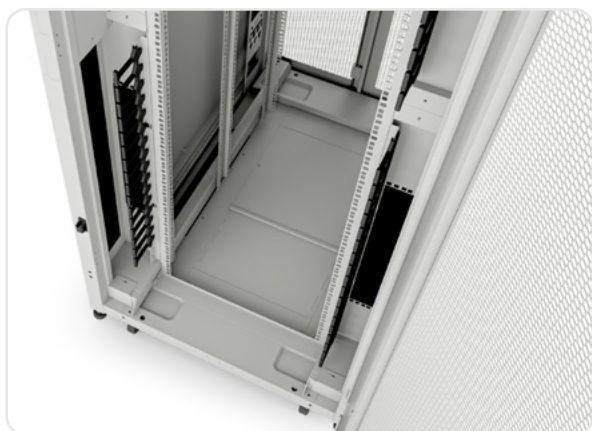
Haut et bas :



À l'avant de l'armoire, au-dessus et en dessous des profilés 19 pouces, il est nécessaire de sceller l'armoire. Dans l'illustration ci-dessus, vous pouvez voir qu'une plaque d'acier est insérée pour combler l'espace entre les deux extrémités des profilés 19 pouces et la face inférieure du toit de l'armoire, ainsi que la plaque de base de l'armoire.

Cela empêche le contournement et la recirculation de l'air en haut et en bas, tout en offrant une flexibilité d'ajustement, permettant d'ajuster les profils sans avoir à installer un nombre alternatif de combinaisons différentes de déflecteurs d'air complexes.

Bord extérieur des profilés 19 pouces :

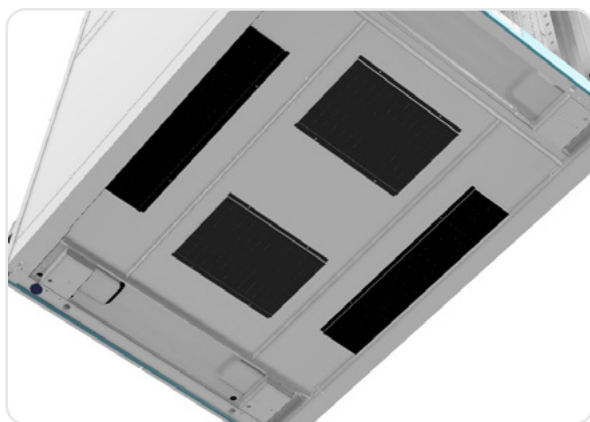


Dans l'illustration ci-dessus, vous pouvez voir que l'espace entre le panneau latéral de l'armoire et le bord des profilés 19 pouces dans un rack de 800 mm de large est scellé à l'aide d'une plaque déflectrice ou « jupe latérale » sur toute la hauteur de l'armoire.

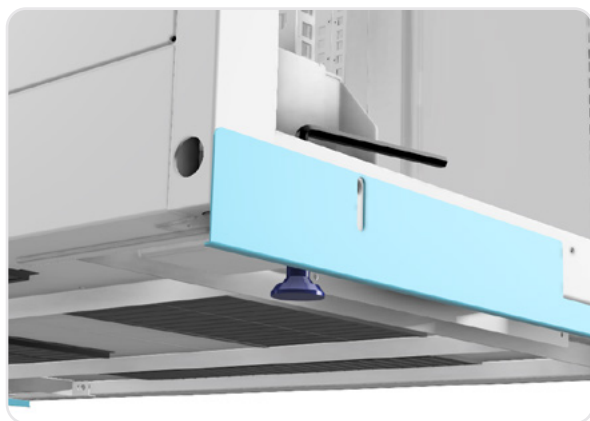


Ces déflecteurs comportent des ouvertures d'accès potentielles sur les armoires de 800 mm de large pour faire passer les câbles réseau de l'avant vers l'arrière ; celles-ci peuvent ensuite être scellées à l'aide de broches qui se chevauchent. Ces découpes peuvent également être utilisées pour monter des équipements passifs et actifs de 19 pouces, ce qui augmente la capacité en espace U du rack sans augmenter sa hauteur et sa surface, réduisant ainsi la perte d'air supplémentaire inévitable associée aux racks plus hauts.

Étanchéité au sol ou à la dalle :



L'illustration ci-dessus montre comment la base Elevate DCR du rack se scelle directement à un sol surélevé typique d'un centre de données. Cela empêche l'air de contourner et de recirculer à la base de l'armoire. Dans ce scénario, les armoires livrées avec des roulettes de transport sont débarrassées de leurs roulettes avant d'être placées dans leur position finale.



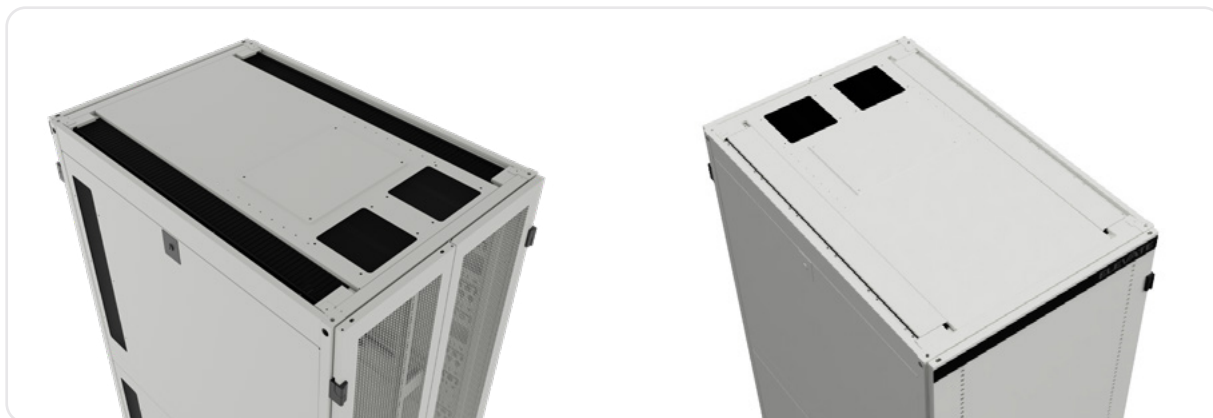
Dans l'illustration suivante ci-dessus, vous pouvez voir l'armoire Elevate DCR équipée de pieds de mise à niveau. En général, dans les centres de données qui utilisent des « murs de ventilation » ainsi que le confinement des allées chaudes, les armoires sont installées directement sur la dalle. Dans ce cas, il est nécessaire d'installer des pieds réglables pour compenser les légères variations du niveau du sol. La série Elevate DCR est équipée de pieds de nivellement intégrés dans la plaque de base, qui sont réglés individuellement à l'aide d'une clé Allen, ce qui permet un nivellement rapide et facile une fois les racks en place. Une fois le réglage terminé, la simple plaque de « protection contre les courants d'air » intégrée et réglable est également déplacée pour combler l'espace entre la base et la dalle. Enfin, un socle avant est installé pour garantir que l'espace entre le châssis de base et la dalle est comblé.

Dans l'exemple présenté, comme nous disposons de pieds réglables pour supporter la charge, il est également possible de laisser les roulettes de transport en place et de sceller le socle au sol. Cela peut être nécessaire lorsque des racks pré-remplis doivent être déployés.

Scellement du haut du rack :

Il est important de rappeler que cela n'est nécessaire que pour les allées chaudes confinées où le bord du confinement repose sur le bord arrière du toit de l'armoire.

Pour le confinement des allées froides, aucune étanchéité à l'air n'est nécessaire pour les pénétrations de toit situées à l'arrière des profils avant 19 pouces.



Les illustrations ci-dessus montrent comment le dessus du rack Elevate est configuré pour l'entrée/sortie des câbles. Sur l' , à gauche, nous voyons des points d'entrée de câbles sur toute la profondeur, de l'avant vers l'arrière, qui sont scellés par des bandes de brosses superposées très résistantes. À droite, nous montrons comment des plaques d'obturation peuvent être installées dans les zones où les câbles ne seront pas acheminés, offrant ainsi une meilleure étanchéité.

Il existe également deux points d'accès arrière avec des bandes de brosses superposées qui assurent une étanchéité efficace pour une variété d'entrées de câbles potentielles, mais plus particulièrement pour les prises d'entrée triphasées 63 A + PDU.

Étanchéité sous le plancher (plénums de plancher) :

Lorsqu'un plenum de plancher surélevé est utilisé pour diriger l'air d'alimentation vers l'allée froide à travers des dalles de plancher ventilées, nous devons nous assurer que l'air n'est ni aspiré dans le plenum ni s'échappe à l'extérieur par des interstices mal scellés.

Cela est particulièrement difficile car le plenum est sous pression, et plus le plenum est court, plus la pression est élevée, un peu comme lorsqu'on presse un tuyau d'arrosage. Comme la demande en air augmente en raison de la charge informatique accrue, cela augmente à son tour la vitesse du ventilateur du CRAH/CRAC, ce qui augmente encore la pression.

Mesure corrective

Air aspiré :

- ✓ Dans les zones situées généralement jusqu'à 1 200 mm du bord du CRAH/CRAC, en raison de l'« effet Venturi », on peut s'attendre à ce que l'air de retour (à la température ambiante de la pièce) soit aspiré dans le plénum au sol, même par les interstices les plus petits.
- ✓ Nous devons nous assurer que les dalles de sol sont bien jointives et que tous les interstices, en particulier autour du bord du sol, sont correctement colmatés.

Air d'alimentation échappé :

- ✓ Utilisez de la mousse ou des joints pour boucher tous les autres interstices du plancher surélevé, en veillant à ce que l'air froid ne soit dirigé que par les dalles perforées dans les allées froides. Une attention particulière doit être accordée aux zones de pénétration du plancher pour les entrées de câbles. Celles-ci se trouvent généralement à l'intérieur de l'armoire, mais du côté de l'air de retour, elles doivent donc être correctement scellées, car les pénétrations au niveau du sol seront soumises à une pression d'air importante. Il existe de nombreux produits sur le marché, ceux qui s'étendent comme une chaussette que l'on noue autour du faisceau de câbles offrent une étanchéité très efficace.

Étanchéité des plénums de retour d'air :

En raison de son volume cubique plus important, un plénum de retour d'air au plafond fonctionne généralement à une pression inférieure à celle d'un plénum au sol, ce qui atténue légèrement les problèmes et réduit également le risque d'« effet Venturi ». Toutefois, cela ne supprime pas la nécessité cruciale d'une étanchéité à l'air vigilante et efficace.

Distribution intelligente de l'air - Levier 3

Aller au-delà de l'étanchéité passive pour passer à une gestion active.

Gestion des dalles perforées :

S'assurer que les dalles perforées ne se trouvent que dans les allées froides et que leur porosité (25 % contre 60 %) correspond aux besoins en débit d'air des racks qu'elles desservent.

Ventilateurs à vitesse variable (VSF) dans les CRAH :

Utilisez des unités CRAH avec des VSF qui peuvent moduler leur vitesse en fonction des informations en temps réel sur la température ou la pression de l'air ce qui réduit la consommation d'énergie des ventilateurs.

Caillebotis de ventilation basés sur les données :

Mettez en place des dalles de ventilation à réglage dynamique qui peuvent s'ouvrir ou se fermer en fonction des données des capteurs d'air afin de fournir un refroidissement précis là où cela est nécessaire.

Surveillance et contrôle avancés (DCIM et BMS) – Levier 4

L'optimisation nécessite des mesures et un contrôle.

Réseaux de capteurs :

Déployez un réseau dense de capteurs de température et d'humidité à l'entrée des équipements informatiques afin de surveiller les points chauds et la recirculation. Ces réseaux de capteurs sont généralement connectés à des unités de distribution d'alimentation intelligentes (iPDU) situées dans le rack.



Dynamique des fluides computationnelle (CFD) :

Utilisez un logiciel CFD pour créer un jumeau numérique de la salle des données. Cela permet de modéliser des scénarios hypothétiques avant d'apporter des modifications physiques, en prédisant l'impact de nouveaux équipements, d'ajouts ou de changements des points de consigne de refroidissement.

Intégration avec DCIM/BMS :

Intégrez les données des capteurs et les modèles CFD à la gestion de l'infrastructure du centre de données (DCIM) ou aux systèmes de gestion des bâtiments (BMS) pour permettre un contrôle prédictif et automatisé de l'infrastructure de refroidissement.

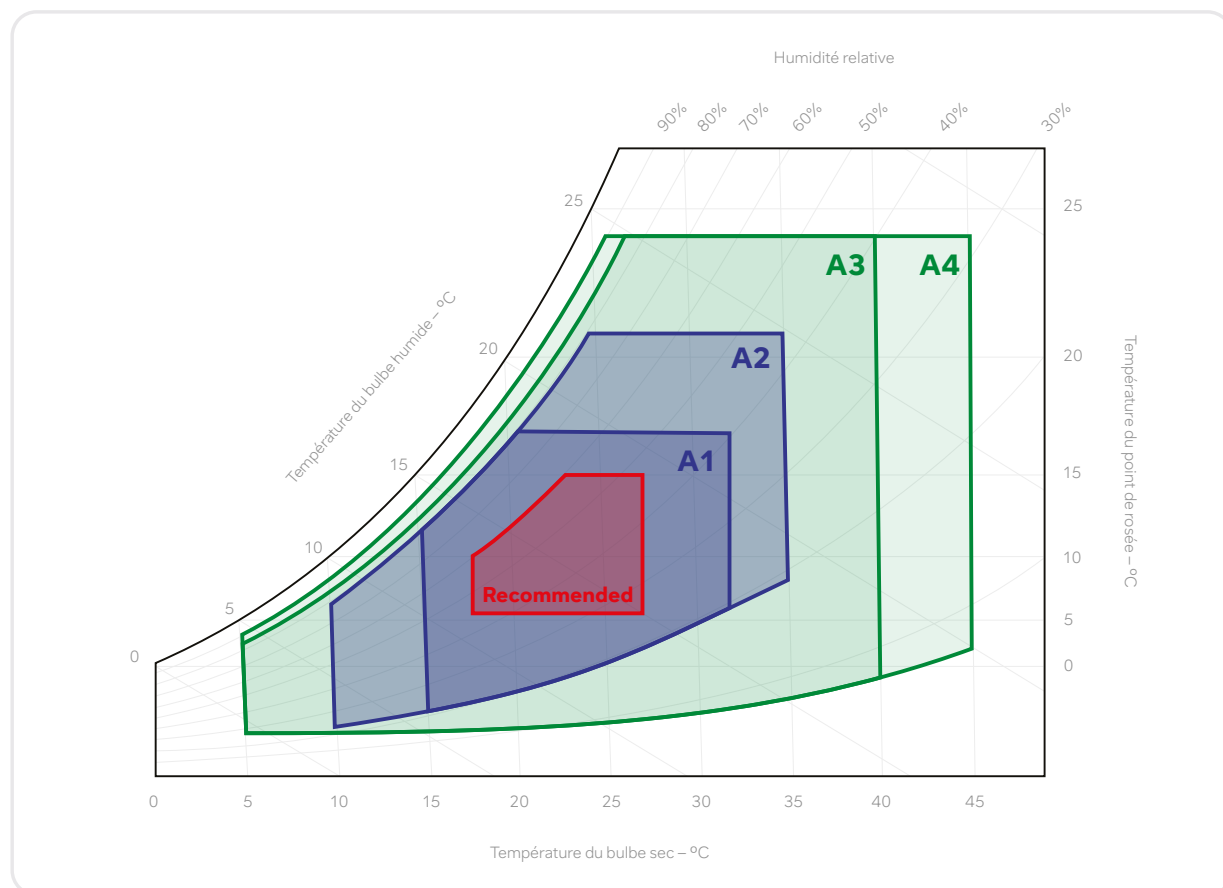


Optimisation de la température (le cinquième levier)

Après avoir obtenu un flux d'air optimal, nous pouvons maintenant appliquer le cinquième et dernier levier pour optimiser le refroidissement dans l'« espace blanc », à savoir l'optimisation de la température.

Comme pour une voiture, nous ne pouvons passer la cinquième vitesse qu'après avoir utilisé les vitesses inférieures, ce qui nous permet d'atteindre notre objectif ultime : des performances optimales.

Les classifications ASHRAE A1, A2, A3 et A4 des serveurs et équipements informatiques peuvent fonctionner en toute sécurité avec des températures d'entrée allant jusqu'à 27 °C (80,6 °F) selon les directives ASHRAE TC 9.9.



Augmenter la température de l'air d'alimentation jusqu'à la limite extérieure recommandée, mais dans les limites de la température de fonctionnement sécuritaire de chaque classification :

- ✓ Réduit la consommation d'énergie du refroidisseur
- ✓ Augmente les possibilités de refroidissement gratuit (économisation)
- ✓ Améliore le COP (coefficient de performance) du système

Calcul haute performance

Alors que les classes A1 à A4 couvrent la grande majorité des équipements d'entreprise standard, la norme ASHRAE TC 9.9 () relative aux directives thermiques pour les environnements de traitement des données a introduit une nouvelle classification pour les charges de travail HPC/IA spécialisées : H1.

✓ **Température de l'air recommandée : 18 °C à 22 °C (64,4 °F à 71,6 °F)**

✓ **Température du point de rosée : 3 °C à 18 °C (37,4 °F à 64,4 °F)**

La classe H1 a été spécialement introduite pour ces nouveaux systèmes à haute densité qui intègrent étroitement des composants haute puissance d' (s) (tels que les NVIDIA H100 SXM5 ou B200, dont certains sont conçus pour le refroidissement par liquide d' (s)) qui ne peuvent tout simplement pas être refroidis efficacement par air dans les gammes plus larges de classe A.

Bien que certaines topologies de refroidissement puissent être adaptées pour s'adapter au HPC, il est généralement plus efficace de réserver une zone de refroidissement distincte où une topologie de refroidissement différente, telle que RDHX ou un modèle hybride intégrant un refroidissement liquide direct, est adoptée. Dans les deux cas, cela permettra d'utiliser des commandes indépendantes pour maintenir l'environnement nécessaire et éviter que d'autres équipements moins denses ne soient refroidis de manière inefficace.

Quantification des avantages : le retour sur investissement

Un projet d'optimisation de l'air bien exécuté offre un retour sur investissement convaincant.

Efficacité énergétique

Réduction de la puissance des ventilateurs :

Une étanchéité et un confinement adéquats permettent d'obtenir des températures de retour d'air plus élevées, ce qui permet aux ventilateurs CRAH de ralentir. Une réduction de 20 % de la vitesse des ventilateurs peut permettre d'économiser environ 50 % de leur puissance (lois d'affinité).

Amélioration de l'efficacité des refroidisseurs :

L'augmentation du point de consigne de l'allée froide (rendue possible par l'AFM) peut améliorer considérablement le coefficient de performance (COP) du refroidisseur, ce qui se traduit par des économies d'énergie substantielles.

Amélioration du PUE :

Il est courant d'obtenir une amélioration du PUE comprise entre 0,1 et 0,3 grâce à un AFM complet.

Qu'est-ce que cela signifie en termes d'économies d'énergie potentielles ?

Supposons qu'une installation ait une consommation énergétique informatique de 1 MW avec un PUE initial de 2,0. Cela équivaudrait à une consommation énergétique totale de l'installation de 2 MW.

✓ **Charge totale de l'installation de 2 MW ÷ charge informatique de 1 MW = PUE de 2,0**

Si nous pouvons améliorer le PUE de 0,3, par exemple Voir l'étude de cas : *Étude d'un centre de données fédéral mettant en œuvre un confinement des allées chaudes. Nous obtenons alors un nouveau PUE de 1,7

✓ **PUE 1,7 x charge informatique de 1 MW = charge totale de l'installation de 1,7 MW**

Cela équivaut à une économie d'énergie de 300 kW. Il y a 8 760 kWh dans une année, donc :

✓ **8 760 x 300 kW = 2 628 000 kWh d'économie d'énergie annuelle**

✓ **2 628 000 kWh x ** 0,22 £ = économie annuelle totale sur les dépenses d'exploitation de 578 160,00 £**

Par conséquent, une amélioration de 0,1 PUE aurait permis une économie d'OPEX de **192 720,00 £** et une amélioration de 0,2 PUE de **385 440,00 £**.

*(source : «Guides des meilleures pratiques pour la conception de centres de données écoénergétiques» par le département américain de l'Énergie, Lawrence Berkeley National Laboratory)

** (exemple d'un tarif local au Royaume-Uni en kWh)

Bien sûr, il ne s'agit là que d'un exemple, car de nombreuses variables entrent en jeu, telles que la capacité thermique de l'air, la différence de température à éliminer (ΔT) et l'efficacité des ventilateurs et des installations de refroidissement.

Même le tarif unitaire de l'électricité varie considérablement en fonction de la taille et du statut unique de chaque installation. Au Royaume-Uni, dans cet exemple, tout tarif serait soumis à une **taxe sur le changement climatique**. De même, en Europe, le **système d'échange de quotas d'émission de l'UE (ETS)** s'appliquerait.

La conclusion est sans équivoque : chaque mètre cube d'air qui s'échappe par heure (m^3/h) représente une perte d'énergie (kWh), entraînant un coût financier direct et évitable.

Les raisons d'agir sont claires et l'amélioration continue de l'efficacité est à la fois un impératif commercial et une obligation légale pour les grands centres de données (voir références).

Outre les exigences légales, il existe des incitations commerciales telles que **les accords sur le changement climatique (CCA)** au Royaume-Uni : les centres de données peuvent adhérer volontairement à un CCA en échange d'une réduction significative (actuellement 90 %) de la taxe sur le changement climatique (CCL) sur l'électricité et le carburant.

Résilience et disponibilité accrues

- ✓ L'élimination des points chauds réduit le risque de pannes matérielles liées à la chaleur.
- ✓ Des températures prévisibles et stables prolongent la durée de vie opérationnelle des équipements informatiques.

Augmentation de la capacité et de la densité

- ✓ En éliminant le gaspillage de refroidissement, l'infrastructure existante peut prendre en charge davantage de serveurs et d' , ce qui permet de reporter les dépenses d'investissement dans de nouvelles unités de refroidissement.

Durabilité

- ✓ La réduction directe de la consommation en kWh diminue l'empreinte carbone des centres de données, ce qui favorise les rapports et les objectifs ESG (environnementaux, sociaux et de gouvernance).

Conclusion et appel à l'action

Résumé

L'optimisation de l'air n'est pas un projet ponctuel, mais une discipline permanente. Elle constitue la base de toute stratégie holistique d'efficacité énergétique des centres de données. Avant d'investir dans de nouvelles technologies de refroidissement coûteuses, les opérateurs doivent d'abord s'assurer que leurs systèmes aérodynamiques existants fonctionnent comme prévu.

Une voie recommandée pour l'avenir :

Évaluer :

Réalisez un audit approfondi de l'état actuel. Si la modélisation par la dynamique des fluides computationnelle (CFD) peut être utile, il est essentiel de procéder à une inspection physique pour identifier les courants d'air de dérivation, l' de recirculation et les points chauds.

Contenir :

Mettre en œuvre le confinement des allées chaudes ou froides en tant que projet d'investissement prioritaire.

Étanchéifier :

Sceller systématiquement tous les interstices dans le plancher surélevé, les racks et les systèmes de confinement.

Surveiller :

Déployer un réseau de capteurs pour établir une base de référence et surveiller en permanence les conditions.

Optimiser :

Utilisez les données collectées pour affiner les points de consigne de refroidissement, la vitesse des ventilateurs et la distribution de l'air.

En maîtrisant le flux d'air, les opérateurs de centres de données peuvent réaliser d'importantes économies opérationnelles, améliorer la fiabilité des systèmes et construire une infrastructure plus durable et évolutive pour l'avenir.

Conclusion

Si les économies opérationnelles sont un résultat bienvenu, le véritable avantage réside dans l'amélioration des performances. La comparaison avec la course automobile le montre bien : perfectionner le flux d'air d'une voiture ne consiste pas seulement à économiser du carburant (même si c'est le cas), mais aussi à atteindre une vitesse plus élevée avec le même moteur. Pour les centres de données, cela signifie une plus grande capacité de refroidissement à partir du même « espace gris » et une puissance disponible (kW) plus importante pour répondre à des besoins informatiques croissants. Pour maintenir cette voie vers le succès, il faut adhérer en permanence à ces principes fondamentaux, malgré les distractions liées aux opérations quotidiennes. La vigilance est essentielle pour ne jamais compromettre une bonne gestion du flux d'air.

Avertissement : les informations contenues dans ce document sont fournies à titre indicatif uniquement. Il est recommandé de consulter des professionnels qualifiés en ingénierie des centres de données avant d'apporter des modifications importantes à l'infrastructure de vos installations.

Références

- ✓ ASHRAE TC 9.9 – Directives thermiques pour les équipements destinés aux environnements de traitement des données, 5e édition (2021)
- ✓ Uptime Institute – Meilleures pratiques en matière de refroidissement des centres de données
- ✓ The Green Grid – PUE : examen complet de l'indicateur
- ✓ Lawrence Berkeley National Laboratory – Stratégies d'efficacité énergétique des centres de données, en particulier l'étude LBNL sur la gestion des flux d'air dans les centres de données et le guide des meilleures pratiques pour la conception de centres de données écoénergétiques
- ✓ Directive européenne sur l'efficacité énergétique (EED) (UE) 2023/1791, que les États membres sont tenus de transposer dans leur législation nationale
- ✓ Cadre SECR (Streamlined Energy and Carbon Reporting) : Royaume-Uni
- ✓ ESOS (Energy Savings Opportunity Scheme) : il s'agit d'un programme obligatoire d'évaluation et d'économies d'énergie destiné aux grandes entreprises du Royaume-Uni.
- ✓ Accords sur le changement climatique (CCA) : Royaume-Uni
- ✓ Code de conduite de l'UE pour l'efficacité énergétique des centres de données
- ✓ Série EN 50600 / ISO/IEC 30134 : il s'agit des principales normes européennes (EN) et internationales (ISO/IEC) relatives aux installations et infrastructures des centres de données.
- ✓ ISO 50001 : cette norme internationale spécifie les exigences relatives à un système de gestion de l'énergie (EnMS) et à un processus d'amélioration continue, que de nombreux centres de données utilisent pour gérer et améliorer leur performance énergétique.
- ✓ CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers) : fournit des lignes directrices et des codes de pratique relatifs aux services de construction au Royaume-Uni, y compris la conception et le fonctionnement efficaces des systèmes de refroidissement pour les centres de données.

ELEVATE

Future Faster

elevate@excel-networking.com

elevate.excel-networking.com