

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

Computational Fluid Dynamics Prospective et durabilité tout au long du cycle de vie du Datacenter

Livre blanc IT 38
Janvier 2021

Auteurs : Dr. Konstantin Bobyliov, M.Sc. Kipras Gataveckas

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP



Computational Fluid Dynamics (CFD) est un outil puissant pour optimiser les datacenters, tant dans la phase de conception que dans la phase d'exploitation. Elle permet de réduire les coûts, d'atténuer les risques par une analyse préventive et de quantifier les avantages des décisions à l'épreuve du temps. Le résultat : une amélioration continue de la disponibilité, de la capacité et de l'efficacité de vos datacenters. Lisez ce livre blanc pour apprendre comment l'analyse CFD peut littéralement vous donner une vision prospective grâce à une visualisation 3D basée sur des données fiables. Découvrez des exemples pratiques, des calculs et des conseils sur la mise en œuvre et obtenez un aperçu des effets concrets possibles.

Contenu

Contenu	3
Résumé	4
Introduction	5
Perspectives avec la CFD	6
CFD comme outil de planification et d'exploitation	7
Avantages de la CFD en exploitation	8
Construire le modèle plus vrai que nature	8
Jumeau numérique avec différentes perspectives	9
Cas pratique : Scénario "Conception"	10
Cas pratique : Scénario "Exploitation"	15
Étude de rentabilité	20
Conclusion	21
Annexe	22
Tableau des chiffres	23

Résumé

Les nouvelles technologies et applications telles que la 5G, machine learning, les jumeaux numériques et l'utilisation croissante de la vidéoconférence et du e-commerce augmentent la dynamique du secteur IT.

Le défi pour les professionnels des Datacenters : Les exigences en matière de haute disponibilité et de rentabilité sont en hausse, tandis que l'efficacité énergétique est plus qu'un facteur de coût. C'est une condition préalable fondamentale pour répondre à la demande croissante d'un fonctionnement écologiquement durable. Les professionnels de l'informatique ont besoin de prévoyance et de calculs fiables pour construire des datacenters toujours plus complexes ou pour augmenter la densité des datacenters existants en cours d'exploitation.

Ce livre blanc illustre comment la CFD peut-être utilisée comme un outil puissant pour optimiser les datacenters tant dans la phase de conception que dans la phase opérationnelle. La CFD explore et optimise même des conceptions très complexes avec des concepts d'ingénierie personnalisés, à l'intérieur comme à l'extérieur. La CFD prouve et visualise de manière réaliste les performances d'une disposition potentielle et l'impact des changements dans la conception du système de refroidissement dès la phase de planification. Cette preuve de la redondance et des performances du système permet d'optimiser le nombre d'unités de refroidissement, leur capacité et leur disposition, réduisant ainsi les dépenses d'investissement (CAPEX). Les performances peuvent être améliorées lors de la mise en service du système par un calibrage approprié du modèle et des résultats des tests de l'unité. Ainsi, une installation virtuelle intelligente et haute-fidélité peut être créée pour des tests de refroidissement et de performance supplémentaires. La CFD soutient les objectifs d'optimisation des datacenters tels que la réduction des dépenses d'exploitation (OPEX), l'atténuation des risques et la fourniture de réponses mesurables avant d'investir dans l'amélioration des performances.

Le résultat : Des datacenters durables avec des améliorations continues de la disponibilité, de la capacité et de l'efficacité.

Introduction

Les technologies informatiques modernes renforcent l'efficacité de toutes les phases du cycle de vie des centres de données. L'approche contemporaine du conseil, de la conception et de la modernisation d'un datacenter fait activement appel à des outils d'ingénierie avancés. La dynamique des fluides numérique (CFD) est une méthode de calcul numérique qui combine la puissance du calcul informatisé moderne avec la tradition scientifique et la polyvalence de la méthode des éléments finis (FEM), une technique largement utilisée pour résoudre les problèmes d'ingénierie et les modèles mathématiques. Cette branche de la mécanique des fluides étudie les processus complexes de transfert de chaleur et les écoulements de fluides, qui sont modélisés, résolus et visualisés par des logiciels spécialement développés. Aujourd'hui, la jonction de la science moderne et de la technologie de calcul a mis cet outil de haute technologie à la disposition des concepteurs et des exploitants de centres de données du monde entier. L'utilisation de la CFD dans la conception et l'optimisation du refroidissement des datacenters apporte une polyvalence unique, accélère la prise de décision et révèle les résultats de manière impressionnante.

Le contrôle de l'équilibre thermique est vital pour la planification ou l'exploitation de l'environnement des datacenters modernes. La gestion de la chaleur dissipée, notamment dans le cadre d'un calcul à haute densité, est de la plus haute importance [1, 2, 3]. Comment les utilisateurs peuvent-ils être sûrs que la conception proposée garantira les performances et la disponibilité attendues ? Que faire si le matériel informatique nouvellement déployé fonctionne différemment dans la pratique de ce qui avait été initialement prévu ? Les services CFD fournissent les bonnes réponses à l'avance et contribuent à la confiance globale dans la planification.

Perspectives avec la CFD

Une analyse axée sur les objectifs porte sur trois aspects : *la disponibilité, la capacité et l'efficacité*. Ces aspects sont explorés et vérifiés par un logiciel haut de gamme, spécialement développé pour les applications datacenters. La vérification de la redondance démontre la capacité du système de refroidissement à maintenir l'espace blanc au frais, même lorsque les unités redondantes sont éteintes. L'étude de capacité permet de découvrir le véritable potentiel des déploiements de matériel informatique, en optimisant le refroidissement et la puissance disponibles et en indiquant les baies les plus adaptés dans l'espace blanc. Sur la base des résultats de la modélisation, les performances de refroidissement et l'efficacité de l'utilisation de l'énergie globale (PUE) peuvent être analysées et améliorées [4]. Les effets de la vie réelle peuvent être bien prédits en examinant la nature dynamique du datacenters comme une enquête en fonction du temps, en abordant l'équilibre thermique dans l'espace blanc lorsque les unités de refroidissement redondantes s'arrêtent en raison d'un redémarrage ou d'une panne temporaire. Le logiciel évalue l'inertie thermique et l'impact d'une panne totale ou partielle du système de refroidissement, en fournissant les résultats sur le laps de temps sélectionné. Cette simulation de processus transitoire fournit des informations précieuses sur les changements thermiques possibles sans exposer l'environnement du datacenters à des risques inutiles.

Même les questions les plus complexes peuvent être résolues avec précision et rapidité, en fournissant des résultats numériques sous forme d'images et de vidéos conviviales ou en utilisant des casques de réalité virtuelle. Un logiciel dédié doté d'une vaste bibliothèque intégrée accélère le processus de configuration des tâches, permettant de construire un jumeau virtuel précis du datacenters en question, en respectant pleinement les éléments spécifiques du matériel informatique et de l'infrastructure du datacenters. Les comparaisons effectuées entre les résultats de la CFD et les mesures réelles valident la technique de modélisation et prouvent sa grande précision.

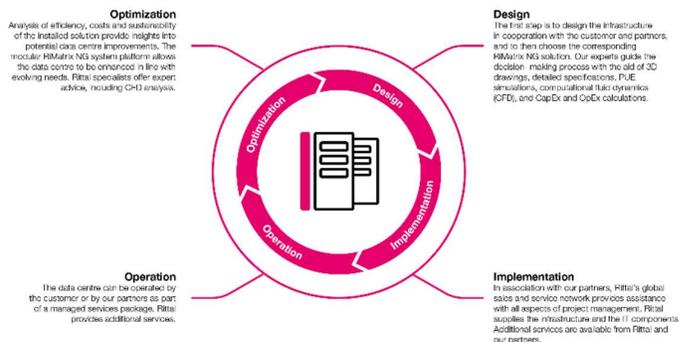
La simulation des processus permet de comprendre sans risque

La CFD comme outil de planification et d'exploitation

La CFD est appliquée avec succès dans les phases de "conception" et d'"exploitation" du cycle de vie des datacenters.

La CFD est appliquée avec succès tant dans la phase de "conception" que dans la phase d'"exploitation" du cycle de vie du datacenters, créant ainsi une chaîne de valeur continue. Elle aide efficacement à concevoir l'infrastructure critique d'alimentation et de refroidissement et à vérifier la disposition prévue des espaces blancs. Grâce à sa polyvalence, la CFD étudie et optimise même les conceptions complexes avec des concepts d'ingénierie sur mesure, à l'intérieur comme à l'extérieur. La CFD prouve et visualise la performance de la disposition prévue et l'impact des changements dans la conception du système de refroidissement. Cette preuve de la redondance et des performances du système permet d'optimiser le nombre d'unités de refroidissement, leur capacité et leur disposition. Par conséquent, elle permet de réduire les dépenses d'investissement (CAPEX). Le travail effectué peut être amélioré lors de la mise en service du système, en calibrant le modèle en fonction des résultats des tests de l'équipement et en construisant une installation virtuelle intelligente de haute fidélité pour d'autres tests de refroidissement et de performance énergétique.

La CFD réduit efficacement les dépenses d'investissement (CAPEX) en optimisant la conception des systèmes de refroidissement et en influençant positivement l'aménagement des datacenters.



Avantages de la CFD en exploitation

Dans un datacenters en fonctionnement, la CFD étend littéralement les sens et améliore la prévoyance du personnel. Au cours de la durée de vie typique d'un datacenters (15-20 ans), il est habituel que les multiples renouvellements de l'équipement informatique (3-5 ans) apportent des changements inévitables aux hypothèses de conception originales du datacenters, ce qui pose de nouveaux défis aux performances du système de refroidissement. *La CFD aide les opérateurs qui valident les changements et l'impact possible des actions nécessaires, par exemple en planifiant l'expansion, en réorganisant la disposition ou en modernisant le système de refroidissement.* Sans outils appropriés, la réponse aux défis de la résilience et de l'efficacité pourrait être basée sur des données insuffisantes ou des opinions subjectives. La CFD permet d'obtenir une évaluation mesurable et quantifiée des étapes réalisées, en apportant des réponses claires à une série de questions typiques du type "et si", comme *"Combien de charge IT (kW) peuvent être ajoutés après l'installation d'un confinement des allées ?"* ou *"Pouvons-nous éliminer les points chauds si nous ajoutons une unité de refroidissement ?"* La CFD est un outil indispensable pour optimiser l'aménagement avant de déployer un nouveau matériel informatique, ou pour vérifier l'impact potentiel d'une panne de l'unité de refroidissement dans un datacenters présentant un risque élevé de perturbation.

Construire le modèle plus vrai que nature

La première étape de l'étude CFD commence par la création d'un modèle 3D de l'espace du datacenters, en respectant la géométrie originale et en attribuant les caractéristiques natives aux objets virtuels créés. La bibliothèque intégrée d'éléments standard, comme les baies ou les unités de refroidissement, accélère et simplifie la modélisation. Les éléments de la bibliothèque reflètent précisément les paramètres techniques qui ont un impact sur la simulation du datacenters. Les unités de refroidissement, doivent posséder une série de caractéristiques typiques, telles que le débit d'air maximal et les courbes des ventilateurs, la capacité de refroidissement en fonction de la température de l'air soufflé et de l'air extrait, l'algorithme de contrôle, la consommation d'énergie, etc. Le modèle de baie informatique virtuelle génère des flux d'air, dissipe la chaleur et peut inclure des accessoires de gestion des flux d'air plus vrais que nature. Il peut abriter des modèles précis de serveurs ou d'équipements réseau d'un fournisseur particulier avec un rapport air-chaleur spécifique. D'autres objets typiques - tels que des les bandeaux de distribution électrique (PDU), des chemins de cables et tuyauteries, un plancher surélevé, des piliers, etc. - viennent compléter le modèle virtuel créé.

Combien de charge IT (kW) peuvent-être ajoutés après l'installation du confinement des allées ?

Pendant la résolution, le logiciel génère automatiquement le maillage adaptatif des éléments finis, en le rendant plus dense dans les volumes potentiellement complexes où la forme/géométrie du modèle change rapidement, ou, au contraire, en le rendant moins dense dans les régions plus régulières. Pour équilibrer le temps et la précision, le logiciel utilise des algorithmes d'optimisation pour gérer la taille et la complexité du modèle créé. Le processus de résolution itératif se poursuit jusqu'à ce que les critères de convergence initiaux soient atteints.

Jumeau numérique avec diverses perspectives

Après la résolution, une grande variété de méthodes de visualisation est disponible pour la démonstration et l'analyse des résultats numériques obtenus. Les coupes transversales (plans) des champs de température, de pression et de vitesse de l'air montrent la distribution dans l'espace blanc, même en dynamique. Les données de surface de la température d'entrée et de sortie rendent visible la distribution de la température de l'air au niveau de l'équipement informatique. Les images peuvent refléter la conformité aux exigences thermiques *ASHRAE*, la dissipation thermique réelle et potentielle par baie ou le débit d'air disponible à travers les dalles perforées. Une visualisation impressionnante avec des flux d'air colorés aide à comprendre la dynamique du flux d'air dans l'espace blanc, en identifiant les zones anormales. Les vidéos de présentation et l'utilisation d'outils de réalité virtuelle donnent l'impression d'une présence en direct. Les résultats de sortie peuvent être transférés vers un tableur pour une analyse numérique plus poussée; la liaison avec le logiciel de gestion de l'infrastructure du datacenters (DCIM) élargit les capacités traditionnelles en permettant de simuler en toute sécurité les conséquences et de prévoir l'impact des décisions prises. Cependant, la connexion entre la CFD et le DCIM sera limitée par de telles études de type "what-if" car la nature de la CFD ne suppose pas encore une interaction directe avec l'infrastructure du datacenters.

Advanced CFD crée ce que l'on appelle un "jumeau numérique" - un modèle de datacenters calibré et validé, représentant virtuellement sa forme/géométrie et tous les systèmes et composants logés essentiels. Au cours du processus de calibrage, les mesures effectuées sur le terrain sont comparées aux résultats de calcul ; toute divergence éventuelle est minutieusement vérifiée et éliminée. Le résultat de l'étalonnage est le modèle virtuel réaliste, qui permet d'améliorer les performances et de les optimiser en permanence. Grâce à la haute précision des calculs, un tel jumeau numérique permet de prévoir rapidement et en toute sécurité la réaction aux changements anticipés, ce qui réduit les risques et minimise les coûts associés. L'objectif de l'optimisation des datacenters est de réduire les dépenses opérationnelles (OPEX), d'atténuer les risques et de fournir des réponses mesurables avant d'investir dans l'amélioration des performances.

Comprendre la dynamique
des DATACENTERS par
simulation visuelle

Cas pratique :

Scénario "Conception"

Prenons l'exemple suivant: La salle serveurs abrite 12 racks informatiques d'une capacité utile totale de 48 kW (soit 4 kW/rack). Le système de refroidissement est redondant 2N, composé de deux circuits indépendants A et B. Les critères de température d'alimentation en air sont basés sur les recommandations de l'ASHRAE pour les équipements informatiques de classe A1 [5].

Sur la base de ces données, 3+3 unités LCP Inline CW de Rittal sont sélectionnées. L'étude CFD doit répondre aux questions suivantes qui sont typiques d'un cas d'utilisation de la conception CFD :

- Les unités de refroidissement sélectionnées en fonctionnement non redondant assurent-elles toujours un refroidissement correct lorsqu'un des circuits est hors service pour cause de panne ou de maintenance?
- Est-il possible de ne pas déployer le système de confinement des allées et de réduire ainsi les dépenses d'investissement ?
- Quelle charge IT maximale peut être atteinte sans confinement des allées ?

Le fonctionnement du système de refroidissement dans un état non redondant fait l'objet d'études CFD en raison du risque naturellement plus élevé qu'il présente pour la continuité du fonctionnement du datacenters. Trouver le bon équilibre entre la capacité de refroidissement disponible et la charge IT cible, ainsi que tester, prouver et visualiser la redondance sont des tâches importantes, en particulier pour les installations critiques utilisant des modèles d'expansion modulaires. La capacité de réserve devrait permettre de réduire ce risque, mais il faut absolument éviter le *surdimensionnement*.

Le modèle virtuel créé, y compris le confinement des allées froides, est présenté en **Erreur ! Source du renvoi introuvable**. Les unités de refroidissement qui sont éteintes pendant le test virtuel sont marquées d'une **croix rouge**. Nous voyons que la température de l'air d'entrée de 24 °C est continuellement stable à pleine hauteur des baies et les lignes de flux d'air montrent parfaitement l'impact du confinement des allées, empêchant le mélange possible des volumes d'air froid et chaud. Les résultats de calcul des unités LCP Inline correspondent aux valeurs de leur protocole de sélection. Ainsi, l'opérabilité et les performances des systèmes de refroidissement dans des

Atténuer les risques sans
surprovisionnement

scénarios non redondants sont virtuellement testées et confirmées.

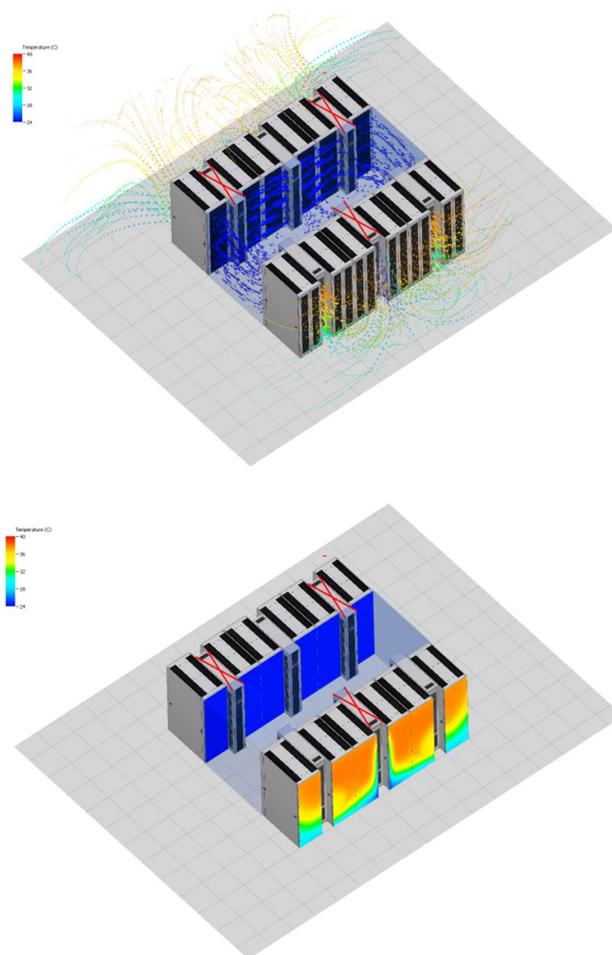


Figure 1
Cas non redondant avec confinement d'allée froide installé : flux d'air et températures des baies.

L'étude du fonctionnement sans confinement des allées montre généralement une baisse significative des performances en lien avec deux problèmes principaux de gestion des flux d'air: le contournement de l'air froid et la recirculation de l'air chaud. Les résultats de l'analyse montrent que notre cas n'est pas une exception : de grands volumes d'air chaud se déplacent vers l'avant des baies, en particulier près du début et de la fin des rangées et dans la partie supérieure des baies. Dans le même temps, l'air froid n'atteint pas l'entrée des équipements informatiques, mais quitte l'allée froide de manière incontrôlée sans remplir sa mission.

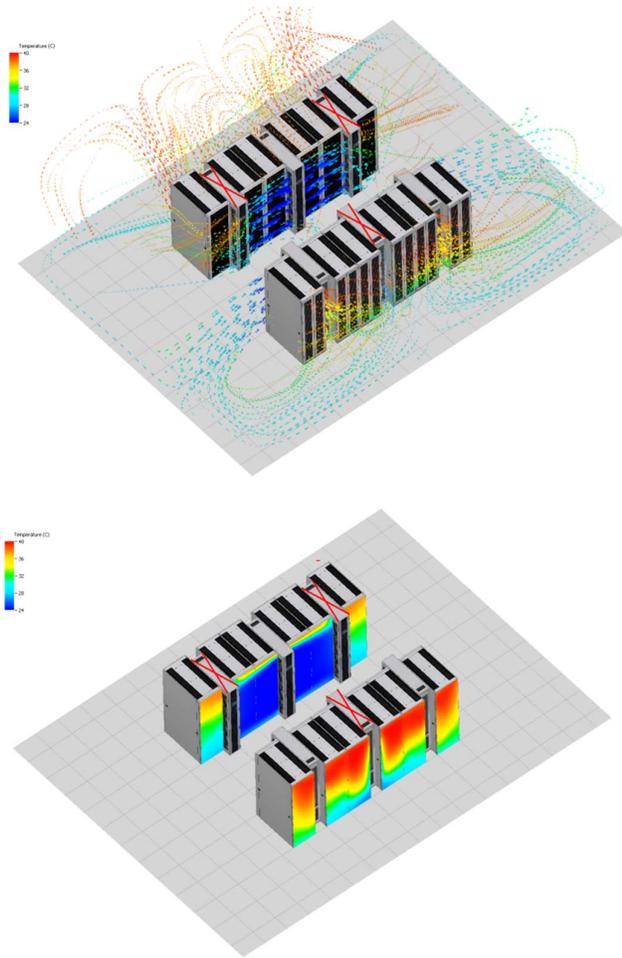


Figure 2
Cas non redondant sans confinement d'allée froide

Les deux problèmes classiques de gestion des flux d'air, le bypass et la recirculation, ont un impact négatif sur les performances de refroidissement : aucune des baies ne respecte la plage de température autorisée par l'ASHRAE. Bien que les trois unités de refroidissement disponibles fournissent un débit d'air maximal, elles ne peuvent pas garantir des performances de refroidissement adéquates, notamment la température d'entrée d'air nécessaire dans tous les "U" de la baie. L'ajout d'unités de refroidissement supplémentaires entraînerait un surdimensionnement et un coût d'investissement plus élevé que le déploiement d'un système de confinement des allées. Par conséquent, dans ce cas, le confinement des allées est vital pour augmenter la performance du système de refroidissement et équilibrer correctement la capacité de refroidissement avec la charge thermique anticipée des équipements informatiques [4].

L'analyse prédictive au moyen de la CFD révèle une solution optimale, permettant de maintenir le temps de fonctionnement au plus bas coût possible. L'analyse approfondie de divers scénarios de défaillance du refroidissement permet d'éviter efficacement le surdimensionnement.

Élimination des deux principaux problèmes de gestion du flux d'air : le bypass et la recirculation.

L'étude CFD utilisant de multiples scénarios de simulation permet de tester virtuellement les impacts imaginables, y compris la variation de la charge IT prévue. Afin de définir la charge IT maximale acceptable, plusieurs cas doivent être analysés et les résultats obtenus doivent être évalués à l'aide de critères clairs. Il a été constaté que la charge IT autorisée de 2 au lieu de 4 kW/baie crée une température d'air d'alimentation tolérable (Figure 3). Cependant, certaines des "U" supérieures dans les baies ont une température d'air d'entrée inférieure à 32 °C, bien qu'elle soit encore conforme à la plage de température autorisée par l'ASHRAE.

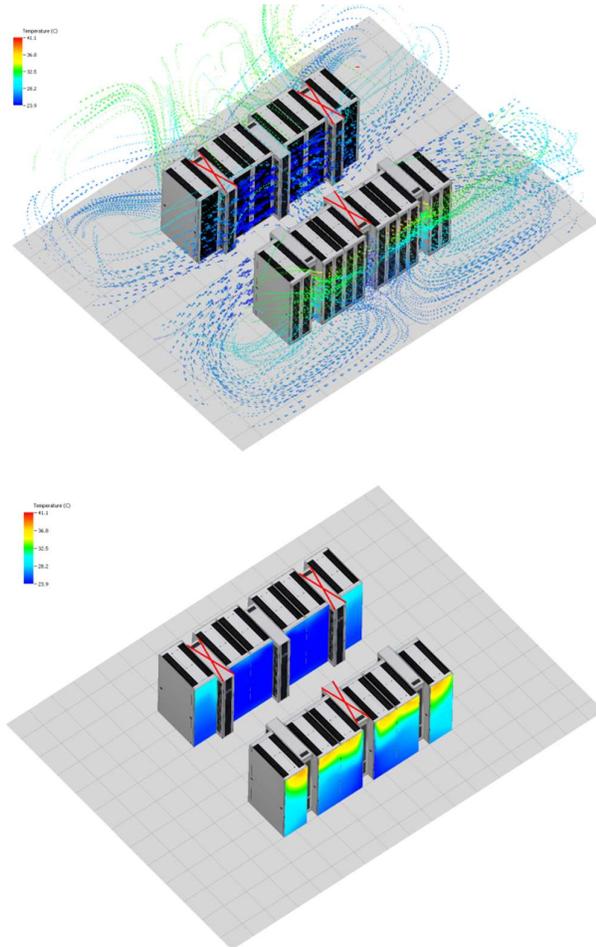


Figure 3
Cas non redondant sans confinement d'allée froide et avec une charge informatique réduite de 50%.

Cas pratique : Scénario "Exploitation"

L'exploitant du datacenters possède une installation qui a été utilisée pendant 20 ans et qui est en constante évolution. La puissance informatique totale atteint 340 kW, variant de 0,5 à 13 kW par baie. Le site présente une géométrie complexe avec de multiples pièces semi-séparées. Les baies informatiques proviennent de différents fabricants et leurs dimensions varient considérablement. Le datacenters est refroidi par 23 climatiseurs de salle IT (CRAC) à détente directe et à flux descendant, de générations et de puissances frigorifiques différentes, répartis dans l'espace blanc de manière assez chaotique en raison de la géométrie complexe de l'espace blanc. Malgré la hauteur du plafond (4800 mm), le plancher surélevé n'a que 300 mm de hauteur et comporte de multiples gaines de câbles et tuyaux sous les dalles, ce qui limite sa section utile. Les dalles perforées présentent différents taux d'ouverture et sont positionnées sur l'ensemble de l'espace du datacenters en accordant peu d'attention à la stratégie des allées chaudes et froides. Le plafond suspendu avec des ouvertures est imposé pour renvoyer l'air chaud vers les CRAC via des gaines d'air (plenums). Ces plenums sont censés augmenter les performances du système de refroidissement, en empêchant le contournement de l'air froid.

La température de l'air (soufflé et repris) a été mesurée à la sortie et à l'entrée de tous les équipements informatiques et des unités de refroidissement au cours de trois jours d'inspection du site. Les salles et tous les équipements présents, ainsi que les conduits d'alimentation, de réseau et de refroidissement ont été minutieusement mesurés. La saisie initiale des données comprenait également la mesure du débit d'air par les dalles perforées et les CRAC. Pour les comparaisons futures et la validation du modèle de calcul, les valeurs de vitesse de l'air ont également été obtenues lorsque cela était possible. L'état technique des filtres à air des CRAC a été vérifié pour être suffisant. De plus, des images thermiques ont été réalisées pour refléter la situation générale et identifier les points chauds. La température de sortie des unités CRAC était d'environ 12 °C. Les CRAC étaient contrôlés par la température de l'air de retour qui était réglée à 21 °C. Le client utilisait des températures d'air aussi basses pour éliminer les problèmes de refroidissement bien connus, qui ne se manifestaient pas uniquement dans les baies où la charge informatique était la plus élevée. La consommation électrique totale mesurée par les CRAC a atteint 230 kW. Toutes les unités de refroidissement fonctionnaient à 100 % de leur capacité en raison d'une mauvaise gestion du flux d'air et d'un point de consigne bas.

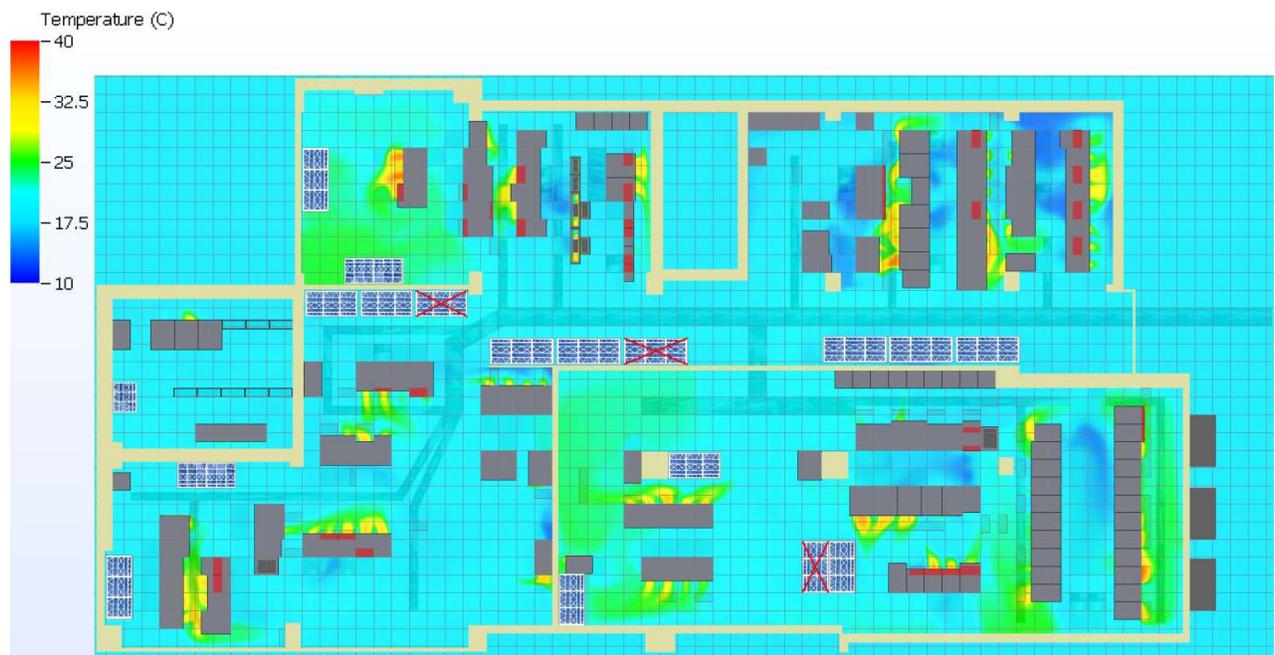
Une mauvaise gestion du flux d'air entraîne une demande permanente de capacité de refroidissement totale.

Selon le propriétaire du DC, son objectif principal était de réduire la consommation d'énergie des CRAC ; l'objectif secondaire était d'augmenter la charge IT si l'audit de refroidissement donnait des indications positives et identifiait des capacités cachées. Le client était généralement conscient des problèmes actuels, mais il avait besoin d'informations détaillées sur les améliorations possibles, sur la façon de réduire les risques et d'apporter des avantages mesurables clairs, y compris l'évaluation du retour sur investissement - tout cela devrait être basé sur une ingénierie appropriée sans évaluations subjectives.

Dans un court délai, le modèle virtuel de la salle serveurs avec tous les éléments essentiels a été construit sur place à l'aide des mesures de forme/géométrie obtenues. Les modèles des unités CRAC ont été obtenus à partir de la bibliothèque logicielle disponible et leur conformité avec l'état réel a été vérifiée. La situation de non-redondance (lorsque certaines unités CRAC sont éteintes) a été étudiée, en considérant une redondance N+1 par espace. Après avoir résolu le modèle au moyen de la CFD, la distribution de la température du flux d'air a été visualisée (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ; en même temps, d'autres résultats importants, tels que les vitesses et les modèles de pression, ont été obtenus et analysés pour vérifier leur conformité avec les mesures physiques

Figure 4
Plan de température de la salle des serveurs à 1,5 m de hauteur

et les images thermiques.



On constate que, malgré la faible température de l'air soufflé par les CRAC, l'espace blanc présente plusieurs zones problématiques où la température de l'air soufflé atteint un niveau indésirable. La disposition mutuellement perpendiculaire des CRACs crée des zones à forte turbulence et à pression statique inégale, ce qui entraîne une mauvaise prévisibilité du volume d'air soufflé et de sa température. L'absence de confinement des allées chaudes ou froides entraîne un mélange chaotique des flux d'air froid et chaud.

Après avoir quitté la dalle perforée, l'air froid ne se dirige pas toujours vers l'équipement informatique : dans le pire des cas, il se dirige vers l'ouverture d'évacuation du plafond suspendu sans remplir la fonction de refroidissement prévue. Une mauvaise gestion des flux d'air au niveau des baies (absence de panneaux d'obturation et de déflecteurs d'air) entraîne une recirculation de l'air chaud, par exemple lorsque l'air chaud se déplace vers la face avant et est à nouveau aspiré après avoir quitté l'équipement informatique, créant ainsi un point chaud auto-amplifié. Les rangées de racks sont souvent trop courtes, avec des espaces entre les racks qui compliquent l'application de solutions de confinement de l'air. Certaines baies ont été surrefroidies - bien que les propriétaires ne considèrent généralement pas cela comme un problème, la température de l'air d'alimentation ne correspond pas à la plage de température recommandée par l'ASHRAE.

La température de l'air soufflé dans les allées froides était très irrégulière. Elle variait de 13 °C à 22,8 °C à proximité des dalles perforées. La différence significative (jusqu'à 10 K) entre la température au niveau des dalles et à 1,5 m de hauteur indique que le gradient vertical de température est élevé (à titre de comparaison, il n'atteint que 1 K dans un cas de confinement d'allée froide correct).

L'analyse du plan vertical de température (Figure 5a) montre que la décharge de l'unité est considérablement obstruée par le passage des câbles à côté de la décharge du CRAC. Cela augmente les pertes de puissance des ventilateurs, limite l'efficacité énergétique de l'unité, et gaspille le flux d'air développé.

Le modèle créé et les chiffres obtenus pour la température, la vitesse et la pression doivent être vérifiés et comparés (validés) pour s'assurer que la modélisation effectuée est correcte. La comparaison des valeurs réelles obtenues avec les résultats des calculs CFD montre des différences tolérables (environ 10%). Une précision plus élevée a été difficile à atteindre en raison de la nature complexe et variable du datacenters (rotation des CRACs, charge informatique variable). Un tel écart est acceptable, bien que la précision visée soit de ~5%.

Les zones à forte turbulence et à pression statique inégale diminuent la précision.

Les actions d'amélioration proposées doivent être claires, avoir une séquence de mise en œuvre définie et fournir des résultats mesurables. Chaque action nécessite une vérification intermédiaire au moyen de la CFD, ce qui élimine les risques de perturbation opérationnelle. Les mesures d'amélioration doivent permettre d'accroître l'efficacité de l'acheminement du flux d'air des CRAC vers les baies informatiques et inversement, tout en réduisant le volume du flux d'air et en augmentant l'efficacité du refroidissement. Les étapes suivantes ont été étudiées et mises en œuvre :

- 1st Colmatage des espaces : installez les panneaux d'obturation et les déflecteurs d'air, en utilisant les passe-fils à brosse pour colmater les ouvertures où les câbles traversent les dalles du plancher surélevé.
- 2nd Optimiser le concept des dalles perforées : supprimer les dalles inutiles, en placer de nouvelles là où c'est nécessaire ou remplacer les anciennes par des dalles ayant un rapport d'ouverture adéquat.
- 3rd Gestion des flux d'air au moyen d'outils de séparation des volumes d'air froid et chaud : cheminées verticales, confinement des allées froides ou chaudes.
- 4th Réorganiser les CRAC : contrôler et augmenter la température de l'air soufflé, revoir leur séquence de rotation et éteindre les unités inutiles.

L'impact des étapes 2, 3 et 4 est visible sur les images 5c et 5d. Figure 5b les images 5c et 5d, qui reflètent la situation devant le CRAC. La révision des dalles perforées (étape 2) diminue la variation de la température de l'air soufflé ; cependant, la différence de température entre l'air soufflé et l'air repris reste faible (6...8 K). Le confinement des allées chaudes égalise le champ de température et augmente la température de l'air de reprise. Enfin, la dernière étape augmente la température de l'air soufflé et de l'air repris avec un delta T recommandé de 11...13K.

Amélioration en étapes
clairement
clairement définies

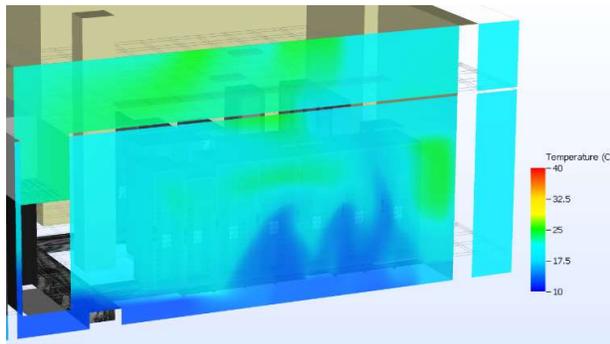


Figure 5
Plan vertical de température dans l'allée froide : a) situation initiale ; b) après révision des dalles perforées ; c) après installation d'un confinement d'allée ; d) après augmentation de la température de retour d'air et optimisation du nombre de CRAC.

Figure 5a

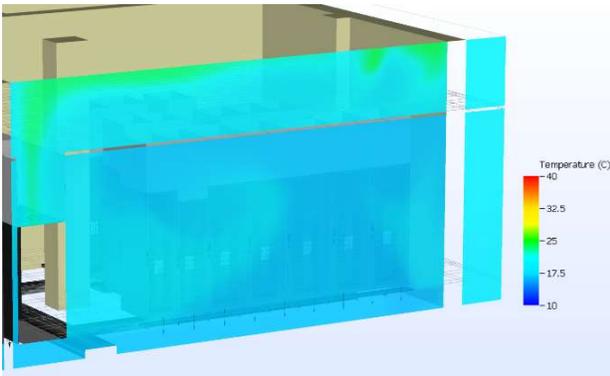


Figure 5b

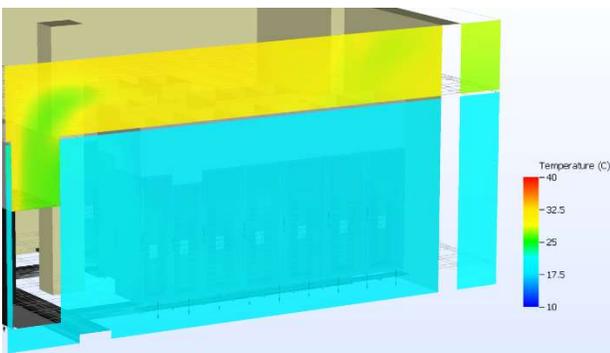


Figure 5c

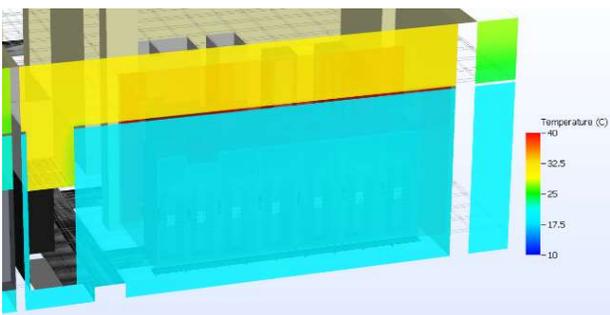


Figure 5d

Cette amélioration de la performance du système de refroidissement permet d'éteindre certaines unités CRAC car leur surcapacité n'est plus nécessaire. 12 des 23 CRACs existants peuvent être désactivés, en conservant la redondance de N+1 dans chaque espace de la salle serveurs. Ceci réduit le PUE partiel momentané de 1,676 à 1,472, économisant annuellement environ 608 820 kWh (diminution de 30,2% par rapport à la situation initiale).

Étude de rentabilité

Les mesures proposées permettent de réduire les dépenses opérationnelles d'environ 50 000 € par an (1 kWh = 0,08 €, le coût de l'énergie électrique est considéré comme fixe pendant la période de calcul). L'investissement requis pour la mise en œuvre de ces mesures est d'environ 42 000 €, sur la base du calcul pour la période visée.

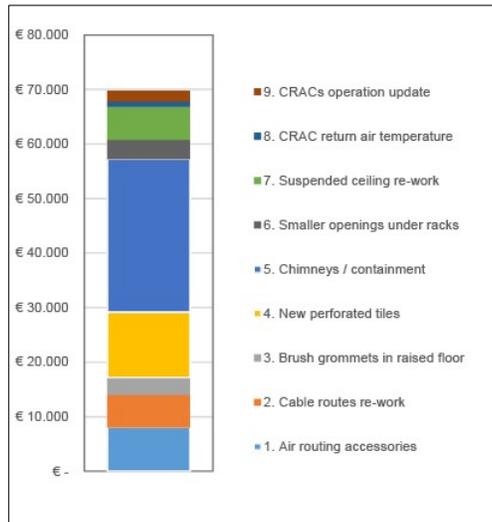
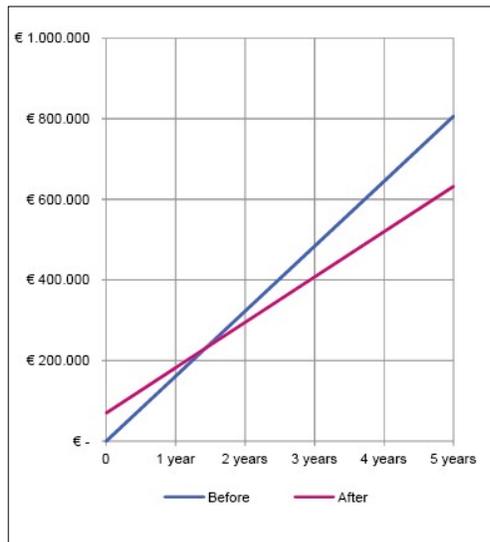


Figure 6

Coût d'investissement (CAPEX) et retour sur investissement de la modernisation du système de refroidissement



En supposant que la période de calcul est de 5 ans, et que la charge informatique ne changera pas, nous pouvons estimer les dépenses opérationnelles qui dépendent directement de l'absorption d'énergie électrique. L'économie annuelle de 48 705,60 € en dépenses d'énergie et un investissement de 69 800 € se traduiront par des économies de 173 728 € sur une période de 5 ans. Le délai de récupération est d'environ 1 an et 4 mois (Figure 6). Ces calculs ne tiennent pas compte des économies potentielles résultant de la réduction des dépenses de maintenance due à la diminution du nombre d'unités CRAC en fonctionnement.

Conclusion

La CFD est un outil puissant pour l'optimisation des data-centers, tant dans les phases de conception que d'exploitation. Elle permet de réduire les coûts, d'atténuer les risques par une analyse préventive et de quantifier les avantages des décisions à l'épreuve du temps. Elle permet d'améliorer en permanence la disponibilité, la capacité et l'efficacité.

L'équipe expérimentée de Rittal CFD offre son expertise pour augmenter la performance des centres de données planifiés ou en cours. Elle propose une gamme de services flexibles, adaptés à l'ampleur de l'investissement envisagé. Rittal a prouvé dans de nombreux cas, comment des solutions innovantes peuvent résoudre les défis en découvrant le potentiel caché d'un datacenters. Mettez nos experts au défi, accompagnez-les dans votre conception spécifique, testez la résilience et augmentez l'efficacité et la performance !

Contact :

contact@rittal.fr

Annexe

Littérature

1. EN 50600 "Technologies de l'information - Installations et infrastructures de centres de données".
2. La norme " 002-2010 " de Building Industry Consulting Service International Inc. (BICSI) : Meilleures pratiques en matière de conception et de mise en œuvre de centres de données (BSCI 002-2010)".
3. TIA-569-C "Chemins et espaces de télécommunications", www.tiaonline.org
4. Code de conduite de l'UE sur l'efficacité énergétique des centres de données Guide d'introduction pour tous les candidats
Version 3.1.2 https://e3p.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/documents/publications/introductory_guide_v3.1.2.pdf
5. Data Centre Networking Equipment - Issues and Best Practices Whitepaper préparé par ASHRAE Technical Committee (TC) 9.9 Mission Critical Facilities, Data Centres, Technology Spaces, and Electronic Equipment.
<https://tc0909.ashraetcs.org/documents/ASHRAE%20Networking%20Thermal%20Guidelines.pdf>
6. PUE : un examen complet de la métrique. <https://www.thegreen-grid.org/en/resources/library-and-tools/20-PUE%3A-A-Comprehensive-Examination-of-the-Metric>
7. BAT-TH-153 = <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/BAT-TH-153.pdf>

Table des figures

Figure 1 Cas non redondant avec confinement d'allée froide installé : flux d'air et températures des racks.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 2 Cas non redondant sans confinement d'allée froide	13
Figure 3 Cas non redondant sans confinement d'allée froide et avec une charge informatique réduite de 50%.	14
Figure 4 Plan de température de la salle des serveurs à 1,5 m de hauteur	Erreur ! Signet non défini.
Figure 5 Plan vertical de température dans l'allée froide : a) situation initiale ; b) après révision des dalles perforées ; c) après installation d'un confinement d'allée ; d) après augmentation de la température de retour d'air et optimisation du nombre de CRAC.	19
Figure 5a	19
Figure 5b	19
Figure 5c	19
Figure 5d	19
Figure 6 Coût d'investissement (CAPEX) et retour sur investissement de la modernisation du système de refroidissement	20

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

- Enceintes
- Distribution de l'énergie
- Contrôle du climat
- Infrastructure informatique
- Logiciels et services

Vous pouvez trouver les coordonnées de tous les
Les sociétés Rittal dans le monde entier ici.

www.rittal.com/contact

RITTAL GmbH & Co. KG
Auf dem Stützelberg - D-35726 Herborn
Téléphone +49 (0)2772 505-0 - Fax +49 (0)2772 505-2319
E-mail : info@rittal.de - www.rittal.com

2.2021

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



FRIEDHELM LOH GROUP