

Utiliser la simulation pour valider la conception du refroidissement



ETUDE DE CAS

KAO DATA

Challenge :



Mettre en œuvre un data center de pointe pour la colocation et le calcul HPC, en plaçant la performance environnementale au cœur de sa conception.

Process :



Explorer la viabilité du concept de refroidissement par évaporation indirecte (IEC) par une modélisation externe utilisant la simulation CFD.

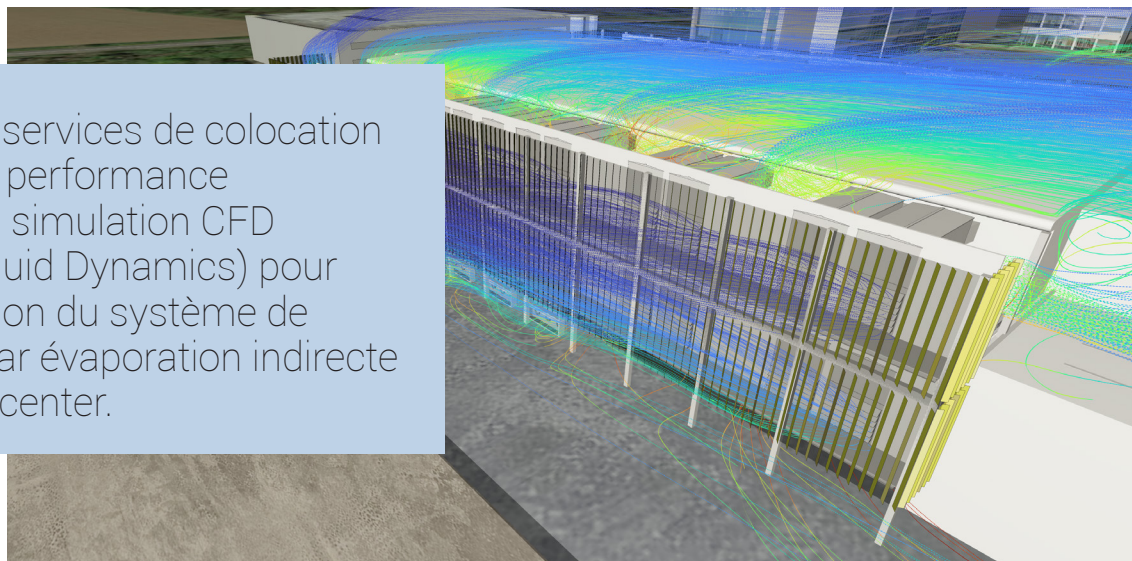
Solution :



Affiner la conception des data centers pour maximiser l'efficacité opérationnelle et utiliser le jumeau numérique 6Sigma pour garantir une prise de décision éclairée en utilisant la simulation CFD en exploitation.



Le fournisseur de services de colocation et de calcul haute performance Kao Data utilise la simulation CFD (Computational Fluid Dynamics) pour valider la conception du système de refroidissement par évaporation indirecte (IEC) de son data center.



En 2018, lorsque Kao Data a lancé KDL1, le premier des quatre data centers prévus sur un campus de plus de 14 hectares, il s'agissait de la première installation de colocation 100 % free-cooling du Royaume-Uni. Situé au sein de l'emblématique "UK Innovation Corridor" Londres-Stansted-Cambridge, le campus de data centers est conçu pour être à la pointe de la technologie en termes de prise en charge des besoins en calcul haute performance (HPC) et en intelligence artificielle (IA) intensive. Mais attention pas au détriment de l'environnement.

En fait, la performance environnementale a été placée au cœur même de la conception du data center, avec pour consigne de veiller à ce que le campus soit aussi économe en énergie que possible. Pour ce faire, un système de refroidissement par évaporation indirecte (IEC) - utilisant l'évaporation de l'eau au lieu de systèmes mécaniques pour refroidir l'air - a été envisagé puis adopté pour créer un data center plus écologique, plus efficace et plus rentable.

Future Facilities a travaillé aux côtés de JCA Engineering et de Kao Data tout au long de ce projet, en fournissant des simulations CFD des environnements externes et internes du campus du data center pour aider à prendre des décisions éclairées sur la conception, la mise en œuvre et les opérations.

"Le succès de l'efficacité énergétique des data centers est régi par deux facteurs clés : la relation entre l'ingénierie de l'infrastructure et les applications fonctionnant sur les équipements de calcul, de stockage et réseau", a déclaré Paul Finch, Chief Operating Officer (COO), Kao Data. "L'efficacité énergétique a toujours été l'un des principaux piliers de notre stratégie de data center. Avec un PUE de 1,2 que le data center soit rempli ou non, elle reste l'un des principaux différenciateurs de notre campus. Nous avons choisi de travailler avec Future Facilities en raison de leur réputation de leader du secteur en matière d'analyse CFD, qui a été déterminante pour nous aider à concevoir et à construire l'une des installations les plus durables et les plus efficaces sur le plan énergétique au Royaume-Uni."

Les spécifications du data center

Le campus de données de Kao a pour ambition de répondre aux déploiements de plus en plus denses caractérisés par des charges de travail d'apprentissage automatique (Machine Learning) et d'apprentissage profond (Deep Learning) en offrant le nec plus ultra en matière d'infrastructure Open Compute-

Ready (OCP). Il sera divisé en quatre halls totalisant environ 1,4 hectare d'espace technique. Cet espace a été conçu dès le départ pour répondre spécifiquement aux besoins de supercalculateurs, gros consommateurs de calculs GPU, avec des Suites Technologiques comprenant un plancher avec des dalles, des salles informatiques sans colonnes avec de larges couloirs d'accès. Chaque data center offrira une charge technique totale de 8,8 MW, permettant des densités de rack de 20 kW et plus, conformément aux attentes des clients. .

Kao Data peut se targuer d'un taux de disponibilité impressionnant de 100 %, ce qui lui permet d'assurer la résilience de l'alimentation électrique grâce à une sous-station sur place. Celle-ci utilise 43,5 MVA fournis par le réseau national de UK Power Networks (UKPN) via une double alimentation des installations du data center. En cas de besoin, la production d'énergie de secours est assurée par des générateurs configurés avec une redondance N+1 pour satisfaire les accords de niveau de service (SLA) les plus stricts des clients.

Dans des conditions de fonctionnement normales, l'ensemble du campus est alimenté par des énergies renouvelables certifiées à 100 % et son architecture a reçu la certification d'excellence BREEAM du Building Research Establishment (BRE) pour l'efficacité énergétique, la compétence environnementale et la durabilité des bâtiments. Les opérations informatiques peuvent se targuer d'un PUE de 1,2, même en cas de charge partielle, et sa conception de refroidissement non mécanique élimine le besoin de systèmes à base de réfrigérants nocifs, ce qui lui permet de respecter les directives environnementales ASHRAE TC 9.9.

"Dès le départ, Kao Data a été conçu avec précision pour l'informatique à l'échelle industrielle, celle que l'on trouve dans les environnements de calcul haute performance (HPC), d'intelligence artificielle (IA) et de supercalculateurs", poursuit Paul Finch, COO, Kao Data. "En raison des exigences élevées en matière d'alimentation et de refroidissement de ces systèmes alimentés par GPU, il est essentiel qu'ils soient aussi durables que possible. Cela exige une efficacité opérationnelle extrême, ainsi qu'une conception et une utilisation ultra-efficaces des énergies renouvelables. L'analyse CFD de Future Facilities a joué un rôle crucial pour nous aider à atteindre cet objectif."

Objectifs de la collaboration avec Future Facilities sur ce projet

Avec des spécifications de conception aussi ambitieuses, Kao Data et sa société d'ingénierie de conception de data centers, JCA Engineering, ont décidé de travailler aux côtés de Future Facilities pour valider la conception proposée et résoudre tout problème potentiel. Le jumeau numérique 6Sigma du campus du data center a été créé et la simulation CFD a été utilisée pour :

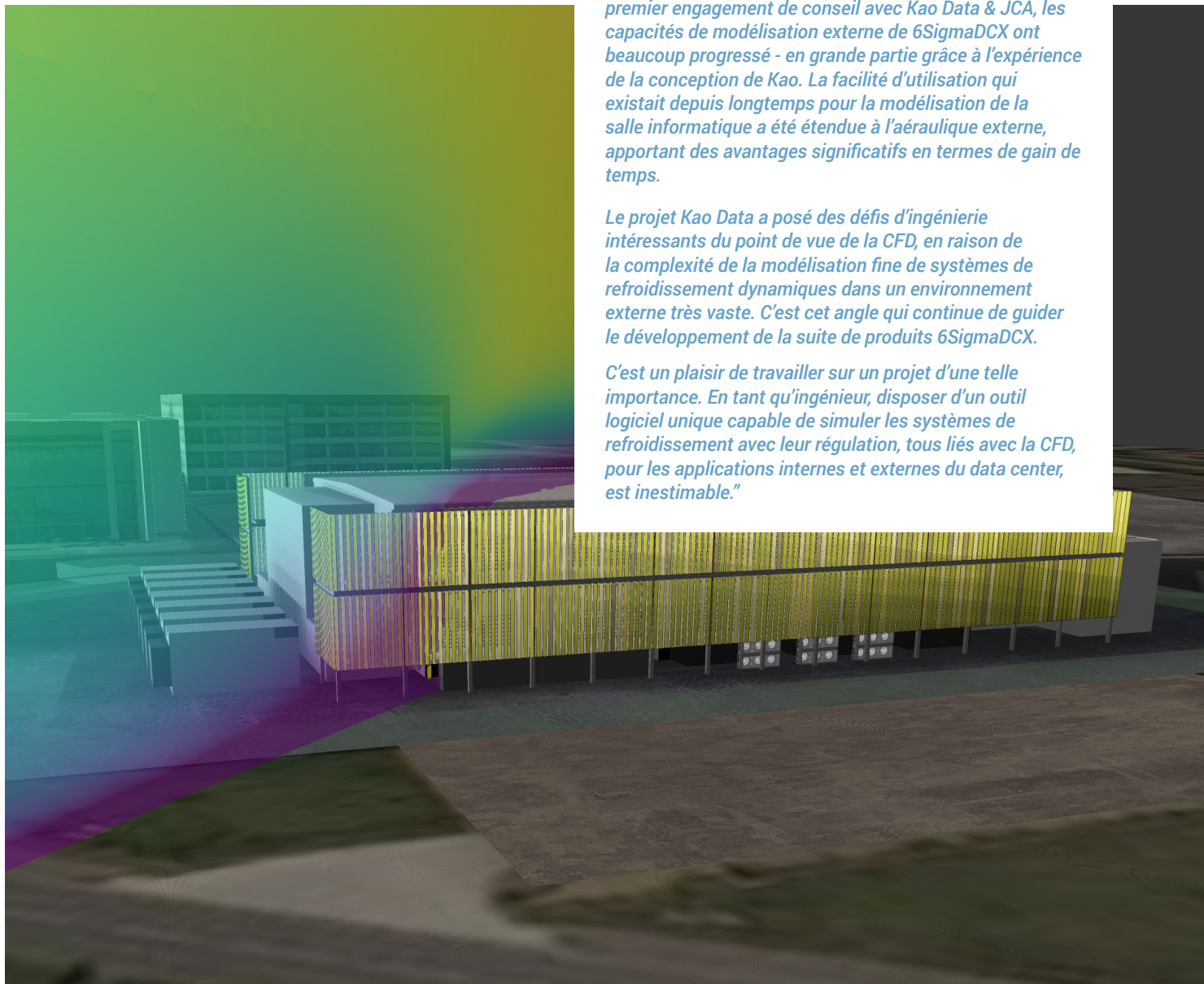
- Évaluer la viabilité et les performances de la conception par refroidissement par évaporation indirecte (IEC)
- Confirmer la performance de refroidissement à chacune des étapes de construction proposées.
- Démontrer l'effet des conditions environnementales potentiellement variables et extrêmes.
- Vérifier que les conditions d'entrée IEC prédites pour diverses conditions externes étaient acceptables et ne devaient pas compromettre les performances IEC

En réalisant un jumeau numérique 6Sigma de Kao Data avec la suite de produits 6SigmaDCX, la tâche initiale de Future Facilities a été d'utiliser la modélisation externe pour évaluer les performances de refroidissement dans différents scénarios météorologiques en utilisant un éventail de configurations.

À propos de ce projet, Maira Bana, ingénieur-conseil principal chez Future Facilities, déclare : *“Depuis notre premier engagement de conseil avec Kao Data & JCA, les capacités de modélisation externe de 6SigmaDCX ont beaucoup progressé - en grande partie grâce à l'expérience de la conception de Kao. La facilité d'utilisation qui existait depuis longtemps pour la modélisation de la salle informatique a été étendue à l'aérodynamique externe, apportant des avantages significatifs en termes de gain de temps.*

Le projet Kao Data a posé des défis d'ingénierie intéressants du point de vue de la CFD, en raison de la complexité de la modélisation fine de systèmes de refroidissement dynamiques dans un environnement externe très vaste. C'est cet angle qui continue de guider le développement de la suite de produits 6SigmaDCX.

C'est un plaisir de travailler sur un projet d'une telle importance. En tant qu'ingénieur, disposer d'un outil logiciel unique capable de simuler les systèmes de refroidissement avec leur régulation, tous liés avec la CFD, pour les applications internes et externes du data center, est inestimable.”



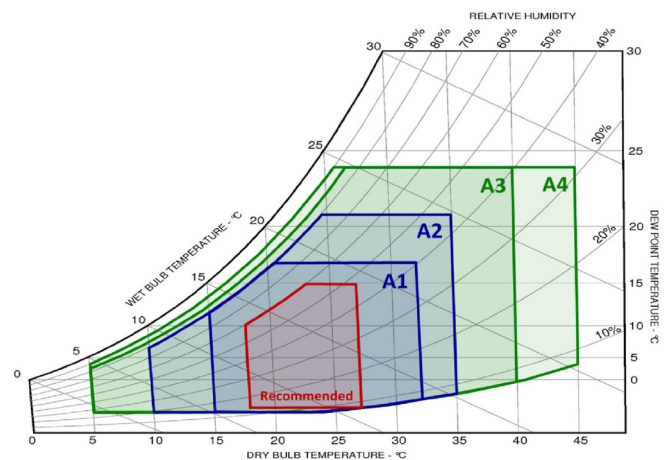
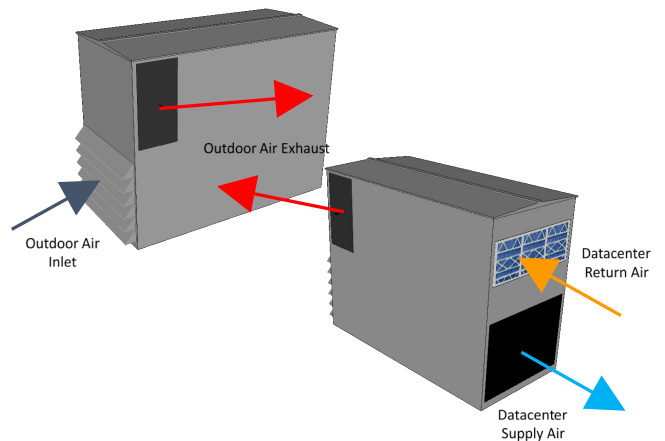
Choisir le refroidissement par évaporation indirecte (IEC)

Kao Data a choisi d'utiliser des unités de refroidissement par évaporation indirecte (IEC) dans ses installations. Ces unités sont conçues spécifiquement pour l'environnement des data centers et reposent sur le principe selon lequel l'évaporation de l'eau élimine la chaleur de son environnement. Ce type de refroidissement utilise l'air extérieur pour refroidir l'installation, sans permettre aux flux d'air extérieur et intérieur de se mélanger directement. L'air extérieur est aspiré à travers un échangeur de chaleur puis immédiatement évacué, tandis que l'air intérieur est aspiré de la pièce et circule de l'autre côté de l'échangeur de chaleur avant d'être réintroduit dans l'espace.

En humidifiant l'air extérieur pendant le processus, sa température est réduite de manière économique. Ceci en fait une étape essentielle lorsque les températures extérieures sont élevées et doivent être réduites pour assurer le refroidissement.

L'utilisation du refroidissement par évaporation indirecte garantit que les niveaux d'humidité ne sont pas affectés dans l'environnement du data center. En effet, les deux flux d'air passent par les côtés opposés de l'échangeur de chaleur hermétiquement scellé. Par conséquent, l'air chaud qui sort des serveurs informatiques est aspiré et repris sans risque d'entrée d'air extérieur dans le bâtiment. Ceci permet de maintenir les conditions environnementales internes de la classe A1 recommandée par l'ASHRAE.

Il est important de reconnaître que dans le cas du refroidissement par évaporation, l'air qui est rejeté dans l'environnement est beaucoup plus humide en raison de l'ajout d'eau. Cela signifie qu'un élément essentiel de la conception de l'IEC est la séparation adéquate de l'entrée et de la sortie de l'air extérieur pour éviter que l'air humide ne soit réintroduit.



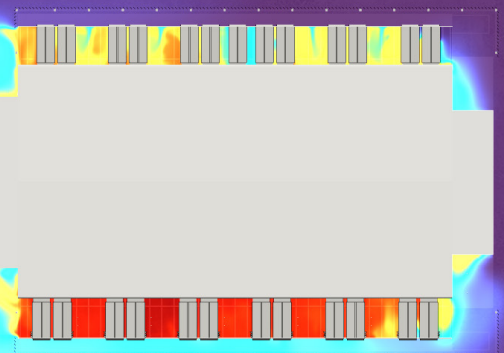
ASHRAE TC 9.9, directives thermiques (2011)

“

Nous avons choisi de travailler avec Future Facilities en raison de leur réputation de leader dans le domaine de l'analyse CFD.

Paul Finch, COO, Kao Data

”

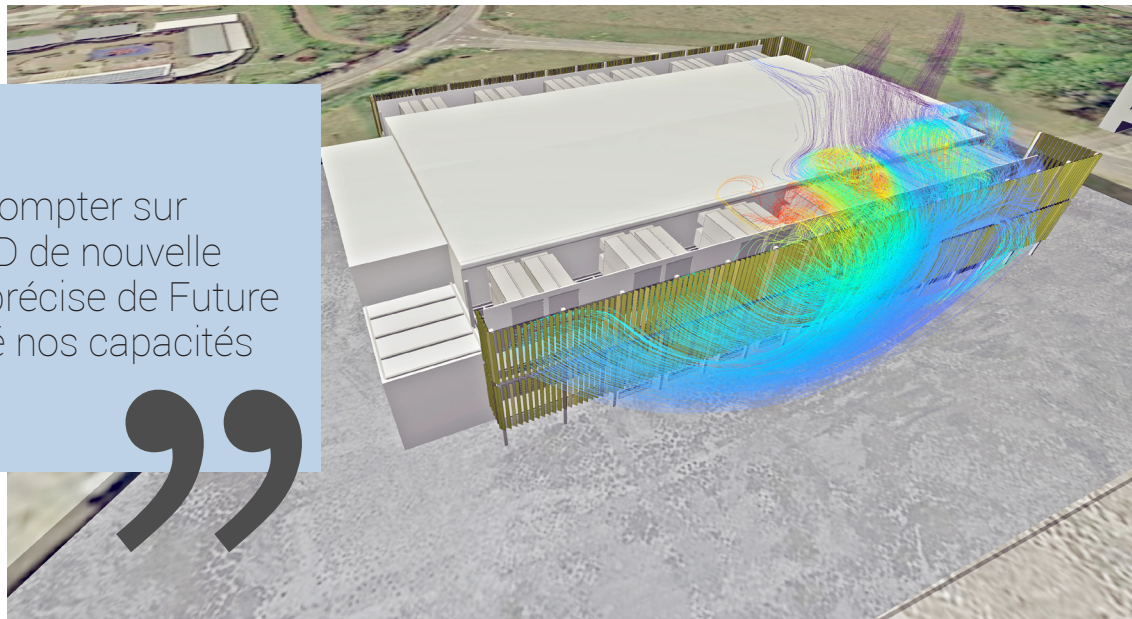


“

Le fait de pouvoir compter sur la modélisation CFD de nouvelle génération et très précise de Future Facilities a renforcé nos capacités techniques.

Paul Finch, COO, Kao Data

”



Pourquoi utiliser la simulation CFD pour la modélisation externe ?

Ayant établi que les performances des IEC sont potentiellement sensibles à l'humidité à l'aspiration d'air, et que les systèmes IEC en mode évaporation produiront de l'air humide, il était important d'évaluer le risque de recirculation entre les sorties et les entrées d'air. C'est là que la puissance de la CFD a pu être utilisée.

Une étude de simulation CFD du site externe permettrait à Kao Data de comprendre :

- L'impact thermique de la conception globale
- Comment cela pourrait être affecté par les différentes conditions météorologiques
- Comment les différentes étapes de l'aménagement du site peuvent affecter les performances.

L'objectif était de garantir un fonctionnement optimal tout au long des différentes étapes du projet et de signaler les éventuels problèmes.

Une fois la construction du KDL1 achevée, quatre salles de données seront exploitées aux premier et deuxième étages du bâtiment, avec des systèmes IEC aux deux étages : sur les côtés nord et sud de l'installation, les grilles d'entrée des unités IEC étant orientées vers le nord et le sud; tandis que les grilles de sortie d'air sont orientées vers l'est et l'ouest.

Kao Data a décidé de simuler un certain nombre de conditions de vitesse et de direction du vent afin de comprendre le comportement du flux d'air autour du bâtiment dans différentes circonstances. L'objectif était de comprendre quelles directions du vent provoquaient la pire recirculation de l'air et comment optimiser l'installation pour éviter que l'humidité ne soit piégée autour du bâtiment et aspirée dans les systèmes IEC. Il était également nécessaire d'examiner ce qui se passait dans des conditions de vent calme. Ceci peut être le pire scénario. En effet, des vitesses de vent plus élevées peuvent souvent aider à emporter l'air humide expulsé.

Les ingénieurs de JCA et de Future Facilities ont évalué les données météorologiques historiques de l'ASHRAE pour la région afin d'établir les conditions les plus susceptibles de

présenter des risques. Cela a permis de définir clairement un nombre raisonnable de scénarios de simulation. Dans un premier temps, 6SigmaDCX a été utilisé pour cartographier différents scénarios d'environnement externe, en tenant compte de l'effet des obstructions du bâtiment sur l'entrée d'air et de toute difficulté potentielle telle que le mélange de l'air évacué et l'augmentation de la température bulbe humide (WB) de l'entrée au-dessus des limites spécifiées pour les unités IEC. Les simulations ont été utilisées pour identifier et réduire les risques. Cela a permis à la conception finale de prendre en compte l'emplacement des refroidisseurs et la façon dont le flux d'air pourrait être gêné en les plaçant trop près les uns des autres ou mesurer l'impact de murs à persiennes pour cacher les unités.

Outre l'évaluation de l'environnement extérieur, la modélisation CFD a joué un rôle important dans la configuration des salles informatiques. Pour ces salles, le jumeau numérique 6Sigma de Kao Data a été utilisé pour vérifier que le système de refroidissement fonctionnait efficacement à la température de l'air d'alimentation prévue. Il était essentiel que le flux d'air soit réparti de manière homogène dans le data center et que la disponibilité du refroidissement informatique ne soit pas affectée par l'emplacement.

En plus de valider les performances thermiques dans des conditions normales de fonctionnement, la simulation CFD a été utilisée pour vérifier que la conception se comporterait bien dans un scénario de panne. En particulier en ce qui concerne l'équipement informatique situé près de l'unité de refroidissement défaillante.

“L'ingénierie exige un tour d'horizon complet, il est essentiel de fonder votre prise de décision sur des faits. Les données sont un élément fondamental de ce processus”, commente Paul Finch, COO, Kao Data. ***“Le fait de pouvoir compter sur la modélisation CFD nouvelle génération de Future Facilities a renforcé nos capacités techniques. Cela nous a donné l'assurance que la conception de nos installations et le choix de l'infrastructure électrique et CVC fonctionnaient de manière aussi optimale que possible. Cela nous a permis de gérer les risques avant l'engagement d'un projet d'investissement de plusieurs millions d'euros.”***

L'avenir

Alors que les premières Suites Technologiques TS01 et TS02 du bâtiment KDL1 sont désormais pleinement opérationnelles, le besoin de simulation CFD se poursuit au fur et à mesure de la progression de la construction des deux suites technologiques TS03 et TS04. La simulation est importante pour apprécier les changements dans le volume d'air recyclé avec l'augmentation des unités IEC et évaluer le profil de risque unique associé à chaque étape opérationnelle de la construction.

Le modèle CFD 6SigmaDCX du data center a été mis à jour pour incorporer les Suites Technologiques opérationnelles TS02, TS03 et TS04, avec des résultats démontrant les mécanismes de recirculation dans quatre scénarios différents. L'objectif principal était d'établir les conditions d'admission d'air pour tous les systèmes IEC installés. La vitesse du vent de 3,0 m/s à 10 m a été utilisée conformément aux conditions de vent prédominantes sur le campus de Kao Data. Les bâtiments du parc qui entouraient le data center ont été modélisés comme des blocages (sans charge thermique). Les obstructions du rez-de-chaussée comme les réservoirs d'eau et les salles d'usine ont été incluses le cas échéant. Les limites de température bulbe humide des fonctions de refroidissement IEC ont été prises en considération, en supposant qu'un fonctionnement en dessous de ces limites garantirait une température d'alimentation du data center de 26 °C.

L'efficacité des caractéristiques de conception, telles que les cloisons et les grilles, et l'impact de la direction du vent du sud-ouest et des condenseurs voisins ont été étudiés. Grâce à la simulation, Kao Data a pu envisager les ajustements nécessaires dans l'ordre d'installation des systèmes IEC et des cloisons, ainsi que les ajustements nécessaires en cas de problèmes de recirculation.

Pourquoi tout cela est-il si impressionnant ?

La JCA et Kao Data ont pu concevoir un data center à haute performance qui n'utilise aucune réfrigération mécanique. C'était sans précédent à l'époque où le TS01 est devenu opérationnel.

Le résultat est un data center industriel avec un PUE de 1,2, même en cas de faible utilisation de l'informatique. Ainsi, Kao Data et ses clients réalisent des économies à long terme sur les dépenses d'exploitation. Ils fonctionnent avec les meilleures références en matière de durabilité pour leur refroidissement. La conception a également permis à l'entreprise de faire preuve de souplesse dans l'occupation de l'espace. Contrairement à la plupart des data centers conventionnels, à 50 % de charge, le PUE n'était que de 1,14, ce qui est très impressionnant pour un data center de colocation.

Recommandations résultant de la simulation CFD



"La modélisation CFD nous a aidé à affiner notre processus de prise de décision concernant la conception et la fourniture de l'infrastructure de refroidissement au niveau des installations et des salles informatiques. Cela inclut le déploiement du superordinateur

Cambridge-1 de NVIDIA et les considérations techniques uniques qui accompagnent de telles mises en œuvre", a déclaré Paul Finch, COO de Kao Data. "Obtenir des informations fondées sur des données concernant les densités d'exploitation des environnements critiques de nos clients est essentiel pour nos capacités. Cela renforce notre position de premier fournisseur britannique de colocation de haute performance pour l'informatique intensive à l'échelle industrielle. "

Les principaux objectifs du projet étaient de trouver un arrangement efficace pour l'IEC, d'analyser la solution de ségrégation de l'air et d'évaluer si les conditions d'admission d'air de l'IEC étaient appropriées.

Au cours des simulations initiales, à pleine charge d'occupation et avec un vent dominant de sud-ouest, il a été constaté que l'humidité aux prises d'air extérieur était élevée, en particulier pour les systèmes IEC de l'élévation Nord. La température bulbe humide a été simulée comme étant au-dessus des limites acceptables. Cet impact sur les performances a été identifié grâce à l'étude CFD et des améliorations ont pu être apportées à la conception avant la construction.

D'autres caractéristiques de conception ont été analysées : notamment un auvent partiel au-dessus des zones d'évacuation d'air et un obturateur pour réduire la recirculation sous les unités. Ces caractéristiques ont été simulées et ont permis d'éviter le mélange du flux d'échappement d'air humide avec l'air ambiant plus sec.

Les ingénieurs ont également été en mesure de recommander l'installation d'un système IEC supplémentaire au niveau du TS01 afin de garantir une résilience accrue.

Toutes ces modifications de conception signifiaient que même dans les conditions d'admission du pire scénario, les spécifications recommandées par le fournisseur ne devaient pas être compromises. L'utilisation continue de la simulation tout au long du projet a permis de déterminer l'ordre de la séquence de construction afin de maintenir les risques opérationnels au minimum.



Simulation en cours

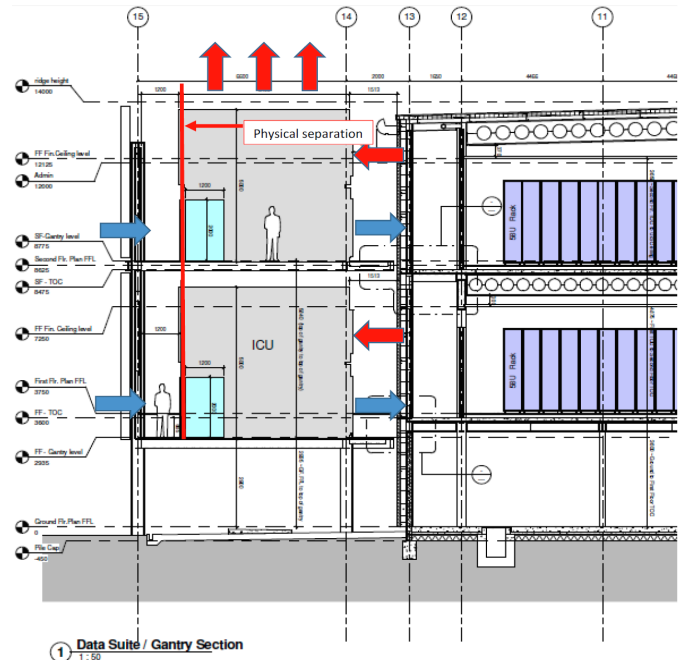
Future Facilities est fière d'avoir participé au projet novateur de Kao Data et continue de travailler aux côtés de Kao Data pour l'aider à prendre des décisions sur les configurations de data centers externes et internes.

Récemment, des simulations CFD ont été réalisées pour démontrer comment Kao Data peut respecter les accords de niveau de service (SLA) rigoureux de clients tels que NVIDIA, qui a récemment déployé son architecture DGX SuperPOD sous la forme de son superordinateur Cambridge-1 au sein du data center.

Grâce à la simulation CFD d'un large éventail de scénarios hypothétiques, le jumeau numérique 6Sigma pour data center reste essentiel pour les opérateurs de colocation afin de prendre des décisions éclairées, de réduire les risques et d'accroître l'efficacité, tant pour eux-mêmes que pour leurs clients.

Mark Seymour, directeur technique de Future Facilities, commente la collaboration avec Kao Data :

“ Ce fut une occasion fantastique de travailler avec un professionnel expérimenté de la colocation de data centers, Paul Finch, qui, avec l'équipe de Kao Data, voulait non seulement produire un environnement de colocation exceptionnel, mais aussi établir une nouvelle norme de durabilité environnementale pour de tels data centers au Royaume-Uni “. Tout en comprenant la valeur du jumeau numérique 6Sigma, Kao Data a également réalisé l'importance du fait qu'en tant que modèle, la valeur du jumeau numérique 6Sigma dépend de la qualité des informations fournies pour le créer, du choix des scénarios à étudier et de l'expertise requise pour interpréter les prédictions. Travailler avec l'entreprise de conception JCA et Kao Data sur ce projet prestigieux et soigneusement pensé a été un privilège pour Future Facilities.”



“

La modélisation CFD nous a aidés à affiner notre processus de prise de décision.

Paul Finch, COO, Kao Data

”

