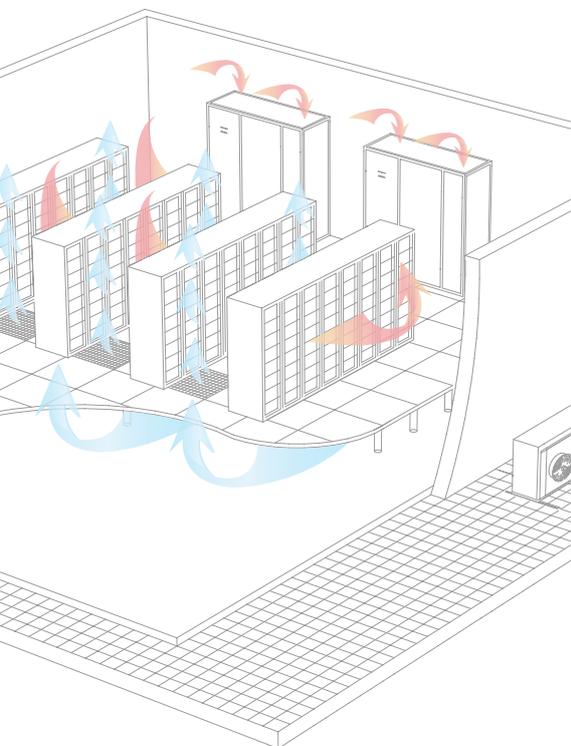


TECHNICAL **FOCUS**

CLIMATISEURS DE PRÉCISION : LA SOLUTION AERMEC POUR LES CENTRES DE DONNÉES



TECHNOLOGIE AERMEC DEMANDE AU CENTRE DE DONNÉES

Ce document donne un aperçu de solutions Aermec solutions pour climatiser les salles de serveurs.

Le refroidissement des serveurs est une part importante de la consommation totale d'un CED mais les systèmes actuels sont souvent inefficaces en raison de son dimensionnement insuffisant.

Dimensionner et gérer le système de climatisation peuvent donc conduire à de grandes économies d'argent et énergétiques.

RÉSUMÉ

Introduction	3
Chapitre 1 Caractéristiques des centres de données	4
Chapitre 2 Climatiseurs de précision	5
Chapitre 3 Solution d'installation.....	7
Chapitre 4 Aermec pour les centres de données.....	11
Chapitre 5 Étude de cas	12



Le collecteur "Focus technique" vise à fournir une simplification uniquement à titre indicatif des avantages potentiels de l'utilisation de solutions innovantes Aermec.

Comme les données et les résultats présentés dans la publication concernent les bâtiments et les situations spécifiques, elles peuvent aussi varier essentiellement en fonction de l'application et de l'utilisation prévue. Pour cette raison, les calculs et considérations faits dans le présent document ne peuvent en aucun cas se substituer à la conception de professionnel du génie thermique.

Aermec se réserve le droit de modifier à tout moment les modifications jugées nécessaire pour l'amélioration du produit avec la modification possible des données publiées.

Aermec © 2013, Tous droits réservés.

CENTRE DE DONNÉES : TERMINOLOGIE

RACK

en français baie ou structure à rayon qui abrite les composants matériels (serveurs, commutateurs et routeurs).

CRAC

(Computer Room Air Conditioning)

Unités modulaires pour le contrôle des conditions ambiantes, spécialement conçues pour maintenir une température constante de l'air et de l'humidité dans les chambres qui contiennent généralement équipements de traitement de données.

IT

Technologie de l'information
Ensemble de systèmes et équipements de traitement et de communication des données.

Centre de données ou CDD

Bâtiment dont la fonction principale est d'abriter les serveurs haute performance et les équipements électroniques sensibles.

Serveur

Composant ou sous-système de traitement informatisé.

Fournit au niveau logique et au niveau physique tout type de service à d'autres membres qui en font la demande à travers le réseau.

PAC

(Climatisation de précision)
Climatiseurs de précision

INTRODUCTION

Les centres de traitement de données et des environnements technologiques en général sont des applications critiques parce qu'elles exigent une fiabilité, une sécurité et une efficacité absolue.

Les particularités des centres de données sont la consommation d'énergie particulièrement significative, souvent en concomitance avec la haute densité des puissances thermiques installées (la densité de puissance des centres de données peut être exprimée par surface unitaire du sol ou par unité rack).

Une autre caractéristique est qu'ils doivent veiller à la continuité de l'exploitation au cours de l'année entière sans interruption de sorte C' est l'efficacité énergétique des machines et des installation sur laquelle se concentre aujourd'hui notamment la demande de commissionnaires et de concepteurs, et à laquelle Aermec souhaite répondre avec des solutions innovantes et avancées.

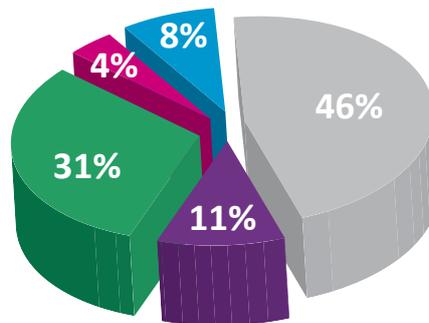


Chapitre 1 CARACTÉRISTIQUES DES CENTRES DE DONNÉES

Les centres de données sont un type de construction à haute densité énergétique : un centre de données consomme en moyenne 10-15 fois plus d'énergie qu'un bâtiment de bureau standard, en arrivant jusqu'à 40 fois. En outre, le champ de "technologies de l'information et de la communication (TIC)", est l'une des principales causes de la croissance de la consommation d'énergie en Europe. En effet, la densité des serveurs va crescendo, ce qui augmente rapidement la demande en énergie des systèmes de conditionnement d'air qui y est affectée.

Au refroidissement d'une salle de serveur est destinée une partie importante de la consommation totale d'énergie du centre de données, lui-même pour cette raison, le bon dimensionnement et la bonne gestion de l'installation de climatisation peut conduire à des économies d'énergie considérables.

- Serveur
- Autre
- Climatisation (HVAC)
- Éclairage
- UPS



Répartition de la consommation d'énergie dans un centre de données

Tout comme il existe des paramètres qui définissent l'efficacité du refroidisseur ou pompe à chaleur, à savoir l'EER ou le COP, même pour les salles de serveurs on a défini une valeur de mesure qui évalue l'efficacité énergétique. Ce paramètre est le PUE, défini comme le rapport entre la consommation totale d'énergie du centre de données et l'énergie utilisée par l'équipement informatique. Plus cette valeur est proche de l'unité, plus le centre de données est efficace.

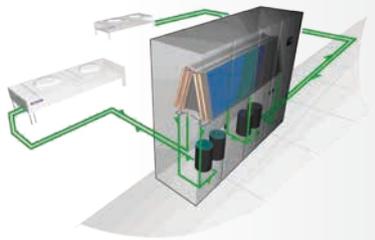
À ce jour, la plupart des centres de données PUE a des valeurs de l'ordre de 2, ce qui met en évidence les marges d'amélioration significatives potentielles, avec une contribution importante qui peut venir justement de son système de refroidissement.

L'intérêt croissant pour les systèmes de climatisation des serveurs, met en évidence l'inefficacité de l'approche traditionnelle du refroidissement des salles de serveurs, qui, s'il est amélioré offre une grande opportunité pour les économies d'énergie (la deuxième après la réduction de la charge des équipements IT).

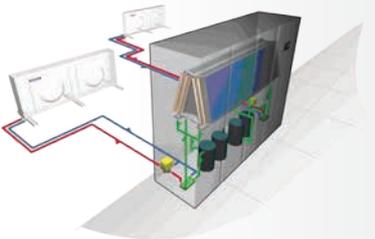
PUE
Power Usage Effectiveness

$$PUE = \frac{\text{Puissance totale des centres de données}}{\text{Dispositifs d'alimentation informatiques}}$$

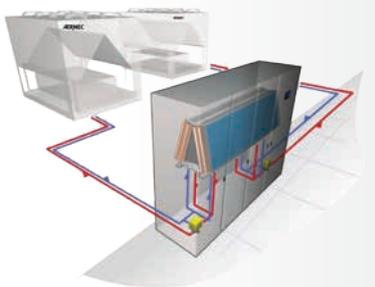
Chapitre 2 CLIMATISEURS DE PRÉCISION



Configuration à expansion directe condensée à l'air à double circuit réfrigérant.



Configuration à expansion directe condensée à l'eau à double circuit de refroidissement.



Configuration à eau glacée.

Les salles de serveurs doivent être refroidies avec des "climatiseurs de précision," spéciaux souvent indiqués par les acronymes:

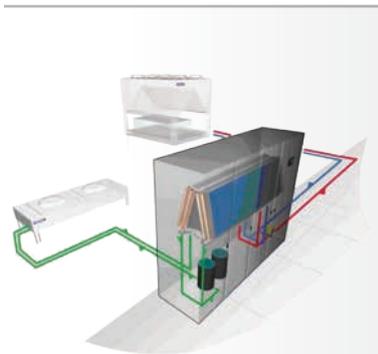
- CRAC (Computer Room Air Conditioning - Climatisation air ambiante informatisée)
- PAC (Precision Air Conditioning - Climatisation de précision)

Ces systèmes diffèrent des climatiseurs traditionnels dans le secteur résidentiel pour le contrôle strict des conditions de température et d'humidité, nécessaire pour assurer le bon fonctionnement du serveur.

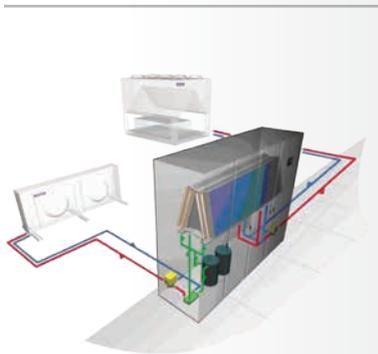
Les systèmes les plus largement utilisés pour le refroidissement des serveurs sont à l'air. L'air peut être distribué à l'équipement électronique de plusieurs façons : par des grilles sur le plancher surélevé, ou au-dessus de systèmes localisés placés entre les racks.

Les climatiseurs de précision peuvent être :

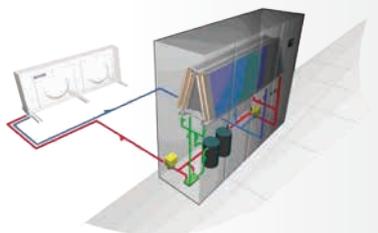
- **A expansion directe** : présentent à l'intérieur un ou plusieurs circuit frigorifiques condensés à l'eau ou à l'air. Une caractéristique des batteries d'évaporation est celle d'être dimensionnées pour traiter des charges essentiellement sensibles. Les unités condensées à l'eau sont reliées aux refroidisseurs de liquide installés à l'extérieur, dans lequel circule une solution de glycol. La machine condensée à l'eau offre la possibilité d'exploiter le free-cooling ou le refroidissement par énergie naturelle en fonction de la température atteinte par la solution de glycol dans le refroidisseur de liquide, peut aller refroidir le liquide en condensation ou aller alimenter directement les serpentins d'eau appropriés placés à l'intérieur de la machine en alternative à celles à expansion directe.
- **A l'eau réfrigérée** : dans ce cas, la machine n'est pas équipée de circuit de réfrigérant, présente à l'intérieur une ou plusieurs batteries alimentées en eau glacée produite par l'intermédiaire d'un refroidisseur externe.



Configuration "dual-cool" :
expansion directe condensée à air
et à l'eau réfrigérée.



Configuration "dual-cool" :
expansion directe condensé à l'eau
et à l'eau réfrigérée.



Configuration à expansion directe
condensée à l'eau avec option
free-cooling

Les machines pour les centres de données doivent être équipées de tous les éléments nécessaires pour assurer un traitement complet thermo-hygrométrique de l'air, selon les besoins qui varient en fonction de l'installation : en plus du refroidissement de la pièce, il est possible d'exiger le post-chauffage (réalisée avec une batterie électrique, avec batterie à eau, ou pour les machines à détente cela peut être obtenu en exploitant le refroidissement du gaz chaud), humidification (typiquement par électrodes immergées) et degrés d'efficacité de filtration de l'air plus ou moins élevés.

Il s'agit, à certains égards, de véritables unités de traitement d'air spécialement conçus pour des environnements à haute densité et avec des facteurs thermiques proches de 1.

Dans les centres de données, il est nécessaire d'assurer une redondance appropriée des systèmes de refroidissement, pour éviter d'affecter le fonctionnement normal de la chambre de serveur dans le cas d'une défaillance d'un climatiseur.

La redondance peut être obtenue en équipant la machine de plusieurs circuits frigorifiques indépendants dans lesquels l'un sert de réserve à l'autre. Dans des installations très grandes, il est possible d'installer plus de machines que nécessaire pour en avoir une partie en réserve.

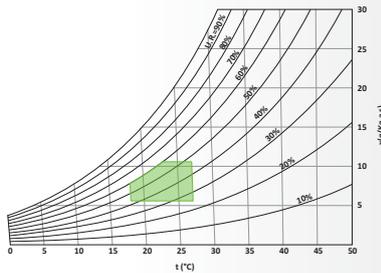
Une autre solution peut consister à utiliser des machines appelées "dual-cool", ou à double circuit de refroidissement et double réfrigérant. Dans ce cas, la machine est équipée de deux circuits de refroidissement séparés, l'un à expansion directe et l'autre à l'eau glacée, de sorte que si le refroidisseur qui alimente la batterie à eau ne fonctionne plus, le circuit de réfrigérant interne se déclenche pour garantir un refroidissement approprié.

Conditions thermo-hygrométriques dans les centres de données

Les conditions de température et d'humidité à assurer dans un centre de données sont fixées par l'ASHRAE dans le document "guides thermiques pour les environnements de traitement de données" en 2011.

Dans ce document sont identifiées comme "recommended" pour impératives les conditions suivantes :

- Température comprise entre 18 ° C et 27 ° C
- Humidité spécifique comprise entre 5,6 et 10,6 g / kg, avec une limite maximale en termes d'humidité relative de 60%.



La teneur en eau, dans les salles de serveurs, est très importante. Les valeurs d'humidité trop élevée peuvent entraîner des erreurs de supports de bande, une usure excessive et la corrosion. Ces risques augmentent de façon exponentielle lorsque l'humidité relative dépasse 55 %. D'autre part, des valeurs trop faibles d'humidité relative (inférieure à 30 %), augmentent les risques de décharges électrostatiques pouvant endommager les composants et avoir un effet néfaste sur le fonctionnement de la machine.

Chapitre 3 SOLUTIONS SYSTÈME

Améliorer l'efficacité de la climatisation est l'une des principales routes à prendre pour la réduction significative de la consommation des centres de données. A cet égard, l'une des stratégies visant à augmenter l'efficacité du système de climatisation est d'optimiser les débits d'air. Il existe plusieurs solutions, et la plus répandue prévoit de diviser la salle en allées chaudes et allées froides. Cette solution optimise la caractéristique de construction des serveurs, qui aspirent l'air froide frontalement et l'éjectent par l'arrière. En les disposant l'un en face de l'autre en files, on crée des allées froides d'où les serveurs aspirent l'air, et des allées chaudes par lesquelles l'air est expulsé. Par rapport à l'approche traditionnelle, qui vise à maintenir constantes les conditions moyennes de la pièce, celle basée sur les allées chaudes/froides permet de prendre en compte les besoins réels du serveur en assurant leur refroidissement.

Un principe général dans la conception d'un centre de données est donc la séparation des flux, en évitant le mélange entre le refoulement et le retour.

Du point de vue de l'application, les solutions de système peuvent être différentes selon les puissances impliquées dans la salle des serveurs.

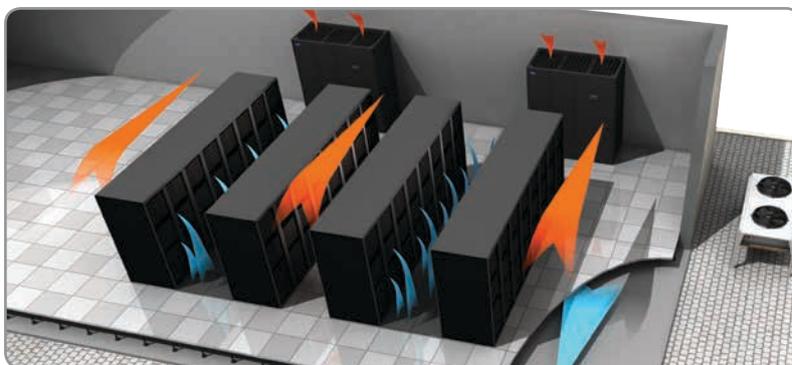
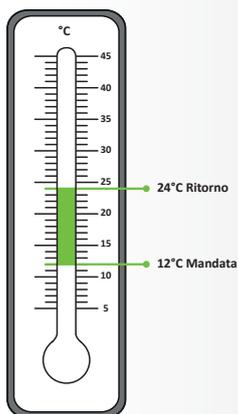
FAIBLE DENSITÉ

Les applications à faible densité sont celles dans lesquels la densité de puissance des serveurs est inférieure à 5 kW par baie.

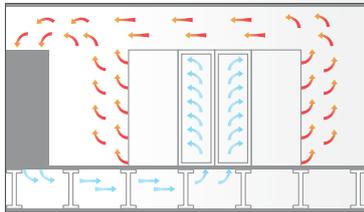
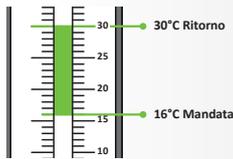
Dans cette gamme de puissance, la tendance est de rendre les corridors ouverts : l'air froid est alimenté à partir de l'unité de conditionnement dans le plancher flottant, et à travers les grilles spécifiques atteint les serveurs qui aspirent en la rejetant dans l'allée chaude, d'où vient l'unité de climatisation située autour du périmètre de la pièce.

Ce n'est là qu'un exemple de l'application de la notion de «allées ouvertes», les solutions peuvent être modifiées en fonction des besoins et des espaces qu'offre la salle des serveurs. C'est pourquoi sont disponibles des unités de climatisation avec différentes configurations de précision, par exemple le refoulement peut venir d'en bas (débit vers le bas) ou d'en haut (débit vers le haut).

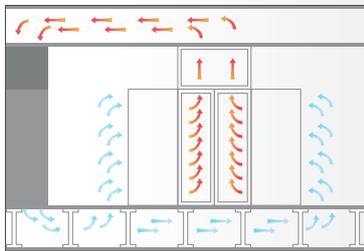
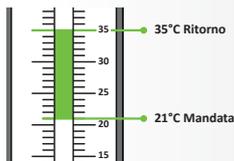
La solution d'allées ouvertes assure une bonne séparation entre les flux d'air, mais pas absolue. Dans les applications peu gourmandes en énergie cela s'avère être une bonne solution, peu coûteuse, rapide à mettre en œuvre et flexible (l'agencement peut être facilement modifié au gré de l'évolution de la salle des serveurs). Cette solution nécessite néanmoins de produire de l'air à une température plutôt basse : la température de refoulement de l'air est normalement de 12°C.



allée froide :
est fermée en haut et latéralement en séparant nettement le débit de refoulement de celui d'alimentation



allée chaude :
l'allée chaude est acheminée de manière à limiter la chaleur sortant sur serveur.



MOYENNE HAUTE DENSITÉ

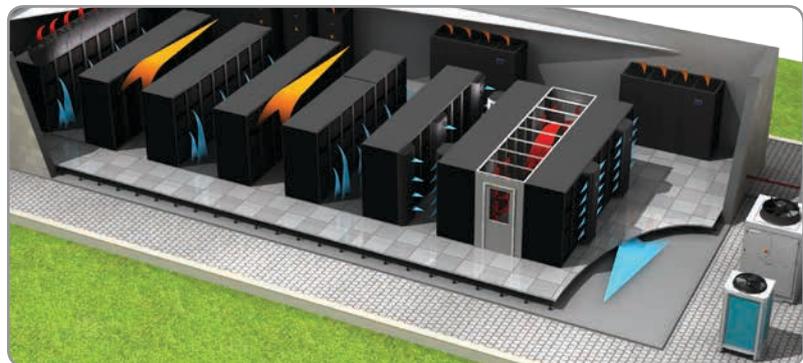
Au fur et à mesure que la densité des serveurs augmente, une solution à allées ouvertes peut ne pas suffire pour assurer le refroidissement du rack. Dans ces applications, en fait, augmente le risque de mélange entre les deux débits qui peuvent être évités en fermant les couloirs et en limitant les débits d'air.

On peut identifier deux solutions possibles

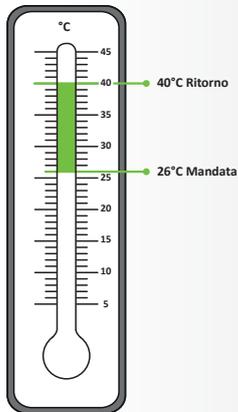
- **Délimitation de l'allée froide :** l'allée froide est fermée en haut et latéralement pour séparer le débit d'air de refoulement du débit de reprise ;
- **Délimitation de l'allée chaude :** l'allée chaude est acheminée de manière à limiter la chaleur sortant des serveur.

Les deux solutions exigent une séparation claire entre les débits d'air chaud et froid. La limitation des flux permet d'augmenter la température de l'air froid à envoyer aux serveurs, car le risque de mélange est pratiquement nul. Dans ces applications, on est face à des température plus élevées de l'air de refoulement, allant de 16 °C à 21 °C. L'augmentation de la température de refoulement, a pour conséquence l'augmentation de l'efficacité de l'équipement de climatisation : détente directe augmente si la température d'évaporation augmente à l'expansion directe, s'il s'agit d'unités à eau réfrigérée implique l'utilisation de l'eau à une température plus élevée et améliore dans tous les cas l'efficacité du système.

Un deuxième aspect, pas moins important est lié à la déshumidification : lorsque dans les salles de serveurs l'apport latent de charges externes est faible, une faible température de la batterie implique une déshumidification qui n'est pas toujours nécessaire. Il en résulte une humidification ultérieure pour garder l'humidité dans la salle aux niveaux souhaités. La limite des allées chaudes et froides est donc une excellente solution car elle permet d'opérer à une température plus élevée de la batterie, en réduisant ou en éliminant les phénomènes de déshumidification non contrôlée.



Hot Aisle Containment HT



La solution à allées chaudes prévoit normalement le refoulement d'air à 21 ° C et le retour à 35 ° C. Une solution avec des températures de fonctionnement plus élevées (27/40 ° C) peut conduire à une augmentation de l'efficacité du système. En effet l'ASHRAE, dans ses lignes directrices pour la conception des centre de données (ASHRAE TC 9.9 – Thermal Guidelines for Data Processing Environments Lignes directrices thermiques pour les environnements de traitement des données) fixe une limite pour la température maximale de 27 ° C et 40 ° C pour le retour.

Aermec propose, pour de plus grandes économies d'énergie, la solution "Hot Aisle Containment HT (high Temperature)", (Limitation allées chaudes haute température) basée sur le maintien de l'architecture sur les files et la limitation d'allées chaudes tout en augmentant les températures de fonctionnement.

Chapitre 4

AERMEC POUR CENTRES DE DONNEES

La solution d'Aermec qui porte le nom de "Hot Aisle Containment HT" implique l'utilisation des unités de climatisation de précision à l'eau, installées dans les salles de serveurs avec la configuration à allées chaudes délimitées. Il est prévu de travailler dans ce cas, à une température de l'air d'alimentation de 27° C, contre 0 ° C environ pour les applications traditionnelles. L'augmentation de la température de refoulement, exige cependant, des précautions particulières : il est important, dans ce cas, d'avoir un fonctionnement à débit d'air constant avec les valeurs qui doivent être évaluées avec soin, vous devez identifier quel est le débit minimum requis pour le serveur afin d'éviter la formation de hot-spot.

Compte tenu de ceci, les températures les plus élevées de l'eau ont l'avantage d'augmenter l'efficacité du refroidisseur, et d'autre part d'augmenter le nombre d'heures dans lequel il est possible d'utiliser le free-cooling.

Pour ce faire, Aermec optimise la technologie du free cooling, par un un "free-cooling modulant " : même lorsque les conditions extérieures garantissent une couverture minimale de la charge thermique (c'est à dire, lorsque la température extérieure est légèrement inférieure à la température de l'eau), la modulation de refroidissement gratuit permet de maximiser l'accès à la source externe gratuite, selon des pourcentages croissants et proportionnellement à la différence de température entre l'eau de sortie de l'unité PAC et l'environnement externe, jusqu'à annuler la contribution de la maximisation de refroidissement mécanique de manière à optimiser l'efficacité du système. La combinaison d'une technologie comme celle-ci, à la solution "Hot Aisle Containment HT" peut comporter à des avantages énergétiques énormes.

Voici des simulations numériques afin de démontrer les avantages énergétique que l'augmentation de la température de refoulement de l'air et du free-cooling peuvent comporter.

Aermec définit:

pPUE
Partial Power Usage Effectiveness

$$PPUE = \frac{\text{Puis. Matériel informatique} + \text{Imp Conditionnement}}{\text{Dispositifs d'alimentation informatiques}}$$

CONDITIONS D'UTILISATION

Solutions A et C :

température de refoulement de 24 ° C

humidité relative ambiante de 45 %

T. eau entrée PAC = 15 ° C

T. eau sortie CAP = 20 ° C

solutions B et D :

température de refoulement de 27 ° C

humidité relative ambiante de 40 %

T. eau entrée PAC = 18 ° C

T. eau sortie PAC = 23 ° C

Chapitre 5 ÉTUDES DE CAS

On a pris en considération un centre de données de 14 racks d'une capacité totale de 35 kW (2,5 kW / rack). La demande d'énergie pour le refroidissement est de 80 kW. Cette demande est satisfaite par deux unités de climatisation de précision à eau glacée réfrigérée en mesure de fournir, aux conditions d'exploitation, au moins 40 kW de puissance de réfrigération. Chacune des deux unités PAC est alimentée par un mélange eau-glycol (20 % d'éthylène glycol) refroidi par un refroidisseur de type air-eau, d'une puissance nominale de 80 kW (déterminée avec de l'air extérieur 35 ° C, 7 ° C l'eau produite, Dt 5 ° C). Le choix de diviser la puissance nécessaire en deux parties et de dimensionner les deux refroidisseurs pour la charge totale, est principalement liée à des raisons de fiabilité : en cas de panne d'un refroidisseur, l'autre est en mesure de climatiser de manière autonome toute la salle des serveurs. La charge du centre de données est constante, 24-24h, 7 jours sur 7. L'énergie totale consommée localement au cours de l'année, pour son refroidissement, est alors égale à 700,8 MWh (80kW x 8670h/an).

Les solutions de climatisation qui ont été étudiées sont les suivantes :

- A** Température de l'eau d'alimentation de l'unité de climatisation à 15 ° C ($\Delta T=5^{\circ}C$)
- B** Température de l'eau d'alimentation de l'unité de climatisation à 18 ° C ($\Delta T=5^{\circ}C$)
- C** Température eau d'alimentation de l'unité de climatisation 15°C ($\Delta T=5^{\circ}C$) produite par les refroidisseurs avec option free cooling
- D** Température de l'eau de l'alimentation de l'unité de climatisation à 18 ° C ($\Delta T=5^{\circ}C$) produite par les refroidisseurs avec option free cooling

Les simulations ont été effectuées pour trois endroits différents: Milan, Londres et Le Cap.

Les résultats présentés dans les pages suivantes montrent comment la montée en température de l'eau produite comporte en effet une réduction de la consommation : passer de 15 ° C à 18 ° C d'eau produite implique une réduction de la consommation d'électricité absorbée au cours de l'année, environ 2%, dans les trois cas analysés. Pourcentage pas très élevé, mais important si vous pensez que cela a été réalisé en modifiant simplement la valeur de consigne de fonctionnement du refroidisseur.

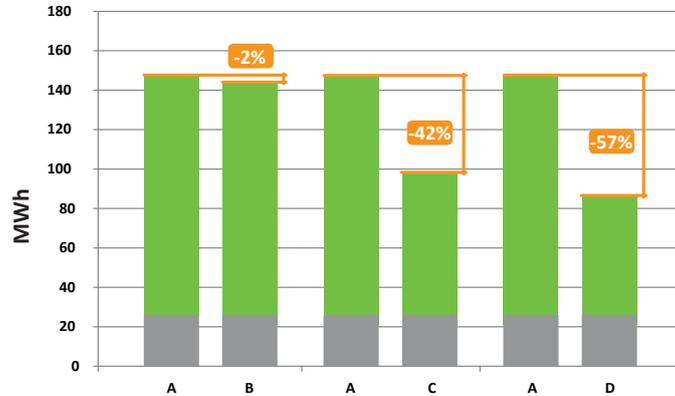
Plus important, cependant, sont les avantages à tirer de l'exploitation du free-cooling. Dans ce cas, les économies d'énergie obtenues varient en fonction de l'incidence du free-cooling pour chaque emplacement : où les températures sont plus rigides à l'intervention du free-cooling sera plus fréquente pour des économies encore plus importante.

ÉTUDE DE CAS 1: MILAN

Les résultats des simulations

Légende

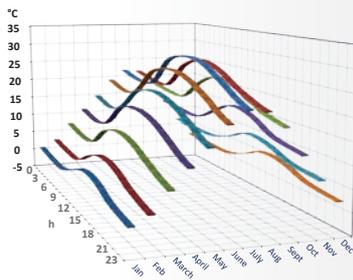
- A T eau produite 15 ° C ($\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$)
- B T eau 18 ° C ($\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$)
- C T eau produite 15 ° C ($\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$) avec l'option free cooling
- D T eau produite 18 ° C ($\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$) avec l'option free cooling



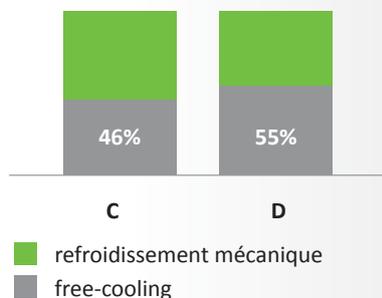
Consommation d'électricité :

- refroidisseur + pompes
- PAC

Profil climatique de Milan



Pourcentage de fonctionnement en mode free-cooling sur base annuelle



	CAS	A	B	C	D
Énergie frigorifique exigée par le centre de données	MWh	700,8	700,8	700,8	700,8
Energie électrique absorbée par les refroidisseurs	MWh	132,7	129,7	85,91	74,99
Energie électrique absorbée par les PAC	MWh	26,30	26,30	26,30	26,30
EER (refroidisseur + PAC)	-	4,41	4,49	6,25	6,92
pPUE	-	1,52	1,51	1,36	1,33

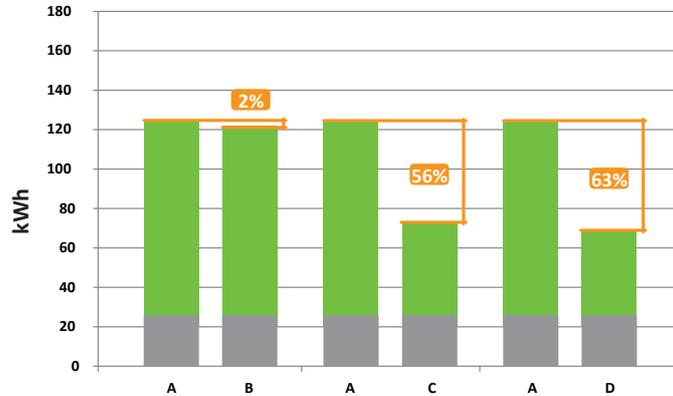
Pour le calcul de pPUE on a pris en compte les puissances absorbées par les unités rack, par les refroidisseurs (y compris les pompes de circulation) et les climatiseurs de précision.

ÉTUDE DE CAS 2: LONDRES

Les résultats des simulations

Légende

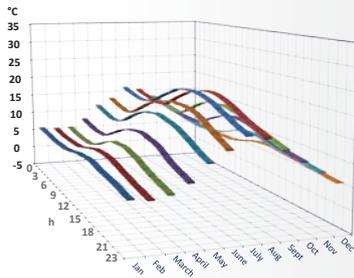
- A T eau produite 15 ° C ($\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$)
- B T eau 18 ° C ($\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$)
- C T eau produite 15 ° C ($\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$) avec l'option free cooling
- D T eau produite 18 ° C ($\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$) avec l'option free cooling



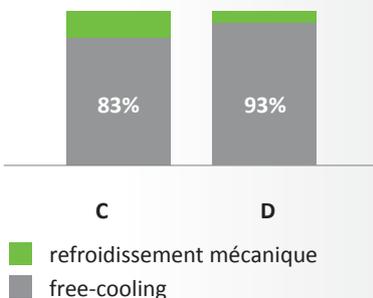
Consommation d'électricité :

- refroidisseur + pompes
- PAC

Profil climatique de Londres



Pourcentage de fonctionnement en mode free-cooling sur base annuelle



	CAS	A	B	C	D
Énergie frigorifique exigée par le centre de données	MWh	700,8	700,8	700,8	700,8
Énergie électrique absorbée par les refroidisseurs	MWh	117,6	114,9	65,96	61,95
Énergie électrique absorbée par les PAC	MWh	26,30	26,30	26,30	26,30
EER (refroidisseur + PAC)	-	4,87	4,97	7,60	7,94
pPUE	-	1,47	1,46	1,30	1,29

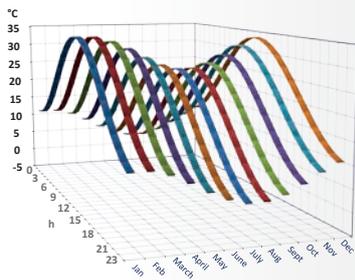
Pour le calcul de pPUE on a pris en compte les puissances absorbées par les unités rack, par les refroidisseurs (y compris les pompes de circulation) et les climatiseurs de précision.

ÉTUDE DE CAS 3: LE CAP

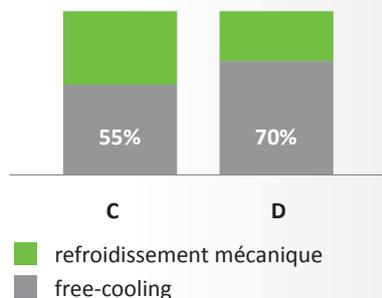
Légende

- A T eau produite 15 ° C ($\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$)
- B T eau 18 ° C ($\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$)
- C T eau produite 15 ° C ($\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$) avec l'option free cooling
- D T eau produite 18 ° C ($\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$) avec l'option free cooling

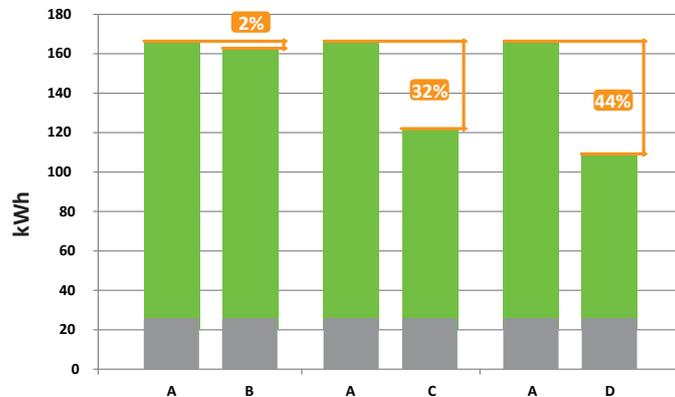
Profil climatique du Cap



Pourcentage de fonctionnement en mode free-cooling sur base annuelle



Résultats des simulations



Consommation d'électricité :

- refroidisseur + pompes
- PAC

	CAS	A	B	C	D
Énergie frigorifique exigée par le centre de données	MWh	700,8	700,8	700,8	700,8
Énergie électrique absorbée par les refroidisseurs	MWh	159,6	156,0	115,01	102,61
Énergie électrique absorbée par les PAC	MWh	26,30	26,30	26,30	26,30
EER (refroidisseur + PAC)	-	3,77	3,84	4,96	5,44
pPUE	-	1,60	1,59	1,46	1,42

Pour le calcul de pPUE on a pris en compte les puissances absorbées par les unités rack, par les refroidisseurs (y compris les pompes de circulation) et les climatiseurs de précision.

De ces résultats, il est évident que les températures de fonctionnement plus élevées (27/40 ° C par rapport à 24/35 ° C), il est possible de réaliser des économies d'énergie importantes sans compromettre le bon fonctionnement du serveur, à condition de faire suffisamment attention pour ce qui est d'installation, en limitant l'écoulement de l'air amené et calculer avec précision en jeu.

Aermec S.p.A. Via Roma 996-37040 Bevilacqua (VR) Italie
T. +39 0442 633111 F. +39 0442 93577
sales@aermec.com
www.aermec.com