

équipements informatiques) rapporté à la consommation des seuls équipements informatiques. Il y a quelques années, le PUE moyen d'un data center en France pouvait dépasser 2,5. Aujourd'hui, les plus performants présentent un PUE inférieur à 1,5 : pour 1 kWh consommé par les serveurs, les équipements techniques (refroidissement, systèmes de climatisation, onduleurs, batteries de secours, etc.) ne consomment que 0,5 kWh d'électricité.

Une première norme

Sous l'impulsion des opérateurs de l'industrie des data centers et des fabricants d'équipements, des travaux internationaux ont été engagés en 2012 pour normaliser la définition du PUE. La norme ISO/IEC 30134-2 a été publiée en avril 2016, et sa version française prNF EN 50600-4-2 fait l'objet d'une enquête publique. La norme apporte notamment des précisions sur :

- le mode de mesure des consommations,
- le périmètre d'analyse selon les points

de mesure mis en oeuvre (trois catégories de PUE),

- la prise en compte de différents modes d'alimentation en énergie : électricité, gaz naturel, réseau de froid, cogénération, absorption, etc.

Un projet d'étiquette énergétique est à l'étude. Toutefois, le PUE reste un indicateur qu'il faut analyser avec précaution, car il ne prend pas en compte la localisation (ex. l'effet du climat, notamment sur les solutions utilisant le freecooling), le niveau de sécurité et de disponibilité (ex. la redondance des équipements entraîne un fonctionnement à charge partielle, donc avec un « rendement » dégradé), le niveau de charge des serveurs, voire la part d'énergie réutilisée dans le bâtiment (ex. cas d'une thermofrigopompe). Des travaux sont menés notamment à l'initiative de l'association Green Grid et des commissions de normalisation pour définir d'autres indicateurs relatifs à l'efficacité des ressources consommées

(par exemple, la consommation d'eau des tours de refroidissement) et aux modes de fonctionnement du data center (nominal et dégradé).

De nombreux travaux de recherche

Les data centers font l'objet d'au moins trois projets de recherche internationaux soutenus par la Commission Européenne dans le cadre du Programme FP7 :

- EU RenewIT : développement d'un outil de simulation de systèmes énergétiques ;
- GENIC : développement d'un outil de contrôle commande des systèmes CVC et de l'IT (Informatique et Télécommunications) ;
- DOLFIN : optimisation de la consommation et connexion aux réseaux intelligents (smart grids). ■

Pour en savoir plus

www.thegreengrid.org/
www.renewit-project.eu/
www.projectgenic.eu/
www.dolfin-fp7.eu/

Les évolutions des technologies de refroidissement pour les data centers

Freecooling indirect évaporatif

Refroidissement adiabatique

Par Séverine Hanauer, Directrice Consulting & Solutions Europe du Sud, Emerson Network Power

Grâce à des technologies de pointe, à la fois en termes d'équipements informatiques et de gestion énergétique, il est possible de construire des data centers offrant une efficacité énergétique de premier plan, y compris dans les climats chauds, ouvrant ainsi la voie à une réduction importante de la consommation d'énergie globale.

La croissance dans la consommation du contenu numérique et la collecte des données modifient le modèle de data center. Cinq tendances clés se précisent : le Cloud se complexifie, on observe une puissance latente du big data et une augmentation de la virtualisation, alors que l'utilisation d'équipements mobiles explose et les réseaux évoluent. Les solutions de refroidissement recherchées évoluent avec de nouvelles contraintes et directives.

Les évolutions des conditions de fonctionnement

Il y a seulement quelques années, la température normale de l'espace interne d'un data center était d'environ 22 °C. L'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) a relevé ses préconisations en matière de température d'exploitation des data centers : aujourd'hui, il est tout à fait courant de rencontrer des températures de

24-27 °C à l'avant des serveurs. La conception des data centers a donc évolué pour aller jusqu'aux limites supérieures de l'enveloppe préconisée, et même dans certains cas, jusqu'aux plages admissibles (A1-A4), permettant ainsi aux responsables et aux constructeurs de data centers d'adopter des solutions de refroidissement innovantes (► **figure 1**).

Les technologies de refroidissement naturel

L'approche classique en matière de refroidissement implique d'avoir comme standard des architectures à allée ouverte avec des températures d'air repris vers les unités de refroidissement entre

22-26 °C et des températures d'air fourni au data center entre 10-14 °C. En recourant à une gestion intelligente de la distribution de l'air aux serveurs, les concepteurs de data centers et les gestionnaires d'installation peuvent augmenter la température d'eau glacée de 7-12 °C en standard jusqu'à 10-16 °C.

Grâce à la solution de confinement en allée froide, les besoins exacts des serveurs en refroidissement et en débit d'air sont satisfaits, permettant ainsi de ne dépenser que les kilowatts nécessaires au refroidissement ciblé. Associé à un logiciel de gestion sur les climatiseurs, ce confinement va optimiser l'utilisation de l'espace et assurer une température uniforme et prévisible à l'ensemble des équipements informatiques, en contrôlant directement la température et l'humidité de l'allée froide. Si elle peut être associée au groupe de production d'eau glacée adapté, comme un groupe d'eau glacée freecooling ou freecooling adiabatique, cette solution apporte des avantages encore plus importants :

- puissance frigorifique supérieure pour un encombrement au sol réduit ;
- importantes économies d'énergie grâce à l'utilisation du freecooling pendant un grand nombre d'heures par an.

Les avantages du refroidissement adiabatique

Connu de longue date, le principe du refroidissement adiabatique peut être utilisé de nos jours pour réduire sensiblement la facture énergétique des data centers. Parmi les applications possibles les plus intéressantes, on peut citer l'augmentation de l'efficacité d'un groupe de production d'eau glacée freecooling, obtenue en humidifiant l'air ambiant entrant dans l'échangeur freecooling et dans le condenseur. L'air ambiant est humidifié et refroidi, sans coût énergétique supplémentaire, en traversant des panneaux humides. L'air est ainsi délivré à une température plus basse de 5 à 10 °C (selon les conditions météorologiques) à l'échangeur freecooling et au condenseur, ce qui permet d'atteindre une puissance frigorifique supérieure en freecooling et d'obtenir un fonctionnement plus efficace du compresseur.

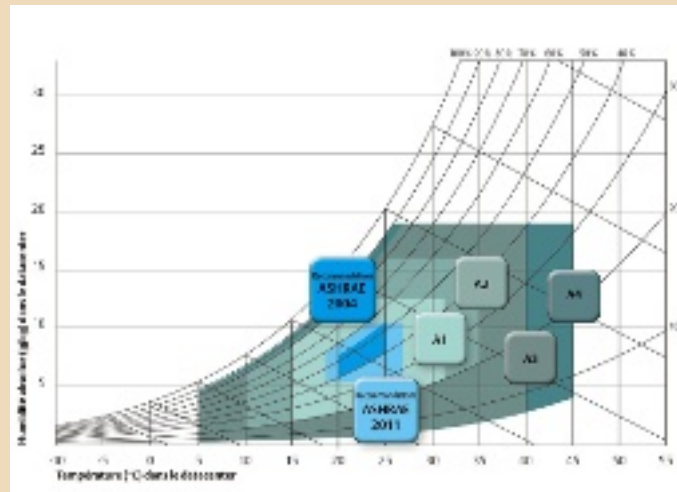


Figure 1 Recommandations ASHRAE pour les data centers

Avec un groupe d'eau glacée fonctionnant à pleine charge, l'adoption de ce système permet de tabler sur les économies d'énergie annuelles suivantes :

- 25-35 % par rapport à un groupe d'eau glacée de type freecooling ;
- 60-65 % par rapport à un groupe standard à condensation par air.

Dans le cas de systèmes redondants sous charge partielle, les économies d'énergie peuvent être encore plus importantes. Les groupes d'eau glacée de type freecooling adiabatique offrent donc des niveaux d'efficacité accrus, permettant ainsi aux responsables de data centers de réduire leurs frais généraux.

Un groupe d'eau glacée freecooling avec un système adiabatique intégré dans une seule unité est capable de garantir un refroidissement de 100 %, même dans les pires conditions ambiantes avec des pics

de température existants ou des systèmes à eau glacée existants, sans qu'il soit nécessaire de réétudier l'ensemble de l'infrastructure de refroidissement.

Jusqu'à présent, les data centers d'avant-garde ont été implantés de préférence dans des régions au climat froid, afin d'exploiter l'air froid ambiant, ce qui accroît l'utilisation du freecooling et améliore donc le rendement annuel. La tendance actuelle montre toutefois que le freecooling devient de plus en plus adapté partout, du fait de l'augmentation à la fois des températures d'eau glacée et des températures d'air des data centers.

Ce système favorise les data centers fonctionnant à charge partielle, du fait de l'importante puissance frigorifique en mode freecooling adiabatique qui couvre la charge presque tout au long

de l'année. Le refroidissement de secours par compresseur n'est mis en œuvre qu'en cas de pics simultanés de charge dans le data center et de température ambiante extérieure, cette situation ne se produisant que pendant un nombre d'heures très limité chaque année (> figure 2).



Figure 2 Groupe frigorifique avec refroidissement adiabatique

Le refroidissement évaporatif appliqué aux systèmes freecooling indirect

Il existe aujourd'hui des systèmes de traitement d'air par procédé évaporatif indirect. Le principe évaporatif proposé utilise l'air extérieur pour absorber de l'eau pulvérisée à haute pression. L'évaporation de l'eau abaisse la température de l'air exté-

rieur : il passe de la température sèche (BS) à la température humide (BH). L'échangeur air/air permet le rafraîchissement de l'air neuf injecté dans le bâtiment. La mise en œuvre du refroidissement évaporatif permet de maximiser le fonctionnement en freecooling et de minimiser le refroidissement lié au compresseur, optimisant ainsi les coûts d'exploitation (> figures 3 et 4).

Dans le respect des recommandations ASHRAE, ce système évaporatif peut être installé non seulement dans les climats froids, où il exploite le mode de fonctionnement sec, mais aussi dans les climats chauds, où l'utilisation du mode DX (back up avec système à détente directe intégré) est limitée uniquement aux périodes de l'année où il y a des pics de température extrêmes. Ceci entraîne une baisse significative de la consommation électrique, même à pleine charge (avec un maximum d'économies à charge partielle). La fonction de gestion des coûts optimise les frais d'exploitation (eau et électricité) et sélectionne, en fonction de la température sèche externe et de la charge thermique, le meilleur mode de fonctionnement (à savoir sec ou humide). De la même manière, la fonction de gestion des coûts optimisera l'utilisation du mode optionnel à détente directe (DX). ■ 39-45-85

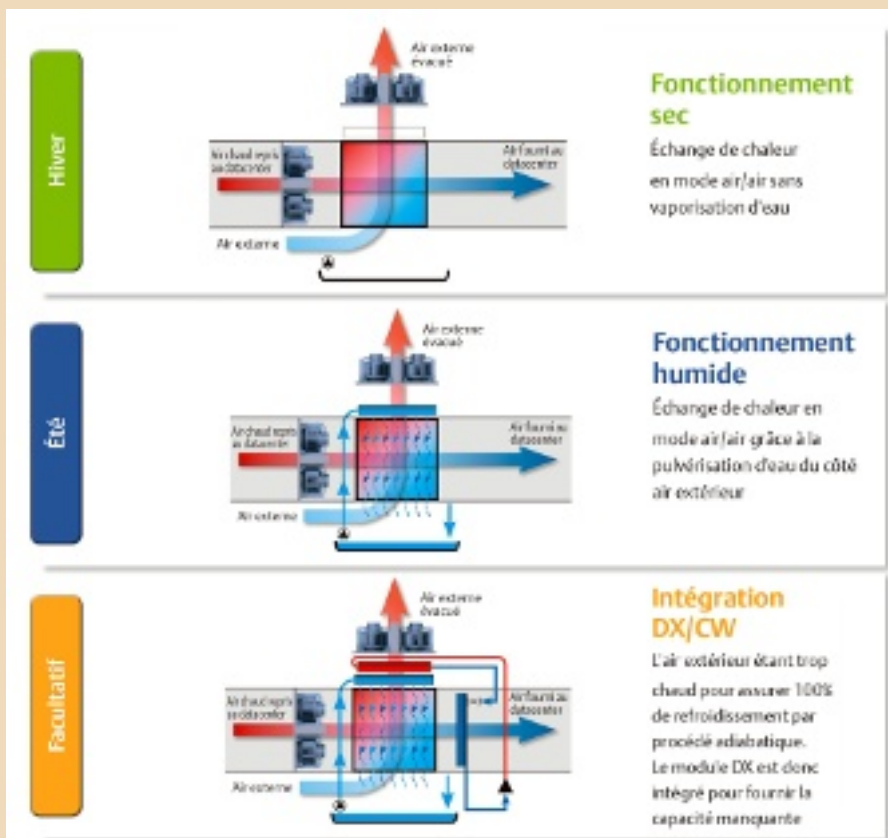


Figure 3 Modes de fonctionnement d'un système de freecooling indirect évaporatif



Figure 4 Système de freecooling indirect évaporatif

La récupération d'énergie fatale sur les data centers

La récupération de chaleur fatale sur les data centers semble relever d'une approche raisonnée. Toutefois, une analyse détaillée des conditions de mise en œuvre a montré que les perspectives actuelles semblent limitées pour la France. Des innovations récentes pourraient constituer des alternatives aux performances à quantifier.

Groupes froid à condensation

Convecteur numérique

Basse température

Par R. Carton, G. Castagna, F. De Carlan, T. Guyot et J.-C. Léonard, ingénieurs, Efficacy

Efficacy est un centre R&D public-privé dédié à la transition énergétique des villes. Lancé en 2014, il rassemble les compétences d'une centaine de chercheurs issus de l'industrie, de l'ingénierie et de la recherche pu-