



TECHNOLOGIES DE REFROIDISSEMENT DE TYPE FREECOOLING, ÉVAPORATIF ET ADIABATIQUE POUR DATACENTER

Dans divers climats en Europe,
Moyen-Orient et Afrique

Technologies de refroidissement de type freecooling, évaporatif et adiabatique pour datacenter

Il y a seulement quelques années, la température normale de l'espace interne d'un datacenter était d'environ 22 °C. Aujourd'hui, il est tout à fait courant de rencontrer des températures de 24-27 °C devant les serveurs d'un datacenter, comme le confirme l'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers), qui a relevé ses préconisations en matière de température d'exploitation des datacenters. L'environnement des datacenters ne cesse de se réchauffer et leur gestion s'est adaptée en conséquence pour prendre en compte les augmentations de puissance et de température. Conformément aux recommandations de l'ASHRAE, la conception des datacenters 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 datacenter d'adopter des solutions de refroidissement innovantes. Parmi les solutions les plus efficaces récemment mises en œuvre, on trouve le refroidissement adiabatique et évaporatif : une technique ancienne remise au goût du jour au 21^e siècle.

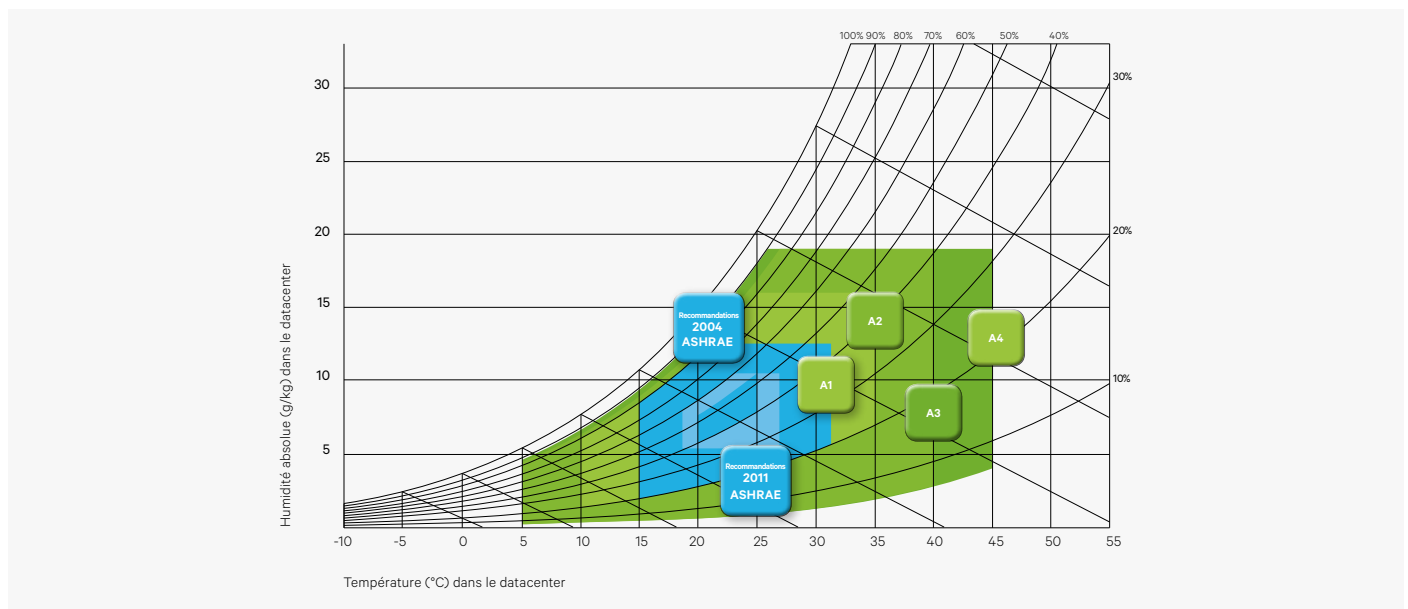


Figure 1. Recommandations ASHRAE

Utilisation de la technologie freecooling en Europe, au Moyen-Orient et en Afrique (Région EMEA)

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 datacenter entre 10-14 °C. En recourant à une gestion intelligente de la distribution de l'air aux serveurs, les concepteurs de datacenter et les gestionnaires d'installation peuvent augmenter la température d'eau glacée de 7-12 °C en standard jusqu'à 20-26 °C. Grâce à la solution de confinement en allée froide Vertiv™ SmartAisle™, 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. La solution Vertiv SmartAisle optimise l'utilisation de l'espace et assure une température uniforme et prévisible à l'ensemble des équipements informatiques, en contrôlant directement la température et l'humidité de l'allée froide. Associée au groupe de production d'eau glacée adapté, comme le groupe d'eau glacée freecooling Liebert® HPC ou le groupe d'eau glacée freecooling adiabatique Liebert AFC, cette solution apporte des avantages encore plus grands :

- 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
- Fonctionnement silencieux.

Ce livre blanc étudie l'impact de l'utilisation des technologies freecooling, associées ou non aux technologies adiabatique et évaporatif dans les grandes villes de la région EMEA.

Présentation des technologies de refroidissement adiabatique et évaporatif

Comment fonctionne le refroidissement adiabatique et évaporatif

S'appuyant sur une ancienne technique dont l'origine remonte à l'Empire romain, le refroidissement adiabatique/évaporatif est un procédé de diminution de la température de l'air par évaporation de l'eau dans l'air. Il y a plus de 2000 ans, ce système permettait d'abaisser la température d'une pièce chaude en vaporisant de l'eau dans l'air ou sur le sol, ce qui produisait un effet de refroidissement local au fur et à mesure de l'évaporation de l'eau.

De nos jours, le refroidissement adiabatique/évaporatif utilise les principes de l'ancien système en l'exploitant à l'aide des technologies du 21^e siècle dans le cadre des systèmes de Thermal Management.

Avantages du refroidissement adiabatique appliqué aux groupes d'eau glacée freecooling

Connu de longue date, le principe du refroidissement adiabatique peut être utilisé de nos jours pour réduire sensiblement la facture énergétique des datacenters. Parmi les applications possibles les plus intéressantes, on peut citer l'augmentation de l'efficacité d'un groupe 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 adiabatiques. L'air est ainsi délivré à plus basse température 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.

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 datacenter de réduire leurs frais généraux.

Liebert® AFC - Le premier groupe d'eau glacée de type freecooling adiabatique intégré du marché

Grâce à ces applications intelligentes, les datacenters de nouvelle génération seront à même d'apporter des avantages incomparables en termes d'économie, de fiabilité et de disponibilité du refroidissement. Un groupe d'eau glacée 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. Ceci reste vrai en cas de coupure d'eau, les compresseurs de secours permettant alors un fonctionnement à pleine capacité chaque fois que nécessaire. Un autre avantage significatif de ce groupe est la possibilité de l'utiliser pour la modernisation des systèmes de Thermal Management existants ou des systèmes à eau glacée existants, sans qu'il soit nécessaire de réétudier l'ensemble de l'infrastructure de refroidissement. Il est important de noter que le groupe Liebert AFC atteint ses performances de pointe lorsqu'il est exploité en association avec des unités périphériques tels que le système Liebert PCW et avec une solution de confinement Vertiv™ SmartAisle™, favorisant alors fortement le rendement du freecooling et les économies d'énergie. Jusqu'à présent, les datacenters 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. Par exemple, le niveau d'efficacité énergétique mécanique (pPUE) le plus élevé pouvant être atteint par un système de freecooling à haute efficacité en Europe du Nord (à savoir un système à eau glacée installé à Oslo, fonctionnant avec des températures d'eau dans la plage 20-15 °C) est de l'ordre de 1,11-1,15.

Dans les **pays chauds**, tels que ceux de la région méditerranéenne, l'utilisation du freecooling est traditionnellement très limitée et les compresseurs prennent en charge la majeure partie du refroidissement, en termes d'heures d'utilisation par an. Pour cette raison, les responsables de datacenter considèrent de manière conventionnelle que les systèmes de type freecooling sont moins attractifs que les groupes d'eau glacée à condensation par air classiques, ces derniers atteignant des valeurs de pPUE entre 1,2 et 1,3.

La tendance actuelle montre toutefois que le freecooling devient de plus en plus adapté, du fait de l'augmentation à la fois des températures d'eau glacée et des températures d'air des datacenters.



Figure 2. Le refroidissement adiabatique permet d'atteindre des valeurs de pPUE aussi basses que 1,1, même dans les pays du sud de la région EMEA.



Figure 3. Panneaux adiabatiques du groupe Liebert® AFC

Un système de panneaux adiabatiques humides permet d'abaisser la température de l'air entrant dans l'échangeur freecooling de 5 à 10 °C (selon les conditions météorologiques), permettant ainsi au freecooling de fonctionner à des températures ambiantes encore supérieures.

En outre, ce système favorise les datacenters 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 datacenter et de température ambiante extérieure, cette situation ne se produisant que pendant un nombre d'heures très limité chaque année.

Si nous considérons deux villes d'Europe, telles que Londres et Madrid, comme illustré sur la **Figure 4**, il apparaît clairement que, **pour un datacenter à pleine charge**, le système Liebert® AFC peut fonctionner en mode hybride (freecooling adiabatique plus compresseurs de secours) pendant presque 100 % du temps. Fait encore plus impressionnant, même dans des villes telles que Dubaï, qui enregistre une température ambiante moyenne bien supérieure, le mode hybride est actif pendant 50 % du temps.

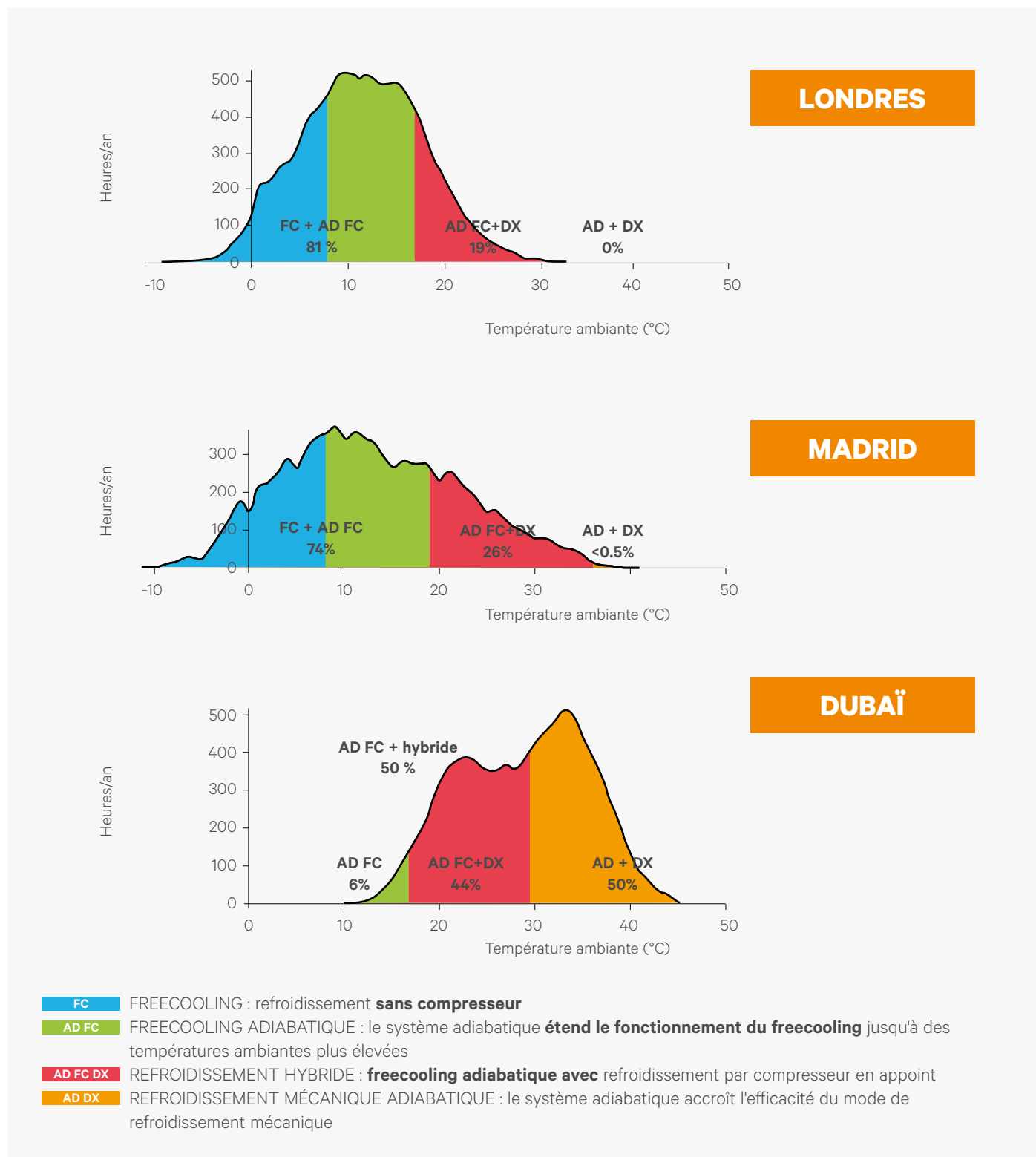


Figure 4. Modes de fonctionnement annuels du système Liebert AFC à Londres, Madrid, Dubaï, dans un datacenter Tier 4 de 1 MW à pleine charge (groupes d'eau glacée à 50 % de charge) – Mode adiabatique activé pour températures ambiantes > 8 °C

Les bénéfices sont également significatifs lorsque l'on examine l'efficacité énergétique mécanique obtenue en utilisant notre solution Liebert® AFC. Si l'on considère une solution classique, comprenant un climatiseur périphérique à eau glacée et un groupe d'eau glacée à condensation par air standard (systèmes avec un rendement dans la norme du marché), la valeur de pPUE obtenue est de **1,21 à Londres et 1,31 à Dubaï**. Pour les mêmes caractéristiques de datacenter, mais avec les systèmes Liebert PCW et Liebert AFC (fonctionnant à des températures d'eau glacée de 26-20 °C et d'air fourni au datacenter de 22 °C), la valeur de pPUE obtenue est de **1,06 à Londres et 1,18 à Dubaï**, ces deux valeurs étant significativement plus basses que celles obtenues avec la solution classique.

Pour ces unités, la consommation d'eau a en fait un très faible impact en termes de coût par rapport aux économies d'énergie réalisées. Ceci est rendu possible grâce à une conception optimisée et à une logique de régulation de pointe spécialement conçue pour ce nouveau produit. Le système de régulation électronique met en œuvre le fonctionnement le plus avantageux en termes de coûts, grâce à une évaluation anticipée des paramètres.

VILLE	GRUPE D'EAU GLACÉE À CONDENSATION PAR AIR	ÉTAPE 1 GRUPE D'EAU GLACÉE FREECOOLING	ÉTAPE 2 GRUPE D'EAU GLACÉE FREECOOLING	ÉTAPE 3 GRUPE D'EAU GLACÉE FREECOOLING ADIABATIQUE
	EAU GLACÉE 12-7 °C	EAU GLACÉE 15-10 °C	EAU GLACÉE 26-20 °C	EAU GLACÉE 26-20 °C
Londres	pPUE 1,21	pPUE 1,17	pPUE 1,09	pPUE 1,06
Madrid	pPUE 1,22	pPUE 1,18	pPUE 1,12	pPUE 1,07
Dubaï	pPUE 1,31	pPUE 1,32	pPUE 1,24	pPUE 1,18

Figure 5. Valeurs de **pPUE** dans différentes villes. Ces valeurs concernent un système d'eau glacée composé d'unités CRAC, de pompes et différentes technologies de groupe de production d'eau glacée.

Avantages du refroidissement évaporatif appliqué aux systèmes freecooling indirect

Le Liebert® EFC est le système de freecooling indirect évaporatif de Vertiv qui intervient en complément du groupe d'eau glacée de type freecooling adiabatique Liebert AFC. Les deux systèmes utilisent la technologie de refroidissement adiabatique/évaporatif mais le premier comprend également un échangeur de chaleur indirect air/air. Le groupe Liebert EFC est capable d'abaisser la température de l'air en exploitant le principe de refroidissement évaporatif via l'évaporation d'eau sous pression qui refroidit l'air environnant. Ce système évaporatif haute performance pulvérise de l'eau à l'intérieur de l'unité ainsi que sur l'échangeur de chaleur, afin de permettre le refroidissement même à des températures d'air ambiant élevées, sans recourir à un refroidissement mécanique.

Le principe évaporatif utilise l'air pour absorber l'eau pulvérisée à haute pression. L'évaporation de l'eau élimine ainsi la chaleur de l'air et abaisse la température de l'air extérieur. Cet air extérieur passe alors de la température sèche (BS) à la température humide (BH). La **Figure 6** illustre la transition de 35 °C à 20 °C. 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.

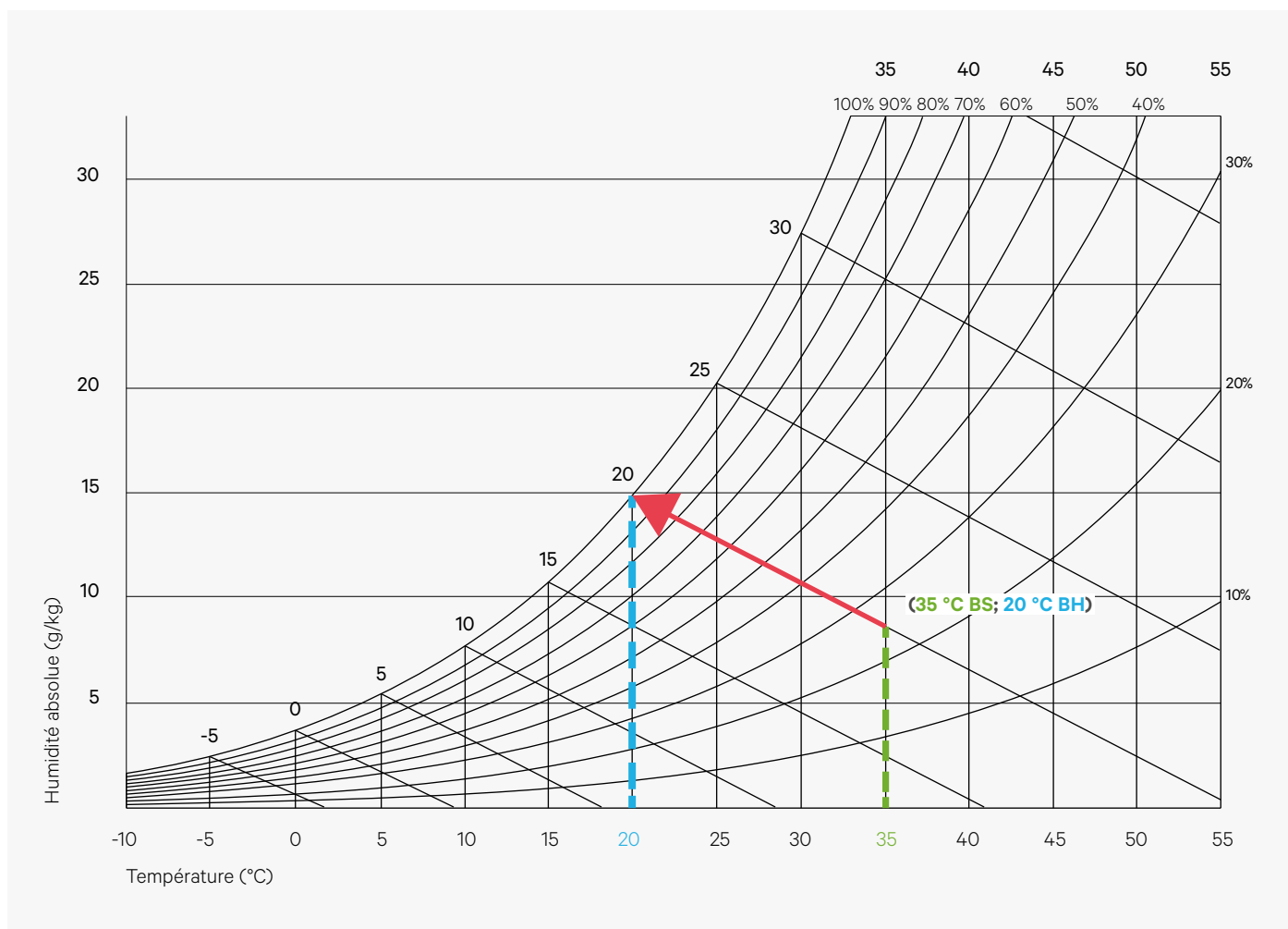


Figure 6. Diagramme psychrométrique

Le groupe Liebert® EFC a été conçu pour modifier automatiquement son mode de fonctionnement en fonction de l'environnement extérieur, afin d'optimiser l'efficacité globale du système. Lorsque l'air extérieur est suffisamment froid pour permettre le freecooling, l'unité passe en mode de fonctionnement sec (mode de fonctionnement d'hiver). Des températures ambiantes et une humidité extérieure plus élevées déterminent la puissance frigorifique et les performances de l'unité, car l'effet évaporatif est directement lié à la capacité de l'air externe à absorber l'eau.

Lorsque l'unité fonctionne au sein d'environnements à température plus élevée et à humidité relative plus basse (mode de fonctionnement d'été), le groupe Liebert EFC passe en mode évaporatif. Dans les climats à taux d'humidité élevé, l'unité peut nécessiter l'intégration d'un système à détente directe (DX) ou l'installation d'un échangeur à eau glacée (CW), en mode de fonctionnement DX/CW.

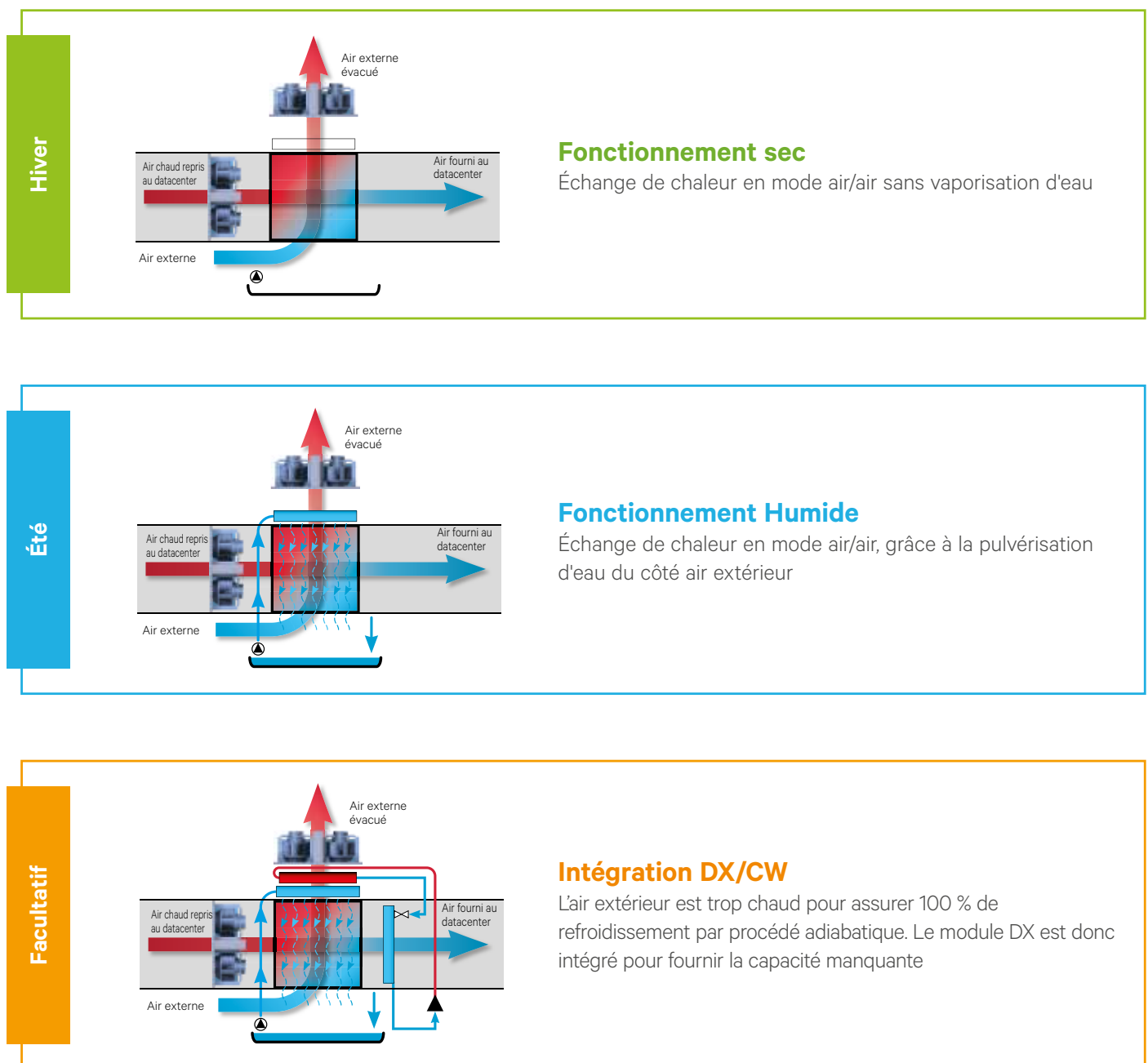
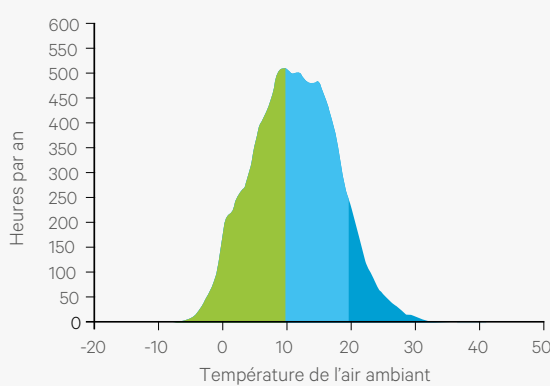


Figure 7. Modes de fonctionnement du groupe Liebert EFC

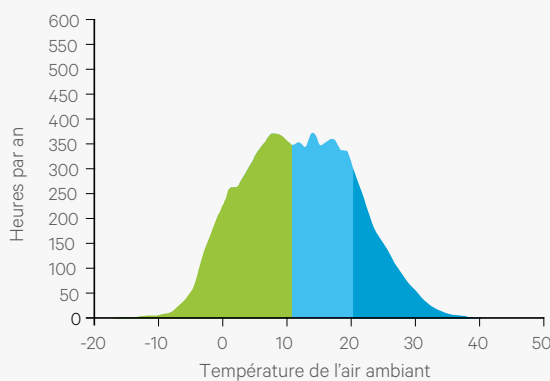
Dans le respect des recommandations ASHRAE, l'unité Liebert® EFC peut être installée non seulement dans les climats froids, où elle exploite le mode de fonctionnement sec, mais aussi dans les climats chauds (comme le montre la **Figure 8** avec l'exemple à Istanbul), où l'utilisation du mode DX est limitée 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).

HYPOTHÈSE : AIR DU DATACENTER : 36 °C → 24 °C
CHARGE À 100% DU MATÉRIEL IT (FONCTIONNEMENT EN REDONDANCE N)



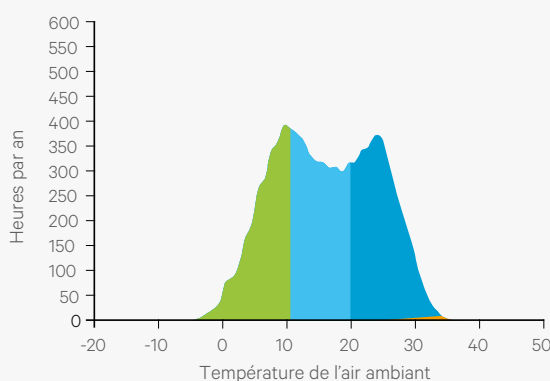
Londres

- 45% mode sec
- 45% mode sec ou humide (fonction de gestion des coûts)
- 10% mode humide



Francfort

- 48% mode sec
- 36% mode sec ou humide (fonction de gestion des coûts)
- 16% mode humide



Istanbul

- 31% mode sec
- 33% mode sec ou humide (fonction de gestion des coûts)
- 34% mode humide
- 2% mode humide + DX

Figure 8. Modes de fonctionnement du groupe Liebert EFC dans différentes villes

L'un des principaux facteurs de différenciation de l'unité Liebert® EFC est son régulateur hautement évolué Vertiv™ ICOM™ qui assure la gestion de l'eau et l'optimisation de l'énergie au niveau de l'unité ou au niveau du réseau. Ce système convivial collecte des informations dérivées des paramètres clés des différentes unités et des modes de fonctionnement (sec, humide et DX/CW) en tenant compte des coûts en eau et en électricité. Le régulateur met en oeuvre le fonctionnement le plus avantageux en terme de coûts, grâce à une évaluation anticipée des paramètres. L'unité Liebert EFC offre également un contrôle continu de l'air du datacenter grâce à sa logique de commande intégrée, garantissant que la température du point de rosée est inférieure à la température de surface de l'échangeur de chaleur, ce qui permet d'éviter la déshumidification indésirable qui survient souvent lors du fonctionnement en conditions hivernales extrêmes (c.-à-d. à des températures < -20 °C).

Ce contrôle intervient lorsque la déshumidification interne de l'unité peut entraîner le dépassement de l'humidité minimale recommandée par ASHRAE. La logique de commande Vertiv SmartAisle™ optimise les volumes et les températures de l'air interne en fonction des besoins spécifiques des serveurs et permet à l'unité Liebert EFC de fournir exactement le débit d'air nécessaire, garantissant ainsi qu'aucun Watt n'est gaspillé à déplacer ou à refroidir un volume d'air inutile.

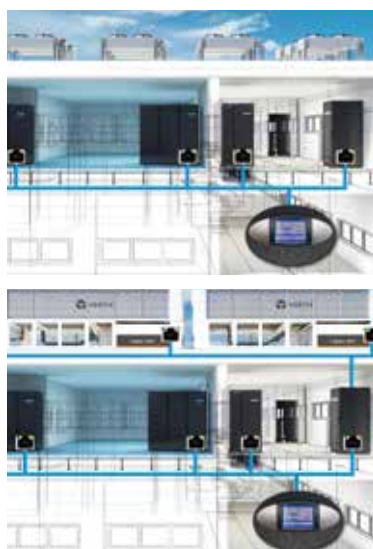
Grâce à ces technologies de pointe, à la fois en termes de serveur et de Thermal Management il est possible de construire des datacenters offrant une efficacité énergétique de premier plan dans les climats chauds, ouvrant ainsi la voie à une réduction importante de la consommation d'énergie globale.

Thermal Management - Portefeuille de produits

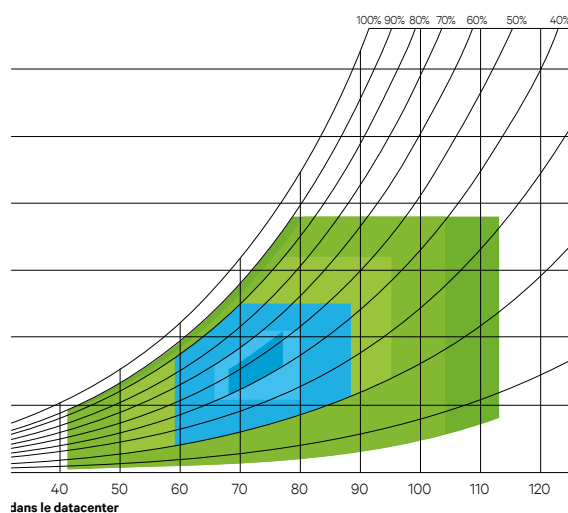
Grâce à l'introduction du groupe d'eau glacée de type freecooling adiabatique Liebert® AFC et de l'unité de freecooling à air indirect évaporatif Liebert EFC, Vertiv™ peut offrir la solution répondant au mieux aux besoins de tous les datacenters (à savoir une optimisation de la disponibilité, une réduction du coût total de possession, une augmentation de l'efficacité, une diminution des coûts d'installation, une modularité de l'unité ou un encombrement extérieur limité), indépendamment de l'application :

- **Systèmes à détente directe** : des unités périphériques ou en rangée, capables de fonctionner avec des températures élevées d'air repris, adaptées aux températures de fonctionnement accrues des équipements informatiques
- **Systèmes à eau glacée** : des unités à eau glacée à haute efficacité et des groupes d'eau glacée freecooling qui optimisent le fonctionnement du freecooling tout au long de l'année
- **Systèmes adiabatiques à eau glacée** : la combinaison des technologies de refroidissement adiabatique, freecooling et mécanique en une seule unité
- **Systèmes freecooling indirect évaporatif** : les technologies d'échange de chaleur indirect air/air et de refroidissement évaporatif dans un ensemble compact.

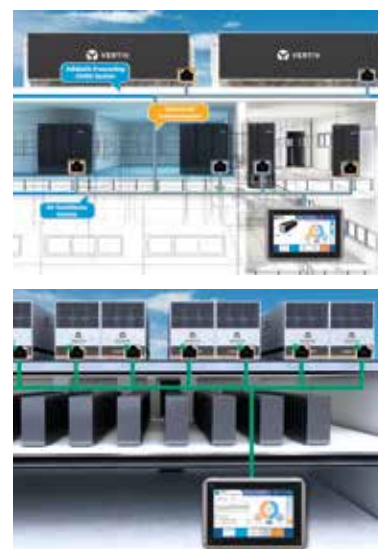
DÉTENTE DIRECTE



EAU GLACÉE



EAU GLACÉE ADIABATIQUE



ÉVAPORATIF

Une efficacité maximale au niveau du datacenter global grâce au système de régulation Vertiv ICOM™

Le dernier point remarquable des solutions Thermal Management de Vertiv réside dans le système de régulation novateur Vertiv ICOM, qui contrôle le fonctionnement d'une unité seule ou de plusieurs unités associées (mode réseau). Cette fonctionnalité est extrêmement importante pour optimiser l'efficacité énergétique dans l'environnement d'un datacenter. Outre le mode réseau disponible sur toutes les unités de refroidissement, sur les modèles Liebert AFC et Liebert EFC, le régulateur Vertiv ICOM prend également en charge la gestion de l'énergie et de l'eau en collectant des informations sur les paramètres clés et les modes de fonctionnement des différentes unités et en tenant compte

des coûts en eau et en électricité. Le système de commande met en œuvre le fonctionnement le plus avantageux en termes de coûts, grâce à une évaluation anticipée des paramètres. Si l'on considère la configuration globale d'un datacenter, comprenant les unités intérieures et extérieures, le système de régulation Vertiv ICOM joue un rôle clé en matière d'efficacité délivrée au niveau du système du datacenter. Le logiciel intégré au système de régulation assure une coordination parfaite de l'intégralité du système, générant ainsi des économies d'énergie considérables au niveau du datacenter dans son ensemble.

