

Les différentes technologies de refroidissement des datacenters

Livre Blanc 59

Révision 2

Par Tony Evans

> Résumé Général

On compte 13 méthodes de base d'évacuation de la chaleur afin de refroidir le matériel informatique et d'acheminer la chaleur indésirable jusqu'à l'extérieur. Ce document décrit ces technologies fondamentales de refroidissement à l'aide de termes et de schémas simples. Parmi ces méthodes, 11 utilisent le cycle de réfrigération comme principal moyen de refroidissement. Des systèmes à réfrigérants pompés fournissent l'isolation entre le système primaire d'évacuation de la chaleur et le matériel informatique. Les méthodes à air direct ou indirect utilisent les conditions extérieures comme premier moyen de refroidissement, ce qui les rend plus efficaces dans les climats tempérés. Les informations contenues dans ce document permettent aux informaticiens de s'impliquer davantage dans la spécification de solutions de refroidissement précises et plus compatibles avec les objectifs informatiques.

Table Des Matières

Cliquez sur une section pour y accéder directement

Introduction	2
Méthodes d'évacuation de la chaleur	3
Options des systèmes de refroidissement	16
Conclusion	17
Ressources	18

Introduction

L'évacuation de la chaleur des datacenters est l'un des enjeux majeurs et pourtant l'un des moins bien compris des environnements informatiques vitaux. Les équipements informatiques les plus récents sont de plus en plus compacts tout en utilisant une quantité d'électricité identique ou même supérieure à celle des équipements remplacés. La chaleur produite dans les datacenters augmente donc. Des systèmes précis de refroidissement et d'évacuation de la chaleur sont utilisés pour collecter et transporter cette énergie thermique indésirable pour la rejeter à l'extérieur dans l'atmosphère.

Ce document explique les 13 technologies de refroidissement, ainsi que leurs composants, conçus pour transporter l'énergie thermique depuis l'environnement informatique jusqu'à l'extérieur. Les informations présentées ici peuvent servir de base aux professionnels de l'informatique pour gérer avec succès la spécification, l'installation et l'exploitation de systèmes de refroidissement des environnements informatiques. Pour une définition des divers termes utilisés dans ce document, consultez le Livre blanc n° 11, *Explication de la terminologie du refroidissement et de la climatisation pour les professionnels de l'informatique*.

 Lien vers les ressources
Livre Blanc 11

Explication de la terminologie du refroidissement et de la climatisation pour les professionnels de l'informatique

 Lien vers les ressources
Livre Blanc 57

Principes fondamentaux des systèmes de climatisation destinés aux technologies de l'information

Comment fonctionnent les systèmes de climatisation ?

Le livre blanc n° 57, *Principes fondamentaux des systèmes de climatisation destinés aux technologies de l'information* fournit des informations sur la nature de la chaleur présente dans les environnements informatiques, sur le fonctionnement du cycle de réfrigération, sur les fonctionnalités de base des dispositifs de refroidissement de précision et sur les équipements d'évacuation de la chaleur vers l'extérieur.

Architectures de refroidissement

Une architecture de refroidissement se décrit fondamentalement à partir des éléments suivants :

1. une méthode spécifique d'évacuation de la chaleur (qui fait l'objet de ce livre blanc) ;
2. un type spécifique de distribution d'air ;
3. l'emplacement de l'unité de refroidissement qui fournit directement de l'air froid aux équipements informatiques.

Ces trois éléments sont brièvement décrits ci-dessous, avec les références des livres blancs qui les traitent, pour esquisser le contexte d'un système complet de refroidissement de datacenter.

Évacuation de la chaleur


L'évacuation de la chaleur fait l'objet de ce livre blanc.

Distribution de l'air

Il s'agit d'une part très importante du système de refroidissement puisque la distribution d'air au matériel informatique influe considérablement sur les performances globales de ce dernier. Le livre blanc n° 55, *Les différents types de distribution d'air pour les environnements informatiques*, décrit les neuf façons fondamentales de distribuer l'air afin de refroidir le matériel informatique dans les datacenters et les salles réseau.

 Lien vers les ressources
Livre Blanc 55

Les différents types de distribution de l'air pour les environnements informatiques

 Lien vers les ressources
Livre Blanc 130

Avantages des architectures de refroidissement par rangée et par rack pour les datacenters

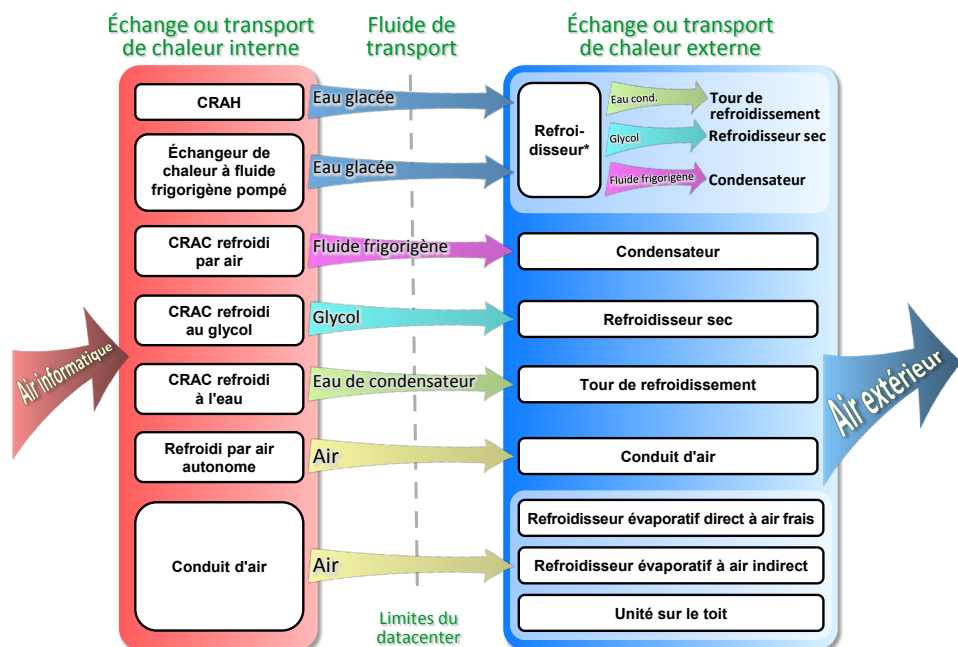
Méthodes d'évacuation de la chaleur

Emplacement de l'unité de refroidissement

L'unité de refroidissement est définie dans ce document comme le dispositif qui fournit de l'air frais au matériel informatique. Une unité de refroidissement peut être placée à quatre endroits différents. En général, cette unité est séparée des autres dispositifs du système d'évacuation de la chaleur. Dans certains cas, l'architecture de refroidissement tout entière est placée « dans des conteneurs » et située à l'extérieur, adjacente au datacenter. L'emplacement de l'unité de refroidissement joue un rôle important dans la conception du datacenter, notamment pour l'efficacité globale du refroidissement, la densité de puissance informatique (kW/rack) et l'utilisation de l'espace de rack informatique. Pour plus d'informations, consultez le livre blanc n° 130, *Avantages des architectures de refroidissement par rangée et par baie pour les datacenters*.

On compte 13 grandes méthodes d'évacuation de la chaleur pour refroidir l'environnement informatique et acheminer l'énergie thermique indésirable depuis le matériel informatique jusqu'à l'extérieur. On retrouve une ou plusieurs de ces méthodes de refroidissement dans la quasi-totalité des salles informatiques et des datacenters vitaux. Certaines méthodes d'évacuation de la chaleur éloignent les composants du cycle de réfrigération de l'environnement informatique et ajoutent quelques boucles supplémentaires d'eau et autres liquides pour assister ce processus (sous forme de tuyaux autonomes).

L'évacuation de la chaleur peut être considérée comme le processus consistant à déplacer l'énergie thermique depuis l'espace informatique jusqu'au dehors. Ce « déplacement » peut prendre tout simplement la forme d'un conduit d'air servant à « transporter » l'énergie thermique jusqu'au système de refroidissement situé à l'extérieur. Toutefois, il s'effectue en général à l'aide d'un **échangeur de chaleur** permettant de transférer l'énergie thermique d'un fluide à un autre (par exemple, de l'air à l'eau). La **Figure 1** simplifie les 13 méthodes d'évacuation de la chaleur en illustrant deux points importants du « déplacement » d'énergie thermique : l'intérieur et l'extérieur. Le « fluide de transport » entre les points de passation intérieurs et extérieurs représente le fluide (liquide ou gaz) qui transporte l'énergie thermique entre les deux points. Notez qu'il peut y avoir plus d'un échange de chaleur à l'intérieur, comme c'est le cas avec le système CRAC de refroidissement au glycol (par ex. *climatiseur de salles informatiques*), ou à l'extérieur, dans le cas d'un refroidisseur. Notez également que chacun de ces systèmes peut être configuré de façon à fonctionner en mode économique. Les paragraphes suivants fournissent une vue détaillée des systèmes utilisant ces méthodes et décrivent individuellement les transferts d'énergie thermique.



* Notez que dans certains cas, le refroidisseur se trouve physiquement à l'extérieur

Système à eau réfrigérée

La première rangée de la **Figure 1** décrit un *système de refroidissement de salle informatique* (également connu sous l'acronyme *CRAH*) associé à un refroidisseur. Cette combinaison est en général désignée sous l'appellation de système à eau réfrigérée. Dans un tel système, les composants du cycle de réfrigération sont éloignés des systèmes de climatisation de la salle informatique et pris en charge par un appareil appelé *groupe de production d'eau réfrigérée* illustré par la **Figure 2**. La fonction de ce groupe est de produire de l'*eau réfrigérée* (à environ 8-15° C). Cette eau réfrigérée est pompée dans des tuyaux depuis le groupe de production jusqu'aux unités de CRAH situées dans l'environnement informatique. Les systèmes de refroidissement de salle informatique ressemblent physiquement à des climatiseurs de salle informatique, mais fonctionnent différemment. Ils refroidissent l'air (éliminant donc la chaleur) en attirant l'air chaud de la salle informatique pour le faire passer par des *serpentins d'eau réfrigérée* remplis d'eau réfrigérée en circulation. La chaleur évacuée de l'environnement informatique ressort avec l'eau réfrigérée (désormais réchauffée) sortant du CRAH et revenant au groupe de production de froid. Ce groupe extrait alors la chaleur de l'eau réfrigérée réchauffée et la transfère à un autre courant d'eau en circulation appelée eau de condensateur, qui passe par un appareil dénommé tour de refroidissement.

Comme le montre la **Figure 2**, une tour de refroidissement rejette la chaleur de la salle informatique dans l'environnement extérieur en pulvérisant l'eau chaude du condensateur sur un matériau comparable à une éponge (appelé *fill*) en haut de la tour. L'eau se diffuse et une partie s'évapore en goûtant et en coulant jusqu'au bas de la tour de refroidissement (un ventilateur sert à accélérer l'évaporation en aspirant de l'air à travers ce matériau de remplissage). Tout comme l'évaporation de la transpiration refroidit le corps humain, la petite quantité d'eau qui s'évapore de la tour de refroidissement sert à abaisser la température de l'eau restante. L'eau de refroidissement est recueillie au bas de la tour et renvoyée dans la boucle d'eau de condensateur via un système de pompe.

Les boucles d'eau de condensateur et les tours de refroidissement ne sont en général pas installées uniquement pour être utilisées par des systèmes de climatisation de salles informatiques à refroidissement par eau. Elles font en général partie d'un système plus vaste et peuvent aussi servir à évacuer la chaleur du système de climatisation de confort des bâtiments (qui sert à rafraîchir les occupants).

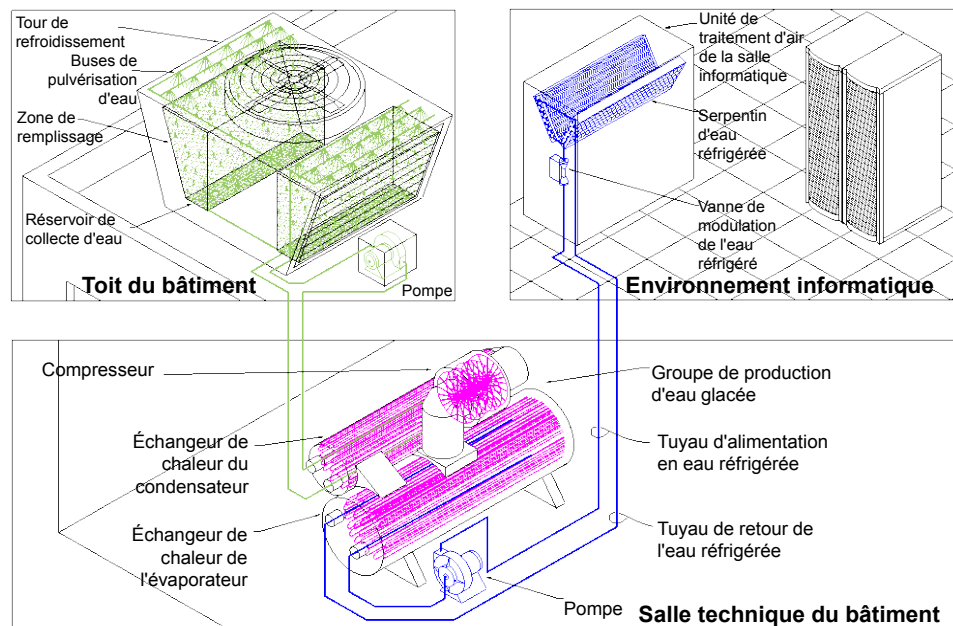


Figure 2

Système à eau réfrigérée
refroidie par eau

Il existe trois grands types de groupes de production de froid qui se distinguent selon qu'ils utilisent de l'eau ou de l'air pour évacuer la chaleur

- Dans le cas des **groupes de production d'eau réfrigérée**, la chaleur extraite de l'eau réfrigérée de retour est rejetée dans une boucle d'eau de condensateur pour être transportée dans l'atmosphère extérieure. L'eau de condensateur est alors refroidie à l'aide d'une tour de refroidissement. C'est l'étape ultime qui évacue la chaleur à l'extérieur. Le système à eau réfrigérée de la **Figure 2** utilise un groupe de production d'eau réfrigérée. La **Figure 3** montre un exemple de groupe de production d'eau réfrigérée avec une tour de refroidissement. Les groupes de production d'eau réfrigérée sont en général installés à l'intérieur.

Figure 3


Exemple de groupe de production d'eau réfrigérée (à gauche) avec une tour de refroidissement (à droite)

Groupe de production d'eau réfrigérée

Tour de refroidissement

Compresseur



 Lien vers les ressources
Livre Blanc 163

Modules d'alimentation et de refroidissement en conteneurs pour les datacenters

Refroidisseurs

> secs ou de fluide ? Refroidisseurs ou condensateurs ?

Quelle est la différence entre des condensateurs de refroidissement à air, des refroidisseurs secs ou des refroidisseurs de fluides ? Cette terminologie, qui soulève un grand nombre de questions et sème souvent la confusion, est rapidement expliquée ici. Tout d'abord, ces trois termes décrivent tous un échangeur de chaleur semblable au système de refroidissement d'une voiture dont le ventilateur souffle de l'air sur le radiateur. Dans tous les cas, c'est de l'air (et non de l'eau) qui sert à refroidir le fluide circulant dans les serpentins. On peut donc dire que ces trois échangeurs de chaleur sont « secs ». La principale différence est le type de fluide qui circule à l'intérieur. Le fluide circulant à l'intérieur d'un « condensateur » est un « réfrigérant ». Le fluide circulant dans un refroidisseur à la fois « sec » et « de fluide » est du « glycol ». Pourquoi donc utiliser deux noms de « refroidisseur » pour les décrire ? Parce que certains échangeurs de chaleur vaporisent de l'eau dans le flux d'air pour intensifier le refroidissement grâce à l'évaporation. Un refroidisseur de fluide qui utilise un refroidissement « humide » par évaporation est appelé refroidisseur de fluide par évaporation. C'est peut-être pourquoi on utilise le terme de refroidisseur « sec » pour l'autre système, qui n'utilise visiblement pas de refroidissement par évaporation.

- Les **groupes froid au glycol** ressemblent à des groupes de production d'eau réfrigérée. Dans le cas des groupes froid au glycol, la chaleur extraite de l'eau réfrigérée de retour est rejetée dans une boucle de glycol pour être transportée dans l'atmosphère extérieure. Le glycol circule dans des tuyaux jusqu'à un appareil installé à l'extérieur, appelé *refroidisseur sec* ou *refroidisseur de fluide* (voir encadré). La chaleur est rejetée dans l'atmosphère extérieure par des ventilateurs qui forcent l'air extérieur à circuler dans les serpentins remplis de glycol chaud dans le refroidisseur sec. Les groupes de production de froid au glycol sont en général installés à l'intérieur.
- Avec **les refroidisseurs d'air**, la chaleur extraite de l'eau réfrigérée de retour est rejetée vers un appareil appelé *condensateur refroidi par air*, en général intégré au groupe froid. Ce type de groupe froid s'appelle un groupe de production d'eau glacée intégré et peut également être intégré dans un module de climatisation. Le livre blanc n° 163, *Modules d'alimentation et de refroidissement en conteneur pour les datacenters*, traite des Facility Modules. La **Figure 4** donne un exemple de groupe de production d'eau glacée refroidi par air. Ils sont en général installés à l'extérieur.

Avantages

- Les unités CRAH à eau réfrigérée sont en général moins chères, contiennent moins de composants et évacuent davantage de chaleur que les unités CRAC ayant le même encombrement.
- L'efficacité des systèmes à eau réfrigérée augmente en même temps que la capacité du datacenter
- Les boucles de tuyauterie à eau réfrigérée peuvent facilement être installées sur de très longues distances et desservir un grand nombre d'environnements informatiques (ou le bâtiment tout entier) à partir d'un seul groupe de production de froid.
- Les systèmes à eau réfrigérée peuvent être conçus de façon à être extrêmement fiables.
- Ils peuvent être combinés avec un fonctionnement en mode économique pour en augmenter le rendement. Si le système est conçu pour fonctionner à des températures d'eau supérieures à 12-15° C, il fonctionnera plus longtemps en mode économique.

Inconvénients

- Les systèmes à eau réfrigérée exigent les investissements les plus lourds pour des installations inférieures à 100 kW de charges informatiques électriques.
- Introduit une source supplémentaire de liquide dans l'environnement informatique.

Lieux habituels d'utilisation

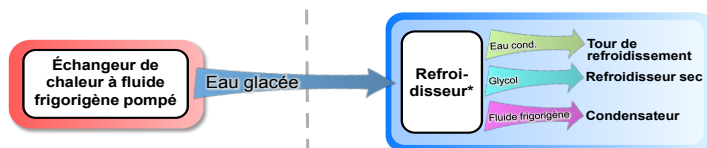
- Dans les datacenters de 200 kW et plus, avec des besoins de disponibilité modérée à élevée ou comme solution de haute disponibilité dédiée. Les systèmes à eau réfrigérée refroidis par eau servent souvent à refroidir des bâtiments entiers dont le datacenter peut ne constituer qu'une petite partie.

Figure 4

Exemple de groupe de production d'eau réfrigérée refroidi par air



Réfrigérant pompé pour systèmes à eau



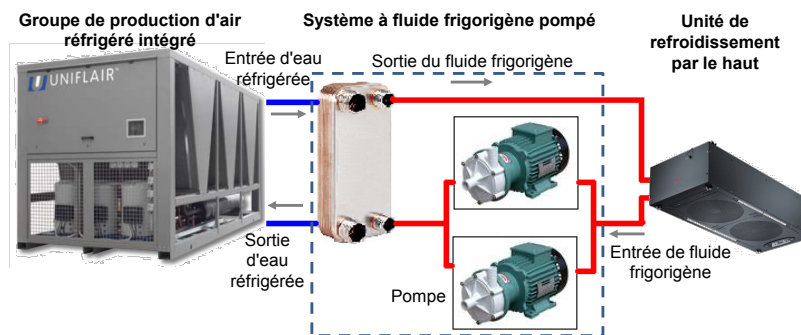
réfrigérée

La seconde rangée de la **Figure 1** décrit un échangeur de chaleur à réfrigérant pompé associé à un groupe de production d'eau réfrigérée. Cette combinaison est en général désignée sous l'appellation de système à réfrigérant pompé pour systèmes à eau réfrigérée. Les préoccupations en matière de disponibilité et la tendance à augmenter la densité des appareils ont poussé à introduire des systèmes à réfrigérants pompés dans l'environnement des datacenters. Ces systèmes sont en général composés d'un échangeur de chaleur et d'une pompe qui isole le support de refroidissement dans le datacenter et l'eau réfrigérée. Cependant, le système peut également isoler d'autres liquides de refroidissement tels que le glycol.

Ces systèmes à réfrigérants pompés utilisent en général un certain type de réfrigérant (R-134A) ou d'autres types de fluide non conducteur, tels que le Fluorinert, pompé à travers le système sans utiliser de compresseur. La **Figure 5** montre un exemple de système à réfrigérant pompé connecté à un refroidisseur d'air prêt à l'emploi utilisant une unité de refroidissement suspendue. L'eau réfrigérée est pompée dans les tuyaux depuis le groupe de production jusqu'à un échangeur de chaleur qui transfère la chaleur provenant du réfrigérant pompé. Le réfrigérant plus froid revient dans l'unité de refroidissement pour absorber davantage de chaleur, puis retourne à nouveau vers l'échangeur de chaleur.

Figure 5

Exemple de schéma d'un système à réfrigérant pompé connecté à un système à eau réfrigérée



Avantages

- Isole l'eau du matériel informatique dans les applications à eau réfrigérée
- Les réfrigérants sans huile et les fluides non conducteurs éliminent les risques de sinistre ou de dégâts occasionnés aux serveurs en cas de fuite.
- Efficacité du système de refroidissement due à la grande proximité des serveurs ou au positionnement direct sur les processeurs.

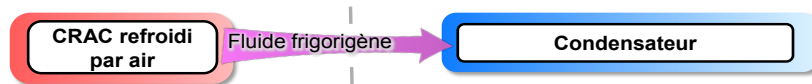
Inconvénients

- Coûts initiaux plus élevés entraînés par l'ajout de pompes et d'échangeurs de chaleur supplémentaires au système de refroidissement.

Lieux habituels d'utilisation

- Ces systèmes sont généralement utilisés pour refroidir des systèmes étroitement couplés au matériel informatique pour des applications comme le refroidissement haute densité par rangée et par rack.
- Refroidissement au niveau des processeurs lorsque le réfrigérant est directement acheminé au serveur par la tuyauterie

Système refroidi par air (2 éléments)



La troisième rangée de la **Figure 1** décrit un CRAC associé à un condensateur. Cette combinaison est en général désignée sous l'appellation de système CRAC *DX* refroidi par air. L'appellation « *DX* » signifie expansion directe. Bien que ce terme désigne souvent un système à refroidissement par air, tout système utilisant un réfrigérant et un serpentin d'évaporation peut en réalité être appelé système *DX*.

Les unités CRAC refroidies par air sont couramment utilisées dans les environnements informatiques de toutes tailles et sont quasiment devenues la norme dans les salles de petite et moyenne taille. Dans un système refroidi par air à 2 éléments, la moitié des composants du cycle de réfrigération se trouve dans le CRAC, le reste étant situé à l'extérieur dans les condensateurs refroidis par air, comme dans la **Figure 6**. Les réfrigérants circulent entre les composants intérieurs et extérieurs dans des tuyaux appelés conduites de réfrigérants. La chaleur de l'environnement informatique est « pompée » vers l'environnement extérieur à l'aide de ce flux de réfrigérant en circulation. Dans ce type de système, le compresseur se trouve dans l'unité CRAC. Mais il peut aussi se trouver dans le condensateur. Le terme exact pour désigner le condensateur est alors *unité de condensation* et le système global est appelé *split system*. La **Figure 7** donne un exemple de système *DX* à deux éléments.

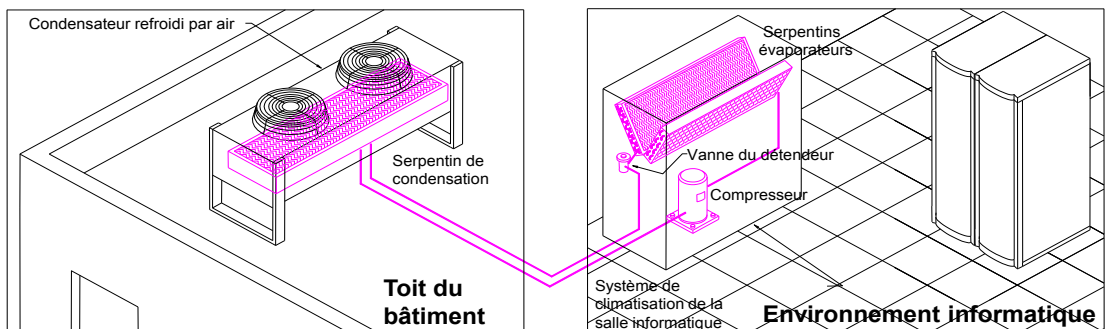


Figure 6
Système *DX* refroidi par air (2 éléments)

Avantages

- Coût global inférieur
- Entretien simplifié

Inconvénients

- Les tuyauteries de réfrigérants doivent être installées sur le terrain. Seul des systèmes de tuyauterie correctement conçus, prenant soigneusement en compte la distance et la différence de hauteur entre l'environnement informatique et l'extérieur, se traduiront par des performances fiables.
- Les tuyauteries de réfrigérants ne sont ni fiables ni économiques sur de grandes distances.
- Il n'est pas possible de raccorder plusieurs climatiseurs de salle informatique à un même condensateur refroidi par air.

Lieux habituels d'utilisation

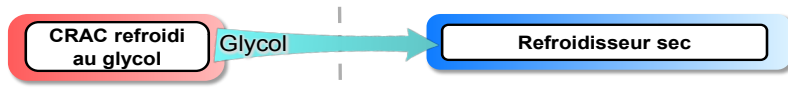
- Armoires de câblage, salles informatiques et datacenters de 7 à 200 kW aux besoins de disponibilité modérés.

Figure 7

Exemple de système DX refroidi par air (2 éléments)



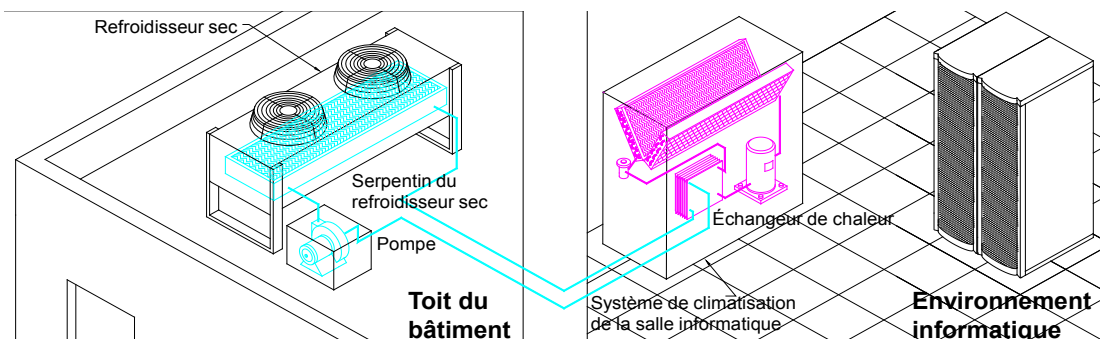
Système refroidi au glycol



La quatrième rangée de la **Figure 1** décrit un CRAC refroidi au glycol associé à un refroidisseur sec. Cette combinaison est en général désignée sous l'appellation de système refroidi au glycol. Ce type de système installe tous les éléments du cycle de réfrigération dans un même boîtier, mais remplace le volumineux serpentin de condensation par un *échangeur de chaleur* nettement plus réduit, comme dans la **Figure 8**. L'échangeur de chaleur utilise du glycol en circulation (un mélange d'eau et d'éthylène glycol, comme dans les antigels d'automobile) pour recueillir la chaleur du réfrigérant et l'évacuer de l'environnement informatique. Les échangeurs de chaleur et les conduites de glycol sont toujours moins encombrants que les serpentins de condensation des systèmes à deux éléments refroidis par air car le mélange de glycol peut recueillir et transporter une plus grande quantité de chaleur que l'air. Le glycol circule dans des conduites jusqu'à un refroidisseur sec qui rejette la chaleur dans l'atmosphère extérieure. Un système de pompage (pompe, moteur et boîtier de protection) sert à faire circuler le glycol dans sa boucle vers et depuis le CRAC refroidi au glycol et le refroidisseur sec. Les systèmes refroidis au glycol ressemblent beaucoup à l'équipement de la **Figure 7**.

Figure 8

Système refroidi au glycol



Avantages

- Le cycle de réfrigération tout entier est hébergé dans l'unité CRAC, qui se présente sous la forme d'un système testé et scellé en usine et qui offre un degré extrême de fiabilité pour le même encombrement au sol qu'un système refroidi par air à deux éléments.
- Les conduites au glycol peuvent être posées sur des distances nettement supérieures à celle des lignes de réfrigérants (split system refroidi par air) et peuvent desservir plusieurs unités CRAC à partir d'un seul refroidisseur sec et d'un système de pompage.
- Sur des sites où règne une basse température, le glycol contenu dans le refroidisseur sec peut être refroidi à tel point (en dessous de 10°C) qu'il peut éviter de transiter par l'échangeur de chaleur dans une unité CRAC et circuler directement jusqu'à un *serpentin économiseur* installé spécifiquement. Dans ces conditions, le cycle de réfrigération est désactivé et l'air qui circule à travers le serpentin économiseur, désormais rempli de glycol froid en circulation, refroidit l'environnement informatique. Ce mode économiseur, également appelé « *refroidissement naturel* », a pour résultat d'intéressantes réductions de coûts lorsqu'il est activé.

Inconvénients

- Les composants supplémentaires indispensables (système de pompage, vannes) augmentent le coût des investissements et de l'installation par rapport à des systèmes DX refroidis par air.
- Entretien nécessaire du volume et de la qualité du glycol dans le système.
- Introduit une source supplémentaire de liquide dans l'environnement informatique.

Lieux habituels d'utilisation

- Salles informatiques et datacenters de 30 à 1 000 kW aux besoins de disponibilité modérés.

Système refroidi par eau

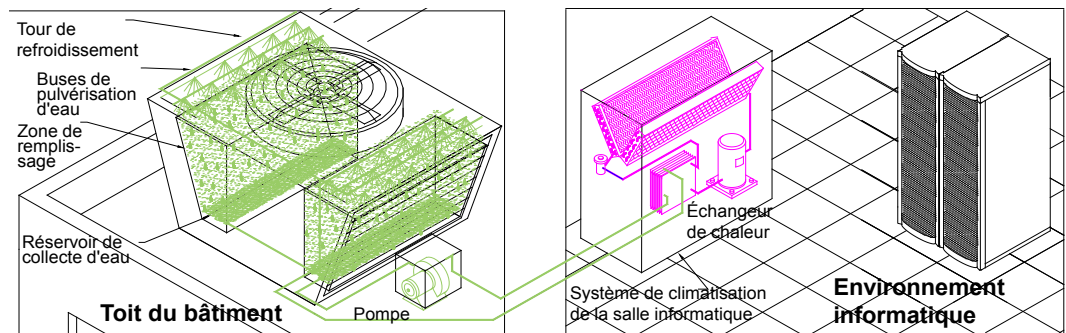


La cinquième rangée de la **Figure 1** décrit un CRAC refroidi par eau associé à une tour de refroidissement. Cette combinaison est en général désignée sous l'appellation de système refroidi par eau. Les systèmes refroidis par eau ressemblent beaucoup aux systèmes refroidis par air dans la mesure où tous les composants du cycle de réfrigération sont hébergés dans le CRAC. Il existe pourtant deux différences importantes entre un système refroidi par glycol et un système refroidi par eau :

- Une boucle d'eau (également appelée *eau de condensateur*) est utilisée à la place du glycol pour capter et éloigner la chaleur de l'environnement informatique
- La chaleur est rejetée dans l'atmosphère extérieure via une tour de refroidissement au lieu d'un refroidisseur sec, comme le montre la **Figure 9**.

Figure 9

Système refroidi par eau



Avantages

- Tous les composants du cycle de réfrigération sont hébergés par l'unité de climatisation de la salle informatique sous forme d'un système testé et scellé en usine offrant une extrême fiabilité.
- Les boucles de tuyauterie d'eau de condensateur peuvent facilement être installées sur de longues distances et presque toujours desservir plusieurs unités de climatisation de salle informatique et d'autres appareils à partir d'une même tour de refroidissement.
- Dans les environnements informatiques en location, utiliser l'eau de condensateur du bâtiment coûte en général moins cher que l'eau réfrigérée (qui sera expliquée dans le paragraphe suivant).

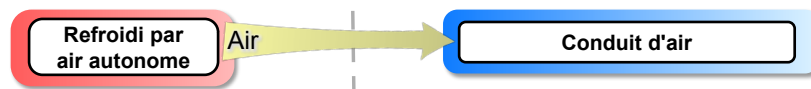
Inconvénients

- Coût initial élevé de la tour de refroidissement, de la pompe et des systèmes de tuyauterie.
- Coûts d'entretien très élevés dus aux fréquents besoins de nettoyage et de traitement de l'eau.
- Introduit une source supplémentaire de liquide dans l'environnement informatique.
- Une tour de refroidissement non dédiée (une tour servant à refroidir l'ensemble du bâtiment) peut s'avérer moins fiable qu'une tour dédiée au climatiseur de la salle informatique.

Lieux habituels d'utilisation

- En combinaison avec d'autres systèmes du bâtiment pour les datacenters de 30 kW ou plus ayant des besoins de disponibilité modérés à élevés.

Système autonome à refroidissement par air (1 élément)

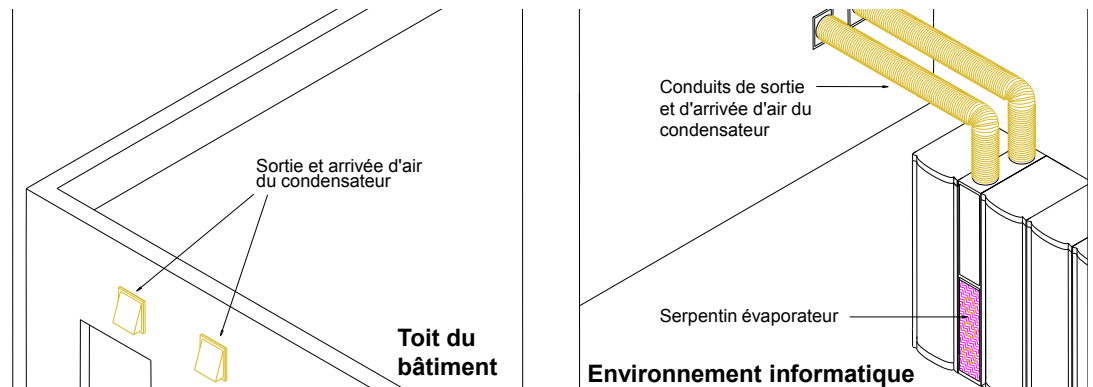


La sixième rangée de la **Figure 1** décrit une unité de climatisation autonome refroidie par air combinée à une conduite d'air. Cette combinaison est en général désignée sous l'appellation de système autonome refroidi par air. Les systèmes autonomes hébergent tous les composants du cycle de réfrigération sous un seul boîtier, en général installé dans l'environnement informatique. La chaleur sort du système autonome sous forme d'un courant d'air chaud

(environ 49°C) appelé air évacué. Ce courant d'air chaud doit être acheminé hors de la salle informatique vers l'extérieur ou dans un espace non climatisé pour assurer un refroidissement correct du matériel informatique, comme le montre la **Figure 10**.

Figure 10

Système autonome intérieur à refroidissement par air



En cas de montage au-dessus d'un faux-plafond et en l'absence d'entrée d'air de condensateur ou de conduite d'évacuation, l'air chaud évacué du serpentin de condensation peut être directement rejeté au niveau du faux-plafond. Le système de climatisation du bâtiment doit être capable de gérer cette charge thermique supplémentaire. L'air extrait à travers le serpentin de condensation (qui devient de l'air évacué) doit également provenir de l'extérieur de la salle informatique. Cela évitera de créer dans la salle un vide qui permettrait à de l'air plus chaud et non climatisé d'entrer. Les systèmes autonomes intérieurs ont une capacité généralement limitée (jusqu'à 15 kW) en raison de l'espace supplémentaire nécessaire pour héberger tous les composants du cycle de réfrigération, ainsi que les larges conduites d'air nécessaires pour gérer l'air évacué. Les systèmes autonomes qui s'installent à l'extérieur, sur le toit d'un bâtiment, peuvent présenter une capacité nettement supérieure mais sont rarement utilisés pour des applications de refroidissement de précision. La **Figure 11** montre un exemple de système autonome refroidi par air.

Avantages

- Les systèmes autonomes intérieurs présentent le coût d'installation le plus faible. Il n'y a rien à installer sur le toit ou à l'extérieur du bâtiment en dehors de la sortie d'air du condensateur.
- Tous les composants du cycle de réfrigération sont hébergés au sein d'une même unité sous forme d'un système testé et scellé en usine offrant une extrême fiabilité.

Inconvénients

- Capacité d'évacuation de chaleur par unité inférieure à celle d'autres configurations.
- L'air acheminé dans et hors de l'environnement informatique pour le serpentin de condensation nécessite en général un système de conduites et/ou un faux-plafond.
- Certains systèmes peuvent utiliser le système HVAC du bâtiment pour évacuer la chaleur. Des problèmes peuvent se poser lorsque ce système arrête de fonctionner le soir ou le week-end.

Lieux habituels d'utilisation

- Dans les armoires de câblage, les laboratoires et les salles informatiques ayant des besoins de disponibilité modérés.
- Parfois utilisé pour traiter des points chauds dans les datacenters.

Refroidi par air autonome



Unité de refroidissement autonome portable



Figure 11

Exemples de systèmes autonomes intérieurs à refroidissement par air

Système de refroidissement évaporatif direct à air froid



> Refroidissement évaporatif

Le refroidissement évaporatif est le processus qui consiste à pulvériser de l'eau sur une surface ou dans le flux d'air qui s'évapore et refroidit l'air qui passe au travers de cette surface ou de ce jet de vapeur d'eau. C'est le même effet que celui que vous ressentez quand vous sortez d'une piscine. L'eau en s'évaporant sur la peau rafraîchit le corps.

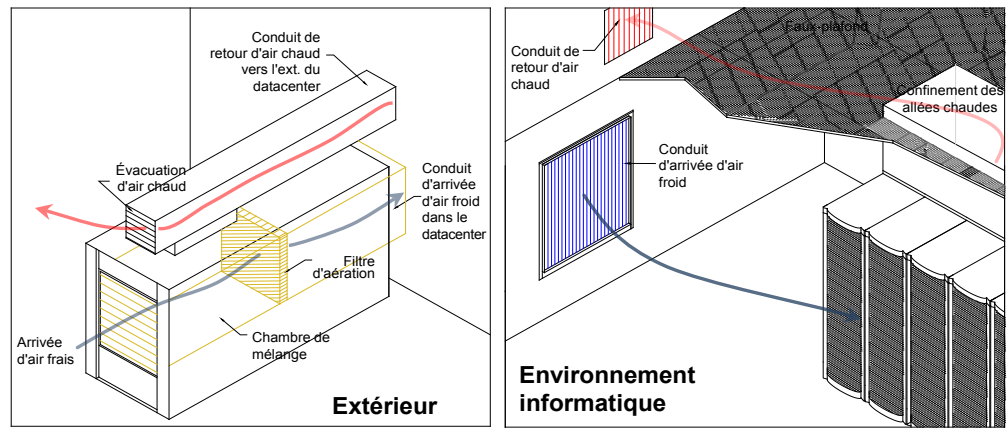
L'effet d'évaporation permet d'utiliser tous les systèmes de refroidissement « secs », notamment les « modes économiseurs » directs et indirects plus longtemps dans l'année en permettant au système d'exploiter la température du thermomètre-globe humide de l'air extérieur (voir la comparaison entre globe humide et sec dans l'encadré ci-dessus). Dans les régions à climat plus sec, la température du globe humide est nettement inférieure à celle du globe sec. Par exemple, à Phoenix en Arizona (États-Unis) quand la température du thermomètre-globe sec est de 43,3 °C, la température du globe humide peut être de 21,1 °C. Utiliser l'air d'un système de refroidissement évaporatif direct permettrait donc d'atteindre effectivement 21,1 °C sans nécessiter de compresseurs et donc de réaliser de nettes économies d'énergie.

La septième rangée de la **Figure 1** montre un conduit d'air associé à un refroidisseur évaporatif à air frais. Cette combinaison est généralement appelée système de refroidissement évaporatif à air frais et parfois à air direct. Un système économiseur d'air frais direct utilise des ventilateurs et des persiennes pour aspirer une certaine quantité d'air extérieur froid à travers les filtres, puis directement dans le datacenter lorsque les conditions atmosphériques extérieures se situent dans la limite des points de consigne spécifiés. Les persiennes et les registres contrôlent également la quantité d'air chaud qui est évacuée à l'extérieur et remélangée à l'air entrant dans le datacenter afin de maintenir les points de consigne environnementaux (voir **Figure 12**). Le mode de fonctionnement principal de cette méthode de refroidissement est le mode « économiseur » ou mode de « Free-Cooling ». La plupart des systèmes utilisent un module DX refroidi par air en conteneur comme solution de secours. Bien que l'air entrant soit filtré, ce filtrage n'empêche pas complètement les particules fines comme les fumées et les gaz chimiques d'entrer dans le datacenter.

Cette méthode d'évacuation de la chaleur peut également être utilisée avec le refroidissement évaporatif, option par laquelle l'air extérieur passe également par une maille filet humide avant de pénétrer dans le datacenter (voir encadré). Remarquez que l'utilisation d'une assistance évaporative augmente l'humidité du datacenter car l'air frais du datacenter traverse un milieu évaporatif qui porte l'air à saturation, ce qui limite l'efficacité de la méthode pour les applications de datacenter. L'assistance par évaporation est plus efficace sous des climats secs. Pour des climats plus humides, comme à Singapour, l'assistance par évaporation doit être évaluée en fonction du ROI (retour sur investissement). La **Figure 13** montre un exemple de système de refroidissement évaporatif à air frais direct.

Figure 12

Exemple de système de refroidissement évaporatif à air indirect.



Avantages

- Tout le matériel de refroidissement est placé à l'extérieur du datacenter, ce qui permet de consacrer tout l'espace libre au matériel informatique.
- Nettes économies d'énergie de refroidissement en climat sec (par ex. 75 %) par rapport aux systèmes dépourvus de mode économiseur.

Inconvénients

- Le rééquipement peut être difficile dans un datacenter existant.
- Fait l'objet de fréquents changements de filtre là où la qualité de l'air est mauvaise.
- Le refroidissement évaporatif favorise l'humidité dans le datacenter.

Lieux habituels d'utilisation

- Datacenters de 1 000 kW et supérieurs à densité de puissance élevée.

Figure 13

Exemple de système de refroidissement évaporatif à air frais direct.



> Comparaison entre les températures du thermomètre-globe humide et sec


La température du globe sec est celle de l'air indiquée sur un thermomètre standard.

La température du globe humide est celle de l'air indiqué sur un thermomètre humide d'où l'eau s'évapore. La différence entre les températures du globe humide et du globe sec est un moyen longtemps utilisé pour déterminer l'humidité. Aujourd'hui, la mesure directe totale de l'humidité à l'aide de capteurs électriques a rendu cette terminologie obsolète.

Système de refroidissement évaporatif à air indirect



La huitième rangée de la **Figure 1** montre un conduit d'air associé à un refroidisseur évaporatif à air indirect. Cette combinaison est généralement appelée système de refroidissement évaporatif à air indirect et parfois air indirect. Les systèmes de refroidissement évaporatif à air indirect utilisent l'air extérieur pour refroidir indirectement l'air du datacenter lorsque la température externe est inférieure à la température de consigne d'entrée de l'air des équipements informatiques, ce qui permet de faire de nettes économies d'énergie. Ce « mode économiseur » ou mode de « refroidissement naturel » est le mode de fonctionnement principal de cette méthode d'évacuation de la chaleur, bien que la plupart des systèmes utilisent un module DX refroidi par air en conteneur comme solution de secours. Des ventilateurs soufflent de l'air extérieur froid à travers un échangeur de chaleur air-air qui à son tour refroidit l'air chaud

 Lien vers les ressources
Livre Blanc 132

Modules de refroidissement basés sur un économiseur à rendement élevé pour les grands datacenters

 Lien vers les ressources
Livre Blanc 136

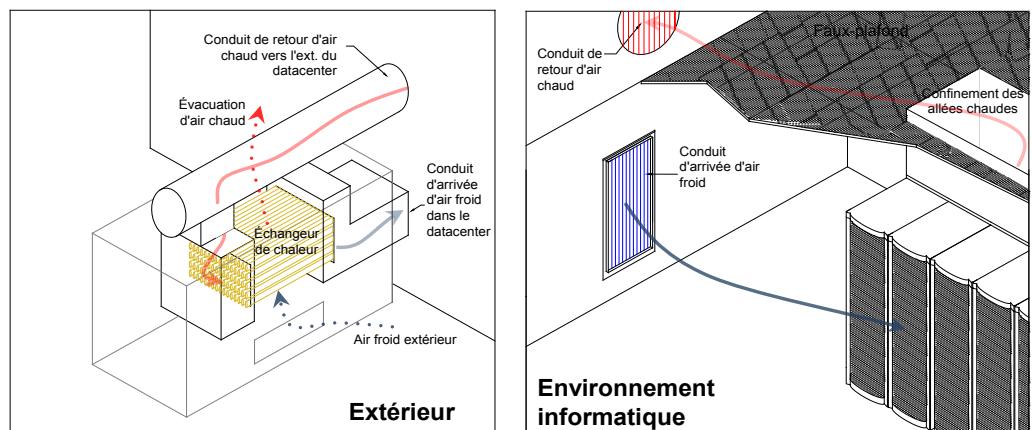
Modules de refroidissement basés sur un économiseur à rendement élevé pour les grands datacenters

du datacenter de l'autre côté de l'échangeur de chaleur, isolant ainsi complètement l'air du datacenter de l'air extérieur. Les échangeurs de chaleur peuvent être des échangeurs à plaques ou rotatifs. Contrairement à l'air indirect, cette méthode d'évacuation de la chaleur utilise normalement une assistance évaporative où l'extérieur de l'échangeur de chaleur air-air reçoit de l'eau pulvérisée afin de diminuer la température de l'air externe et donc l'air chaud du datacenter. La **Figure 14** illustre un système évaporatif d'air indirect qui utilise un échangeur de chaleur à plaques avec assistance évaporative. La **Figure 15** montre un exemple de système de refroidissement complet avec ce type de méthode d'évacuation de la chaleur.

Les systèmes évaporatifs à air indirect offrent des capacités de refroidissement pouvant avoisiner 1 000 kW. La plupart des unités ont une taille environ égale ou supérieure à un conteneur d'expédition. Ces systèmes se montent soit sur le toit, soit sur le périmètre du bâtiment. Certains de ces systèmes comprennent un cycle de réfrigération intégré qui fonctionne en association avec un mode économiseur. Pour plus d'informations sur cette méthode d'évacuation de la chaleur, consultez le livre blanc n° 132, *Modes économiseurs des systèmes de refroidissement des datacenters* et le livre blanc n° 136, *Modules de refroidissement basés sur un économiseur à rendement élevé pour les grands datacenters*.

Figure 14

Système d'économiseur à air indirect



Avantages

- Tout le matériel de refroidissement est placé à l'extérieur du datacenter, ce qui permet de consacrer tout l'espace libre au matériel informatique.
- Économies d'énergie de refroidissement considérables dans la plupart des climats (par ex. 75 %) par rapport aux systèmes dépourvus de mode économiseur.

Inconvénients

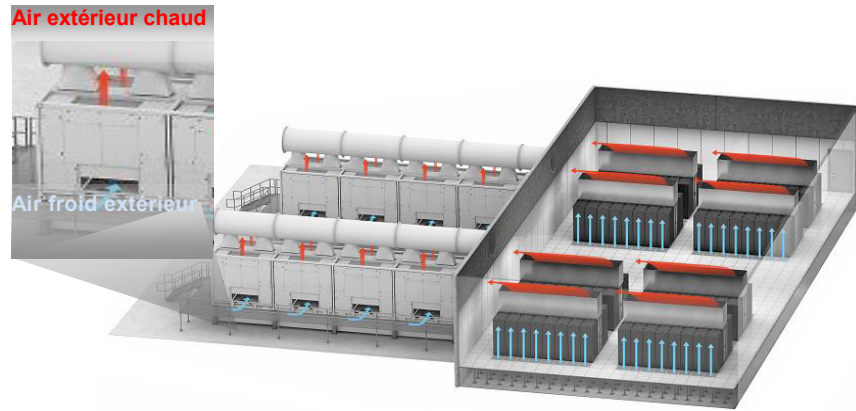
- Le rééquipement peut être difficile dans un datacenter existant.

Lieux habituels d'utilisation

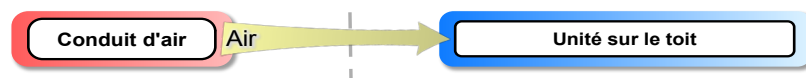
- Datacenters de 1 000 kW et supérieurs à densité de puissance élevée.

Figure 15

Exemple de système de refroidissement évaporatif à air indirect.



Système autonome sur le toit



La neuvième rangée de la **Figure 1** décrit un conduit d'air associé à une unité autonome installée sur le toit. Cette combinaison s'appelle généralement une unité sur toit. Ces systèmes ne constituent pas une solution de refroidissement type pour les nouveaux datacenters. Les unités sur le toit sont fondamentalement identiques au système autonome refroidi par air décrit ci-dessus, sauf qu'elles sont installées à l'extérieur, généralement sur le toit, et sont plus grandes que les systèmes internes. Les unités sur le toit peuvent également être conçues avec un mode économiseur à air frais direct. La **Figure 16** montre un exemple d'unité sur le toit.

Avantages

- Tout le matériel de refroidissement est placé à l'extérieur du datacenter, ce qui permet de consacrer tout l'espace libre au matériel informatique.
- Économies d'énergie de refroidissement considérables dans les climats tempérés par rapport aux systèmes dépourvus de mode économiseur.

Inconvénients

- Le rééquipement peut être difficile dans un datacenter existant.

Lieux habituels d'utilisation

- Datacenters faisant partie d'une infrastructure mixte.

Figure 16

Système autonome sur le toit



Options des systèmes de refroidissement

De nombreuses options existent pour les installations et les professionnels de l'informatique lorsqu'il s'agit de spécifier des solutions de refroidissement. Utilisez le guide suivant avec la documentation technique du fabricant de l'équipement. Notez que les options peuvent varier selon la taille et le type de la solution envisagée.

Sens du flux d'air : les grands systèmes à plancher technique envoient l'air vers le bas (flux descendant) ou vers le haut (flux ascendant). Certains peuvent même le faire circuler à l'horizontale (flux horizontal).

- Utilisez un système à flux descendant dans un environnement avec un faux-plancher ou sans faux-plancher si le système est installé sur un socle.
- Utilisez un système à flux ascendant dans un environnement à flux ascendant existant.
- On envisagera des systèmes à flux horizontal pour des consolidations informatiques et des rénovations d'environnement informatique à l'aide d'une configuration à allées chaudes/froides.

Les dispositifs de détection d'incendie, de fumée et d'eau peuvent déclencher une alerte précoce et/ou un arrêt automatique en cas de catastrophe.

Leur utilisation est recommandée dans toutes les unités. Leur utilisation est obligatoire si les règles de construction locales l'exigent. Il est préférable de les utiliser en association avec des systèmes de surveillance de gestion des bâtiments pour être averti le plus tôt possible.

Les humidificateurs sont couramment situés au sein des dispositifs de refroidissement de précision pour remplacer la vapeur d'eau perdue dans le processus de refroidissement. Ils servent à éviter l'interruption des équipements informatiques due à une décharge d'électricité statique. Pour de plus amples renseignements sur les humidificateurs et leurs fonctions, consultez le livre blanc n° 58, *Stratégies d'humidification des datacenters et salles réseau*.

- Utilisez un humidificateur et des systèmes de refroidissement de salle informatique, à moins que la pièce ne dispose d'un pare-vapeur et d'un système central d'humidification qui fonctionnent correctement. La pièce ne doit pas présenter de problèmes liés à une humidité élevée ou faible.

Les systèmes de réchauffage ajoutent en réalité de la chaleur à l'air froid conditionné qui sort d'un dispositif de refroidissement de précision. Cela permet au système d'assurer une plus forte déshumidification de l'air de l'environnement informatique, si nécessaire.

- Utilisez un système de réchauffage pour les salles qui se trouvent dans des climats chauds et humides ou dans les pièces dont le pare-vapeur est inefficace ou qui n'en disposent pas.

Les serpentins économiseurs utilisent du glycol pour refroidir l'environnement informatique d'une manière similaire à celle d'un système d'eau réfrigérée lorsque le flux de glycol est suffisamment froid. Leur utilisation permet de réduire sensiblement les coûts d'exploitation.

- À utiliser en association avec des unités refroidies au glycol dans les climats froids.
- À utiliser si les codes de construction locaux l'exigent (région Pacifique, nord-ouest des États-Unis).

Les serpentins multi-refroidissement permettent d'utiliser de l'eau réfrigérée en plus du système DX refroidi par air, au glycol ou par l'eau de condensateur.

- À utiliser si l'eau réfrigérée du bâtiment est disponible mais peu fiable ou fréquemment coupée.



Lien vers les ressources
Livre Blanc 58

Stratégies d'humidification des datacenters et salles réseau

Conclusion

Les 13 méthodes de base d'évacuation de la chaleur pour les datacenters se différencient principalement par leur emplacement physique dans l'environnement informatique et par le mode de collecte et transport de la chaleur vers l'atmosphère extérieure. Toutes présentent des avantages et des inconvénients qui font qu'elles conviendront plutôt à telle ou telle application. Le choix d'une de ces méthodes dépend des besoins en matière de disponibilité, de densité de puissance, de la situation géographique, de la taille physique de l'environnement informatique à protéger, de la disponibilité et de la fiabilité des systèmes des bâtiments existants et du temps et de l'argent disponibles pour la conception et l'installation du système. Les professionnels de l'informatique connaissant bien les composants du refroidissement de précision et les méthodes d'évacuation de la chaleur se montreront plus efficaces pour spécifier, en collaboration avec des professionnels du refroidissement, des solutions optimisées répondant à leurs objectifs informatiques.



À propos de l'auteur

Tony Evans est directeur de l'ingénierie des systèmes pour Schneider Electric. En tant que membre de l'équipe fédérale de direction des ventes, il fournit des conseils à l'échelle internationale sur l'évaluation des risques et les pratiques de conception afin d'optimiser la disponibilité et le rendement des environnements de datacenter. Il est diplômé en génie mécanique de l'Université de Rhode Island. Tony est officier et pilote d'avion militaire à la retraite. Il a travaillé dans diverses fonctions techniques et commerciales et possède plus de 20 ans d'expérience en conception de systèmes d'alimentation et de refroidissement.



Ressources

Cliquez sur l'icône pour accéder aux ressources



Explication de la terminologie du refroidissement et de la climatisation pour les professionnels de l'informatique

Livre Blanc 11



Modes économiseurs des systèmes de refroidissement des datacenters

Livre Blanc 132



Modules de refroidissement basés sur un économiseur à rendement élevé pour les grands datacenters

Livre Blanc 136



Modules d'alimentation et de refroidissement en conteneurs pour les datacenters

Livre Blanc 163



Les implications de l'emplacement des unités de refroidissement dans les environnements informatiques

Livre Blanc 130



Principes fondamentaux des systèmes de climatisation destinés aux technologies de l'information

Livre Blanc 57



Options d'architecture pour la distribution d'air dans les installations critiques

Livre Blanc 55



Stratégies d'humidification des datacenters et salles réseau

Livre Blanc 58



Consultez tous les livres blancs

whitepapers.apc.com



Consultez tous les outils

TradeOff Tools™

tools.apc.com



Contactez-nous

Pour des commentaires sur le contenu de ce livre blanc:

Datacenter Science Center
DCSC@Schneider-Electric.com

Si vous êtes client et que vous avez des questions relatives à votre projet de datacenter:

Contactez votre représentant **Schneider Electric**
www.apc.com/support/contact/index.cfm