



Lettre d'information N°137 – Juillet 2025

Développement durable et rafraîchissement des bâtiments

Comment les concilier ? Grâce à l'avancée technologique qu'est le rafraîchissement adiabatique. Lequel est une technique autant fascinante qu'écologique pour abaisser la température d'un local. En gros, l'idée est d'utiliser l'évaporation de l'eau pour refroidir l'air, un peu comme la sensation de fraîcheur que l'on ressent quand on transpire et que le vent sèche notre peau.

1 - Le principe physique fondamental : l'évaporation refroidit

- **Le transfert de chaleur latente** : Lorsque l'eau s'évapore, elle a besoin d'énergie pour passer de l'état liquide à l'état gazeux. Cette énergie est puisée dans l'air ambiant, ce qui entraîne une diminution de sa température.
- **Le maintien de l'enthalpie** : Le terme "*adiabatique*" signifie qu'il n'y a pas d'échange de chaleur avec l'environnement extérieur du système, l'air et l'eau. L'énergie totale - l'enthalpie - du système reste constante. La chaleur sensible de l'air (sa température) est convertie en chaleur latente nécessaire à l'évaporation de l'eau.

2 - Comment ça marche concrètement ?

Il existe différents systèmes de rafraîchissement adiabatique, mais le principe reste le même : faire passer un flux d'air au contact de l'eau, favorisant ainsi son évaporation (*lire en note 1*). Comme le font :

- **Les refroidisseurs évaporatifs directs** : L'air extérieur est aspiré à travers des tampons ou des membranes humides. L'eau s'évapore dans l'air, le refroidissant et augmentant son humidité. Cet air refroidi est ensuite soufflé dans l'espace à rafraîchir.
- **Les refroidisseurs évaporatifs indirects** : L'air extérieur est refroidi en passant à travers un échangeur de chaleur où de l'eau s'évapore sur l'autre face. L'air refroidi n'est pas humidifié directement.



© Seeley International (*lire en note 2*).



On distingue ici deux technologies :

- **L'adiabatique indirect classique** qui atteint une efficacité d'environ 70% sur la dépression du bulbe humide et permet de souffler de l'air frais sans humidification. Principalement adapté aux systèmes de VMC.
- **L'adiabatique indirect avec échangeur multi-cycles**, qui améliore considérablement les performances en augmentant l'efficacité de refroidissement jusqu'à environ 136%, atteignant des températures de soufflage plus basses, en-dessous de 20°C en France métropolitaine.
- **Les systèmes hybrides** combinent le rafraîchissement adiabatique avec d'autres technologies de refroidissement (comme la compression frigorifique) pour améliorer l'efficacité dans des conditions variées.
- **Les tours de refroidissement évaporatives** : Utilisées principalement pour refroidir l'eau dans les systèmes de climatisation ou les processus industriels. L'eau chaude est pulvérisée dans un fort flux d'air, ce qui provoque une évaporation et un refroidissement de l'eau restante. Les plus connues sont les tours de refroidissement des centrales nucléaires.

3 - Les avantages du rafraîchissement adiabatique :

- **Il est écologique** car il utilise principalement l'eau comme fluide frigorigène, ce qui est beaucoup plus respectueux de l'environnement que les gaz réfrigérants traditionnels. Ainsi pas de contribution à l'appauvrissement de la couche d'ozone ou au réchauffement climatique direct car il est sans impact sur l'empreinte carbone.
- **Il est conforme aux réglementations environnementales** : Avec la RE2020 et le décret tertiaire, la sobriété énergétique devient une priorité. Les solutions adiabatiques s'inscrivent pleinement dans cette démarche.
- **Il est économique** car la consommation d'énergie est significativement plus faible que celle des systèmes de climatisation classiques incluant des moteurs. Le processus repose sur la seule évaporation naturelle.
- **Il améliore la qualité de l'air intérieur** : Le renouvellement constant de l'air extérieur et l'humidification peuvent aider à réduire la concentration de polluants et à améliorer le confort respiratoire.
- **Il fonctionne très bien sous les climats chauds et secs** : L'efficacité du rafraîchissement adiabatique est optimale lorsque l'air extérieur est chaud et a une faible humidité relative, car cela favorise une évaporation plus importante.
- **Il est mieux adapté à la ville** que les systèmes de climatisation classiques, même de dernière génération, lesquels soulèvent des problématiques environnementales et économiques telles qu'une consommation électrique élevée, des rejets de chaleur accentuant l'effet d'îlot urbain et l'utilisation de gaz réfrigérants aux impacts écologiques certains et à l'usage très réglementé.

4 - Les inconvénients et les limites :

- **L'augmentation de l'humidité dans l'espace climatisé** : L'air refroidi est plus humide, ce qui peut être inconfortable dans les climats déjà humides ou préjudiciable à certains process hébergés ou produits stockés.
- **Il perd son efficacité dans les climats humides** : Lorsque l'air extérieur est déjà saturé en humidité, l'évaporation est limitée, réduisant ainsi significativement l'efficacité du refroidissement.



- **Il nécessite un approvisionnement en eau** : Un système de rafraîchissement adiabatique consomme de l'eau, voire beaucoup d'eau, ce qui peut être un pré-requis important dans les régions où l'eau est une ressource rare.
- **Il nécessite une maintenance suivie** : Les systèmes adiabatiques nécessitent un entretien régulier pour éviter l'accumulation de minéraux et la croissance de bactéries ou de moisissures dans les systèmes d'humidification.

5 – Pour quelles applications ?

- **Le refroidissement de locaux industriels** : Usines, entrepôts, serres, etc...
- **La climatisation de grands espaces** : Centres commerciaux, gymnases, salles de spectacle, lieux de culte, etc...
- **Le refroidissement de fermes d'élevage** : Amélioration du bien-être animal dans des locaux aux toitures souvent mal isolées.
- **Le refroidissement temporaire localisé** : Ventilateurs brumisateurs pour terrasses ou événements extérieurs.

6 - Est-ce que le rafraîchissement adiabatique est adapté à la climatisation des data-centers ?

C'est une excellente question ! Le rafraîchissement adiabatique peut effectivement être adapté à la climatisation des data centers, mais cela dépend fortement de plusieurs facteurs et nécessite une évaluation économique approfondie assortie d'études techniques sérieuses.

6.1 - Avantages potentiels pour les data centers :

- **Une efficacité énergétique élevée** : Comparé aux systèmes de climatisation traditionnels à compression de vapeur de liquide frigorigène chimique, le rafraîchissement adiabatique consomme beaucoup moins d'énergie électrique, principalement utilisée pour la circulation de l'air et de l'eau. Cela peut entraîner des réductions significatives des coûts d'exploitation et de l'empreinte carbone du data-center.
- **Des coûts d'investissement initiaux potentiellement plus faibles** : Dans certaines configurations, les systèmes adiabatiques peuvent avoir des coûts d'investissement initiaux inférieurs à ceux des systèmes de climatisation classiques.
- **Une durabilité accrue** : Moins de composants mécaniques complexes en mouvement signifie potentiellement moins de maintenance et une durée de vie plus longue du système.
- **Un refroidissement mieux ciblé** : Les systèmes adiabatiques peuvent être conçus pour refroidir des zones spécifiques du data-center où la chaleur est la plus concentrée (par exemple, à proximité des racks de serveurs).

6.2 – Mais aussi des inconvénients et des défis à surmonter :

- **Une forte sensibilité à l'humidité ambiante** : Comme mentionné ci-dessus, l'efficacité du rafraîchissement adiabatique diminue considérablement dans les environnements à forte humidité



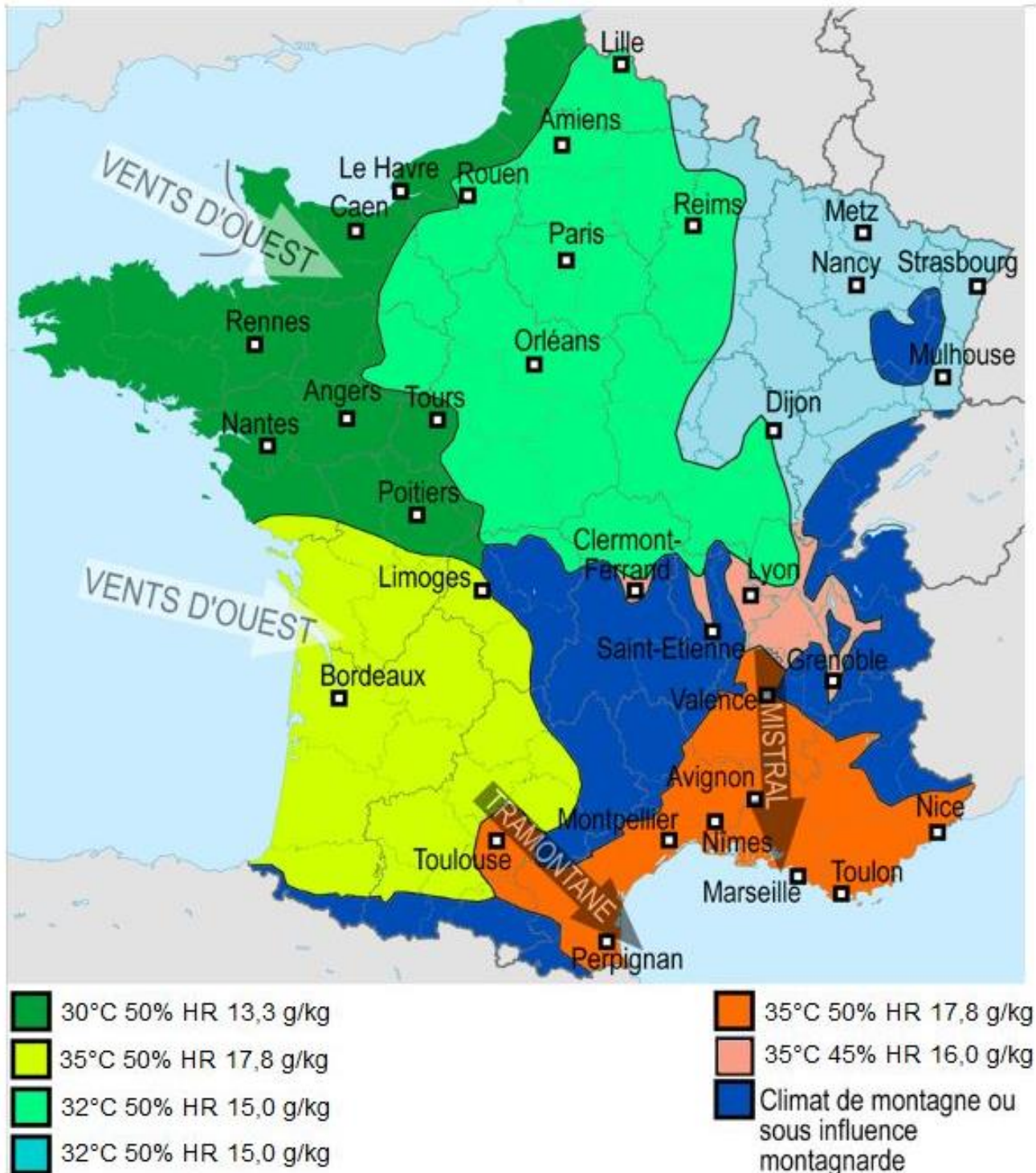
relative. Les data-centers situés dans des climats humides pourraient ne pas bénéficier pleinement de cette technologie.

- **La consommation d'eau** : Le processus d'évaporation nécessite une quantité significative d'eau. Il est crucial d'évaluer la disponibilité et le coût de cette ressource, ainsi que l'impact environnemental de sa consommation, bien qu'à terme l'eau évaporée intègre toujours le cycle de l'eau. Des systèmes de recirculation et de traitement de l'eau peuvent être nécessaires pour optimiser sa consommation.
- **Un niveau d'humidité augmenté dans le data-center** : Bien que l'augmentation de l'humidité puisse être minime, il est essentiel de s'assurer qu'elle reste dans les limites acceptables pour le bon fonctionnement des équipements électroniques sensibles. Des systèmes de mesure et de contrôle de l'humidité sont nécessaires.
- **La filtration de l'air** : Les systèmes adiabatiques aspirent de l'air extérieur, il est donc crucial de mettre en place des systèmes de filtration très efficaces pour éviter l'introduction de poussières et de contaminants dans le data center.
- **Une maintenance adaptée** : Bien que, comme déjà mentionné ci-dessus, potentiellement moins complexes que les systèmes traditionnels, les systèmes adiabatiques nécessitent une maintenance régulière pour assurer le bon fonctionnement des pompes à eau, des humidificateurs, des systèmes de filtration, de mesures et d'enregistrements des conditions climatiques.
- **Un système de gestion de l'eau optimisé** qui contrôle en permanence sa quantité et sa qualité. Le système remplace automatiquement l'eau lorsque les dépôts minéraux dépassent un niveau acceptable. Objectif ; une puissance de refroidissement maximale pour une consommation d'eau minimale. En outre, cette eau peut être de l'eau de pluie filtrée en entrée et en sortie, pour créer une solution neutre en eau, on peut rejeter le surplus non évaporé dans les eaux grises, les eaux d'incendie ou d'irrigation.
- **Un réel besoin d'expertise en matière de conception et d'intégration**: L'intégration d'un système de rafraîchissement adiabatique dans un data-center existant ou nouveau nécessite une conception minutieuse pour assurer une distribution d'air adéquate, un contrôle précis de la température et de l'humidité, et une redondance appropriée.

Conclusion

En résumé, le rafraîchissement adiabatique est une solution de refroidissement intéressante, particulièrement dans les environnements chauds et secs, grâce à son efficacité énergétique maximisée et son impact environnemental réduit. Cependant, il est crucial de bien prendre en compte les conditions climatiques locales et les besoins spécifiques de refroidissement pour déterminer si cette technologie est la plus appropriée.

Pour les data centers situés, ou à construire ou à rénover sous des climats humides, des systèmes hybrides combinant le rafraîchissement adiabatique avec des systèmes de climatisation traditionnels peuvent être envisagés pour optimiser l'efficacité énergétique globale tout en garantissant un contrôle précis de l'environnement serveurs.



La carte ci-dessus éditée par Météo France est un outil de référence pour la déshumidification de l'air.

Elle permet d'établir un dimensionnement selon les données météorologiques régionales et détermine le niveau d'humidité par région permettant de définir l'installation de déshumidification la plus appropriée en fonction du climat du site concerné (*lire en note 3*).



Si cette note d'information succincte éveille des attentes ou des questions au sein de votre entreprise ou de votre organisation, DCR Consultants se tient à votre disposition pour accompagner votre réflexion vers ce que le marché attend et ce qui pourrait vous être profitable.



Cordiales salutations.

Denis CHAMBRIER

Consultant Senior

denischambrier@dcr-consultants.com

Mobile : 06.7777.1883

Note 1 : [Comment ça fonctionne](#)

Note 2 : [Seeley International](#)

Note 3 : [Worlddata.info](#)

Pour aller plus loin > [systèmes de refroidissement d'un data-center](#)

DCR Consultants – Juillet 2025