

Cette note rappelle le principe du refroidissement de l'air par évaporation d'eau et son application à la climatisation des locaux. Elle fournit des indicateurs de coûts et de performances. Un exemple de réalisation est présenté.

∂ PRESENTATION DE LA TECHNIQUE

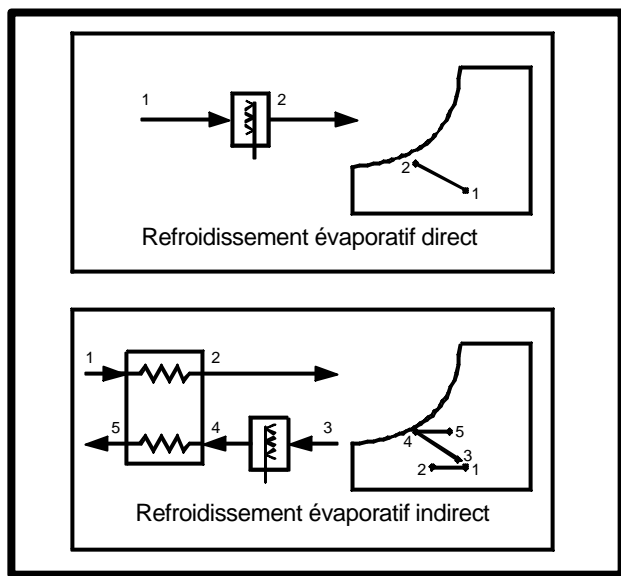
• Principe

L'évaporation d'eau dans de l'air non saturé produit un abaissement de sa température associé à une humidification.

On distingue les systèmes à évaporation directe dans lesquels l'air refroidi (et humidifié) est directement soufflé dans les locaux et les systèmes à évaporation indirecte dans lesquels un échangeur air/air permet de refroidir l'air uniquement sous forme sensible.

• Application

Bâtiments neufs ou rénovation de bâtiments avec des charges faibles.



• Indicateurs de coût (par rapport à système conventionnel)

- Investissement : 50 à 60 % plus élevé.
- Consommation d'énergie : faible supplément de puissance de ventilation.
- Eau : consommation spécifique.
- Maintenance : similaire.

<p>Facteurs favorables</p> <ul style="list-style-type: none"> - Climat sec. 	<p>Facteurs défavorables</p> <ul style="list-style-type: none"> - Climat humide - Charges thermiques importantes. - Régulation température/humidité précise - Contamination bactérienne (légionellose), risque cependant limité du fait des températures peu élevées.
<p>TABLE D'ÉVALUATION RAPIDE</p>	
<p>Principe de conception</p> <ul style="list-style-type: none"> - Récupération de chaleur par échangeur thermique pour préchauffer l'air extérieur en hiver. 	<p>Contraintes de conception</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emplacement important pour le système de ventilation.

- **Performances (en climat sec)**

- **Evaporation directe** : refroidissement de l'air jusqu'à 80 % de l'écart entre la température sèche et la température humide, rapport froid produit/énergie dépensée ≈ 7 , consommation d'eau $\approx 1,3$ l/MJ de froid produit.
- **Evaporation indirecte** : rapport froid produit/énergie dépensée ≈ 4 Consommation d'eau $\approx 1,5$ l/MJ de froid produit.
- **Emprise au sol** : prendre en compte l'espace nécessaire pour loger les unités de ventilation/évaporation, le réseau de distribution.
- **Couplage avec d'autres systèmes** :
 - Refroidissement nocturne
 - Système de distribution tout air
 - Système traditionnel à compression mécanique (pour limiter la puissance installée).

- **Quelques ordres de grandeur**

Nature des coûts	Poste	Coût ou puissance (W)
Investissement	Installation à évaporation directe	50 % plus élevé qu'une installation classique
Investissement	Installation à évaporation indirecte	60 % plus élevé qu'une installation classique.
Dépense d'énergie évaporation directe	Puissance de ventilation pour un débit de 1 m ³ /s	250
Dépense d'énergie évaporation directe	Puissance de la pompe d'alimentation des pulvérisateurs	60 à 100
Dépense d'énergie évaporation directe + indirecte	Puissance de ventilation pour 1 débit de 1 m ³ /s	600



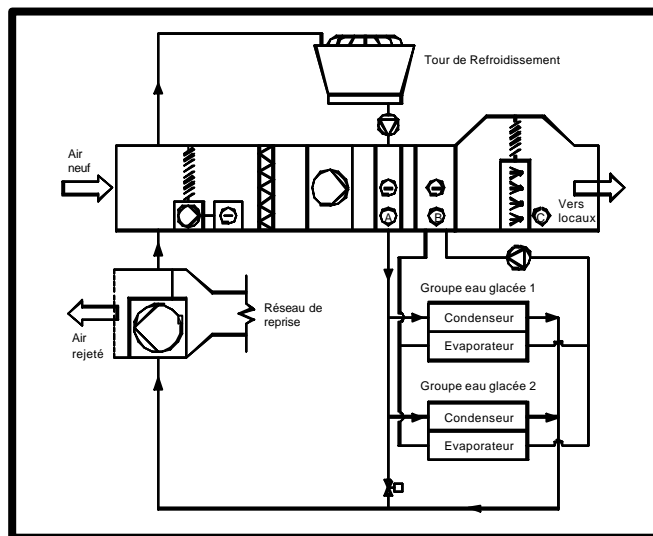
- **EXEMPLE DE REALISATION**

- **Présentation**

Tour de 24 étages (38925 m² de planchers) située en centre ville à Salt Lake City, Utah (USA). L'installation est du type tout air neuf et associe 3 modes de refroidissement :

- Le refroidissement évaporatif direct
- Le refroidissement évaporatif indirect
- Le refroidissement par groupe d'eau glacée à compression mécanique.

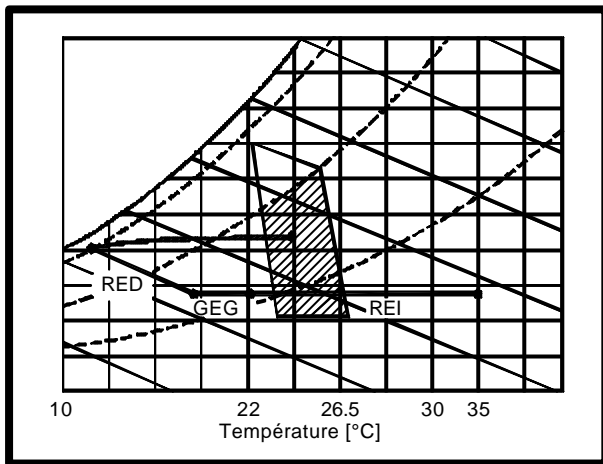
Le schéma de principe est donné ci-dessous :



- A : batterie d'échange eau/air du refroidisseur à évaporation indirecte.
- B : batterie à eau glacée ;
- C : refroidisseur à évaporation directe.

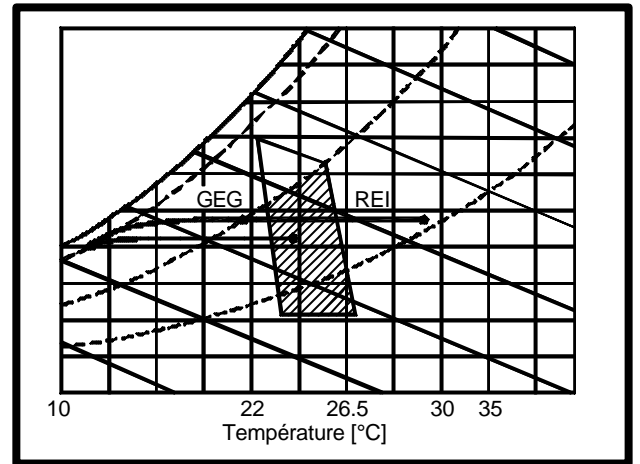
- **Fonctionnement et performances**

- Les figures ci-après montrent le fonctionnement de l'installation en conditions extérieures sèches et humides. Le recours à la batterie d'eau glacée est plus important lorsque l'humidité extérieure est élevée mais les conditions de confort dans le bâtiment sont néanmoins maintenues.



Conditions extérieures sèches

Les refroidisseurs à évaporation indirecte (REI) et directe (RED) assurent 78 % du refroidissement, le groupe d'eau glacée (GEG) seulement 22 %.

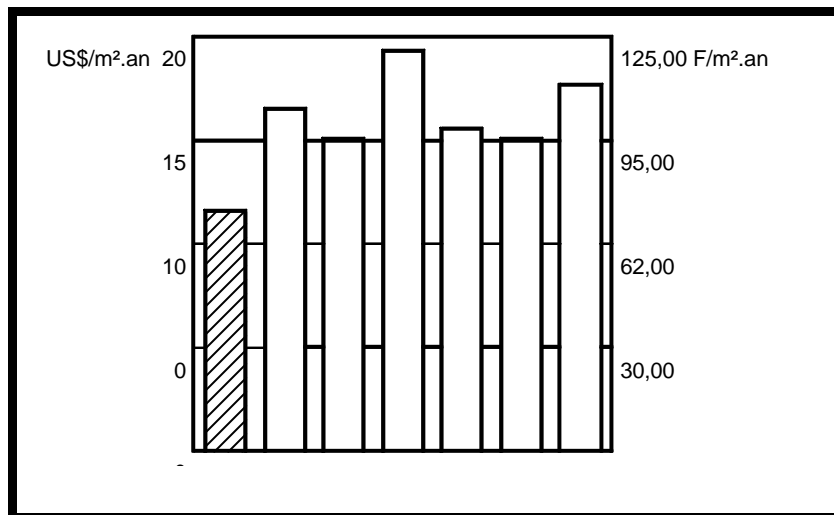


Conditions extérieures humides

Le refroidissement évaporatif est moins efficace, il ne couvre que 50 % de la charge frigorifique.

• **Coûts**

- Les coûts d'exploitation ont été comparés à ceux de bâtiments de taille similaire dans la ville de Salt Lake City.



- Le coût d'exploitation, inférieur d'environ 30 % à ceux des autres bâtiments, permet de rentabiliser rapidement le surinvestissement.

Cette fiche a été rédigée par C. Feldmann à partir des travaux de l'Annexe 28 «Low energy cooling » de l'Agence Internationale de l'Energie avec le soutien de la Direction des Affaires Techniques de la Fédération Française du Bâtiment et de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.

