



# GUIDE DE CONCEPTION DE NATATORIUM

TOUT CE QUE LES INGÉNIEURS, LES ENTREPRENEURS ET LES PROPRIÉTAIRES DOIVENT SAVOIR POUR CRÉER UN ENVIRONNEMENT OPTIMAL POUR LES PISCINES INTÉRIEURES.  
POUR CRÉER UN ENVIRONNEMENT OPTIMAL POUR LES PISCINES INTÉRIEURES.

**PoolPak**<sup>®</sup>

# TABLE DES MATIÈRES

About the Author .....	3
Introduction .....	4
Santé, sécurité, et le confort .....	6
Calculs de contrôle de l'humidité .....	8
Qualité de l'air intérieur .....	12
Contrôle de la condensation .....	16
Considérations énergétiques .....	20
Finalisation de la conception du système.....	27
Configurations courantes et conceptions de systèmes .....	31
Systèmes de remplacement .....	35
Caractéristiques vitales à spécifier .....	36
Conception et Détails de l'installation.....	39
Technologie de contrôle de l'humidité.....	41
Liste de contrôle pour les piscines traditionnelles* .....	47

# À PROPOS DE L'AUTEUR



## **RALPH KITTLER, P. ENG.**

La création de ce guide de conception de natatorium est le fruit d'une collaboration entre les équipes de vente, de service et d'ingénierie de trois des marques de déshumidificateurs les plus respectées de l'industrie, sous la direction de Ralph Kittler. Tout simplement, personne dans l'industrie n'est mieux qualifié que Ralph pour créer tous nos supports pédagogiques sur la conception des natatoriums.

En plus d'être partenaire fondateur de l'un des fabricants de Dehumidified Air Solutions, il est actuellement président du comité ad hoc sur la qualité de l'air intérieur du Conseil pour le code modèle de santé aquatique (CMAHC) du CDC. Le mandat du comité est d'identifier et d'évaluer les facteurs affectant la qualité de l'air dans les installations aquatiques intérieures et d'élaborer des révisions du Model Aquatic Health Code (MAHC) afin de mieux prendre en compte les critères de conception et d'exploitation en matière de ventilation et de qualité de l'air.

Ralph a été pendant 12 ans « Distinguished Lecturer » de l'ASHRAE sur la conception des piscines intérieures et siège au conseil d'administration de l'ASHRAE. Pendant 12 ans, Ralph a été conférencier émérite de l'ASHRAE sur la conception des piscines intérieures et siège à deux comités techniques : TC 8.10 « Mechanical Dehumidifiers and Related Equipment » et TC 9.8 « Large Building Air Conditioning Applications ».

Il est le principal réviseur de deux chapitres du manuel ASHRAE et a participé à la création du nouveau chapitre « Indoor Pool Design » (Applications 2019 Chapter 25).

**PoolPak®**

# INTRODUCTION

Le savoir-faire et l'expérience nécessaires pour offrir une expérience de premier ordre en matière de piscines couvertes existent aujourd'hui. Des centaines de piscines couvertes fonctionnent actuellement avec succès en Amérique du Nord.

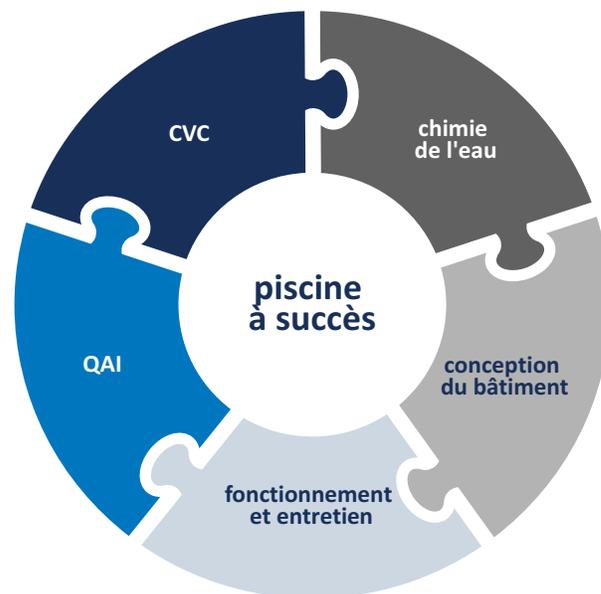
Des ressources sont disponibles pour aider à guider et à éduquer les concepteurs, les opérateurs et les propriétaires de piscines intérieures. En 2019, l'ASHRAE a créé un nouveau chapitre dans les manuels de conception consacré à la conception des piscines intérieures. Le Council for the Model Aquatic

**“Le bâtiment, le système CVC et tous les équipements doivent fonctionner de manière fiable, jour après jour. jour après jour.”**

Health Code (CMAHC) du CDC travaille également activement à fournir de meilleures directives sur la conception des piscines intérieures et la qualité de l'air intérieur (QAI).

Tout le monde devrait pouvoir profiter d'une piscine intérieure de première classe. Heureusement, il est tout à fait possible d'offrir un environnement de piscine intérieure sûr, sain et confortable, tout en maintenant les coûts d'exploitation au minimum. tout en maintenant les coûts d'exploitation au minimum.

Il n'y a pas de recette miracle pour assurer le succès d'une piscine. une piscine réussie. De nombreux éléments doivent de nombreux éléments doivent être réunis lors de la pendant l'exploitation.



Ce puzzle permet d'illustrer les facteurs clés de succès. Il s'agit d'un effort coordonné. Une conception adéquate ouvre la voie à une réussite continue en matière d'exploitation et de maintenance.

Le bâtiment lui-même doit également être conçu pour une température et un point de rosée plus élevés. L'environnement d'une piscine intérieure est différent des espaces climatisés traditionnels et doit être conçu de manière appropriée. Le bâtiment, le système CVC et tous les équipements doivent fonctionner de manière fiable, jour après jour, idéalement avec une consommation d'énergie minimale, quelles que soient les températures ambiantes ou le niveau d'activité de la piscine.

Ce guide est l'aboutissement de décennies d'expérience d'une multitude de contributeurs et de partenaires. et de partenaires. Nous avons pu constater par nous-mêmes ce qui fonctionne et ce qui ne fonctionne pas. Ce guide propose des conseils sur les meilleures pratiques basées sur ce que nous avons vu fonctionner avec succès. Bien que de nombreux détails doivent être pris en compte, tout le monde devrait s'attendre à un environnement de piscine intérieure de qualité, sans compromis.

Bien qu'une mauvaise qualité de l'air intérieur soit due à des problèmes de chimie de l'eau, il y a des choses à faire du côté du chauffage, de la ventilation et de la climatisation pour assurer le meilleur confort possible et la meilleure qualité de l'air. C'est pourquoi nous avons créé ce guide de conception des natatoriums.

**“*Un natatorium est l'une des installations les plus difficiles à concevoir en raison du grand nombre de facteurs critiques à prendre en compte.*”**

## **LES PRINCIPES DE BASE**

L'expérience d'un client dans un natatorium ne doit pas être différente de celle qu'il a dans n'importe quelle autre pièce d'un bâtiment. Il doit être confortable, sain et bénéficier d'une bonne qualité de l'air. Lors de la conception d'un natatorium, la première étape recommandée aux concepteurs est de rencontrer les propriétaires de l'établissement pour discuter des conditions d'exploitation souhaitées et des attentes. Ce n'est qu'une fois les conditions d'exploitation et les attentes définies que le concepteur peut calculer efficacement les charges et aborder tous les aspects clés de la conception.

Un natatorium est l'une des installations les plus difficiles à concevoir en raison du grand nombre de considérations critiques qui, si elles sont négligées, peuvent entraîner de graves problèmes affectant la structure du bâtiment, une expérience désagréable ou des effets néfastes sur la santé des occupants. Certains aspects vitaux de la conception doivent être pris en compte pour que l'installation soit réussie. Il s'agit notamment des niveaux d'humidité relative, de la condensation, de la température de l'air, de la température de l'eau de la piscine, des niveaux d'activité de la piscine, de la distribution de l'air, de l'air extérieur, de l'air extrait, du traitement de l'eau de la piscine et du contrôle des chloramines.

Il existe de nouvelles technologies qui permettent de réduire, voire d'éliminer les chloramines. Pour garantir une bonne qualité de l'air dans un établissement, il est indispensable d'investir dans l'une de ces technologies. Le traitement de l'eau par UV et le système de captage à la source Evacuator sont deux technologies très efficaces pour le contrôle des chloramines. L'air traité et conditionné doit être acheminé vers le bas dans la zone respiratoire où se trouvent les clients si l'on veut raisonnablement assurer une bonne qualité de l'air et une expérience confortable. une expérience confortable.

# SANTÉ, SÉCURITÉ, ET LE CONFORT

Une mauvaise qualité de l'air intérieur rend les nageurs et les sauveteurs malades, tout simplement. C'est triste à dire, Ce fait est bien documenté et constitue le fléau de la natation de compétition et de l'industrie des piscines couvertes en général.

La température et l'humidité relative jouent un rôle essentiel dans le niveau de confort des personnes. Il est essentiel qu'elles soient toutes deux contrôlées et stables. Bien que le contrôle de la température soit généralement bien compris et maîtrisé par les concepteurs, il est important de reconnaître les niveaux de température spéciaux auxquels s'attendent les clients des natatoriums. Les températures de l'espace dans un natatorium sont uniques pour chaque projet et il ne faut jamais faire d'hypothèses.

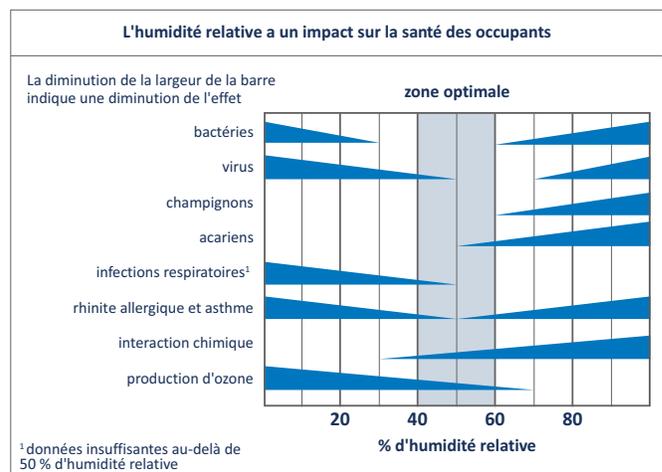
Le contrôle adéquat des niveaux d'humidité relative est également une préoccupation en raison de l'effet direct sur le confort et la santé des personnes. La figure 1 montre que les niveaux d'humidité relative en dehors de la zone optimale de 40 à 60 % peuvent rendre l'homme vulnérable aux maladies. Ces maladies comprennent les bactéries, les virus, les champignons, les acariens et d'autres contaminants qui réduisent la qualité de l'air et peuvent entraîner des problèmes respiratoires.

Bien que 40 % soit certainement un niveau acceptable d'humidité relative intérieure, la plupart des piscines

intérieures ne fonctionnent pas à moins de 50 % d'humidité relative en raison de l'augmentation significative des coûts d'exploitation.

- À des niveaux d'humidité relative inférieurs, le taux d'évaporation de la piscine augmente considérablement. Cela augmente à la fois la charge de déshumidification et le besoin de chauffage de l'eau de la piscine.
- Dans les applications en climat froid, il est important de veiller à ne pas introduire plus d'air extérieur que ne l'exigent les codes. Plus n'est pas mieux dans ce cas, car cela fait chuter les niveaux d'humidité relative jusqu'à 20 %, ce qui augmente considérablement les coûts de chauffage de l'air et de l'eau de la piscine.
- Les nageurs qui sortent de l'eau auront également froid à des niveaux d'humidité relative inférieurs en raison de l'évaporation de leur corps. de l'évaporation de leur corps.

**FIGURE 1 : L'HUMIDITÉ RELATIVE A UN IMPACT SUR LA SANTÉ DES OCCUPANTS**



Étude réalisée par Theodore Sterling Ltd, A. Arundel Research Associates et l'Université Simon Fraser.

Le type d'installation conçu dictera généralement la température de l'espace. Le tableau 1 permet de cibler certaines conditions typiques. Il est essentiel de comprendre qui utilisera l'installation afin d'offrir les conditions les plus susceptibles de les satisfaire.

**TABLEAU 1 - CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA CONCEPTION DU NATATORIUM**

TYPE DE PISCINE	TEMPÉRATURE DE L'AIR (°F)	TEMPÉRATURE DE L'EAU (°F)
Compétition	75 - 85	76 - 82
Plongée	80 - 85	84 - 88
Nageurs âgés	84 - 85	85 - 90
Hôtel	82 - 85	82 - 86
Thérapie physique	80 - 85	90 - 95
Loisirs	82 - 85	80 - 84
Bain à remous/Spa	80 - 85	102 - 104
Écoles de natation pour enfants	86 - 92	88 - 92

### NOTES GÉNÉRALES

Discutez du fonctionnement prévu de l'installation avec l'opérateur afin d'établir les températures de fonctionnement et les attentes générales.

- Les installations où la température de l'eau est plus élevée ont tendance à avoir des températures plus élevées dans les locaux. Les espaces chauds ont des points de rosée plus élevés et posent des problèmes de condensation de condensation, à moins que le bâtiment ne soit conçu pour cette application.
- Les centres de kinésithérapie privilégient souvent le confort du thérapeute plutôt que celui du patient. Le patient ne reste généralement pas plus d'une heure dans l'espace, alors que le thérapeute y passe toute la journée. Le concepteur doit consulter les codes locaux. Certains États exigent une purge complète de l'air de la salle de soins avec 100 % d'air extérieur pour chaque heure d'occupation.
- Les nageurs âgés et les écoles de natation pour

enfants ont tendance à préférer des températures d'air et d'eau beaucoup plus chaudes.

- Maintenir l'humidité relative entre 50 et 60 %. Une humidité relative de 60 % en été permet de réduire les coûts d'exploitation et la taille des équipements tout en éliminant les problèmes de condensation (la condensation ne se produit que par temps frais/froid).

# CALCULS DE CONTRÔLE DE L'HUMIDITÉ

Si les températures chaudes et les niveaux d'humidité relative de 50 à 60 % sont idéaux pour le confort des utilisateurs, ils se traduisent également par des conditions de point de rosée élevé qui peuvent entraîner des problèmes de condensation et de graves dommages à la structure du bâtiment (par temps frais/froid). Si la structure du bâtiment elle-même n'a pas été correctement conçue pour ce point de rosée intérieur élevé, des résultats catastrophiques peuvent survenir. L'architecte doit concevoir et protéger l'enveloppe du bâtiment sur la base d'un point de rosée intérieur.

Le contrôle de l'humidité pour assurer la stabilité du point de rosée tout au long de l'année exige qu'une charge totale d'humidité soit calculée avec précision. Cette charge d'humidité doit être éliminée de l'espace au même rythme qu'elle est générée afin de maintenir des conditions stables dans l'espace.

Il est impératif que le concepteur connaisse les températures de fonctionnement afin d'établir correctement les charges.

## CALCUL DE LA CHARGE SAISONNIÈRE

La charge d'humidité (latente) de chaque bâtiment est calculée de la même manière. Trois sources d'humidité sont généralement prises en compte :

- La charge interne (évaporation de la piscine)
- les occupants
- Charge de l'air extérieur

En été, l'air extérieur a tendance à constituer une charge, mais comme il fait chaud dehors, la condensation n'est pas un problème, et il est donc

recommandé de modéliser l'espace avec une humidité relative de 60 %.

En hiver, le risque de condensation est important, il est donc recommandé de modéliser l'espace à une humidité relative de 50 %. L'air extérieur en hiver est presque toujours un crédit de déshumidification, ce qui rend ce résultat facilement réalisable.

## ÉVAPORATION DE LA PISCINE

La charge interne d'un natatorium est l'évaporation de l'eau de la piscine et des surfaces continuellement mouillées. Dans un natatorium, cela représente la majorité de la charge totale de déshumidification. Il est donc essentiel de prévoir avec précision l'évaporation de l'eau de la piscine.

Cinq variables sont utilisées pour calculer le taux d'évaporation :

- la surface de l'eau de la piscine
- Température de l'eau de la piscine
- Température de l'air ambiant
- Humidité relative de l'air ambiant
- Facteur d'agitation et d'activité de l'eau de la piscine

Les quatre premières variables sont simples et doivent être déterminées par le propriétaire. Elles servent à calculer le taux d'évaporation de base (inoccupé) dans le natatorium.

Le facteur d'activité est la cinquième variable. Il est utilisé pour évaluer le degré d'agitation de l'eau. Il permet d'évaluer le degré d'agitation et d'éclaboussure de l'eau d'agitation et d'éclaboussures de l'eau lorsque la piscine est utilisée et comment cela augmente l'évaporation par rapport à la valeur de référence. Le chapitre 6 du HVAC Applications Handbook de l'ASHRAE publie un tableau des facteurs d'activité (tableau 2) basé sur des années de données empiriques de terrain et d'essais. de données empiriques de terrain et d'essais.

**TABLEAU 2 - FACTEURS D'ACTIVITÉ**

TYPE DE PISCINE	FACTEUR D'ACTIVITÉ
Nage des personnes âgées	0.65
Club de fitness - Aquafit	0.65
Hôtel	0.8
Institutionnel - École	0,8 – 1.0
Thérapie physique	0.65
Public/YMCA	1.0
Résidentiel	0.5
Rencontre de natation	1.0
Piscine à vagues	1.5 – 2.0
Bain à remous	1.0

## JEUX D'EAU ET JOUETS

Il est important de comprendre que la totalité de la surface effective de l'eau et la vitesse relative (air et/ou eau) sont nécessaires pour estimer l'évaporation. (air et/ou eau) sont nécessaires pour estimer l'évaporation.

Les fabricants de jeux d'eau et de jouets ne publient pas les charges d'évaporation de leurs produits, ce qui oblige les ingénieurs à faire des estimations. Par conséquent, tout espace intérieur fortement chargé de jouets aquatiques rendra difficile la modélisation précise des charges de déshumidification, c'est pourquoi il est important que les concepteurs définissent leurs attentes avec le propriétaire. Par exemple, il ne faut pas s'attendre à ce que les niveaux exacts d'humidité relative soient maintenus.

## ÉQUATION DU TAUX D'ÉVAPORATION (EAU PLATE)

L'équation n° 2 du chapitre 6 du HVAC Applications Handbook de l'ASHRAE calcule le taux d'évaporation en livres d'eau par heure (lb/h) pour une vitesse de l'air au-dessus de l'eau de 10 à 30 fpm. Les valeurs de pression de vapeur peuvent être trouvées dans les tables de vapeur.

$$ER = 0,1 \times A \times AF (Pw - Pdp)$$

où

ER = taux d'évaporation de l'eau, lb/h

A = surface de l'eau de la piscine, ft<sup>2</sup>

AF = facteur d'activité (tableau 2)

Pw = pression de vapeur saturante à la surface de l'eau, en in. Hg

Pdp = pression partielle de vapeur au point de rosée de la pièce, in. Hg

Comme le montre l'équation, les facteurs suivants augmentent le taux d'évaporation :

- Augmentation de la température de l'eau
- abaissement de la température de l'air
- Diminution de l'humidité relative de l'air

Forte activité/agitation

Une fois que l'équipement a été sélectionné et installé, toute modification des variables qui augmente le taux d'évaporation peut faire en sorte que l'équipement ne soit plus adapté à la nouvelle charge plus importante.

Les nageurs ne sont généralement pas considérés comme des occupants puisqu'ils sont immergés dans l'eau. Les nageurs et leur agitation dans l'eau sont inclus dans le facteur d'activité. Les spectateurs, en particulier dans les installations qui accueillent de grandes compétitions de natation, peuvent être plusieurs milliers - et ajouter une charge d'humidité significative (tableau 3).

**TABLEAU 3 - CHARGE LATENTE DES OCCUPANTS**

NIVEAU D'ACTIVITÉ	LB/H PAR SPECTATEUR
Tranquillement assis	0.155
Activité modérée	0.205
Enthousiaste	0.250
Très enthousiaste	0.530

### RENCONTRES DE NATATION

Les installations qui accueillent des compétitions de natation ont deux modes de fonctionnement distincts : l'utilisation et les compétitions de natation.

Pour évaluer la charge de déshumidification maximale pendant les compétitions de natation (qui a lieu pendant les échauffements), un facteur d'activité de 1,0 doit être utilisé. Le nombre total de spectateurs et de compétiteurs sur le bord de la piscine doit également être inclus dans la charge. Les codes exigent également que chaque spectateur dispose de 7,5 CFM d'air extérieur. L'impact de l'air extérieur sur la charge doit également être calculé.

Les installations doivent dimensionner l'équipement en fonction du plus grand des deux principaux modes de fonctionnement.

### GALERIES DE SPECTATEURS

S'il existe une galerie réservée aux spectateurs d'une taille convenable, il est possible de créer un microclimat distinct pour eux pendant les compétitions de natation en utilisant une unité de CVC réservée aux spectateurs. Une unité CVC dédiée peut fournir l'air extérieur supplémentaire nécessaire à cette zone pendant la compétition, tout en offrant des conditions légèrement différentes (généralement plus fraîches) qui sont plus confortables pour les spectateurs.

### AIR EXTÉRIEUR

L'introduction d'air extérieur est essentielle au maintien d'une bonne qualité de l'air dans toute installation. L'impact de la ventilation de l'air extérieur sur un natatorium varie en fonction des conditions météorologiques et de la situation géographique de l'installation. L'introduction de l'air extérieur en été ajoute généralement de l'humidité à l'espace, et en hiver, élimine l'humidité de l'espace. Pour le calcul de la charge maximale de déshumidification, les conditions de conception estivales sont prises en compte.

Les codes de construction exigent généralement que l'air extérieur soit introduit dans un bâtiment commercial pendant les heures d'occupation. Le tableau 6.1 de la norme 62 de l'ASHRAE recommande d'introduire l'air extérieur dans un natatorium aux taux suivants :

- 0,48 PCM/pi<sup>2</sup> de l'eau de la piscine et de la surface mouillée de la terrasse.
- Certaines versions du tableau 6.1 préconisent 0,06 PCM/pi<sup>2</sup> de surface sèche comme ligne de base.
- 7,5 PCM par spectateur ajoutés à la ligne de base pendant les compétitions de natation

L'objectif de cet air extérieur est, en partie, de contribuer à diluer les produits chimiques dégagés par l'eau. Le fait de dépasser les exigences du code en matière d'air extérieur n'améliorera pas nécessairement la qualité de l'air. En hiver, cela augmentera considérablement les frais d'exploitation et, en été, la charge de déshumidification.

## LOGICIEL D'ESTIMATION DES CHARGES

Il existe un logiciel basé sur les critères de l'ASHRAE qui calcule toutes les charges d'humidité en quelques minutes. La figure 2 donne un aperçu des données de base qu'il faut généralement saisir pour calculer une charge. une charge.

**FIGURE 2 : CALCUL DE LA CHARGE DE LA PISCINE**

### Calcul de la charge de la piscine

Natatorium Design

**Piscines**

Nom du bassin	Surface ft <sup>2</sup>	Température de l'eau °F	Facteur d'activité
Piscine principale	2000	84	1.0
Spa	200	102	1.0

**Détails de la pièce**

Espace terreuse humide (ft<sup>2</sup>):

Volume de la salle de billard (ft<sup>3</sup>):

Surface de la terrasse sèche (ft<sup>2</sup>):

Nombre de spectateurs:

**Conditions atmosphériques**

Température ambiante (°F):

RH Inoccupé (%):

Eté HR occupée (%):

**Conception de l'unité**

Nombre d'unités:       Renouvellements d'air / HR requis CFM

Nombre total de PCM dans la pièce	4	16000
0	6	24000
PCM d'alimentation de l'unité	8	32000

Le chauffage de l'eau de la piscine sera-t-il utilisé?     Oui    Non

Air extérieur requis                                     Oui    Non

Tension Fréquence                                     60 Hz    50 Hz

**Conception de l'air extérieur**

CFM minimum de l'OA:       1910 CFM recommandé

Pays:

Etat/Province:

Station météo:

Trouver une station météo par ville:

---

Altitude (ft)	Été db (°F)	Été wb (°F)	Hiver wb (°F)
<input type="text" value="131"/>	<input type="text" value="92.3"/>	<input type="text" value="77.1"/>	<input type="text" value="7.9"/>

# QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Une bonne qualité de l'air intérieur doit être un objectif prioritaire pour tous. S'il s'agit d'une préoccupation majeure, elle recevra l'attention qu'elle mérite et dont elle a besoin.

La définition de la qualité de l'air intérieur acceptable pour une piscine intérieure est un point que le Council for the Model Aquatic Health Code (CMAHC) tente de définir pour l'Amérique du Nord. À l'heure actuelle, il n'existe aucune définition des niveaux chimiques acceptables avant d'avoir un impact négatif sur la physiologie humaine.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a établi une ligne directrice de 0,5 mg/m<sup>3</sup> pour la concentration de NCl<sub>3</sub> (trichloramine) en phase gazeuse dans les piscines. Un groupe de recherche belge a proposé une valeur légèrement plus stricte de 0,3 mg/m<sup>3</sup>. Le projet pourrait déboucher sur l'identification d'une ligne directrice différente pour la concentration de NCl<sub>3</sub> en phase gazeuse, mais pour l'instant, la plupart des chercheurs reconnaissent la nécessité de rester en deçà de 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

Une partie de la recherche de la CMAHC consiste à trouver un moyen de mesurer les niveaux de trichloramine à l'aide de capteurs disponibles sur le marché dans les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation. À l'heure actuelle, il n'existe pas de capteurs de trichloramine viables pouvant être utilisés dans les systèmes de CVC. Les chercheurs espèrent donc trouver un substitut adéquat, peut-être similaire aux niveaux de COV ou de CO<sub>2</sub>. Une fois cette solution trouvée, les stratégies de contrôle des systèmes de CVC pourront s'ajuster en fonction des niveaux de produits chimiques dans l'espace.

Bien que cela puisse avoir un impact sur la qualité de l'air intérieur, il s'agira toujours d'une réaction

aux produits chimiques déjà dégagés. S'attaquer directement aux niveaux de produits chimiques dans l'eau aura un impact plus immédiat sur la QAI, car moins de produits chimiques se dégageront. Le maintien de niveaux chimiques optimaux devrait toujours être la priorité lorsque l'on cherche à obtenir la meilleure QAI possible.

Les concepteurs qui suivent les directives du manuel ASHRAE, ainsi que celles recommandées dans ce guide, peuvent s'attendre à ce que l'espace soit en bon état et que l'expérience de la piscine intérieure soit agréable. L'ingénieur concepteur doit prendre certaines mesures pour minimiser les risques d'inconfort ou d'effets néfastes sur la santé d'un client. De nombreux facteurs influent sur la QAI d'un natatorium. Il s'agit notamment des problèmes chimiques de l'eau de la piscine, de l'insuffisance de l'air extérieur, de la stagnation de l'air, de la mauvaise distribution de l'air, de l'humidité élevée, de l'entretien et de l'exploitation de l'installation, ainsi que du comportement des occupants/des nageurs (l'urine dans les piscines est responsable de 50 % des problèmes chimiques). Quatre facteurs clés ayant l'impact le plus direct sur la qualité de l'air intérieur sont sous le contrôle de l'ingénieur concepteur :

- Mauvaise distribution de l'air - pas de flux d'air dans la zone de respiration
- Taux de renouvellement de l'air
- Ventilation de l'air extérieur
- Air évacué - captage des sources chimiques

Les facteurs qui ont un impact significatif sur la QAI mais qui ne sont pas sous le contrôle de l'ingénieur concepteur HVAC sont la chimie de l'eau de la piscine, l'entretien, le fonctionnement et le comportement du client. Il est essentiel que ces facteurs soient pris en compte par l'exploitant de l'établissement.

## ZONE DE RESPIRATION

L'objectif le plus important de la conception du système CVC est de fournir un apport d'air adéquat dans la zone respiratoire. L'air fourni par le système CVC a été conditionné et filtré avec de l'air extérieur. Il s'agit de la meilleure qualité d'air que le système puisse offrir. Lorsque l'air d'alimentation est distribué dans la zone de respiration, les usagers bénéficient de la meilleure qualité d'air possible.

Une installation bien conçue contrôlera et éliminera les chloramines de manière adéquate tout en fournissant l'air traité et conditionné là où il est le plus nécessaire, c'est-à-dire dans la zone respiratoire et la zone de pont.

## TAUX DE RENOUVELLEMENT DE L'AIR

Les recommandations de l'ASHRAE concernant les renouvellements d'air volumétrique par heure sont importantes pour s'assurer que l'ensemble de la pièce bénéficie d'un mouvement d'air. Les zones stagnantes doivent être évitées, car elles sont sujettes à la condensation et à des problèmes de qualité de l'air.

Les courts-circuits entre l'air soufflé et l'air repris doivent également être évités, car ils réduisent considérablement les changements d'air réels dans l'espace et l'efficacité globale du système CVC. L'ASHRAE recommande

- 4 à 6 renouvellements d'air volumétrique par heure dans un natatorium ordinaire
- 6 à 8 renouvellements d'air volumétrique par heure dans les zones réservées aux spectateurs.  
Un calcul rapide permet de déterminer les besoins en air soufflé :
- Air soufflé nécessaire (CFM) = volume de la pièce (ft<sup>3</sup>) x nombre de renouvellements d'air souhaité / 60

Le volume de la pièce détermine la quantité d'air soufflé dont un espace a besoin.

## AIR DE VENTILATION EXTÉRIEUR

La quantité d'air extérieur à introduire dans l'installation est déterminée par les codes locaux. La plupart des codes adoptent la norme ASHRAE 62. L'air extérieur est essentiel pour diluer les produits chimiques en suspension dans l'air et maintenir une bonne qualité de l'air intérieur.

Les installations qui introduisent l'air extérieur conformément à la norme ASHRAE 62 et qui disposent d'une distribution d'air appropriée/efficace auront une QAI exceptionnelle.

- Une quantité d'air extérieur supérieure à celle requise par la norme 62 de l'ASHRAE n'est pas nécessaire pour assurer une bonne QAI si la distribution de l'air est bien faite (sauf pour les parcs aquatiques et les parcs d'éclaboussures intérieurs).
- L'air extérieur nécessite une quantité importante d'énergie de chauffage en hiver et doit être inclus dans les calculs de la charge thermique.
- La récupération de chaleur doit être envisagée entre les flux d'air vicié et d'air extérieur.
- Introduire l'air extérieur par les prises d'air prévues en usine sur les appareils de traitement de l'air.
- Les prises d'air extérieur doivent être situées à l'écart des sources de contamination de l'air, telles que les ventilateurs d'extraction ou les événements de plomberie.
- Il peut être nécessaire de préchauffer l'air extérieur à 65°F si plus de 35 % du débit d'air total est constitué d'air extérieur ou si la température de conception hivernale est inférieure à 10°F.
- Un entrepreneur certifié en équilibrage d'air doit équilibrer le débit d'air du système.

Tous les appareils de traitement de l'air pour piscines intérieures doivent être équipés d'un raccordement à l'air extérieur, d'un filtre, d'un registre motorisé à deux positions et d'un registre d'équilibrage.

## AIR ÉVACUÉ

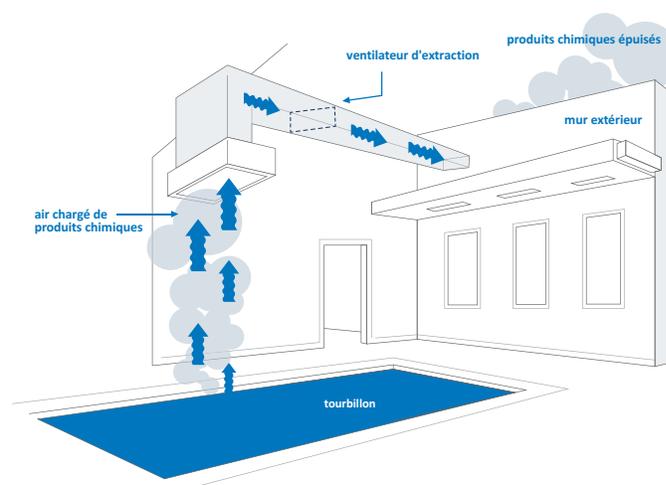
L'ASHRAE recommande que la pièce soit maintenue à une pression négative de 0,05-0,15 » WC par rapport aux espaces environnants. Une augmentation de 10 % de la quantité d'air évacué par rapport à l'air extérieur est une bonne règle empirique.

“ 10 % de plus d'air évacué que l'air extérieur est une bonne règle empirique.

Une quantité d'air évacué supérieure à celle recommandée par l'ASHRAE ne réduira pas ou n'arrêtera pas la migration de l'humidité à travers l'enveloppe du bâtiment vers l'extérieur par temps froid. La vapeur migre en fonction de la différence de pression de la vapeur. Il y a effectivement une différence de pression de 10 pouces de colonne d'eau entre l'intérieur et l'extérieur pendant les journées froides d'hiver. Aucune pression négative côté air ne peut être ajoutée à un espace pour arrêter la migration de la vapeur. Pour éviter cela, les pare-vapeur doivent être placés à des endroits appropriés dans l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment.

La figure 3 illustre comment l'emplacement stratégique de la grille d'évacuation peut également améliorer de manière significative la qualité de l'air dans l'espace. La grille d'entrée d'air vicié doit être placée directement au-dessus d'un spa ou d'un bain à remous intérieur. Cette source capture et extrait la plus forte concentration de polluants avant qu'ils ne se diffusent dans l'espace et n'aient un impact négatif sur la qualité de l'air ambiant.

FIGURE 3 : AIR ÉVACUÉ



## AVANTAGE DE L'ÉVACUATION PAR CAPTAGE À LA SOURCE DES PRODUITS CHIMIQUES

Si l'Evacuator est utilisé, il répond aux besoins en air vicié de l'espace tout en offrant un avantage secondaire considérable en matière de chauffage, de ventilation et de climatisation. Comme l'évacuation se fait directement à partir de la surface de l'eau, l'air est remplacé par de l'air provenant de l'espace. Cela améliore la zone de respiration en aidant à faire descendre l'air jusqu'à la surface de l'eau et de la terrasse.

## CHIMIE DE L'EAU DE LA PISCINE

S'il n'y a pas de dégagement gazeux de produits chimiques, il n'y a pas de problème de qualité de l'air. Tous les efforts visant à minimiser les dégagements gazeux de produits chimiques dans la conception et le fonctionnement de la piscine auront un impact direct sur la QAI. La chimie de l'eau de la piscine et l'exploitation de l'installation sont des variables clés qui ont un impact sur la QAI et qui ne sont généralement pas sous le contrôle de l'ingénieur concepteur.

Une bonne chimie de l'eau de la piscine est essentielle pour atteindre des niveaux élevés de santé et de confort. Le maintien de conditions idéales pour l'eau de la piscine garantit également la meilleure qualité possible de l'air intérieur et des performances optimales du

système mécanique. De nouvelles technologies sont disponibles pour faciliter la chimie de l'eau et la gestion des chloramines, comme le système Evacuator et les systèmes de traitement par lumière ultraviolette (UV).

## **ODEUR DE CHLORE**

On croit souvent à tort qu'une forte odeur de chlore est due à une trop grande quantité de chlore dans l'eau. L'odeur est en fait causée par les chloramines (chlore combiné) qui se dégagent de la surface de l'eau de la piscine.

Les chloramines se forment dans l'eau de la piscine lorsqu'il n'y a pas assez de chlore libre dans la piscine pour traiter les composés azotés apportés dans l'eau de la piscine par les nageurs. Ces composés azotés sont d'origine naturelle et sont contenus dans la sueur, l'urine, les huiles corporelles et d'autres protéines qui sont libérées dans l'eau de la piscine. Si l'introduction de ces composés azotés dépasse l'introduction de chlore libre, le chlore se combine aux composés azotés au lieu de les oxyder complètement.

Les niveaux de chloramine augmentent dans l'eau dans l'eau, ce qui entraîne une augmentation des chloramine, ce qui crée une odeur de chlore dans la pièce. de chlore dans la pièce. Trois types de chloramines peuvent se former : la monochloramine, la dichloramine et la trichloramine. La trichloramine est la plus volatile et son dégagement gazeux est le plus rapide.

Les chloramines dégagées attirent fortement l'humidité de l'air et se combinent à l'humidité de l'air. Par conséquent, toute condensation de l'humidité de l'espace deviendra corrosive. deviendra corrosive..

## **CAPTURE À LA SOURCE DE L'ÉCHAPPEMENT CHIMIQUE**

Une méthode très efficace de contrôle des chloramines est de les capturer à la source de la surface de l'eau et de les évacuer avant qu'elles n'aient une chance de devenir un problème de QAI. de devenir un problème de QAI. Le système Evacuator a été conçu exactement dans ce but. Il en résulte une qualité d'air exceptionnelle, même sur les systèmes modernisés.

Le traitement de l'eau de piscine par lumière ultraviolette a un impact très positif sur la chimie de l'eau et peut contribuer à réduire considérablement les chloramines (voire à les éliminer complètement). Cette approche du traitement de l'eau gagne en popularité et, au fur et à mesure que des données positives sont publiées, elle devrait devenir la norme.

## **HUMIDITÉ ET CORROSION**

Toute condensation de l'humidité de l'espace devient corrosive. Il est essentiel que les niveaux d'humidité de l'espace soient contrôlés pour éviter la condensation, car elle endommagera le bâtiment et les systèmes mécaniques. et le système mécanique.

De par leur conception, les piscines intérieures sont plus chaudes et, par conséquent, ont des températures de point de rosée plus élevées que les espaces traditionnels.

Les ingénieurs et les architectes doivent comprendre les conséquences de l'air humide et corrosif et accorder une attention particulière à son impact potentiel sur l'ensemble du système CVC et de l'enveloppe du bâtiment.

La meilleure pratique consiste à s'assurer que tous les composants électriques se trouvent dans un vestibule mécanique séparé, à l'abri du flux d'air de la piscine. Tous les composants en contact avec le flux d'air de la piscine doivent être protégés par les meilleurs peintures, revêtements et matériaux anticorrosion disponibles..

# CONTRÔLE DE LA CONDENSATION

Si un taux d'humidité relative de 50 à 60 % est idéal pour le confort et la santé des patrons, il est beaucoup plus élevé que dans les espaces traditionnels en hiver.

Dans les climats froids, il est très courant d'humidifier les locaux afin de ramener le taux d'humidité à 30-40%. Une piscine intérieure et un espace humidifié peuvent connaître des problèmes de condensation et endommager gravement la structure du bâtiment par temps froid s'ils ne sont pas conçus correctement.

La condensation déclenche un processus de destruction, car elle entraîne la formation de moisissures.

Si on la laisse se produire à l'intérieur des murs du bâtiment ou le toit, la condensation entraîne une détérioration et peut dévaster la structure en gelant en hiver. en hiver.

Il est essentiel d'éviter la condensation à tout prix. éviter à tout prix.

La conception et la construction du bâtiment doivent être adaptées à l'accueil d'une piscine intérieure et à une humidité relative de 50 à 60 % tout au long de l'année. tout au long de l'année.

Une conception réussie permet d'identifier et de couvrir les éléments du bâtiment qui ont une faible valeur R (généralement les fenêtres extérieures) avec de l'air chaud afin d'éviter la condensation. Les cadres des fenêtres et les portes de sortie de secours doivent également être isolés thermiquement pour éviter la condensation..

## TEMPÉRATURE DU POINT DE ROSÉE

La condensation se forme sur les surfaces lorsque les températures de surface sont inférieures au point de rosée de l'air environnant. l'air ambiant.

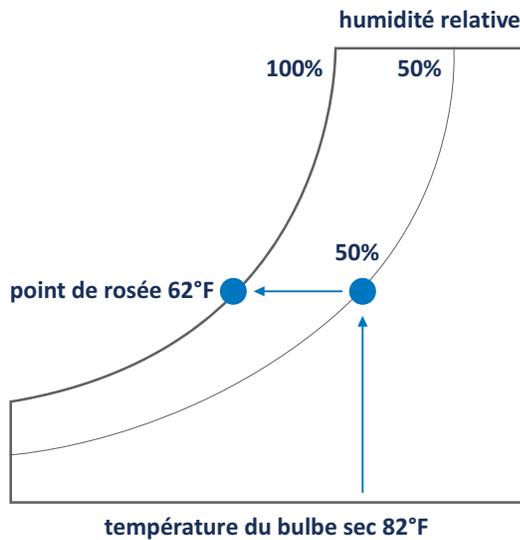
La première étape du contrôle de la condensation consiste à déterminer la température du point de rosée de l'espace en fonction des conditions souhaitées. Grâce à cette information, le concepteur peut déterminer les points de condensation potentiels dans le bâtiment. Le point de rosée d'une piscine se situe généralement entre 62 et 69°F (82-84°F 50-60% HR). En comparaison, un espace typique en hiver peut avoir un point de rosée de 45°F (70°F 40 % HR).

Les piscines présentent un risque de condensation beaucoup plus élevé en raison d'une température ambiante élevée et d'une humidité relative légèrement supérieure, ce qui se traduit par un point de rosée très élevé.

Il s'agit d'éléments de construction à faible valeur R dont la température de surface intérieure est inférieure au point de rosée dans les conditions de conception hivernale. Plus important encore, le point de rosée permet également de déterminer l'emplacement du pare-vapeur dans le mur. La figure 4 montre qu'une piscine typique de 82°F 50% HR a un point de rosée de 62°F.

Par conséquent, toute surface dont la température est inférieure à 62°F condensera de l'humidité..

**FIGURE 4 : TEMPÉRATURE DU POINT DE ROSÉE**



Il est important de s'assurer que l'ensemble de l'enceinte de la piscine (murs et plafonds) est équipé d'un pare-vapeur au bon endroit. Il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas de brèche dans le pare-vapeur à la jonction des murs et du toit et des murs et du sol.

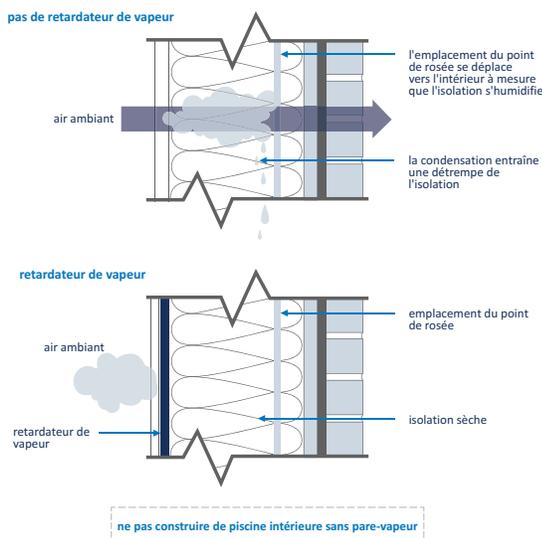
Un pare-vapeur correctement placé et installé est le seul moyen de protéger la structure d'un bâtiment contre la migration de la vapeur qui entraîne des dégâts dus à l'humidité.

La figure 6 est un exemple de détail de mur avec son gradient de température. Cet exercice permet au concepteur d'identifier la température du point de rosée dans le mur et où le pare-vapeur doit être installé, doit être installé.

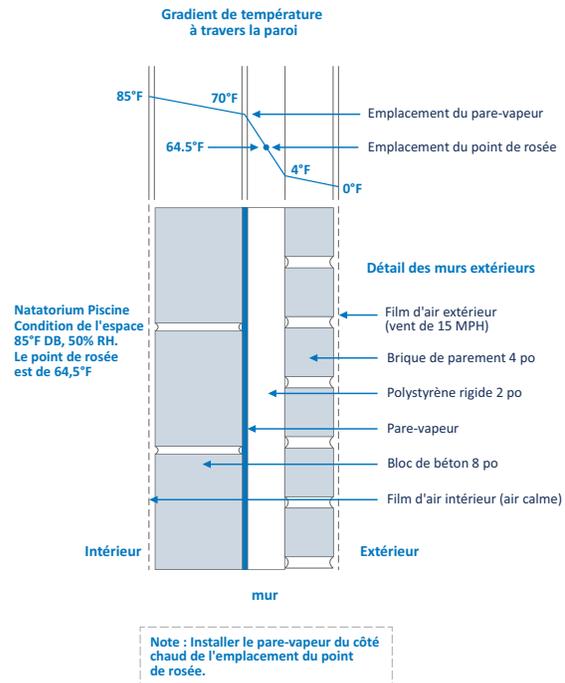
**RETARDATEUR DE VAPEUR**

Un pare-vapeur est un matériau qui limite la vitesse de diffusion de la vapeur d'eau à travers les plafonds et les murs d'un bâtiment lorsque la température est inférieure au point de rosée. La figure 5 illustre comment le fait de ne pas installer le pare-vapeur au bon endroit entraînera de la condensation à l'intérieur de la structure. La condensation dans les murs ou le toit peut entraîner une défaillance structurelle. Un pare-vapeur doit être scellé à tous les joints.

**FIGURE 5 : NE PAS CONSTRUIRE DE PISCINE INTÉRIÈRE SANS PARE-VAPEUR**



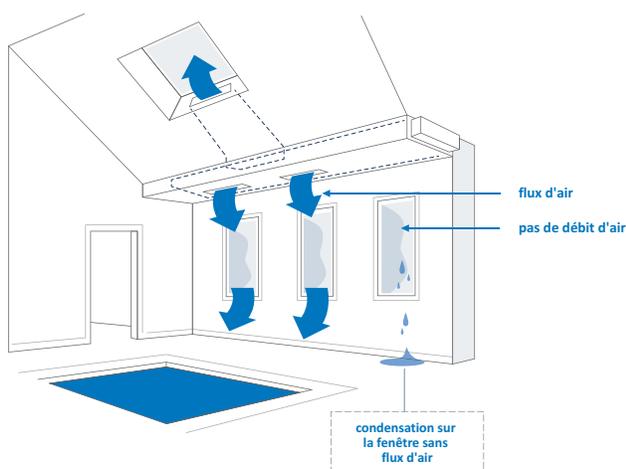
**FIGURE 6 : LES PISCINES SONT DIFFÉRENTES - INSTALLEZ LE PARE-VAPEUR DU CÔTÉ CHAUD DU POINT DE ROSÉE.**



## CONCEPTION DES FENÊTRES

Les fenêtres ont une valeur R relativement faible et, par conséquent, leurs températures de surface seront inférieures au point de rosée de la pièce lorsque les températures extérieures sont fraîches. Les fenêtres extérieures se couvrent de condensation dès le premier jour de froid, à moins que des mesures préventives ne soient prises. La solution au problème de la condensation consiste à couvrir entièrement chaque partie de la fenêtre avec de l'air provenant du système de chauffage, de ventilation et de climatisation. Il est essentiel qu'aucune section ne soit oubliée, sinon la fenêtre se refroidira et se condensera.

### FIGURE 7 : CONCEPTION DE LA FENÊTRE



## DISTRIBUTION DE L'AIR

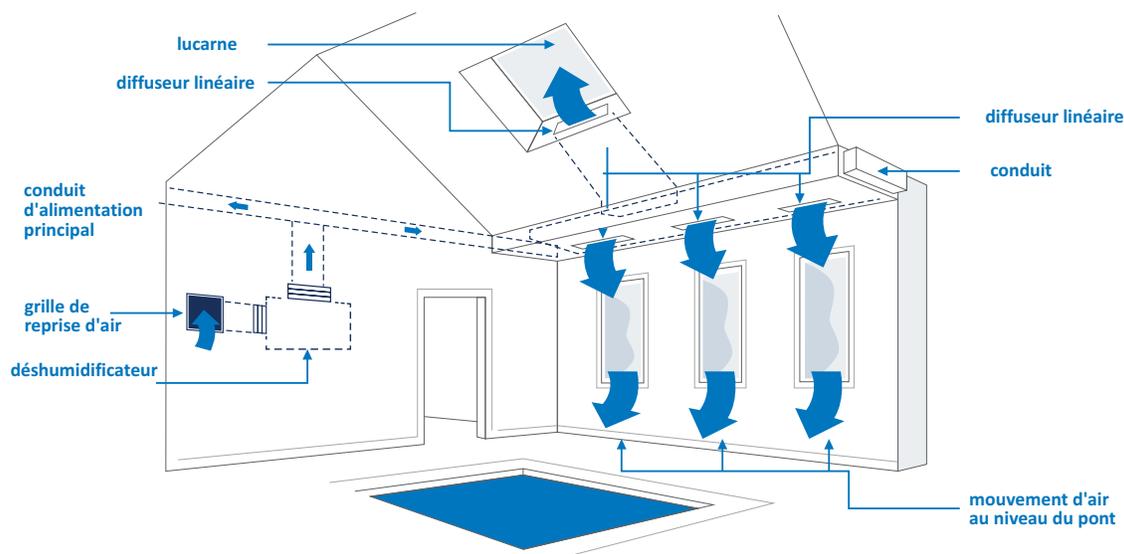
Les fenêtres et les portes extérieures étant les premières concernées par la condensation, il est extrêmement important que l'air d'alimentation soit concentré dans ces zones. L'air chaud du déshumidificateur maintiendra la température de la surface des fenêtres au-dessus de la température du point de rosée, ce qui permettra aux fenêtres et aux portes extérieures de rester exemptes de condensation.

Il y a cinq étapes fondamentales pour une distribution optimale de l'air :

1. Fournir de l'air à la zone de respiration au niveau du pont et de la surface de l'eau.
2. Alimenter en air les fenêtres et les portes extérieures.
3. Alimenter en air le reste de la pièce pour s'assurer qu'il n'y a pas de zones stagnantes.
4. Placer la gaine de reprise à un endroit où elle optimisera l'ensemble du flux d'air.
5. Prévenir les courts-circuits d'air en évitant les diffuseurs d'air à proximité de la grille de reprise.

La figure 8 illustre les bonnes pratiques de distribution de l'air.

### FIGURE 8 : DISPOSITION DES GAINES PÉRIMÉTRIQUES



Tous les systèmes de distribution d'air doivent

- Satisfaire aux exigences de conception de l'ASHRAE et aux codes locaux.
- Fournir au moins 4 à 6 renouvellements d'air volumétrique par heure.
- Couvrir les fenêtres extérieures, les surfaces extérieures et les autres zones sujettes à la condensation avec de l'air soufflé. Une bonne règle est de 3 à 5 CFM par pi<sup>2</sup> de verre extérieur.
- Placer la grille de reprise de manière à améliorer la circulation de l'air dans la pièce.
- Choisir des grilles, des registres et des diffuseurs qui offrent la distance de projection requise et le débit d'air spécifié.
- Introduire l'air extérieur conformément aux codes locaux et/ou à la norme ASHRAE 62.
- Maintenir une pression négative dans l'espace à l'aide d'un ventilateur d'extraction.
- Faire réaliser un bilan aéraulique..

### **RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES :**

- Les conduits en tôle galvanisée sont acceptables dans la plupart des installations.
- Dans le cas d'un système de gaines enterrées, il convient d'utiliser des tuyaux en PVC ou des tuyaux en spirale galvanisés revêtus de plastique afin d'éviter toute détérioration.
- Les conduits et la quincaillerie en acier inoxydable doivent être évités car ils sont facilement attaqués par le chlore.
- Les gaines en tissu constituent un excellent choix de matériau pour un natatorium.
- Le matériau de la gaine ne doit pas permettre les fuites d'air.
- L'emplacement des grilles d'alimentation et la disposition générale de la gaine doivent être exactement les mêmes que pour une gaine en métal.  
gaine métallique.
- Les conduits qui traversent une zone non climatisée doivent être isolés à l'extérieur.
- Le cas échéant, placer les prises d'air du ventilateur d'extraction aussi près que possible du bain tourbillon.
- Pour éviter les bruits de vibration excessifs, installez des raccords flexibles en néoprène lorsque vous fixez les conduits au déshumidificateur. L'isolation acoustique du conduit à proximité de l'appareil peut également être envisagée.
- Les puits de lumière nécessitent une circulation d'air importante pour éviter la condensation sur leurs surfaces.

# CONSIDÉRATIONS ÉNERGÉTIQUES

La réduction de la consommation d'énergie est un objectif écologique et respectueux de l'environnement qui permet également de réduire les coûts d'exploitation et les factures mensuelles. De nombreux aspects de l'exploitation d'une piscine intérieure ont une incidence sur la consommation d'énergie.

Le choix des conditions d'exploitation et de l'enveloppe du bâtiment doit être discuté lors de la phase de conception afin de garantir une consommation d'énergie et des performances optimales. Par exemple, une structure entièrement en verre sera coûteuse à chauffer et difficile à maintenir sans condensation dans un climat froid.

Un natatorium comporte cinq grands domaines de consommation d'énergie :

- le chauffage de l'eau de la piscine
- Déshumidification
- Chauffage des locaux en hiver
- Refroidissement des locaux en été
- Chauffage et refroidissement de l'air extérieur

## OPERATING CONDITIONS

Le chauffage de l'eau de la piscine et les taux d'évaporation sont toujours liés. Chaque livre d'humidité évaporée dans l'espace est une charge à déshumidifier et représente également une perte de chaleur pour l'eau de la piscine. Environ 90 % des coûts annuels de chauffage de l'eau d'une piscine intérieure sont dus aux pertes par évaporation. Chaque livre d'humidité évaporée représente ~1000 Btu de chaleur perdue par l'eau de la piscine, et à moins que la piscine ne soit couverte, cette chaleur est perdue 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7.

- Plus l'eau de la piscine est chaude, plus le taux d'évaporation est élevé.

- Plus le taux d'humidité relative de l'espace est faible, plus le taux d'évaporation est élevé.
- Plus la température ambiante (point de rosée) est basse, plus le taux d'évaporation est élevé.

À température d'eau égale, une piscine dans une pièce à 78°F 50 % HR s'évaporerait presque 35 % de plus que la même piscine dans une pièce à 85°F 50 % HR. Bien que la température de l'espace doive être dictée par le propriétaire en fonction de la satisfaction de ses clients, il est utile de connaître quelques lignes directrices qui peuvent aider à réduire la consommation d'énergie :

- Maintenir la température de l'air ambiant aussi élevée que possible (généralement 2-4°F au-dessus de la température de l'eau de la piscine) permet de réduire l'évaporation. La plupart des applications ne souhaitent pas que la température de l'air dépasse 86°F, conformément aux directives de l'ASHRAE ; cependant, les piscines intérieures vont parfois au-delà de cette recommandation, les écoles de natation pour enfants ayant une température de l'air allant jusqu'à 92°F et certains programmes de natation pour personnes âgées dépassant également cette recommandation. La réduction de l'évaporation permet de réduire les besoins en chauffage de l'eau de la piscine ainsi que la taille du déshumidificateur.
- L'introduction d'une quantité d'air de ventilation extérieure supérieure à celle requise par le code aura un impact sur les niveaux d'humidité relative de l'espace en été et en hiver. En hiver, les niveaux d'humidité relative de l'espace tomberont en dessous de 50 %, ce qui augmentera le taux d'évaporation et les besoins en chauffage de l'eau de la piscine.

## NIVEAUX D'HUMIDITÉ RELATIVE SAISONNIERS

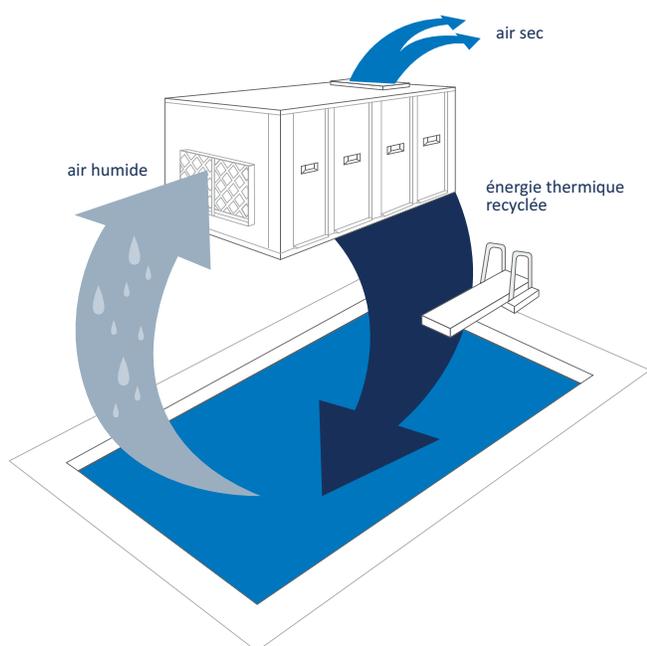
En été, l'air extérieur a tendance à être chargé, mais comme il fait chaud dehors, la condensation n'est pas un problème. Dans ce cas, il est recommandé de modéliser l'espace à 60 % d'HR.

En hiver, le risque de condensation est important, il est donc recommandé de modéliser l'espace à 50 % d'humidité relative. L'air extérieur en hiver est presque toujours un crédit de déshumidification, ce qui rend ce résultat facilement réalisable.

## RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE POUR LE CHAUFFAGE DE L'EAU DE PISCINE

Lorsqu'on utilise une approche basée sur la réfrigération pour contrôler l'humidité, le processus de déshumidification capture l'énergie dans le réfrigérant au niveau du serpentin d'évaporation. La composante de chaleur latente est essentiellement l'évaporation de l'eau de la piscine. L'évaporation représente une part importante des besoins annuels de chauffage de l'eau de la piscine. Cette énergie captée peut être restituée à l'eau de la piscine pour la chauffer gratuitement (figure 9).

FIGURE 9 : LE CYCLE DE L'ÉNERGIE



Un déshumidificateur doté d'une option de chauffage de l'eau de piscine présente un énorme potentiel d'économies d'énergie. Ce procédé a un coefficient de performance impressionnant de 8.

L'utilisation de l'option de chauffage de l'eau de la piscine répond à la norme énergétique 90.1 de l'ASHRAE ; dans le cas contraire, une couverture de piscine est nécessaire pour répondre à la norme.

Un déshumidificateur à base de réfrigération peut utiliser jusqu'à 100 % de la chaleur résiduelle des gaz chauds du compresseur pour chauffer l'eau de la piscine et/ou réchauffer l'air. La restitution de cette énergie gratuite à l'eau de la piscine ou à l'air ambiant réduit considérablement la consommation annuelle d'énergie. L'eau de la piscine ou à l'air ambiant, ce qui réduit considérablement les coûts de chauffage annuels. En hiver, le déshumidificateur est capable de répondre à 100 % des besoins de chauffage de l'eau de la piscine.

L'approche du système de réfrigération mécanique Le contrôle de l'environnement d'une piscine est une utilisation unique du système de réfrigération. L'évaporateur contrôle l'humidité, tandis que le gaz chaud du compresseur peut être utilisé pour chauffer simultanément l'eau de la piscine et/ou l'air ambiant. Les systèmes de climatisation traditionnels envoient simplement le gaz chaud du compresseur à l'extérieur vers un condenseur ou une tour de refroidissement et n'exploitent pas cette source de chaleur.

“ *Le retour sur investissement d'un système de chauffage de l'eau de piscine est inférieur à un an.* ”

Le tableau 4 montre la contribution annuelle du déshumidificateur au chauffage de l'eau lorsqu'il fonctionne en mode refroidissement. Une piscine avec un taux d'évaporation de 50 lb/h et une saison de refroidissement de 2 000 heures réaliserait une économie annuelle de 2 350 \$ si la principale source de chauffage de l'eau de la piscine était un chauffe-eau électrique.

Les calculs sont basés sur les éléments suivants  
 1000 Btu/lb de chaleur latente de vaporisation.  
 Gaz : 0,60 \$ par 100 000 Btu, rendement = 75 %.  
 Électricité : 8 ¢ par kWh.

La plupart des piscines nécessitent un chauffe-eau auxiliaire. Lorsque le déshumidificateur n'est pas en mesure d'assurer le chauffage complet de l'eau, il peut contrôler le chauffage auxiliaire.

**TABLEAU 4 - ÉCONOMIES ANNUELLES DE CHAUFFAGE DE L'EAU GRÂCE À L'OPTION DE CHAUFFAGE DE LA PISCINE**

ÉCONOMIES ANNUELLES RÉALISÉES GRÂCE AUX OPTIONS DE CHAUFFAGE DE L'EAU DE PISCINE									
Saison de refroidissement	Source de chaleur	AVERAGE POOL EVAPORATION (LB/H)							
		20	30	40	50	100	150	200	300
4000 heures	Gaz	\$640	\$960	\$1280	\$1600	\$3200	\$4800	\$6400	\$9600
	Électricité	\$1880	\$2820	\$3760	\$4700	\$9400	\$14100	\$18800	\$28200
2000 heures	Gaz	\$320	\$480	\$640	\$800	\$1600	\$2400	\$3200	\$4800
	Électricité	\$940	\$1410	\$1880	\$2350	\$4700	\$7050	\$9400	\$14100

“Un déshumidificateur doté d'une option de chauffage de l'eau de piscine offre un énorme potentiel d'économies d'énergie.

## CHAUFFAGE DE L'ESPACE

Comme pour toute autre pièce en cours de conception, les calculs de charge de refroidissement et de chauffage doivent être effectués pour le natatorium. C'est la seule façon de s'assurer que les exigences spécifiques en matière de chauffage et de refroidissement sont respectées. La température de l'air ambiant d'une piscine intérieure est généralement supérieure de 10 à 15°F à celle d'un espace occupé typique, de sorte que les besoins en chauffage par pied carré d'un natatorium seront considérablement plus élevés que ceux d'une pièce traditionnelle. L'air extérieur doit être inclus dans les calculs de charge, car il représente souvent jusqu'à 50 % de la charge de chauffage.

## REFROIDISSEMENT DES LOCAUX

La plupart des usagers préfèrent les bâtiments dont la température est contrôlée tout au long de l'année. Même si l'espace est généralement plus chaud de 10 à 15°F qu'une pièce typique, la plupart des clients trouveraient désagréable de se trouver dans un espace qui n'est pas du tout refroidi. dans un espace qui n'est pas du tout refroidi.

Le refroidissement des locaux est un sous-produit gratuit des déshumidificateurs et des systèmes d'eau réfrigérée. Ces systèmes permettent de contrôler la température et l'humidité tout au long de l'année. Ils déshumidifient en refroidissant l'air en dessous de son point de rosée et en condensant l'humidité dans le serpentin de refroidissement. Si la charge de refroidissement dépasse la puissance standard d'une unité de déshumidification, une unité plus grande avec un compresseur à étages est souvent spécifiée.

**“***L'air de ventilation extérieur est essentiel pour maintenir une bonne QAI.*

## AIR EXTÉRIEUR, AIR ÉVACUÉ ET RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE

L'air de ventilation extérieur est essentiel pour maintenir une bonne QAI dans la piscine et est une exigence du code. Le natatorium doit être maintenu à une pression d'air légèrement négative, de sorte que l'air chaud « riche en énergie » doit être évacué.

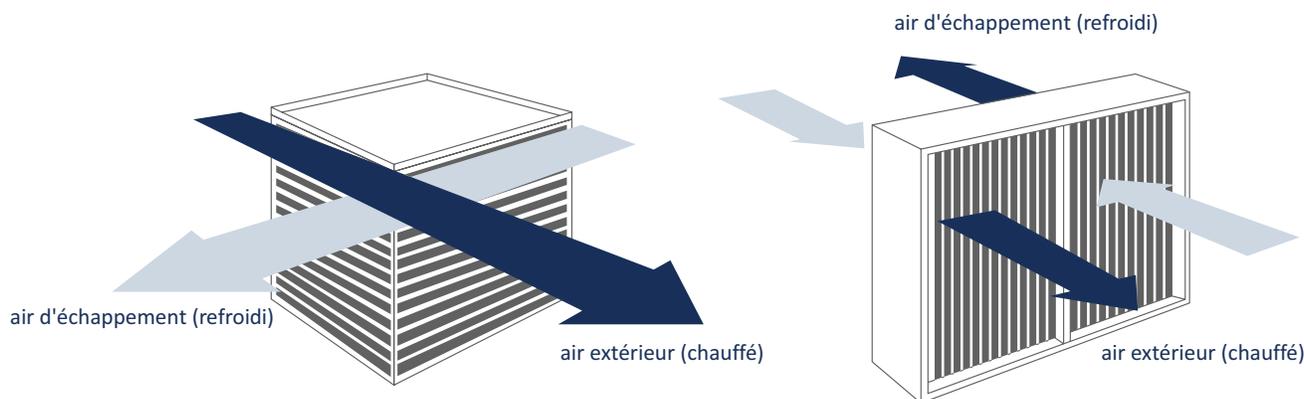
L'air extérieur doit être refroidi et déshumidifié en été et chauffé en hiver. Dans les climats froids, c'est en hiver que l'air extérieur a le plus d'impact, car il réduit le taux d'humidité relative de l'espace et représente une part importante des besoins en chauffage du natatorium. En hiver, l'air extérieur peut avoir besoin d'être chauffé à 100°F pour devenir neutre par rapport à la température de l'espace. Dans les régions méridionales, l'air extérieur introduit beaucoup d'humidité et augmente la charge de déshumidification.

Le concepteur doit tenir compte de plusieurs aspects énergétiques :

- Il n'est pas recommandé d'introduire plus d'air extérieur que ne l'exigent les codes :
- En hiver, cela augmentera considérablement les coûts de chauffage des locaux et de l'eau de la piscine.
- En hiver, une trop grande quantité d'air extérieur peut également abaisser le taux d'humidité relative à des niveaux inconfortables pour les clients.
- En été, il peut introduire une humidité supplémentaire telle qu'un équipement plus important pourrait s'avérer nécessaire.
- L'air chaud « riche en énergie » doit être évacué de l'espace pour maintenir une pression négative et une bonne QAI.

La récupération d'énergie à partir de l'air évacué « riche en énergie » doit être envisagée.

**FIGURE 10 : ÉCHANGE DE CHALEUR**



Les échangeurs de chaleur air-air sont disponibles pour la récupération de la chaleur sensible et de l'énergie totale. Les dispositifs sensibles uniquement sont utilisés dans les natatoriums. Tous les dispositifs de récupération de la chaleur sensible sont efficaces, mais certains sont mieux adaptés pour fournir une solution rentable. La figure 10 en présente deux exemples. Il faut répondre à plusieurs questions pour déterminer quelle approche de récupération de chaleur est la mieux adaptée à une installation donnée :

- L'installation est-elle située dans un climat froid ?
- L'air de ventilation extérieur doit-il être conditionné pour éviter la condensation lorsqu'il est mélangé à l'air ambiant en été et en hiver ?
- Les flux d'air de ventilation extérieure et les flux d'air extérieur et d'air vicié sont-ils proches l'un de l'autre ? à proximité l'un de l'autre ?
- Quel est le retour sur investissement ?

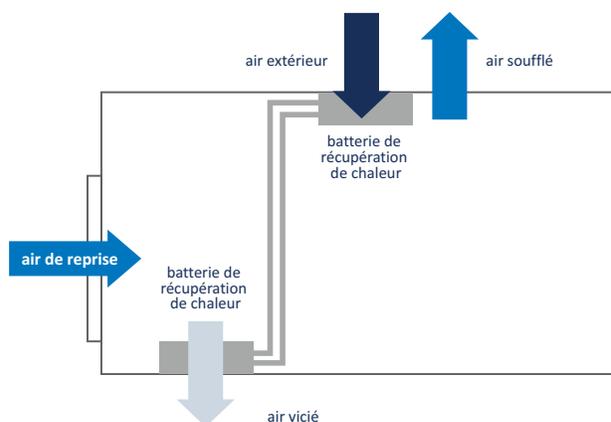
### **BOUCLE DE RETOUR DE GLYCOL**

La récupération de chaleur est généralement intégrée à un déshumidificateur lorsqu'il s'agit d'une installation à l'extérieur ou sur le toit. La figure 11 présente un schéma d'une méthode recommandée de récupération de chaleur par boucle de circulation de glycol. Cette option de récupération de chaleur peut être intégrée de manière transparente dans le déshumidificateur ou installée à distance dans le réseau de gaines. Les dispositifs de récupération de chaleur à plaques de la figure 10 nécessitent des

parcours d'air spéciaux et compliqués dans l'unité. Ils augmentent la taille et le coût de l'appareil et entraînent une chute de pression importante du côté de l'air, ce qui augmente la taille du moteur de la soufflerie et les coûts de fonctionnement.

La récupération d'énergie annualisée de la boucle de circulation du glycol est supérieure à toute autre forme de récupération de chaleur.

**FIGURE 11 : RÉCUPÉRATION DE CHALEUR EN KIT**



L'approche de la récupération de chaleur par boucle de glycol de récupération de chaleur offre les meilleures performances et une flexibilité de conception dans le plus petit boîtier possible. Cet ensemble de serpentins de récupération de chaleur s'adapte directement à l'air extérieur et à l'échappement. directement sur les ouvertures d'air extérieur et d'évacuation d'évacuation d'air déjà présentes sur l'unité sans augmenter la taille de l'armoire. Ils sont également faciles à dimensionner pour répondre aux exigences spécifiques de

l'installation. Le résultat est une option de récupération de chaleur compacte et rentable qui surpasse les autres technologies.

La nature compacte de cette conception permet d'obtenir des armoires plus légères que les unités intégrant la technologie de récupération de la chaleur des plaques.

Il s'agit d'une considération importante pour les applications où les charges de toit sont un problème. La boucle de circulation de glycol est bien adaptée à l'environnement corrosif des piscines intérieures, car elle offre une protection supérieure contre la corrosion par rapport aux dispositifs de récupération de chaleur à plaques.

L'approche de la boucle de retour au glycol est également pour les applications en climat froid.

Les jours d'hiver les plus froids, lorsque la récupération de chaleur est la plus nécessaire, les autres dispositifs de récupération de chaleur doivent contourner l'air pour éviter que le dispositif ne gèle. L'approche au glycol ne présente pas ce risque.

L'introduction des serpentins de récupération de chaleur dans les flux d'air existants offre une chute de pression globale côté air nettement inférieure à celle des unités à double parcours d'air et à schémas d'air internes compliqués. Cette configuration offre à l'utilisateur final le coût d'exploitation le plus bas possible tout en assurant la meilleure efficacité possible en matière de récupération de chaleur.

**TABLEAU 5 - CALCUL DE LA RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE**

DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES		
Ville	Moyenne °F T1	Hiver °F T2
Atlanta	61	17
Boston	51	6
Buffalo	43	2
Chicago	51	-8
Dallas	65	18
Denver	50	-5
Detroit	49	3
Minneapolis	45	-16
Indianapolis	52	-2
Nashville	60	9
New York	54	11
Oklahoma City	60	9
Pittsburgh	50	3
Portland, OR	53	17
Salt Lake City	52	3
Seattle	51	20
St-Louis	55	2
Toronto	46	-5

**ANALYSE DES ÉCONOMIES RÉALISÉES GRÂCE À LA RÉCUPÉRATION DE CHALEUR (Q)**

	Emplacement de la piscine	Atlanta	
<b>T1</b>	Température extérieure moyenne	61	°F
<b>T2</b>	Température de conception hivernale	17	°F
<b>T3</b>	Température intérieure prévue	84	°F
<b>V</b>	Volume d'air extérieur	3500	CFM
<b>N</b>	Heures d'occupation	12	Hours
<b>ER</b>	Tarif électrique :	0.06	\$/kW
<b>GR</b>	Tarif du gaz :	0.65	\$/CCF
<b>GE</b>	Gaz Efficacité du système de chauffage	60	%
	Chauffage des locaux par :	GAS	
<b>HE</b>	Récupération de chaleur Efficacité	50	%
<b>Q</b>	$(T3-T1) \times 1.08 \times V \times (8760 \times N/24) \times GE$	190400	MBH
ÉCONOMIES ANNUELLES RÉALISÉES GRÂCE AU RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR			
<b>\$</b>	$(Q \times \$/CCF) / HE$	\$2,062	
RÉDUCTION DES PICS DE CHAUFFAGE			
<b>Q1</b>	$(T3-T2) \times 1.08 \times V \times HE$		Btu/h

Une option de récupération de chaleur dans un climat froid est généralement amortie au bout d'un an grâce à l'augmentation des économies d'énergie. après un an, grâce à l'augmentation des économies d'énergie.

Les économies sont notables même dans un climat doux, où ces dispositifs s'amortissent généralement au bout de deux ou trois ans. en deux ou trois ans.

## **ÉNERGIE DES VENTILATEURS ET CONCEPTION DES CONDUITS**

Le mouvement et la circulation de l'air représentent une part importante de l'énergie consommée par les piscines couvertes. Ils peuvent représenter 50 % de la consommation électrique, voire plus si la pression statique des conduits est élevée ou si les ventilateurs sont inefficaces.

Le(s) ventilateur(s) d'alimentation d'une piscine fonctionne(nt) 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, et les coûts d'exploitation peuvent augmenter si la pression statique de la gaine est élevée. avec une gaine à haute pression.

**“ Il est important d'avoir une vue d'ensemble du coût total (installation et fonctionnement) d'un projet lors de la phase de conception.**

Sur un système de 32 000 CFM, le passage d'un ESP de 1 à 3 pouces fait passer la puissance du ventilateur de 24,5 à 40,5. Cela équivaut à une consommation d'énergie supplémentaire d'environ 12 kW, 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par an. Avec un coût moyen d'alimentation électrique de 0,12 \$/ kWh, cela représente une dépense supplémentaire d'environ 12 600 \$ par an en frais de fonctionnement - ou environ 200 000 \$ sur la durée de vie de la machine. Ces chiffres ne tiennent même pas compte d'autres dépenses éventuelles telles que l'amélioration du service électrique ou des frais de capacité supplémentaires de la part de l'entreprise locale de distribution.

Des considérations au cours de la phase de conception et de sélection de l'équipement peuvent contribuer à minimiser l'empreinte énergétique. Il est important d'avoir une vue d'ensemble du coût total (installation et fonctionnement) d'un projet - économiser des coûts initiaux sur une conception inefficace de la tuyauterie peut en fait faire augmenter de manière significative les coûts de fonctionnement globaux.

La plupart des équipements d'aujourd'hui sont construits avec des ventilateurs de plénum à entraînement direct. Les ventilateurs à entraînement par courroie peuvent consommer 25 % d'énergie en plus, ce qui peut entraîner des coûts d'exploitation élevés pendant toute la durée de vie de l'équipement.

# FINALISATION DE LA CONCEPTION DU SYSTÈME

Au cœur de toute conception réussie de natatorium se trouve un système qui fournit à l'opérateur les conditions qu'il attend tout au long de l'année, tout en répondant aux normes de conception ASHRAE, en respectant les codes locaux et en étant aussi efficace que possible sur le plan énergétique.

Comprendre que la flexibilité des produits est essentielle permet au concepteur de résoudre les problèmes spécifiques au projet sans compromettre la conception. La performance globale d'un natatorium sera directement influencée par le nombre de déviations et de compromis pris au cours de la phase de conception.

Une fois que tous les paramètres de conception ont été établis, les seules décisions restantes concernent les éléments que le concepteur souhaite voir incorporés dans son déshumidificateur et ceux qu'il souhaite voir fournis à l'extérieur. Parmi les configurations proposées par la plupart des fabricants, on trouve des serpentins de chauffage montés sur l'unité, des ventilateurs d'extraction, des ensembles de récupération de chaleur, des armoires extérieures résistantes aux intempéries, et une variété d'options de rejet de la chaleur. Les détails spécifiques au projet dictent généralement ce qu'il convient de faire. Les détails spécifiques au projet dictent généralement ce qui est le plus approprié.

## CONCEVOIR LE SYSTÈME EN TENANT COMPTE DE LA QAI

Veiller à ce que le système assure une bonne qualité de l'air intérieur est sans doute le facteur de conception le plus important.

Il y a deux aspects clés de la conception pour assurer une bonne QAI :

1. Veiller à ce que les émanations chimiques soient réduites, contrôlées ou, idéalement, éliminées. On ne saurait trop insister sur le fait que le système d'évacuation, ainsi que tous les systèmes riverains qui réduisent les émanations chimiques, sont des éléments essentiels pour contribuer à une bonne QAI.
2. S'assurer que le système de distribution d'air fournit suffisamment d'air à la zone de respiration, y compris à la surface de l'eau.

## ÉTAPE 1 : CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

Le concepteur doit discuter avec le propriétaire de la température de l'eau de la piscine, de la température ambiante et de l'humidité relative souhaitées.

Les conditions de fonctionnement ont un impact considérable sur l'ensemble de la conception et ne peuvent être modifiées dans une large mesure après coup. Il est essentiel que le concepteur informe le propriétaire des conséquences de ses choix en matière de température de fonctionnement. Maintenir la température de l'air ambiant à 2-4°F au-dessus de la température de l'eau de la piscine permet de réduire l'évaporation, mais la température doit rester confortable pour les clients. La réduction de l'évaporation réduit à son tour les besoins en chauffage de l'eau de la piscine.

## ÉTAPE 2 : AIR SOUFFLÉ

Calculez les besoins en air d'alimentation de l'espace en fonction du volume de la pièce. Le taux de renouvellement d'air visé par l'ASHRAE est de 4 à 6 renouvellements d'air volumétrique par heure, avec un taux de renouvellement d'air de 6 à 8 dans les zones réservées aux spectateurs. Ce calcul détermine l'ensemble du système de traitement de l'air.

- L'air soufflé doit descendre dans la zone de respiration. Il est essentiel pour le confort et une bonne QAI que l'air d'alimentation traité atteigne la plage de la piscine et les occupants.
- Si l'on utilise une gaine en tissu, les mêmes règles de distribution de l'air et de conception de la gaine s'appliquent. L'air d'alimentation doit être dirigé là où il est nécessaire, sinon des problèmes de QAI en résulteront.
- Veillez à ce que l'emplacement de la gaine de reprise soit complémentaire de celui de la gaine d'alimentation en air et favorise une bonne circulation de l'air. Dans un grand natatorium, plusieurs grilles de reprise d'air peuvent être nécessaires pour obtenir une bonne répartition de l'air dans l'espace.

- Veillez à ne pas court-circuiter l'air et à ne pas placer les diffuseurs de soufflage trop près de l'ouverture de la gaine de reprise. Cela peut nuire à l'efficacité de l'air soufflé et fausser les mesures des capteurs montés sur les conduits de retour.
- Veillez à ne pas court-circuiter l'air et à ne pas placer les diffuseurs de soufflage trop près de l'ouverture de la gaine de reprise. Cela peut nuire à l'efficacité de l'air soufflé et fausser les mesures des capteurs montés sur les conduits de retour.

## ÉTAPE 3 : VENTILATION EXTÉRIEURE SELON LES CODES LOCAUX

L'exigence de base en matière de ventilation extérieure peut être l'une des suivantes :

- 0,48 PCM/pi<sup>2</sup> de la surface de l'eau et de la plage mouillée pour une piscine ordinaire
- 0,06 PCM/pi<sup>2</sup> pour le reste de la surface sèche.
- Si les spectateurs se trouvent dans une zone de sièges, ajoutez 7,5 CFM par spectateur pendant les compétitions de natation.

Il n'est pas recommandé d'introduire plus d'air extérieur que ne l'exigent les codes. En hiver, cela augmentera considérablement les coûts de chauffage des locaux et de l'eau de la piscine. Une trop grande quantité d'air extérieur en hiver peut également abaisser le taux d'humidité relative à un niveau inconfortable pour les clients.

- L'air extérieur doit être filtré.
- Veillez à ce que le débit d'air soit équilibré lors de la mise en service du système.
- Préchauffer l'air extérieur à 65°F si la condensation est un problème. Une boucle de récupération de chaleur au glycol est un bon moyen d'y parvenir tout en permettant à l'exploitant d'économiser des frais de chauffage.
- Isoler thermiquement l'extérieur du conduit d'air extérieur.

## ÉTAPE 4 : ÉVACUATION DE L'AIR

La pièce doit avoir une légère pression négative. L'ASHRAE recommande une pression de 0,05 à 0,15 pouce de colonne d'eau. Une bonne règle de base est d'évacuer 110 % des CFM de l'air extérieur. Un ventilateur d'extraction bien placé peut améliorer considérablement la qualité de l'air dans l'espace. Si l'espace comporte un spa ou un bain à remous, la grille d'aspiration de l'air vicié doit être placée directement au-dessus de celui-ci. Cette source capture et extrait l'air le plus chargé en contaminants avant qu'il ne se diffuse dans l'espace et n'ait un impact négatif sur la qualité de l'air de la pièce.

- Le ventilateur d'extraction peut être installé à distance ou à l'intérieur du déshumidificateur.
- La récupération de l'énergie de l'air vicié riche en énergie vers l'air extérieur doit être envisagée.

## ÉTAPE 5 : CALCUL DE LA CHARGE

Le natatorium doit être chauffé, refroidi et déshumidifié. Il faut donc calculer avec précision les charges suivantes :

- Charge sensible de chauffage de l'enveloppe du bâtiment incluant l'air extérieur
- Charge sensible de refroidissement de l'enveloppe du bâtiment incluant l'air extérieur
- Charge latente [évaporation de la piscine, air extérieur (été) et spectateurs].

Tous les fabricants offrent la possibilité d'inclure le serpentin de chauffage à l'intérieur du déshumidificateur. Le serpentin doit être entièrement protégé contre la corrosion et adapté à l'environnement d'une piscine. Les fabricants proposent généralement des vannes de régulation montées sur l'appareil.

Il convient d'être prudent lorsque l'on envisage un chauffage au gaz. Si le chlore du natatorium est mélangé aux gaz de combustion, de l'acide chlorhydrique (HCl) se forme et est très corrosif. La meilleure pratique consiste à choisir une option de chauffage au gaz qui a été conçue pour empêcher ce phénomène de se produire.

## ÉTAPE 6 : CONDENSATION ET MIGRATION DE LA VAPEUR

Établir la température du point de rosée de l'espace en fonction des conditions souhaitées. Une fois ce point établi, le concepteur doit identifier tous les points de condensation potentiels dans le bâtiment.

Une piscine typique de 82°F 50-60% HR a un point de rosée maximal de 67°F. Dans certaines applications, les points de rosée dépassent 75°F. Toute température de surface inférieure au point de rosée de l'espace entraîne la condensation de l'humidité. Plus le point de rosée est élevé, plus le défi est important.

Un pare-vapeur limite la vitesse de diffusion de la vapeur d'eau à travers les plafonds et les murs d'un bâtiment lorsque la température est inférieure au point de rosée. Si le pare-vapeur n'est pas installé au bon endroit, il y aura de la condensation à l'intérieur de la structure, ce qui entraînera une défaillance structurelle. Veillez toujours à ce que le pare-vapeur soit étanche à toutes les coutures.

- Le pare-vapeur doit se trouver du côté chaud de la température du point de rosée dans tous les murs, plafonds et planchers.
- Toutes les fenêtres, portes et lucarnes extérieures doivent être entièrement couvertes par de l'air chaud. Il est recommandé d'utiliser 3 à 5 CFM/pi<sup>2</sup>.

## ÉTAPE 7 : CONSIDÉRATIONS ÉNERGÉTIQUES ET LEED

Les implications de la consommation d'énergie et de la performance du type de bâtiment et des conditions d'exploitation doivent être discutées avec le propriétaire.

## CONDITIONS D'EXPLOITATION

Les conditions d'exploitation ont un impact considérable sur les coûts d'exploitation. Il est essentiel que le propriétaire comprenne qu'à température d'eau égale, une piscine située dans une pièce à 78°F 50 % HR s'évaporerait près de 35 % de plus que la même piscine située dans une pièce à 85°F 50 % HR. La salle de billard doit être maintenue aussi chaude que possible et être confortable pour les clients. La réduction de l'évaporation réduit la taille et la durée de fonctionnement du déshumidificateur ainsi que les besoins en chauffage de l'eau de la piscine, ainsi que les besoins en chauffage de l'eau de la piscine.

## CHAUFFAGE DE L'EAU DE PISCINE PAR RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

L'option de chauffage de l'eau de la piscine du déshumidificateur doit être prise en compte. Il s'agit d'une énergie avec un retour sur investissement très intéressant. L'utilisation de l'option de chauffage de l'eau de la piscine L'utilisation de l'option de chauffage de l'eau de la piscine répond également à la norme énergétique ASHRAE 90.1.

Veillez à ce que le circuit d'eau de la piscine soit conçu de manière à ce que l'eau soit acheminée vers l'unité de manière fiable.

- Prévoir une pompe de circulation séparée.
- Utiliser les commandes fournies par le déshumidificateur pour contrôler le fonctionnement du chauffe-eau auxiliaire.
- Installer le chauffe-eau auxiliaire en aval du déshumidificateur pour un chauffage de secours, chauffage d'appoint.
- Veillez à ce que les produits chimiques pour l'eau de piscine soient introduits en aval de l'appareil, des chauffages auxiliaires et des pompes, auxiliary heaters, and pumps.

## RÉCUPÉRATION DE CHALEUR SUR L'AIR EXTÉRIEUR MINIMUM ET DE L'AIR ÉVACUÉ

L'air de ventilation extérieur est essentiel pour maintenir une bonne QAI dans la piscine et est une exigence du

code. Le natatorium doit également être maintenu à une pression d'air légèrement négative, afin que l'air chaud et riche en énergie puisse être évacué. Ces deux flux d'air, dans des conditions très différentes, représentent une opportunité parfaite pour la récupération de chaleur.

La meilleure pratique consiste à exploiter la récupération de chaleur entre ces deux flux d'air. Une boucle de circulation de glycol présente de nombreux avantages par rapport à d'autres méthodes de récupération de chaleur et est recommandée.

L'ajout d'une boucle de récupération de chaleur au glycol à un déshumidificateur utilisé dans un climat froid est généralement rentabilisé au bout d'un an, après un an.

- Le dispositif de récupération de chaleur doit être convenablement protégé contre la corrosion et le gel.

## RÉCUPÉRATION DES CONDENSATS

Vérifiez auprès des autorités locales si le retour des condensats dans la piscine est autorisé. condensat dans la piscine est autorisé. Bien que les condensats sont généralement considérés comme des eaux grises, ces condensats sont en fait plus propres et peuvent permettre de réaliser des économies d'eau considérables s'ils sont introduits en amont des filtres et du traitement chimique.

- Si la réglementation locale l'autorise, la récupération des condensats du déshumidificateur peut représenter l'équivalent d'un remplissage annuel de la piscine.

## RÉDUCTION DU FLUIDE FRIGIGÈNE

Si l'on utilise un système à compression, il faut s'efforcer de réduire la charge de réfrigérant du système et la complexité de la tuyauterie de réfrigérant. Les systèmes à refroidissement par fluide sont une option populaire en raison de leur faible charge de fluide frigorigène et de leur simplicité d'installation.

# CONFIGURATIONS COURANTES ET CONCEPTIONS DE SYSTÈMES

Des segments de marché spécifiques se sont orientés vers des conceptions d'unités basées sur les caractéristiques, la facilité d'installation, le coût initial et les performances du système.

## MARCHÉ DE L'HÔTELLERIE ET DU RÉSIDENTIEL

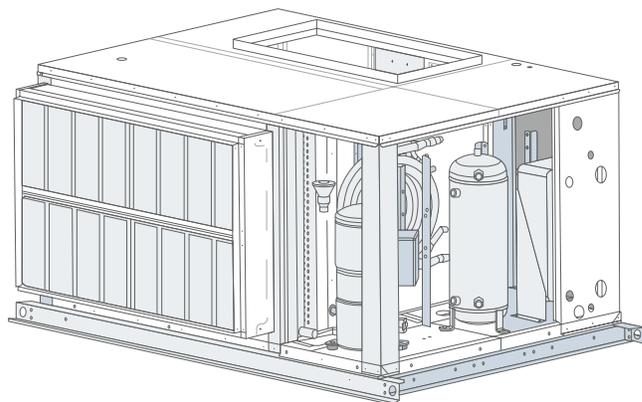
Les piscines d'hôtels et de résidences sont généralement plus petites et peu utilisées que les piscines institutionnelles. Outre l'option de chauffage de l'eau de la piscine, ils ont tendance à choisir des modèles d'unités dépourvus des autres options de récupération de chaleur qui sont généralement incorporées dans les unités plus grandes :

- Cette configuration est généralement basée sur la réfrigération, l'air de ventilation extérieur étant connecté directement à une prise d'air spéciale sur l'unité.
- Le serpentin de chauffage est également monté à l'intérieur.
- Le ventilateur d'extraction est généralement installé dans l'espace et sa prise d'air se trouve au-dessus du spa.
- Le rejet de la chaleur de la climatisation se fait vers un condenseur extérieur à distance, refroidi par air.

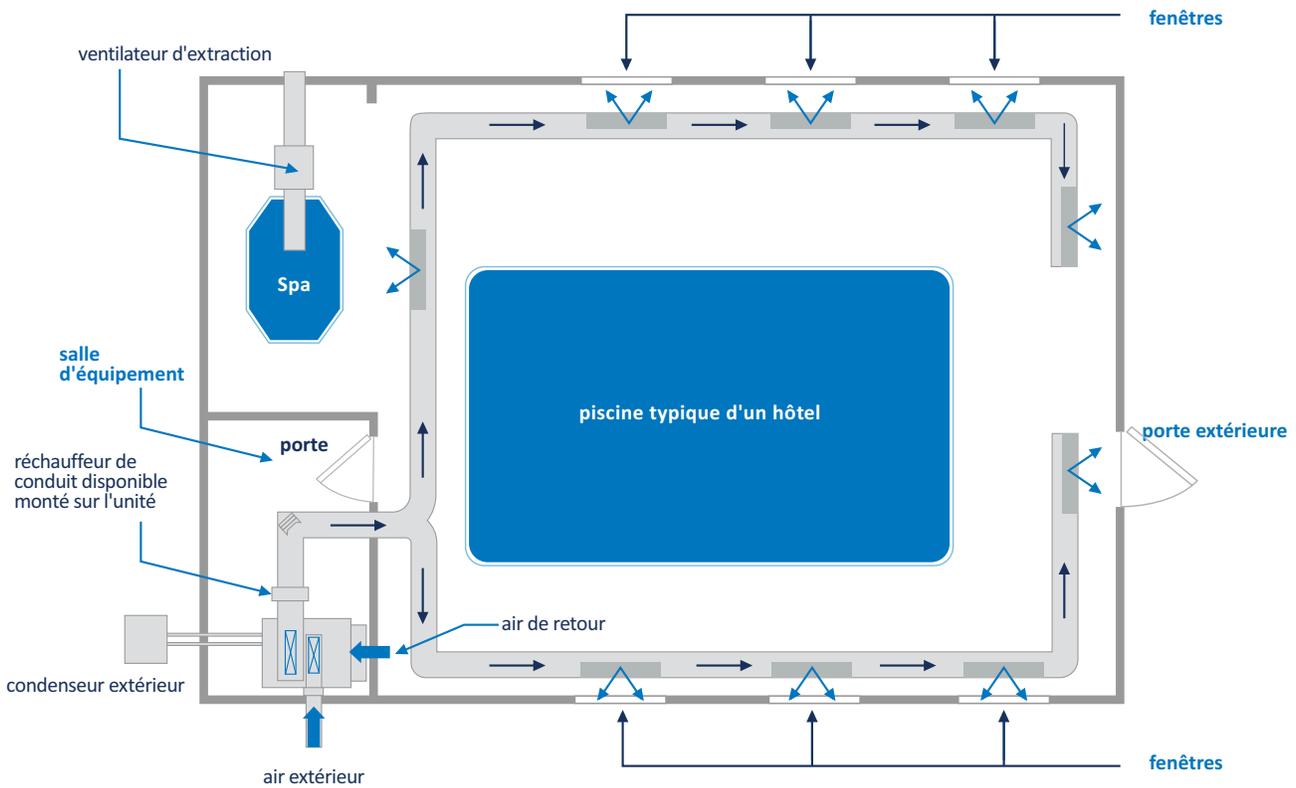
La configuration de la figure 12 est très populaire dans les applications hôtelières et résidentielles en raison de son encombrement réduit et de ses exigences limitées en matière d'accès aux services.

Il existe une multitude d'autres configurations possibles si une unité horizontale ou un système extérieur monobloc convient mieux au projet. Le rejet de chaleur peut également être connecté à une boucle géothermique, à un refroidisseur sec ou à une tour de refroidissement.

**FIGURE 12 : ARMOIRE SLB**



**FIGURE 13 : AMÉNAGEMENT TYPIQUE D'UN HÔTEL ET D'UN BASSIN THÉRAPEUTIQUE**



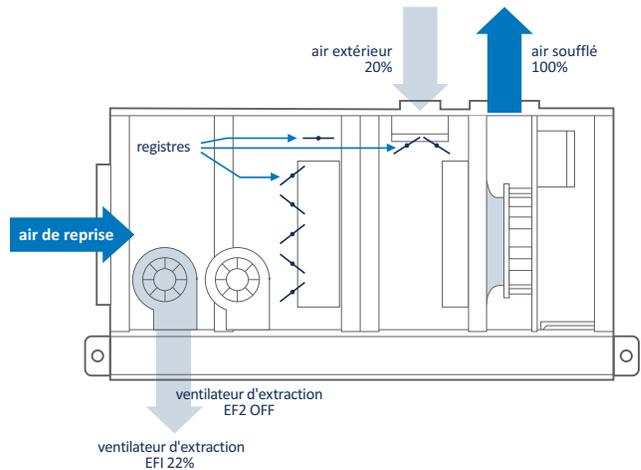
**DISPOSITION DU PURGEUR-ÉCONOMISEUR**

Cette configuration est populaire dans les grands systèmes qui recherchent une certaine flexibilité en ce qui concerne les quantités d'air extérieur. Ces systèmes sont conçus avec plusieurs ventilateurs d'extraction dédiés. Le premier ventilateur d'extraction (EF1) est dimensionné pour maintenir la pression négative de la pièce en évacuant 10 % de plus d'air ambiant que ce qui est introduit dans l'espace en tant qu'air extérieur de ventilation exigé par le code. Le second ventilateur d'extraction (EF2) est dimensionné pour permettre une purge/évacuation complète de l'espace avec un mode d'air extérieur de 100 %.

La figure 14 montre une unité en « fonctionnement normal » où EF1 maintient la pression négative de la pièce. EF1 peut être monté sur l'unité ou installé à distance avec sa prise d'air située au-dessus du bain à remous lorsque cela est approprié.

EF2 est normalement éteint et ne fonctionne que lorsqu'il y a une demande de purge ou d'économiseur.

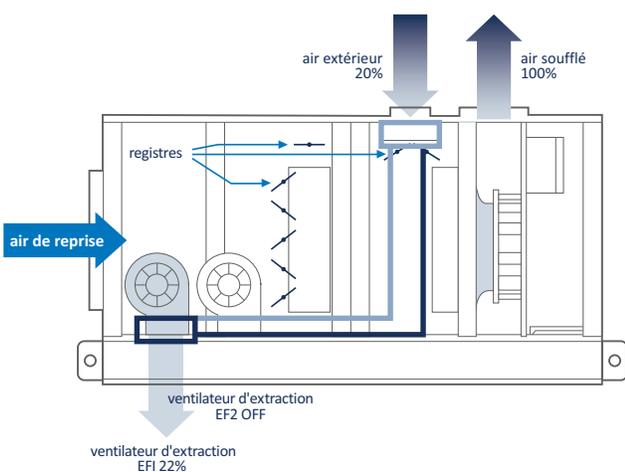
**FIGURE 14 : MODE NORMAL**



La prise d'air extérieur est réglée pour introduire l'air extérieur de ventilation requis par le code (alias OA minimum) jusqu'à ce que le système passe en mode Purge-Economizer jusqu'à ce que le système passe en mode Purge-Economizer et s'ouvre à 100 %.

Ces flux minimaux d'air extérieur et d'air EF1, dans des conditions très différentes, constituent une opportunité parfaite pour la récupération de chaleur. Les batteries de récupération de chaleur pourraient facilement être introduites dans les flux d'air de cette configuration d'unité. Cette approche de la récupération de chaleur offre les meilleures performances et la plus grande souplesse de conception tout en restant dans l'armoire la plus petite possible. La figure 15 montre une unité en « fonctionnement normal » avec les serpentina de récupération de chaleur au glycol en place.

**FIGURE 15 : MODE NORMAL AVEC GLYCOL RÉCUPÉRATION DE CHALEUR**

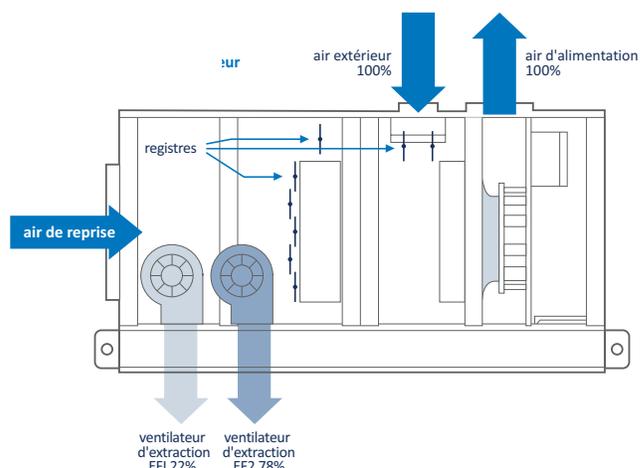


Si le système est conçu avec des ventilateurs d'extraction à distance, la boucle de circulation du glycol peut toujours être utilisée pour la récupération de chaleur.

Un avantage supplémentaire important de la récupération de chaleur est de tempérer l'air extérieur avant qu'il ne soit mélangé à l'air du système. L'air extérieur tempéré ne créera pas de problèmes de condensation par temps froid. Dans les climats froids, il est très courant d'ajouter une batterie de chauffage séparée pour l'air extérieur si la récupération de chaleur n'est pas utilisée.

La figure 16 présente une unité en mode « Purge-Economizer ». Cette configuration présente quatre avantages importants :

**FIGURE 16 : MODE PURGE-ECONOMIZER**



1. Capacité de purge d'air à 100 % disponible à tout moment. L'opérateur peut super-chlorer (choquer) la piscine et ventiler l'espace avec 100 % d'air extérieur pour éliminer rapidement tous les produits chimiques en suspension dans l'air.
2. Le système permet également d'effectuer un renouvellement complet de l'air de l'espace en cas de besoin de purge rapide.
3. Fonctionnement de l'économiseur intégré. Toutes les commandes et tous les équipements mécaniques sont déjà en place pour fonctionner en mode économiseur de refroidissement et de déshumidification chaque fois que les conditions de l'air extérieur le permettent. Cela permet à l'opérateur de faire fonctionner le système de la manière la plus économique tout au long de l'année.
4. Cette configuration consomme beaucoup moins d'énergie que les systèmes traditionnels d'économiseurs à ventilateur de soufflage et de reprise avec boîte de mélange, grâce aux ventilateurs d'extraction à fonctionnement spécifique. Ils ne fonctionnent qu'en cas de besoin, contrairement à la configuration avec ventilateurs de soufflage et de reprise, où les deux ventilateurs de taille normale fonctionnent toute l'année. EF1 est un ventilateur de très faible puissance. EF2 ne fonctionne qu'en cas de besoin ou lorsque les conditions extérieures sont propices au fonctionnement de l'économiseur, alors que

l'approche traditionnelle prévoit deux ventilateurs de grande taille fonctionnant tout au long de l'année.

**TABEAU 6 - FONCTIONNEMENT DU VENTILATEUR D'EXTRACTION**

<b>EXEMPLE DE SÉQUENCE DE FONCTIONNEMENT DU VENTILATEUR D'EXTRACTION</b>			
	<b>Ventilateur d'extraction EF1</b>	<b>Ventilateur d'extraction EF2</b>	<b>Air extérieur</b>
<b>Fonctionnement normal</b>	<b>ON</b>	<b>OFF</b>	<b>Minimum requis par le code</b>
<b>Mode purge-économiseur</b>	<b>ON</b>	<b>ON</b>	<b>100%</b>

### **INTÉGRATION DE L'EVACUATEUR**

Du point de vue du chauffage, de la ventilation et de la climatisation, l'évacuateur est un ventilateur d'extraction qui entre en ligne de compte dans la quantité totale d'air évacué nécessaire pour l'espace. Il évacue généralement la même quantité d'air que celle nécessaire pour maintenir l'espace négatif, ce qui lui permet de s'intégrer facilement dans la conception.

Il y a plusieurs façons de mettre en place des évacuateurs :

- Les évacuateurs sont totalement autonomes.
- Il suffit de réduire le CFM de l'EF1 dans l'unité en conséquence.\
- Prévoir un circuit d'air dédié, le EF1, et utiliser le ventilateur d'extraction du déshumidificateur.
- Prévoir un circuit d'air dédié, l'EF1, et un serpentin de récupération de chaleur.
- Prévoir une batterie de récupération de chaleur dans le déshumidificateur pour le préchauffage de l'air extérieur, et installer une batterie de récupération de chaleur à distance au niveau de l'évacuation d'air de l'Evacuator.

La stratégie de contrôle de l'Évacuateur est soit un volume d'air constant (CAV), soit une stratégie variable basée sur un compteur de COV. Le déshumidificateur doit être configuré pour moduler l'air extérieur de concert avec l'évacuation de l'Evacuateur.

# SYSTÈMES DE REMPLACEMENT

Il existe des dizaines de milliers de systèmes de déshumidification en service aujourd'hui, Beaucoup d'entre eux ont atteint la fin de leur durée de vie utile et doivent être remplacés.

Par exemple, un système au R22 en service aujourd'hui est très coûteux à maintenir en fonctionnement, ce qui en fait un candidat de choix pour le remplacement.

## ÉVALUATION DU SYSTÈME EXISTANT

On a tendance à remplacer simplement le déshumidificateur par le même appareil. C'est certes une option, mais c'est vraiment le moment d'évaluer le site et le fonctionnement du système existant et de déterminer s'il répondait aux attentes du propriétaire. Ce qui était à la pointe de la technologie il y a 15 ou 20 ans est très différent de ce qui est considéré comme la meilleure pratique aujourd'hui.

Un audit complet est recommandé. La piscine peut être utilisée de manière totalement différente de ce qui était prévu à l'origine. Traitez l'audit comme un nouveau projet de piscine et réévaluez les attentes du propriétaire. Une fois ces attentes définies, il est possible de remédier aux lacunes du système.

- Quelles sont les conditions de fonctionnement souhaitées ?
- La distribution d'air existante est-elle suffisante ? La modernisation des conduits peut s'avérer très coûteuse, mais il suffit parfois d'apporter quelques modifications au système existant pour améliorer considérablement la distribution de l'air en général.
- Le système est-il conforme aux normes en vigueur ?

- L'air évacué est-il suffisant ? L'évacuateur pourrait-il contribuer à améliorer la qualité de l'air ?
- Quelle est la résistance de l'enveloppe du bâtiment ? Une évaluation professionnelle est probablement nécessaire. S'il y a eu des dégradations, cela pourrait entraîner une défaillance de l'enveloppe.
- Des jeux d'eau ou des jouets ont-ils été ajoutés ? Ces éléments sont très populaires et il est tout à fait possible que certains d'entre eux aient été ajoutés.
- Où peut-on économiser de l'énergie ?

## OPTIONS D'ÉQUIPEMENT

La taille et l'accessibilité du local technique détermineront probablement l'équipement qui sera finalement choisi. Les fabricants proposent de nombreuses configurations d'unités différentes dans une grande variété d'encombrements. d'encombrement :

- Les plus petites unités sont conçues pour passer par une porte standard de 32 pouces.
- Unités empilables. Plusieurs unités plus petites qui passent par une porte sont simplement empilées une fois dans le local technique et peuvent constituer une solution simple pour les piscines de taille moyenne.
- Unités divisibles. Bien qu'il y ait des limitations, les unités peuvent être « découpées » et réassemblées une fois dans le local technique.
- Remise à neuf ou reconstruction d'équipements existants. Si l'armoire est encore en bon état, les unités peuvent être « vidées » et modifiées pour s'adapter à l'armoire existante.

# CARACTÉRISTIQUES VITALES À SPÉCIFIER

Pour que le système fonctionne de manière fiable et que l'équipement soit adapté à l'environnement d'une piscine intérieure, plusieurs caractéristiques doivent être incluses.

## CONCEPTION À REFROIDISSEMENT PAR FLUIDE

Les charges de réfrigérant doivent être maintenues au minimum. Au fur et à mesure que les réfrigérants sont éliminés, les coûts augmentent. L'élimination progressive du réfrigérant R22, par exemple, a rendu l'exploitation de ces systèmes très coûteuse.

Les unités refroidies par fluide réduisent généralement la charge du système de 50 à 60 %. Une unité de pointe peut améliorer l'efficacité en réduisant les charges de réfrigérant de 80 à 90 %.

En raison des exigences opérationnelles des déshumidificateurs à compression, ils sont très différents des climatiseurs et ont des charges frigorifiques très importantes. Il peut également être difficile d'obtenir un soutien pour la durée de vie de l'équipement, car les techniciens d'entretien rencontrent rarement ces unités de façon régulière.

La simplification du circuit de réfrigération et la réduction de la complexité globale permettent d'obtenir un système plus facile à entretenir et plus respectueux de l'environnement. Moins de réfrigérant équivaut à moins de responsabilité et d'exposition à des coûts d'entretien inutiles.

## VESTIBULE DE SERVICE

La meilleure façon de protéger un composant de la corrosion est de le maintenir à l'écart du chlore. Cela signifie que tous les composants vitaux doivent être maintenus à l'écart du flux d'air de traitement et

logés dans un vestibule de service protecteur. Ces composants clés comprennent les compresseurs, les récepteurs, les chauffe-eau de piscine, les contacteurs, les vannes de contrôle et l'électronique. Les composants présents dans le flux d'air sont réduits au strict minimum, ce qui limite les risques de corrosion. L'utilisation d'un vestibule de service présente un avantage supplémentaire : 100 % du refroidissement sensible de l'évaporateur est acheminé vers l'espace à refroidir. Les systèmes comportant des compresseurs, des récepteurs et des chauffe-eau de piscine dans le flux d'air de traitement ajoutent tellement de chaleur que leur puissance frigorifique doit être réduite de 25 %.

## CONTRÔLE PAR MICROPROCESSEUR

Le système de déshumidification contrôle l'ensemble de l'environnement du natatorium. Il doit fonctionner de manière fiable et être facile à entretenir.

Par conséquent, il est dans l'intérêt de l'établissement d'opter pour un système de commande qui a fait ses preuves.

L'opérateur bénéficiera d'un meilleur soutien sur la durée de vie de l'équipement lorsque les gens sont familiarisés avec le système. Un contrôleur à microprocesseur approprié dispose d'une gamme complète de capteurs montés sur l'unité, de transducteurs de pression et de capteurs à distance accessibles à partir du clavier, de l'interface du système de gestion du bâtiment ou d'Internet.

Toutes les informations nécessaires concernant le fonctionnement du système et les conditions dans l'espace doivent toujours être à la portée de l'opérateur et de l'équipe d'assistance. L'équipe d'assistance..

## CONNEXION INTERNET

La surveillance Web redéfinit le concept de service et d'assistance en usine en surveillant, analysant et signalant à distance toutes les fonctions critiques du déshumidificateur en temps réel via Internet. Toutes les informations nécessaires concernant le fonctionnement de l'appareil peuvent être consultées à partir de n'importe quel appareil compatible avec le Web. Les points de consigne peuvent être ajustés, les capteurs peuvent être recalibrés et les performances de l'appareil peuvent être contrôlées.

Les alarmes de l'unité génèrent des courriels envoyés à n'importe quelle adresse électronique figurant dans la liste de contacts du propriétaire de la piscine. Les entrepreneurs qui installent ou entretiennent l'équipement peuvent être autorisés à accéder aux unités. Les propriétaires d'installations, en particulier ceux qui se trouvent dans des endroits éloignés, disposent d'un moyen plus efficace de s'assurer que leurs unités sont surveillées et que l'entretien est supervisé par des techniciens de l'usine.

Les sociétés de service certifiées par l'usine offrent aux exploitants de piscines une surveillance 24 heures sur 24, une nouvelle norme en matière de satisfaction de la clientèle et de fiabilité de l'appareil..

## TRANSDUCTEURS DE PRESSION DE FLUIDE FRIGORIGÈNE

Les capteurs de pression montés sur l'unité permettent à l'opérateur ou au technicien de maintenance d'accéder aux pressions vitales du réfrigérant via le panneau de commande du microprocesseur. pression des fluides frigorigènes via le panneau de commande du microprocesseur (ou à distance via Internet). Internet) plutôt que d'avoir à connecter un d'un ensemble de jauges de collecteur de réfrigérant. Il s'agit des informations les plus importantes pour le fonctionnement et le diagnostic de tout système de réfrigération. La possibilité d'accéder à ces informations à tout moment est un avantage considérable. Les systèmes dépourvus de transducteurs de pression de réfrigérant exigent qu'un technicien de maintenance se rende physiquement sur le site et connecte les jauges lorsqu'il souhaite obtenir des informations sur le fonctionnement du circuit de

réfrigération.

Les informations sur la pression de réfrigération fournies par ces transducteurs sont utilisées pour contrôler le déshumidificateur. L'historique des pressions de fonctionnement est également stocké dans le contrôleur. Cela permet d'accéder à des informations historiques essentielles pour le diagnostic et le dépannage. Un système dépourvu de transducteurs de pression de réfrigération est considérablement plus coûteux et plus difficile à entretenir tout au long de sa durée de vie.

## RÉCUPÉRATION DE LA CHALEUR DE L'AIR VICIÉ

L'air évacué est riche en énergie et peut être utilisé pour préchauffer l'air extérieur entrant. La récupération de chaleur a un retour sur investissement immédiat et significatif, même dans les climats plus doux. La raison en est que l'air évacué est plus chaud que les pièces traditionnelles et que son taux d'humidité relative se situe généralement entre 50 et 60 %.

Il est recommandé d'utiliser une boucle de circulation au glycol, car elle est facile à entretenir et offre les meilleures performances annuelles.

Il existe des logiciels permettant d'effectuer une analyse du retour sur investissement afin d'illustrer les économies réalisées grâce à cette option.

## CHAUFFAGE DE L'EAU DE LA PISCINE

Cette option répond à la norme énergétique ASHRAE 90.1 et permet de réaliser des économies considérables sur les coûts d'exploitation.

L'échangeur de chaleur pour l'eau de piscine doit être en cupronickel ou en titane pour l'eau potable ou en titane.

Comme pour la récupération de la chaleur de l'air vicié, il existe des outils logiciels permettant d'effectuer une analyse du retour sur investissement afin d'illustrer les économies réalisées grâce à cette option.

## **INDICATEURS DE NIVEAU DE RÉFRIGÉRANT DU RÉCEPTEUR**

Les voyants montés sur le réservoir permettent d'ajuster facilement la charge de réfrigérant sans avoir à recourir aux techniques d'évacuation et de pesage.

## **VENTILATEURS DE PLÉNUM À ENTRAÎNEMENT DIRECT AVEC VFD**

Les ventilateurs ECM et les ventilateurs de plénum à entraînement direct avec VFD offrent le moyen le plus efficace de déplacer l'air tout en utilisant le moins d'énergie possible pour le ventilateur. Les systèmes à entraînement par courroie sont obsolètes et posent des problèmes de maintenance. Ils peuvent également consommer jusqu'à 25 % d'énergie supplémentaire. Les ventilateurs ECM et VFD permettent d'équilibrer facilement l'air d'alimentation sans changer les poulies ou les courroies.

## **SERPENTINS REVÊTUS CÔTÉ AIR**

Tous les serpentins exposés à l'air de la piscine doivent être protégés contre la corrosion. La meilleure pratique consiste à immerger complètement tous les serpentins pour s'assurer qu'ils sont protégés de la corrosion. Les revêtements des serpentins doivent également avoir des propriétés hydrophiles pour permettre au condensat de l'évaporateur de s'écouler plus efficacement.

## **MISE EN SERVICE ET DÉMARRAGE**

La mise en service doit être effectuée par un professionnel expérimenté et qualifié. Si la mise en service n'est pas effectuée par un technicien de l'usine, elle doit l'être par quelqu'un qui démarre régulièrement et couramment ces systèmes. Le meilleur appareil du monde ne fonctionnera pas comme prévu s'il n'est pas démarré correctement. L'examen final des performances et le réglage d'un déshumidificateur ne peuvent être effectués que lorsque le natatorium fonctionne dans les conditions prévues. Souvent, le démarrage initial se fait avec une piscine froide ; cependant, toutes les installations nécessitent une visite de suivi une fois que l'eau a atteint les conditions de conception. Il est fortement recommandé qu'un technicien de l'usine effectue la mise en route afin de garantir des performances optimales.

# CONCEPTION ET DÉTAILS DE L'INSTALLATION

Le concepteur doit aborder les questions suivantes pour s'assurer que l'unité est correctement installée, entretenue et maintenue.

## ESPACE D'ACCÈS

L'accès à un appareil doit être sûr. Si un technicien ne peut pas accéder confortablement et en toute sécurité à un appareil, celui-ci ne peut pas être entretenu de manière optimale, l'appareil ne peut pas être entretenu de manière optimale.

Pas d'accès = pas de service ou de maintenance.

Se référer aux plans de l'usine pour connaître les dégagements recommandés..

## CHAUFFAGE DE L'EAU DE LA PISCINE (OPTION)

Cette option permet de réaliser des économies d'énergie considérables pendant la durée de vie du système. Un calcul rapide des économies d'énergie annuelles permet d'établir le retour sur investissement.

Cette option est simple à intégrer dans le circuit d'eau de la piscine.

- Le circuit d'eau doit être raccordé à la conduite d'eau principale de la piscine, en aval du filtre principal et en amont du chauffe-eau auxiliaire et du distributeur de produits chimiques (voir la figure 17).
- Une pompe à eau auxiliaire est nécessaire pour fournir le débit d'eau requis par l'unité. Il s'agit d'un système ouvert, et la pompe de circulation principale de la piscine peut rarement supporter une pression supplémentaire.

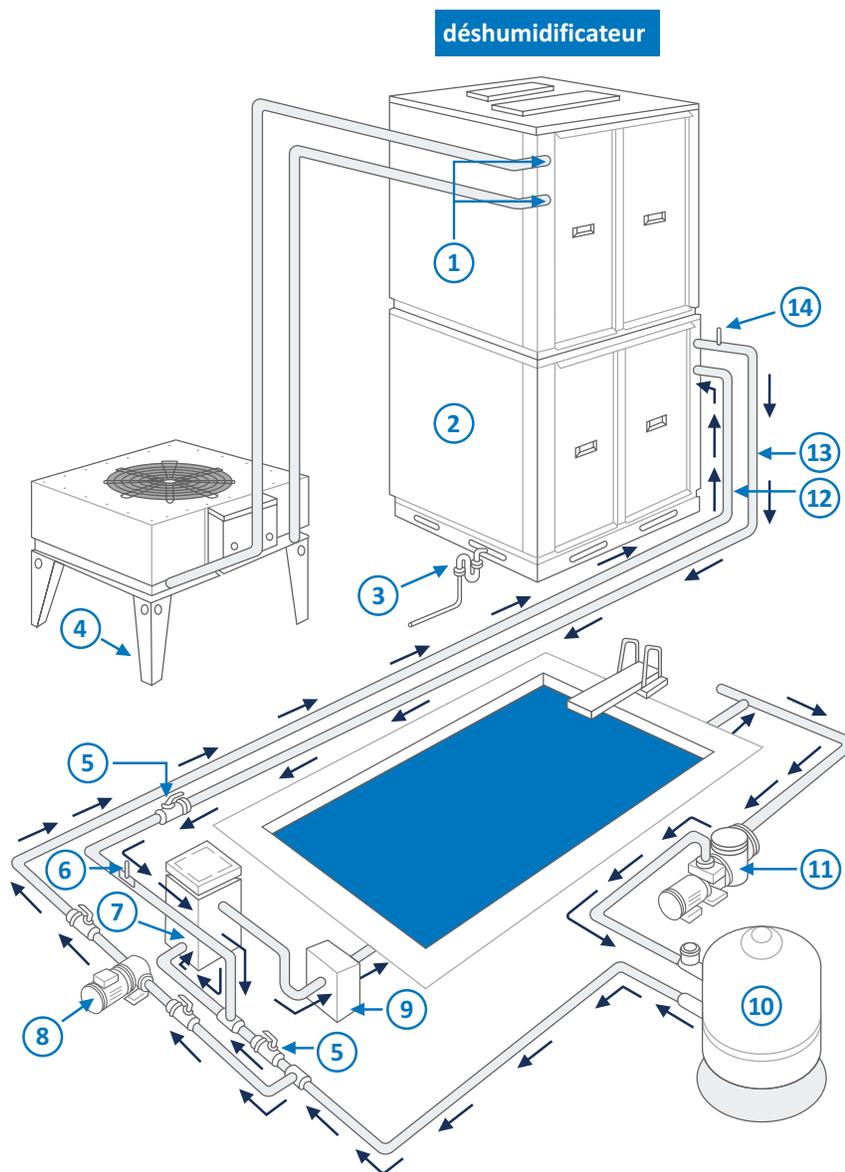
## INSTALLATION D'UN REFRIGÉRISEUR SEC OU D'UN CONDENSEUR À AIR EXTÉRIEUR

Cet échangeur de chaleur est utilisé en mode climatisation où il rejette la chaleur inutile de l'espace vers l'extérieur. Une installation correcte est essentielle pour s'assurer qu'il fonctionne comme prévu. Un débit d'air et une tuyauterie de fluide frigorigène appropriés sont primordiaux.

- Assurez-vous que la température maximale de l'air ambiant a été spécifiée.
- Veillez à ce que l'appareil ait un débit d'air adéquat et que l'air évacué par le ventilateur puisse s'échapper complètement ; dans le cas contraire, des problèmes de fonctionnement se poseront. Un périmètre de surface libre égal à sa largeur doit être prévu, ainsi qu'un moyen pour l'air de se dissiper hors de l'unité.
- Utilisez les dimensions de conduites spécifiées par le fabricant.
- Pour éviter d'éventuels problèmes de charge saisonnière du système avec les condenseurs extérieurs, veillez à ce que la longueur des conduites installées ne soit jamais supérieure à celle indiquée sur les plans et les spécifications.
- Si le condenseur est installé au-dessus du déshumidificateur, veillez à ce que la conduite de gaz chaud soit équipée de pièges à huile appropriés.
- Contactez le fabricant si le condenseur doit être installé à plus de 50 pieds de distance ou à plus de huit pieds en dessous du déshumidificateur. Il existe des limites absolues qui ne peuvent être dépassées sans compromettre la fiabilité et le fonctionnement du système.

- Spécifier que les conduites soient purgées à l'azote pendant le brasage pour éviter l'entartrage à l'intérieur du tuyau. à l'intérieur du tuyau.
- Toutes les exigences en matière de réfrigération disparaissent lorsque l'on utilise des systèmes refroidis par fluide ou des systèmes de refroidissement à sec !

**FIGURE 17 : ESPACE D'ACCÈS RECOMMANDÉ**



**légende**

- |   |   |
|---|---|
| 1. tuyauterie de réfrigérant vers le condenseur extérieur | 8. pompe auxiliaire                               |
| 2. déshumidificateur                                      | 9. distributeur automatique de produits chimiques |
| 3. purgeur  | 10. filtre de piscine                             |
| 4. condenseur extérieur/refroidisseur à sec               | 11. pompe principale de piscine                   |
| 5. vanne à bille  | 12. arrivée d'eau                                 |
| 6. débitmètre   | 13. sortie d'eau                                  |
| 7. chauffage auxiliaire de piscine                        | 14. purge d'air                                   |

# TECHNOLOGIE DE CONTRÔLE DE L'HUMIDITÉ

## COMMENT ÉLIMINER L'HUMIDITÉ

Les ingénieurs envisagent généralement plusieurs approches pour contrôler un natatorium.

Ce chapitre met l'accent sur les deux principales approches : les déshumidificateurs à base de réfrigération et les systèmes de ventilation d'air extérieur.

Il est important de comprendre les capacités et les limites de chaque approche afin de sélectionner le système le mieux adapté à l'application et au climat. La consommation d'énergie, la situation géographique, le budget et le contrôle souhaité des conditions de l'espace sont quelques-uns des principaux critères de décision..

## PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

Chaque déshumidificateur doit présenter deux caractéristiques de fonctionnement essentielles pour garantir que le système offre les meilleurs niveaux de confort dans l'espace tout en minimisant les coûts d'exploitation : maintenir des niveaux stables d'humidité relative et de température de l'espace. Des fluctuations importantes de l'une ou l'autre de ces caractéristiques ont un impact négatif sur le confort de l'utilisateur et sur le fonctionnement du système.

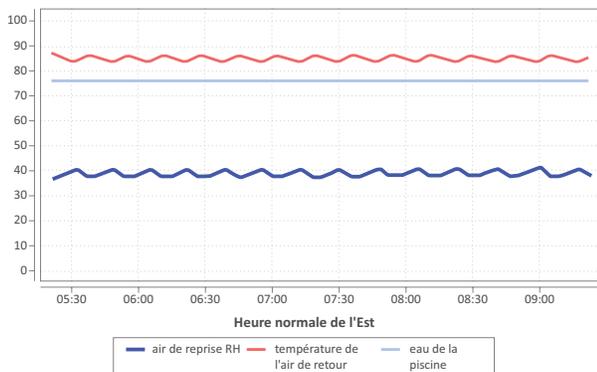
Les unités PoolPak dotées d'une ventilation complète et d'un économiseur d'énergie optimisent l'utilisation de l'air extérieur grâce à une stratégie de contrôle « ventilation forward ». Cette approche exploite l'air extérieur jusqu'à ce que le fonctionnement des compresseurs soit plus économique.

Une unité PoolPak avec compresseurs est équipée d'un serpentin de réchauffage modulant de 0 à 100 % dont le contrôle est basé sur les tendances de la température de l'air ambiant. L'algorithme de contrôle évacue autant ou aussi peu de chaleur que nécessaire pour que la température de l'espace reste stable tout au long de l'année. La modulation du réchauffage est importante car, pendant la majeure partie de l'année, l'établissement fonctionne en heures creuses, et le système doit se situer entre le mode de refroidissement maximal et le mode de chauffage maximal. Il est également important de noter que lorsque la température de la pièce est stabilisée, le niveau d'humidité relative est également stabilisé.

Examinons tout d'abord un appareil à compression classique équipé d'un serpentin de réchauffage des gaz chauds. La plupart des serpentins de réchauffage des gaz chauds dans les unités de piscine sont contrôlés en mode marche/arrêt, ce qui entraîne des températures instables dans l'espace, qui se traduisent également par des fluctuations du niveau d'humidité relative.

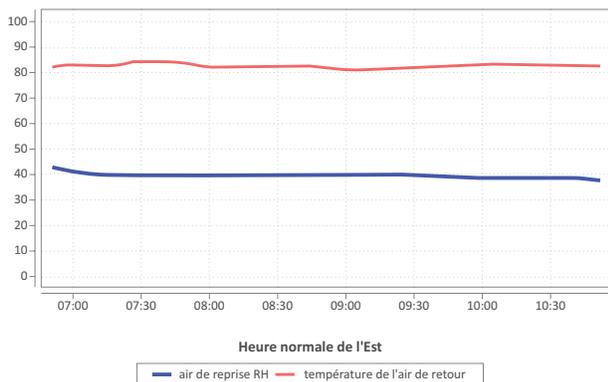
(Les graphiques de la page suivante sont tirés de WebSentry, la technologie de surveillance des performances des déshumidificateurs de PoolPak).

## FIGURE 18 : LE SERPENTIN DE RÉCHAUFFAGE DES GAZ CHAUDS ENTRAÎNE DES TEMPÉRATURES ET DES NIVEAUX D'HUMIDITÉ RELATIVE INSTABLES.



Comparez maintenant cette situation à celle d'un système de réchauffage à modulation PoolPak. La température de l'espace est une ligne plate. Ce système permet un meilleur contrôle de la température et de l'humidité de l'espace, ce qui se traduit par un meilleur confort pour les occupants. Cette approche modulante du réchauffage permet également de réduire l'usure du compresseur, car l'unité n'a pas besoin de passer du mode marche au mode arrêt.

## FIGURE 19 : LE SYSTÈME DE RÉCHAUFFAGE MODULANT DE POOLPAK FOURNIT DES TEMPÉRATURES ET DES NIVEAUX D'HUMIDITÉ RELATIVE STABLES

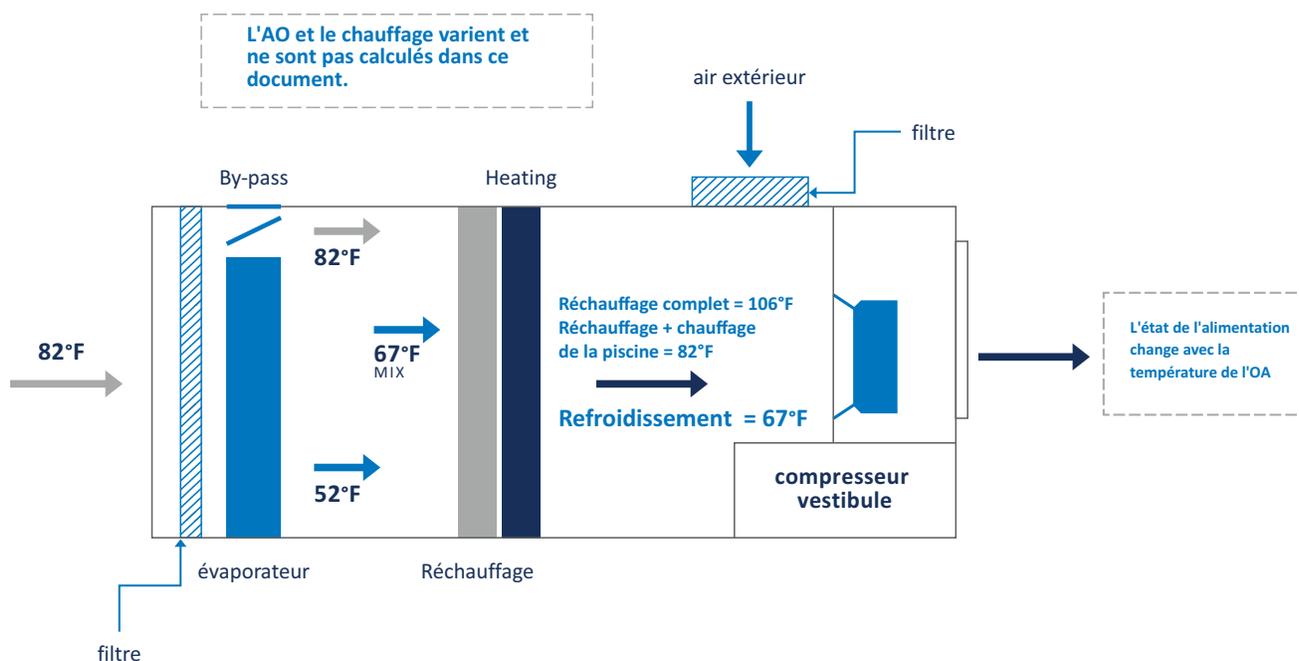


## DÉSHUMIDIFICATEURS PAR RÉFRIGÉRATION

Les déshumidificateurs à base de réfrigération sont de loin la méthode la plus courante et la plus populaire pour éliminer l'humidité de l'espace. Il s'agit des unités de la série PPK fabriquées par PoolPak. Ces appareils sont conçus et développés spécifiquement pour déshumidifier les piscines intérieures, offrant un contrôle de l'humidité tout au long de l'année à des coûts d'exploitation les plus bas possibles.

L'un des principaux avantages de cette approche est le contrôle de l'humidité et de la température tout au long de l'année, avec des coûts d'exploitation réduits. Ces systèmes utilisent simultanément les deux côtés du cycle de réfrigération (chaleur résiduelle de l'évaporateur et du compresseur). Par contre, les climatiseurs traditionnels n'utilisent que l'évaporateur et rejettent la chaleur du condenseur à l'extérieur. Ces unités utilisent l'évaporateur pour déshumidifier (et refroidir si nécessaire) mais renvoient également l'énergie thermique récupérée dans la piscine et/ou dans l'air de traitement. Cette approche est unique dans l'industrie des natatoriums. Le système peut simultanément déshumidifier (refroidir) l'air et le réchauffer (et/ou l'eau de la piscine) pour fournir de l'air déshumidifié et réchauffé à l'espace et de l'eau chaude à la piscine. Pas un seul Btu n'est gaspillé de part et d'autre du cycle de réfrigération. Les coefficients de performance sont proches de 8 et les ratios d'efficacité énergétique sont supérieurs à 25..

## FIGURE 20 : DÉSHUMIDIFICATEURS PAR RÉFRIGÉRATION



La figure 20 illustre schématiquement comment l'air chaud et humide passe à travers le serpentin de déshumidification et est refroidi en dessous de son point de rosée, et est refroidi en dessous de son point de rosée.

Une fois l'air refroidi en dessous de son point de rosée, l'humidité se condense. En fonction des exigences de température de l'espace, le gaz chaud du compresseur peut être utilisé pour réchauffer l'air ou être rejeté vers un condenseur extérieur. Le gaz chaud du compresseur peut également être utilisé pour chauffer l'eau de la piscine.

Le chauffage de l'eau de la piscine permet non seulement de réaliser des économies d'énergie considérables, mais aussi de la piscine, mais il permet également à l'unité de fonctionner plus efficacement de l'ensemble de l'appareil. Il en résulte généralement un retour sur investissement qui, à lui seul, devrait qu'il vaut la peine d'être envisagé.

## RÉDUCTION DU RÉFRIGÉRANT : LA SÉRIE PPK DE POOLPAK

La série PPK est devenue la nouvelle référence de l'industrie du CVC en matière de technologie de déshumidification des piscines intérieures. Par rapport aux unités traditionnelles tout DX, la série PPK réduit les coûts d'exploitation annuels de 5 à 7 % et la charge de réfrigérant du système de plus de 85 %.

La série PPK remplace des centaines de kilos de réfrigérant par du glycol, qui est 95 % moins cher et constitue un fluide de transfert de chaleur privilégié sur le plan environnemental pour les projets LEED® et autres projets de construction durable.

Les systèmes All-DX ont des condenseurs extérieurs et des serpentins de réchauffage des gaz chauds qui sont inondés de réfrigérant liquide pendant de longues périodes. Il en résulte une charge importante du système qui, en plus d'être coûteuse, crée une tendance à la migration de l'huile et à la défaillance prématurée du compresseur. Les échangeurs de chaleur de la série PPK transfèrent la chaleur du réfrigérant à la boucle de glycol, qui est ensuite utilisée pour le réchauffage de l'air ou le rejet de la chaleur dans les refroidisseurs secs refroidis par l'air extérieur.

Il en résulte une plus grande fiabilité du système et une réduction des coûts du projet. Non seulement il y a une énorme économie de charge de réfrigérant, mais il y a aussi des économies supplémentaires sur les coûts d'installation parce que la tuyauterie externe de glycol en PVC vers les refroidisseurs secs est moins chère à installer en termes de main-d'œuvre/matériaux que la tuyauterie de réfrigérant en cuivre. Le système de refroidissement sec présente également une probabilité réduite de fuites de réfrigérant et une durée de vie plus longue du compresseur, ce qui réduit encore le coût d'exploitation sur toute la durée de vie.

Il convient de noter que cette technologie n'est pas nouvelle. Depuis des décennies, les refroidisseurs secs sont utilisés dans les systèmes de climatisation de précision des salles d'ordinateurs et dans les zones sensibles sur le plan environnemental.

Actuellement, les unités de la série PPK sont proposées à partir de 20 HP, mais toutes les unités PoolPak peuvent être équipées de l'option de rejet de la chaleur du refroidisseur à sec.

La conception innovante du PoolPak en matière de rejet de la chaleur rend la série PPK aussi efficace que les systèmes DX pendant les journées d'été et 5 à 7 % plus efficace le reste de l'année. La conception innovante du fluide utilise un contrôle actif de la pression de la tête de réfrigération qui garantit les pressions de condensation les plus basses possibles afin d'augmenter les performances du système tout au long de l'année.

Les autres avantages de la série PPK sont les suivants :

- Le système de réchauffage entièrement modulant et totalement variable assure le confort ultime de l'air

intérieur en offrant une stabilité sans précédent de la température de l'espace de la piscine et des niveaux d'humidité relative.

- Le système de réfrigération chargé et scellé en usine signifie qu'aucun travail de réfrigération de charge sur site ou technicien d'installation certifié EPA n'est nécessaire.
- Les petites charges de réfrigérant scellées en usine éliminent totalement les problèmes de migration de réfrigérant et d'huile associés aux systèmes traditionnels. réfrigérant et d'huile associés à tous les systèmes DX traditionnels.
- La réduction significative des charges de réfrigérant du système permet d'éviter les factures d'entretien coûteuses en cas de fuite de réfrigérant.
- Les systèmes monoblocs ou biblocs et les configurations intérieures ou extérieures sont disponibles sans limite de distance. Les configurations intérieures ou extérieures sont disponibles sans limite de distance entre l'unité et l'échangeur de chaleur du climatiseur.
- Le glycol est 95 % moins cher que les fluides frigorigènes, ce qui permet de réduire considérablement les coûts de recharge en matériaux et en main-d'œuvre.
- L'absence de tuyauterie en cuivre entre l'unité et le condenseur à distance élimine la tentation de vol de matériel.
- Tous les composants critiques sont situés à l'extérieur du flux d'air corrosif dans un vestibule de service protecteur.

### **INTÉGRATION DU PADDOCK EVACUATOR**

La série PPK de PoolPak est entièrement compatible avec le système de capture à la source Paddock Evacuator ([www.paddockevacuator.com](http://www.paddockevacuator.com)), une technologie essentielle pour réduire les chloramines et assurer une bonne qualité de l'air intérieur.

## **SYSTÈMES DE VENTILATION DE L'AIR EXTÉRIEUR**

La déshumidification par ventilation est une approche établie qui utilise l'air frais pour assécher l'espace. Cette approche de la déshumidification est possible dans les régions où le climat est sec et/ou frais à l'extérieur tout au long de l'année et est utilisée avec succès depuis des décennies. Un serpentin de refroidissement est parfois ajouté lorsque les conditions peuvent être chaudes en été.

Ces unités de ventilation extérieure présentent plusieurs caractéristiques intéressantes si l'établissement est situé dans une zone géographique appropriée. Leur coût initial est inférieur à celui d'une approche basée sur le réfrigérant et leur fonctionnement est considérablement simplifié. Avec la récupération de chaleur entre les flux d'air vicié et d'air extérieur et des commandes qui séquentent correctement l'air extérieur, il peut s'agir d'un moyen très intéressant de ventiler un natatorium..

### **LA SÉRIE HYBRID**

La conception du PoolPak Hybrid offre la simplicité, la fiabilité et l'efficacité d'une déshumidification par ventilation pour les piscines intérieures, ainsi que la récupération de la chaleur et un serpentin de refroidissement en option pour fournir l'air conditionné si nécessaire.

Bien que la série Hybrid soit une solution de déshumidification appropriée pour les piscines intérieures dans la plupart des climats d'Amérique du Nord, c'est dans les régions où l'air extérieur est rare qu'elle est la plus rentable. Dans les régions où l'air extérieur est sec la majeure partie de l'année, l'air extérieur est sec pendant la majeure partie de l'année. Cependant, contrairement aux déshumidificateurs basés sur la ventilation, la série Hybrid offre également une capacité de refroidissement sensible, de sorte que les températures élevées de l'air extérieur ne sont plus un problème. ne sont plus un problème.

La série Hybrid offre les avantages suivants :

- Sa conception simple facilite l'entretien et la maintenance ; les composants frigorifiques plus petits coûtent moins cher à exploiter et à entretenir. Les composants de réfrigération plus petits coûtent moins cher à exploiter et à entretenir.
- Le refroidissement mécanique maintient la température de l'espace à un niveau confortable en répondant à la charge sensible.
- L'algorithme de contrôle avancé module précisément l'air extérieur, en n'utilisant que le minimum nécessaire pour maintenir la température ambiante. le minimum nécessaire pour maintenir l'humidité l'humidité de l'espace.
- Les ventilateurs à entraînement direct avec moteurs ECM permettent de réduire les coûts énergétiques et d'éviter les courroies !
- Récupération de chaleur standard avec la boucle de glycol à haut rendement énergétique de PoolPak qui réduit considérablement le coût du préchauffage de l'air extérieur.

La série Hybrid est disponible avec les options suivantes :

- Ventilateurs d'extraction à moteur EC montés sur l'unité
- Mode de purge
- Chauffage de l'espace en batterie - eau chaude, électrique ou chaudière à gaz

**TABLEAU 7 - COMPARAISON DES SYSTÈMES**

	RÉFRIGÉRATION	VENTILATION DE L'AIR EXTÉRIEUR
Coûts de fonctionnement	Le plus bas	Moyenne
Premier coût	100%	80%
Contrôle de l'humidité tout au long de l'année	Oui	Dépendante des conditions météorologiques
Conforme à la norme énergétique 90.1	Oui	Non
Déshumidification Récupération d'énergie	Oui	Non
Récupération de chaleur sur l'air vicié et l'air extérieur	Option	Option
Mode de refroidissement	Oui	Extra
Chauffage de l'eau de la piscine	Oui	Non

**SURVEILLANCE DU WEB AVEC WEBSENTRY**

La surveillance Web est une puissante technologie de contrôle de l'humidité qui permet aux utilisateurs de surveiller et d'ajuster avec précision les conditions du natatorium à partir d'un ordinateur, d'une tablette ou d'un smartphone.

WebSentry de PoolPak offre une valeur incomparable et des performances de pointe pendant toute la durée de vie du déshumidificateur - et il est installé gratuitement sur chaque unité PoolPak. Il suffit d'une connexion Ethernet pour profiter pleinement de WebSentry (les options Wi-Fi et réseau cellulaire sont également disponibles).

Une fois connecté, WebSentry se connecte en toute sécurité aux serveurs distants de PoolPak et commence à envoyer des données de performance toutes les 60 secondes, 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 - pour une surveillance optimale des performances.

WebSentry offre les avantages suivants :

- Performance maximale - Avec WebSentry, les mêmes ingénieurs qui ont conçu et construit le déshumidificateur peuvent observer, contrôler et ajuster à distance sa performance pendant et après l'installation avec le contrôle de plus de 100 fonctions critiques.
- Surveillance à distance 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 - WebSentry permet aux serveurs de PoolPak de surveiller, d'enregistrer et d'analyser à

distance les performances du déshumidificateur toutes les 60 secondes, 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, ce qui permet aux opérateurs et aux techniciens de maintenance agréés d'accéder aux données en ligne en temps réel.

- Contrôle du système à distance - WebSentry permet aux techniciens agréés et aux experts du service après-vente de visualiser et de modifier à distance les paramètres de performance en temps réel via n'importe quel appareil connecté à Internet, y compris les smartphones.
- Alertes en cas de problèmes de performance - WebSentry envoie des alertes instantanées par courriel au personnel clé si l'un des paramètres du système n'est pas conforme aux attentes en matière de performance.
- Rappels de maintenance - WebSentry permet d'assurer une maintenance programmée afin de maximiser les performances, d'augmenter les économies d'énergie et de fournir le coût global de possession le plus bas de tous les déshumidificateurs de l'industrie.

Le fait qu'un appareil soit connecté à WebSentry équivaut à ce que PoolPak garde un œil sur lui, alertant le personnel de service de tout problème éventuel. C'est pourquoi la connexion à WebSentry au moment du démarrage est fortement recommandée.

# Liste de contrôle pour les piscines traditionnelles\*

Il est utile d'avoir une liste de contrôle lors de la conception de travaux complexes. PoolPak est heureux de fournir cette liste de contrôle pour la conception de la déshumidification.

## LES PRINCIPALES PRÉOCCUPATIONS EN MATIÈRE DE CONCEPTION DES PISCINES TRADITIONNELLES:\*

1. les conditions de fonctionnement indiquées par écrit par l'utilisateur final (température de l'eau de la piscine, température de l'air ambiant).
2. Le débit d'air fourni par le système est de 4 à 6 renouvellements d'air par heure. Le volume de la pièce détermine le débit d'air.
  - L'air d'alimentation arrive dans la « zone de respiration »
  - L'emplacement du conduit de retour complète le conduit d'alimentation
  - Pas de court-circuit
3. Air extérieur CFM selon la norme 62
  - Base : 0,48 PCM/pi<sup>2</sup> d'eau et de terrasse mouillée pour une piscine ordinaire.
  - Ajouter 7,5 CFM par spectateur (les nageurs ne sont pas considérés comme des spectateurs et sont couverts par le CFM de base de l'OA).
4. l'air évacué
  - La pièce est soumise à une légère pression négative (0,05 à 0,15 pouces de colonne d'eau).
  - 110% du CFM de l'air extérieur est généralement recommandé.
  - Les contaminants sont capturés à la source :
  - Système d'évacuation sur place ?
  - L'air d'évacuation est aspiré au-dessus du bain à remous ou de toute autre zone d'eau chaude ou très active
5. Calcul de la charge
  - Charge latente (piscines, OA et spectateurs)
  - La charge sensible de refroidissement a été calculée pour la température de conception de l'espace.
  - La charge de chauffage a été calculée pour la température de conception de l'espace et inclut l'OA.
6. Condensation et migration de la vapeur
  - Pare-vapeur du côté chaud de la température du point de rosée dans tous les murs, plafonds et planchers.
  - Toutes les fenêtres, portes et lucarnes extérieures sont entièrement couvertes par l'air soufflé (3 à 5 pcm par m<sup>2</sup>).
7. Considérations relatives à l'énergie et à LEED
  - Norme énergétique 90.1- option de chauffage de l'eau de la piscine
  - Récupération de chaleur entre l'OA minimum et l'EA minimum
  - Récupération du condensat
  - Réduction de la charge de réfrigérant du système
8. Mode compétition de natation
  - Nombre de spectateurs et de concurrents attendus ?
  - Zones des spectateurs
  - 6 à 8 renouvellements d'air pour l'alimentation des sièges des spectateurs
  - Microclimat via un appareil de traitement d'air séparé pour les grandes zones de spectateurs
9. Service et entretien
  - Surveillance de l'Internet
  - L'unité est accessible
  - L'unité dispose d'une autorisation de service adéquate

\*Veuillez contacter l'usine pour les parcs aquatiques et les piscines dotées de nombreux éléments aquatiques. Les normes de conception ont été établies pour les plans d'eau « traditionnels » et ne répondent pas aux besoins spécifiques de ces installations.

## DÉTAILS DU CALCUL DE LA CHARGE

DONNÉES DE CONCEPTION DE LA PISCINE					
	PISCINE #1	PISCINE #2	PISCINE #3	PISCINE #4	PISCINE #5
Type de piscine (à débordement, thermale...)					
Surface (pieds)					
Température de l'eau (F)					
Température de la pièce					