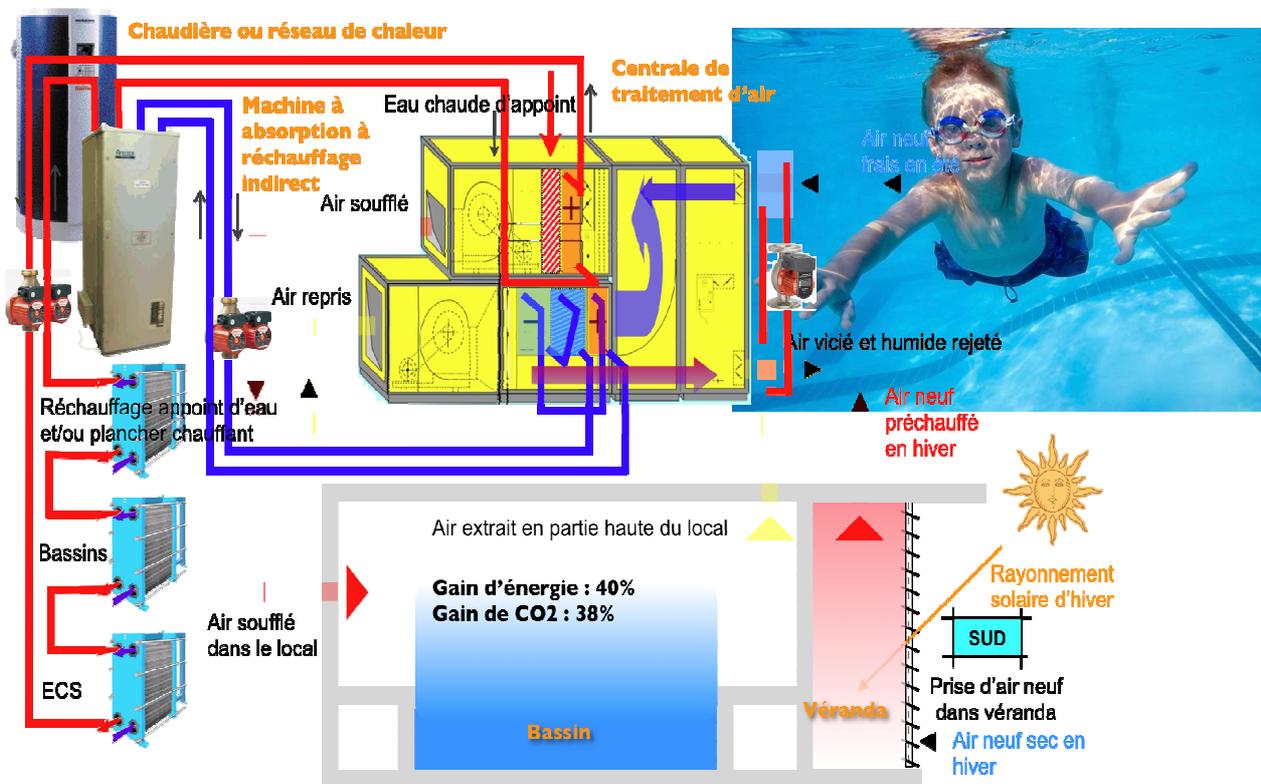


# Guide de construction des piscines à basse consommation

Edition 2010



# Guide de construction des piscines à basse consommation

## Première partie

Des avancées encourageantes en matière d'économie d'énergie

## Deuxième partie

Gestion actuelle et future des piscines

Pourquoi allons-nous voir de plus en plus de constructions de piscines ?

## Troisième partie

Comment se monte un projet de piscine ?

## Quatrième partie

La construction de la piscine

## Cinquième partie

Les équipements techniques

## Sixième partie

Les principaux pièges à éviter

Installations futures

## Première partie

Prochaines étapes de la réglementation en vue de réduire notre consommation fossile

## Des avancées encourageantes en matière d'économie d'énergie

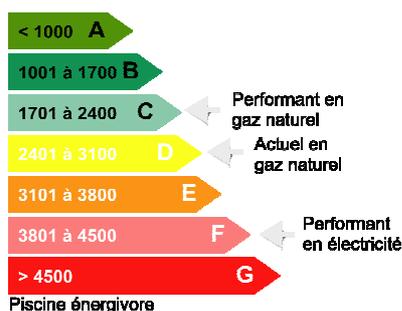
Jusqu'à présent on considérait qu'il s'agissait d'un équipement sportif avec une consommation inéluctable et que de ce fait les piscines échappaient à la RT...

Alors qu'en fait le besoin calorifique des piscines est astronomique ; il est d'environ 2800 kWh/m<sup>2</sup> de plan d'eau (chauffage, déshumidification par modulation du débit d'air neuf et production d'ECS des douches comprises). Hors nous sommes depuis quelques années capables de réduire de plus de 40% cette consommation d'énergie. Nous pourrions même s'il le fallait, avec des moyens financiers plus importants il est vrai, arriver à obtenir entre 50 et 55%, de gain.

Pourquoi attendre et de pas intégrer les piscines dans la future RT 2012 ?

*Etiquette DPE qui pourrait être proposée pour les piscines*

### ENERGIE



On est actuellement à 2800 kWh/m<sup>2</sup> plan d'eau, on pourrait avec des PAC obtenir :

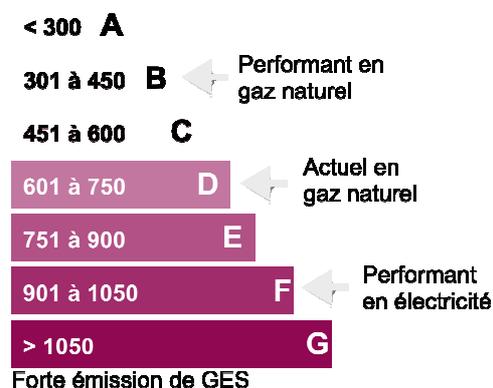
$((2800 \times 0,8) + (2800 \times 0,88 \times 0,2)) \times 0,65 \times 1 = 1810$  kWh/m<sup>2</sup> plan d'eau avec un gain de 35% (à 40%) en gaz naturel.

$((2800 \times 0,8) + (2800 \times 0,88 \times 0,2)) \times 0,60 \times 2,58 = 4306$  kWh/m<sup>2</sup> plan d'eau avec un gain de 40% (à 45%) en électricité.

Conversion énergie primaire / énergie finale : 1 kWh gaz naturel = 1 kWh<sub>ep</sub>

1 kWh électrique = 2,58 kWh<sub>ep</sub>

### CLIMAT



On est actuellement à 655 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> plan d'eau, on pourrait avec des PAC obtenir :

$((655 \times 0,8) + (655 \times 0,88 \times 0,2)) \times 0,65 \times 1 = 415$  kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> plan d'eau avec un gain de 35% (à 40%) en gaz naturel.

$((655 \times 0,8) + (655 \times 0,88 \times 0,2)) \times 0,60 \times 2,58 = 989$  kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> plan d'eau avec un gain de 40% (à 45%) en électricité.

France : 234 gCO<sub>2</sub>/kWh chauffage gaz naturel et 180 gCO<sub>2</sub>/kWh chauffage électrique

Ou

- 0,8 : part thermodynamique du fonctionnement
- 0,2 : part modulation AN du fonctionnement
- 0,88 : gain du récupérateur enthalpique (12%)
- 0,65 et 0,60 : gain d'énergie (1-0,35) en gaz et (1-0,40) en électricité

Cette étiquette n'est qu'une proposition, puisqu'elle n'existe que pour l'habitat et que de plus elle est réglementée.

Les valeurs tiennent compte du chauffage, de la déshumidification, de la production d'eau chaude des douches, dû essentiellement au hall bassins.

Elle ne comporte pas les auxiliaires (moteurs ventilateurs, pompes).

Nous sommes également capables de réduire de 50% la consommation en eau nécessaire aux bassins. Des procédés d'ultrafiltration ou d'osmose inverse sur l'eau ayant servi au lavage des filtres nous le permet. On réalisera non seulement un gain sur la quantité d'eau mais également sur le réchauffage de l'eau neuve qu'il aurait fallu réaliser, le temps de retour sera inférieur à 5 ans.

On obtiendra également une meilleure qualité de l'eau de baignade en utilisant de plus en plus les bassins en acier inoxydable au détriment du béton et carrelage.

De même l'éclairage a évolué avec l'arrivée de ces bassins en acier inoxydable et du gain qu'il procure par une meilleure réfraction de la lumière. On est maintenant capable d'utiliser des éclairages submersibles LED de même intensité lumineuse que précédemment mais avec une plus grande durée de vie, une moindre consommation électrique et sans avoir à percer la coque du bassin ce qui permet d'éviter les fuites.

## Deuxième partie

Le nombre de piscines est appelé à se développer malgré une rentabilité négative

### Gestion actuelle et future des piscines

La plupart des piscines sont régies par le personnel des collectivités locales (communes, communauté d'agglomération), secondé plus ou moins par des exploitants privés.

Les scolaires et les clubs ne rapportent pas d'argent, bien au contraire ; ce sont donc les habitants de la collectivité qui payeront le déficit au travers de leurs impôts locaux. La seule rentabilité sera apportée par les abonnements du fitness avec ses spas, son hammam et sa salle de musculation.

C'est aussi à cause de ce bilan déficitaire que l'on commence à voir des concours lancés en PPP (Partenariat Public Privé).

Ce contrat de partenariat permet à une collectivité publique de confier à une entreprise privée concourant aux missions de service public de l'administration, la mission globale de financement de la conception en tout ou partie, de la réalisation, de la maintenance et de la gestion. Ce dans un cadre de longue durée et contre un paiement effectué par la personne publique et étalé dans le temps. Il a pour but d'optimiser les performances respectives des secteurs public et privé pour réaliser des projets qui présentent un caractère de complexité pour la collectivité.

Il ne faut pas en avoir peur du PPP piscine vis à vis de la démarche de développement durable, bien au contraire. Dans le cas d'une piscine le PPP va aller dans le sens de la performance (y compris dans le choix des partenaires) et de la pérennité. On assiste même à une recherche de concepts globaux et innovants.



PERSPECTIVE DU HALL DES BASSINS  
P.P.D. - CENTRE AQUATIQUE DE LOISIRS COMMUNAL - DOMAINE DU BOIS A VINCENNES - LA PERLE NACREE BIOCLIMATIQUE  
GENECOMI (Société générale) / Société BOMIPA et Urbaine de Travaux (Groupe FAYAT) / Atelier d'Architectes et d'Urbanisme Merjolin BOUDRY et Pierre BOUDRY / INGENIERIE STUDIO / COPATHEC

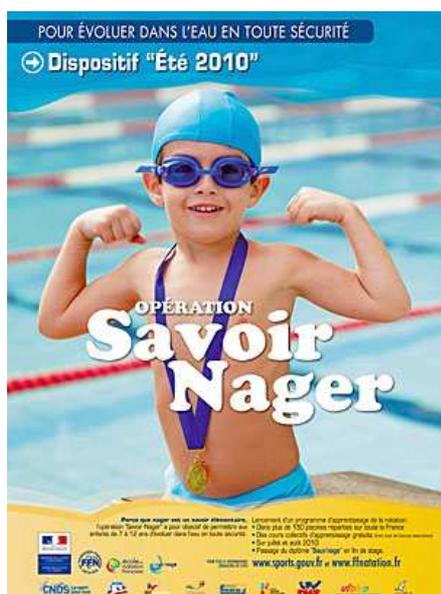
*Piscine de Vincennes en PPP (en cours de réalisation)*

*P. Boudry architecte, Groupe Fayat et A. Garnier bet fluides pour COFELY*

On voit également de plus en plus de piscines gérées par des professionnels du secteur privé qui après concours obtiennent un contrat en DSP (délégation de service public).

L'exploitant vient avec son personnel, MNS, techniciens de maintenance, administratif et animation. Sa tâche, outre le maintien des performances des installations techniques, sera « le faire venir ». Pour cela il sera amené à créer des événements et à fidéliser les pratiquants. On assiste à des soirées à thème, à des défilés de mode ou des spectacle nautiques

## Pourquoi allons nous voir de plus en plus de constructions de piscines ?



### Enseignement de la natation dans les établissements scolaires du premier et du second degré

CIRCULAIRE N°2004-139 DU 13-7-2004

Les activités aquatiques et la natation font partie intégrante de l'enseignement de l'éducation physique et sportive à l'école, au collège et au lycée.☐

À l'école maternelle et à l'école élémentaire, depuis plusieurs décennies, la pratique des activités en milieu aquatique a pris une place importante dans cet enseignement.

L'expérience de toutes ces années, les recherches et les travaux pédagogiques conduits dans ce domaine, les évaluations réalisées à différentes occasions ont mis en évidence l'augmentation du nombre d'élèves ayant accès à cet enseignement, sans toutefois avoir réussi à le généraliser.

Par ailleurs, la publication, en janvier 2002, des programmes de l'école primaire introduit des données nouvelles qui nécessitent une réactualisation de la réglementation existante. ☐Il en va de même dans le second degré où la diversité des activités aquatiques prévues par les programmes des collèges et des lycées rend nécessaire le rappel et l'actualisation des exigences concernant les conditions matérielles d'enseignement, l'encadrement pédagogique, compte tenu du niveau d'autonomie acquis par les élèves à ces différents niveaux de scolarité.

Il convient également de favoriser la continuité des apprentissages qui, de l'école primaire au collège puis au lycée, vise à assurer la construction, par tous les élèves, des compétences indispensables à la maîtrise de leur sécurité. C'est notamment le cas de la natation pratiquée dans le cadre de l'éducation physique et sportive et de l'association sportive.

### Troisième partie

**La réussite d'un équipement aquatique passe par le choix de bons professionnels et un bon programme**

## Comment se monte un projet de piscine ?

Dans ce type d'établissement sportif, il y a peu de spécialistes, que ce soit chez les AMO, les architectes ou les bureaux d'études fluides.

Le maître d'ouvrage qui veut ou qui doit réaliser une piscine ou un centre nautique, est très vigilant sur le montage de son opération et le choix des participants. C'est bien normal quand le coût global des travaux varie de 3,5 à 40 millions d'euros. HT, suivant le nombre de bassins et la performance énergétique qu'il voudra bien lui attribuer.

Le coût d'exploitation est très élevé, aucune piscine n'est rentable. Quand vous êtes vous même client, vous payez en général moins de 20% du coût réel, le reste étant payé par les habitants au travers de leurs impôts locaux. D'où des villes et villages qui se regroupent en communautés de communes pour construire un centre aquatique ou une piscine, et en réalisant des ramassages scolaires.

Une piscine est faite pour durer de 35 à 40 ans. Au delà, l'air chloré et la condensation se chargeront de la rendre impropre à l'usage ; de plus comme le ludique prend de plus en plus d'importance et que les équipements ont beaucoup évolué en performance, cette durée de vie est raisonnable.

Certains équipements nautiques comportent des fosses de plongées, des bassins pour bébé nageurs et des jeux tels que les pantagliss, des toboggans. Il y a même parfois des rivières lentes et sauvages, en partie à l'extérieur du hall des bassins.

### Les étapes d'un projet suivent en général le déroulement suivant

Un AMO sera retenu par voie de concours en fonction de ses compétences, ses références (expériences en la matière), le contenu de la méthodologie proposée.

Il aura pour mission d'aider le maître d'ouvrage à définir, piloter et exploiter, le projet réalisé par le maître d'œuvre. Il aura un rôle essentiel de conseil et de proposition, le décideur restant le maître d'ouvrage. Il facilitera la coordination du projet et permettra au maître d'ouvrage de remplir pleinement ses obligations au titre de la gestion du projet.

L'AMO écrira un programme à destination des équipes qui concourront. Il donnera les performances à atteindre et non les moyens à mettre en place. Personnellement pour ne pas se retrouver avec des solutions complètement dépassées, je ne donne que quelques pistes n'en favorisant aucune.

Il appartient bien entendu à l'équipe de conception de proposer un concept global qui puisse répondre aux objectifs fixés et de fournir toutes explications nécessaires sur ses propositions.

L'AMO aura préalablement avec le maître d'ouvrage fixé les cibles à privilégier qui en général seront :

- Relation harmonieuse du bâtiment avec l'environnement immédiat,
- Gestion de l'énergie,
- Qualité de l'air,
- Qualité de l'eau,
- Choix intégré des procédés et produits de construction,
- Confort acoustique.

L'AMO, s'il veut répondre de façon précise aux attentes du maître d'ouvrage, s'entourera des compétences qu'il a n'a pas :

- Un urbaniste,
- Un architecte,
- Un économiste,
- Un bureau d'études fluides spécialisé en énergie et développement durable dans les piscines,
- Et parfois même un acousticien.

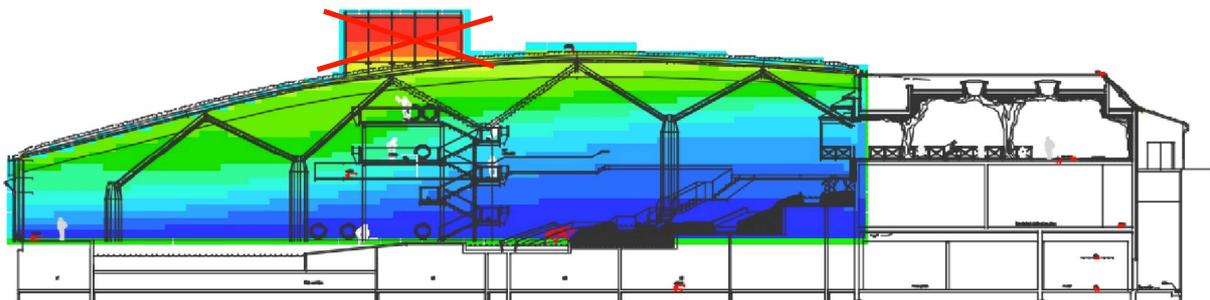
Dans les propositions des équipes, il devra être fourni obligatoirement :

Si l'on est dans le cas d'un concours sur APS :

Des plans et perspective extérieure montrant la façade principale et l'entrée du public, un plan par niveau représentant les équipements et locaux techniques, plusieurs coupes montrant la déclinaison du soleil suivant les différentes saisons, un plan masse avec l'orientation, le coût prévisionnel des travaux et d'exploitation.

Si l'on est dans le cas d'un concours sur APD, les mêmes documents que précédemment avec en plus :

- Une étude de simulation dynamique qui permettra de vérifier la pertinence de l'architecture du bâtiment avec ses conséquences en termes d'apports calorifiques d'hiver et d'été, une information sur les températures maxi, moyenne et mini de l'air et de l'eau.



Doc. A. Garnier bet - CENTER PARCS domaine du lac de l'Ailette Picardie

- Une étude d'éclairage afin de vérifier si le FLJ est atteint dans les différents locaux et quelle sera la part du naturel sur l'artificiel.
- Les schémas de principe aéraulique, hydrauliques et de traitement d'eau.
- Les caractéristiques techniques des différents matériels et systèmes, les fiches « produits ».

- Le calcul détaillé du coût global, c'est à dire tenant compte du coût d'exploitation en passant par celui de l'énergie de l'eau et du personnel, du coût des travaux, des remplacement des matériels en passant par leur durée de vie.

Compte tenu du coût d'exploitation très élevé d'une piscine, le maître d'ouvrage voudra connaître celui-ci de façon réaliste avant de lancer une consultation. C'est l'économiste de l'AMO qui sera chargé de ce travail aidé en cela du bureau d'études fluides. De même, il voudra connaître les différents types de marchés avec leurs avantages et inconvénients.

La question récurrente est de plus en plus souvent, quelle sera la garantie de résultat ? Il faudra se préparer à lui donner des réponses concrètes en fonction de ses possibilités d'autofinancement, de son expérience piscine, etc.

La notation des offres des équipes sera bien souvent la suivante :

Compte tenu du coût d'exploitation très élevé d'une piscine, le maître d'ouvrage voudra le connaître de façon justifiée avant de lancer une consultation. Il n'est plus rare d'avoir dans la sélection de l'équipe lors de concours, la notation suivante :

- 40% pour l'architecture bioclimatique et le choix des matériaux,
- 20% sur son insertion dans le paysage et la parcelle.
- 40 % au choix d'équipements performants et coût d'exploitation qui en découle

Des corrections seront apportées par l'AMO si les valeurs ne sont pas réalistes ou s'il y a certains oublis ; il le signalera à la commission.

L'AMO énergie et développement durable devra parfaitement maîtriser son sujet. Il devra avoir une parfaite connaissance des systèmes et de leur performance, avec leur durée de vie, leurs coûts de travaux et d'exploitation, afin de pouvoir analyser les offres de façon objective. Entre propositions, il n'est pas rare de constater des estimations de coût d'exploitation (P1 à P4) de 3 fois ...

L'AMO énergie et développement durable définira les indicateurs de performances qui serviront de vérifier la performances à toutes les étapes du projet (de l'APS à l'exploitation).

Le tableau vierge réalisé par l'AMO portant sur les consommations et les coûts mensuels et annuels d'énergie et d'eau, sera rempli par les équipes au stade du concours. Il y figurera les consommations et gains donnés en kWh et kWh/m<sup>2</sup> de plan d'eau en chauffage, en éclairage, électricité motrice et ozone. Il y figurera également la consommation et les gains en eau pour les bassins, les douches et les services généraux, les consommables (produits de traitement d'eau, lampes UV, etc.).

Le coût global sera demandé sur 20 ans, car on en sera à la moitié du cycle de vie de la piscine et il y aura déjà de grosses décisions à prendre sur d'éventuels renouvellements d'équipements ludiques et techniques du fait de leur vétusté mais également des performances qui auront progressées entre temps remettant en question l'exploitation.

Le maître d'ouvrage sera amené de plus en plus souvent à conserver l'AMO Energie et développement durable tout au long du projet et même 2 ans après. Il l'accompagnera lors des phases de conception, de réalisation et d'exploitation, pour faire appliquer la garantie de résultat.

Il aura à animer certaines réunions, à analyser les documents émis par l'équipe de conception et parfois à assister à la formation du personnel d'exploitation sans toutefois interférer dans les attributions des intervenants. Son rôle à ce niveau sera, d'aider le maître d'ouvrage dans le dialogue qu'il aura avec le maître d'œuvre en lui apportant ses compétences techniques.



## Quatrième partie

**La construction des piscines a beaucoup évolué, le ludique et le bien être a pris une part de plus en plus forte et ne fera que se renforcer**

### La construction de la piscine

#### Questions à se poser :

- Quels seront les indicateurs de performance ?
- Comment sera orienté le hall des bassins et quelles seront l'architecture et la forme du bâtiment (ils devront être propice au chauffage solaire passif sans toutefois créer de surchauffes) ?
- Ne pourrait-on pas prévoir une façade double peau ou un solarium dans le hall bassins ?
- Faudra t-il rapporter des protections solaires supplémentaires permettant d'éviter les surchauffes ?
- Comment et avec quels matériaux sera réalisée l'isolation extérieure ?
- Comment éviter le manque d'étanchéité à l'air du hall bassins ?
- Comment favoriser l'éclairage naturel au détriment de l'artificiel dans le hall bassins ainsi que dans les locaux annexes ?
- Comment imaginer une ventilation naturelle qui puisse assurer le free cooling l'été du hall bassins ?
- Quels matériaux sélectionner en rapport avec l'utilisation d'une piscine ?
- Quelles seront la forme et l'orientation à donner aux plages extérieures ?
- Pourra-t-on désenfumer les vestiaires de façon naturelle ?
- Quels seront les meilleurs emplacements des locaux techniques et des galeries pour éviter de futurs problèmes de manutention ou d'avoir de circuits de fluides trop longs ?
- Ne pas oublier la présence de vide sanitaire ou de galeries sous les locaux humides,
- Prévoir un sas sur l'entrée du public,

#### Les réponses à apporter :

Un point capital ne faisant pas partie de guide sera de fidéliser et d'attirer la clientèle payante pour diminuer le déficit de la piscine. Ce n'est pas les clubs ni les scolaires qui amènent des recettes.

L'attractivité de la piscine se fera au travers de son esthétique et de la diversification de ses équipements sportifs et ludiques.

#### Architecture bioclimatique de la piscine

On privilégiera l'architecture qui permettra d'obtenir le chauffage solaire passif le plus performant sans toutefois créer de surchauffe d'été.

On aura recours à l'utilisation de façades double peau et/ou de solariums, lesquels permettront une diminution des déperditions en même temps que le préchauffage de l'air neuf du traitement d'air.

La toiture pourra être de type shed ou de forme elliptique permettant de suivre la course du soleil en hiver (hauteur de 20 à 25° en France plein Sud). On pourra aussi choisir d'avoir une toiture transparente à condition de bien contrôler les surchauffes par des moyens adéquats.

L'eau de pluie sera en général stockée pour l'arrosage des surfaces végétales, même si le coefficient d'infiltration du terrain et le débit de fuite du réseau d'eau pluviale ne l'y obligeaient pas.



P.P.D. - CENTRE AQUATIQUE DE LOISIRS COMMUNAL - DOMAINE DU BOIS A VINCENNES - LA PERLE NACREE BIOCLIMATIQUE  
GENECOMI (Société générale) / Société BOMIPA et Urbaine de Travaux (Groupe FAYAT) / Atelier d'Architectes et d'Urbanisme Marjolin BODRY et Pierre BODRY / INGENIERIE STUDIO / COFATHEC

*Piscine de Vincennes (en cours de réalisation)*

*Equipe P. Boudry architecte, Groupe Fayat et A. Garnier bet fluides pour COFELY*

## **Orientation de la piscine**

On privilégiera l'orientation qui permettra d'obtenir le chauffage solaire passif le plus performant. Le rayonnement solaire devra pouvoir pénétrer à l'intérieur du hall des bassins en hiver mais être stoppé en partie ou en totalité en été. Parfois on sera amené à en filtrer une partie pour éviter l'éblouissement.

On pourra se servir de visières formant des masques intégrés. On pourra aussi avoir recours à des ailes horizontales placées à l'extérieur en élévation de façon à ne pas masquer la vue sur le paysage et les plages extérieures. Des arbres feuillus en été pourront constituer d'excellents masques lointains.

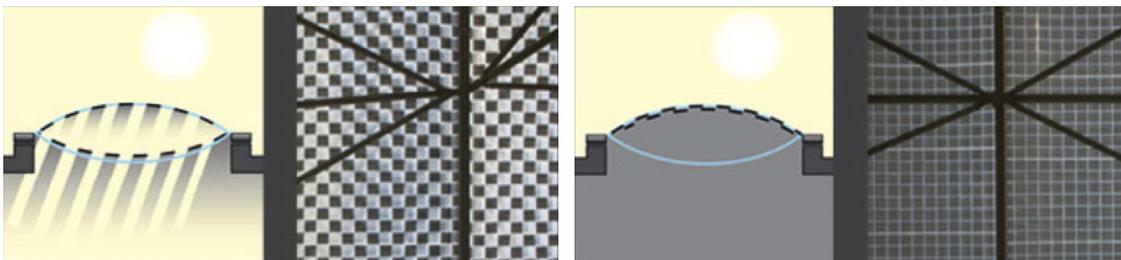
## **Surchauffes d'été**

Si les protections solaires ne sont pas suffisantes et que des surchauffes pourraient conduire à un dépassement de température intérieure de +8°C par rapport à l'extérieur et à une élévation de +1,5°C sur l'eau des bassins, on devra surventiler le bâtiment pour obtenir un free cooling.

Plusieurs solutions seront possibles en fonction de l'importance de la surchauffe :

- Si le bâtiment est peu vitré ou que l'on dispose de protections solaires efficaces, on pourra se contenter d'une ventilation naturelle transversale qui donnera un renouvellement d'air de 4 à 5 à vol/h,
- Si le bâtiment est moyennement vitré et que l'on dispose de protections solaires efficaces, on commencera par utiliser la ventilation naturelle transversale puis aux moments des pics de chaleur, on aura recours à un free cooling mécanique qui pourra aller jusqu'à un renouvellement d'air de 5 à 6 vol/h. On se servira des centrales de traitement d'air en plus de la ventilation naturelle.

- Si le bâtiment est bien vitré et que l'on dispose de protections solaires efficaces, on commencera par utiliser la ventilation naturelle transversale puis aux moments des pics de chaleur, on aura recours à un free cooling mécanique qui pourra aller jusqu'à un renouvellement de 8 vol/h. On se servira des centrales de traitement d'air avec en plus des ventilateurs d'extraction disposés sur les points hauts.
- Si le bâtiment est fortement vitré (toiture transparente en plus de la façade sud vitrée par exemple), on commencera par utiliser la ventilation naturelle transversale puis aux moments des pics de chaleur, on aura recours à un free cooling mécanique qui pourra aller jusqu'à 12 vol/h. Les centrales de traitement d'air seront arrêtées et on se servira de ventilateurs d'extraction disposés sur les points hauts. Comme cela ne suffira pas, on réalisera une sérigraphie dans la toiture transparente avec un coefficient solaire d'environ 65%.



*Doc. VECTOR FOILTEC coussins gonflables à indice solaire variable*



*Doc. A. Garnier bet - CENTER PARCS domaine du lac de l'Ailette (Picardie)*

*C'est l'étude de simulation dynamique qui permettra de valider l'une de ces solutions.*

## Disposition intérieure des espaces et des équipements publics

L'orientation des bassins, en particulier celui destiné à la nage sportive aura une grande importance, il ne faudra pas que les nageurs soient éblouis. Les gradins s'il y en a ne devront pas être orientés face au sud pour les mêmes raisons.

Il faudra prévoir que l'emplacement de la pataugeoire puisse être à proximité des vestiaires et douches pour éviter de souiller les plages sur le chemin de retour des parents qui auront séjournés dans ce bassin fortement pollué. L'emplacement de la pataugeoire ne devra pas être proche du grand bassin, ce serait dangereux pour les enfants. A moins de mettre une séparation sous forme de banc pour les adultes. De plus, elle devra être à l'abri du soleil pour éviter les coups de soleil aux enfants en bas âge.

Pour l'emplacement de l'isolation, on préférera celle extérieure car le moindre pont thermique, surtout sur des charpentes métalliques, sera préjudiciable à la qualité de l'air (condensation et moisissure).

Les isolants et revêtements acoustiques intérieur seront non hygroscopiques.

Les faux plafonds, surtout quand ils renferment une charpente métallique, devront rester ouverts sur le volume du hall des bassins de façon à éviter une saturation de vapeur d'eau chlorée suivi d'une oxydation prononcée.

## Matériaux

Il n'est pas question d'énumérer ici tous les matériaux convenant bien à une piscine, mais seulement les précautions d'usage.



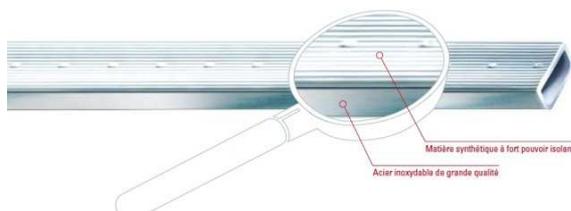
Les châssis vitrés seront au minimum conforme à la RT (bien qu'elle ne s'applique pas).

Par précaution, on demandera des vitrages avec des intercalaires de type "warm edge" qui éviteront la condensation au niveau de sa périphérie.

Profil du cadre	Métal avec séparation thermique	Matière synthétique	Bois	Bois-métal
Double vitrage isolant 4/16/4 $U_g = 1,1 \frac{W}{m^2K}$	$0,051 \frac{W}{mK}$	$0,041 \frac{W}{mK}$	$0,041 \frac{W}{mK}$	$0,044 \frac{W}{mK}$
Triple vitrage isolant 4/12/4/12/4 $U_g = 0,7 \frac{W}{m^2K}$	$0,045 \frac{W}{mK}$	$0,038 \frac{W}{mK}$	$0,039 \frac{W}{mK}$	$0,042 \frac{W}{mK}$

Les valeurs techniques ont été déterminées conformément à la directive ift WA-08/1 intitulée "Intercalaires techniquement améliorés – Partie 1: détermination du coefficient psi représentatif pour les profils de cadres de fenêtres"

Thermix® TX.N® – le meilleur à tout point de vue

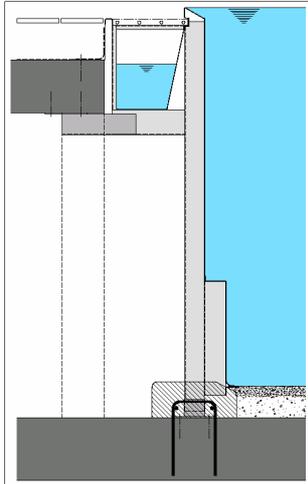


Il faudra l'imposer également dans les pièces très humides tels que les fitness avec spas et hammam ainsi que les douches.

## Acoustique du hall des bassins

Les corrections acoustiques dans le hall des bassins sont un sujet délicat à appréhender dès la conception car il y a beaucoup de bruit émis par les enfants et les jeux d'eau et de plus il existe une très grande réverbération du fait des nombreux vitrages.

On utilisera des goulottes de type finlandais, destinées à la reprise des eaux de surface.



Elles disposeront à l'intérieur d'un fruit c'est à dire une pente intérieure permettant un écoulement par capillarité et donc sans chute d'eau créant du bruit



Des supports seront soudés au dos des tôles de paroi polies, côté eau, sur lesquels seront positionnées les consoles servant au montage des goulottes de débordement.

Doc. HSB

La solution d'utiliser des coussins gonflables serait intéressante sur le plan acoustique car avec une masse inférieure à  $1 \text{ kg/m}^2$ , le Texlon est acoustiquement transparent. Par conséquent, il ne renvoie pas les sons générés à l'intérieur du hall et donc à ses occupants. Ce sera à l'acousticien de l'équipe de conception de se prononcer sur les moyens les plus adaptés.

Des correction acoustiques seront bien entendu également apportées sur les systèmes tant aérauliques qu'hydrauliques.



Il faudra éviter les volumes intérieurs avec des formes symétriques, les toiles tendues qui bien qu'efficaces créent des rétentions de poussière sur le dessus qu'il est difficile d'atteindre et de nettoyer.

De plus en plus de piscines disposent maintenant de murs végétalisés et d'arbres qui sont de bons amortisseurs acoustiques.

Ces végétaux seront sélectionnés pour que leurs feuilles ne tombent pas et qu'elles absorbent la vapeur d'eau qui leur est nécessaire, le reste sera apporté par des système automatiques ne produisant pas de vapeur d'eau dans le hall des bassins (brumisateurs interdits, j'en ai vu).

Doc. A. Garnier bet - CENTER PARCS domaine du lac de l'Ailette (Picardie)

## Cinquième partie

**Du choix des solutions techniques dépendra le coût d'exploitation. La piscine représente l'un de coûts d'exploitation les plus élevés, il ne faudra donc pas se tromper**

### Les équipements techniques

Il est difficile de dissocier le traitement d'air du traitement d'eau dans les piscines car ils sont étroitement liés. Des échanges ont lieu, que ce soit sur la température de l'air ou de l'eau, l'humidité et les chloramines.

#### Questions à se poser :

- Quels seront les indicateurs de performance ?
- Quelles sont les ressources locales d'énergie renouvelables et fossiles ?
- Existe t-il un projet réseau de chaleur biomasse ?
- Quel sera le choix de la solution de traitement d'air en fonction du coût global sur 20 ans ?
  - Coût des travaux y compris les incidences (locaux techniques, puissance électrique à souscrire entraînant parfois l'achat ou le renforcement d'un transformateur,
  - Toxicité des produits (confinement et destruction en fin de cycle de vie),
  - Consommation (efficacité énergétique du système),
  - Durée de vie,
  - Coût d'exploitation (P1 en fonction du prix €/kWh, P2 à P4),
- Quel sera le choix de la solution de free cooling évitant les surchauffes (naturelle/mécanique/ mixte) ?
- Quels seront les emplacement et tailles des locaux techniques ?
- Quelles seront les facilités de maintenance et d'accès aux locaux et galeries techniques ?
- Quelle sera l'architecture de la gestion technique centralisée qui permettra de suivre et d'optimiser la consommation et les dérives par rapport aux indicateurs de performances en plus des tâches habituelles de maintenance (curatives et préventives) ?
- Quelle sera la part de l'éclairage naturel/mixte/artificiel dans le hall des bassins et des autres locaux ?
- Comment seront orientées les plages extérieures et ne pourrait-on pas en tirer partie pour en faire des capteurs solaires (grilles enrobées dans plages) ?

#### Les réponses à apporter :

##### Chauffage solaire actif

En hiver, on pourra se servir du chauffage solaire passif installé (façade double peau ou solarium) pour en faire un chauffage solaire actif, en prélevant l'air neuf nécessaire au traitement d'air à l'intérieur de ces volumes.

Si la déshumidification est entièrement de type « modulation du débit d'air neuf », avec des taux de renouvellement d'air de 5 à 8 vol/h, l'efficacité de réchauffage de ce système risquera d'être insuffisante.

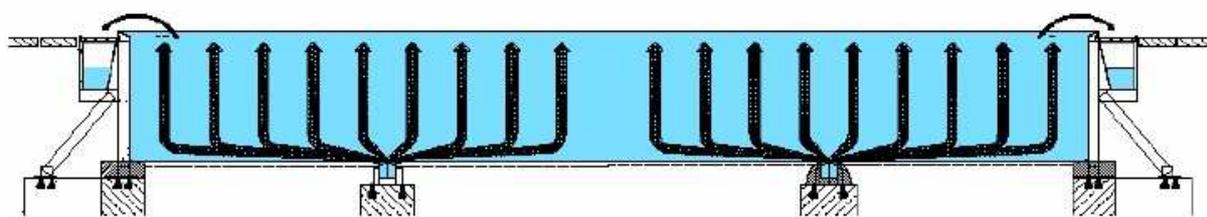
Cette solution conviendra mieux à des systèmes de déshumidification mixte (thermodynamique + modulation du débit d'air neuf).

## Les bassins

Les bassins, nous l'avons déjà dit, seront de plus en plus en inox car ils offrent d'innombrables avantages.

Les bassins en acier inoxydable (procédé complet avec soudures) affichent une durée de vie de plus de 40 ans ; il y en existe de plus de 50 ans sans fermeture pour entretien. Le matériau est démontable et recyclable. D'autre part, en cas de réutilisation sans changement de type d'inox, il n'y a pas de perte de qualité. Sa revente, en tant que matière première est réalisable.

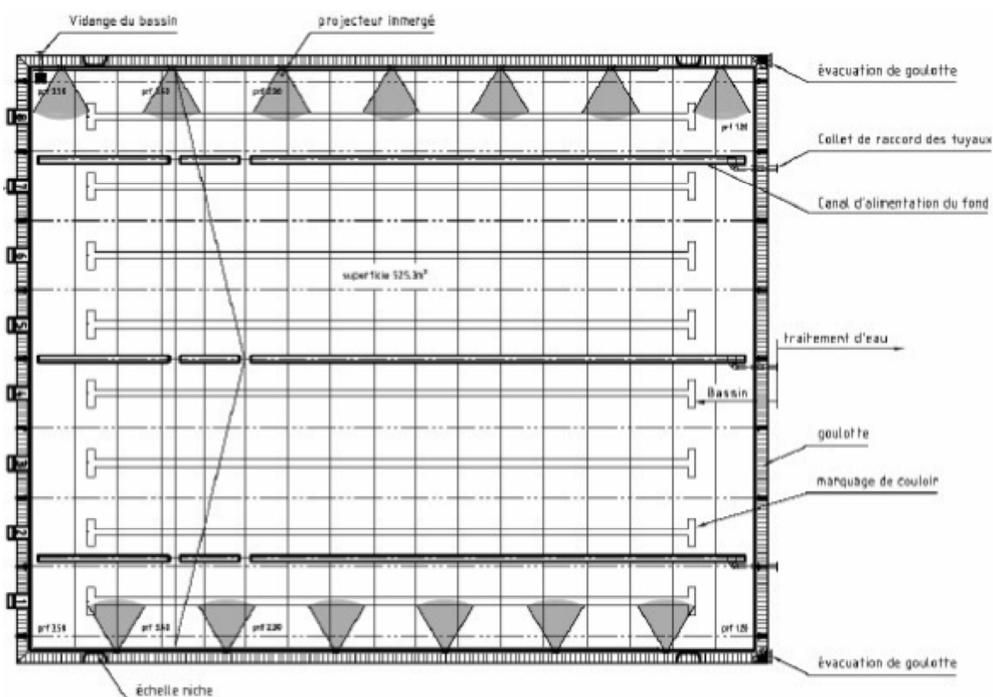
Les bassins en acier inoxydable permettront de fonctionner en hydraulique inversé et donc d'obtenir une qualité d'eau et une homogénéisation irréprochable, et permettront de ne plus avoir à remplacer les carrelages de colmater les fuites.



Doc. HSB

Contrairement au béton, aux matières plastiques etc., l'utilisation de l'acier inox rend superflu le mélange de matériaux et permet d'éviter ainsi les problèmes posés par l'étanchéité de deux matériaux différents.

Ils permettront d'avoir un éclairage subaquatique efficace (600 lux minimum dans les virages) ce qui permettra une diminution importante de la consommation électrique.



Doc. HSB bassin en acier inoxydable de 25 x 21 m



Des profils de raidissage des parois en inox permettent une grande planimétrie (visite néanmoins nécessaire)

Les marches des échelles ainsi que l'éclairage subaquatique sont incorporés aux parois évitant ainsi tout risque de fuite.

Au delà de 0,50 m de profondeur, l'eau deviendra bleue et cristalline.

*Doc. HSB*

Les bassins en inox permettront en outre de modifier leur fonction et donc d'en réduire le nombre. Leurs fonds pourront être amovibles de façon à pouvoir par exemple transformer un bassin sportif ou d'entraînement de 1,8 m ou 2 m en aqualudique à 1,4 m de profondeur ou encore en fosse de plongée à 3 ou 5m. Des parois amovibles pourront permettre aussi de recouper un bassin en deux et d'en faire par exemple un ludique à 29°C et un autre destiné aux bébés nageurs à 32°C.



L'arrivée d'eau se fait dans le fond du bassin sous formes de plusieurs lignes de caniveaux avec répartiteur à l'intérieur.

Ce sont ces derniers qui servent également à la vidange, et il suffit simplement de venir raccorder le circuit de filtration sur leurs tubulures en attente.



*Doc. HSB*

Les bassins en inox permettront également l'incorporation esthétique de couvertures amovibles venant du fond et qui permettront de diminuer la consommation d'énergie.

On pourra gagner jusqu'à 30 % si l'on considère que la vaporisation et le rayonnement sont stoppés à 90%, que l'on puisse arrêter une partie de la ventilation servant à la déshumidification et que le chauffage ne sera plus assuré que par le plancher chauffant (celui-ci n'assurera plus qu'une température de 20°C anti condensation).

### Traitement de l'eau rejetée en provenance du lavage des filtres

Quand la STEP sera trop éloignée ou sera d'une taille trop faible, on sera amené parfois à réaliser un lagunage pour le rejet de l'eau chlorée (filtrage par plantes et déchloration par les UV), celui-ci évitera d'avoir à créer une fosse de relevage de grande capacité équipée de pompes et d'un système de neutralisation du chlore.

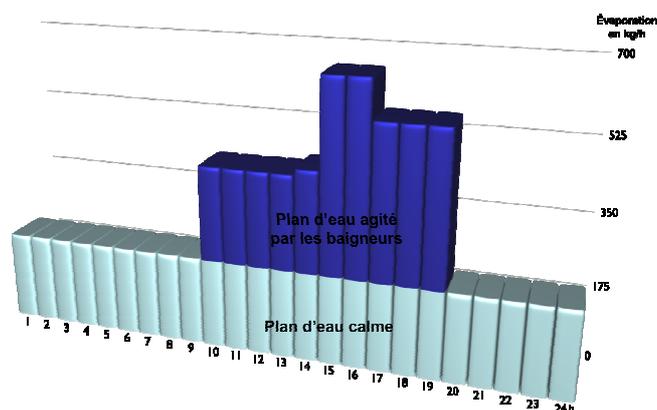
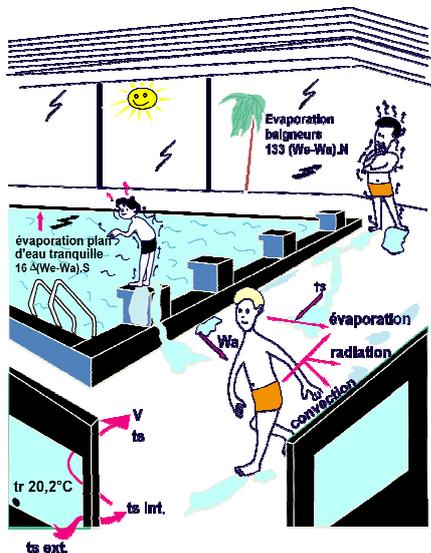
### Calcul du traitement d'air

Température de l'air du hall des bassins :

- En Europe la température ambiante est de 1°C de plus que le bassin le plus froid. Exemple : bassin à vagues 29°C et spa 34°C, la température de l'air sera à 30°C dans le hall.
- En France, contrairement aux autres pays, nous avons 1°C de moins que la température du bassin le plus froid. C'est physiquement une erreur car nous évaporons d'avantage et de plus ce n'est pas très confortable pour les baigneurs.

Température intérieure les vestiaires et douches : 23°C et 9 g/kg d'air sec (60% HR).

L'évaporation de l'eau des bassins sera liée à la fréquentation de la piscine (surface cutanée et mouillée des baigneurs sortant de l'eau, projection d'eau, flaques d'eau sur les plages, jeux d'eau, etc.).

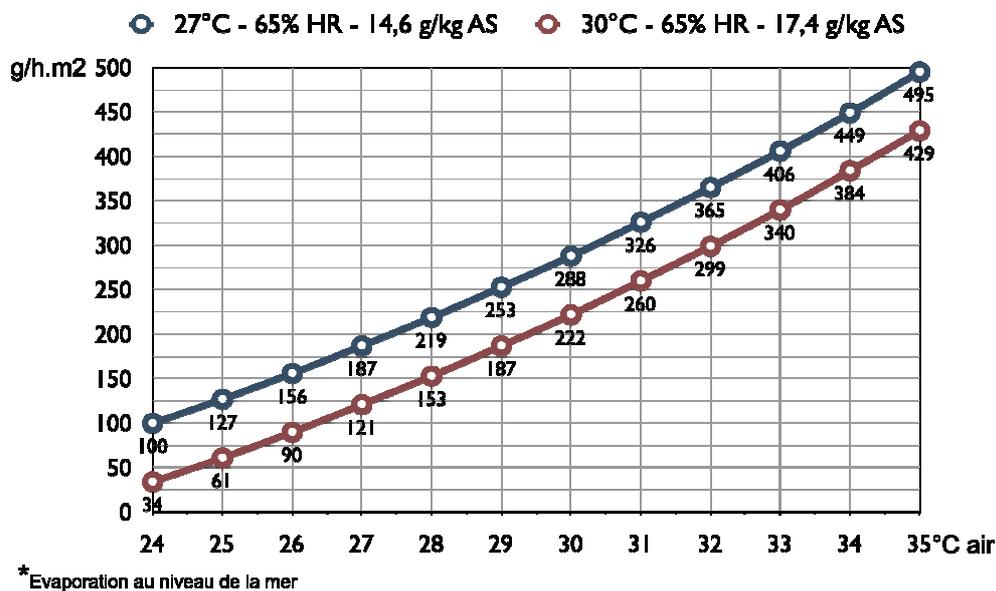


C'est le calcul de l'évaporation puis des équipements de déshumidification qui détermineront le débit d'air soufflé de la/les centrales de traitement d'air.

Evaporation du plan d'eau calme (sans nageurs) avec une vitesse de soufflage d'air en direction de la surface < 0,2 m/s

$$W = S \cdot 16 \cdot \left( \frac{w_e}{V_{\mu}} - \frac{w_a}{V} \right)$$

- W = Taux d'évaporation du plan d'eau en kg/h m<sup>2</sup>
- We = teneur en eau de l'air à la température du plan d'eau (kg/kg d'air sec)
- Wa = teneur en eau de l'air du local (kg/kg d'air sec)
- V = Volume spécifique de l'air du local (m<sup>3</sup>/kg d'air sec)
- Vμ = Volume spécifique de l'air au niveau du plan d'eau (m<sup>3</sup>/kg d'air sec)

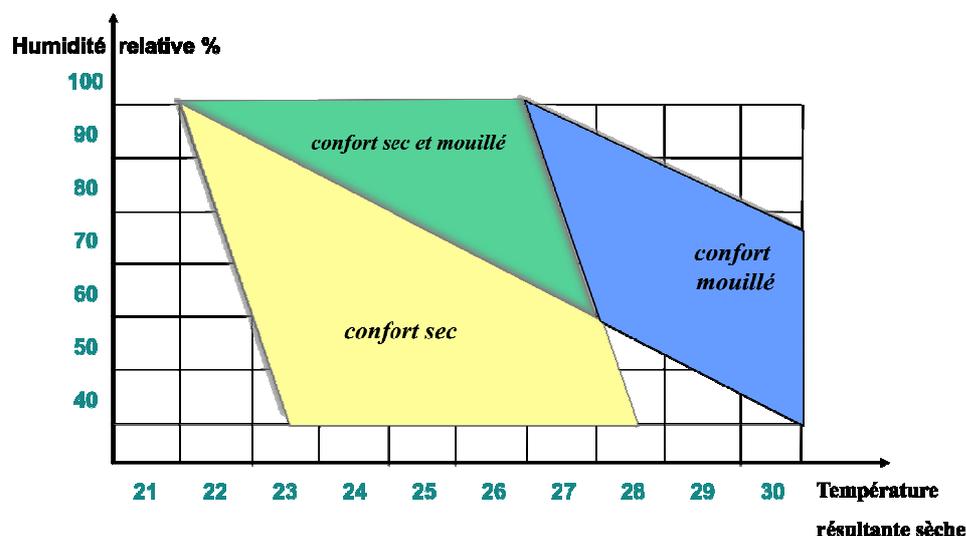


Pour connaître l'évaporation instantanée, il y a lieu d'effectuer les corrections en fonction de l'activité de la piscine.

Activité dans la piscine	Coefficient à appliquer sur l'évaporation horaire
Bassin dans résidence privée ou thermes	0,65
Bassin de natation ou d'apprentissage, fosse de plongée	1
Piscine à vagues (usage 10 mn/h) ou rivière lente	1,3
Piscine à vagues (usage continu)	1,5
Rivière rapide > 0,3 m/s	1,3
Spas	1,5
Bassin ludique avec jeux et couloir rapide	1,5

Pour connaître l'évaporation journalière et annuelle, il y a lieu d'adapter ces chiffres suivant les temps ou les plans d'eau sont calmes ou agités.

Il existe une zone dite de « confort sec et mouillé » qu'il faudra respecter dans le hall des bassins sous peine de ne plus voir revenir la clientèle.



### Exemple de calcul

Bassins	Surface plan d'eau	Température eau bassin	EVAPORATION		
			14 g/kg hiver	15 g/kg intersaison	16 g/kg été
Sportif	375 m <sup>2</sup>	27,8°C	61,26 kg/h	55,26 kg/h	49,26 kg/h
Ludique	144 m <sup>2</sup>	27,8°C	49,09 kg/h	44,93 kg/h	40,77 kg/h
Petit bassin	72 m <sup>2</sup>	30°C	13,28 kg/h	12,29 kg/h	11,30 kg/h
SPA	6 m <sup>2</sup>	32°C	1,61 kg/h	1,52 kg/h	1,42 kg/h
<b>Total Evaporation plans d'eau calme</b>			<b>125,24 kg/h</b>	<b>114,00 kg/h</b>	<b>102,75 kg/h</b>
Evaporation bassin sportif 100 baigneurs			135,79 kg/h	122,49 kg/h	109,19 kg/h
Evaporation bassin ludique 70 baigneurs			109,86 kg/h	100,55 kg/h	91,24 kg/h
Evaporation petit bassin 15 baigneurs			26,71 kg/h	24,72 kg/h	22,72 kg/h
Evaporation SPA 4 baigneurs			8,93 kg/h	8,40 kg/h	7,87 kg/h
<b>Total Evaporation baigneurs</b>			<b>281,29 kg/h</b>	<b>256,16 kg/h</b>	<b>231,02 kg/h</b>
Evaporation spectateurs prise en compte 20 s			2,00 kg/h	2,00 kg/h	2,00 kg/h
<b>Evaporation totale en occupation</b>			<b>408,53 kg/h</b>	<b>372,16 kg/h</b>	<b>335,77 kg/h</b>

Centrale de traitement d'air pour déshumidification mixte	Débit d'air en jeux	Déshumidification		
		Hiver	Intersaison	Eté
Thermodynamique	8 700 m <sup>3</sup> /h	68,00 kg/h	68,00 kg/h	68,00 kg/h
Modulation d'Air Neuf	39 300 m <sup>3</sup> /h	537,62 kg/h	358,42 kg/h	268,81 kg/h
<b>Total</b>	<b>48 000 m<sup>3</sup>/h</b>	<b>605,62 kg/h</b>	<b>426,42 kg/h</b>	<b>336,81 kg/h</b>

On ne peut donc se fixer à l'avance un taux de brassage comme on le voit trop souvent.

Nota important :

- Tout le débit d'air soufflé ne passera pas sur la batterie froide de déshumidification. On devra passer juste le débit d'air nécessaire pour arriver à faire condenser la batterie froide et le reste passera dans le couloir de bipasse.
- On ne descendra jamais en dessous de 4 vol/h de façon à avoir une bonne homogénéisation et à éviter la stratification et la condensation dans les angles morts.

### **Hall des bassins**

Nous allons parler des systèmes de traitement d'air capables de réaliser du chauffage, de la déshumidification, de la ventilation hygiénique et de désurchauffer en été.

Nous ne parlerons pas ici des solutions de centrales de traitement d'air combinées avec des pompes à chaleur fonctionnant en détente directe à un ou deux circuits frigorifiques. Celles-ci correspondent au marché des petites piscines et ont des performances plus réduites que celles dont nous allons parler.

Un chauffage de base sera réalisé au moyen d'un plancher chauffant disposé dans les plages, car ce type d'émetteur offre beaucoup d'avantages en piscine :

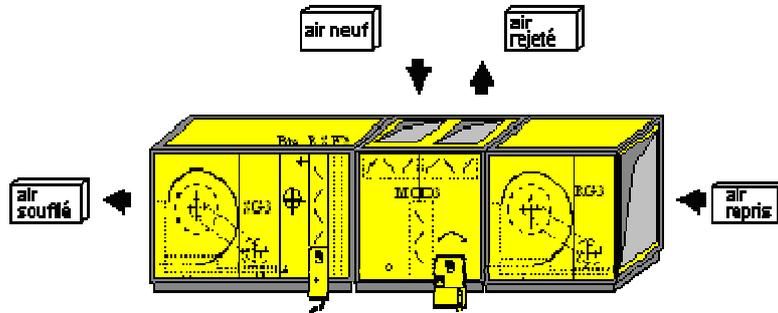
- Il permettra de ne pas avoir d'effet froid au contact des pieds dans les flaques d'eau (-6°C). Sa puissance calorifique sera calculée sur cette base.
- Il permettra de faire sécher le sol rapidement pour éviter les chutes.
- Il permettra d'avoir moins de puissance sur la batterie de réchauffage de la centrale de traitement d'air et donc d'obtenir une température de soufflage plus basse diminuant la stratification.
- Il pourra permettre d'utiliser la chaleur de réjection de chaleur du système thermodynamique,
- Il permettra d'optimiser la chaudière à condensation d'appoint.

**Il existe actuellement 4 solutions de traitement d'air adaptées aux piscines, dont 2 seulement sont réellement performantes.**

Le choix ne pourra se faire que sur le coût du kWhf (électricité, gaz ou réseau de chaleur) ainsi que de plus en plus sur le coût global qui introduit une notion fondamentale qui est la durée de vie.

2 solutions de déshumidification sont basées sur la déshumidification par modulation du débit d'air neuf :

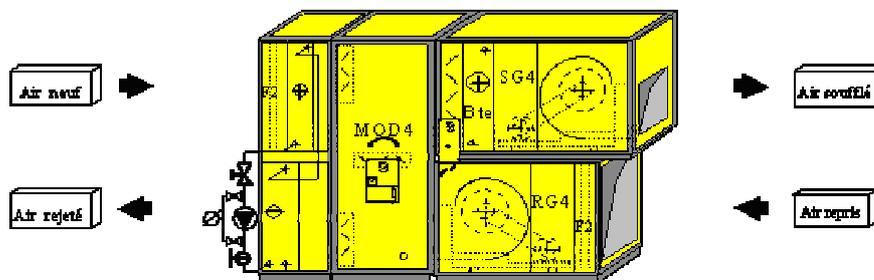
- **Déshumidification par modulation du débit d'air neuf** par une/des centrales traitement d'air de type double flux, **sans récupération de chaleur**



Doc. ECO ENERGIE®

Cette solution est encore très présente aujourd'hui. Elle date des années 75. Compte tenu de sa consommation élevée, elle devrait être interdite. Il est inconcevable de faire des efforts énormes sur de l'habitat et de laisser des installations encore fonctionner sur ce principe.

- **Déshumidification par modulation du débit d'air neuf** par une/des centrales de traitement d'air de type double flux **avec récupérateur anthalpique de chaleur**  
Gain d'énergie par rapport à la solution : 10 à 15%



Doc. ECO ENERGIE®

Cette solution est encore installée aujourd'hui, car bien souvent le maître d'ouvrage est mal conseillé et on ne lui parle que du coût des travaux. Elle date des années 85 après les premières mesures d'économie d'énergie. Compte tenu de sa consommation élevée, elle devrait être interdite. Il est inconcevable de faire des efforts énormes sur de l'habitat et de laisser des installations encore fonctionner sur ce principe

## 2 solutions sont basées sur la déshumidification mixte : thermodynamique + modulation du débit d'air neuf.

La puissance frigorifique de la batterie de déshumidification sera basée pour ne couvrir qu'une partie de l'évaporation des plans d'eau des bassins quand ils sont calmes. Augmenter la puissance signifierait que le système thermodynamique fournirait trop de chaleur de réjection dont on ne saurait que faire les jours ensoleillés où il y a néanmoins un besoin de déshumidification.

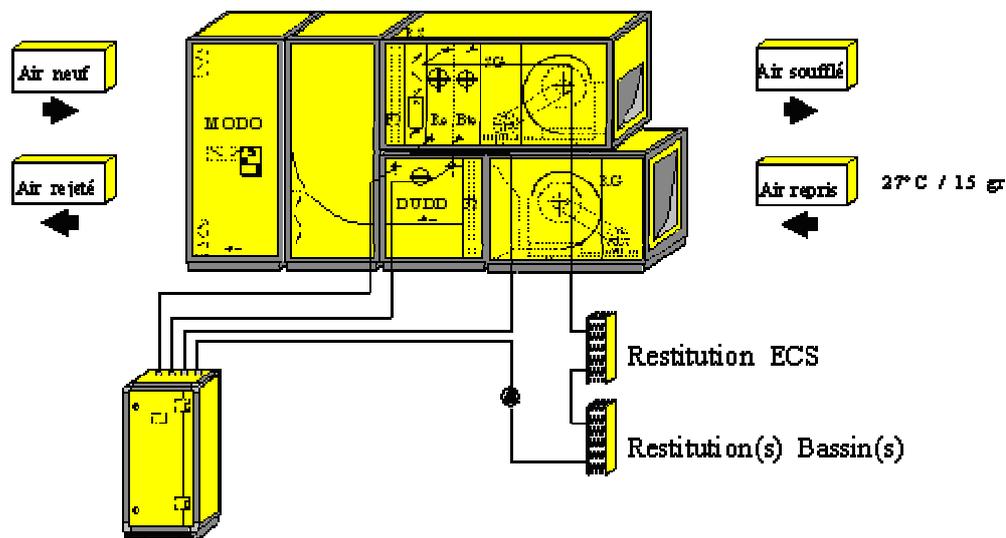
- **Déshumidification thermodynamique par pompe à chaleur électrique + modulation du débit d'air neuf** par centrale de traitement d'air double flux.

Le gain d'énergie est de 35 à 46%

Le gain de CO<sub>2</sub> est de 32 à 42%

Avec un montage à 3 batteries sur la ligne de déshumidification faisant office de pré-refroidissement et de réchauffage, le gain d'énergie est encore amélioré de 10 à 15%.

Avec un récupérateur anthalpique de chaleur, le gain d'énergie est encore amélioré 10 à 15%.



Doc. ECO ENERGIE®

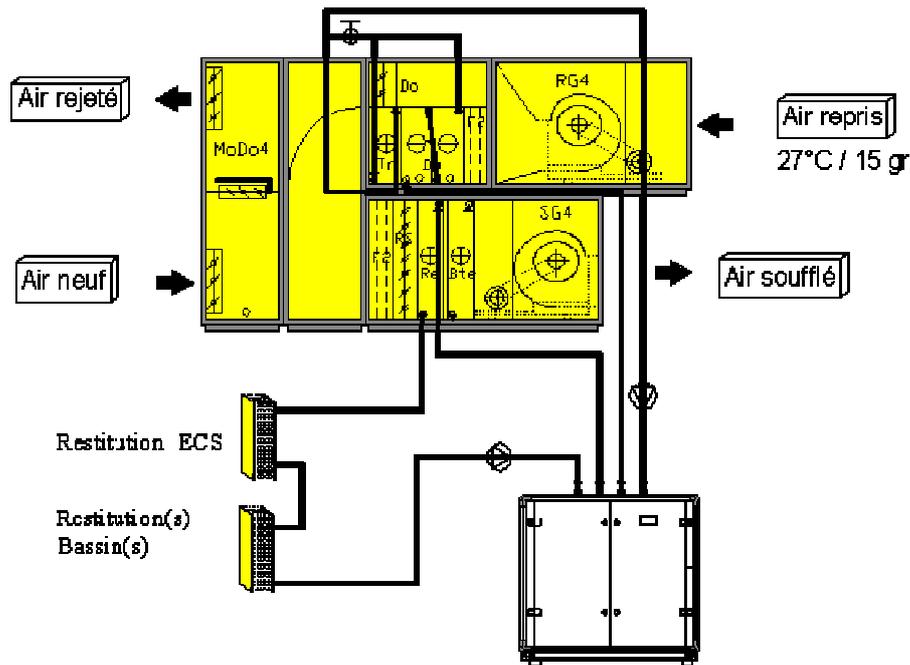
Cette solution est très installée aujourd'hui, quand le maître d'ouvrage est bien conseillé et on lui parle de coût d'exploitation. Elle date des années 95 après les secondes mesures d'économie d'énergie.

Couplée à des systèmes de réchauffage d'air et d'eau en utilisant la chaleur de réjection du groupe d'eau glacée fonctionnant en pompe à chaleur, elle offre une efficacité énergétique de 5,25 mais avec un coût d'énergie électrique à environ 11 cts.€.HT/kWh moyen en tarif vert sur les 5 à 6000h/an de fonctionnement.

En thermodynamique à partir de l'électricité, la répartition été hiver tarifaire, tous usages confondus, se situe à environ 52 et 48% en hiver.

La durée de vie du groupe est en général, de 35 000 h avec des compresseurs de type scroll et de 40 à 45 000 h avec des compresseurs de type semi hermétique à double vis, soit une durée de 8 à 9 ans.

- **Déshumidification thermodynamique par machine à absorption à réchauffage indirect** (le bouilleur est alimenté à 90°C ou plus par une chaufferie ou un réseau de chaleur biomasse) + **modulation du débit d'air neuf** par centrale de traitement d'air double flux. Le gain d'énergie est de 30 à 40%  
Le gain de CO<sup>2</sup> est de 28 à 36%  
Avec un montage à 3 batteries sur la ligne de déshumidification faisant office de pré-refroidissement et de réchauffage, le gain d'énergie est encore amélioré de 10 à 15%.  
Avec un récupérateur anthalpique de chaleur, le gain d'énergie est encore amélioré 10 à 15%.



Doc. ECO ENERGIE®

La solution par machine à absorption à réchauffage indirect est de plus en plus installée aujourd'hui, car elle offre le meilleur coût global qui soit du fait de sa grande durée de vie, de son coût de travaux compris les incidences (pas de local technique particulier, pas de transformateur), elle n'utilise pas de fluide frigorigène classé Kyoto ou toxique et n'exige pas la compétence d'un frigoriste pour son entretien.

Elle date des années 2005, c'est une solution française partie aux US puis revenue en France grâce à des constructeurs japonais.

Couplée à des systèmes de réchauffage d'air et d'eau en utilisant la chaleur de réjection du groupe d'eau glacée fonctionnant en pompe à chaleur, elle offre une efficacité énergétique de 2,006 mais avec un coût d'énergie électrique à environ 5,5 cts.€.HT/kWh moyen en tarif B2S sur les 5 à 6000h/an de fonctionnement.

En thermodynamique et à partir du gaz naturel, la répartition été hiver tarifaire, tous usages confondus, se situe à environ 52 et 48% en hiver.

La durée de vie de la machine à absorption à réchauffage indirect est de 21 à 25 ans.

Enfin, elle permet d'être raccordée à un réseau de chaleur biomasse ce qui en fait une solution très intéressante pour l'avenir et particulièrement dans les éco quartiers.

• **Sous refroidissement et réchauffage de l'air déshumidifié**

Quelque soit la solution thermodynamique, la ligne de déshumidification comportera en plus de la batterie froide chargée de la déshumidification, une batterie amont chargée du pré refroidissement et une batterie finale chargée du réchauffage.

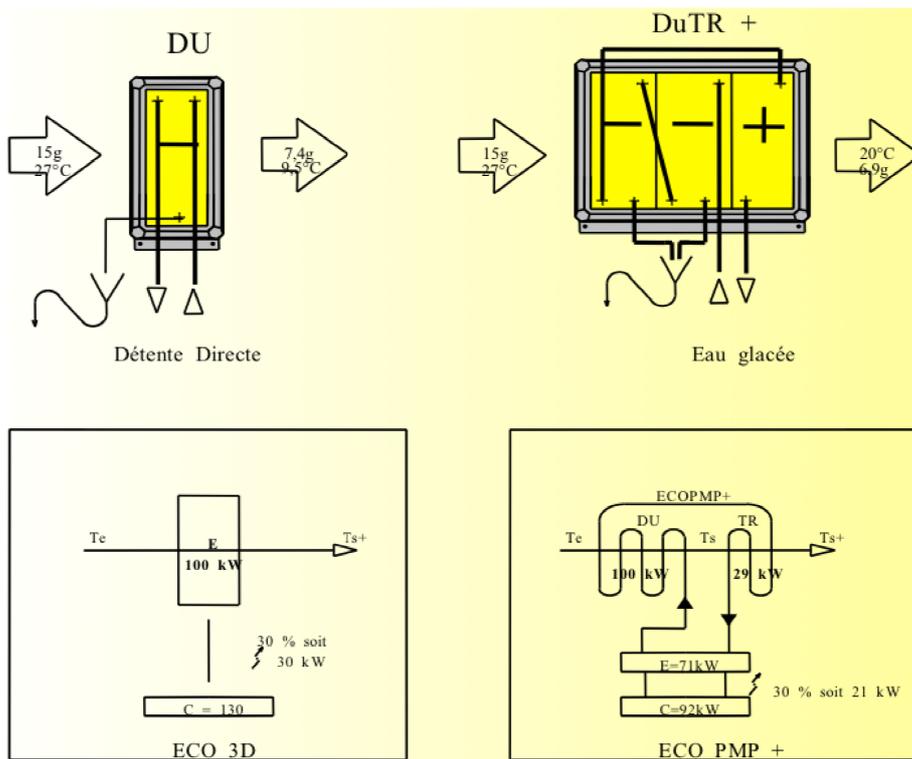
Aérauliquement ces 3 batteries seront installées en série sur la déshumidification. Hydrauliquement ces 3 batteries seront raccordées dans l'ordre suivant :

- 1 - batterie froide chargée de la déshumidification,
- 2 - batterie amont chargée du pré refroidissement,
- 3 - batterie finale chargée du réchauffage.

Ces batteries seront bien sur toutes alimentées à contre courant par rapport au flux d'air arrivant.

Le gain de puissance installé sera d'environ 20% par rapport à un système à détente direct qui ne peut le faire...

Le temps de retour sera inférieur à 3 ans



Doc. ECO ENERGIE® (propriété intellectuelle de Marcel Blanc)

### Réflexions et conseils :

- Notons au passage que les 2 solutions thermodynamiques piègent une partie des tri-chloramines dans les condensats provenant de la condensation de la batterie froide. On peut donc affirmer que les systèmes thermodynamiques aident à une partie de leur destruction.
- Il faudra prévoir une légère surpression du hall des bassins pour éviter que l'air sec des vestiaires et sanitaires ne perturbe la régulation d'humidité spécifiques.
- Si les parois extérieures comportent de nombreuses ouvertures (rivières, toboggans), il faudra prévoir une plus forte surpression du hall des bassins pour éviter que l'air extérieur et froid ne pénètre, ce qui nuirait au confort.
- Il faudra prévoir que la GTB réalise un minimum d'air neuf hygiénique, pendant les heures d'occupation, au moyen d'une sonde de CO<sup>2</sup>.
- Il faudra prévoir que l'air vicié et chloré soit rejeté en toiture.
- Il faudra prévoir que l'air neuf soit pris à 7 m du sol et non en cour anglaise ou à proximité du stockage de chlore comme on le voit trop souvent.
- Il faudra prévoir que la GTB réalise un free cooling pour le confort d'été. Celui-ci sera automatique par comparaison de température entre une sonde intérieure et extérieure.
- Il faudra prévoir que la GTB réalise le maintien en humidité spécifique (15 g/kg d'air sec en moyenne) et non en fonction de l'humidité relative (%) qui amène trop de pompage de la part de cette régulation du reste peu précise. La sonde sera située de préférence sur la reprise d'air après le préfiltre.

### Distribution d'air

Le soufflage d'air aura lieu sur 3 côtés et l'extraction d'air sur le 4<sup>ème</sup> de façon à déplacer efficacement les tri-chloramines et le CO<sub>2</sub> jusqu'aux points d'extraction.



La diffusion d'air sera en général réalisée devant les parois froides, au moyen de diffuseurs à fentes ou de banquettes de soufflage situés sur les plages.



Si la toiture comporte des risques de surchauffe importants, on prévoira un complément de soufflage en dessous à l'aide de diffuseurs à longue portée de jet, de façon à faire bénéficier la piscine de cet effet de serre en hiver, propice au chauffage solaire passif.

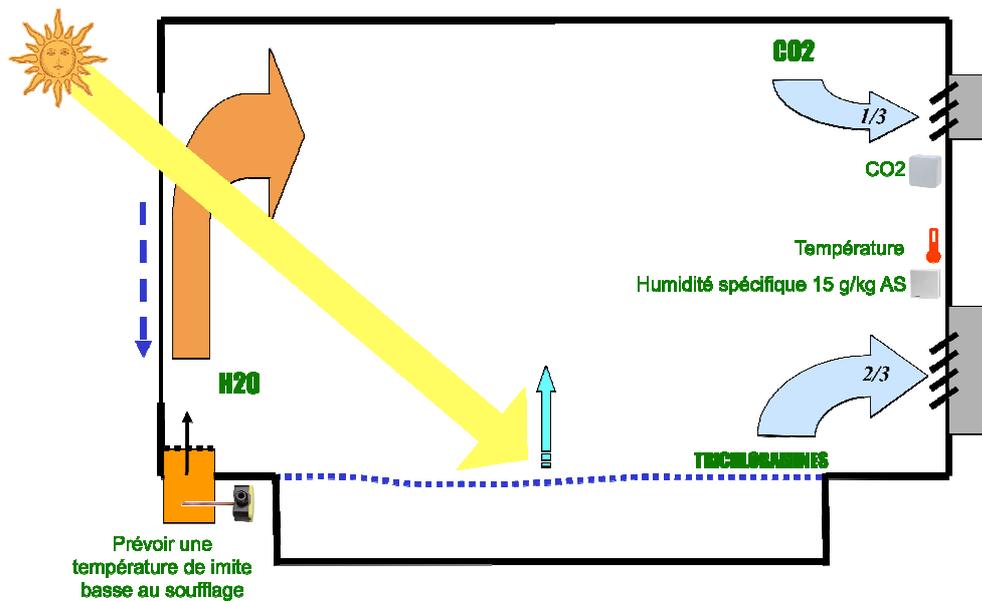
*Doc. A. Garnier bet - CENTER PARCS domaine du lac de l'Ailette Picardie*

L'air sera extrait sur le 4<sup>ème</sup> coté en plusieurs endroits et surtout aux deux extrémités.

On en profitera pour placer le ludique avec ses jeux ainsi que la pataugeoire qui représente le bassin plus pollué près de ces points d'extraction.

Cette implantation est primordiale pour ne pas avoir de problèmes de tri-chloramines et de CO<sub>2</sub> qui créerait un inconfort aux baigneurs et parfois des malaises aux MNS qui séjourne plus longtemps.

En coupe, on diversifiera les points d'extraction d'air.



Les tri-chloramines qui sont des gaz lourds seront extraits au niveau des plages et le CO<sub>2</sub> qui est un gaz léger sera extrait au niveau des points les plus hauts.

Il sera utile d'installer deux sondes de CO<sub>2</sub> et de moduler le débit d'air neuf avec un minimum correspondant à 700 ppm de CO<sub>2</sub>, en général on ne devrait pas dépasser 1100 ppm de CO<sub>2</sub> même si la piscine est située proche de sources de pollution.

## Réchauffage de l'eau des bassins

Température de l'eau des bassins :

Activité dans la piscine	Température d'eau
Bassin dans résidence privée ou Thermes	29°C
Bassin de natation, waterpolo	25°C
Bassin d'apprentissage	27 à 28°C
Piscine à vagues, bassin ludique	29°C
Fosse de plongée	27 à 32°C
Spa	34°C
Rivière lente et rapide	29°C

Chaque bassin ayant son circuit hydraulique, sa filtration et son traitement d'eau, on installera un réchauffage également particulier (sauf s'il existe une paroi amovible dans le bassin, ce qui nous obligerait à en avoir deux pour obtenir une température d'eau différente par volume d'eau).

Le réchauffage sera réalisé au moyen de 2 échangeurs de chaleur à plaques réalisant le préchauffage au moyen de la chaleur de réjection puis le réchauffage au moyen de la production de chaleur ou du réseau biomasse.

Il est de coutume de prévoir des temps de montée en température de 48 h exceptionnellement de 72 h. Nous préconisons 120 h pour ne pas avoir une puissance de production énorme d'utiliser seulement 2 fois dans l'année et générant un rendement global d'exploitation faible.

De plus, il sera préférable de monter la vanne de régulation en mélange ou en injection de façon à avoir un débit primaire et secondaire constant comme le demande les constructeurs des échangeurs. Ce qui permettra aussi de favoriser la condensation et de diminuer les pertes calorifiques du circuit et du réseau en revenant à la plus basse température possible.

### Chauffage et ventilation des vestiaires - douches

Un chauffage de base sera réalisé au moyen d'un plancher chauffant car ce type d'émetteur offre beaucoup d'avantages dans ces locaux humides :

- Il permettra de ne pas avoir d'effet froid au contact des pieds dans les flaques d'eau (-6°C). Sa puissance calorifique sera calculée sur cette base.
- Il permettra de faire sécher le sol rapidement pour éviter les chutes.
- Il permettra d'optimiser la chaudière à condensation d'appoint assurant une température de base de 17°C

Le chauffage et la ventilation complémentaire seront réalisés par une centrale de traitement d'air de type double flux air neuf - air extrait. Elle devra assurer le renouvellement d'air hygiénique ainsi que la déshumidification de ces locaux en les maintenant en période d'occupation à 23°C et 11 g/kg d'air sec.

Elle comportera un récupérateur de chaleur à plaques d'un rendement thermique de 60% aux conditions nominales.

Ses ventilateurs seront à débit variable et seront gérés à la fois par la sonde de température ambiante et la sonde d'humidité spécifique.

En dehors des heures d'occupation et sous réserve que l'humidité spécifique soit correcte, la centrale de traitement d'air sera arrêtée.

La centrale de traitement d'air aura un débit d'air nominal capable d'assurer un free cooling en été et pendant les heures d'occupation.

### **Production de chaleur principale (utilisant l'énergie renouvelable)**

Aujourd'hui il faut considérer que la production de chaleur destinée au chauffage ainsi qu'à la production d'eau chaude sanitaire sera réalisée au moyen d'équipements utilisant prioritairement les énergies renouvelables.

Ils le pourront sous différentes formules :

- Soit sous forme d'une conception en solaire passif,
- Soit sous forme d'une conception en solaire actif,
- Soit sous forme d'un système thermodynamique.

Le système thermodynamique sera utilisé pour la déshumidification de base.

Malgré une utilisation d'énergie fossile le système thermodynamique fonctionnera permettant de venir doper les énergies renouvelables et donc d'être partiellement considéré comme un matériel EnR.

Sa chaleur de réjection sera successivement utilisée pour réchauffer l'air au moyen d'une batterie incorporée à la centrale de traitement d'air, puis à l'aide de différents échangeurs raccordés en série sur la boucle de transfert :

- L'eau chaude sanitaire et l'appoint d'eau des bacs tampon
- L'eau de la pataugeoire (31°C)
- L'eau du bassin ludique (29°C)
- L'eau du bassin sportif (27°C)

Chaque batterie ou échangeur aura une puissance calorifique et une température d'entrée primaire égale à celle du condenseur de façon à s'assurer d'épuiser toute la chaleur de réjection.

### **Efficacité énergétique globale du système**

Beaucoup de concepteurs mélangent rendement thermique, COP, EER, SEER et efficacité énergétique d'un système global.

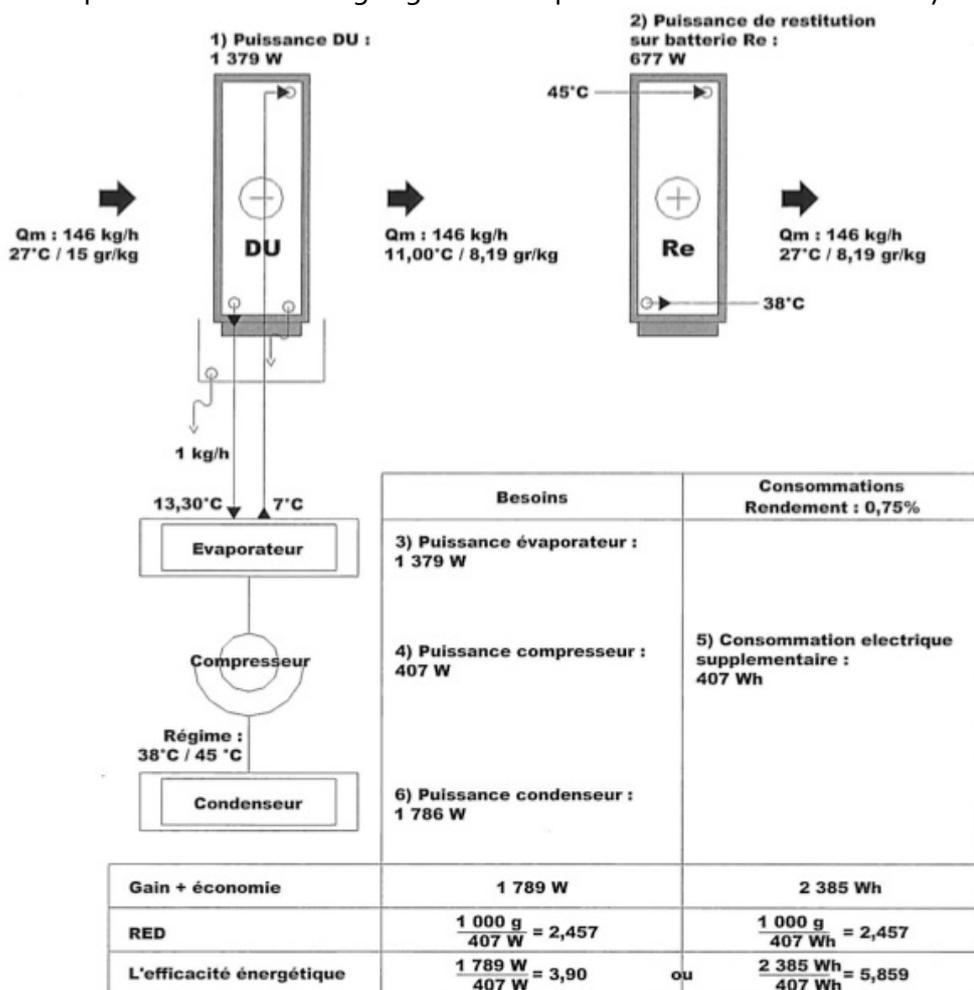
- COP (coefficient de performance) :
- Energie thermique restituée (Wh) / Energie électrique consommée (W)
- EER (Energy Efficiency Rating) :
- Energie frigorifique produite (Wh) / Energie électrique consommée (W)
- SEER (Seasonal Energy Efficiency Rate) :
- Energie frigorifique produite pendant la saison (BTU) / (Energie électrique consommée (W) x (0,89 à 0,95))

Ce taux est calculé sur une base de 28°C de température estivale moyenne.

Dans un système global où il y a valorisation de la chaleur de réjection, nous préférons parler d'efficacité énergétique globale.

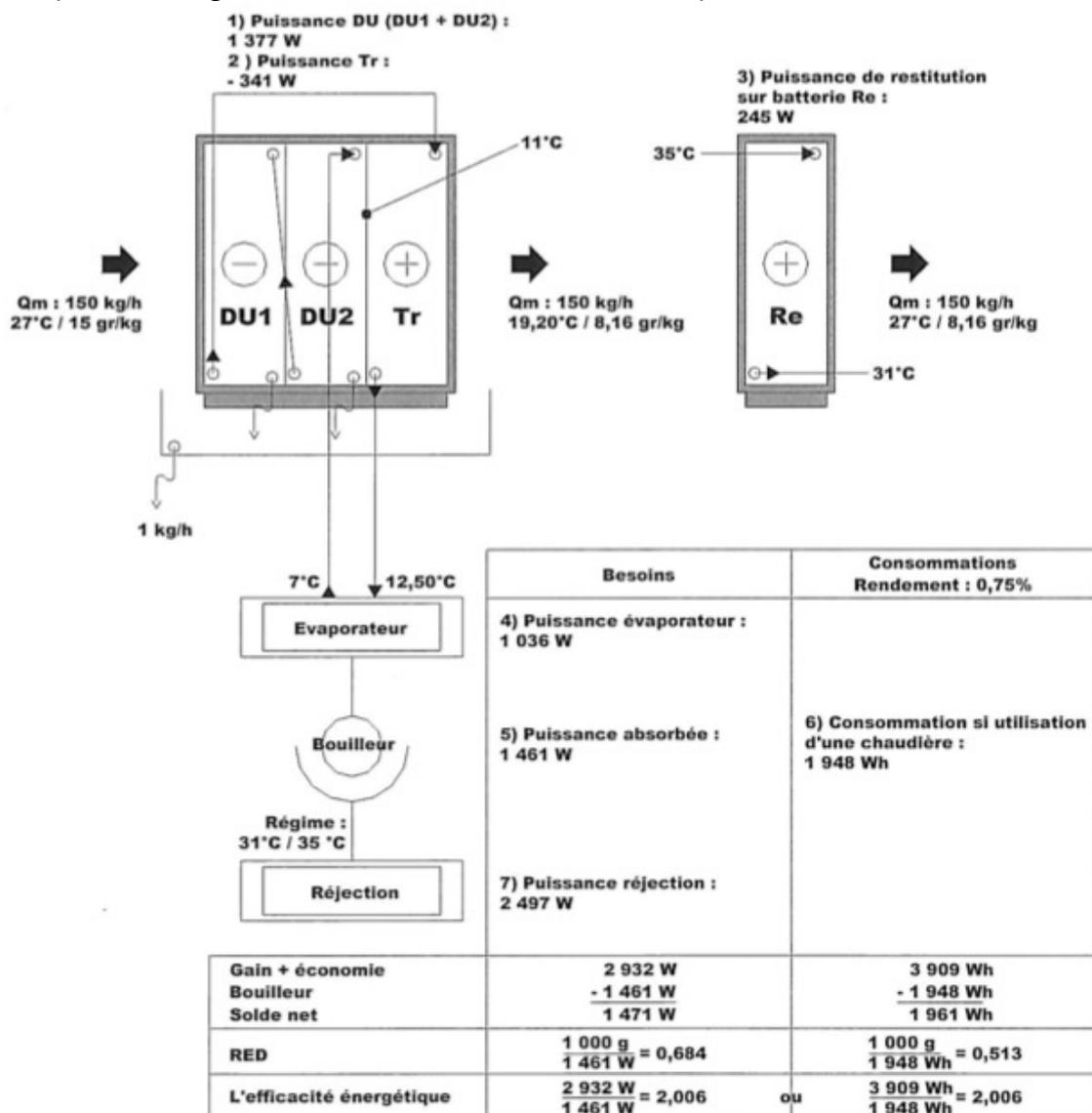
Si le système thermodynamique est à compression électrique, il sera considéré malgré tout comme un produit EnR à raison de 25%

- L'efficacité énergétique d'un système global ayant recours aux pompes à chaleur à partir de groupe d'eau glacée à compresseur électrique sera égale à environ 5,859, ce qui amènera à une économie annuelle d'énergie de 40 à 45% et de 20% en Co2
- La durée de vie d'un groupe d'eau glacée est de 40 à 45 000 h, soit pour un fonctionnement de 5 à 6000 h par an, une durée de vie d'environ 8 ans.
- Le fluide frigorigène correspond à du R407. Les interventions doivent être effectuées par du personnel qualifié possédant les aptitudes et les compétences requises. Il faut prévoir la récupération du fluide frigorigène ainsi que sa destruction en fin de cycle de vie.



**Si le système thermodynamique est à absorption gaz, il sera considéré malgré tout comme un produit EnR à raison de 38%**

- L'efficacité énergétique d'un système global ayant recours à une pompe à chaleur à partir d'une machine à absorption à réchauffage indirect sera égale à environ 2,006, ce qui amènera à une économie annuelle d'énergie de 35 à 40% et de 28% en Co2
- La durée de vie d'une machine à absorption à réchauffage indirect est compte tenu d'un fonctionnement de 5 à 6000 h par an, une durée de vie d'environ 21 à 25 ans.
- Le fluide frigorigène correspond à un couple eau et bromure de lithium, non nocif et non classé Kyoto.
- Le bouilleur de la machine pourra, soit être raccordée sur une chaufferie, soit à un réseau de chaleur fonctionnant à partir d'une chaufferie biomasse.
- La machine nécessite juste un tirage à vide pour évacuer la petite quantité d'hydrogène fabriquée (un tirage au vide toutes les 2000 h soit 3 fois par an)



On voit bien que même avec un rendement thermique de la machine à absorption à réchauffage indirect de :  $1036 / 1461 = 71\%$ , on est capable d'obtenir une efficacité énergétique globale du système de 2,006 et un gain d'énergie de 35 à 40%.



Doc. A. Garnier bet - CENTER PARCS domaine du lac de l'Ailette Picardie

#### Conseils :

Il faudra prévoir un sas dans l'accueil du public ainsi qu'un rideau d'air chaud dans le hall au dessus de la porte, côté intérieur.

Il faudra prévoir une légère surpression pour éviter que l'air sec des vestiaires et sanitaires perturbe la régulation d'humidité spécifique du hall des bassins

Le Texlon® solaire intègre des cellules photovoltaïques dans les coussins ce qui permet de récupérer l'énergie solaire pour produire de l'énergie électrique non polluante, de réduire ainsi la consommation en énergie du bâtiment et d'améliorer par conséquent l'empreinte écologique de la construction.

#### **Production de chaleur complémentaire (utilisant l'énergie fossile)**

Aujourd'hui il faut considérer que la production de chaleur fonctionnera en complément des équipements utilisant les énergies renouvelables.

- On aura déjà chauffé en solaire passif (solarium, façade double peau, destratification en sous toiture, etc.),
- On aura réalisé une déshumidification thermodynamique en ayant récupéré toute sa chaleur de réjection.

Il ne nous restera plus qu'à faire appel, soit au réseau de chaleur biomasse, soit à une chaudière à condensation si on a choisi la solution thermodynamique par machine à absorption à réchauffage indirect et donc avec une alimentation du bouilleur à 90°C ou plus.

Ou encore à une pompe à chaleur électrique sur eau de forage, en géothermie ou sur capteurs solaires non vitrés - absorbeurs si on a choisi la solution thermodynamique par pompe à chaleur par compresseur électrique.

## Sixième partie

On voit encore beaucoup trop de solutions peu performantes qui feront que l'objectif de départ ne sera pas atteint

### Les principaux pièges à éviter

#### L'utilisation d'une simple déshumidification par modulation du débit d'air neuf

Car on passe à côté de 35 à 45% d'économie d'énergie ; ce système devrait être purement et simplement interdit.

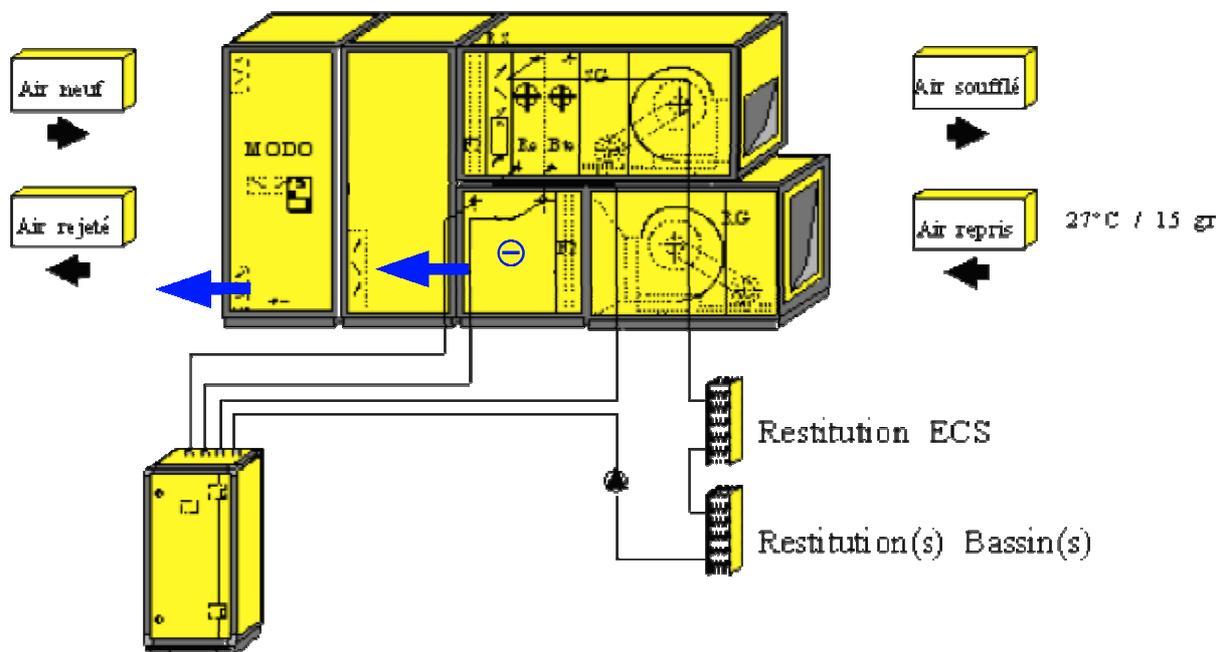
D'autre part, il nuit à la pérennité du bâtiment lui même car lorsqu'il pleut pendant plusieurs jours de suite, cette solution est incapable de déshumidifier le hall des bassins, l'air extérieur contient plus d'eau que l'intérieur. Le résultat est que le bâtiment condense et vieillit très vite...

#### L'utilisation d'une centrale de traitement dont la partie déshumidification ne serait pas conçue pour une utilisation piscine

Une CTA qui est alimentée en thermodynamique et où l'air qui sort de la batterie froide pour y être déshumidifié a la possibilité d'être rejeté à l'extérieur.

Une partie du travail consistant à déshumidifier l'air est perdu à l'extérieur (j'en ai vu qui fonctionnait comme cela depuis 25 ans).

Il faut absolument que l'air déshumidifié soit canalisé jusqu'au point de mélange avec l'air neuf, comme le montre le schéma de ECO ENERGIE



#### L'utilisation d'une centrale de traitement, dont les matériaux n'auraient pas la qualité requise pour une utilisation piscine

Des précautions doivent être prises sur la qualité de la centrale de traitement d'air qui sera utilisée en milieu chloré et humide. Sa durée de vie en dépendra.

On trouve des centrales complètement rongées de rouille, avec parfois un fond isolé qui a disparu, à peine 3 ans après son installation...

### L'utilisation de moquettes solaires

Que ce soit pour le réchauffage des bassins ou en absorbeur de pompe à chaleur, ce matériel ne convient pas pour les piscines pour les mêmes raisons que ci dessus.

De plus la durée de vie d'une moquette solaire n'est pas très élevée et s'accorde mal avec le développement durable.

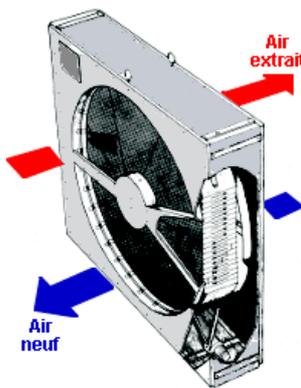
La moquette solaire convient bien pour le réchauffage de bassins de plein air utilisés qu'en été, mais pas dans une piscine où il faut un matériel plus résistant et ce n'est pas le cas. En cas de panne, la réparation causerait une fermeture de la piscine tout en créant des pertes d'exploitation importantes et du personnel technique au chômage.

### L'utilisation d'un récupérateur de chaleur à roue

Même non hygroscopique, il ne convient pas pour une utilisation en piscine.

Son efficacité thermique se situe généralement entre 60 et 95 %, soit 85% en chaleur sensible (air sec), il crée de la condensation du côté air neuf et sec.

Dans certains cas, le transfert d'humidité est aussi à l'origine de transferts d'odeurs ou de germes et ceci limite l'emploi de tels échangeurs en piscine.



Certains prétendent qu'ils ont un rendement thermique pouvant atteindre 90%.

Deuxième erreur, c'est impossible ou alors ils récupèrent en chaleur totale et donc latente (air humide) et là on a la preuve que la roue condense et renvoie de l'humidité et des chloramines dans la ligne d'air neuf, et c'est justement ce qu'il faut éviter...

Les centrales de traitement d'air avec récupérateur à roue utilisées en piscine ont leurs parois complètement rongées de rouille après à peine 3 ans de fonctionnement...

### La réalisation d'une prise d'air mal située

Si on suit les recommandations habituelles, la prise d'air devrait être placée de façon éloignée de toutes sources de pollution. Dans l'absolu, elle devrait être située à 7 m de hauteur pour ne pas aspirer les gaz d'échappement des voitures,

Hors, comme c'est la situation du « local technique traitement d'air » qui décide de son emplacement, elle est souvent la source de sérieux problèmes. On la retrouve malheureusement trop souvent en cours anglaise, aspirant le dioxyde d'azote et les particules fines des voitures passant à proximité, le chlore s'échappant du local de stockage mal ventilé ou encore les tri-chloralines provenant la fosse de relevage dont le caillebotis les laisse s'échapper à chaque lavage de filtres...

### L'utilisation d'une pompe à chaleur sur les rejets d'ECS provenant des douches

C'est un système amortissable seulement sur le papier, pourquoi ?

Dans les études qui nous sont présentées, on ne tient jamais compte du stockage tampon qu'il faut installer du côté évaporateur comme du côté condenseur pour tenir compte du délai d'attente entre le moment où l'on soutire d'eau et celui où l'on pompe sa chaleur. La température de l'eau stockée dans le tampon thermique côté condenseur, soit dit en passant, a bien baissé par rapport à son soutirage à environ 40°C.

Il faut ajouter le coût d'installation de pompes de charges, de filtres et tenir compte de leur alimentation et protection électrique, sans oublier le coût de la maintenance. Sans oublier les pertes de rendement d'échange, de stockage et la consommation électrique des annexes.

Bref, même s'il existe un système de racloir pour conserver les surfaces d'échange propre, ce n'est pas amortissable...

### **La non prise en compte de l'altitude dans le calcul de l'évaporation des bassins**

La quantité d'eau qui s'évapore dépend de la température du plan d'eau de la piscine ainsi que de la température, de l'humidité relative de l'air et de l'altitude du hall des bassins.

### **L'utilisation d'une pompe à chaleur en géothermie pour le chauffage de la piscine y compris le réchauffage de l'air de déshumidification et de l'eau des bassins.**

Ce système thermodynamique excellent par ailleurs dans l'habitat, n'a rien à faire dans une piscine où le plus important besoin calorifique est la déshumidification.

Il vaut mieux obtenir une efficacité de 5,25 avec une PAC électrique en déshumidification que 3,50 avec une PAC en géothermie...

La production d'eau chaude sanitaire serait réalisée au moyen de chauffe-eau électrique.

Le coût d'exploitation et global serait très élevé.

### **La récupération des condensats de la batterie de déshumidification pour alimenter les WC**

Ce système ne convient pas, car les condensats sont chlorés et donc agressifs, de plus il faudrait prévoir un surpresseur d'eau en acier inoxydable ou mieux en matériaux de synthèse comme dans la chimie.

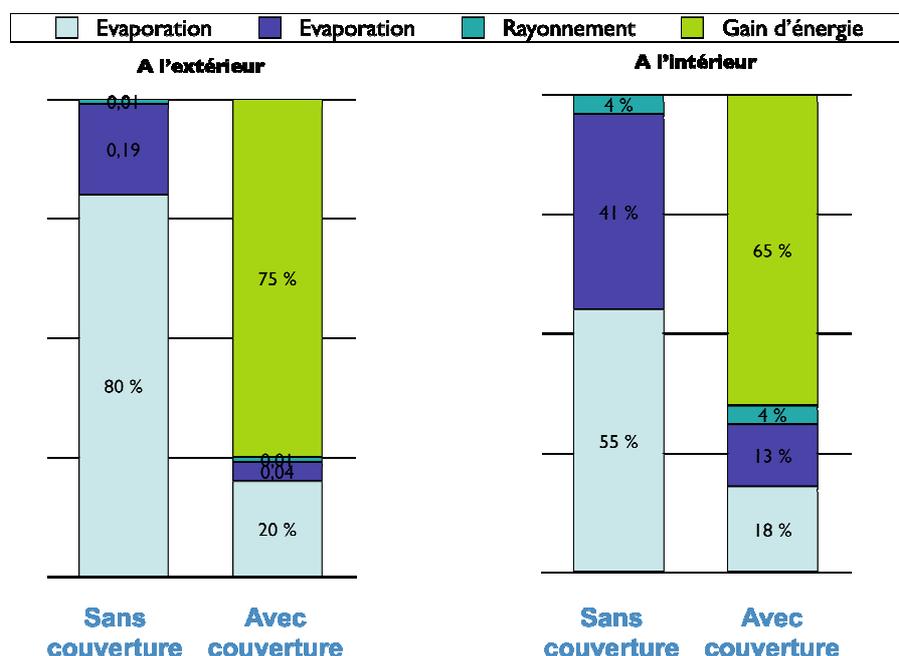
## Installations futures

Des gains peuvent encore être réalisés par rapport à tout ce qui vient d'être dit.

### Couverture de bassin à fermeture motorisée

Les pertes d'énergie d'un bassin dépendront de la température de son eau et de la température et l'humidité de l'air. La vitesse de l'air venant toucher la surface de l'eau augmentera cette convection surtout pour les bassins extérieurs que l'on aura intérêt à abriter du vent.

Si la température de l'eau est élevée, si le vent est fort et si l'humidité dans l'air est basse, l'évaporation sera importante.

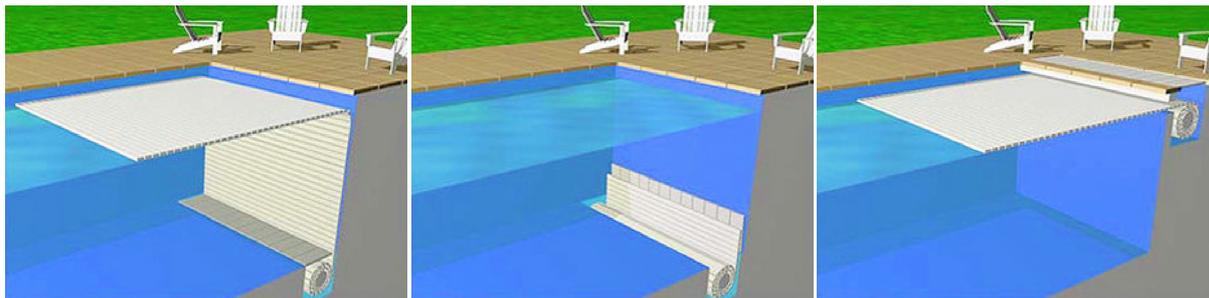


La mise en place d'une couverture isotherme pourra éliminer une partie des pertes pendant la fermeture nocturne, qui est la source principale de déperdition thermique du bassin. Le plancher chauffant continuerait seul à fonctionner.

Attention : dans le cas d'un système thermodynamique, la PAC n'aura plus à fonctionner et on se privera de la chaleur de réjection. Le peu de déshumidification à produire sera réaliser par modulation du débit d'air neuf...

Les couvertures sont encombrantes et difficiles à manipuler, c'est pourquoi il faudra rendre le système de rangement motorisé et automatique. On pourra les découper en plusieurs sections plus maniables surtout si elles ne sont pas rectangulaires.

Le meilleur moyen de les ranger consistera à installer des rouleaux de volets isothermiques dans la plage de la piscine. Dans le cas de bassin en acier inoxydable, les constructeurs proposent une solution en caniveau central disposé au fond dans lequel est entreposé 2 rouleaux de lames pliables, remontant en surface et repartant sur chaque côté. Cette couverture reste immergée lors des périodes d'inoccupation de façon à ne pas retenir des bactéries.

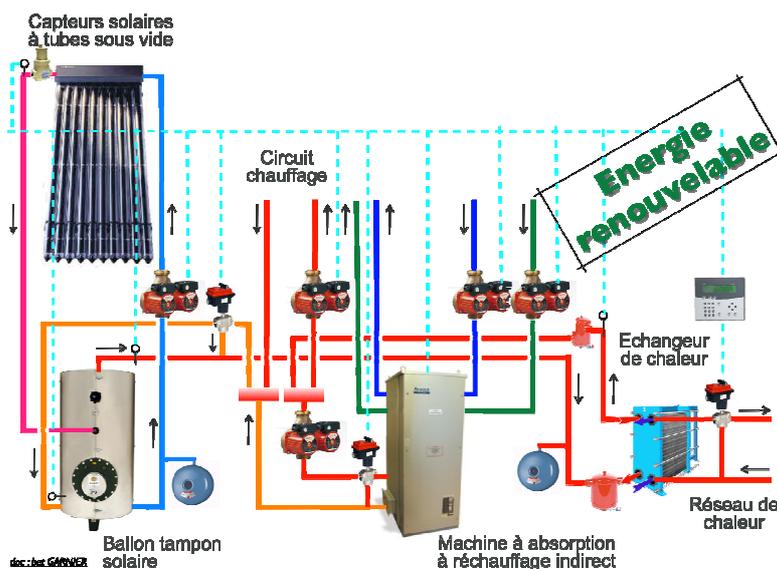


Doc. Unibad®

## Déshumidification par machine à absorption avec couplage solaire par capteurs à tubes sous vide

Un couplage solaire d'une machine à absorption fonctionnant en pompe à chaleur représente une solution d'avenir.

Pour produire l'eau glacée nécessaire à la déshumidification, on pourrait imaginer alimenter le bouilleur de la machine à absorption, une partie de l'année, au moyen de capteurs solaires à tube sous vide, ce type a la particularité de monter plus haut en température.



*Schéma simplifié de production d'eau glacée avec couplage solaire*

La source de chaleur complémentaire ou de secours pourrait correspondre, soit une chaufferie, soit à un réseau de chaleur biomasse.

Alain Garnier [www.be-garnier.fr](http://www.be-garnier.fr)

*Alain Garnier AMO Energie et Développement Durable, spécialiste piscine.*

*Alain Garnier est ingénieur et directeur du bureau d'études GARNIER 120 rue Gambetta à Reims - Lauréat du premier prix de l'Eco Efficacité catégorie « Concepteurs » en 2009 – Le jury était composé des représentants de l'Ademe, d'Effinergie, de la DHUP, du CSTB, du Costic, de GDF SUEZ, de l'UCF, d'ICO et de CFP - Récompense remise lors de l'UCE 2009 (Université du confort et de l'eau) de ICO à Lille*