

# Le Guide

de la rénovation  
et de l'exploitation  
des piscines publiques

[www.fedene.fr](http://www.fedene.fr)

**Édition 2022**

Piscines et centres aquatiques :  
une exploitation conciliant efficacité  
énergétique, confort hygrothermique  
et respect des exigences sanitaires.



# INTRODUCTION

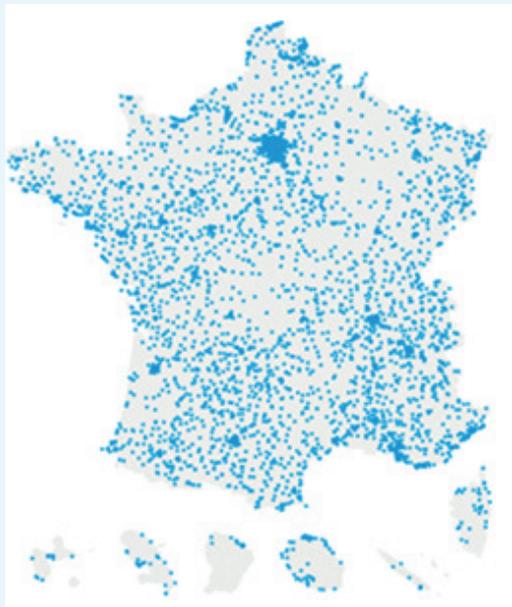
Un parc de piscine développé et vieillissant qui doit être rénové globalement

Deuxième activité sportive et de loisirs la plus pratiquée par les Français, la natation concerne chaque année environ 13 millions de personnes, soit un quart de la population âgée de plus quinze ans.

Au 1er avril 2017, la France disposait de 4 135 piscines et de 6 412 bassins de pratique de la natation. (Source : RES 2017).

**Figure 1 : Implantation des piscines et années de mise en service**  
(Source : RES 2017)

## IMPLANTATION DES PISCINES



## ANNÉE DE MISE EN SERVICE DES BASSINS AUJOURD'HUI EN ACTIVITÉ



Étant donné qu'une grande partie des équipements français avait été construite avant 1977, dans le cadre notamment du plan national des "1000 piscines", la France dispose dorénavant d'un parc vieillissant avec la moitié des bassins recensés par le Ministère des Sports qui possède 35 ans de vie ou plus. (Source : Fédération Française Natation 2018).

Ainsi, les magistrats de la Cour des comptes relevaient déjà dans leur rapport de 2018 que l'offre proposée est inadaptée, inégalement répartie sur le territoire et vieillissante, et que leur financement devient complexe au regard de leur déficit, ce qui impose « que leurs modalités d'exploitation technique et financière soient sérieusement améliorées ».

---

### Un parc vieillissant qui nécessite de nouvelles modalités d'exploitation technique et financière

---

Alors que la gestion des piscines et centres aquatiques est encore majoritairement assurée par les communes et les intercommunalités, cette compétence facultative entraîne pour ces collectivités une charge lourde et coûteuse.

Selon le rapport ADEME sur les dépenses énergétiques des collectivités de 2019, les bâtiments représentent 82% des consommations énergétiques des communes de métropole et 73 % de leurs dépenses. **Ce rapport met également en avant que les piscines constituent la principale source de consommation énergétique et de dépense pour les intercommunalités regroupées en groupements à fiscalité propre.**

Ainsi les piscines, à elles seules, représentent en moyenne 40% de ces consommations et 35% des dépenses de ces collectivités. La réalisation d'économies d'énergie sur le parc de piscine français représente donc une source majeure de réduction des dépenses pour les collectivités disposant d'une telle installation.

La meilleure énergie étant par principe celle qu'on ne consomme pas, il est nécessaire de penser à la sobriété énergétique d'une piscine dès la phase projet. Faute de réglementation contraignante (la RE2020 et la RT existante ne sont pas applicables aux piscines), rares sont les projets intégrant une réflexion globale en matière d'exploitation des piscines. **Pourtant, ces équipements devront être en conformité avec le dispositif Eco-énergie tertiaire s'ils sont supérieurs à 1000m<sup>2</sup>** : cela implique une réduction des consommations énergétiques, par rapport à une situation de référence choisie à partir de 2020, de 40% en 2030, de 50% en 2040 et de 60% en 2050 ou alors à l'atteinte d'une performance définie par secteur.

**Pour un projet de création ou de rénovation d'un centre aquatique, le maître d'ouvrage et sa maîtrise d'œuvre doivent s'appuyer sur les opérateurs d'efficacité énergétique, spécialisés dans le domaine et capable de mettre en place une solution globale performante.**

La performance d'une piscine dépend ainsi de plusieurs facteurs qui vont influencer les résultats des consommations en énergie et en eau pour une même installation.

Ces principaux facteurs sont :

- **Les conditions climatiques extérieures** : le contexte climatique va influencer le choix des solutions techniques en fonction de la spécificité de la piscine. Par exemple pour une piscine couverte située dans le Nord, on privilégiera une solution optimale en matière de récupération d'énergie sur l'air (récupération enthalpique sur déshumidification) alors que dans le Sud un tel investissement ne pourra être correctement amorti du fait de conditions favorables.
- **La fréquentation et période d'ouverture** : le nombre de baigneurs va impacter les consommations d'eau et d'énergies pour l'Eau Chaude Sanitaire (ECS) et pour les lavages de filtres. La fréquentation peut également avoir un impact sur le taux de renouvellement des bassins en raison des polluants introduits par les baigneurs, ce qui induit une hausse généralisée des consommations. Enfin, la période d'ouverture estivale peut avoir un fort impact sur la consommation énergétique si des bassins extérieurs doivent être chauffés.
- **Les conditions hygrothermiques de la halle bassin** : le confort des occupants de la halle bassin (nageurs, surveillants, accompagnateurs) est primordial, et celui-ci est défini par des conditions de température (°C) et d'humidité (%HR ou poids d'eau ge/kgas). Cependant la variabilité de ces conditions peut occasionner de grosses différences de consommations d'énergie.

La capacité d'accueil des bassins, les périodes d'ouverture, la présence de bassins extérieurs et de jeux aquatiques peuvent influencer sur l'attractivité de la piscine, et par conséquent sur les conditions de maintien du confort hygrothermique et sur les consommations énergétiques et d'eau.

Au-delà de ces considérations énergétiques, l'exploitation d'une piscine doit également garantir le respect des conditions sanitaires essentielles à la sécurité des baigneurs.

Conscient de la demande croissante en équipements aquatiques et du vieillissement du parc existant, ce guide a pour objectif de présenter une approche globale de la performance de ces équipements spécifiques. Il n'est pas ici question de présenter la solution idéale et transposable en tout point, car celle-ci n'existe pas et chaque projet dispose de ses singularités.

**Nous proposons ici d'apporter la vision des entreprises de services en efficacité énergétique pour une rénovation efficace et une exploitation conciliant efficacité énergétique, confort hygrothermique et respect des exigences sanitaires.**

Ce guide s'adresse ainsi aussi bien aux exploitants qu'aux services techniques des collectivités qui souhaiteraient s'engager dans un projet de rénovation d'une piscine publique performante. Vous y trouverez notamment :

- Un retour d'expérience sur la performance énergétique du parc de piscine français.
- La présentation d'une approche globale de la performance, garantissant un équilibre entre les différents postes de consommation.
- Un état des lieux des solutions existantes s'adaptant à chaque projet.
- Un processus simplifié du montage d'un projet de piscine performante.





# I. LE POINT DE DÉPART POUR GARANTIR LA RÉUSSITE DE SON PROJET DE RÉNOVATION

## a) Connaître la performance énergétique actuelle de sa piscine

Si les piscines sont les éléments les plus énergivores des collectivités publiques, elles sont de fait les équipements qui présentent le plus de gisement d'économies d'énergies. La première étape est donc d'identifier où se situent ces gisements par une connaissance précise des consommations par poste. Ce travail d'identification est facilité lorsque l'installation dispose de sous-comptage permettant d'isoler la consommation de chaque poste, mais très souvent seuls trois compteurs généraux (de gaz, d'électricité et d'eau) permettent d'apprécier la consommation globale du site. Dans ce cas, un audit énergétique fiable et précis doit être réalisé afin d'estimer les consommations des différents postes qui peuvent varier fortement d'un site à l'autre.

En général, sur des sites par exemple alimentés en gaz, on identifie trois postes de consommation :

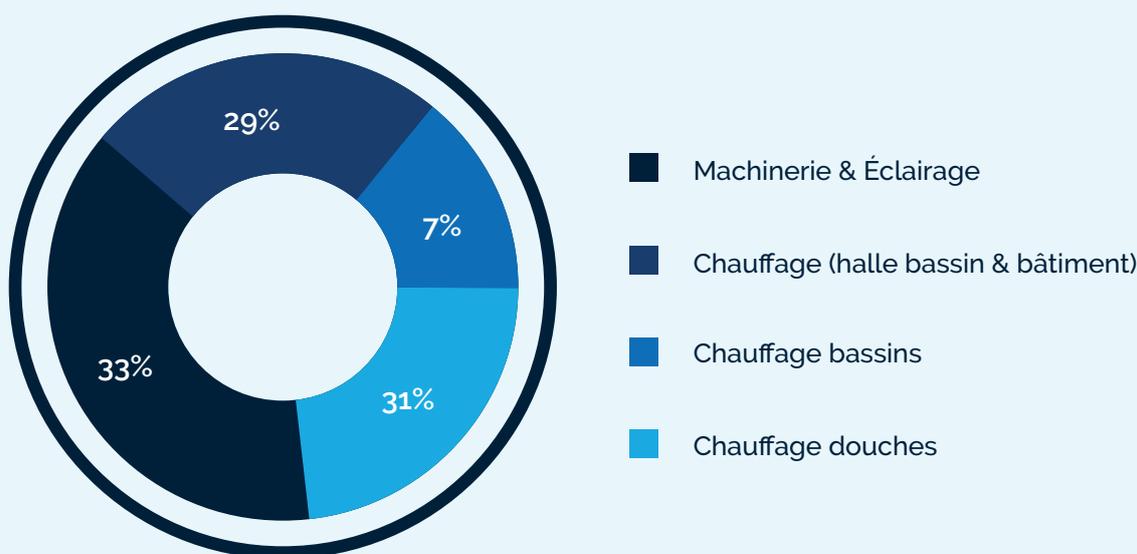
- Le chauffage du bâtiment par radiateurs à eau chaude (avec très souvent un départ vers la CTA) ;
- L'eau chaude sanitaire (douches et lavabos) ;
- Le chauffage du bassin intérieur.

La consommation électrique est principalement répartie sur les postes suivants :

- L'éclairage ;
- Les centrales de traitement d'air (CTA) ;
- Les pompes et le système de filtration qui peut représenter une majeure partie de la consommation.

Le guide, de juin 2012 : « Piscines publiques : de la conception au fonctionnement », réalisé par ANDES et EDF, précisent en moyenne la pondération des principaux postes de consommation :

**Figure 2 : Principaux postes de consommation d'énergie (Source : Guide Piscines publiques, de la conception au fonctionnement, ANDES et EDF).**

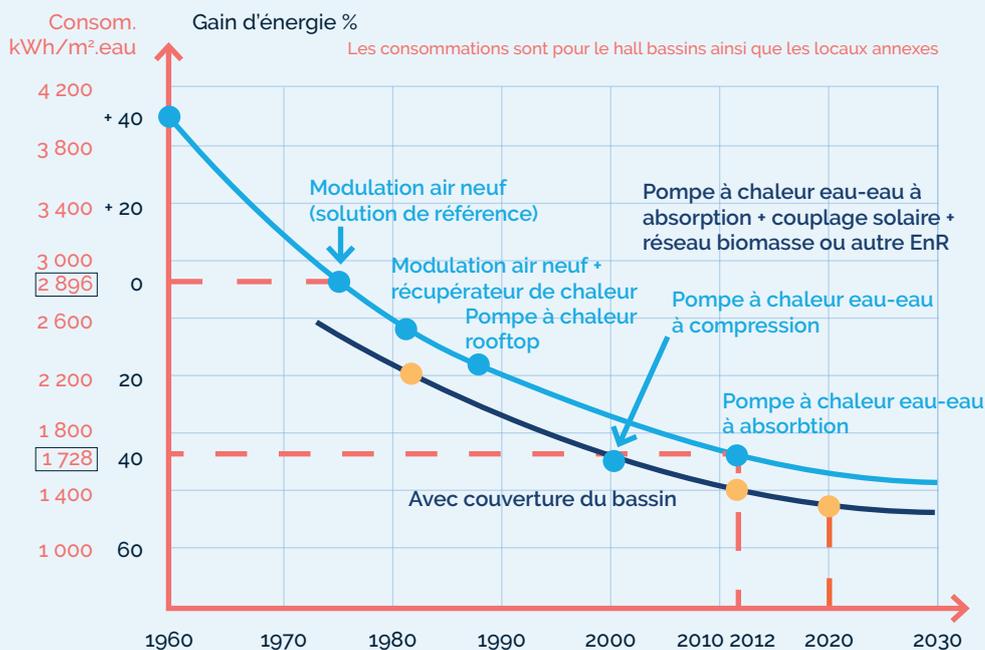


Il est ensuite fortement recommandé de situer la performance énergétique de sa piscine dans un référentiel plus global. L'unité la plus souvent utilisée est le kWh/m<sup>2</sup> de plan d'eau.

Pour les piscines existantes, cette consommation peut s'élever jusqu'à 2900 kWh/m<sup>2</sup>.eau (chauffage, déshumidification par modulation du débit d'air neuf et production d'ECS des douches comprises) tandis qu'elle est environ 1700 kWh.m<sup>2</sup>.eau pour les piscines neuves.

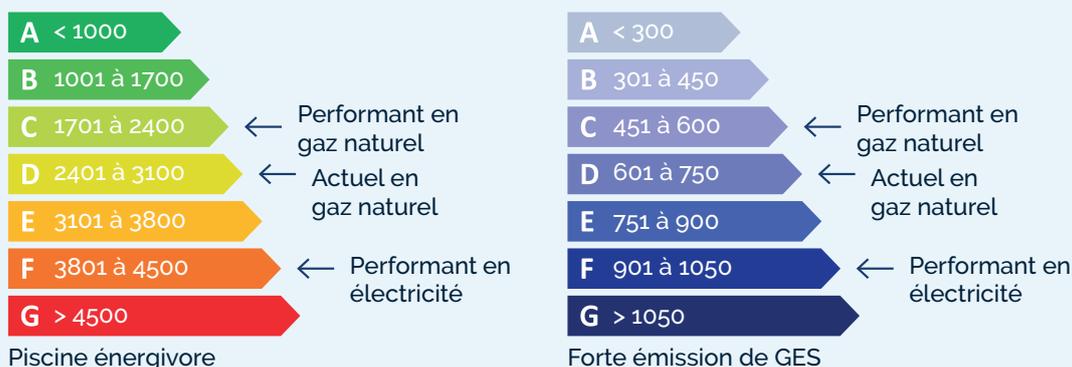
Avec l'arrivée de nouvelles solutions technologiques, il a été possible au fur et à mesure des années de diminuer considérablement la consommation énergétique de ces équipements avec des gains allant jusqu'à 40% dans les piscines existantes :

Figure 3 : Évolution de l'efficacité énergétique des systèmes énergétiques utilisés dans les piscines (Source Doc A. Garnier).



Ainsi, une proposition de DPE, sans la partie électricité (moteurs ventilateurs et pompes, éclairage) qui représente entre 1000 et 1300 kWh/m<sup>2</sup> de plan d'eau, pourrait être la suivante pour situer la performance énergétique de sa piscine :

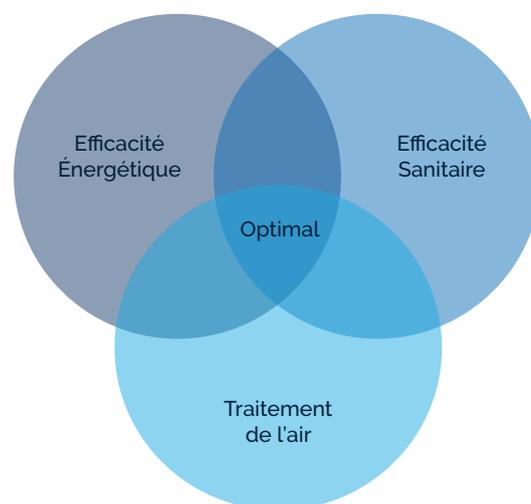
Figure 4 : Étiquette DPE qui pourrait être proposée pour les piscines (Source Doc A. Garnier)



## b) L'enjeu de la rénovation : aboutir à une exploitation efficace dans une approche globale des usages

La performance d'une piscine repose sur le choix, le bon dimensionnement, le pilotage et le suivi de ses installations. L'optimisation énergétique de ces équipements passe par un dimensionnement au plus près des besoins, une régulation de qualité et une bonne mise en service. Le rôle de l'entreprise de service énergétique est alors de garantir les performances énergétiques globales de l'installation dans le temps pour réduire sa facture énergétique, tout en garantissant un bon niveau d'hygiène.

**Le choix des solutions techniques sur l'air et l'eau va avoir un impact immédiat sur la consommation d'énergie.** Le meilleur système de traitement d'air couplé au meilleur système de traitement d'eau ne sera peut-être pas la meilleure solution technique globale pour une piscine. Tout cela va dépendre de sa situation géographique, de ses conditions d'utilisations et de sa typologie (couverte ou découvrable).

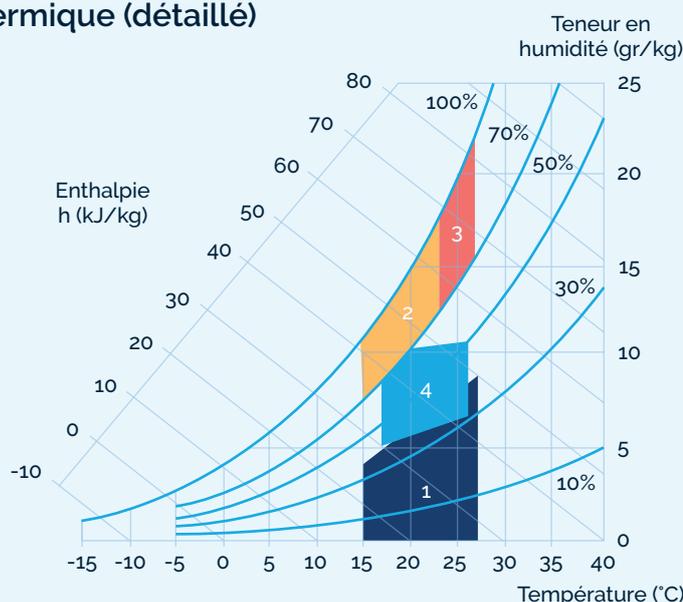


Les besoins en chauffage de l'air sont proportionnels à une augmentation de consigne, même de quelques degrés. En outre, un taux d'humidité suffisamment élevé permet également, à confort égal, de réduire la température de l'air et de faire des économies d'énergie car l'évaporation du film d'eau sur la peau du baigneur est limitée. Une attention particulière au confort du personnel doit être apportée (travail de 8 à 10 h dans des conditions tropicales). Par ailleurs, la température de l'eau doit également être maîtrisée car son élévation entraîne une augmentation du phénomène d'évaporation. Il est donc essentiel, pour le confort et les économies d'énergie, d'ajuster au mieux le trio « température des bassins - température de l'air - humidité relative ».

Les conditions de confort hygrothermiques sont présentées dans le graphique ci-dessous. L'exploitation et la régulation en place doivent s'assurer que le hall bassin se situe dans la zone de confort hygrothermique.

Figure 5 : Zone de confort hygrothermique (détaillé)

1. Zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.
- 2 & 3. Zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de microchampignons.
3. Zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens
4. Polygone de confort hygrothermique.



De plus, comme le rappelle la FFN dans sa 8e édition du guide d'aide à la conception édité en 2018, il peut s'avérer complexe d'estimer les coûts que vont générer la rénovation d'une piscine, notamment concernant la gestion et l'exploitation. Les facteurs susceptibles de faire varier positivement ou négativement les coûts de fonctionnement sont nombreux et une approche globale du sujet est nécessaire pour optimiser les postes de dépenses.

**Grâce à la connaissance fine de l'équipement sportif et de loisir, le gestionnaire doit être en mesure de pouvoir exprimer son besoin en termes de rénovation, en précisant sa situation de référence et sa cible à atteindre (qui doit être en conformité avec le dispositif Eco-Energie Tertiaire).** L'objectif final est de disposer d'une exploitation appropriée qui permet de garantir aux clients le droit à l'usage de leurs piscines, équipement à vocation sociale par excellence. Ainsi l'exploitant a pour rôle d'éviter autant que possible les arrêts techniques qui représentent une perte d'exploitation commerciale et de rentrée d'argent pour le gestionnaire. De plus, l'exploitation vise à garantir le confort des usagers tout en maîtrisant les consommations.

Une rénovation globale des installations techniques, porté par la responsabilité d'un opérateur, est donc primordiale pour une exploitation efficace de la piscine. En effet chaque poste majeur de consommation influence les deux autres. Ainsi, les marchés globaux sont des outils privilégiés pour faire face aux enjeux énergétiques des piscines.

**Les contrats de performance énergétiques (CPE) permettent d'intégrer la réflexion sur l'exploitation finale du bâtiment dès la conception du projet de rénovation et permettent d'associer cette conception à un objectif garanti de performance à atteindre et à maintenir sur la période d'exploitation.** L'opérateur énergétique a ainsi la main sur les différents enjeux techniques indissociables



La mise en place d'un CPE est sans doute le meilleur moyen pour répondre aux objectifs du décret tertiaire puisque c'est le **seul véhicule juridique permettant de garantir la réduction des consommations énergétiques** de manière réelle, mesurée et durable.

Les avantages sont nombreux :

- Une attractivité accrue des équipements ;
- L'assurance d'un budget de charges maîtrisé ;
- Des économies d'énergie garanties ;
- L'ingénierie intégrée ;
- Des équipes opérationnelles réactives.

**Généralement, ces projets s'amortissent sur 10 ans. Les économies perdureront et pourront contribuer ensuite à financer d'autres approches et travaux complémentaires.**



## II. UNE PRODUCTION DE CHALEUR EFFICACE ET ADAPTÉE

Avant toute optimisation du système de distribution d'énergie (chauffage des locaux, température de l'eau de piscine, eau chaude sanitaire, CTA, etc), il est nécessaire de mettre en œuvre un système de production de chaleur efficace. Une solution optimale requiert une étude fine des besoins avec la prise en compte du profil des fréquentations, des caractéristiques thermiques, hydrauliques et aérodynamiques du bâtiment sans oublier les conditions météorologiques extérieures. Les principales technologies sont présentées ci-dessous avec leurs spécificités, en débutant par la solution de référence puis par les systèmes les plus vertueux.

**Figure 6 : Les usages, des technologies et des énergies à considérer pour la rénovation énergétique des piscines (Source : Fédération Française de Natation)**

### LES USAGES > LES TECHNOLOGIES DE PRODUCTION > LES ÉNERGIES



La ventilation



Les chaudières biomasse



L'électricité



Le chauffage des bassins



Les chaudières gaz



Le gaz



L'eau chaude sanitaire



Les capteurs solaires



La biomasse



Le chauffage



PAC  
Thermo-frigo-pompe  
abso-frigo-pompe



Le solaire thermique



L'eau de nappe  
la géothermie

## CHAUDIÈRE GAZ À CONDENSATION

Les chaudières à condensation permettent d'obtenir un rendement jusqu'à 20% supérieur à celui d'une chaudière classique. Cette efficacité est due à la récupération de la chaleur latente contenue dans la vapeur d'eau des fumées, celle-ci est condensée dans un échangeur.

**Figure 7 : Schéma de principe du processus de condensation et de récupération de la chaleur latente**



Cette solution est donc adaptée pour chauffer l'eau du bassin car les plages de températures sont suffisamment faibles pour condenser (eau à 28°C).

**Figure 8 : Exemple d'une rénovation d'une chaudière gaz classique par une chaudière à condensation (Dôme de Vincennes)**



## CAPTEURS SOLAIRES THERMIQUE

Les capteurs solaires permettent d'intégrer des énergies renouvelables sur le site. Cette technologie est rarement utilisée pour chauffer l'eau des bassins (sauf pour les très petits bassins) car une très grande centrale solaire serait dans ce cas nécessaire. **Elle est souvent employée pour l'ECS des douches et lavabos**, ce qui implique tout de même une installation assez importante (pour rappel, l'ECS des douches représente jusqu'à 7% des consommations).

**Figure 9 : Piscine municipale solaire- Bouches du Rhône (13) (Source : E2solaire)**



Les centres aquatiques disposent généralement d'une importante surface de toiture disponible pour y implanter les capteurs. **Dans l'existant, la toiture n'est pas souvent disposée à accueillir les panneaux**



Le coefficient de performance (COPchauffage) d'une pompe à chaleur est le rapport entre la chaleur livrée à la source chaude et l'énergie mécanique consommée par le système (généralement issue d'un moteur électrique). Le COP suit la formule théorique suivante :

$$\text{COP}_{\text{chauffage}} = \frac{T_{\text{chaud}}}{T_{\text{chaud}} - T_{\text{froid}}}$$

Où les températures sont en KELVIN (\*K=°C+273, par exemple 10°C=283°K)

On peut aussi déterminer le COPrefroidissement comme le rapport entre la chaleur absorbée à la source froide et l'énergie mécanique consommée par le système :

$$\text{COP}_{\text{refroidissement}} = \frac{Q_{\text{froid}}}{Q_{\text{chaud}} - Q_{\text{froid}}} = \frac{T_{\text{froid}}}{T_{\text{chaud}} - T_{\text{froid}}}$$

On se rend compte que plus la différence de température entre la source chaude et la source froide est faible plus la pompe à chaleur a un COP élevé.

Pour une piscine, la température de la source chaude, celle de l'eau/l'air des bassins (entre 25 et 30°) est proche de de la source froide, l'air déshumidifié/l'air vicié extrait/l'environnement (avec une température comprise entre la température extérieure et 28°C). **Ainsi, pour un usage piscine, le COP peut atteindre facilement 4, c'est-à-dire que pour 1kWh d'électricité consommé, le système produira 4kWh de chaleur.** Notons que la formule donne le COP théorique, qui majore le COP réel. En réalité le COP est toujours inférieur au COP théorique.

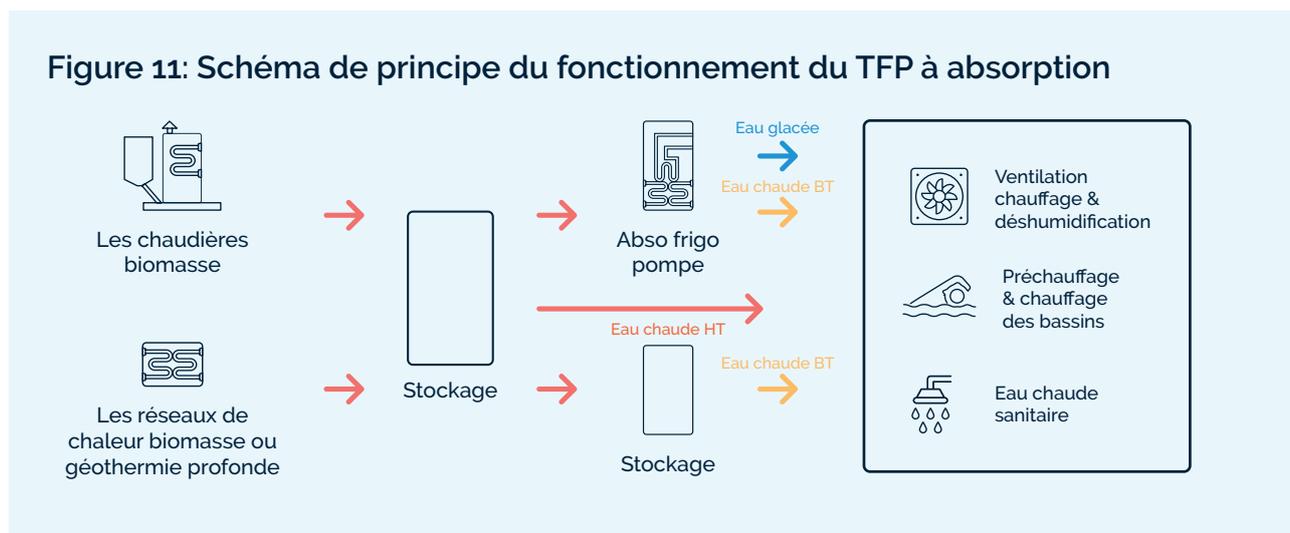
La TFP peut être utilisée soit pour un usage principal de traitement d'air (COPrefroidissement), soit pour un usage principal de chauffage ou préchauffage (COP chauffage).



## • Les TFP à absorption

Au prix actuel des différentes énergies, une solution TFP Absorption s'avère rentable puisque le coût énergétique est réduit d'environ 30 à 40%.

Une TFP à absorption est similaire à une TFP électrique si ce n'est que la compression du fluide calorifique a lieu grâce à un apport de chaleur externe (compression thermique) au lieu d'un apport mécanique (compresseur électrique). Ainsi, au lieu d'alimenter la TFP avec de l'électricité, on doit lui fournir de la chaleur à 72°C minimum. Cet apport de chaleur peut provenir de sources diverses : réseau de chaleur, chaufferie biomasse, cogénération, solaire thermique, etc...



Toutefois, les TFP absorptions sont récentes sur le marché et demandent une conception particulièrement exigeante pour qu'elles fonctionnent efficacement en usage réel.

## CHAUDIÈRE BIOMASSE

La mise en place d'une chaufferie bois permet de réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre. **Il sera nécessaire de sous-dimensionner la chaudière bois et de la mettre en cascade avec une chaudière gaz à condensation en rôle d'appoint secours (ou avec la chaudière existante si elle est en bon état).**

Ce montage intervient pour deux raisons :

- Le dimensionnement d'une chaudière se base sur les conditions de température extrêmes, or ces conditions sont réunies deux à trois fois par an. Il n'est donc pas pertinent d'investir pour une forte puissance de chaudière bois qui est plus onéreuse qu'une chaudière gaz, alors que la capacité totale ne serait utilisée que pour des périodes très ponctuelles.
- Deuxièmement, ce montage permet de faire fonctionner la chaudière bois à pleine charge le plus longtemps possible, ce qui implique un meilleur rendement et une plus longue durée de vie. Ainsi, l'appoint n'est seulement actif que lors des pics de consommation ou lorsque les besoins en chaleur sont très faibles (en effet la chaudière bois se dégrade également en sous-régime).

**Ce dimensionnement permet à l'énergie bois de couvrir jusqu'à 80% des besoins de chauffage et ECS avec seulement 50% de la puissance maximale appelée.** Ainsi, la chaudière bois est utilisée au maximum de son rendement et l'appoint assure le complément pour les jours les plus froids. Les principaux organes d'une telle installation sont le silo qui permet le stockage du bois, le convoyeur qui achemine le bois, la chaudière bois qui constitue le foyer de la combustion avec l'appoint gaz à condensation, et enfin un système d'épuration des rejets gazeux et d'évacuation des cendres.

Figure 12 : Exemple d'une installation biomasse (Source : Piscine Saint-Brès)



Le taux d'humidité du bois est un paramètre crucial qui dépend d'une multitude de paramètres tels que l'essence, l'époque d'abattage, le temps de stockage en forêt, les conditions météorologiques, le lieu de stockage (abri, scierie). Il impacte le choix technologique de la chaudière (foyer à combustible sec ou humide) et le rendement énergétique (en brûlant, un combustible bois sec produit beaucoup plus de chaleur qu'un combustible bois humide). **Il est donc préconisé un foyer à combustible sec pour un combustible qui contient moins de 30% d'humidité sur masse brute. Dans une logique de meilleure performance énergétique, il est recommandé que la gestion de l'approvisionnement (P1) soit de la responsabilité de la société de services en efficacité énergétique.**

Concernant le silo, il **est recommandé de créer un silo de plain-pied pour limiter les travaux de génie civil par rapport à un silo enterré.**

Le volume du silo se caractérise ainsi :

$$V_{\text{utile}} = (A \times P \times t) / (\rho \times \text{PCI} \times \eta)$$

**V<sub>utile</sub>** : volume utile du silo correspondant au volume de bois réellement disponible en m<sup>3</sup> ;

**A** : autonomie de l'installation en hiver.

**P** : puissance nominale des chaudières bois en kW ;

**t** : temps de fonctionnement journalier (en heures) à puissance nominale

**ρ** : masse volumique du combustible en kg dans 1 Mètre cube Apparent (MAP).

**PCI** : pouvoir calorifique inférieur du combustible.

**η** : rendement de combustion de la chaudière bois.

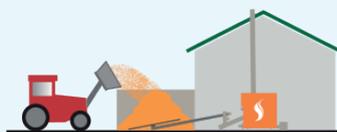
Il n'est pas conseillé d'attendre que le silo soit complètement vide pour commander la prochaine livraison. Avant une livraison, pour définir la quantité de bois à livrer, il faut prendre en compte le volume de bois restant dans le silo. **Une réserve de sécurité de 25% est conseillée tout en permettant le déchargement d'une benne complète.** Le volume du silo à construire, aussi désigné volume en eau (Veau) correspond au volume utile (Vutile) auquel il est ajouté, selon les modes constructifs, les volumes supplémentaires que constituent le volume mort (Vmort) et le volume de réserve (Vréserve).

Il est déterminé comme suit : Veau = Vutile + Vmort + Vréserve.

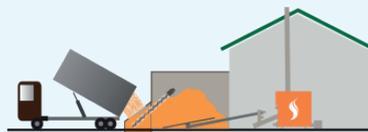
Plusieurs types de silo plain-pied sont possibles :

Figure 13 : Les diverses solutions de silo plain-pied

### SILO DE PLAIN-PIED



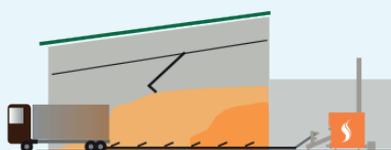
Silo de plain-pied avec remplissage direct



Silo de plain-pied avec remplissage par vis de transfert HEIZOSCHNECK



Silo de plain-pied avec remplissage par souffleur ou convoyeur ascensionnel



Silo de plain-pied avec échelle racleuses ou top-loader pour dépotage par fond mouvant

- Silo remplissage direct : nécessite un grand bateau pour que le camion puisse déverser depuis le haut du silo. Ce bateau doit être très long pour que la pente soit douce.
- Silo vis de transfert : solution classique
- Silo par souffleur ascensionnel : système onéreux
- Silo avec top loader : système préconisé

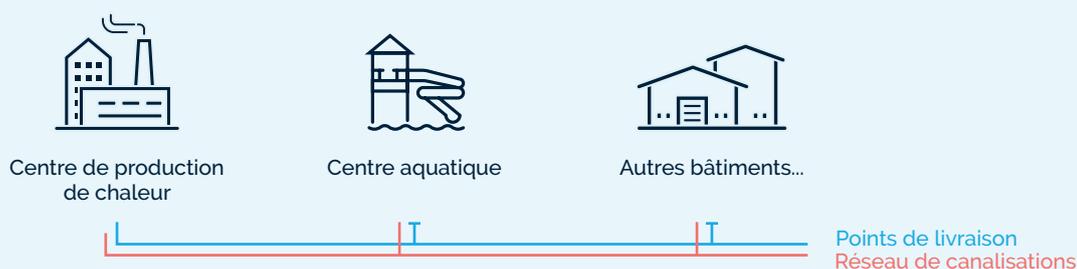
Le volume du silo dépend également de la capacité de livraison des camions, du combustible et de la disposition du silo. La livraison de plaquettes forestières par exemple s'effectue par camion benne ou à fonds mouvant alternatif de  $90\text{m}^3$  ou  $60\text{m}^3$ .



## LES RÉSEAUX DE CHALEUR

Les centres aquatiques sont majoritairement situés à proximité d'espaces urbains denses, où les besoins de chaleur sont importants. Si l'équipement se trouve à proximité d'un réseau de chaleur urbain, un raccordement doit être envisagé pour pouvoir profiter d'une chaleur verte et compétitive, permettant ainsi l'économie de réinvestir dans toute une installation de production pour la piscine, tandis que l'opérateur du réseau de chaleur améliore la rentabilité de son réseau grâce aux besoins conséquents de l'équipement sportif et de loisir. Par ailleurs, les réseaux de chaleurs sont le principal agrégateur de chaleur renouvelable, puisque la part d'énergie renouvelable et de récupération est de 60% en moyenne dans les réseaux français<sup>2</sup>.

Figure 14 : Schéma de principe d'un réseau de chaleur



S'il n'y a pas de réseaux de chaleur à proximité, alors la rénovation du centre aquatique est l'occasion idéale pour entamer une réflexion globale à l'échelle de l'îlot urbain afin d'envisager la mutualisation des moyens de production de chaleur. Cette configuration est particulièrement pertinente quand on sait que les besoins de chaleur pour une piscine sont plutôt diurnes, alors que le chauffage des logements est plutôt nocturne. Le lissage des besoins permet d'améliorer le rendement global de l'installation de production.

Le seuil de rentabilité d'un tel réseau peut se mesurer à partir de la densité thermique linéaire. En d'autres termes, lorsque les bâtiments raccordables sont suffisamment nombreux et rapprochés, il est possible d'envisager la création d'un réseau de chaleur économiquement viable. Cette pertinence se calcule ainsi de la manière suivante : Besoin en chaud (chauffage, et éventuellement ECS) / longueur du réseau de chaleur. La viabilité de ce type d'équipement est reconnue et soutenue financièrement par l'ADEME à partir de 1,5 MWh/ml/an. La densité thermique des réseaux de chaleur récents est quant à elle située entre 3 et 5 MWh/ml/an.

## POUR ALLER PLUS LOIN

### • Calorifugeage du réseau de distribution secondaire

Cette action consiste à isoler les canalisations du réseau de distribution de chaleur afin de limiter au maximum les pertes de chaleur, et ainsi de réduire les factures. Le calorifugeage s'impose particulièrement dans les piscines car les points de distribution de l'eau sont souvent éloignés de la source de production, augmentant ainsi les pertes d'énergie. Ces pertes sont majorées si les canalisations circulent dans des espaces non chauffés (vide sanitaire, locaux techniques). Les temps de retour sur investissement sont assez rapides, de l'ordre de 3 ans.

<sup>2</sup> Résultat 2021 de l'EARCF (enquête annuelle du syndicat national du chauffage urbain – SNCU)

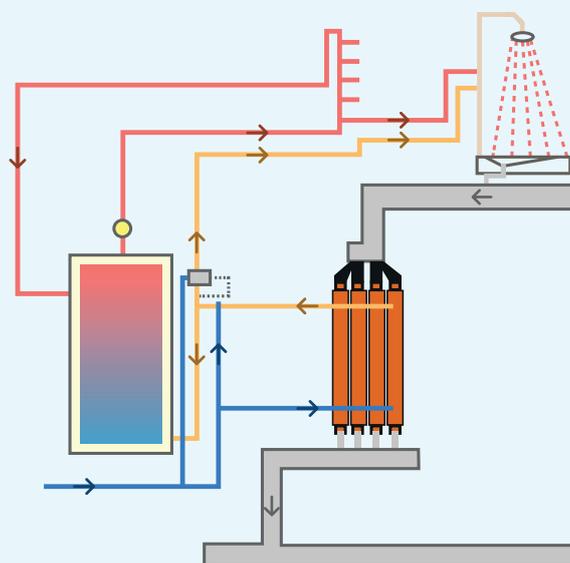
Figure 15 : État avant & après d'un calorifugeage des tuyauteries (Source : ALEC 27)



- **Récupération de chaleur pour l'ECS : Powerpipe**

La récupération d'énergie via les eaux grises consiste à préchauffer l'eau froide destinée à l'ECS par un échange thermique avec les eaux grises évacuées. Ce dispositif passif permet une réduction de 20 à 30 % sur les consommations d'ECS.

Figure 16 : Schéma de principe d'un système de récupération de chaleur sur eaux grises (Powerpipe)



Cette technologie possède un temps de retour de 3 à 6 ans suivant les caractéristiques des projets. La principale contrainte de ces solutions est qu'elle nécessite la séparation des réseaux d'eaux vannes et d'eaux grises ainsi qu'une évacuation verticale des eaux grises.

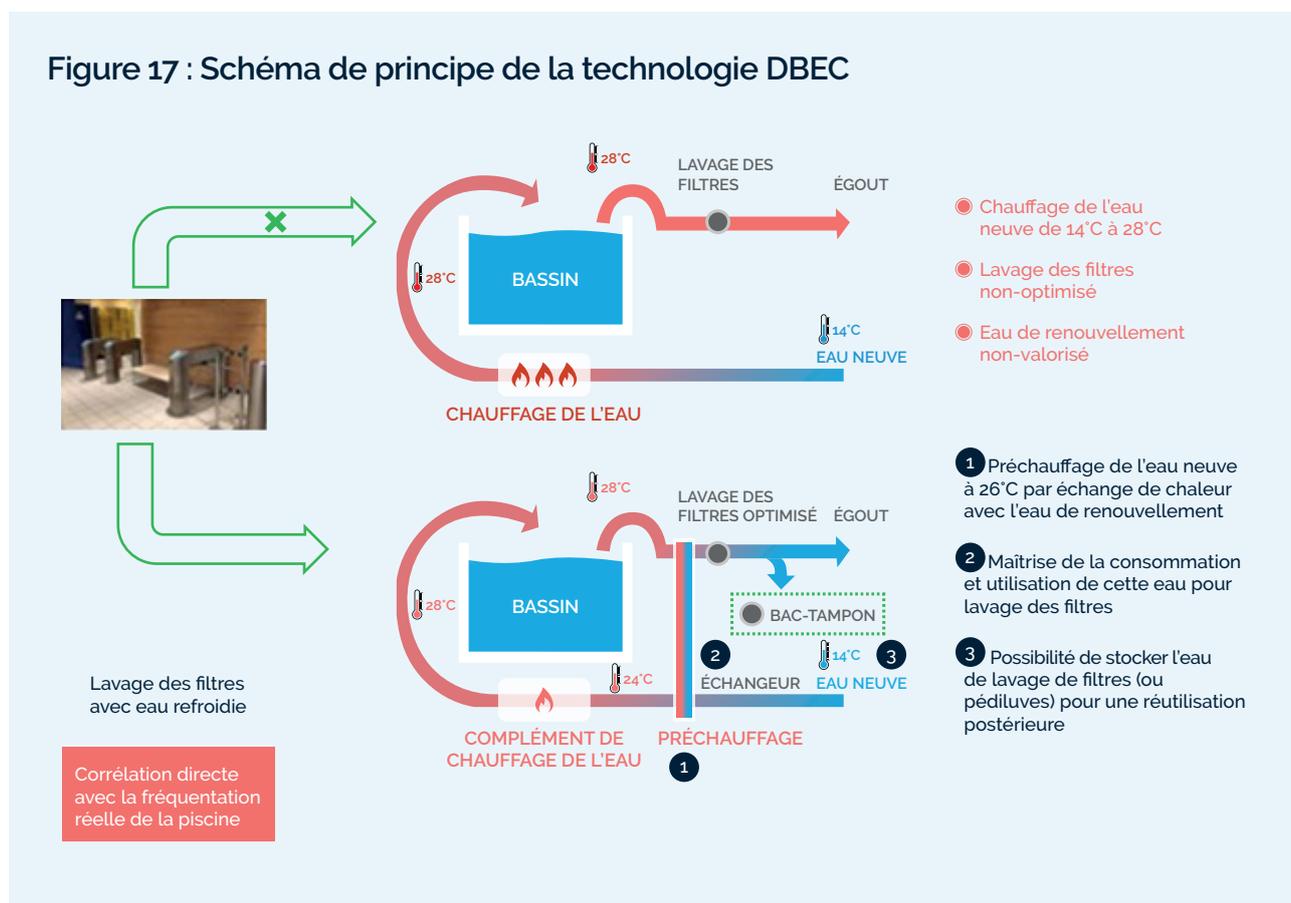
## • Récupération des calories du bassin : Degrés Bleus Eau chaude (DBEC)

Ce système est une solution de préchauffage de l'eau neuve en piscine, et éventuellement de l'eau chaude sanitaire.

Le procédé est un système automatisé de gestion de l'eau :

- Un automate optimise les volumes d'eau de renouvellement des bassins : L'apport d'eau neuve et le rejet équivalent sont régulés en fonction de la fréquentation journalière effective de nageurs enregistrée par l'automate. La fréquentation peut varier considérablement d'un jour à l'autre et par conséquent le volume d'eau neuve de renouvellement, directement lié à la fréquentation, varie automatiquement chaque jour.
- L'échangeur de chaleur intégré récupère la chaleur des eaux des bassins rejetées à 28°C pour préchauffer la même quantité d'eau neuve de 13°C à 26°C environ (85% du chauffage est donc fourni gratuitement)
- Un bac de stockage d'eau auxiliaire permet de supprimer le supplément de consommation d'eau requise pour le lavage des filtres

Figure 17 : Schéma de principe de la technologie DBEC



L'équipement ne modifie en rien une installation existante. Il consiste en l'adjonction dans les locaux techniques d'un appareil monté sur skid et d'un bac auxiliaire de stockage d'eau.

## • Régulation et plan de comptage

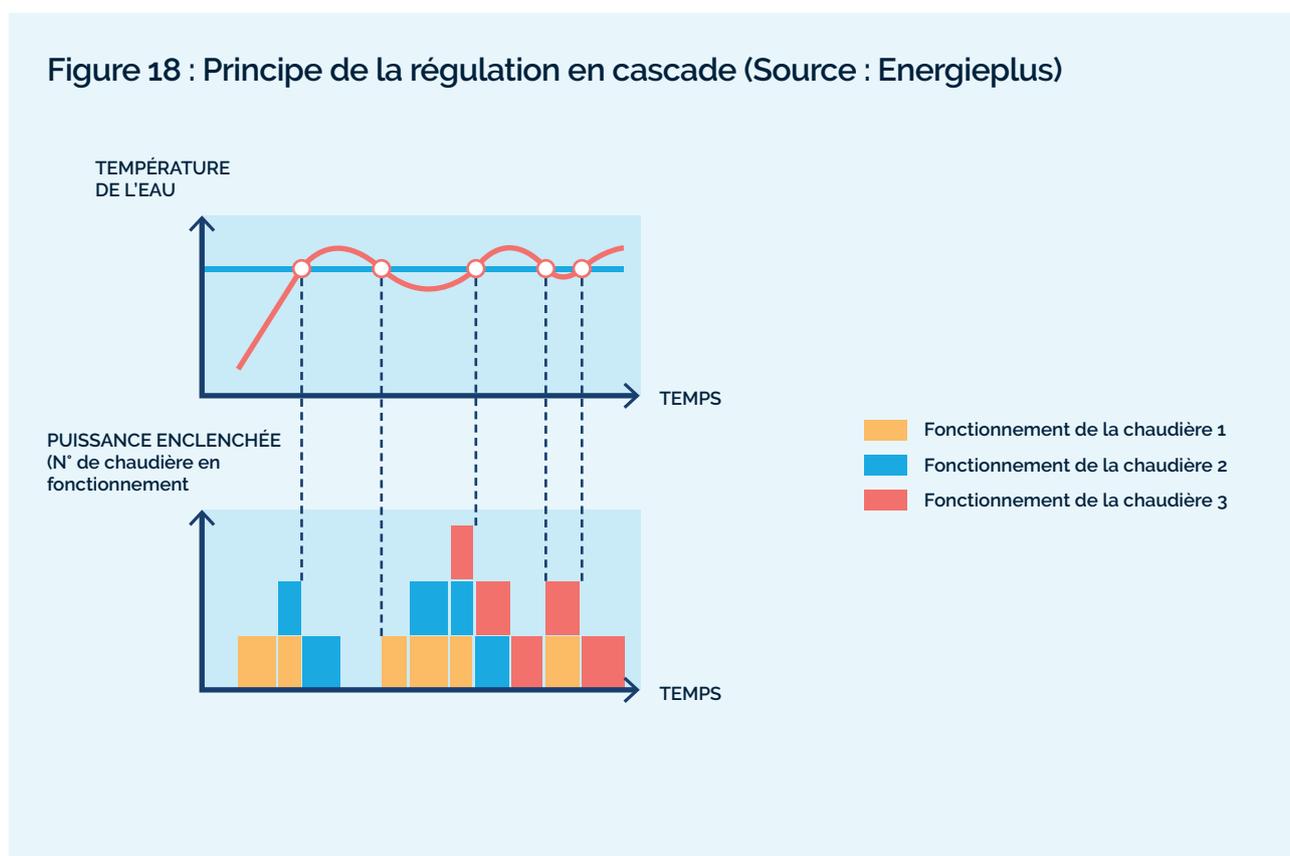
Une piscine vertueuse d'un point de vue environnemental est avant tout une piscine « intelligente », qui se régule en permanence, qui évolue, qui adapte ses consommations et ses espaces à son niveau d'activité grâce à des systèmes intelligents. Son implémentation dans une piscine dépourvue d'une régulation efficace permettra des gains importants grâce au pilotage des installations.

Un plan de comptage permettra de pouvoir contrôler en permanence les indicateurs de performance. L'ensemble des matériels de régulation doit être liaisonné et raccordé à un poste de supervision permettant la surveillance et le pilotage de l'ensemble des installations.

La régulation permet, par exemple, de faire fonctionner les chaudières en cascade. Ce fonctionnement consiste à enclencher un étage de puissance seulement lorsque celui-ci est nécessaire. Il existe un roulement dans le fonctionnement des différentes chaudières afin que le temps de fonctionnement de chacune des chaudières soit équivalent.

Ce fonctionnement est d'autant plus nécessaire si une chaudière bois est installée, pour privilégier l'utilisation du bois-énergie et faire fonctionner la chaudière dans les conditions de rendement optimales.

Figure 18 : Principe de la régulation en cascade (Source : Energieplus)



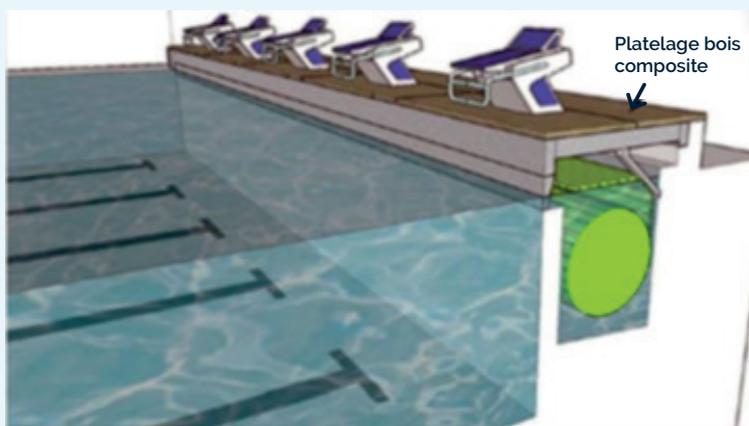
Il faudra également installer une chaîne de régulation automatique par le biais de la régulation de vannes trois voies par loi d'eau avec plusieurs sondes de températures, afin d'avoir une indépendance de fonctionnement entre les circuits. Pour le chauffage des locaux, il sera ainsi possible de définir le choix des températures intérieures en période d'occupation, le choix de la température de réduit et l'heure de la relance et le choix des horaires des réduits.

L'objectif crucial de la régulation sera de permettre un confort hygrothermique optimal des usagers de la piscine dans la halle bassin tout en réduisant les consommations énergétiques (cf chapitre de ce guide : L'enjeu de la rénovation : aboutir à une exploitation efficace dans une approche globale des usages).

## • Couverture isothermique

La mise en place d'une couverture isotherme sur le bassin intérieur permettrait de réduire une partie des consommations liées au chauffage du bassin intérieur, en réduisant les déperditions thermiques entre l'eau du bassin et l'air intérieur, hors périodes d'ouverture du centre nautique. Cette couverture peut être soit motorisée pour un confort d'exploitation, soit manuelle ce qui implique des contraintes pour l'exploitation. Les gains obtenus par la mise en place d'une couverture isotherme sont sensibles pendant la période de fermeture de la piscine. Si le choix d'une motorisation est fait, les travaux sont alors lourds et impliquent la modification de l'existant : gros oeuvre, carrelage, traitement d'eau et couverture thermique motorisée.

Figure 19 : Dispositif de couverture isotherme motorisée



La mise en place d'une couverture isothermique doit en tout cas être prévu dans le cas des bassins extérieurs pour limiter les pertes thermiques et les pertes par évaporation en période de fermeture journalière / inoccupation

## • L'enveloppe du bâtiment

Si la rénovation a pour but la réfection des toitures et façades dans un objectif de valorisation patrimoniale (et pas forcément énergétique), il peut être intéressant d'en profiter pour travailler à limiter les déperditions thermiques. Dans le cas d'une isolation très peu performante, les actions suivantes pourront être envisagées :

- Isolation des façades : cette action consiste à poser une couche d'isolation et un nouveau revêtement de façade sur les murs extérieurs, afin de créer une enveloppe thermique qui protégera le bâtiment. Le procédé employé pourra être une isolation par l'extérieur en laine minérale de 12 à 16cm en
- Isolation de la toiture : La toiture est souvent la partie de l'enveloppe où les déperditions sont le plus importantes. Des travaux de réfection de la toiture permettront d'ajouter une isolation à base de verre cellulaire (15 à 20 cm) afin de limiter ces pertes thermiques. Un calcul de descente de charge peut être à réaliser afin de s'assurer que la structure porteuse supportera un poids supplémentaire (poids uniformément réparti).
- Remplacement des menuiseries : les importantes parois vitrées des piscines représentent un élément important du bilan énergétique. Pour que l'enveloppe soit performante, le choix d'un double vitrage performant et des menuiseries adaptés est capital (caractéristique thermique  $U_w < 1.4W/m^2.k$ ).



## III. LE TRAITEMENT D'AIR

La pierre angulaire de l'exploitation des piscines

Une piscine peut comporter différents systèmes de ventilation, correspondant à des zones hygrothermiques différentes telles que les vestiaires et douches, accueil et bureaux et ainsi que le hall bassin. Ces zones disposent d'enjeux différents qui devront être pris en compte par la régulation. De ce fait une étude individualisée, c'est-à-dire adaptée aux besoins spécifiques du site et renouvelée à chaque nouveau projet est nécessaire.

### a) Le traitement d'air des zones douches/vestiaires et accueil/bureau

Le projet de rénovation doit étudier que les CTA de ces zones ne présentent pas de dysfonctionnements constatés, que permet une bonne exploitation avec des filtres changés régulièrement. La durée de vie de ces équipements doit également être pris en compte s'ils arrivent en fin de vie. On s'assurera, par exemple, que le réseau aéraulique est dans un état suffisamment bon pour que le taux de fuite du flux d'air distribué n'empêche pas l'atteinte du volume d'air neuf à délivrer. En cas de substitution sur des équipements anciens, la nouvelle CTA permettra d'améliorer significativement le rendement de l'échangeur en passant d'environ 50% à plus de 80% avec un temps de retour inférieur à 10 ans en faisant des économies sur l'électricité sur le poste chauffage ainsi que des gains significatifs sur la consommation électrique des ventilateurs.

### b) Le traitement d'air du hall bassin

**Le chauffage et la déshumidification du hall (la partie aérienne des bassins) représente une part très importante de la facture énergétique. Un apport de chaleur considérable est nécessaire pour réchauffer l'air neuf à la température de consigne (1°C de plus que la température des bassins) et compenser les pertes thermiques.**

Les CTA utilisées dans les piscines doivent répondre à des exigences élevées et complexes : les composants et matériaux des CTA sont soumis au milieu corrosif dans lequel ils opèrent. Les centrales de traitement d'air modernes sont « multifonctionnelles ». Les fonctions telles que la régulation de la température de l'air, le réglage de la consigne d'hygrométrie et la récupération de chaleur sont complexes et doivent être adaptées selon les besoins et les substances polluantes ou nocives à évacuer.

Ainsi les choix techniques concernant la CTA, le tracé du circuit aéraulique, son équilibrage et la diffusion de l'air sont d'une importance primordiale pour maîtriser les coûts énergétiques ainsi que le confort et donc l'attractivité de la piscine.

## PRINCIPES AÉRAULIQUES

Lorsqu'un bâtiment est chauffé, l'air chaud monte et la température va en augmentant depuis le niveau d'occupation, jusqu'au point haut du bâtiment. Le principe du brassage d'air est de mettre en mouvement l'air de la pièce et de projeter vers le bas l'air chaud stagnant afin d'uniformiser la température de l'ensemble du local.

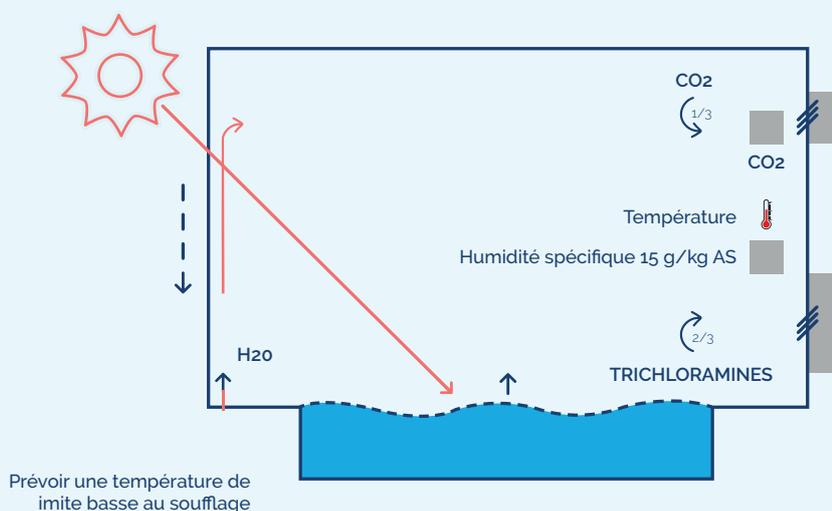
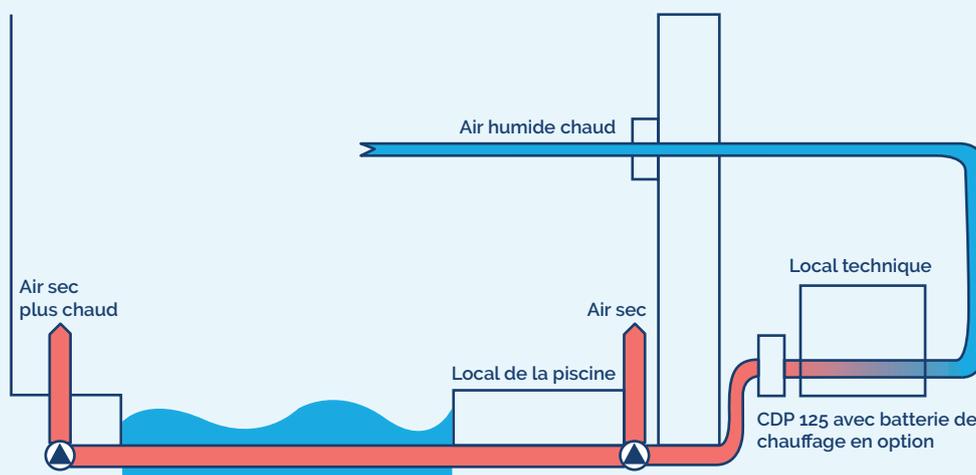
Le renouvellement d'air répond lui à la nécessité d'éliminer la pollution intérieure et de gérer l'humidité de la pièce. A la différence d'un simple brassage de l'air, il y a obligation de prévoir un renouvellement de l'air contenu dans la pièce par un volume d'air neuf qui est introduit dans la pièce en remplacement d'un volume équivalent d'air vicié. Les quantités d'air neuf et rejeté dépendront de la déshumidification avec un renouvellement d'air hygiénique dont le minimum permettra une bonne qualité de l'air ( $\geq 1$  vol/h). On pourra parfois aller jusqu'au maximum de débit d'air que pourra donner la CTA et atteindre 6 vol/h.

Le taux de renouvellement et de brassage dépend également des profils d'occupation et des conditions extérieures : idéalement un renouvellement de 60m<sup>3</sup>/h/baigneur est préconisé pour éviter la stagnation (les débits d'air neuf réglementaires sont de 22 m<sup>3</sup>/h par sportif et de 18 m<sup>3</sup>/h par spectateur). Les vitesses d'air ne doivent pas dépasser 0.1m/s pour le confort thermique des usagers.



Il est recommandé de recycler l'air à 2/3 en partie basse du hall et 1/3 en partie haute. L'air renouvelé est en général soufflé le long des vitres pour éviter la condensation.

Figure 20: Schéma de principe de la circulation de l'air dans une piscine couverte



## LES SOLUTIONS TECHNIQUES CLASSIQUES

- Tout air neuf

Cette solution technique n'est aujourd'hui plus proposée en raison des très fortes consommations énergétiques qu'elle engendre et des difficultés pour assurer le confort des usagers en toutes saisons mais certaines piscines en France ( $\pm 10\%$ ) sont encore équipées d'un tel système.

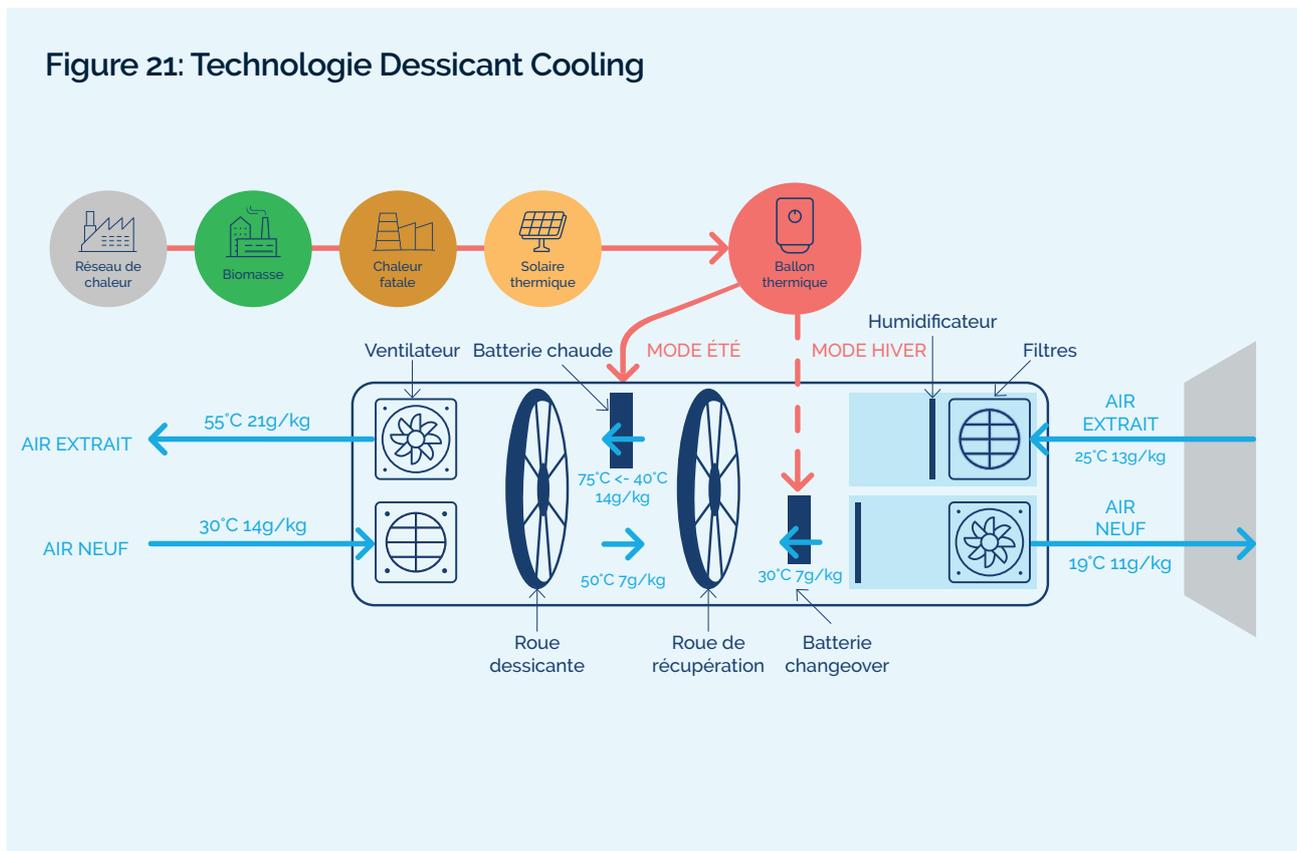


## ZOOM SUR LE TOUT AIR NEUF

Aujourd'hui, de nouvelles technologies « Tout Air Neuf » apparaissent avec la mise en place de roue de récupération Thermique, et de type enthalpique et dessicant pour le traitement de la déshumidification ; c'est la technologie du desiccant cooling.

L'un des nombreux atouts de cette technologie, c'est d'utiliser de l'eau chaude (issu d'énergie renouvelable ou fatale) pour fonctionner :

Figure 21: Technologie Dessicant Cooling

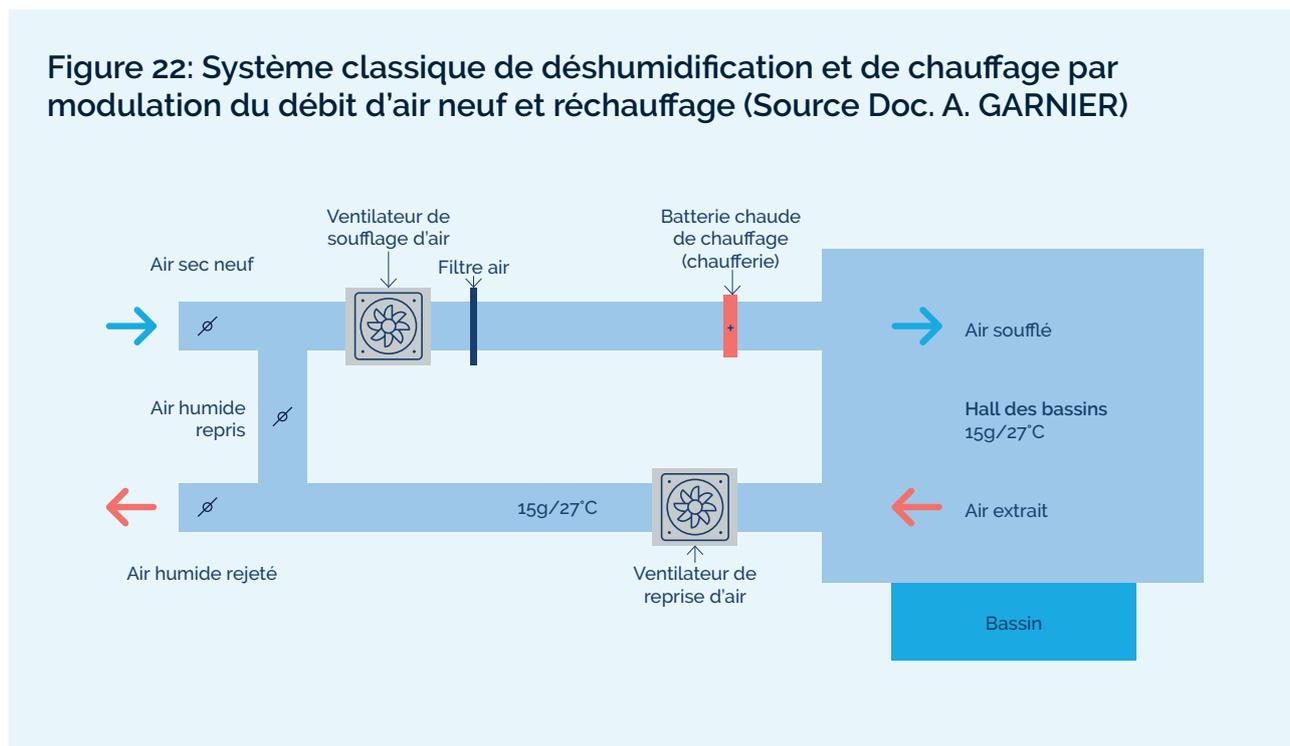


Le principe en fonctionnement hivernal est d'utiliser une roue de récupération thermique pour récupérer 90% de l'énergie sortante et de compléter l'apport via une batterie chaude terminale. En été il convient de rafraîchir mais surtout de maintenir une humidité de soufflage inférieure à celle de la halle bassin (maintien du poids d'eau autour de 15 g/kgas) en asséchant l'air neuf par la roue dessiccante. La roue enthalpique pouvant intervenir en mi-saison pour récupérer de la chaleur et de l'humidité.

## • Modulation du débit d'air neuf

Cette solution technique n'est aujourd'hui plus proposée en raison des très fortes consommations énergétiques qu'elle engendre et des difficultés pour assurer le confort des usagers en toutes saisons mais certaines piscines en France ( $\pm 10\%$ ) sont encore équipées d'un tel système.

**Figure 22: Système classique de déshumidification et de chauffage par modulation du débit d'air neuf et réchauffage (Source Doc. A. GARNIER)**



La Modulation du débit d'air neuf avec un récupérateur de chaleur ajoute au système précédent un récupérateur enthalpique de chaleur qui transfère la chaleur contenue dans l'air vicié extrait à l'air neuf à souffler. Le gain d'énergie par rapport au précédent système, dit de référence, est d'environ 10 à 13% et la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> est de l'ordre de 9 à 12%. Compte tenu de sa consommation d'énergie élevée, cette solution peut ne pas être en cohérence avec les objectifs du Dispositif Eco-Energie Tertiaire.

## LES SOLUTIONS TECHNIQUES THERMODYNAMIQUES

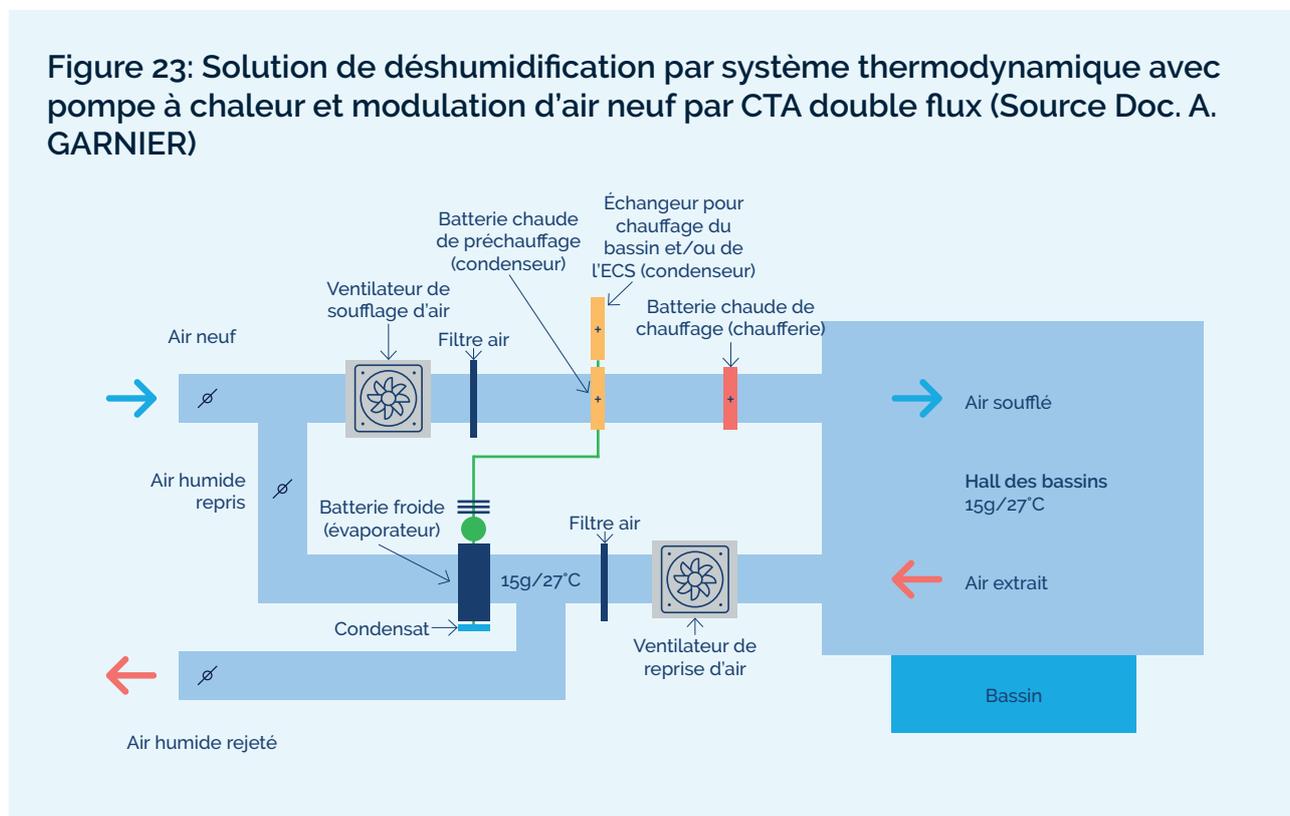
Ces solutions ont l'avantage de préserver la durée de vie du bâtiment par une réelle maîtrise du confort hygrothermique quelles que soient les conditions météo. Les conséquences sont également une diminution de la trichloramine (polluant lié à la concentration de chlore dans l'eau, qui est piégée par ces solutions dans les condensats provenant de la condensation de la batterie froide) ainsi qu'un gain d'énergie important.

La puissance frigorifique de la batterie de déshumidification doit être calculée de manière à ne couvrir qu'une partie de l'évaporation des bassins lorsqu'ils sont calmes (70% de manière usuelle). En effet, une puissance trop importante fournirait un surplus de chaleur de réjection dont on ne saurait que faire lors des jours ensoleillés où il y a néanmoins un besoin de déshumidification.

- **Solution mixte : pompe à chaleur électrique + modulation du débit d'air neuf**

La déshumidification est réalisée par un système thermodynamique comportant un groupe d'eau glacée à compression et de la modulation du débit d'air neuf par le biais d'une CTA double flux.

**Figure 23: Solution de déshumidification par système thermodynamique avec pompe à chaleur et modulation d'air neuf par CTA double flux (Source Doc. A. GARNIER)**



Cette solution permet un gain d'énergie d'environ 35 à 46% par rapport à la solution de référence, ainsi que la réduction d'environ 32 à 42% des émissions de CO<sub>2</sub>. La durée de vie du groupe est en général de 10 ans.

Ce gain d'énergie est amélioré si on utilise :

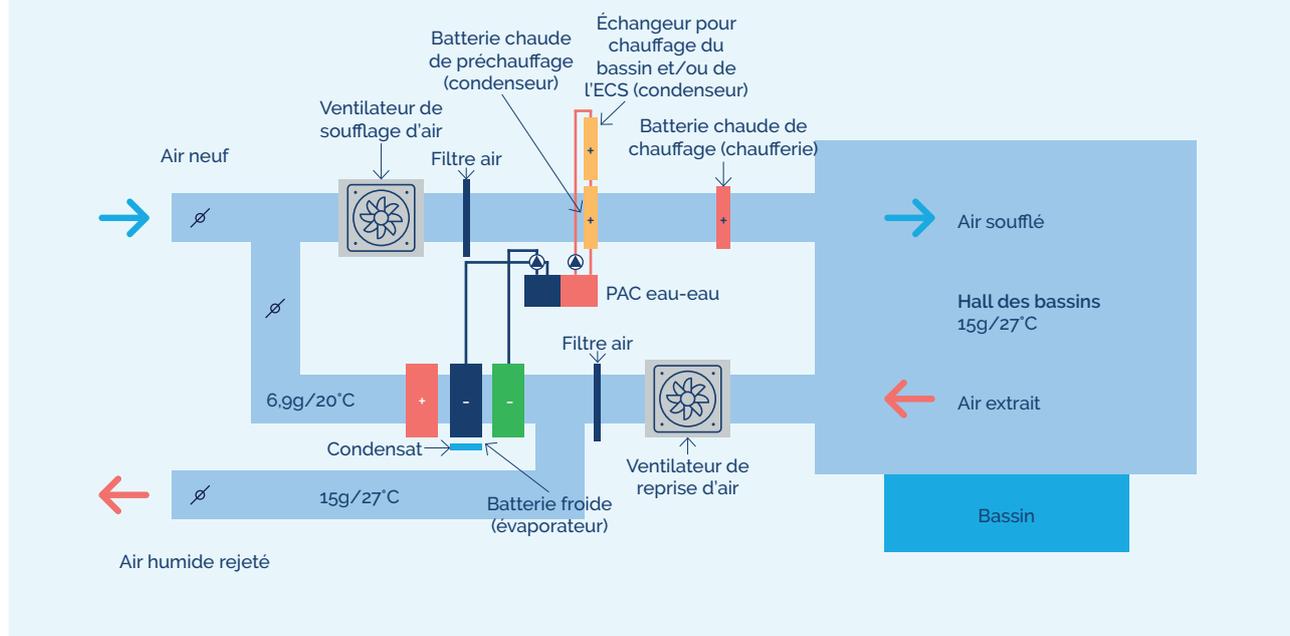
- Un montage avec 3 batteries sur la ligne de déshumidification, faisant office de pré-refroidissement et de réchauffage : le gain d'énergie est alors amélioré de 10 à 15%.
- Un récupérateur enthalpique de chaleur, le gain est également encore amélioré de 10 à 15%.

- **Solution mixte : Machine à absorption à réchauffage indirect + modulation du débit d'air neuf**

La déshumidification peut être obtenue également par une machine à absorption à réchauffage indirect qui fonctionne en pompe à chaleur (le bouilleur de ce système est alimenté à 90°C ou plus par la chaufferie, le solaire thermique ou encore le réseau de chaleur), toujours associée à la modulation du débit d'air neuf par une CTA double flux. Cette solution, permet de répondre aux diverses exigences de la piscine : traitement de l'air (déshumidification et chauffage), production d'ECS, lutte contre les chloramines, etc. Dans la CTA, l'air humide extrait du hall des bassins passe tout d'abord sur une batterie froide de pré-refroidissement (en vert sur le schéma ci-dessous) qui abaisse de quelques degrés l'air, avant son transfert vers la batterie de déshumidification (en bleu sur le schéma). Le froid nécessaire à la déshumidification est généré par le groupe froid à absorption indirect dont le réfrigérant est la solution composée d'eau et de bromure de lithium. Une batterie de post-chauffage (en rouge sur le schéma) est alimentée par la récupération de la

chaleur émise par le groupe froid à absorption. Ainsi, une partie de l'air repris est déshumidifiée par le biais des batteries froides, alors que l'autre est traitée et réchauffée par la batterie chaude. Les batteries froides et chaudes sont toutes munies de vannes trois voies qui permettent de moduler les températures d'eau à leur entrée.

**Figure 24: Solution de déshumidification par machine à absorption et modulation d'air neuf par CTA double flux (Source Doc. A. GARNIER)**



**Cette solution permet un gain d'énergie d'environ 30 à 40% par rapport à la solution de référence, ainsi que la réduction d'environ 28 à 36% des émissions de CO<sub>2</sub>.**

De même que la solution précédente, ce gain d'énergie est amélioré si on utilise :

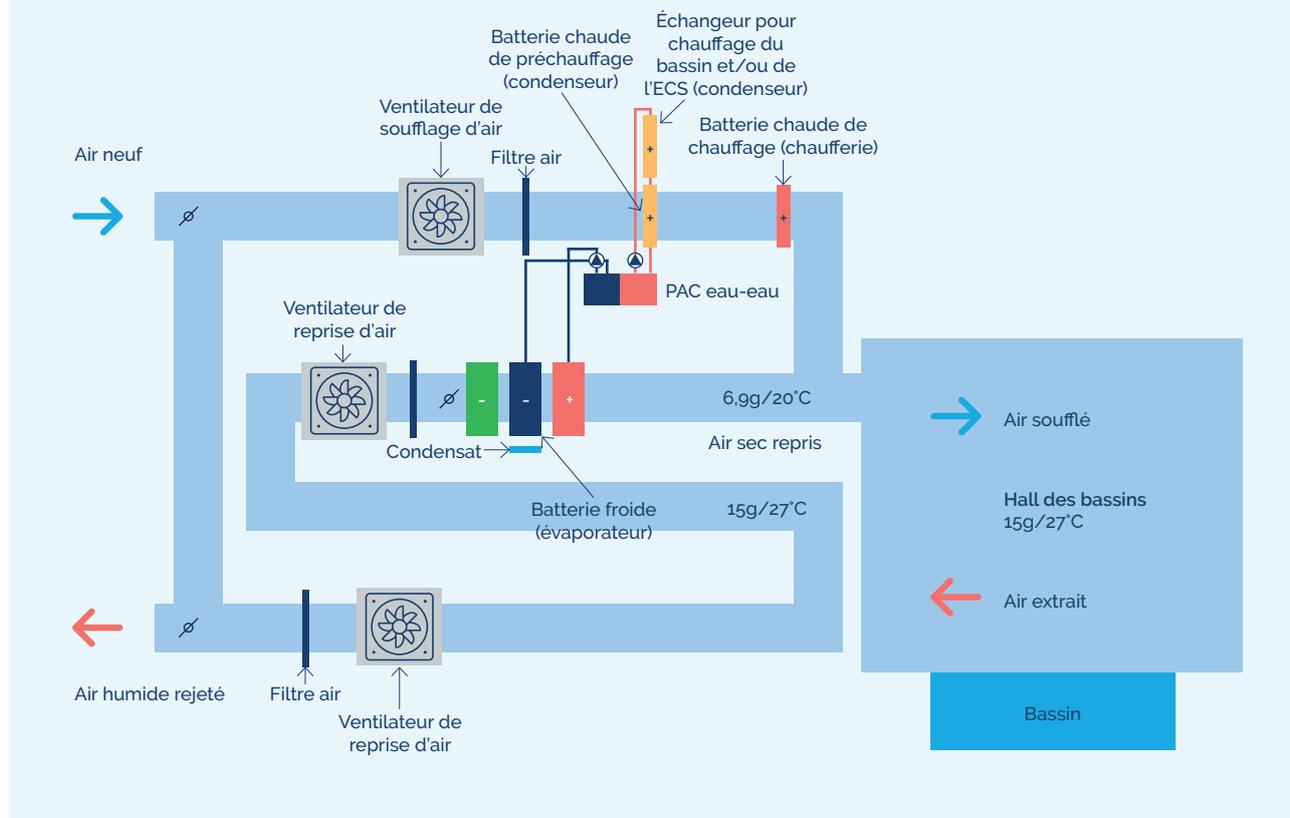
- Un montage avec 3 batteries sur la ligne de déshumidification, faisant office de pré-refroidissement et de réchauffage : le gain d'énergie est alors amélioré de 10 à 15%.
- Un récupérateur enthalpique de chaleur, le gain est également encore amélioré de 10 à 15%.

Tout le débit d'air soufflé ne passera pas sur la batterie froide de déshumidification car celle-ci ne condenserait pas. On devra cependant faire passer le débit d'air nécessaire pour arriver à faire condenser la batterie froide et le reste traversera un bipasse (figure 25).

Pour les grandes piscines et les centres aquatiques, compte-tenu du débit d'air à traiter, on utilisera bien souvent deux CTA : une pour la déshumidification thermodynamique et l'autre pour réaliser le complément de déshumidification par modulation du débit d'air neuf.

**Cette technologie est de plus en plus installée aujourd'hui car elle présente le meilleur coût global en raison de sa grande durée de vie (21 à 25 ans), de son coût de travaux y compris les incidences (pas de local technique particulier, pas de transformateur). De plus, elle n'utilise pas de gaz fluorés polluant et n'exige pas la compétence d'un frigoriste pour son entretien. Enfin, elle permet d'être raccordée à une source haute température (un réseau de chaleur ou chaudière biomasse, solaire thermique ou chaudière gaz). L'investissement d'une telle solution représente environ 150 000€ HT pour un temps de retour de 12 ans environ.**

Figure 25: Système enthalpique à 3 batteries (Source Doc. A. GARNIER)



### c) Points de vigilance et conseils :

**Températures de consigne :** Si le baigneur en tenue de bain se mouille, son corps subit une déperdition de chaleur par l'évaporation du mince film d'eau adhérent à sa peau. Une température d'air ambiant se situant de 2 à 4 K au-dessus de la température d'eau de bassin limite ce flux calorifique et crée un bien-être thermique.

**Apport d'air neuf :** Il est important de moduler le débit d'air neuf par l'intermédiaire d'un variateur électronique de vitesse installé sur les systèmes de ventilation et par une modulation de l'ouverture des volets, en fonction de l'occupation des locaux et des conditions atmosphériques intérieures et extérieures. En effet, s'il est nécessaire de garder un bon apport d'air neuf pour maintenir une bonne qualité de l'air, il est inutile d'avoir un surplus d'air neuf qu'il faudra chauffer ou déshumidifier. L'air extrait du hall sera en partie recyclé afin de compléter le débit de soufflage nécessaire à une bonne ventilation. Cette partie d'air recyclée devra être modulée selon les paramètres de confort, de trichloramine et de confinement (CO<sub>2</sub>).

**Enveloppe du Bâtiment :** la rénovation de l'enveloppe du bâti doit prendre en compte les contraintes d'exploitation techniques des installations de traitement d'air (mais également d'eau et de production de chaleur).

**Suppression du hall bassin :** Il faudra prévoir une légère surpression du hall bassin 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, il faudra également prévoir une plus forte surpression du hall bassin pour éviter que l'air extérieur et froid ne pénètre, ce qui nuirait au confort.

**Emplacement des prises/rejets air neuf/ air vicié :** Il faudra prévoir que l'air vicié et chloré soit rejeté en toiture. Également, l'air neuf doit être pris à 7m du sol et non en cour anglaise ou à proximité du stockage de chlore comme cela est beaucoup fait.

**Trichloramine** : Aucune réglementation ne régit le niveau de trichloramine acceptable dans l'air mais des recommandations de l'INRS et de l'ANSES préconisent une teneur inférieure à 0.03 mg/m<sup>3</sup>. Le taux de trichloramine dans l'air est lié aux concentrations de chlore dans l'eau mais aussi à l'agitation des bassins et aux caractéristiques du renouvellement de l'air : pourcentage d'air neuf, déshumidification, emplacement des bouches de soufflage, d'aspiration etc. Lorsqu'il n'est pas possible de mesurer en continu la trichloramine, il est préconisé de recourir à deux sondes de CO<sub>2</sub> afin de moduler le débit d'air neuf avec un minimum correspondant à 700 ppm de CO<sub>2</sub> de plus que l'extérieur avec un renouvellement  $\geq 1$  vol/h. On ne devrait pas dépasser 1 100 ppm de CO<sub>2</sub>, même si la piscine est située proche de sources de pollution.

**GTB** : elle devra réaliser : un minimum d'air neuf hygiénique pendant les heures d'occupation au moyen d'une sonde CO<sub>2</sub> ; un free-cooling pour le confort d'été (automatique par comparaison de température entre une sonde intérieure et extérieure) ; 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).





## IV. LE TRAITEMENT D'EAU

Un enjeu sanitaire et environnemental

Le traitement d'eau de la piscine constitue un enjeu très important pour un bon fonctionnement d'une piscine. Les impacts potentiels sont très importants sur les domaines suivants : environnement (consommation d'eau ; produits chimiques), qualité sanitaire, confort de baignade, transmission de germes et risques chimiques, sécurité. Il est donc primordial de définir un traitement d'eau permettant une conduite optimisée et adaptée à la qualité d'eau disponible, à la configuration de l'établissement, aux usagers visés.

### a) Points de vigilance

Les objectifs de la qualité d'eau doivent être adaptés aux équipements, à la typologie de bassins et à l'usage. La conception du traitement d'eau doit être guidée par la qualité d'eau d'appoint et l'usage qui sera fait du bassin. Les exigences de consommation énergétique et de consommation d'eau doivent être définies en cohérence avec les exigences de qualité d'eau. Des exigences de qualité d'eau, au-delà des valeurs réglementaires, vont avoir un coût environnemental et financier. Pour autant, un traitement d'eau performant va permettre de diminuer la consommation d'eau totale et donc les consommations énergétiques associées :

**Figure 26: Tableau sur les consommations en fonction de la qualité du traitement d'eau (Source : Piscines publiques, de la conception au fonctionnement, ANDES & EDF)**

Piscine référence	Conso. eau (m <sup>3</sup> /an)		Conso. énergie(MWh ef/m <sup>2</sup> /an)			Coût (€)
	Cons. totale	Cons. réglementée	Chauffage	Électricité	Cons. totale	Cons. fluides
Mauvais traitement d'eau	25 152	20 517	2 060	510	2 570	232 947 €
Traitement d'eau moyen	21 255	16 620	2 000	510	2 490	216 550 €
Traitement d'eau performant	16 943	11 078	1 890	510	2 400	198 414 €

Les points de vigilance concernant le traitement d'eau sont listés ci-dessous :

#### - Traitement de l'eau

- Qualité d'eau d'appoint
- Adaptation des traitements selon eau d'appoint
- Respect de la réglementation
- Suivi et traçabilité

#### - Conception adaptée

- Hydraulicité du bassin et des circuits
- Filtration
- Stripping

#### - Exploitation quotidienne du bâtiment

- Propreté et nettoyage des plages
- Hygiène et sensibilisation du public

- Formation des opérateurs au traitement de l'eau et à son suivi
- Consommation énergétique

De nouvelles dispositions réglementaires s'appliquent à l'ensemble des piscines publiques et privées à usage collectif depuis le 1er janvier 2022.

## b) Problématiques et solutions techniques

### QUALITÉ DE L'EAU D'APPOINT

L'eau d'appoint est généralement de l'eau potable du réseau public. Parfois, des ressources de type eau de forage, source, ... peuvent être utilisées sous réserve d'analyses régulières montrant une qualité conforme à l'usage en piscine par rapport à la réglementation et de l'autorisation donnée par les autorités.

Les caractéristiques de l'eau d'appoint (TH, TAC, Chlorure, salinité, ...) détermineront le choix des produits à appliquer pour le traitement de l'eau (ex : hypochlorite de sodium vs chlore gazeux, Hypochlorite de calcium vs sodium, ozone, pH+ ou pH-, ...) et les objectifs de qualité possibles (ex : chlorures dans l'eau d'appoint) en fonction de la conception de la piscine.

### QUALITÉ DE L'EAU ET RENOUVELLEMENT

L'eau du bassin doit être **renouvelée** : un apport minimum d'eau neuve de 30 litres par jour et par baigneur doit être respecté selon la réglementation. Le Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports recommande d'ailleurs un apport de 50 litres par jour et par baigneur (Guide pratique de l'autosurveillance des piscines, 2008). En réalité, il est difficile (pour des raisons sanitaires) d'atteindre ces seuils de consommations, l'apport d'eau neuve journalier descendant difficilement sous 90 litres dans la plupart des piscines. Pour atteindre des consommations inférieures, cela nécessite de parfaitement maîtriser le traitement d'eau et parfois mettre en place des dispositifs de récupération d'eau (très performants mais également plus coûteux).

L'enjeu économique est élevé car l'eau de piscine est environ trois fois plus chère que l'eau potable froide (source guide Andes-EDF) faisant de ce poste un levier important d'optimisation. Une gestion performante de l'eau et de son traitement engendre des économies importantes sur la consommation de l'eau. La consommation d'eau dans une piscine dépend en réalité de facteurs exogènes qui doivent être pris en compte : Conditions de température et d'hygrométrie de la halle bassin, géométrie de la piscine, profil d'occupation, heures d'ouvertures, hygiène des plages et des usagers, etc.

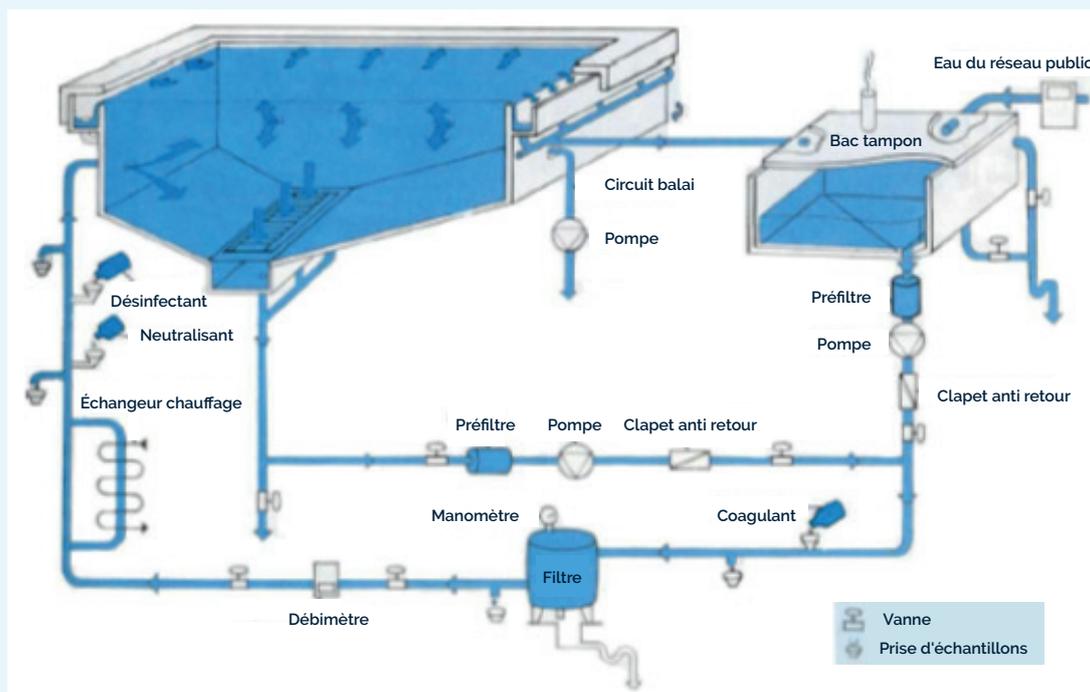
Pour préserver la qualité de l'eau sur le long terme, l'eau doit être recyclée en permanence :

Type de bassin	Durée du cycle de recyclage de l'eau (en h ou min)	
	Avant le 1 <sup>er</sup> janvier 2022	À partir le 1 <sup>er</sup> janvier 2022
Bassin de plongeon	8h	8h
Fosse de plongée subaquatique	8h	8h
Pataugeoire	Nouveau 30min	15min
Bassin de profondeur < 1,5m	1,5h	1,5h
Bassin de profondeur > 1,5m	4h	4h
Bains à remous de volume > 10m <sup>3</sup>	30min	30min
Bains à remous de volume < 10m <sup>3</sup>	Nouveau ///	15min
Bains à remous de volume < 1m <sup>3</sup>	15min	15min
Bassin individuel et sans remous	Nouveau ///	30min
Bassins de réception de toboggan et zones d'arrivée du toboggan	Nouveau ///	1h

Différents types d'hydraulicité sont possibles dans les bassins de piscine : une hydraulicité mixte (reprise de l'eau par le fond et les goulottes), une hydraulicité inversée (reprise de l'eau par les goulottes) ou une hydraulicité classique (reprise de l'eau par le fond de bassin).

La réglementation impose qu'au moins 50% de ces débits de recyclage proviennent d'un dispositif situé à la surface qui élimine ou reprend en continu la couche d'eau superficielle des bassins. L'hydraulicité dite classique est donc de fait interdite. Le reste du volume transite par la ou les bondes de fond. Cette règle ne s'applique pas aux pataugeoires et bassins à vagues pendant la période de production des vagues.

Figure 27: Exemple d'hydraulicité mixte (Sources : DDASS-DRASS Auvergne, 1997)



Au-delà de 200 m<sup>2</sup> de plan d'eau de bassin, le recours à une goulotte de débordement est obligatoire. Le dispositif de reprise peut être constitué d'écumeurs de surface à condition que la superficie du plan d'eau soit inférieure ou égale à 200 m<sup>2</sup>. Dans ce cas :

- Pour les bassins dont la superficie du plan d'eau est inférieure ou égale à 100 mètres carrés, au moins un écumeur de surface est installé pour 50 mètres carrés de plan d'eau ;
- Pour les bassins dont la superficie du plan d'eau est supérieure à 100 mètres carrés et inférieure ou égale à 200 mètres carrés, au moins un écumeur de surface est installé pour 50 mètres carrés de plan d'eau, sous réserve qu'une régulation automatique de la désinfection et du pH soit mise en place ;
- En l'absence de la régulation mentionnée au point ci-dessus, pour les bassins dont la superficie du plan d'eau est supérieure à 100 mètres carrés et inférieure ou égale à 200 mètres carrés ou s'il s'agit d'une pataugeoire ou d'un bain à remous, au moins un écumeur de surface est installé pour 25 mètres carrés de plan d'eau.

Une vidange complète des bassins est assurée au moins une fois par an (arrêté du 7 septembre 2016). Tous les produits et sous-produits de désinfection doivent être neutralisés avant l'opération de vidange. L'arrêté du 7 avril 1981 précisait que l'exploitant devait avertir l'ARS au moins 48 heures avant la vidange des bassins. Cette information doit être transmise aux services chargés de la police de l'eau en cas de rejet au réseau d'eaux pluviales ou au milieu naturel et à la collectivité en cas de rejet au réseau d'eaux usées. **La nouvelle réglementation passe ce délai de prévenance de l'ARS de 48 heures à 7 jours.**

## QUALITÉ DE L'EAU ET DÉSINFECTION

Afin d'assurer l'absence de germes pathogènes et de maintenir la flore totale sous les limites de qualité, l'eau doit être désinfectée. Le maintien d'un certain pouvoir désinfectant en continu doit permettre de faire face à toute entrée de germes lors des baignades. Ainsi la réglementation en France exige que l'eau soit en permanence **désinfectée et désinfectante**.

Il existe plusieurs types de traitements présentés dans le tableau ci-dessous. Différents critères doivent permettre d'orienter vers le meilleur choix de traitement chimique.

	Qualité d'eau	Mise en oeuvre/ exploitation	Sécurité	Potentiel de génération de chlore combiné	Coût (OPEX)	Coût (CAPEX)
Chlore gazeux	Adapté pour une eau d'appoint à pH élevé	+++	- (nécessite une formation et des locaux adaptés)	--	+	-
Eau javel (hypochlorite) de sodium	Adapté pour une eau d'appoint à pH acide	++	-	--	+	+
Chlore généré par électrolyse	Adapté pour une eau d'appoint à pH acide, attention si présence d'inox	+	+	--	+	-
Hypochlorite de calcium	Adapté pour une eau d'appoint douce et à pH acide	+	-	--	-	-
Chlore stabilisé	A utiliser pour les piscines extérieures	+	- (risque de stockage)	-	-	+
Brome	Pas de produit autorisé aujourd'hui par la directive biocide					
Ozone	Adapté pour les eaux avec peu de bromures seulement	-- Attention à la surface nécessaire, réservé pour les grosses installations	-- (nécessite un bon niveau de compétences)	+	++	--

## LE TRAITEMENT AU CHLORE

Les piscines traitant l'eau au chlore doivent respecter plusieurs normes. Pour du chlore stabilisé, la quantité de chlore disponible par litre d'eau doit être supérieure à 2mg/litre et ne pas dépasser 5 mg/litre. En ce qui concerne le chlore non stabilisé, cela doit être compris entre 0,4 et 1,4 mg par litre d'eau.

Le chlore libre mesuré par la DPD (ou chlore disponible en cas d'ajout de stabilisant) est la somme du chlore actif et du chlore potentiel. Seul le chlore actif est désinfectant et doit donc être déterminé à partir des valeurs de pH/ chlore libre.

Le taux de chlore combiné doit quant à lui être inférieur à 0,6mg/litre. Cependant, de nombreux pays européens ont abaissé ce seuil réglementaire à 0,2mg par litre d'eau compte tenu des risques liés à l'exposition aux chloramines. Rappelons que le traitement au chlore requiert une maîtrise du pH du bassin, qui doit être compris entre 6,9 et 7,7.

## LES PISCINES TRAITÉES À L'OZONE

Pour l'ozonation, les conditions d'application doivent respecter la réglementation du 7 avril 1981 (temps de contact de 4 min à 0,4 mg/L) : un document normatif (NF S52-011) précise les règles de l'art en termes de conception, maintenance et sécurisation du process et des locaux.

L'ozone a un pouvoir oxydant fort sur la matière organique et les microorganismes, ce qui permet d'éliminer les précurseurs des dérivées chlorés et de désinfecter l'eau. Toutefois, l'ozone n'a pas un pouvoir rémanent, (persistance tout au long du circuit) et son usage n'est pas suffisant dans le contexte de la réglementation française pour s'affranchir de l'application de chlore.

Il est à noter que l'ozone doit être appliqué sur le cycle de l'eau, avant filtration (pré-ozonation) ou après filtration (post-ozonation) mais doit dans tous les cas être totalement éliminée avant retour au bassin. En préozonation, seule la propriété oxydante de l'ozone est utilisée tandis qu'en post ozonation, les temps de contact et la qualité de l'eau permettent d'aller rechercher non seulement le pouvoir oxydant mais aussi les propriétés désinfectantes de l'ozone. Il n'y a donc pas d'intérêt à utiliser l'ozone en préozonation.

## SUIVI ET SURVEILLANCE

La réglementation définit des références de qualité et des limites de qualité. La qualité de l'eau des bassins est réputée conforme lorsqu'elle respecte les limites de qualité portant sur des paramètres microbiologiques et physico-chimiques. Des références de qualité, portant sur des paramètres microbiologiques, physico-chimiques et organoleptiques constituent des seuils de vigilance pour la personne responsable de la piscine.

On distingue deux types de suivi :

- L'autocontrôle réalisé par l'exploitant. Un suivi doit être réalisé régulièrement par l'exploitant pour assurer le maintien de la qualité de l'eau en conformité avec la réglementation. La fréquence est imposée, selon les types de bassins et établissements, par la réglementation et le contrôle doit être consigné dans le carnet sanitaire (résultats d'analyses, fréquentation, relevé compteurs d'eau et débitmètre, maintenance, actions correctives si dérive...). Les paramètres d'analyse à suivre sont les suivants : chlore actif et combiné, Acide isocyanurique en cas d'utilisation de chlore stabilisé, ozone si utilisé, pH, température, transparence.
- Les analyses (bimestrielles pour les installations de type A et trimestrielles pour les installations de type B) de surveillance sont réalisées par l'ARS.

La nouvelle réglementation diminue d'un facteur deux la fréquence des analyses si la piscine est équipée d'analyseurs en ligne de pH et de chlore qui doivent fonctionner en continu et être vérifiés tous les mois.

## LES SOUS-PRODUITS DE DÉSINFECTIONS ET RISQUES ASSOCIÉS

Le chlore (ou autres oxydants tels que les dérivés du chlore, du brome ou de l'ozone), indispensable au traitement de l'eau des bassins publics, génère des résidus et sous-produits lorsqu'il est au contact de polluants humains tels que la peau morte, des cheveux, l'urine et la sueur. Ces dérivés, répartis en deux principales familles de composés, peuvent nuire à la santé de l'homme. Les chloramines ou chlore combiné (monochloramine, dichloramine et trichloramine ou trichlorure d'azote) ainsi que les trihalométhanes (chloroforme, bromoforme, ...) se retrouvent dans l'eau du bassin.

Les trihalométhanes et la trichloramine sont très volatiles et se retrouvent dans l'air de la halle bassin et éventuellement dans les locaux techniques. Ils sont dangereux pour la santé : les trihalométhanes sont cancérigènes et présentent une toxicité pour la reproduction tandis que l'exposition à la trichloramine peut engendrer des troubles respiratoires irritatifs et allergiques (Guide ANSES 2010).

Ces sous-produits peuvent être apportés en partie par l'eau potable.

Pour prévenir ces maladies pour les professionnels et réduire les inconforts pour les usagers, un renforcement de leur suivi dans l'eau est prévu par la nouvelle réglementation tandis que des recommandations ont été établies pour la qualité de l'air (Trichlorure d'azote <0,3 mg/m<sup>3</sup>). Au-delà de cette surveillance, il est important de mettre en place des bonnes pratiques et/ou dispositifs permettant de limiter et d'éliminer ces polluants de l'eau. Des exigences de qualité et techniques sont de plus en plus présentes dans les cahiers des charges pour les projets de rénovation, et parfois avec des limites bien plus faibles que celles qui ont déjà été établies pour préserver la santé. L'atteinte de ces objectifs/performances de qualité supérieure ne pourra se faire qu'au prix de technologies complexes et coûteuses (optimisation, temps à passer). La combinaison des objectifs (économie eau + chlore combiné) peut se révéler non cohérent avec l'état des technologies existantes. L'atteinte des objectifs est également dépendante de la typologie et usages du bassin.

## MAITRISE DES CHLORAMINES

Divers procédés sont adaptés pour éliminer les chloramines de l'eau. Un taux de chlore combiné maîtrisé dans l'eau limite la présence de trichloramines (volatiles) dans l'air et permet des économies d'eau et de traitement d'air. La lutte contre la trichloramine dans l'air est un enjeu majeur qui sera maîtrisé par hygiène, propreté, traitement efficace, strippage bien dimensionné, filtration efficace et traitement d'air adapté.

Le meilleur moyen de maîtriser les chloramines dans l'air est de lutter contre la formation de chlore combiné dans l'eau en évitant l'apport de matières organiques par les baigneurs :

- douches savonnées obligatoires avant la baignade,
- port de bonnet de bain et de maillots appropriés
- propreté des plages (par un protocole de nettoyage efficace et régulier)
- zones de circulation dans les vestiaires avec zone de déchaussage, ...
- et en assurant leur élimination par une filtration efficace de l'eau de baignade (cf paragraphe sur la filtration de piscine).

Les impuretés à l'origine de la formation des chloramines restent souvent en surface d'où l'importance d'avoir une hydraulité adaptée et des débits de recyclage importants en surface. Une fois formé dans l'eau, le chlore combiné doit être éliminé afin d'éviter que les formes volatiles et dangereuses pour la santé ne se dispersent dans l'air de la halle bassins. Plusieurs procédés existent, cités ci-dessous par ordre de préférence. Ils doivent être optimisés pour une efficacité maximale :

- le strippage dans les bacs tampon, devenu réglementaire, facile de mise en œuvre, tant sur les nouveaux projets qu'en rénovation.
- le passage de l'eau sur charbon actifs qui permet de capter les molécules chimiques indésirables.
- les déchloramineurs UV



Les avantages et inconvénients de ces différents procédés sont évoqués ci-dessous.

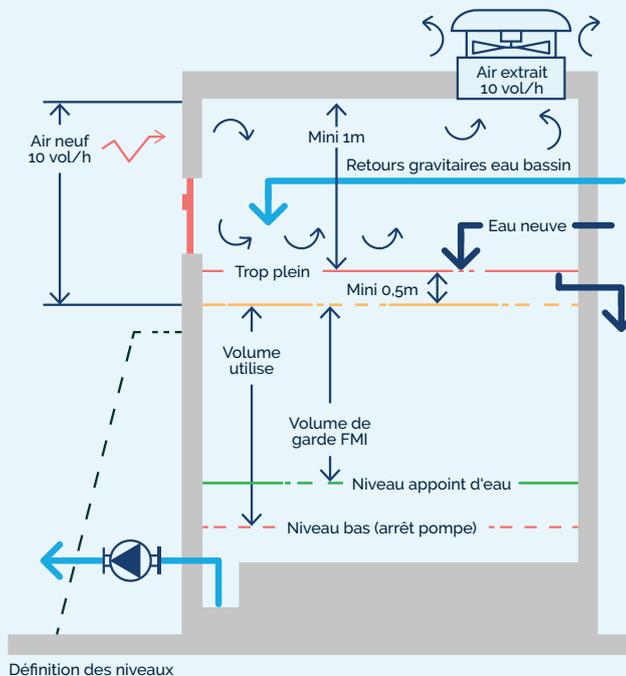
- Strippage ou stripping :

Le stripping est un principe qui, en augmentant la surface d'échange entre l'eau et l'air, permet d'accroître le passage des molécules volatiles de la phase aqueuse à la phase gazeuse. La mise en œuvre de ce principe sur les eaux de piscines est essentielle pour éliminer les trichloramines et trihalométhanes volatiles présents dans l'eau et ainsi faire chuter le chlore combiné.

Le stripping peut consister :

- soit à faire buller une quantité importante d'air en fond de bac tampon,
- soit à disperser en pluie l'eau reprise par les goulottes au niveau du bac tampon.

**Figure 28: Exemple Schéma de principe d'un bac tampon optimisé pour le stripping (source ENGIE Solutions)**



Pour être efficace, le bac tampon doit permettre une hauteur de chute suffisante et disposer d'une extraction d'air adaptée (et une amenée d'air associée, en évitant de laisser ouvert le bac tampon sur le local technique pour éviter les risques de corrosion). Attention toutefois à la qualité de l'air soufflé dans le cas de stripping par bullage, qui peut être source d'apport de germes et de matières organiques si l'air est prélevé dans un local sale.

S'il est correctement dimensionné, le stripping est une méthode simple et facilement réalisable en rénovation pour éliminer la majorité du chlore combiné dans l'eau et donc la présence de chloramines dans l'air de la salle. Sa mise en place constitue l'une des premières actions à envisager/à mettre en place pour résoudre les teneurs en chlore combiné trop élevées.

L'INRS a développé un outil de modélisation sur les teneurs en trichloramines dans le bassin et la salle (AQUAPREV, disponible en ligne <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil55>) qui permet de visualiser l'incidence du stripping sur la qualité de l'eau et les teneurs en trichloramines dans l'air. Un autre outil développé par l'INRS permet de dimensionner l'extraction d'air nécessaire. Ce modèle, confirmé par des

essais terrain, montre que la déperdition de chaleur lors du strippage est minime face aux consommations d'eau et d'énergie qui seraient nécessaires pour assurer une même qualité de l'eau en absence de strippage. **Ce dispositif est devenu une nouvelle exigence réglementaire.**

- Le traitement des chloramine par charbon actif se fait soit par couche sur media filtrant soit en dérivation. Il faudra veiller à la qualité de charbon actif pour éviter une coloration verte de l'eau.
- Traitement UV : les trois chloramines (monochloramine, dichloramine et trichloramine) sont vulnérables à certains rayonnements UV. Il faut néanmoins être vigilant car le traitement UV peut générer des trihalométhanes : la réglementation impose une surveillance des THM dans l'eau et l'air.

## FILTRATION

Le filtre a pour principale fonction d'éliminer les impuretés les plus importantes de l'eau de piscine : c'est donc le poumon de la piscine. La filtration est réalisée grâce à la pompe qui aspire l'eau puis qui la guide vers le filtre. C'est alors à ce moment que l'élimination des impuretés est réalisée par rétention au niveau du média filtrant, en surface ou en profondeur suivant sa typologie. Il existe toutefois une multitude de filtres adaptés à chaque type de piscine.

La filtration se fait dans presque la totalité des cas de haut en bas. L'arrivée de l'eau brute se fait par un dispositif qui assure une répartition homogène sur toute la surface du média filtrant. La vitesse de filtration est un paramètre clé qui va être déterminant sur la qualité d'eau obtenue. Plus la vitesse sera lente, meilleure sera la qualité de l'eau : il faut viser une vitesse d'environ 25 m/h maximum pour les filtres à sable et à billes de verre. Pour les filtres à diatomées, les vitesses sont réduites à 5 m/h.

Pour une filtration en profondeur, il est nécessaire d'avoir une hauteur de média à minima de 1m. La granulométrie du media doit être sélectionnée avec soin pour permettre une filtration efficace tout en limitant la perte de charge du filtre. Le lavage s'effectue à contre-courant avec ou sans insufflation d'air sous pression. La séquence de lavage doit être soigneusement programmée pour permettre un bon lavage du media. Le lavage des filtres doit être lancé suivant la valeur de perte de charge : lorsque la perte de charge atteint 0,8 bar sur les filtres à sable et 0,35 à 0,5 sur les filtres à billes de verre. Il est important d'avoir un matériel de mesure avec la précision suffisante pour détecter l'évolution de la perte de charge. La durée et la fréquence de lavage dépendra de la typologie des bassins, de la fréquentation et doit être évaluée au cas par cas. Elles peuvent être un levier d'économies d'eau mais qui ne devra pas se faire au détriment de la qualité de l'eau (optimisation à risque). Une coagulation – floculation doit être mise en œuvre en amont des filtres à sable pour permettre l'agglomération des impuretés et leur rétention sur le filtre.

	Qualité d'eau obtenue <sup>1</sup>	Maintenance/ manutention <sup>2</sup>	Encombrement <sup>3</sup>	Impact environnemental (déchets, consommation eau et énergie)	Coût (OPEX)	Coût (CAPEX)
Filtre à sable	+	-	-	- (consommation eau)	+	-
Filtre à billes de verre	+	-	-	- (consommation eau)	+	+
Procédés membranaires	+++	-	++	- (rejet, eau, énergie)	+	-
Diatomées/ perlites	++	-	+	- (déchets, rejet de diatomées dans l'eau)	-	-

Des unités d'Ultra-Filtration (UF) sont aujourd'hui mises en place et autorisées par la réglementation pour limiter l'utilisation d'eau pour le lavage des filtres. Au moment du lavage d'un filtre granulaire (à sable ou à billes de verre), les premières eaux sont rejetées et les eaux plus claires sont ensuite envoyées vers l'UF pour les purifier. Les eaux ultrafiltrées sont stockées puis réutilisées pour les lavages des filtres granulaires suivants. Les membranes d'UF utilisées sont en général des membranes organiques. L'utilisation de ces eaux recyclées pour le lavage des filtres va induire de façon indirecte l'augmentation des concentrations en chlorures car le renouvellement d'eau va être diminué : dans le cas d'un bassin en inox, cela peut-être particulièrement critique et doit donc être surveillé avec attention en exploitation.





## V. L'OPTIMISATION DES CONSOMMATIONS ÉLECTRIQUES

Les répartitions des consommations montrent souvent que ce sont les pompes et les systèmes de filtration qui sont le poste plus consommateur en électricité. De très importantes économies d'énergie peuvent être réalisées en installant des variateurs de vitesse sur les pompes de filtration qui permettent un fonctionnement à vitesse et à débit réduits, idéal pour la performance de la filtration. En effet, en traversant lentement le filtre, les particules fines sont mieux capturées. A l'inverse, en augmentant le débit de la pompe, le contre-lavage du filtre sera plus efficace. Le principe est donc de régler la vitesse en fonction des besoins en filtration et en puissance. Ainsi on peut laisser tourner la pompe au ralenti (quand il le faut) pour faire des économies d'énergie.

**Figure 29: Exemple d'un système de filtration**



De plus, l'éclairage efficace des piscines peut réduire la consommation de ce poste de 70% lorsqu'on intègre de l'éclairage LED qui permet d'apporter une réponse forte à la maîtrise de la demande en énergie avec un temps de retour particulièrement faible. Il pourra s'avérer pertinent dans certains cas d'intégrer des systèmes de gestion automatisé de l'éclairage sur certains locaux : détecteurs de présence, graduation de l'éclairage en fonction de la luminosité etc.







## CONCLUSION

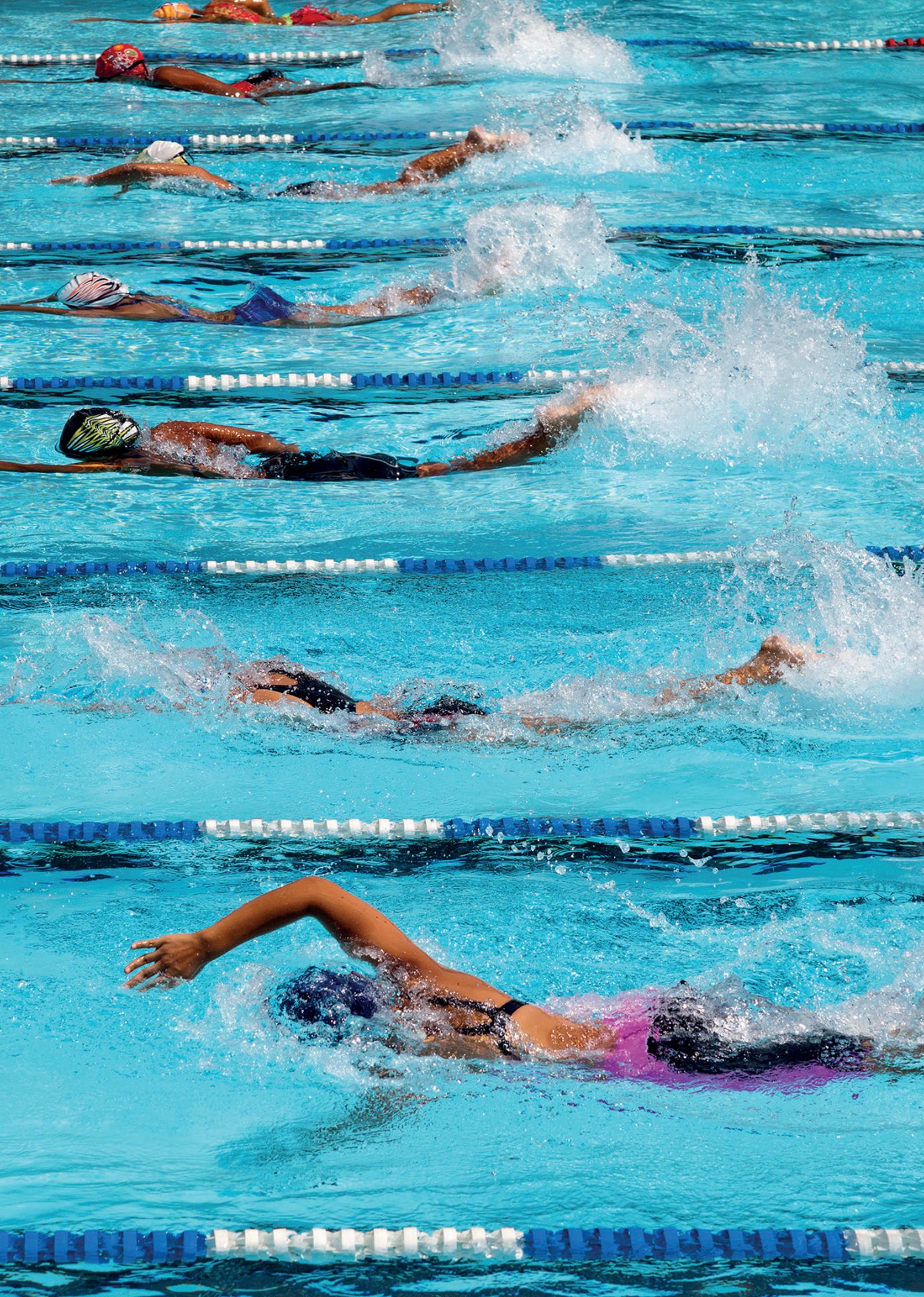
Les atouts d'une rénovation globale et finançable pour être plus attractif

Les coûts d'investissements sont importants pour la réalisation d'un projet piscine et une maîtrise financière et énergétique est la clef d'un projet abouti. Des solutions techniques diversifiées existantes sur le marché permettent une exploitation efficace des installations à condition que celle-ci aient fait l'objet d'une étude fine au préalable.

**Des marchés globaux permettent de prendre l'exploitation en compte dès la phase projet, ainsi l'opérateur du marché pourra garantir une performance énergétique à l'acheteur public notamment grâce au CPE. Les sociétés de service en efficacité énergétique du SNEC ont développé des offres complètes dans ce sens et sont au cœur de l'expertise pour intégrer l'ensemble des prestations d'installation et d'exploitation techniques, dont le traitement et le renouvellement d'eau, le renouvellement et le traitement d'air, le chauffage de l'eau, de l'ECS et d'ambiance des locaux, et permettent non seulement une optimisation globale des coûts d'exploitation techniques, mais aussi une amélioration globale du confort et de la qualité sanitaire.**

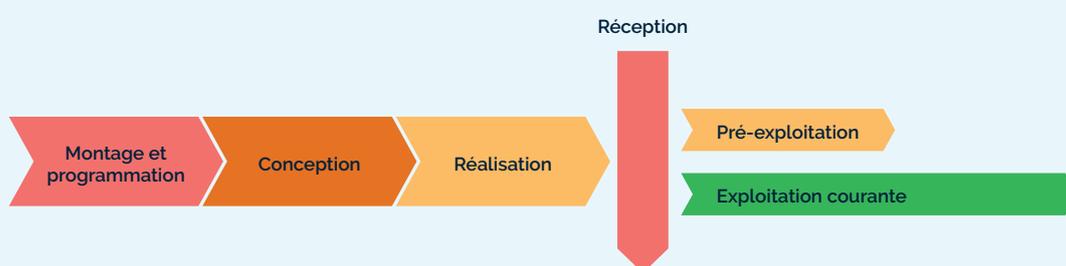
L'objectif de ces contrats est notamment de rééquilibrer financièrement l'exploitation des piscines. Les projets pourront s'appuyer sur des financements par l'Agence Nationale du Sport (avec la condition d'une réduction d'au moins 30% des consommations), par les Certificats d'Economie d'Energie et également par le programme ACT'EAU porté par la FNCCR qui permet de financer une partie des études de faisabilité.

Ainsi la rénovation pourra être le moment privilégié pour développer de nouveaux services complémentaires (salle de gym, prestations annexes...) et rendre le centre aquatique plus attractif en augmentant la fréquentation et en diversifiant les recettes. Dans ce cas, la démarche générale de l'étude de faisabilité est très proche de celle d'un projet neuf et doit se penser dès les phases amont du projet.



Quel que soit le mode opératoire choisi, il est important de souligner que ces projets sont par nature déficitaires tant que le prix d'entrée ne correspond pas aux coûts réels estimés entre 8€ et 12€. L'exploitation commerciale par un délégataire n'apporte aucune garantie de rentabilité économique de l'installation, proposant simplement un transfert de gestion et de risque au prix d'une subvention d'exploitation négociée. La décision du mode d'attribution du marché et de la gestion doit répondre aux contraintes financières et budgétaires de la collectivité.

**Figure 30: Les étapes clés d'un projet de conception ou rénovation d'une piscine**



D'après l'Agence pour la Prévention des Désordres et de l'Amélioration de la Qualité de la Construction (AQC), 80% des désordres constatés sur les premières années d'exploitation (et peut-être aussi sur les suivantes) résultent de dysfonctionnements lors des études de programmation et de conception puis de réalisation d'où l'importance essentielle d'accorder les ressources adéquates à ces phases. En effet un commissionnement réussi peut sembler coûteux mais évite des gaspillages postérieurs. Le temps nécessaire à sa réalisation complète est à prendre en compte et à intégrer dans le planning avant ouverture au public

**Le montage** de l'opération comprend souvent une étude de faisabilité de plusieurs scénarios sur laquelle le maître d'ouvrage se base pour lancer ou non le projet. **La programmation** est une démarche qui vise à rassembler les éléments nécessaires pour passer un marché de qualité. **La pré-programmation** permet au maître d'ouvrage de faire certains choix et de définir le programme. Le maître d'ouvrage peut faire appel à un AMO (Assistance à la Maîtrise d'Ouvrage) pour le guider dans cette démarche. **Une analyse des besoins** est essentielle et doit être menée exhaustivement pour aboutir à un projet répondant à l'intérêt général. Cette analyse a pour but de définir les objectifs attendus, vérifier l'adéquation entre le projet et les besoins, définir les principales fonctions de la piscine, estimer sa capacité pour répondre à la demande. Il faut entre autres se poser des questions sur la typologie de la population qui fréquentera la piscine (scolaire, sportifs...), le territoire couvert et son aptitude à recevoir un tel projet, les services attendus et que l'on veut offrir.

**Le programme** est un document contractuel formalisant les objectifs de l'opération, les contraintes et les exigences à prendre en compte (Programme Technique Détaillé). Il sert souvent de support à la consultation des prestataires et à la mise en concurrence des équipes de Maîtrise d'œuvre (groupement Architectes et BE) si un concours a lieu.

**Le concours, ouvert ou restreint**, est la procédure par laquelle l'acheteur public choisit, après avis d'un jury, un projet. Les participants au concours sont indemnisés selon les modalités prévues par le code des marchés publics. **La conception** débute par la désignation de la Maîtrise d'Œuvre ou de l'opérateur s'il s'agit d'un marché global. Le programme définitif est alors consolidé. Les entreprises du bâtiment rentrent ensuite

en jeu à la suite de leur sélection au cours d'un **appel d'offre**. Elles réalisent les travaux et livrent l'ouvrage au maître d'ouvrage. **Le commissionnement** intervient ensuite pour faire le lien entre la performance réelle, les objectifs programmatiques et les consommations prévisionnelles.

Différents types de marchés (marchés globaux, de services, de fourniture, de travaux) sont envisageables et un choix adéquat est primordial puisqu'il définit d'ores et déjà les interfaces entre les différents acteurs du projet. **Le SNEC recommande de recourir aux marchés globaux car ils ont la particularité de concilier la conception, la réalisation et l'exploitation dès la phase projet** (cf L'enjeu de la rénovation : aboutir à une exploitation efficace dans une approche globale des usages).

Le CPE est une manière de proposer des offres globales dont le but est de garantir la baisse de la consommation d'énergie par rapport à une situation de référence. Il est par définition adapté à la rénovation mais peut être étendu au neuf. Ce terme générique peut être contractualisé selon trois véhicules juridiques, le Marché global de performance énergétique (MPGP), le partenariat public privé (PPP) ou la concession.

- **Marché Global de Performance Énergétique (MPGP) :**

Ces marchés sont issus du besoin d'atteindre des performances énergétiques ambitieuses. Les marchés publics globaux de performance (MPGP) dérogent à la loi MOP et à l'allotissement permettant ainsi des offres globales. Ces marchés permettent d'associer la conception, la réalisation et l'exploitation/maintenance et de s'engager plus aisément sur une garantie de performance énergétique (GPE). En effet les interfaces entre les différents acteurs du projet sont supprimées et l'acheteur public fait face à un opérateur unique, responsable de tenir les engagements énergétiques. Ils se distinguent des Partenariats Public Privés PPP dont la seule motivation est le droit au paiement différé.

- **Partenariat Public Privé (PPP) :**

Le partenariat Public Privé constitue la formule contractuelle la plus complète puisqu'elle permet à l'acheteur public de confier au titulaire le projet ainsi que son financement intégral ou partiel. L'acheteur paye ensuite un loyer, ce qui constitue un paiement différé, modalité interdite pour les marchés publics conventionnels. Il a la particularité de transférer la maîtrise d'ouvrage au titulaire. Ses modalités de rémunération incitent fortement à tenir des performances énergétiques dans la durée.

- **Concession :**

La concession est une des trois formes (avec l'affermage et la régie intéressée) de délégation des services publics (DSP). La concession se distingue du PPP car l'exploitation commerciale de l'installation est intégrée au marché. Une concession peut être partiellement subventionnée. La maîtrise d'ouvrage est confiée à l'opérateur privé (concessionnaire) pour la durée du contrat à la suite de quoi elle est transférée à la collectivité. Le concessionnaire tire sa rémunération des redevances qu'il touche de l'activité commerciale (vente d'entrées). En pratique, ce mode de gestion est utilisé quand la collectivité souhaite faire porter les investissements initiaux au concessionnaire. Cette formule conduit souvent à des tarifs d'entrée plus élevés.

### La garantie de performance énergétique (GPE)

Les engagements de performance accompagnant un marché de travaux et/ou d'exploitation doivent être calculés précisément car ces performances ne doivent pas se faire au détriment du confort et des qualités sanitaires (eau/air) de ces équipements, ces dernières exigences s'étant renforcées ces dernières années). Il faut nécessairement une situation de référence issue d'un plan de mesures suffisamment précis sur une durée suffisamment longue, de préférence un an. Ces mesures qui précèdent tout choix de rénovation devraient comporter à minima les consommations énergétiques et les données hygrothermiques des principales zones de l'établissement.

En plus de réaliser le projet, la collectivité doit définir quel mode de gestion sera le plus approprié par rapport à ses besoins. La construction ou rénovation de la piscine et sa gestion ne sont pas indépendantes. Il s'agit avant tout de décider dans quelle mesure on veut impliquer les acteurs privés et les moyens publics disponibles.

La décision du mode de gestion (et de passation du marché) doit répondre aux contraintes financières et budgétaires de la collectivité. Pour exemple, On constate qu'en 2008, sur 4135 piscines, seules 258 étaient en gestion déléguée, mais on note une tendance forte à la hausse sur les dernières années avec 40 % des nouvelles piscines qui sont gérées par le privé ».

Ce choix dépendra en réalité de la réalité du terrain. Les charges fixes et les charges variables sont fortement liées au choix de l'acheteur public : « politique d'animation, politique associative et en particulier la place des clubs, le positionnement des activités annexes telles que la remise en forme ou la restauration, l'amplitude d'ouverture aux publics, la fonction plus ou moins touristique, la saisonnalité, la taille de la collectivité et sa capacité et/ou sa volonté à assurer la gestion du personnel et de la maintenance, les compétences disponibles» (source : guide EDF).





# TABLES DES ILLUSTRATIONS

<b>Figure 1</b> : Implantation des piscines et années de mise en service (source : res 2017).....	4
<b>Figure 2</b> : Principaux postes de consommation d'énergie (source : guide piscines publiques, de la conception au fonctionnement, andes et edf).....	7
<b>Figure 3</b> : Évolution de l'efficacité énergétique des systèmes énergétiques utilisés dans les piscines (source doc a. garnier).....	8
<b>Figure 4</b> : Étiquette dpe qui pourrait être proposée pour les piscines (source doc a. garnier).....	8
<b>Figure 5</b> : Zone de confort hygrothermique (détaillé).....	10
<b>Figure 6</b> : Les usages, des technologies et des énergies à considérer pour la rénovation énergétique des piscines (source : fédération française de natation).....	12
<b>Figure 7</b> : Schéma de principe du processus de condensation et de récupération de la chaleur latente.....	12
<b>Figure 8</b> : Exemple d'une rénovation d'une chaudière gaz classique par une chaudière à condensation (dome de vincennes).....	13
<b>Figure 9</b> : Piscine municipale solaire- bouches du rhone (13) (source : ezsolaire).....	13
<b>Figure 10</b> : Schéma de principe du cycle de fonctionnement d'une tfp électrique.....	14
<b>Figure 11</b> : Schéma de principe du fonctionnement du tfp à absorption.....	15
<b>Figure 12</b> : Exemple d'une installation biomasse (source : piscine saint-bres).....	16
<b>Figure 13</b> : Les diverses solutions de silo plain-pied.....	17
<b>Figure 14</b> : Schéma de principe d'un réseau de chaleur.....	18
<b>Figure 15</b> : État avant & après d'un calorifugeage des tuyauteries (source : alec 27).....	19
<b>Figure 16</b> : Schéma de principe d'un système de récupération de chaleur sur eaux grises (powerpipe).....	19
<b>Figure 17</b> : Schéma de principe de la technologie dbec.....	20
<b>Figure 18</b> : Principe de la régulation en cascade (source : energieplus).....	21
<b>Figure 19</b> : Dispositif de couverture isotherme motorisée.....	22
<b>Figure 20</b> : Schéma de principe de la circulation de l'air dans une piscine couverte.....	24
<b>Figure 21</b> : Technologie dessiccant cooling.....	25
<b>Figure 22</b> : Système classique de déshumidification et de chauffage par modulation du débit d'air neuf et réchauffage (source doc. a. garnier).....	25
<b>Figure 23</b> : Solution de déshumidification par système thermodynamique avec pompe à chaleur et modulation d'air neuf par cta double flux (source doc. a. garnier).....	26
<b>Figure 24</b> : Solution de déshumidification par machine à absorption et modulation d'air neuf par cta double flux (source doc. a. garnier).....	27
<b>Figure 25</b> : Système enthalpique à 3 batteries (source doc. a. garnier).....	28
<b>Figure 26</b> : Tableau sur les consommations en fonction de la qualité du traitement d'eau (source : piscines publiques, de la conception au fonctionnement, andes & edf).....	30
<b>Figure 27</b> : Exemple d'hydraulicité mixte (sources : ddass-drass auvergne, 1997).....	32
<b>Figure 28</b> : Exemple schéma de principe d'un bac tampon optimisé pour le strippage (source engie solutions).....	36
<b>Figure 29</b> : Exemple d'un système de filtration.....	39
<b>Figure 30</b> : Les étapes clés d'un projet de conception ou rénovation d'une piscine.....	41





## À PROPOS

### **À propos du SNEC - Syndicat National de l'Exploitation Climatique et de la maintenance** [www.snec-energie.fr](http://www.snec-energie.fr)

Le SNEC, membre de la FEDENE, regroupe une soixantaine d'entreprises de services dans le domaine de l'efficacité énergétique. Leur chiffre d'affaires atteint les 3 milliards d'euros. Leurs activités couvrent l'intégralité de la chaîne de valeur de l'efficacité et la rénovation énergétique depuis la conception, les travaux de modernisation, leur financement, l'exploitation et la maintenance, ainsi que la sensibilisation des usagers aux gestes qui contribuent à l'efficacité énergétique. A travers ses adhérents, le SNEC gère 70% du parc collectif résidentiel, soit 82 GW de puissance installée.

### **À propos de la FEDENE – Fédération des services énergie environnement** [www.fedene.fr](http://www.fedene.fr)

À travers sept syndicats professionnels spécialisés par métier, 500 entreprises de services centrés sur l'efficacité énergétique, la performance des bâtiments, la production et la valorisation de la chaleur et de froid renouvelables et de récupération ainsi que le Facility Management et l'ingénierie de projets. Ces services répondent à deux enjeux majeurs de la transition énergétique : la réalisation d'économies d'énergies dans les bâtiments et le développement des énergies renouvelables et de récupération thermique. Les adhérents de la FEDENE proposent et mettent en œuvre des prestations sur mesure, fondées sur des engagements de performances réelles sur le long terme. Le chiffre d'affaires du secteur s'élève à 11 milliards d'euros, dont la moitié est réalisée en France par des entreprises de toute taille (TPE, PME, ETI, GE). Les adhérents emploient plus de 60 000 salariés et proposent des emplois non délocalisables.



