

PISCINES ET CENTRES AQUATIQUES

# L'ENJEU SANITAIRE L'EAU ET DE L'AIR

## 2<sup>e</sup> volet

TEXTE : FRANÇOIS PLOYE PHOTOS & ILLUSTRATIONS : AGENCE COSTE ARCHITECTURES/GUILLAUME GUÉRIN, AQUATIC SCIENCE, PHYTORESTORE/ THIERRY JACQUET, FRANÇOIS PLOYE/AQC, PATRICK TUAL

L'optimisation énergétique de la ventilation et du traitement de l'eau dans les piscines publiques se fait dans le cadre d'une réglementation sanitaire qui tient compte des pics de fréquentation. L'approche atypique « baignade artificielle », mise en œuvre par exemple à Montreuil, vient offrir une alternative salubre au tout chlore.

# DU TRAITEMENT DE



Photo © Agence Coste Architectures / Guillaume Guérin

L'eau du bassin extérieur de la piscine de Montreuil (93) est traitée par une filtration biologique développée par Aquatic Science.

Les piscines publiques font face à de multiples contraintes sur les volets air et eau. Tout d'abord, la réglementation française qui les concerne est très exigeante, non seulement en ce qui concerne le débit minimal d'apport journalier en air neuf mais aussi pour le renouvellement d'eau - 30 litres minimum par baigneur et par jour. Par ailleurs, pour être désinfectante, l'eau des bassins est chargée en chlore, un produit qui se transforme au contact de matière organique en chloramines qui polluent l'air intérieur. Enfin, l'atmosphère humide et corrosive d'un hall bassin a des conséquences néfastes sur la durée de vie des équipements et de la structure ainsi que sur les revêtements intérieurs qui peuvent se dégrader rapidement. Une bonne conception des systèmes de traitement de l'eau et de l'air est donc indispensable. Il faut veiller à une sobriété des consommations en eau et en énergie tout en respectant la réglementation et en veillant au bon confort des usagers et du personnel. Dans les nouvelles piscines, le traitement de l'air et de la déshumidification est assez bien maîtrisé. L'innovation est davantage du côté du traitement de l'eau. La récupération des calories, le recyclage de l'eau, l'usage de nouvelles techniques de filtration et de désinfection de l'eau peuvent ainsi conduire à des installations plus ou moins faciles à exploiter. «*Pour ma part, je considère qu'il existe des systèmes standard qui fonctionnent bien comme la filtration à billes de verre, le traitement de l'eau au chlore gazeux et les bassins inox. Concernant l'innovation, il ne faut pas se contenter de la désinfection à l'ozone qui est difficile à maîtriser pour l'exploitant, mais plutôt jouer pour l'avenir la carte du traitement sans chlore comme le traitement biologique*», assure Jérôme Diot, directeur Développement durable et énergie chez Egis à Tours. Avec l'émergence de nouvelles solutions, l'évolution de la réglementation française est plus que jamais d'actualité.

### En ventilation, déshumidifier et dépolluer

Le traitement de l'air des halls bassins assure à la fois la ventilation avec un apport en air neuf hygiénique, la déshumidification et le chauffage. L'objectif de confort intérieur est une température de l'ordre de 27 °C et un taux d'humidité relative entre 60 et 70 %. Une petite partie des piscines existantes sont encore équipées d'un ancien système de traitement d'air où la déshumidification se fait uniquement avec l'apport d'air neuf. Comme aucun air extrait n'est recyclé, ces systèmes très énergivores garantissent difficilement un niveau de confort satisfaisant. Avec les nouveaux équipements, une partie de l'air extrait du hall bassins est désormais déshumidifiée et recyclée. Ces systèmes de traitement d'air et de déshumidification sont à double flux avec récupération d'énergie et modulation d'air neuf. La déshumidification est devenue le facteur dimensionnant pour le traitement de l'air qui sert par ailleurs à dépolluer l'air des bassins en trichloramines toxiques issus de la réaction entre le chlore et l'ammoniaque des matières organiques présentes dans l'eau. Limiter la pollution de l'air passe par des actions sur l'hygiène des baigneurs (douches savonnées, pédiluves...), le renouvellement



1 Photo © 2019 - François Ploye - AQC

▲ 1 **Pompe à chaleur pour la récupération des calories de l'eau de rejet des bassins intérieurs de la piscine des Murs-à-Pêches à Montreuil (93).**

▶ 2 **Centrale de traitement d'air (CTA) de l'Aquaparc de Saint-Nazaire (44). Les calories pour les batteries chaudes des CTA sont fournies par des chaudières gaz à condensation et l'eau glacée pour la déshumidification par des pompes à chaleur.**

de l'air neuf, de l'eau des bassins et leur déchloramination. Ainsi les ARS (Agences régionales de santé) conseillent un apport minimal de 50 litres par baigneur et par jour au lieu des 30 litres réglementaires. Afin de valider le dimensionnement et le bon fonctionnement des installations de traitement d'air, il est aussi conseillé d'effectuer régulièrement une mesure de la pollution de l'air en composés chlorés dans le hall bassins, ou mieux encore, d'équiper le hall d'une sonde mesurant en permanence la densité de trichloramines dans l'air.

### Optimiser la consommation d'eau

Afin de maintenir la qualité de l'eau des bassins, une partie doit être renouvelée proportionnellement à la fréquentation. Une régulation automatique de la chloration et du pH de l'eau des bassins est conseillée. L'eau consommée dans un centre aquatique comprend aussi l'eau nécessaire au lavage des espaces et l'eau sanitaire. Et d'autres volumes d'eau sont perdus : ce sont notamment l'évaporation, l'alimentation des pédiluves, la ou les vidanges réglementaires, les contre-lavages des filtres et les fuites. Ce sont donc potentiellement de très nombreux m<sup>3</sup> d'eau chauffés



Photo © 2019 – François Ploye – AOC

2

## “La modification de l’obligation réglementaire en termes de vidange des bassins, passant de deux à une annuelle, a contribué à la diminution des consommations d’eau”

qui peuvent ainsi être perdus ou partir aux égouts. Les variables sont la fréquentation et l’entretien. « Pour comparer les piscines, la consommation totale en litres est rapportée au nombre de baigneurs. Les piscines les plus performantes ont un ratio inférieur à 90 litres par jour. Pour être complet, il faut tenir compte des usages (jacuzzi, bassin de nage, etc.) afin d’évaluer la performance des consommations », précise Yves le Mot, directeur général d’Ethis Ingénierie.

La modification de l’obligation réglementaire en termes de vidange des bassins, passant de deux à une annuelle, a contribué à la diminution des consommations d’eau. Depuis septembre 2016, comme l’indique le site gouvernemental sur la simplification administrative, « l’allègement de l’obligation de vidange des bassins de piscine de plus de 240 m<sup>2</sup> met un terme à l’obligation d’effectuer l’opération deux

fois par an, qui datait de 1982. Les progrès sanitaires réalisés ces 30 dernières années permettent d’espacer les vidanges et de réaliser une seule vidange annuelle. Une économie pour l’ensemble des collectivités, estimée à 8,3 millions d’euros par an, est réalisée ; le passage à une seule vidange diminue également les conséquences environnementales ». Pour Yves le Mot, les changements attendus seraient plutôt dans l’autorisation de réutiliser l’eau : « Il est actuellement possible d’utiliser les EP (eaux pluviales) pour les sanitaires mais une dérogation doit être demandée aux ARS pour réutiliser l’eau des bassins in situ. Il est également possible de la mettre à disposition pour autrui pour l’arrosage des espaces verts ou comme eau technique pour le lavage de la voirie. Ainsi à Épinay-sur-Seine (95), les camions de la ville viennent s’approvisionner en eau recyclée provenant du Centre aquatique Canyon. » >>>

## De l'eau désinfectante

Pour respecter la réglementation, l'eau des bassins est filtrée et désinfectée par un traitement qui peut être au chlore ou pas. Elle doit aussi être désinfectante, ce qui est réalisé par un ajout de chlore gazeux ou liquide dans l'eau injectée, neuve ou filtrée. Cette propriété rémanente est indispensable pour détruire les germes pathogènes et les algues. Or l'usage de chlore présente des effets indésirables sur le confort et la santé, et le risque d'accidents est à prendre en compte (fuite de chlore, erreurs de manipulation...). Le traitement de l'eau est complexe à approcher. Y compris avec la désinfection de l'eau à l'ozone, l'injection de chlore demeure obligatoire réglementairement en piscines publiques. Si l'eau est désinfectée à l'ozone, elle doit retourner ensuite au bassin exempté d'ozone, produit particulièrement toxique. Et la filtration pour enlever l'ozone enlève aussi le chlore présent, ce qui demande de réinjecter du chlore. Un point de vigilance est de veiller à une absence totale d'ozone dans les halls bassins. «Avec un traitement par ozonation, la consommation de chlore est réduite mais la consommation d'électricité est plus importante. Néanmoins, l'ozone est une solution intéressante pour les bassins à forte fréquentation. Dans le cas des bassins à fréquentation faible ou moyenne, cette solution est moins pertinente compte tenu de la complexité de mise au point et de maintenance. Il existe alors d'autres alternatives permettant d'obtenir une très bonne qualité d'eau», assure Yves le Mot.

## Choisir le média filtrant

Le choix du substrat pour filtrer l'eau est primordial pour les performances. Le média filtrant le plus simple et le plus standard est le sable, avec lequel il est possible d'obtenir une bonne qualité de filtration s'il est correctement mis en œuvre et opéré. Les performances diffèrent en fonction de la conception globale de l'installation, du type de média filtrant, de la vitesse de filtration, de la hauteur de filtration et la quantité de floculant. La floculation est nécessaire pour rassembler les particules les plus fines en de plus grosses particules qui puissent être filtrées. Constatant que les sujets relatifs aux procédés de traitement d'eau en piscine sont peu appréhendés et que peu d'études existent sur la filtration, Ethis Ingénierie a réalisé une étude comparée des médias filtrants granulaires avec le CNRS pour mieux comprendre les mécanismes physico-chimiques de la filtration et améliorer globalement la performance du traitement d'eau. «Chaque cas doit être étudié de manière spécifique et les critères importants sont les consommations d'eau et d'énergie induites. Les médias filtrants peuvent être classés en fonction de la finesse décroissante du tamis filtrant, d'abord le sable, puis les billes de verre puis un groupe diatomée, céramique, perlite... Parmi ces derniers, l'innovation la plus pertinente et la plus prometteuse en termes de filtration nous semble être la perlite qui est un produit couramment utilisé dans le monde anglo-saxon et qui réduit la consommation d'eau nécessaire au lavage. Nous avons équipé les trois premières piscines publiques en France en 2018 et les résultats tant en termes de consommation que de qualité d'eau sont très concluants», complète Yves le Mot.



3 Local technique de l'Aquaparc de Saint-Nazaire (44). Cuves de stockage de l'eau des bassins pour filtration et désinfection à l'ozone avec ajout de chlore généré par une électrolyse au sel.



4 À Villages Nature Paris (77), l'eau utilisée et phyto-traitée pour la baignade naturelle est issue des eaux pluviales de voiries stockées dans un grand lac artificiel.

## Se passer du chlore avec les plantes

Un des sujets d'avenir est de réduire le taux de chlore, voire de s'en passer complètement. Si la réglementation confirme régulièrement que le chlore est obligatoire dans l'eau des piscines publiques, la situation est différente dans la catégorie des baignades dites « naturelles » privées ou publiques, qui peuvent être non traitées ou traitées en douceur avec de la phytofiltration. Le lagunage associé à un filtrage par des plantes est une technique naturelle possible dans certaines situations, en plein air et dans des sites avec une fréquentation pas trop élevée. L'eau du bassin de baignade est déversée dans une lagune où les plantes absorbent les éléments minéraux en suspension et réalimentent l'eau en oxygène. Puis une pompe renvoie l'eau ainsi traitée vers le bassin d'origine. Le chiffre clef est la fréquentation maximale qui est journalière (FMJ) et non instantanée (FMI) comme pour les piscines classiques, ce qui impose des restrictions de fréquentation.

Plusieurs sociétés commercialisent des systèmes de phyto-traitement avec des exemples de réalisations en baignades publiques, comme BioNova à Beaune Côté Plage (21) avec une zone de baignade de 3000 m<sup>2</sup>, Green Concept avec une baignade publique à Combloux (74) qui accueille jusqu'à 700 personnes par jour ou à Mont-Pres-Chambord (41) avec une surface de 1950 m<sup>2</sup>, ou encore Phytorestore qui vient de réaliser deux baignades naturelles à Lorette (42) et à Villages Nature Paris (77). Pour son procédé Jardins Filtrants, Phytorestore met en avant le fait que les eaux extérieures utilisées pour >>>





Photo © 2010 - François Ploye - AOC

3



Photo © Phytorestore - Thierry Jacquet

4



5 Photo © 2019 – François Ploye – AOC

### Système Aquatic Science.



5 Première passe de filtration mécanique avec filtres à tambour qui créent un tourbillon d'eau pour retirer les particules au-dessus de 30  $\mu\text{m}$ .



6 Deuxième passe de filtration biologique : l'eau circule dans une série de filtres en éponge de céramique servant de substrat aux bactéries qui se nourrissent des matières organiques dissoutes dans l'eau.



7 Cuve pour épurer les phosphates de l'eau.

8 Désinfection par lumière UV et réoxygénation de l'eau.



6 Photo © 2019 – François Ploye – AOC



7 Photo © 2019 – François Ploye – AOC



8 Photo © 2019 – François Ploye – AOC

# MONTREUIL, LA PIONNIÈRE DU BIOLOGIQUE

**La nouvelle piscine municipale construite dans le quartier des Murs-à-Pêches à Montreuil (93) pousse les curseurs environnementaux à fond avec un bâtiment à ossature bois pour les bassins intérieurs et près de 80 % de part d'énergies renouvelables dans le mixte énergétique obtenu avec une chaufferie à granulés de bois, une pompe à chaleur sur air et du solaire thermique et photovoltaïque. Mais la principale innovation vient du bassin extérieur dont l'eau est traitée par le procédé de filtration biologique développé par Aquatic Science.**

L'agence en charge du projet est Coste Architectures assistée de Tual en BET fluides et traitement de l'eau. Au départ l'appel d'offres demandait un phyto-traitement avec lagunage pour le lot filtration du bassin extérieur. Mais ce lot s'est révélé infructueux car la fréquentation journalière maximum autorisée était trop faible. Au troisième appel d'offres, le lot a été ouvert à d'autres solutions que le lagunage et a été attribué à Aquatic Science qui a dû répondre avec une solution sur-mesure là où était prévu le lagunage. *« Il s'agit d'une très belle démonstration mais pas tout à fait standard. Par ailleurs, du fait du choix politique qui demandait de préserver l'emploi, il n'a pas été possible d'automatiser autant que souhaité pour des tâches comme le lavage des filtres, l'ajout de minéraux pour compenser en cas de pluie et globalement pour gérer l'eau avec ses paramètres »*, précise Frédéric Luizi, directeur général d'Aquatic Science.

Une connaissance technique est indispensable pour bien exploiter cette première installation sur-mesure. L'équipe de maintenance a été formée chez Aquatic Science et doit assurer un suivi rigoureux. Le bassin de nage extérieur a connu depuis son ouverture en juillet 2016 deux épisodes de fermeture au public qui étaient liés à des conditions d'utilisations exceptionnelles voire anormales. Une première fermeture en juillet 2017 due à une eau verdâtre a conduit à des ajustements. En particulier des barrières ont été installées entre le bassin et les pelouses afin d'obliger les usagers à passer par les pédiluves, et plus globalement les baigneurs ont été éduqués pour se laver avant d'aller dans le bassin avec un savon au pH neutre fourni à l'entrée. De plus, comme le bassin intérieur n'était pas encore ouvert, la fréquentation dans le bassin extérieur était importante. En août 2018, une

deuxième fermeture a eu lieu suite à la détection d'un taux très légèrement supérieur au seuil réglementaire de bactéries *Pseudomonas aeruginosa* qui peuvent provoquer des infections urinaires, otites, conjonctivites, dermatites ou folliculites. Une petite semaine fut nécessaire pour remettre l'installation en conformité, étant donné qu'il n'était pas possible de résoudre le problème par un choc chloré. *« L'indicateur donnait 100 bactéries pour 100 ml, ce qui ne présentait pas de risques sanitaires, vu qu'il en faut 10 000 pour 100 ml pour développer un risque de conjonctivite. Mais c'est un indicateur de dysfonctionnement de l'entretien et qui, en traitement biologique, indique que la bactérie a colonisé le biofiltre »*, confie Frédéric Luizi. Néanmoins après un temps d'apprentissage, la jauge du bassin extérieur qui était au départ limitée à 675 baigneurs par jour a dépassée 800. ■



Photo © Patrick Tual

Filtration biologique à Montreuil (93) avant pose de la protection visuelle. De gauche à droite, la filtration mécanique, la filtration biologique et le stockage dans la bache avant pompage et désinfection dans le local technique.

les plans d'eau peuvent subir de légères pollutions ponctuelles. Dans le cas de la Baignade de Lorette, l'eau est prélevée dans le Dorlay, une rivière qui est ponctuellement polluée par les eaux usées. Cette eau est entièrement phyto-traitée et envoyée dans la baignade. Une partie de l'eau traitée est même renvoyée dans la rivière avec une qualité améliorée et notamment un taux d'oxygène plus élevé et une absence de nitrate et de phosphate.

## Artificialiser avec le bio-minéral

La filtration par les plantes présente plusieurs contraintes, dont la surface nécessaire, le temps nécessaire au traitement et le maintien de la performance sur la durée. Aussi la société belge Aquatic Science a développé un système artificiel de filtration

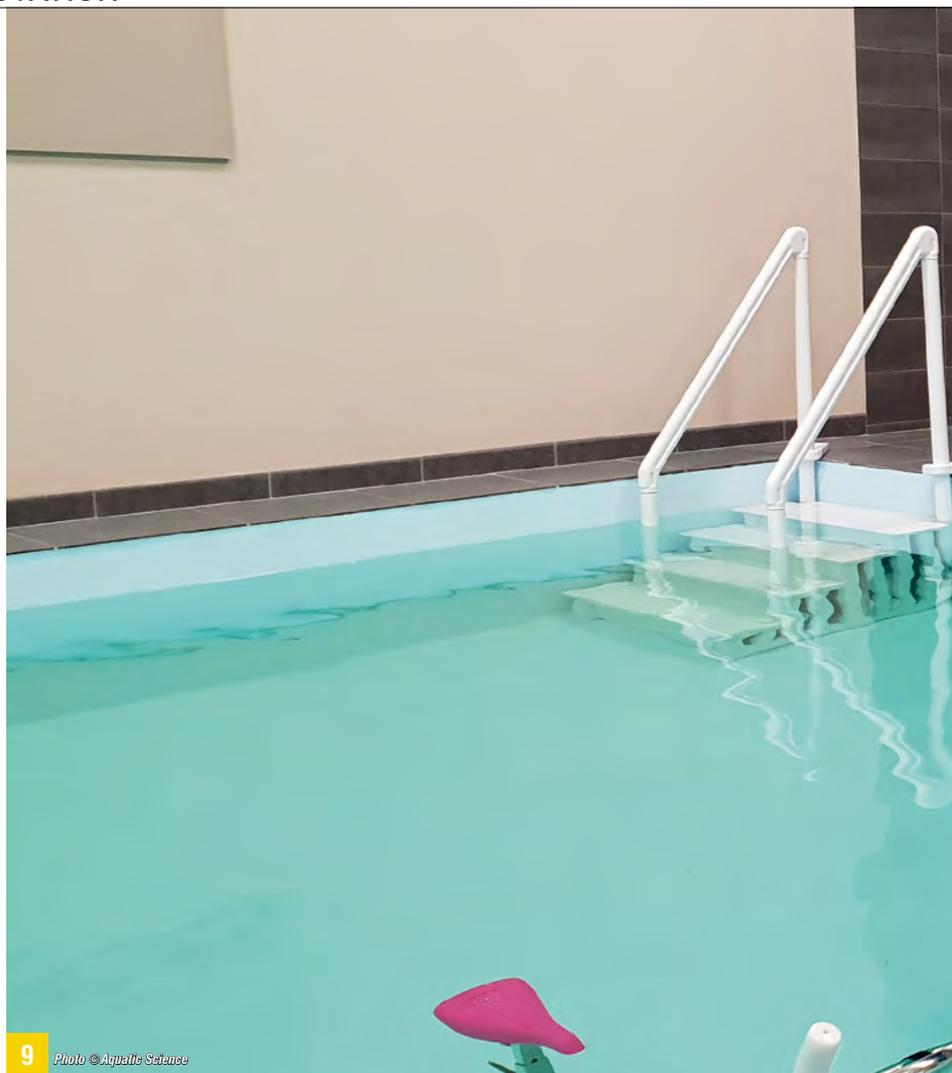
de l'eau dit bio-minéral inspiré du fonctionnement des plantes dont la dernière génération est nommée *Vitii*. Leur référence la plus importante est celle du bassin extérieur de la piscine des Murs-à-Pêche de Montreuil (93), un équipement ouvert au public depuis juillet 2016 et réalisé par l'agence Coste Architectures (voir encadré ci-dessus). Le procédé bio-minéral mis en œuvre démarre par une double filtration mécanique puis biologique avec des éponges de céramique qui servent de substrat aux bactéries qui se nourrissent des matières organiques dissoutes dans l'eau. L'eau est ensuite stockée dans une bache tampon puis pompée dans le local technique. L'eau est alors épurée de ses phosphates, désinfectée à la lumière UV, réoxygénée pour compenser la consommation d'oxygène des bactéries du filtre biologique, >>>

puis repart dans le bassin une fois chauffée par la pompe à chaleur. Le bassin extérieur à Montreuil est considéré comme une piscine naturelle, un bassin de nage en extérieur similaire à un plan d'eau. Cela permet de s'affranchir de l'obligation légale d'ajouter du chlore à l'eau des bassins pour lui donner des propriétés désinfectantes mais oblige à prendre en compte la fréquentation journalière.

Aquatic Science a équipé d'autres projets à plus petite échelle comme des piscines d'hôtels ou de la balnéothérapie. Des références dans ce secteur fonctionnent déjà en Belgique depuis fin 2012 avec de l'eau chauffée à 31 °C. Un premier centre de fitness Aquabecool équipé de la filtration pour piscine *Vitii* a ouvert ses portes en janvier 2019. «Ce n'est pas forcément plus facile qu'avec un grand bassin, car ces petits bassins sont très fréquentés avec des gens qui transpirent et des vélos immergés... L'équilibre de l'eau est plus difficile à établir comme la surfréquentation peut être comparativement plus importante», note Frédéric Luizi, directeur général d'Aquatic Science. Le fabricant insiste sur l'importance du bon entretien et du bon fonctionnement (robots de nettoyage du bassin, pédiluves, barrage filtration, traitement UV avec des ampoules qui fonctionnent...). Avec le traitement bio-minéral qui demande du temps pour se rééquilibrer, il est important de faire du préventif plutôt que du curatif. Aussi la nouvelle génération *Vitii* est automatisée et connectée. Le mainteneur et Aquatic Science peuvent suivre l'installation, mettre en place des scénarios d'exploitation, recevoir des alertes. «Ces piscines biologiques à circuit fermé sont plus compliquées pour la maîtrise d'ouvrage qui doit raisonner en fréquentation journalière et non en instantanée. Cela implique que la piscine peut être fermée dans la journée en cas de forte affluence. Les bassins ludiques sont particulièrement difficiles à gérer avec leur affluence variable. En revanche, la fréquentation des piscines réservées aux scolaires et aux clubs sportifs est contrôlée et leur gestion facilitée. Le traitement biologique représente d'ailleurs un enjeu important pour la Fédération française de natation et pour l'entraînement des sportifs», soutient Jérôme Diot.

### La catégorie des «baignades artificielles»

La nouvelle attendue depuis plusieurs années est la création par décret d'une catégorie intermédiaire dite de «baignade artificielle» qui va apporter un cadre réglementaire aux baignades atypiques ou biologiques. La publication du décret est attendue pour avril 2019. Autre avancée attendue en ce début d'année 2019, Aquatic Science réalise avec le CSTB une étude avec des essais comparatifs sur la filtration biologique. L'idée est d'établir un bilan énergétique comparatif entre le traitement biologique et le traitement chloré de l'eau d'une piscine publique en fonctionnement. Le site de Nantes du CSTB mobilise son bassin instrumenté servant pour les essais où est simulée la présence de baigneurs avec le brassage de l'eau, l'injection de produits physiologiques, etc.,



9 Photo © Aquatic Science



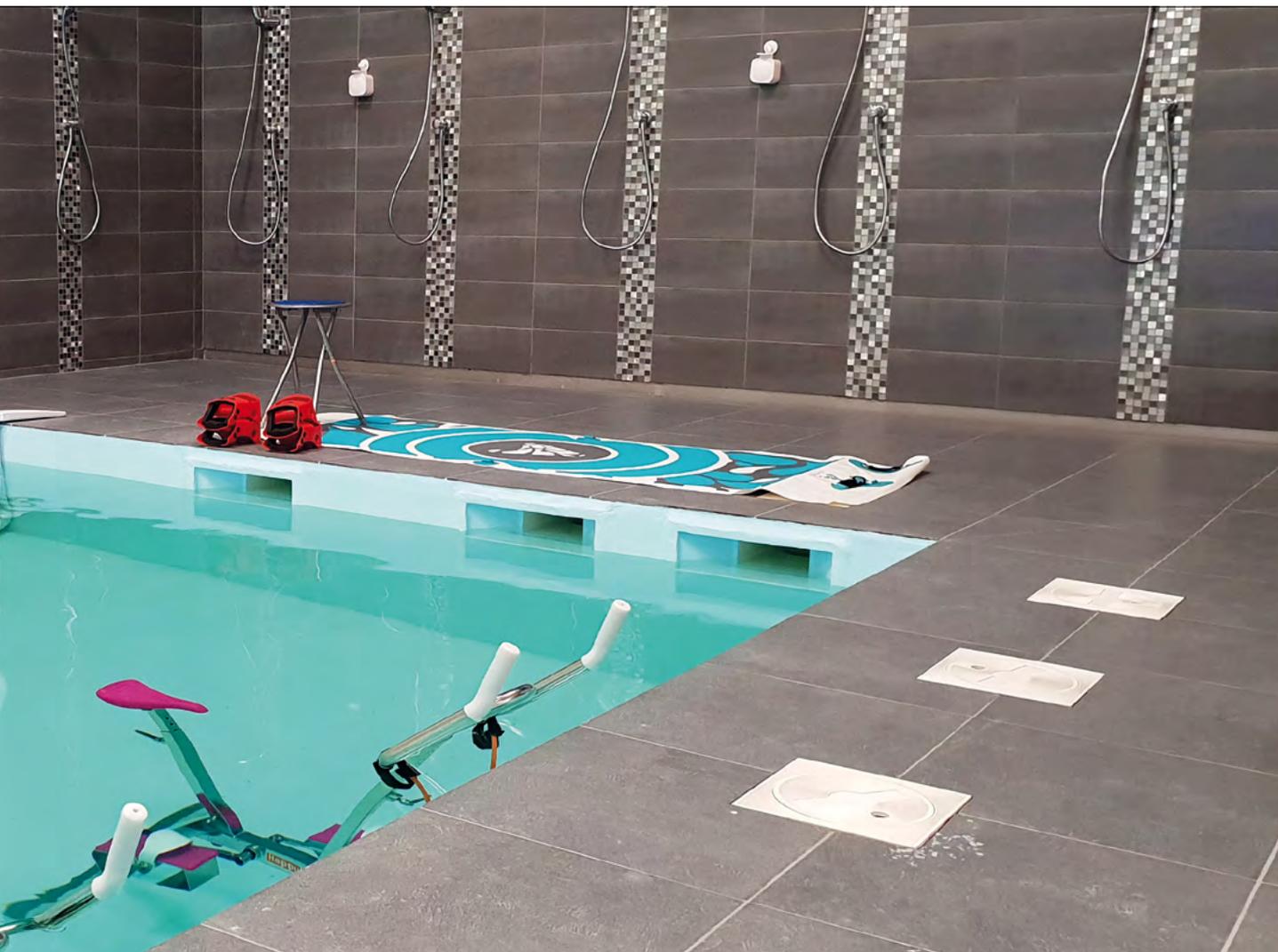
9 Bassin du centre de fitness aquatique Aquabecool dans le Sud de la France, équipé de filtration bio-minérale.



10 Schéma de *Vitii*, la dernière génération de la filière de filtration bio-minérale d'Aquatic Science entièrement automatisée et connectée.

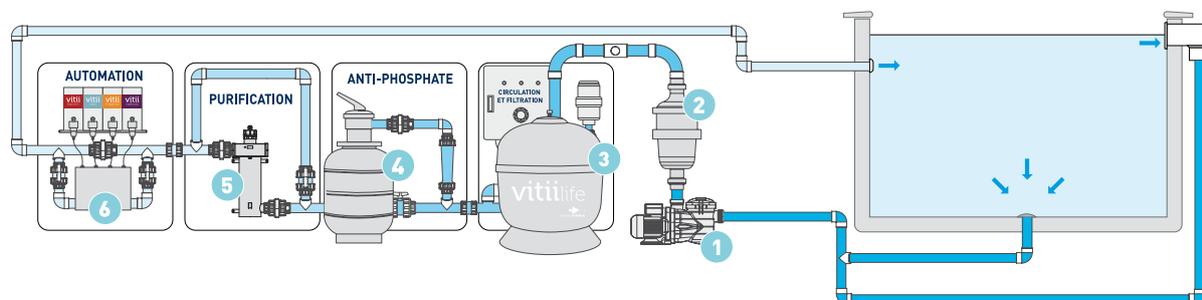
dans l'idée d'obtenir un socle objectif de données. Les tests avec le CSTB se font en deux phases. En premier lieu, une campagne d'essais de référence avec les paramètres convenus (températures de l'eau et de l'air, etc.) a été menée en mode «chloré». La deuxième phase s'effectue avec la filtration bio-minérale installée.

En parallèle, Aquatic Science est sollicité pour fournir le traitement de l'eau du bassin intérieur d'une nouvelle piscine publique dont le chantier doit démarrer en 2019. «La valeur ajoutée du traitement bio-minéral est encore davantage marquée en intérieur qu'en extérieur. En effet, toute une série d'impacts positifs sont induits. L'absence d'odeurs et de chloramines permet de réduire l'apport d'air neuf et donc nécessite moins de chauffage. La consommation en eau est aussi réduite», affirme Frédéric Luizi. La consommation énergétique du traitement de l'air qui n'aurait plus à prendre en compte les chloramines serait réduite. Autre avantage du fait d'un air intérieur moins corrosif sans présence de chloramines dans l'air, le choix est plus large pour les matériaux de la structure et des revêtements intérieurs, avec un recours facilité aux biosourcés. ■



“La nouvelle attendue depuis plusieurs années est la création par décret d’une catégorie intermédiaire dite de baignade artificielle qui va apporter un cadre réglementaire aux baignades atypiques ou biologiques”

## La filtration biologique et minérale Vitii



- 1 Circulation de l'eau.
- 2 Pré-filtration mécanique (particules supérieures à 30 microns).
- 3 Filtration biologique (digestion de la matière organique et des microrésidus de l'eau).
- 4 Phosphoépuración de l'eau.
- 5 Désinfection et épuration de l'eau par UV.
- 6 Automatisation et régulation de l'équilibre de l'eau.

  
aquaticscience

Illustration © Aquatic Science

10