

## BIO-UV GROUP SOLUTIONS DE TRAITEMENT DE L'EAU PAR ULTRA-VIOLETS

En France, toute eau de piscine municipale doit être traitée au chlore pour détruire les pollutions apportées par les baigneurs. Le chlore permet de rendre l'eau désinfectée et désinfectante et ainsi garantir une hygiène de baignade irréprochable. Cependant, au contact des micro-organismes polluants (de type peaux mortes, bactéries, sueur, urine, etc...) le traitement obligatoire au chlore génère des sous-produits de désinfection susceptibles d'affecter la santé humaine. Ces sous-produits se caractérisent en premier lieu par l'odeur de chlore, puis une irritation des yeux, et enfin, une gêne respiratoire. À plus longue exposition, des effets néfastes plus sévères peuvent apparaître.

### LE TRAITEMENT DE L'EAU PAR UV, UN ACTE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ces sous-produits sont formés à partir de la pollution biologique apportée par les baigneurs et la présence du chlore dans l'eau. Ils peuvent être réunis dans deux grandes familles de composés organiques :

- **Les trihalométhanes (THMs)** : le chloroforme ( $\text{CHCl}_3$ ), le dichloromonobromométhane ( $\text{CHBrCl}_2$ ) et le bromoforme ( $\text{CHBr}_3$ ) ;
- **Les chloramines** ou chlore combiné : monochloramines ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ), dichloramines ( $\text{NHCl}_2$ ) et trichloramines (ou trichlorure d'azote,  $\text{NCl}_3$ )

Parmi ces sous-produits, les trihalométhanes et le trichlorure d'azote sont volatils et ont en ce sens un impact direct sur la santé.

**La présence de trichlorure d'azote ( $\text{NCl}_3$ ) est un problème de santé majeur !** En effet, il a été mis en évidence que les enfants nageurs développent des symptômes asthmatiques corrélés avec une exposition cumulée au trichlorure d'azote. Le  $\text{NCl}_3$  est aussi à l'origine de maladies professionnelles reconnues, par le système de Santé, comme l'asthme et la rhinite.

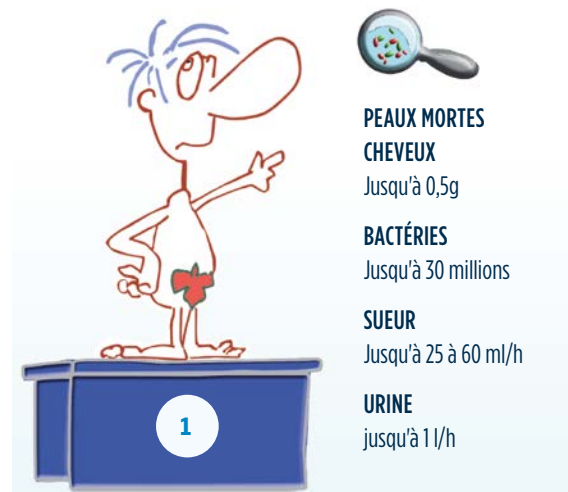
Afin de limiter la présence de sous-produits dans l'environnement de baignade, la législation française impose un taux de **chloramines inférieur ou égal à 0,6 mg par litre**.

**Les trihalométhanes** : les teneurs dans les piscines varient de 0,5 à plus de 500 Qg/l. Le chloroforme fait partie des produits classés comme cancérogènes probables pour l'homme (IRAC, 1998) et sa prolifération dans les piscines doit, autant que faire se peut, s'en trouver maîtrisée.

Si la technologie UV (basse ou moyenne pression) installée dans les systèmes de traitement de l'eau des piscines publiques permet de détruire deux des quatre THMs ( $\text{CHClBr}_2$  et  $\text{CHBr}_3$ ), la moyenne pression constitue en revanche la seule technologie adaptée à la destruction des 3 chloramines.

**Les réacteurs moyenne pression (gamme MP) et basse pression (gamme LP et UV HO) de BIO-UV Group sont agréés par le Ministère des Solidarités et de la Santé pour la déchloramination respectivement depuis 2004 et 2013.** Par ailleurs, ces deux technologies assurent les coûts d'exploitation les plus bas du marché.

### HOMO CONTAMINATUS, PRINCIPALE SOURCE DE POLLUTION



Dessin de Rambaud A.

### LE CONSTAT DES PISCINES ÉQUIPÉES

Le tableau ci-dessous met en évidence la moyenne des valeurs relevées, dans l'eau et dans l'air, des différentes piscines équipées, en relation avec la réglementation en vigueur.

Le traitement par UV apporte de nombreux avantages pour les bassins en intérieur, une désinfection efficace et sûre, une réduction jusqu'à 75% du taux de chlore combiné pour atteindre un niveau moyen de 0,1 à 0,3 ppm, pour une meilleure qualité de baignade. Opter pour le traitement par UV, c'est également faire un choix environnemental car il permet de diminuer la consommation d'eau à renouveler, d'optimiser les coûts de chauffage et de déshumidification, ainsi que de limiter la corrosion.

MILIEU D'ANALYSE : EAU		
Paramètres physico-chimiques	Valeurs relevées	Réglementation en vigueur
<b>Chlore combiné</b> ( $\text{NH}_2\text{Cl} + \text{NHCl}_2 + \text{NCl}_3$ *) <small>Somme des monochloramines, dichloramines et trichloramines en phase liquide</small>	0,2 mg/l  Taux moyen sur l'année quelle que soit la fréquentation (soit jusqu'à 80% de réduction en moyenne du taux de chlore combiné).	< 0,6 mg/l  Arrêté du 7 avril 1981 fixant les dispositions techniques applicables aux piscines - modifié par arrêté du 18 janvier 2002.
<b>Chloroforme</b> ( $\text{CHCl}_3$ ) <b>Dichloromonobromométhane</b> ( $\text{CHCl}_2\text{Br}$ )	<b>Pas d'effet</b>  Les technologies UV n'ont pas d'impact sur les teneurs en $\text{CHCl}_3$ et $\text{CHCl}_2\text{Br}$ (grâce à la maîtrise de la dose UV).  Les valeurs mesurées sont spécifiques à chaque piscine et fluctuent en fonction de la fréquentation, de la chloration, du renouvellement en eau...	<b>Pas encore de norme spécifique aux piscines.</b>  Normes OMS** : Sommes des 4 THMs < 100 µg/l (Somme des valeurs du $\text{CHCl}_3 + \text{CHCl}_2\text{Br} + \text{CHBr}_2\text{Cl} + \text{CHBr}_3$ )
<b>Monochlorodibromométhane</b> ( $\text{CHClBr}_2$ )	<b>Réduction</b> avec des valeurs inférieures au seuil de détection (< 1 µg/l).	
<b>Bromoforme</b> ( $\text{CHBr}_3$ )	<b>Réduction</b> avec des valeurs inférieures au seuil de détection (< 1 µg/l).	

MILIEU D'ANALYSE : AIR		
Paramètres physico-chimiques	Valeurs relevées	Réglementation en vigueur
<b>Trichlorure d'azote</b> ( $\text{NCl}_3$ ) (ou Trichloramines)	<b>Réduction des trichloramines en phase liquide.</b>  Répercussions positives sur le taux de trichloramines en phase gazeuse (=dans l'air).  Les réductions des trichloramines dans l'air sont aussi liées aux caractéristiques de la centrale de traitement d'air, au pourcentage d'air neuf, à la déshumidification, à l'emplacement des bouches de soufflages, des bouches d'aspiration...  Autant de paramètres spécifiques à chaque piscine. Les activités pratiquées favorisent par ailleurs plus ou moins le dégazage du $\text{NCl}_3$ dans l'air.	<b>Pas encore de norme spécifique aux piscines.</b>  Une recommandation INRS*** à < 0,3 mg/m <sup>3</sup> d'air.
<b>Chloroforme</b> $\text{CHBr}_3$ <b>Dichloromonobromométhane</b> $\text{CHCl}_2\text{Br}$	<b>Pas d'effet.</b>  Les technologies UV n'ont pas d'impact sur les teneurs en $\text{CHCl}_3$ et $\text{CHCl}_2\text{Br}$ (grâce à la maîtrise de la dose UV).  Les valeurs mesurées sont spécifiques à chaque piscine et fluctuent en fonction de la fréquentation, de la chloration, du renouvellement en eau, des activités favorisant le dégazage de ces molécules...	<b>Pas encore de norme spécifique aux piscines.</b>  VLE : 10 mg/m <sup>3</sup> ****  VME : 250 mg/m <sup>3</sup> *****
<b>Monochlorodibromométhane</b> $\text{CHClBr}_2$ <b>Bromoforme</b> $\text{CHBr}_3$	<b>Réduction</b> avec des valeurs inférieures au seuil de détection (< 0,03 mg/m <sup>3</sup> d'air).	

\*\* Organisation Mondiale de la Santé (OMS) : OMS (2006a). Guidelines for drinking-water quality, third edition, incorporating first and second addenda, Volume 1 - Recommendations. Genève: OMS, 516 p. / \*\*\* Institut National de Recherche et Sécurité (INRS). / \*\*\*\* INRS (Notes documentaires INRS ND 2098 (2004)). "Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France" et ND 2000-91-03, "Indices biologiques d'exposition". VLE : Valeur limite d'exposition, valeur qui ne saurait être dépassée pendant plus de 15 mn. / VME : Valeur Moyenne d'Exposition. Valeur admissible pour la moyenne dans le temps des concentrations auxquelles un travailleur est effectivement exposé au cours d'un poste de 8 h de travail.

### ASPECTS POSITIFS POUR LES PISCINES ÉQUIPÉES DE LA TECHNOLOGIE UV MOYENNE PRESSION

Les valeurs de qualité d'eau et d'air obtenues après mise en service des appareils :

- ont retrouvé des concentrations conformes aux valeurs données par la réglementation (chlore combiné) ;
- respectent les valeurs de confort préconisées (NCI, THMs) ;
- les valeurs mesurées en THMs pour l'eau et air sont modifiées :
  - a. pas d'effet sur le chloroforme, ni sur le dichloromonobromométhane (EAU et AIR) ;
  - b. réduction des valeurs en dessous des seuils de détection pour le monochlorodibromométhane et le bromoforme (EAU et AIR).
- un gain réel (que l'on pourrait dénommer confort d'ambiance) a été ressenti par les usagers, comme par les professionnels (MNS) et l'exploitant.

Aujourd'hui plus de 4 000 piscines sont équipées du procédé UV moyenne pression dont 2 500 en France.

- Amélioration de la qualité de l'air pour le bien-être et la santé des baigneurs et du personnel, grâce à la réduction des trichloramines (trichlorure d'azote).
- Jusqu'à 60% d'économie d'eau achetée, chauffée et traitée ; selon les bassins, en respectant nos recommandations et en respectant l'arrêté du 7 avril 1981 fixant les dispositions techniques applicables aux piscines (renouvellement en eau moyen atteint alors entre 70 à 90 litres/jour/baigneur, selon établissement).
- Amortissement de l'installation entre 6 et 24 mois.
- Installation facile et rapide.
- Maintenance la plus économique du marché.
- Optimisation des coûts de chauffage et de déshumidification.

#### COMPARATIF DES VALEURS DE LA QUALITÉ DE L'EAU ET DE L'AIR, SANS ET AVEC TRAITEMENT

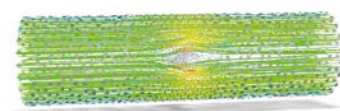
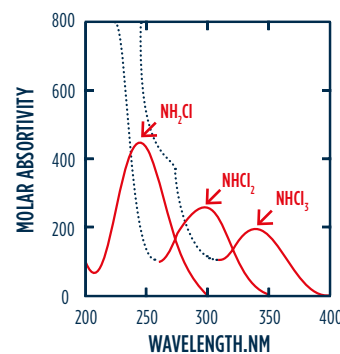
	Niveau de chloramines (mg/l)		Niveau de satisfaction	Renouvellement en eau (m <sup>3</sup> /jour)		Niveau de satisfaction
	Sans traitement UV	Avec traitement UV		Sans traitement UV	Avec traitement UV	
Piscine Louvois Cormontreuil (51)	0,4	0,2	Très satisfait	50	25	Très satisfait
Piscine Olympique Spas Montpellier (34)	0,5	0,1	Très satisfait	200	100	Très satisfait
Centre aquatique de la Pépinière Poitiers (86)	0,4	0,1	Très satisfait	15 à 20	9 à 15	Très satisfait
Complexe sportif de Becheville Les Mureaux (78)	0,5	0,15	Très satisfait	35	20	Très satisfait

#### COMMENT ÇA MARCHE ?

##### CONCEPTION ET FABRICATION

La mécanique des fluides numériques, autrement appelée CFD (Computational Fluid Dynamics), est à la base de la conception des appareils à Ultraviolets. Elle permet de connaître en tous points de l'appareil l'état physique précis de l'écoulement de l'eau. Cette méthode est aujourd'hui reconnue au sein de la communauté scientifique dans ce domaine ; ainsi BIO-UV a qualifié et validé ses outils grâce à des mesures de biodosimétrie suivant des protocoles certifiés de type Önorm (Autriche), NSF (États-Unis d'Amérique) ou DVGW (Allemagne).

**En résumé :** la dose UV est garantie en tous points de l'appareil (et non au point le plus défavorable).



Passage de l'eau dans le réacteur moyenne pression

1. La garantie d'une dose UV-C minimum au point le plus défavorable de la chambre de traitement n'est plus reconnue et acceptée. La dose UV doit être identique en tous points du réacteur tout au long de la durée de vie de la lampe.

#### FONCTIONNEMENT

A. Les chloramines ont des pics de destruction spécifiques (Yinn et Margerum, Inorg. Chem, 1990) :

- **monochloramines** : détruites à 244 nanomètre (nm) ;
- **dichloramines** : détruites à 294 nm ;
- **trichloramines** : détruites à 336 nm.

B. La technologie UV moyenne pression est la seule capable de produire les longueurs d'ondes adaptées.

C. La puissance nécessaire doit être maîtrisée pour éviter les surdosages et garantir une efficacité optimale.

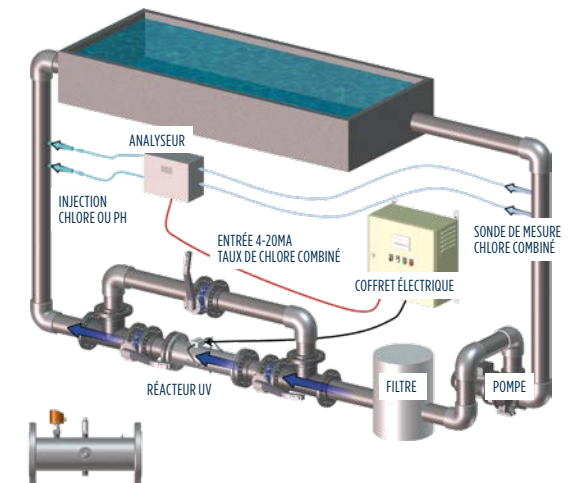
D. La puissance est maîtrisée grâce à un capteur UV et une régulation de puissance, comme spécifié dans le traitement de l'eau potable. Le but est d'avoir une dose UV maîtrisée et optimale tout au long de la durée de vie de la lampe. Régulation de puissance = réduction de la consommation électrique, allongement de la durée de vie de lampe (12 à 14 mois), meilleur rendement UV-C. N'importe quelle lampe émet plus de puissance en début de vie par rapport à sa fin de vie. La dose UV est donc très importante en début de vie de lampe et plus faible en fin de vie, ce qui engendre un rendement UV-C moins optimal. Sans régulation de la puissance de la lampe, il ne peut y avoir une optimisation de la consommation d'énergie.

E. Capteur UV : pour une dose UV maîtrisée. Une dose UV maîtrisée du début à la fin de vie de la lampe est possible grâce à ce procédé technique. Le capteur UV permet en effet de maîtriser la dose. La régulation de puissance couplée au capteur UV permet d'ajuster la dose UV à la juste dose nécessaire pour la destruction des chloramines du début à la fin de vie de la lampe, sans surdosage (risque de formation supplémentaire de sous-produits) et sans sous-dosage (moindre efficacité).

F. Pas de perte du flux lumineux. Grâce à la moyenne pression, la dose UV est maîtrisée. Certains types de lampe UV ont 15% de perte de flux lumineux à 12 000 heures, donc combien à 16 000 heures ?

G. Appareil Compact = Encombrement minimum. Pour des débits de 1 à 80 m<sup>3</sup>/h, les appareils mesurent 400 mm de longueur hors tout. Pour des débits de 80 à 300 m<sup>3</sup>/h : 600 mm de longueur hors tout. Enfin, pour des débits entre 300 et 500 m<sup>3</sup>/h : seulement 800 mm de longueur hors tout.

H. Zone de dégagement de la lampe optimum. Les lampes moyennes pression mesurent 30 cm de long, il faut prévoir une zone de dégagement des lampes de 30 cm seulement. Ce qui n'est pas le cas avec des lampes basse pression qui mesurent plus d'un mètre de long.



I. Appareil mono-lampe. Une seule lampe moyenne pression est utilisée pour des débits de 1 à 500 m<sup>3</sup>/h ; la puissance des lampes allant de 400 W à 5 kW. Pour des débits supérieurs : de 500 à 675 m<sup>3</sup>/h : 3 lampes moyenne pression suffisent. Et de 675 à 900 m<sup>3</sup>/h : seulement 4 lampes moyenne pression.

J. Coûts d'exploitation les plus bas du marché :

- une lampe à changer tous les 12 à 14 mois ;
- consommation électrique annuelle optimale ;
- pas besoin de nettoyage manuel ou automatique de la gaine quartz. Une maintenance manuelle une fois par an, avec un chiffon et un peu d'acide suffit ;
- une économie de plus de 26% (sur 2 ans) par rapport à d'autres technologies multi-lampes. Les économies seront encore plus avantageuses sur 4 ans, 6 ans et plus d'exploitation.

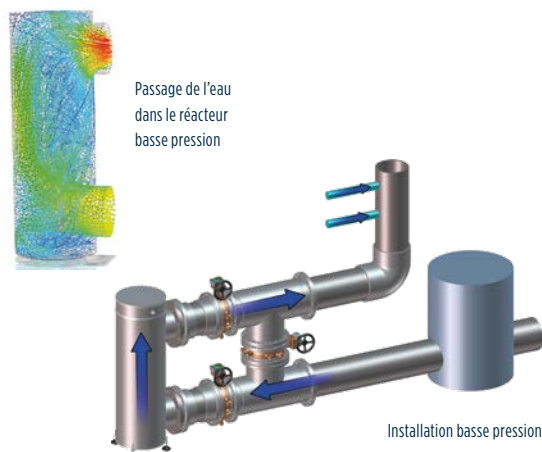
K. Installation. L'appareil est installé :

- après les filtres ;
- sur la totalité du débit de filtration ;
- l'injection des produits de traitement de l'eau doit être réalisée en aval du réacteur.

L'appareil peut être installé verticalement ou horizontalement. L'appareil est fabriqué avec les brides correspondantes au Diamètre Nominal (DN) de la canalisation.

L. Économies d'eau, de chauffage et de traitement comprises entre 30% et 60% : soit un retour sur investissement compris entre 6 mois et 3 ans.

**La moyenne pression est la solution la plus pertinente pour la destruction des 3 chloramines, et plus particulièrement la trichloramine.**



La technologie basse pression utilise plusieurs lampes dont le spectre lumineux est monochromatique (émission unique à 253,7 nm). Ces lampes ont été conçues à l'origine pour détruire les algues, bactéries, virus et autres micro-organismes grâce à leur longueur d'onde. La basse pression représente une solution optimale pour le traitement de petits débits (1 à 80 m<sup>3</sup>/h) avec un coût d'investissement plus faible et une consommation d'énergie moindre.

#### DÉCROISSANCE IMPORTANTE DU CHLORE COMBINÉ GRÂCE À LA LAMPE UV MOYENNE PRESSION (MP)

Hamel, 2007 : Thèse de l'Université Rennes 1. Étude réalisée en laboratoire sur une eau de piscine chlorée.

“L'irradiation par la lampe BP induit – à doses équivalentes – une décroissance moindre que celle observée avec la lampe MP.” Le pourcentage de réduction du chlore combiné est respectivement de 35% avec la basse pression (BP) et de 45% avec la moyenne pression (5 MP) pour les mêmes doses UV appliquées.

Toutes les études précédentes s'accordent sur les points suivants :

- les chloramines sont sensibles à différentes longueurs d'ondes avec respectivement 244 nm (monochloramines), 290-330 nm (dichloramines) et 220, 260 et 337 nm (trichloramines) ;
- la technologie UV monochromatique (253,7 nm) a une action limitée sur les dichloramines et sur les trichloramines, de par son émission unique à 253,7 nm. Elle réduit ainsi une partie du chlore combiné ;
- la technologie UV moyenne pression, de par son large spectre (200 à 400 nm), a ainsi une action globale et optimale ;
- équiper son établissement avec la technologie moyenne pression garantit un investissement optimal.

Pour des coûts identiques (fourniture et pose de l'appareil) aux technologies monochromatiques, la technologie UV moyenne pression :

- détruit les 3 chloramines grâce à ces longueurs d'ondes spécifiques (244, 294 et 336 nm) ;
- détruit 2 des 4 THMs, à savoir le monochlorodibromométhane et le bromoforme ;
- grâce à son encombrement réduit, peut s'implanter, partout même dans des locaux techniques exigus ;
- a les meilleurs coûts d'exploitation du marché, grâce à sa technologie mono-lampe (1 seule lampe jusqu'à 500 m<sup>3</sup>/h de débit à traiter).

#### CONTACT

**Delphine Cassan**  
 Responsable Scientifique Piscine Publique BIO-UV  
 850 avenue Louis Médard,  
 CS 90022 - 34403 Lunel Cedex  
 Tél. : 04 99 13 39 11  
 Mobile : 06 85 46 05 31  
 dcassan@bio-uv.com  
 www.bio-uv.com



1<sup>ère</sup> société française à être agréé par le Ministère de la Santé pour la déchloramination moyenne et basse pression



+20 ans d'expérience  
 3.500 piscines équipées



- Destruction des 3 chloramines (mono, di et trichloramines)
- Réduction jusqu'à 80% du taux de chlore combiné
- Diminution de la quantité d'eau à renouveler
- Installation facile et rapide



www.bio-uv.com

