

# BIO-UV

## SOLUTIONS DE TRAITEMENT DE L'EAU PAR ULTRA-VIOLETS

Afin de détruire la pollution apportée par les baigneurs, et donc de garantir l'hygiène des piscines, un établissement aquatique se doit de traiter l'eau des bassins de façon optimale. Le traitement chimique au chlore (principal désinfectant utilisé en France) a pour but de rendre l'eau désinfectée et désinfectante et donc de garantir l'hygiène des piscines. Mais cette utilisation de chlore, qui est indispensable, génère des dommages collatéraux représentés par des résidus et sous-produits chlorés de désinfection susceptibles d'affecter la santé humaine.



**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 du chlore. Ils peuvent être réunis dans deux familles de composés organiques :

- Les **trihalométhanes** (THMs) : le chloroforme (CHCl<sub>3</sub>), le dichloromonobromométhane (CHBrCl<sub>2</sub>), le monochlorodibromométhane (CHBr<sub>2</sub>Cl) et le bromoforme (CHBr<sub>3</sub>) ;
- Les **chloramines** ou chlore combiné : monochloramines (NH<sub>2</sub>Cl), dichloramines (NHCl<sub>2</sub>) et trichloramines (ou trichlorure d'azote, NCl<sub>3</sub>).

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

**Le trichlorure d'azote (NCl<sub>3</sub>) : c'est le problème de santé majeur**, Bernard et collaborateurs (2003) ont mis en évidence que les enfants nageurs développent des symptômes asthmatiques qui sont corrélés avec une exposition cumulée au trichlorure d'azote. **Le NCl<sub>3</sub> est aussi à l'origine de maladies professionnelles reconnues, par le système de Santé, comme l'asthme et la rhinite (RG 66 bis, JORF, 2003).** (Barbee, 1983; Massin et col., 1998; Lasfargues et col., 1999; Hery et col., 2001; Thickett et col., 2002; Bernard et col., 2003...)

**Les trihalométhanes** : les teneurs dans les piscines varient de 0,5 à plus de 500 µg/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.

Même si la technologie UV moyenne pression ne détruit seulement que deux (CHClBr<sub>2</sub> et CHBr<sub>3</sub>) des quatre THMs, elle constitue en revanche la seule technologie adaptée à la destruction des 3 chloramines.

**HOMO CONTAMINATUS, PRINCIPALE SOURCE DE POLLUTION**



**PEAUX MORTES CHEVEUX**  
Jusqu'à 0,5g

**SUEUR**  
Jusqu'à 25 à 60 ml/h

**BACTÉRIES**  
Jusqu'à 30 millions

**URINE**  
jusqu'à 1 l/h

Dessin de Rambaud A.

**LE CONSTAT DES PISCINES ÉQUIPÉES**

Ce tableau 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.

MILIEU D'ANALYSE : EAU		
Paramètres physico-chimiques	Valeurs relevées	Réglementation en vigueur
<b>Chlore combiné (NH<sub>2</sub>Cl+NHCl<sub>2</sub>+NCl<sub>3</sub>*)</b> <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  <small>Arrêté du 7 avril 1981 fixant les dispositions techniques applicables aux piscines -modifié par arrêté du 18 janvier 2002.</small>
<b>Chloroforme (CHCl<sub>3</sub>)</b> <b>Dichloromonobromométhane (CHCl<sub>2</sub>Br)</b>	<b>Pas d'effet</b>  Les technologies UV n'ont pas d'impact sur les teneurs en CHCl <sub>3</sub> et CHCl <sub>2</sub> 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 <small>(Somme des valeurs du CHCl<sub>3</sub> + CHCl<sub>2</sub>Br + CHBr<sub>2</sub>Cl + CHBr<sub>3</sub>)</small>
<b>Monochlorodibromométhane (CHClBr<sub>2</sub>)</b>	<b>Réduction</b> avec des valeurs inférieures au seuil de détection (< 1 µg/l).	
<b>Bromoforme (CHBr<sub>3</sub>)</b>	<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 (NCl<sub>3</sub>) (ou Trichloramines)</b>	<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 NCl <sub>3</sub> 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 CHBr<sub>3</sub></b> <b>Dichloromonobromométhane CHCl<sub>2</sub>Br</b>	<b>Pas d'effet.</b>  Les technologies UV n'ont pas d'impact sur les teneurs en CHCl <sub>3</sub> et CHCl <sub>2</sub> 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 CHClBr<sub>2</sub></b> <b>Bromoforme CHBr<sub>3</sub></b>	<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 - Recommandations. 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 2190-191-03, "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 admise pour la moyenne dans le temps des concentrations auxquelles un travailleur est effectivement exposé au cours d'un poste de 8 h de travail.

**BILAN 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 (NCl<sub>3</sub>, 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 3 000 piscines sont équipées du procédé UV moyenne pression dont 1 000 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

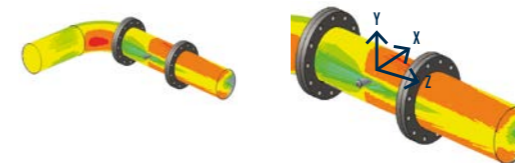
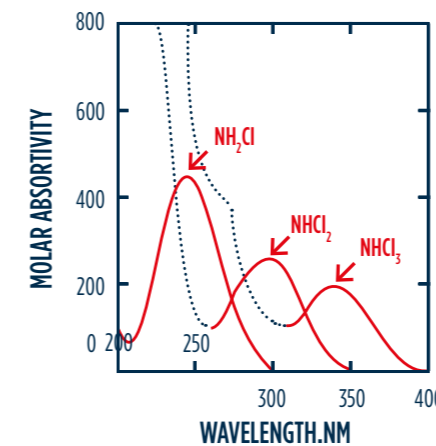
**COMMENT ÇA MARCHE ?**

**CONCEPTION ET FABRICATION**

Certification des performances, dose UV garantie en tous points de l'appareil. 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 biosimétries 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<sup>1</sup>).

**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.

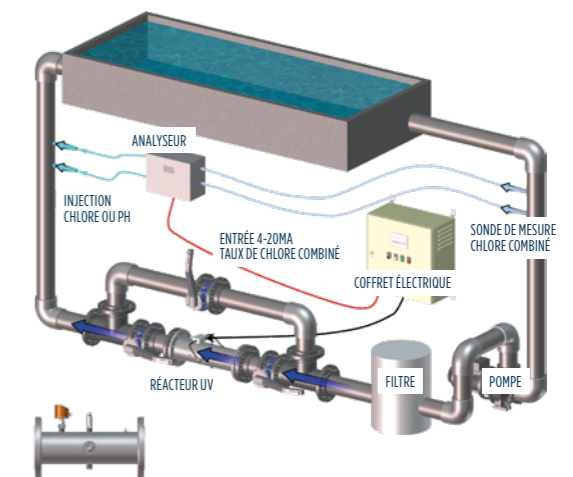
**B.** La technologie UV moyenne pression est la seule capable de produire les longueurs d'ondes adaptées ;

**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 (moins d'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.

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.

**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 seule technologie reconnue dans le monde pour la destruction des 3 chloramines, et plus particulièrement la trichloramine. Dans ce cadre-là, le débat entre moyenne et basse pression n'a pas lieu d'être.**

**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 (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).

1. La combinaison du chlore et des UV Moyenne Pression obtient la meilleure note pour le traitement de l'eau des piscines.
2. Selon l'Analyse Multicritères ou MCA.
3. L'association du chlore et des UV moyenne pression est la méthode qui offre le plus d'avantages dans le traitement de l'eau des piscines.

**LES ÉTUDES TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES SPÉCIFIQUES AUX PISCINES PUBLIQUES**

Les meilleures notes attribuées au traitement de l'eau des piscines : une reconnaissance mondiale. Les 2 tableaux ci-après sont extraits d'une étude néerlandaise (Oesterholt, 2009) qui a évalué les technologies alternatives de désinfection de l'eau de leurs piscines publiques. Étude réalisée selon une analyse multicritères (MCA).

VUE D'ENSEMBLE DES TECHNIQUES ALTERNATIVES DE DÉSINFECTION POUR LES EAUX DE PISCINES PUBLIQUES <sup>1</sup>		
Méthode	Remarques	Note finale <sup>2</sup>
Hypochlorite de sodium + UV (lampes moyenne pression)	UV moyenne pression en débit moyen.	310
Électrolyse au sel	Anode et cathode dans la même chambre (production d'hypochlorite de sodium). Solution de base : 10-15 g/l d'hypochlorite.	305
Hypochlorite de sodium + UV (lampes basse pression)	UV basse pression en débit moyen.	295
Hypochlorite de sodium + ozone (en bypass)	25% by-passés : temps de contact de 15 minutes. Dose d'ozone 7 mg/l : UV pour destruction ozone.	295
Hypochlorite de sodium + charbon actif (PAC)	Dose de PAC de 2 g/m <sup>3</sup> avant le filtre à sable. Sable sur lit filtrant de 0,71-1,25 mm. Rétrolavage 3 fois/semaine.	295
BÉNÉFICES MAJEURS PARMIS LES 5 MEILLEURS CLASSEMENTS DU MCA <sup>3</sup>		
Méthode	Bénéfices principaux selon MCA	
Hypochlorite de sodium + UV (lampes moyenne pression)	Dissociation de toutes les chloramines. Oxydation possible de quelques composants AOX ( <i>Composés organohalogénés adsorbables sur charbon actif</i> ). Facile à réaliser. Impact environnemental faible.	
Électrolyse au sel	Moins de formation de chloramines et d'AOX. Facile à réaliser. Relativement sécurisé.	
Hypochlorite de sodium + UV (lampes basse pression)	Dissociation des monochloramines. Facile à réaliser. Impact environnemental faible.	
Hypochlorite de sodium + ozone (en bypass)	Prévention de la formation des di et trichloramines. Oxydation des monochloramines et AOX. Eau fraîche moyennement requise.	
Hypochlorite de sodium + charbon actif (PAC)	Les chloramines et AOX sont supprimés par absorption. Air frais moyennement requis.	

**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

# BIO-UV

Group

20 ans  
d'expérience  
3.500 piscines  
équipées



**BIO-UV**  
**1<sup>ère</sup> société française et unique fabricant**  
**à être agréé par le Ministère de la Santé**  
**pour la **déchloramination moyenne et basse pression****



[www.bio-uv.com](http://www.bio-uv.com)