

BIO-UV

Solutions de traitement de l'eau par ultra-violet



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_3), le dichloromonobromométhane (CHBrCl_2), le monochlorodibromométhane (CHBr_2Cl) et le bromoforme (CHBr_3) ;
- Les **chloramines** ou chlore combiné : monochloramines (NH_2Cl), dichloramines (NHCl_2) et trichloramines (ou trichlorure d'azote, 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.

Le trichlorure d'azote (NCl_3) : 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_3 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 $\mu\text{g} / \text{l}$. Le chloroforme fait partie des produits classés comme cancérigènes probables pour l'homme (IRAC, 1998) et sa prolifération dans les piscines se doit autant que faire se peut de s'en trouver maîtrisée.

Même si la technologie UV moyenne pression ne détruit seulement que deux (CHClBr_2 et CHBr_2) des quatre THMs, elle constitue en revanche la seule technologie adaptée à la destruction des 3 chloramines.

Homo contaminatus, Principales sources de pollution

Dessin de Rambaud A

PEAUX MORTES CHEVEUX Jusqu'à 0,5g
BACTÉRIES Jusqu'à 30 millions
SUEUR Jusqu'à 25 à 60 ml/h
URINE jusqu'à 1 l/h

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.

Paramètres physico-chimiques	Valeurs relevées	Réglementation en vigueur
Milieu d'analyse : EAU		
Chlore combiné ($\text{NH}_2\text{Cl} + \text{NHCl}_2 + \text{NCl}_3^*$) (Somme des monochloramines, dichloramines et trichloramines*) * En phase liquide	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)
Chloroforme (CHCl_3)	Pas d'effet Les technologies UV n'ont pas d'impact sur les teneurs en CHCl_3 et CHCl_2Br (grâce à la maîtrise de la dose UV).	Pas encore de norme spécifique aux piscines Normes OMS** : Sommes des 4 THMs < 100 $\mu\text{g} / \text{l}$ (Somme des valeurs du $\text{CHCl}_3 + \text{CHCl}_2\text{Br} + \text{CHBr}_2\text{Cl} + \text{CHBr}_3$)
Dichloromonobromométhane (CHCl_2Br)	Les valeurs mesurées sont spécifiques à chaque piscine, et fluctuent en fonction de la fréquentation, de la chloration, du renouvellement en eau...	
Monochlorodibromométhane (CHClBr_2)	Réduction avec des valeurs inférieures au seuil de détection (< 1 $\mu\text{g} / \text{l}$)	
Bromoforme (CHBr_3)	Réduction avec des valeurs inférieures au seuil de détection (< 1 $\mu\text{g} / \text{l}$)	
Milieu d'analyse : AIR		
Trichlorure d'azote (NCl_3) (ou Trichloramines)	Réduction des trichloramines en phase liquide 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_3 dans l'air	Pas encore de norme spécifique aux piscines Une recommandation INRS*** à < 0,03 mg / m ³ d'air
Chloroforme (CHBr_3)	Pas d'effet Les technologies UV n'ont pas d'impact sur les teneurs en CHCl_3 et CHCl_2Br (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...	Pas encore de norme spécifique aux piscines VLE : 10 mg / m ³ **** VME : 250 mg / m ³ ****
Dichloromonobromométhane (CHCl_2Br)		
Monochlorodibromométhane (CHClBr_2)	Réduction avec des valeurs inférieures au seuil de détection (< 0,03 mg / m ³ d'air)	
Bromoforme (CHBr_3)	Réduction avec des valeurs inférieures au seuil de détection (< 0,03 mg / m ³ 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 (NCl₃, 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 et 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.**

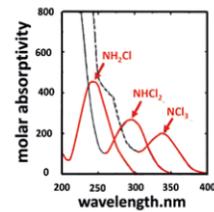
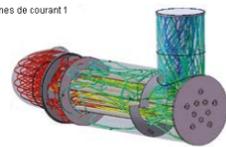
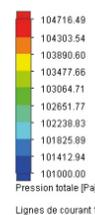
COMPARATIF DES VALEURS DE LA QUALITÉ DE L'EAU ET DE L'AIR, SANS ET AVEC TRAITEMENT

	Niveau de Chloramines (mg / l)		Niveau de satisfaction	Renouvellement en eau (m ³ / 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 biodosimétries 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 défavorable¹).

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) ;
- **Dichloramine :** 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 m³ / h, les appareils mesurent 400 mm de longueur hors tout. Pour des débits de 80 à 300 m³ / h : 600 mm de longueur hors tout. Enfin pour des débits entre 300 et 500 m³ / 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 m³ / h ; la puissance des lampes allant de 400 W à 5 kW. Pour des débits supérieurs : de 500 à 675 m³ / h : 3 lampes moyenne pression suffisent. Et de 675 à 900 m³ / 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 :

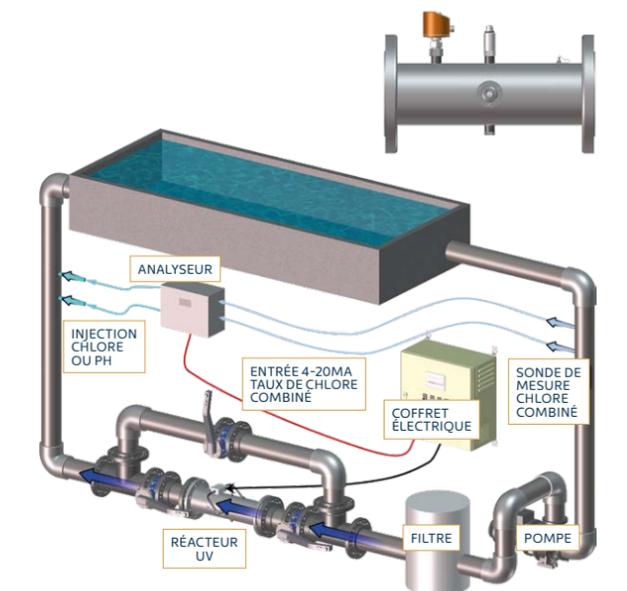
- Après les filtres ;
- Sur la totalité du débit de filtration ;
- L'injection des produits de traitement de l'eau doit être réalisée en aval du réacteur.

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.



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

(Oosterholt, 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*

Méthode	Remarques	Note finale**
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 ³ 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***

Méthode	Bénéfices principaux selon MCA
Hypochlorite de sodium + UV (lampes moyenne pression)	Dissociation de toutes les chloramines. Oxydation possible de quelques composants AOX (Composés organohalogénés adsorbables sur charbon actif). 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.

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 m³ / 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

* La combinaison du chlore et des UV Moyenne Pression obtient la meilleure note pour le traitement de l'eau des piscines. ** Selon l'Analyse Multicritères ou MCA. *** 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.



Plus de 5000 bassins équipés en Europe dont plus de 3000 en France



BIO-UV
1^{ère} société française et unique fabricant à être agréé par le Ministère de la Santé pour la **déchloramination moyenne et basse pression**

Conçu et fabriqué en France



Installations BIO-UV



www.bio-uv.com