

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

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.

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 ( $\text{CHCl}_3$ ), le dichloromonobromométhane ( $\text{CHBrCl}_2$ ), le monochlorodibromométhane ( $\text{CHBr}_2\text{Cl}$ ) 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,  $\text{NCl}_3$ ).

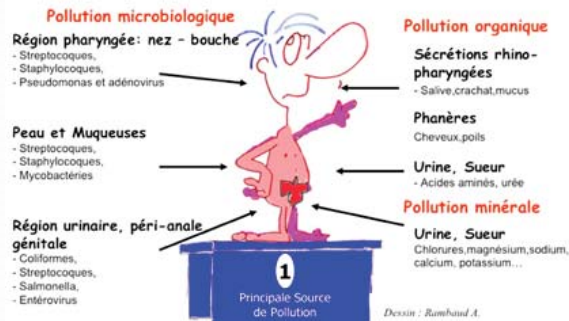
Parmi ces sous-produits les trihalométhanes et le trichlorure d'azote sont volatils et ont en ce sens un impact direct sur la santé.

- **Le trichlorure d'azote ( $\text{NCl}_3$ )** : 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  $\text{NCl}_3$  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  $\mu\text{g/l}$ . 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.

## HOMO CONTAMINATUS



Même si la technologie UV moyenne pression ne détruit seulement que deux ( $\text{CHCl}_3$  et  $\text{CHBr}_3$ ) des quatre THMs, elle constitue en revanche la seule technologie adaptée à la destruction des 3 chloramines

## 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
<b>MILIEU D'ANALYSE : EAU</b>		
<b>Chlore combiné (<math>\text{NH}_2\text{Cl} + \text{NHCl}_2 + \text{NCl}_3</math>*)</b> (Somme des monochloramines, dichloramines et trichloramines*) * En phase liquide	<b>0,2 mg/l</b> Taux moyen sur l'année quelle que soit la fréquentation (soit jusqu'à 80% de réduction en moyenne du taux de chlore combiné)	<b>&lt; 0,6 mg/l</b> (Arrêté du 7 avril 1981 fixant les dispositions techniques applicables aux piscines (modifié par arrêté du 18 janvier 2002))
<b>Chloroforme (<math>\text{CHCl}_3</math>)</b>	<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)	<b>Pas encore de norme spécifique aux piscines</b> Normes OMS** : Sommes des 4 THMs < 100 $\mu\text{g/l}$ (Somme des valeurs du $\text{CHCl}_3$ + $\text{CHCl}_2\text{Br}$ + $\text{CHBr}_2\text{Cl}$ + $\text{CHBr}_3$ )
<b>Dichloromonobromométhane (<math>\text{CHCl}_2\text{Br}</math>)</b>	Les valeurs mesurées sont spécifiques à chaque piscine, et fluctuent en fonction de la fréquentation, de la chloration, du renouvellement en eau, ...	
<b>Monochlorodibromométhane (<math>\text{CHClBr}_2</math>)</b>	<b>Réduction</b> avec des valeurs inférieures au seuil de détection (< 1 $\mu\text{g/l}$ )	
<b>Bromoforme (<math>\text{CHBr}_3</math>)</b>	<b>Réduction</b> avec des valeurs inférieures au seuil de détection (< 1 $\mu\text{g/l}$ )	
<b>MILIEU D'ANALYSE : AIR</b>		
<b>Trichlorure d'azote (<math>\text{NCl}_3</math>)</b> (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 (<math>\text{CHBr}_3</math>)</b>	<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)	<b>Pas encore de norme spécifique aux piscines</b> VLE : 10 mg/m <sup>3</sup> **** VME : 250 mg/m <sup>3</sup> ****
<b>Dichloromonobromométhane (<math>\text{CHCl}_2\text{Br}</math>)</b>	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>Monochlorodibromométhane (<math>\text{CHClBr}_2</math>)</b>	<b>Réduction</b> avec des valeurs inférieures au seuil de détection (< 0,03 mg/m <sup>3</sup> d'air)	
<b>Bromoforme (<math>\text{CHBr}_3</math>)</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 15mn.

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 8h 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 précé-

nisées (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.

	Niveau de Chloramines (mg/l)		niveau de satisfaction	Renouvellement en eau (m³/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

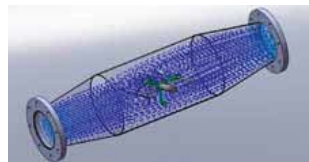
- Amélioration de la qualité de l'air pour le bien-être et la santé des baigneurs et du personnel, grâce à la réduction des trichloramines (trichlorure d'azote) ;
- Jusqu'à 60 % d'économie d'eau achetée, chauffée et traitée ; selon les bassins, en respectant nos recommandations, et en

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

### COMMENT ÇA MARCHE

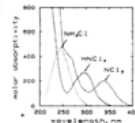


■ Conception et Fabrication  
Certification des performances, dose UV garantie en tous points de l'appareil  
La mécanique des fluides numériques, autrement appelée CFD (Computational Fluid Dynamics), est à la base de la conception des appareils à Ultraviolets. Elle permet de connaître en tous points 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 (Etats-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\*)

\*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) ;

1. Monochloramines : détruites à 244 nanomètre (nm)
2. Dichloramines : détruites à 294 nm
3. 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.** Encombrement réduit lié au nombre de lampe  
Certains types de lampe font plus d'un mètre de long. Il faut donc prévoir une zone de dégagement des lampes de plus d'un mètre. Les lampes utilisées en moyenne pression mesurent 30 cm, et il faut prévoir une zone de dégagement des lampes de 30 cm seulement.

**H.** Nombre de lampes limité.  
Par exemple pour des débits allant jusqu'à 300 m³/h, la moyenne pression utilise une seule lampe. De 300 à 450 m³/h, 2 lampes sont nécessaires, puis 3 lampes de 450 à 675 m³/h, 4 lampes de 675 à 900 m³/h...

**I.** Coûts d'exploitation les plus bas du marché :  
**A.** Une lampe à changer tous les 12 à 14 mois ;  
**B.** Consommation électrique annuelle optimale ;  
**C.** Pas besoin de nettoyage manuel ou automatique de la gaine quartz. Une mainte-

nance manuelle une fois par an, avec un chiffon et un peu d'acide suffi ;  
**D.** 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.

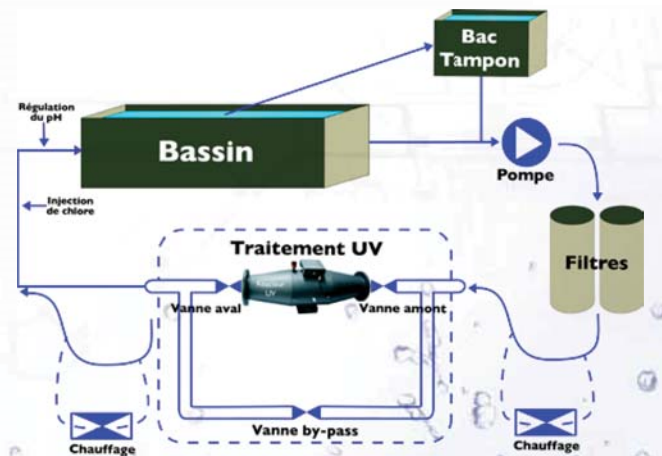
### J. Installation

- 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.

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

**Enfin, tous les fabricants d'UV qui maîtrisent l'ensemble de la technologie UV (c'est-à-dire basse et moyenne pression) proposent tous, la moyenne pression pour la déchloration des eaux de piscine !**



# PARTIE 2

## CHAPITRE 7 FONCTIONNEMENT TECHNIQUE DU BATIMENT

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

#### 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. Etude réalisée selon une analyse multi-critères (MCA).



TABLEAU 1 : VUE D'ENSEMBLE DES TECHNIQUES ALTERNATIVES DE DÉSINFECTION POUR LES EAUX DE PISCINES PUBLIQUES

Méthode	Remarques	Note finale selon l'Analyse MultiCritères ou MCA
Hypochlorite de sodium + UV (lampes moyenne pression)	UV moyenne pression en débit moyen	310
Electrolyse 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 7mg/l : UV pour destruction ozone	295
Hypochlorite de sodium + charbon actif (PAC)	Dose de PAC de 2g/m <sup>3</sup> avant le filtre à sable Sable sur lit filtrant de 0,71-1,25 mm Retrolavage 3 fois/semaine	295

La combinaison du chlore et des UV Moyenne Pression obtient la meilleure note pour le traitement de l'eau des piscines.

TABLEAU 2 : 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.
Electrolyse 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.

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.

■ **Décroissance importante du chlore combiné grâce à la lampe UV moyenne pression (MP)**

Hamel, 2007 : Thèse de l'Université Rennes 1. Etude 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 (5MP) 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 ;

- Equiper 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 :
  - possède toutes les longueurs d'ondes

- spécifiques à la destruction des 3 chloramines (244, 290-300 et 220-260-337 nm)
  - détruit de manière efficace les 3 chloramines
  - a les meilleurs coûts d'exploitation du marché, grâce à son nombre de lampes limité (par exemple : 1 seule lampe jusqu'à 300 m<sup>3</sup>/h de débit à traiter)

**Contact :**  
Delphine CASSAN  
Responsable Scientifique Piscine Publique BIO-UV  
850 avenue Louis Médard - 34400 Lunel  
Tel.: + 33 (0)4 99 13 39 11  
Mobile: + 33 (0)6 85 46 05 31  
Fax : + 33 (0)4 99 13 39 19  
Mail : [dcassan@bio-uv.com](mailto:dcassan@bio-uv.com)  
Sites : [www.bio-uv.com](http://www.bio-uv.com)

**BIO UV**  
Ultraviolet Solutions

NAGER,  
RESPIRER  
DANS UNE PISCINE  
SAINE, C'EST POSSIBLE



Conçu et fabriqué en France

Plus de 3000 bassins équipés en Europe  
dont plus de 1000 en France

**BIO-UV**

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



Installations BIO-UV



**BIO UV**  
Ultraviolet Solutions

