EDITION 2018



CAHIER TECHNIQUE L'OZONE EN PISCINE

Fascicule visant à informer les maîtres d'ouvrage et les bureaux d'Études





Document réalisé sur la base des informations transmises par les membres de FEDAIRSPORT du Groupe de Travail Ozone : <u>www.fedairsport.fr</u>

Ce document ainsi que son contenu sont la propriété de FEDAIRSPORT. Ils ne sauraient être totalement ou partiellement reproduits ni résumés ni être communiqués à des tiers sans le consentement préalable êt écrit de FEDAIRSPORT.

L'ozone dans le traitement de l'eau



Historique

Qu'est-ce que l'ozone?

L'ozone est l'une des formes allotropiques de l'oxygène existant à l'état naturel dans la stratosphère où il est produit par l'action des ultraviolets sur les molécules de dioxygène.

On le retrouve également dans la troposphère où il est généré par la très haute tension électrique dégagée lors des éclairs d'orage.

Dans les deux cas, il se produit une scission des molécules de dioxygène puis un réassemblage des atomes d'oxygène pour former de l'ozone.

Origines de son utilisation industrielle et en traitement d'eau de piscine

La fabrication industrielle de l'ozone remonte au 19ème siècle en France puis en Allemagne. Les objectifs des recherches menées concernaient la stérilisation de l'eau potable par oxydation-désinfection pour les français et le traitement des maladies infectieuses par oxydation pour les allemands.

En France, l'utilisation de l'ozone dans le traitement des eaux de piscines date de 1929.

C'est au Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris à la Préfecture de Paris que l'on doit en 1964, la mise en évidence de l'efficacité de l'ozone dans le traitement des eaux de piscine. Les études scientifiques ont démontré la supériorité de l'ozone dans l'inactivation du virus de la poliomyélite comparativement au chlore (0,4 mg/l d'ozone pendant 4 minutes contre 0,5 mg/l de chlore pendant 30 minutes).

Les recherches ont permis d'identifier clairement les deux phases du principe de l'ozonation « vraie », seule méthode permettant un traitement optimal de l'eau avec l'ozone : l'oxydation puis la désinfection. Cette technique est la plus utilisée pour le traitement de l'eau potable dans le monde.

Contexte

Pourquoi le sujet de l'ozone est-il à nouveau d'actualité ?

L'augmentation significative des maladies professionnelles chez les maîtres-nageurs exerçant dans les piscines traitées au chlore a mobilisé les syndicats professionnels sur les risques sanitaires encourus. De plus, les inquiétudes du grand public sur les méfaits liés à l'exposition des baigneurs aux dérivés chlorés et notamment les bébés-nageurs beaucoup plus sensibles, ont fini par alerter les Pouvoirs Publics sur la nécessité de solutions alternatives.

C'est dans ce contexte que l'utilisation de l'ozone dans le traitement des eaux de piscine connaît un regain d'intérêt depuis une dizaine d'années.



Cadre réglementaire



Réglementation

Les conditions de traitement des eaux de piscine doivent satisfaire aux exigences de la réglementation relative aux dispositions applicables à la sécurité sanitaire des eaux de piscine (code de la santé et arrêté du 7 avril 1981 relatif aux dispositions techniques applicables aux piscines).

Les 2 produits autorisés en piscine sont l'ozone et le chlore.

Il est précisé notamment que l'eau de baignade doit être filtrée, désinfectée et désinfectante. S'agissant de l'ozone, il est précisé qu'il ne doit pas y avoir d'ozone résiduel décelable dans l'eau des bassin et qu'en conséquence, le traitement doit avoir lieu en-dehors des bassins.

Normalisation en cours

Une norme est en cours de finalisation auprès de l'AFNOR et devrait paraître très prochainement.

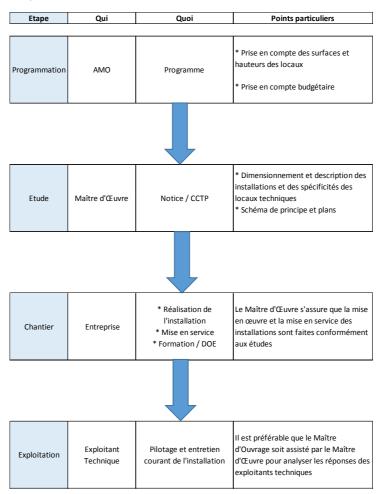


Méthodologie de projet



Méthodologie de projet

- Le choix de la technologie de traitement de l'eau à l'ozone est un choix structurant de projet qu'il convient d'appréhender dès le début. En effet, les équipements nécessitent une certaine emprise dans les locaux techniques qui peut avoir un impact conséquent sur la configuration générale du bâtiment.
- En marché public, l'étape initiale passe le plus souvent par un programme établi par un AMO. Ce programme servira de base à la consultation pour un marché de Maîtrise d'œuvre.
- Lors des études, le Maître d'œuvre dimensionnera et décrira précisément les équipements, et il suivra la bonne mise en œuvre de l'installation par l'entreprise attributaire du lot traitement d'eau, ou par l'entreprise générale.
- Enfin, une exploitation adéquate permettra à l'installation de conserver son efficacité tout au long de la vie du bâtiment. Le Maître d'Ouvrage veillera donc à ce que l'exploitant technique ait bien pris en compte cette dimension dans ses prestations. Ceci passe par une bonne formation, et une maîtrise des contrats de sous-traitance.





Technique de l'ozonation



Le traitement de l'eau par ozonation

Principe d'oxydation-désinfection

Le traitement de l'eau par ozonation repose sur le **principe d'oxydation-désinfection** dans lequel le fort potentiel oxydo-réducteur de l'ozone est exploité.

La pollution organique contenue dans l'eau est oxydée au cours de la phase d'oxydation et la pollution microbiologique est éliminée au cours de la phase de désinfection.

Selon les systèmes mis en œuvre actuellement, l'ozone peut être utilisé **en traitement principal** (oxydation-désinfection) ou en **traitement complémentaire** (oxydation) d'un désinfectant.

Dans le second cas, l'apport d'ozone servira essentiellement à réduire le taux de chloramines et à favoriser la floculation des matières colloïdales sous réserve que son injection soit placée avant la phase de filtration.

Traitement principal par ozonation

Pour qu'il soit pleinement efficace, le traitement principal par ozonation doit être effectué en postfiltration afin d'une part, de ne pas saturer les filtres avec l'ozone et d'autre part, d'éviter de consommer inutilement de l'ozone pour oxyder des matières organiques que le filtre retient naturellement. Le respect des deux phases successives d'action de l'ozone (oxydation puis désinfection), impose de prévoir un traitement compartimenté d'une durée totale de 6 minutes.

La première phase (oxydation) doit garantir un temps de contact de 2 minutes à une concentration finale de 0,2 ppm d'ozone.

La seconde phase (désinfection) doit garantir un temps de contact de 4 minutes à une concentration constante de 0,4 ppm d'ozone.

Avant de retourner vers les bassins, l'eau doit être débarrassée du résiduel d'ozone conformément à la réglementation. Cette opération peut être réalisée naturellement par dégazage à l'aide d'une cascade ou par l'action directe de charbons actifs ou d'Ultraviolets.

Traitement complémentaire par ozonation

En France, il est obligatoire d'assurer le pouvoir désinfectant de l'eau dans les bassins. Pour ce faire, le seul additif à effet rémanent autorisé est l'acide hypochloreux obtenu à partir de produits chlorés tels que le chlore gazeux, le chlore liquide ou le chlore solide. Dit plus simplement : en France, l'utilisation du chlore est obligatoire. Son utilisation sert donc, quoi qu'il en soit, à désinfecter l'eau et à la rendre désinfectante.

Dans ces conditions, il est possible d'utiliser l'ozone comme destructeur de produits indésirables (mono-di-trichloramines, notamment) sans produit secondaire supposé nocif connu.

Le pouvoir oxydant de l'ozone est tel que traiter une petite partie du débit de recirculation est suffisante (environ 30%). La désinfection de ce traitement partiel est réelle, mais ce n'est pas là le but premier recherché.

Outre l'intérêt sanitaire évident pour les usagers, cette fonction permet de mettre en œuvre des équipements plus réduits par rapport à une installation d'oxydation/désinfection de l'ensemble du débit de recirculation.

5
Les économies d'investissement (équipements, surfaces de bâtiment) et d'exploitation (énergie et produits) sont alors conséquentes.



Technique de l'ozonation (suite)



Interactions avec les autres paramètres

Interactions avec les autres paramètres (pH, dérivés chlorés, REDOX, etc.)

pH: interaction quasi-nulle, régulation plus constante.

Floculants : l'ozone possède un pouvoir floculant des matières colloïdales qui permet de limiter, voire supprimer l'adjonction de produits agissant sur la coagulation.

Dérivés chlorés (chloramines et THM) : détruits grâce au pouvoir oxydant de l'ozone.

Potentiel REDOX: l'ozone étant, après le fluor, l'oxydant le plus puissant, il augmente ainsi considérablement le potentiel d'oxydo-réduction de l'eau traitée, bien au-delà de 750 mV, lui conférant un pouvoir bactéricide naturellement rémanent.



Aspects Financiers



Investissement : méthode de calcul du coût d'installation du m³ d'eau à traiter

A l'instar de l'ensemble des systèmes de traitement d'eau, calculer le coût d'investissement d'une installation est dépendant du volume d'eau à traiter.

Tout système se calcule sur la base d'un débit de recyclage horaire exprimé en m³/h.

Ce dernier détermine ainsi le dimensionnement de l'installation et donc son coût.

Il est important de retenir qu'une installation standardisée « clé en main » ne permettra pas d'exploiter tout le potentiel de votre installation. **Une approche au cas par cas est donc indispensable.**

Ceci est d'autant plus important dans le cas d'un ozoneur car il est dépendant de la chaine de filtration souhaitée (pré-ozonation, pré-ozonation partielle, post ozonation, post ozonation partielle), et du système de filtration.

Le calcul du dimensionnement d'une installation doit prendre en compte :

- Définition du volume des deux compartiments de la chambre de contact ozone / eau :
 - Calcul du débit de recyclage = m³/h
 - Définition du temps de mise en contact ozone / eau = ppm (ou mg ozone / L) x min
 - Calcul de la capacité de production de l'ozoneur = g (ozone) /h
- Choix de la technologie de chambre de contact :
 - Gravitaire (en béton)
 - Pression (métallique)

Il est ainsi possible de déterminer un coût d'investissement exprimé en €/ m³ d'eau traitée.

Fonctionnement : méthode de calcul du coût de production d'ozone pour traiter un m³ d'eau (exprimé en kWh), coût d'entretien du générateur

Une méthode de calcul des coûts de fonctionnement consiste à **considérer l'ensemble des charges directes et indirectes relatif au traitement ozone.**

L'objectif étant d'analyser un coût de production exprimée en € / m³ d'eau traitée.

Il est important de noter que, lors de la conception, un plan de comptage (eau et électricité) précis est nécessaire. Il permettra une identification des éventuelles problématiques en exploitation et un suivi spécifique de l'installation.



Aspects Financiers



Charge	s directes			
Achats				
	Electricité (1)			
	Eau de refroidissement			
	Produits de traitement (charbons)			
	Pièces d'usure (tubbings, flexibles, filtre dessiccateur)			
Services extérieurs				
	Maintenance annuelle (2)			
Frais financiers				
	Amortissements			
Charges indirectes				
Achats				
	Eau (selon chlorures)			
	Produits de traitement (surconsommation chlore)			

- 1. La consommation électrique de l'ozoneur se détermine en kWh / m³ d'eau traitée. Elle se calcule à partir de :
 - La production unitaire de l'ozoneur = Watt / g d'ozone
 - La production d'ozone nécessaire au traitement = g d'ozone / m³ d'eau traitée / h
- 2. La maintenance annuelle comprend :
 - nettoyage des tubes diélectriques,
 - remplacement des pièces d'usure
 - réglages des paramètres et ajustement de la courbe de production.
 - · compresseur d'air
 - sécheur

Amortissement : méthode de calcul du retour sur investissement

La durée de vie d'un générateur d'ozone peut varier suivant les marques.

En considérant que l'entretien et la maintenance soient réalisés correctement et que la durée de vie entre marques soit équivalente, un générateur d'ozone utilisé dans des conditions normales d'exploitation peut durer plusieurs dizaines d'années.

Le retour sur investissement doit donc être fait avec une base de référence qui peut-être celle d'un traitement classique au chlore.

Une méthode simplifiée de comparatif de coûts entre les deux types de traitement permettra de définir le ROI.



Aspects Financiers



Support de comparaison possible pour les 2 systèmes

INVESTISSEMENT					
		Chlore	Ozone Chlore		
TOTAL INVESTISSEMENT	1				
EXPLOITATION					
		Chlore	Ozone Chlore		
COUT MAINTENANCE	М				
Eau	Eau				
Electricité	Elc				
Produits traitements	Р				
COUT ACHATS	A: Eau + Elc + P				
Amortissements et coût emprunts	Am				
COUT FINANCIER	F				
COUT ANNUEL EXPLOITATION	X =M + A + F				
ECONOMIE ANNUELLE D'EXPLOITATION	Y = X (chlore) - X (ozone chlore)				

RETOUR SUR INVESTISSEMENT EN ANNEES | Z =Y / I



Tableau de Synthèse



Tableau de Synthèse

Le traitement à l'ozone est une technologie utilisée depuis longtemps pour son pouvoir oxydant et désinfectant ; et ce, dans de nombreux domaines : la médecine, l'eau potable ou encore l'agroalimentaire.

Aujourd'hui maîtrisée dans ces secteurs, l'enjeu de demain est d'en assurer une maîtrise dans les équipements aquatiques.

Cela passe par l'information et la formation en conception et en exploitation, une étude fine au cas par cas ou encore un suivi régulier des installations. Cette approche est, par ailleurs, valable quelque soit le process.

Comme pour tout système, cette technologie comporte des atouts mais également des risques dépendants ou non de votre équipement :

	Points forts dans la chaine du traitement d'eau	Points faibles dans la chaine du traitement d'eau
Facteurs internes	 Forces Performance économique dans le cas d'un dimensionnement adapté Des nuisances olfactives moindres Une ressource « illimitée » : l'oxygène 	 Faiblesses Surconsommations annexes possibles en cas de mauvaise conception : eau, charbon, chlore Absence de rémanence reconnue
Facteurs externes	 Opportunités Vers une évolution de la législation pour la désinfection par l'ozone ? Un coût d'installation en baisse Un niveau de confort inégalé pour les baigneurs et le personnel 	 Menaces Des fabricants titulaires de la maintenance Des erreurs de conception sans formation du personnel Un suivi indispensable en exploitation

Pour toute demande d'information, FEDAIRSPORT vous invite à solliciter les membres des groupes de travail.



Fédération des acteurs des équipements de sports et de loisirs

«Construisons ensemble pour le sport et les loisirs »

Œuvre pour la pleine utilisation des équipements sportifs de qualité dans une logique de Développement Durable





