

Les répercussions de l'utilisation accrue de chloramine dans le traitement de l'eau sur l'industrie de la restauration

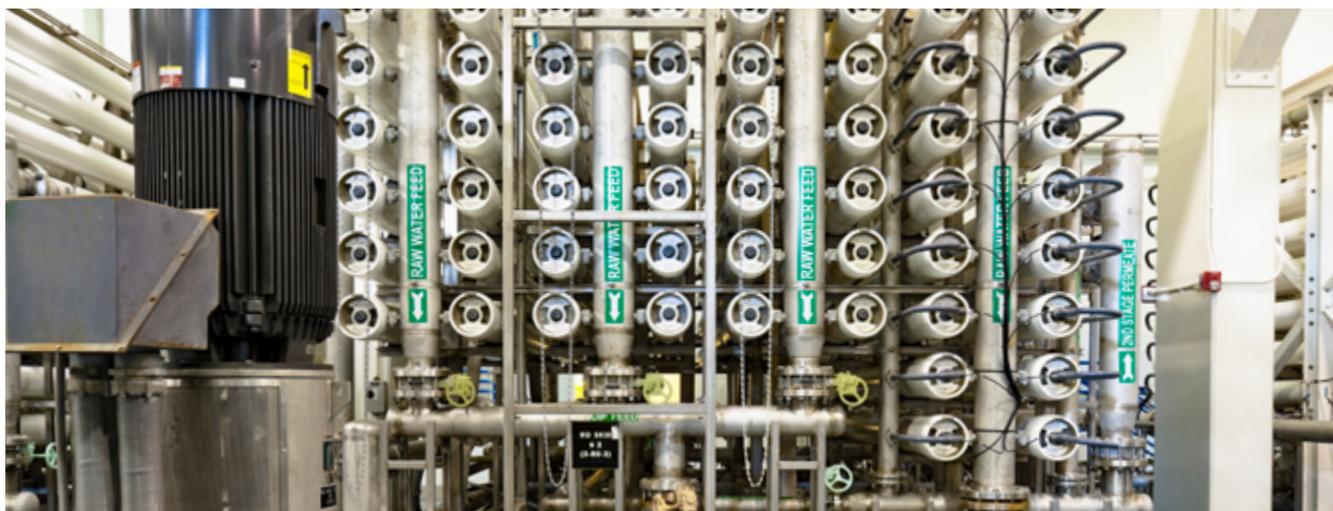
La chloramine est de plus en plus utilisée dans l'approvisionnement public en eau pour la désinfection de l'eau potable. Dans de nombreux cas, la chloramine remplace complètement le chlore en tant que désinfectant ou est utilisée conjointement avec le chlore. Selon un sondage mené par 3M en 2014 auprès de plusieurs grands services d'eau publics aux États-Unis, il a été estimé que plus de 55 % de la population se voyait servir de l'eau potable traitée aux chloramines.

Si les chloramines contribuent considérablement à la réduction des risques pour la santé liés aux maladies hydriques, elles présentent plusieurs inconvénients ou effets secondaires qui peuvent rendre difficile l'exploitation d'un restaurant ou d'une société de restauration. La présence des chloramines dans l'eau municipale a une incidence sur le goût de l'eau potable, des boissons froides et des boissons chaudes comme le café et le thé. Ces boissons comptent parmi les produits les plus rentables qui sont servis et les perceptions négatives du goût peuvent avoir une incidence sur les ventes et la rentabilité des restaurants. Outre leur incidence sur l'esthétique des plats, les chloramines peuvent également corroder et réduire la durée utile des équipements de restauration, comme les marmites à vapeur et les machines à café espresso. Les chloramines étant des agents oxydants très stables, elles sont corrosives.

La plupart des solutions de filtration d'eau pour l'industrie de la restauration utilisent du charbon actif standard et ne sont pas homologuées conformément à la norme NSF 42 pour la réduction des chloramines. Les restaurateurs sont donc vulnérables aux effets néfastes des chloramines dans l'eau. Certains systèmes de filtration utilisent du charbon catalytique pour obtenir l'homologation NSF 42 pour la réduction des chloramines, mais ces filtres à faible capacité peuvent être très insuffisants pour les grands restaurants à service rapide ou les cafés qui ont de très grands besoins en eau.

À l'heure actuelle, les solutions à système unique qui réduisent à la fois le chlore et la chloramine, comme les Filtres d'eau à débit élevé 3M^{MC} de Série CLX, peuvent aider les restaurateurs à servir des boissons savoureuses et à protéger leurs équipements contre les problèmes liés à la chloramine, qui peuvent être particulièrement dispendieux.

Introduction : la désinfection dans l’approvisionnement public en eau



L'eau potable peut provenir de diverses sources d'eau, comme les lacs, les rivières, les réservoirs et les aquifères¹. En raison de la nature omniprésente des microorganismes (tels que les virus, les bactéries et les kystes comme *Giardia* ou *Cryptosporidium*), on en trouve souvent dans l'eau de source. L'eau potable non traitée peut provoquer des effets néfastes pour la santé, tels que des malaises gastro-intestinaux, la diarrhée, des vomissements, des crampes et d'autres risques graves pour la santé.

Partout dans le monde, les services d'eau publics se fient à l'utilisation de désinfectants pour inactiver ou tuer ces microorganismes pathogènes. Les techniques d'oxydation comprennent la désinfection au chlore, à la chloramine, à l'ozone ou au dioxyde de chlore. Parfois, des techniques de rayonnement, comme la désinfection par rayons ultraviolets, ou des techniques de filtration mécanique, comme la séparation par membrane, peuvent également être utilisées.

Depuis toujours, le chlore a été le désinfectant d'eau privilégié par les municipalités et les services d'eau publics partout en Amérique du Nord. Plusieurs décennies d'utilisation ont démontré que le chlore est très efficace pour rendre l'eau plus sûre en tuant les organismes potentiellement dangereux tels que les bactéries et les virus. Plusieurs études ont également démontré une réduction considérable des risques liés aux maladies hydriques causées par les microorganismes présents dans l'eau.

Bien que le chlore ne cesse de contribuer considérablement à la désinfection de l'eau publique, son utilisation suscite quelques inquiétudes. L'un des problèmes que pose le chlore est le fait qu'il peut se dissiper prématurément dans les canalisations de

distribution d'eau et peut ne pas fournir de désinfection aux extrémités de ces réseaux de distribution d'eau. Lorsque cela se produit, la concentration de chlore peut être trop faible pour permettre une désinfection résiduelle adéquate et les microorganismes peuvent alors se frayer de nouveau un chemin dans le réseau de distribution d'eau. Un autre problème potentiel lié à son utilisation est la réaction du chlore avec les substances organiques naturellement présentes dans l'eau, créant certains dérivés cancérigènes tels que les trihalométhanes (THM), les acides haloacétiques (HAA), le chlorite et le bromate².

En vue de contrer les risques associés à la formation de THM dans l'eau, l'Environmental Protection Agency (EPA, l'agence de protection de l'environnement) a mis en œuvre deux importantes « règles sur les dérivés de produits désinfectants ». Ces règles précisent les limites en termes de quantité de ces dérivés de produits désinfectants réglementés qui peuvent être autorisés à être présents dans l'eau potable et, par conséquent, limitent l'exposition à ces dérivés de produits désinfectants. Pour satisfaire à ces règles et pour réduire les dérivés de produits désinfectants, de nombreux services d'eau publics ont remplacé le chlore par la monochloramine comme désinfectant secondaire. Cette décision a été prise parce que l'eau traitée à la monochloramine contient des niveaux réduits de dérivés de produits désinfectants réglementés par rapport à l'eau traitée au chlore et à la chloramine et parce qu'elle est moins réactive qu'est le chlore lorsqu'il est combiné avec des matières organiques naturelles. Les services d'eau publics qui passent du traitement au chlore au traitement à la monochloramine signalent une diminution des préoccupations des consommateurs concernant les dérivés de produits désinfectants³.

La chloramine et sa prédominance

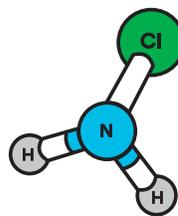
Les chloramines se forment en ajoutant du chlore et de l'ammoniac à l'eau potable. Les différents types de chloramines pouvant se former sont la monochloramine, la dichloramine, la trichloramine et les chloramines organiques. La monochloramine est l'espèce prédominante formée lors de la désinfection de l'eau potable, car la dichloramine, la trichloramine et les chloramines organiques sont produites à des concentrations beaucoup plus faibles que la monochloramine et le contrôle de la chimie de l'eau permet au service d'eau public d'optimiser la formation de la monochloramine.

Des concentrations typiques de chloramine de 0,5 ppm à 2 ppm (parties par million) se trouvent dans les réserves d'eau potable où la chloramine est utilisée comme désinfectant primaire ou pour fournir un résidu de chlore dans le réseau de distribution d'eau. Aux États-Unis, les résidus de chloramine varient de 0,6 ppm à 5 ppm et 75 % des services publics ont une eau prête au débit dont les concentrations de résidus de chloramine se situent entre 1 ppm et 3 ppm en entrant dans le système de distribution d'eau.

Au cours des 15 dernières années, diverses études ont été menées aux fins de déterminer la prédominance des chloramines dans l'eau potable publique. Des rapports antérieurs de l'EPA indiquaient que plus d'un Américain sur cinq recevait de l'eau désinfectée aux chloramines. Depuis lors, l'utilisation des chloramines a augmenté en Amérique du Nord.

La chloramine est également utilisée pour la désinfection dans plusieurs pays ou régions à l'extérieur de l'Amérique du Nord. On a constaté que certaines zones de Londres et de l'Écosse au Royaume-Uni, certaines zones de Sydney et de l'Australie occidentale, certaines zones de Shanghai, de Beijing et de Guangzhou en Chine et certaines zones en Finlande, en Israël et en Espagne utilisaient des chloramines pour la désinfection.

Pour les régions où les données sur la qualité de l'eau locale ne sont pas disponibles, des méthodes d'analyse du chlore libre et du chlore total peuvent être utilisées pour confirmer si l'eau contient de la chloramine. Une méthode d'analyse du chlore total fournit une lecture totale du montant de chlore libre et de chloramine (c.-à-d. le chlore combiné) dans l'eau. Il faut donc mesurer à la fois le chlore total et le chlore libre, puis prendre la différence des deux mesures pour obtenir la concentration de chloramines.

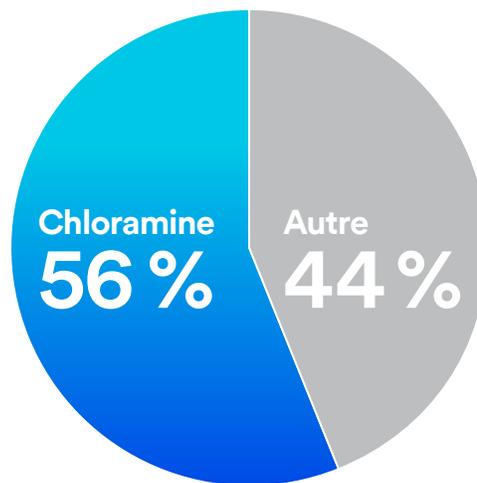


Les provinces du Canada utilisant la chloramine

Selon Santé Canada, la plupart des systèmes d'approvisionnement en eau potable au Canada maintiennent un résidu de chloramine inférieur à 4 mg/l dans le réseau de distribution, ce qui indique l'utilisation de chloramines dans les provinces comme l'Ontario, la Colombie-Britannique, le Québec, la Saskatchewan et la Nouvelle-Écosse⁴.

L'eau traitée aux chloramines aux États-Unis

Selon un sondage mené par 3M en 2014 auprès de plusieurs services d'eau publics (chacun desservant plus de 100 000 personnes) aux États-Unis, il a été estimé que plus de 55 % de la population des États-Unis recevait une eau potable traitée aux chloramines.



Traitement de désinfection de l'eau

Étude américaine de 3M de 2014

L'effet de la chloramine sur l'eau potable dans les industries de la restauration

Les effets néfastes de la chloramine se répartissent en deux grandes catégories :

- **Esthétique** : Provoque un goût et une odeur désagréables dans l'eau potable et les boissons chaudes et froides.
- **Corrosion** : En tant qu'agent oxydant, la chloramine peut corroder de nombreux matériaux de plomberie ou équipements de restauration. La chloramine peut endommager les joints toriques et les joints d'étanchéité des équipements de restauration, ce qui peut entraîner une défaillance prématurée de l'équipement et/ou la nécessité d'un entretien non programmé.

Corrosion du métal

Pour les matériaux métalliques de plomberie ou les équipements de restauration qui sont passivés et susceptibles d'avoir développé des dépôts d'oxyde de plomb, les changements de désinfectant (passage aux chloramines) sont susceptibles de provoquer une augmentation notable de la lixiviation du plomb lorsque le passage aux chloramines est mis en œuvre.

Dans une étude menée par les chercheurs de la Water Research Foundation (Fondation pour la recherche sur l'eau)⁵, sept métaux différents (cuivre, laiton, bronze, trois types de brasures et acier doux) ont été exposés à différents niveaux pH (de 6 à 8), de chlore (0,5 ppm et 5 ppm), de chloramines (0,5 ppm et 5 ppm) et d'ammoniac (<10 ppm). Ils ont mesuré la corrosivité à l'aide de méthodes de pesée, d'analyses électrochimiques et de courants galvaniques sur des éprouvettes ou des segments de tuyaux exposés à des désinfectants et ont tiré les conclusions suivantes :

- Le chlore et les chloramines accélèrent la corrosion du cuivre et de ses alliages à un pH de 6, mais provoquent une corrosion minimale à un pH de 8.
- Une augmentation de la concentration de désinfectant peut augmenter la corrosion du cuivre et de ses alliages à un pH de 6
- La corrosion du cuivre et des alliages de cuivre par le chlore libre ou combiné était la plus importante pour le laiton, suivi du cuivre, puis du bronze
- La présence de chlore libre ou combiné n'a pas entraîné de corrosion par piqûres sur les surfaces en cuivre ou en alliage de cuivre dans les conditions mises à l'essai lors de ce projet
- La présence d'ions ammonium ne produit aucune augmentation perceptible de la corrosion sur les surfaces en cuivre ou en alliage de cuivre.

- Ni les soudures au plomb ni les soudures sans plomb ne sont substantiellement influencées par la présence de chlore libre ou combiné aux niveaux de pH communs aux systèmes de distribution
- En concentrations égales, le chlore libre est légèrement plus corrosif que les chloramines sur le cuivre et ses alliages. Cependant, les concentrations résiduelles sont plus élevées dans les systèmes de distribution qui sont désinfectés au chlore combiné, par rapport au chlore libre. Par conséquent, les systèmes qui passent à la désinfection à la chloramine peuvent connaître des taux de corrosion plus élevés en fonction des niveaux de pH.

Effets néfastes sur les élastomères

Une étude de l'American Waterworks Associations Research Foundation (Fondation de recherche des associations américaines de distribution de l'eau) montre que la chloramine s'attaque aux matériaux élastomères, entraînant une dégradation importante de ses propriétés physiques⁶. Le taux de dégradation augmente en fonction de la température.

C'est également ce que l'on observe dans diverses applications de restauration réelles. Les élastomères sont largement utilisés dans les équipements de plomberie et de restauration pour la fabrication des joints toriques, des joints d'étanchéité, des régulateurs de débit, des manostats et des électrovannes. La gravité des effets d'une exposition à la chloramine varie en fonction de la formulation des matériaux utilisés, du niveau de chloramine présent et de la température de service. Mais les exemples rapportés d'effets néfastes des chloramines sur les élastomères comprennent des fuites dans la plomberie ou les équipements causées par l'écaillage du matériau du joint torique, des drains entartrés ou bouchés par le gonflement des orifices de contrôle du débit ou des électrovannes défectueuses en raison de l'endommagement des trous de guidage.

Effets sur le goût de l'eau potable

Une étude réalisée par Krasner et Barret à l'aide d'un panel entraîné de personnes modérément à fortement sensibles a permis de déterminer les seuils gustatifs et olfactifs de la monochloramine, de la dichloramine et de la trichloramine ⁷.

	Seuil gustatif	Seuil olfactif
Monochloramine	0,48 ppm	0,65 ppm
Dichloramine	0,13 ppm	0,15 ppm
Trichloramine	0,02 ppm	0,02 ppm

D'autres études ont révélé une variabilité dans la perception individuelle du goût de la chloramine. Par rapport à la monochloramine, la présence de dichloramine et de trichloramine a été détectée à des concentrations beaucoup plus faibles. Cependant, Krasner et Barrett ont estimé que 0,5 ppm était un meilleur seuil, car un goût et une odeur désagréables ont été constatés à un seuil de 0,9 ppm à 1,3 ppm, et à un niveau moindre à 0,7 ppm.

Seuils de goût et d'odeur

Comparativement à la monochloramine, la présence de dichloramine et de trichloramine a été détectée à des concentrations beaucoup plus faibles.

Les normes NSF/ANSI 42 et CSA B483.1 ont adopté le niveau de 0,5 ppm comme limite maximale admissible de chloramine dans le produit pour l'homologation des filtres à eau pour la réduction de la chloramine.

Goût de boisson froide

On s'attend à ce que les effets néfastes relatifs au goût et à l'odeur des chloramines dans l'eau potable se manifestent également dans les boissons froides fabriquées avec de l'eau traitée aux chloramines. De nombreuses entreprises ont établi une spécification de la qualité de l'eau nécessaire à la fabrication d'une boisson de qualité.

À titre d'exemple, pour ses produits de boissons froides, Coca-Cola North America (Coca-Cola Amérique du Nord) nécessite une filtration de base sous forme de système de traitement de l'eau pour améliorer la qualité de l'eau provenant des sources d'eau municipales, en raison d'une production irrégulière ou de la contamination des réseaux de distribution d'eau. Il s'agit en particulier de réduire les goûts et les odeurs désagréables, de réduire le chlore total (chlore libre et/ou chloramine) à moins de 0,5 ppm, comme le démontre l'homologation NSF 42 pour la réduction de la chloramine, et de réduire les particules visibles (> 30 microns)⁸.

Effets sur les boissons chaudes

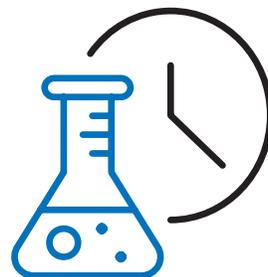
La monochloramine ne se dissipe pas rapidement, comme le fait le chlore, lorsque l'eau est chauffée. Dans une étude, la stabilité des chloramines a été déterminée en mesurant la demi-vie de la chloramine ou le temps nécessaire pour réduire sa concentration de moitié en faisant bouillir 37,85 litres (10 gallons) d'eau. L'étude a révélé que le chlore se dissipe jusqu'à la moitié de sa concentration initiale en 1,8 heure, tandis que la chloramine se dissipe en 26,6 heures⁹.

Dissipation
du chlore :

1,8 heure

Dissipation de
la chloramine :

26,6 heures



Cette découverte concernant la grande stabilité des chloramines dans l'eau à haute température ou proche du point d'ébullition est particulièrement importante pour les boissons chaudes, car cela signifie que les chloramines seront probablement présentes dans les boissons chaudes comme le thé ou le café. Le comité de statistiques et de normes de la Specialty Coffee Association of America (Association américaine du café de spécialité) a déterminé que l'eau utilisée pour préparer le café de spécialité ne doit contenir ni chlore ni chloramines (entre autres spécifications), pour une extraction de qualité supérieure des matières solides du café.

Effets sur l'équipement à vapeur

Les marmites à vapeur, comme les fours combinés, sont de plus en plus utilisées pour la cuisson dans les restaurants. Il s'agit de pièces d'équipement dispendieuses : à titre d'exemple, le prix courant d'un four combiné de 10 kW est supérieur à 10 000 \$ US. La protection de ces équipements dispendieux est importante pour la rentabilité globale des restaurants.



Un four combiné présentant de la corrosion.

Les aspects opérationnels d'une marmite à vapeur rendent cet équipement particulièrement susceptible de subir une corrosion provoquée par divers facteurs liés à l'eau, notamment le pH, les chlorures, le chlore et les chloramines. Les marmites à vapeur fonctionnent à une température très élevée où l'effet corrosif de la chloramine est important. Étant donné que l'eau s'évapore dans les marmites à vapeur, des résidus de tartre ou de minéraux peuvent subsister. Diverses méthodes peuvent être utilisées pour nettoyer ce tartre à l'aide d'abrasifs ou d'acides. Certaines de ces techniques peuvent endommager la couche passivée des métaux utilisés dans la marmite à vapeur, exposant le fer sous-jacent et le rendant susceptible de subir une corrosion.

Options actuelles de filtration pour réduire les chloramines

Le charbon actif constitue la technologie de filtration la plus utilisée dans l'industrie de la restauration pour réduire le goût et l'odeur de chlore. Toutefois, les charbons actifs standards ont une capacité très limitée de réduction des chloramines. Dans de nombreux cas, la capacité d'un filtre avec charbon actif standard pour la réduction des chloramines est inférieure d'un à deux ordres de grandeur à la capacité de réduction du chlore lorsqu'elle est évaluée selon la norme NSF/ANSI 42. La grande majorité des solutions de filtration de l'eau sur le marché de la restauration qui utilisent du charbon actif standard ne sont pas homologuées conformément à la norme NSF 42 pour la réduction des chloramines et, par conséquent, rendent les restaurateurs vulnérables aux effets néfastes des chloramines.

On a constaté que le charbon actif catalytique avec des groupes d'azote était capable de réduire certaines chloramines dans l'eau. Ce charbon catalytique est fabriqué en utilisant le processus de pyrolyse pour éliminer les oxydes acides (sites d'acides carboxyliques non réactifs) de la surface du charbon, ce qui crée des sites de charbon plus actifs (C*) entraînant une plus grande activité catalytique et une plus grande capacité à éliminer la chloramine. Au cours du processus de pyrolyse, le charbon est traité avec une solution d'ammoniac et d'eau, ce qui entraîne une augmentation des sites d'azote catalytique (N*). Plus le nombre de sites N* est élevé, plus la capacité de réduction de la chloramine est importante. De nombreux systèmes de filtration homologués conformément à la norme NSF/ANSI 42 pour la réduction des chloramines utilisent ce type de charbon catalytique. Toutefois, même ces filtres peuvent s'avérer inadéquats pour un grand restaurant à service rapide ou un café qui ont de très grands besoins en eau, car ces charbons catalytiques ont aussi une capacité bien inférieure aux besoins d'un grand restaurant. À titre d'exemple, un produit phare pour la chloramine comporte quatre filtres de rechange utilisés dans un seul système dont la capacité combinée n'est que de 136 274,82 litres (36 000 gallons) par an. Ceci est largement insuffisant pour un restaurant servant des boissons froides, de la glace, du café et de l'eau, et nécessitant près de 378 541,18 litres (100 000 gallons) d'eau par an.

Innovation dans la filtration pour la réduction des chloramines

Récemment, 3M a fait appel à la science des matériaux pour développer une solution : un système de filtration d'eau au charbon catalytique avec une capacité supérieure de réduction de la chloramine pour répondre aux exigences de l'industrie de la restauration. Les Filtres à débit élevé 3M^{MC} de Série CLX offrent un système de filtration d'eau doté de la plus grande capacité de toute l'industrie, soit 851 717,65 litres (225 000 gallons) de réduction du chlore pour 56,78 l/min (15 gal/min) et de réduction des chloramines pour 17,034 l/min (4,5 gal/min).

Les Filtres à débit élevé 3M^{MC} de Série CLX offrent une gamme étendue de systèmes de filtration d'eau conçus avec un filtrage intégré pour les types de désinfection au chlore et à la chloramine, afin que les restaurateurs n'aient pas à essayer de déterminer si l'eau locale est traitée au chlore ou à la chloramine. Ceci est particulièrement utile dans les cas où le service d'eau local change sa méthode de désinfection de l'une vers l'autre. Les Filtres à débit élevé 3M de Série CLX sont homologués conformément à la norme NSF/ANSI et à la norme CSA B483.1 pour la réduction du goût et de l'odeur du chlore et de la chloramine, ce qui peut constituer une exigence pour les principaux fournisseurs de sirops pour boissons, les fabricants d'équipement et les inspecteurs ou les autorités de réglementation locaux. Les Filtres à débit élevé 3M de Série CLX offrent une sélection de cartouches filtrantes uniques répondant à différents besoins en matière de rendement de la filtration, de taille, de capacité et de débit. Ces cartouches peuvent être utilisées comme systèmes à cartouche unique ou à cartouches multiples pour offrir une flexibilité encore plus grande.



HF90-CLX (à gauche) et HF60-CLX (à droite).

En termes de durabilité, les Filtres à débit élevé 3M de Série CLX sont également homologués par la Water Quality Association (Association pour la qualité de l'eau) selon la norme WQA/ASPE/ANSI S-803 pour caractéristiques de développement durable. Les Filtres à débit élevé 3M de Série CLX offrent une capacité de réduction des chloramines accrue dans un format compact. À titre d'exemple, un seul Filtre de rechange HF98-CLX permet une réduction à la fois du chlore et des chloramines dans 283 905,88 litres (75 000 gallons) d'eau, soit plus de trois fois celle du filtre équivalent d'un filtre à précouche du principal concurrent. Cela permet de réduire la consommation de filtres et le nombre de remplacements de filtres, ce qui peut permettre aux restaurants d'en faire plus avec moins.

Cette innovation s'appuie sur une nouvelle technologie de science des matériaux consistant à modifier le charbon actif propre d'écorce de noix de coco et à le catalyser pour augmenter le nombre de surfaces actives fonctionnelles sur le charbon. Des surfaces actives plus élevées entraînent non seulement une capacité de réduction de la chloramine nettement supérieure, mais aussi une capacité de réduction du chlore encore plus élevée. L'utilisation de carbone à maille fine pour une cinétique accrue permet à ce charbon unique de fonctionner à des débits élevés. Le charbon à maille fine est incorporé dans un format de bloc cylindrique poreux. Dans certains modèles CLX, le bloc de charbon est précédé d'une membrane microporeuse plissée de 0,2 micromètre qui contribue à une durée de vie accrue des sédiments et à la réduction des kystes conformément aux normes NSF 53. La membrane microporeuse réduit également les bactéries présentes dans l'eau entrante, comme démontré, avec une diminution de 99,99 % de l'organisme substitut *E. coli* (ATCC 11229) et *P. fluorescens* (ATCC 49642) lors d'essais en laboratoire effectués par 3M.



¹ Homologué selon la norme NSF/ANSI 53 pour la réduction des kystes. Selon des essais utilisant des oocystes *Cryptosporidium parvum*.

² Comme démontré, avec 99,99 % de réduction de l'organisme substitut *E. coli* (ATCC 11229) et *P. fluorescens* (ATCC 49642) lors de l'essai en laboratoire effectué par le fabricant.

³ Conformément aux essais et aux vérifications du laboratoire du fabricant.

Synthèse

Les tendances actuelles indiquent que les chloramines seront toujours utilisées en tant que désinfectant, que les propriétaires de restaurant le veuillent ou non. Si l'on n'y porte pas attention, les chloramines et le chlore utilisés dans les systèmes de traitement de l'eau peuvent avoir une incidence défavorable sur ces entreprises. Le café, les boissons gazeuses et les glaçons faits à partir d'une eau contenant des chloramines et du chlore peuvent avoir un goût et une odeur désagréables, ce qui donne aux clients une mauvaise expérience. Les solutions standards de filtration peuvent contribuer à réduire l'un ou l'autre et, même si elles réduisent la chloramine, leur capacité peut ne pas être suffisante pour répondre au besoin en eau du restaurant. Une gestion proactive des chloramines dans l'eau peut contribuer à améliorer l'expérience du client, à stimuler les ventes d'un restaurant et à améliorer le résultat net en réduisant les coûts associés aux problèmes d'équipement liés aux chloramines.

Note sur l'auteur

Hemang Patel est spécialiste principal d'ingénierie d'application au sein de la Division des sciences de la séparation et de la purification de la Compagnie 3M. Il est titulaire d'un baccalauréat ès sciences et d'une maîtrise en sciences d'ingénierie chimique et d'une M.B.A. en marketing. Il a plus de 20 ans d'expérience dans l'industrie de la filtration et siège au Drinking Water Treatment Units Joint Committee (Comité mixte sur les unités de traitement de l'eau potable) pour le développement des normes NSF. Il peut être joint par téléphone au 203 238-8818 ou par courriel à l'adresse hrpatel@mmm.com.

Bibliographie

1. « Basic Information about Source Water Protection » (18 mars 2022). Consulté sur le site Web de la United States Environmental Protection Agency : <https://www.epa.gov/sourcewaterprotection/basic-information-about-source-water-protection>
2. « Stage 1 and Stage 2 Disinfectants and Disinfection Byproducts Rules » (18 mars 2022). Consulté sur le site Web de la United States Environmental Protection Agency : <https://www.epa.gov/dwreginfo/stage-1-and-stage-2-disinfectants-and-disinfection-byproducts-rules>
3. Water Disinfection with Chlorine and Chloramine » (18 mars 2022). Consulté sur le site Web des Centers for Disease Control and Prevention : https://www.cdc.gov/healthywater/drinking/public/water_disinfection.html
4. « Les chloramines dans l'eau potable - Document technique pour consultation publique » (18 mars 2022). Consulté sur le site Web de Santé Canada : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/programmes/consultation-chloramines-eau-potable/document.html>
5. CUPPETT, J. « Lead and Copper Corrosion: An Overview of WRF Research » (2019), The Water Research Foundation, Alexandria, Virginie. Consulté sur le site Web : <https://www.waterrf.org/sites/default/files/file/2019-12/LeadCorrosion.pdf>
6. REIBER, S. « Chloramine Effects on Distribution System Materials » (1993), Denver, Colorado, AWWARF et AWWA
7. KRASNER, S. W. « Aroma and flavor characteristics of free chlorine and chloramines » (1984), compte-rendu de l'AWWA Water Quality Technology Conference, p. 381-398. Denver (Colorado) : AWWA.
8. « Coca-Cola North America (CCNA) Base Filtration Water Treatment Specification for Foodservice » (18 mars 2022). Consulté sur le site Web de Coke Solutions : <https://www.cokesolutions.com/content/dam/cokesolutions/us/documents/foodservice-quality/foodservice-quality-Food-Service-Water-Treatment-Unit-Spec-Final.pdf>
9. DELANGE, A. « Experiments in Removing Chlorine and Chloramine From Brewing Water. » (29 juillet 2001).



Division des sciences de la séparation et de la purification 3M
La Compagnie 3M Canada
C.P. 5757
London (Ontario) N6A 4T1

Téléphone : 1 800 364-3577
Site Web : 3M.ca/HighFlowCLX-fr

3M.ca/HighFlowCLX-fr

3M et 3M Science. Au service de la Vie. sont des marques de commerce de 3M, utilisées sous licence au Canada. © 2022, 3M. Tous droits réservés. Toutes les autres marques de commerce appartiennent à leurs propriétaires respectifs. 2206-24235 F