

Fiche technique

Numéro : 2 Volume : 2 Année : 2016



Facteurs qui limitent le biofilm dans la distribution

Mots clés : biofilm, bactérie hétérotrophe, microbes, réseau de distribution

Renseignements généraux sur le biofilm

Bien que les processus de désinfection et de traitement de l'eau permettent d'obtenir de l'eau de haute qualité et que le réseau de distribution puisse être traité adéquatement et strictement géré, des microbes n'en continuent pas moins d'être présents dans l'eau et dans les biofilms (tableau 1).

Tableau 1 : Secteurs où l'on peut trouver des biofilms dans le réseau de distribution (Liu et al. 2013)

Secteur	Points importants
Eau en vrac	Peut servir de source de nutriments, de microbes et de particules.
Solides en suspension	Les solides en suspension dans l'eau en vrac peuvent donner aux bactéries la possibilité de croître et de se fixer.
Biofilm sur la paroi des canalisations	Une grande partie des bactéries (95 %) présentes dans le réseau de distribution adhère aux parois des canalisations. Le biofilm protège les bactéries contre la désinfection.
Dépôts à l'état libre	Des dépôts à la partie inférieure d'une canalisation peuvent devenir suspendus à nouveau si le débit est élevé. Les dépôts accumulés protègent les bactéries et d'autres microbes.

Le biofilm dans le réseau de distribution est habituellement constitué de coliformes, de bactéries hétérotrophes et nitrifiantes, mais peut aussi contenir des champignons, des algues, des protozoaires, des cellules mortes, des produits de la corrosion ainsi que des matières organiques et inorganiques (USEPA 2008) (figure 1). En règle générale, le biofilm n'est pas la cause de problèmes de santé; toutefois, il peut causer des problèmes opérationnels ou esthétiques (USEPA 2008). Esthétiquement, le biofilm peut donner à l'eau un goût, une odeur ou une couleur indésirable (USEPA 2008).

Le biofilm peut protéger les bactéries et d'autres microbes contre la désinfection. Environ 90 à 95 % des bactéries sont présentes dans le biofilm qui adhère à la paroi des canalisations (Liu et al. 2013, Lin et al. 2013). En outre, les biofilms peuvent protéger des pathogènes opportunistes, tels que des mycobactéries ou des *légiell*oses, contre la désinfection (USEPA 2008). Il existe des zones aérobies et anaérobies à l'intérieur des biofilms, suivant leur épaisseur, qui abritent diverses communautés microbiennes.

Comment pouvons-nous contrôler le biofilm?

Il existe plusieurs méthodes de mesure des microbes dans le réseau de distribution.

La numération sur plaque des bactéries hétérotrophes (NPBH) est un test qui mesure la quantité de bactéries hétérotrophes (c'est-à-dire de bactéries qui dépendent de matières organiques pour se nourrir) dans des échantillons d'eau provenant d'un réseau de distribution. Les résultats de la NPBH peuvent donner une idée générale du niveau de bactéries présentes qui se nourrissent de matières organiques.

En règle générale, si la NPBH est élevée, il existe un risque également élevé de formation de biofilm. La comparaison des résultats avec des tendances historiques permet de déterminer si les niveaux de bactéries sont anormalement élevés dans le réseau.

La méthode de l'adénosine triphosphate (ATP) est un test qui mesure la biomasse totale des organismes vivant dans des échantillons d'eau ou à la surface de canalisations. L'ATP est une molécule présente dans tous les organismes vivants. En cas d'augmentation du biofilm, il devrait aussi y avoir une augmentation de l'ATP. La méthode de l'ATP n'a pas pour but de remplacer la NPBH, mais elle peut contribuer à la surveillance microbienne. Des trousse d'ATP sont disponibles commercialement pour des échantillons d'eau ou des surfaces (p. ex, paroi de canalisation).

Il est possible de mesurer directement les niveaux du biofilm ou des bactéries qui ont adhéré à la surface de la paroi d'une canalisation. En règle générale, le prélèvement d'échantillons de canalisation dans des réseaux de distribution peut être coûteux. Une autre solution consiste à prélever une carotte, appelée un coupon (Liu et al. 2013). Après que le coupon a été extrait, on peut mesurer le biofilm (Liu et al. 2013).

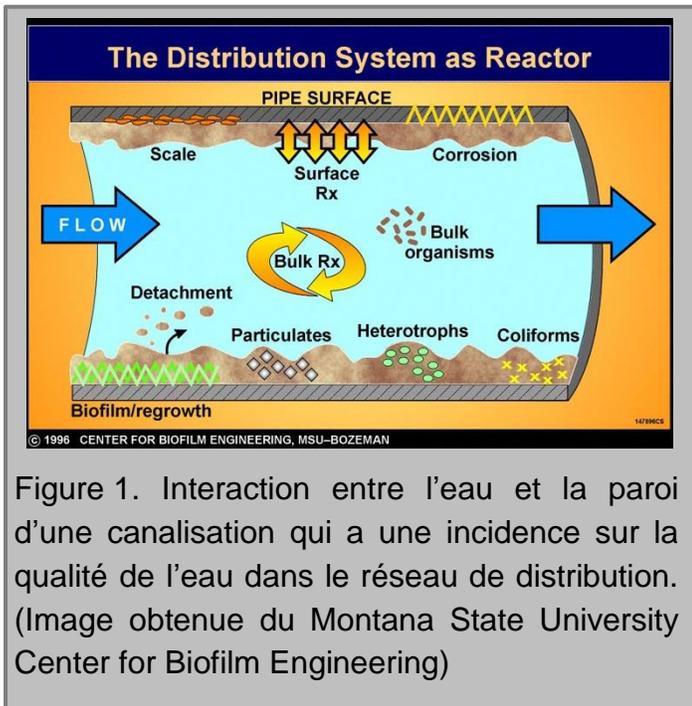


Figure 1. Interaction entre l'eau et la paroi d'une canalisation qui a une incidence sur la qualité de l'eau dans le réseau de distribution. (Image obtenue du Montana State University Center for Biofilm Engineering)

Comment le biofilm se développe-t-il?

Les microbes préfèrent adhérer à des surfaces quand les conditions sont favorables. Ils se fixent à des surfaces plastiques ou métalliques et commencent à produire une matière appelée substances polymériques extracellulaires (SPE). Les SPE sont adhésives et permettent aux bactéries de se multiplier, d'adhérer les unes aux autres et de former ainsi un biofilm.

Le biofilm peut former une structure en relief qui offre aux microbes un accès accru aux nutriments. Peu à peu, le biofilm et les microbes peuvent se détacher de la surface des parois des canalisations et se fixer à nouveau plus loin le long du réseau de distribution (figure 1). Cela permet au biofilm d'accéder à d'autres nutriments dans le réseau de distribution. En outre, les microbes qui se détachent peuvent entrer en contact avec des cellules dans l'eau en vrac (figure 1).

Quels sont les facteurs qui influencent la croissance du biofilm?

Plusieurs facteurs peuvent influencer le développement du biofilm dans le réseau de distribution, notamment la qualité de l'eau, la désinfection, des facteurs opérationnels et d'entretien et des interactions avec les parois des canalisations (tableau 2).

Avis

Cette fiche technique est présentée à titre d'information seulement et n'a en aucun cas pour but de fournir des recommandations ou des conseils particuliers. Il s'agit d'une compilation d'informations provenant de diverses sources, et l'exhaustivité ou l'exactitude de ces informations n'a pas été confirmée indépendamment. Les informations fournies ne supposent pas de la part du Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau (Centre) ou de ses employés un appui ou une garantie de n'importe laquelle d'entre elles. Le gouvernement de l'Ontario, le Centre et ses employés n'assument aucune responsabilité et ne peuvent pas être tenus responsables de quelque façon que ce soit des informations, interprétations, commentaires ou opinions exprimés dans la fiche technique.

Documents de référence

Chowdhury, S. (2012). Heterotrophic bacteria in drinking water distribution system: a review. *Environ. Monit. Assess.*, 184: 6087-6137.

Hu, J.Y., Fang, W. et Yu, B (2008). Biofilm control using chlorine-based disinfectants in model drinking water distribution systems. *Water Sci. Technol.*, 8(5):489-497.

LeChevallier, M.W. (2003). Conditions favouring coliform and HPC bacterial growth in drinking water and on contact surfaces.

Dans Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety. Organisation mondiale de la santé. Révisé par Bartram, J., Cotruvo, J., Exner, M., Fricker, C., Glasmacher, A. IWA Publishing, Londres, RU. 177-199.

Lin, W., Yu, Z., Chen, X., Liu, R., Zhang, H. (2013). Molecular characterization of natural biofilms from household taps with different materials: PVC, stainless steel, and cast iron in drinking water distribution system. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 97: 8393-8401.

Liu, G., Verberk., J.Q.J.C., Van Dijk, J.C. (2013). Bacteriology of drinking water distribution systems: an integral and multidimensional review. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 97:9265-9276.

Ndiongue, S., Huck, P.M., Slawson, R.M. (2005). Effects of temperature and biodegradable organic matter on control of biofilms by free chlorine in a model drinking water distribution system. *Water Res.*, 39:953-964.

Rittmann, B.E. et Snoeyink, V.L. (1984). Achieving Biologically Stable Drinking Water. *J. AWWA.* 76(10):106.

Santé Canada (2012). Conseils sur l'utilisation de la numération des bactéries hétérotrophes dans les approvisionnements d'eau potable au Canada.

USEPA (2008). Water Quality in Small Community Distribution Systems. A Reference Guide for Operators.

van der Kooij, D. (1992). Assimilable organic carbon as an indicator of bacterial regrowth. *J. AWWA.* 84:57-65.

Tableau 2. Facteurs qui influencent la croissance des microbes et du biofilm dans le réseau de distribution

Facteurs	Points importants
<i>Qualité de l'eau</i>	
pH	<ul style="list-style-type: none"> • Un pH inférieur à 7 peut provoquer une augmentation de l'activité corrosive, ce qui crée des secteurs protégés où les microbes peuvent adhérer aux surfaces des canalisations et former des biofilms. • Un pH supérieur à 9 peut favoriser la formation d'écailles, qui peuvent abriter des microbes et favoriser le développement du biofilm.
Turbidité	<ul style="list-style-type: none"> • Une turbidité élevée peut provoquer une réduction des résidus de chlore et protéger ainsi les microbes contre la désinfection.
Température	<ul style="list-style-type: none"> • La température a une incidence sur la demande en chlore et le chlore libre résiduel, qui est nécessaire pour contrôler le biofilm (Ndiongue et al. 2005). Les températures élevées de l'eau provoquent une croissance et une diversité microbienne dans les canalisations. • En général, les températures de l'eau égales ou supérieures à 15°C favorisent la croissance microbienne (USEPA 2008).
Nutriments	<ul style="list-style-type: none"> • La réduction des nutriments peut ralentir la croissance du biofilm (USEPA 2008). Le carbone, le phosphore, l'azote, les carbohydrates, les humifères, les polysaccharides, le carbone organique dissous biodégradable (CODB) et le carbone organique assimilable (COA) ont une influence sur la croissance microbienne (Chowdhury 2012). Les bactéries mortes peuvent aussi constituer une source de nutriments. • Le CODB est la fraction biodégradable du carbone organique dissous qui cause la croissance microbienne, tandis que le COA est le carbone organique qui a été converti en biomasse (Chowdhury 2012, Liu et al. 2013). En règle générale, des concentrations de CODB < 0,25 mg/L et de COA < 10 µg/L sont recommandées pour que l'eau soit biologiquement stable (van der Kooij, 1992).
Eau biologiquement stable	<ul style="list-style-type: none"> • La stabilité biologique est le concept du maintien de la qualité microbienne de l'eau depuis la production de l'eau potable jusqu'au point de consommation. Autrement dit, une eau biologiquement stable est une eau qui ne favorise pas la croissance microbienne dans la distribution (Rittmann et Snoeyink 1984) en raison de la disponibilité limitée de nutriments et de la présence de résidus de désinfectant. • La production d'une eau biologiquement stable se traduit par une réduction du développement du biofilm.

Tableau 2. Facteurs qui influencent la croissance des microbes et du biofilm dans le réseau de distribution (suite)

Facteurs	Points importants
<i>Désinfection</i>	
Type et dosage du désinfectant	<ul style="list-style-type: none"> • La désinfection secondaire consiste à ajouter un désinfectant après le traitement de l'eau dans une installation, afin de maintenir un résidu de désinfectant empêchant une revivification microbienne dans le réseau de distribution (p. ex., chlore libre et monochloramine). • Comparée au chlore libre, la monochloramine est plus stable et infiltre efficacement le biofilm; toutefois, si le biofilm se détache et est en suspension, on estime que le chlore libre est plus efficace (Hu et al. 2008).
<i>Exploitation et entretien</i>	
Âge et débit de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • En général, la présence de débits faibles favorise la croissance microbienne. La diminution des résidus de désinfectant ou la présence d'une odeur ou d'un goût plus prononcé, d'une couleur, de sous-produits de désinfection, d'un nombre de bactéries ou de niveaux d'azote plus élevés, peut indiquer un problème en ce qui concerne l'âge de l'eau (USEPA 2008). Les réservoirs, la taille des canalisations et les débits de pompage ont aussi une incidence sur l'âge de l'eau (USEPA 2008). • Le vidage des réservoirs, l'installation de mélangeurs mécaniques ou le réglage des pressions peut permettre d'augmenter le débit et de minimiser l'âge de l'eau (USEPA 2008).
Nettoyage et renouvellement de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • La meilleure solution consiste à mettre en place un programme régulier de renouvellement ou de nettoyage de l'eau; toutefois, cela ne résout pas le problème fondamental (Santé Canada 2012, LeChevallier 2003, USEPA 2008). • Les taux de renouvellement égaux ou supérieurs à 5 pieds par seconde (environ 1,5 mètre par seconde) peuvent éliminer efficacement les sédiments et le biofilm. Le nettoyage mécanique peut s'effectuer par écouvillonnage, raclage, ramonage, nettoyage avec de la glace ou nettoyage au jet. Le nettoyage chimique peut consister à employer des nettoyeurs chimiques de qualité alimentaire dans les tuyaux.
<i>Paroi des canalisations</i>	
Corrosion	<ul style="list-style-type: none"> • Les tuyauteries corrodées peuvent se fissurer et favoriser ainsi la croissance de bactéries hétérotrophes, de coliformes et de pathogènes opportunistes, qui peuvent provoquer une réduction du résidu de chlore et une accélération du développement du biofilm (Chowdhury 2012).
Matériau des tuyaux	<ul style="list-style-type: none"> • Le matériau des tuyaux peut avoir une incidence sur le développement du biofilm et les résidus de chlore (p. ex., les tuyaux en fonte libèrent du fer, et celui-ci peut favoriser la croissance de bactéries du fer, provoquer la formation d'écailles de corrosion et accélérer le développement du biofilm). • En règle générale, les tuyauteries ayant des surfaces rugueuses (p. ex., en fonte) ont tendance à favoriser la formation de biofilms (p. ex., polychlorure de vinyle (PVC)) (Chowdhury 2012, Lin et al. 2013).

Cours de formation connexes

Le CWAE peut offrir des cours liés à ce sujet. Veuillez parcourir nos descriptions de cours pour en apprendre plus sur la formation connexe : www.wcwc.ca/registration

Pour de plus amples renseignements

Pour de plus amples renseignements sur ce projet d'essai pilote, communiquez avec le CWAE. Pour de plus amples renseignements et des ressources au sujet des programmes de recherche sur l'eau potable et de la formation des exploitants de réseau d'eau, veuillez visiter notre site Web :

www.wcwc.ca

Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau

20, Ontario Road, C.P. 160

Walkerton (Ontario) N0G 2V0

519 881-2003 ou libre-appel 866 515-0550