COLIFORMES TOTAUX

DÉFINITION

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme ß-galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35 ^{o}C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié (Archibald, 2000; CEAEQ, 2000; Edberg *et al.*, 2000; Santé Canada, 1991). Les principaux genres inclus dans le groupe sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia* (CEAEQ, 2000). La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé (Edberg *et al.*, 2000; OMS, 2000), à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli (E. coli)* ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes.

MÉTHODES D'ANALYSE

Il existe plusieurs méthodes pour dénombrer les coliformes totaux, mais la filtration sur membrane (FM) est la plus employée actuellement au Québec; elle comprend d'abord une étape d'identification présomptive et de dénombrement. Un volume de 100 ml d'eau est versé sur une membrane filtrante incubée pendant 24 heures à 35 ^{o}C sur une gélose m-endo; les coliformes retenus sur la membrane forment des colonies foncées ayant un reflet vert métallique (CEAEQ, 2000). Les principaux inconvénients de cette étape sont l'interférence possible causée par la présence de bactéries hétérotrophes (voir la fiche *BHAA*), la sous-estimation du nombre de coliformes totaux découlant de l'existence de coliformes viables mais non cultivables sur gélose m-endo, ainsi que la présence de colonies atypiques ou trop nombreuses pour être identifiées (voir les fiches *Colonies atypiques* et *TNI-TNC*) (Clesceri *et al.*, 1998; Brion et Mao, 2000; Prescott *et al.*, 1995; Santé Canada, 1991).

Une étape de confirmation doit suivre lorsque les résultats de l'étape d'identification sont douteux (pour éliminer les faux positifs et les faux négatifs); cette étape est aussi effectuée sur une base sporadique, à titre de contrôle de qualité du laboratoire ou sur demande. Elle est basée sur une réaction enzymatique qui confirme la présence des coliformes. Des colonies prélevées sur la gélose m-endo sont incubées sur une gélose BHI (infusion cœur-cervelle) pendant 24 heures à 35 ^{o}C, puis soumises au test de l'activité cytochrome oxydase (qui doit être négatif). On procède ensuite à une nouvelle incubation dans un bouillon contenant un substrat chromogénique (ONPG) qui, scindé par l'enzyme β-galactosidase, donne une coloration jaune au bouillon après 24 heures d'incubation à 35 ^{o}C (Bitton, 1999; CEAEQ, 2000; Clesceri *et al.*, 1998); à noter que le milieu contenant l'ONPG est souvent le même que celui utilisé pour la détection de l'espèce *E. coli* (voir la fiche *Escherichia coli*) (Eckner, 1998; Elmund *et al.*, 1999). Il est possible de procéder directement à la recherche de coliforme avec le bouillon ONPG, sans passer par l'étape du dénombrement sur gélose, mais le résultat sera qualitatif, étant du type présence-absence (Clesceri *et al.*, 1998; Santé Canada, 1991).

NORMES ET RECOMMANDATIONS

Le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* du Québec (Gouvernement du Québec, 2001) précise que si 21 échantillons d'eau doivent être prélevés mensuellement (selon la population desservie par le réseau de distribution), au moins 90 % d'entre eux doivent être exempts de coliformes totaux (point 1c de l'annexe 1 du règlement).

Par contre, si moins de 21 échantillons sont prélevés mensuellement, la présence de coliformes totaux ne sera tolérée que dans un seul échantillon (point 1d de l'annexe 1). Dans tous les cas, le maximum acceptable dans un échantillon positif est de 10 coliformes totaux par 100 ml (point 1b de l'annexe 1). Il importe cependant de noter qu'un échantillon contenant entre 1 et 9 coliformes/100 ml doit être

comptabilisé dans le cadre de la fréquence maximale de dépassement (10 % ou 1 seul échantillon) à respecter. Quant aux recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, elles font état des mêmes critères en précisant toutefois que la concentration maximale acceptable (CMA)[1] est de 0 coliforme par 100 ml (Santé Canada, 2001). Aux États-Unis, où la méthode présence-absence est favorisée, la présence de coliformes totaux est tolérée dans 5 % des échantillons (US EPA, 2001). Ceci est similaire aux critères de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS, 2000). Notons par ailleurs que d'après le règlement québécois, 50 % des échantillons doivent être prélevés en bout de réseau et l'autre 50 % au milieu du réseau.

RISQUE SANITAIRE

Le groupe des coliformes totaux est utilisé depuis la fin du 19e siècle comme indicateur de pollution. La présence de coliformes totaux dans l'eau traitée, ou le dépassement des normes réglementaires, n'implique pas nécessairement un risque pour la santé publique. En effet, la plupart des espèces de ce groupe se retrouvent naturellement dans le sol ou la végétation (Edberg *et al.*, 2000) et certaines espèces qui se retrouvent rarement dans les fèces peuvent se multiplier dans l'eau de consommation comme *Serratia fonticola* (OMS, 2000).

Le risque sanitaire relié directement à la présence de bactéries du groupe des coliformes totaux est donc faible, à l'exception de certaines souches d'E. coli (voir la fiche sur cette espèce) et de certaines bactéries opportunistes qui peuvent causer de graves maladies chez les patients débilités. Ainsi, *Klebsiella pneumomiae*, peut causer des infections des voies respiratoires et génito-urinaires ainsi qu'une septicémie, particulièrement en milieu hospitalier (Geldreich, 1999). Cependant, les souches présentes dans l'eau n'ont pas le même pouvoir pathogène que celles retrouvées en milieu hospitalier (Archibald, 2000). Par ailleurs, *Enterobacter aerogenes* peut engendrer des problèmes respiratoires chez des personnes hospitalisées ou ayant une immunodéficience (Bartlett, 1998).

De façon générale, la présence de coliformes totaux dans l'eau potable est un indicateur de risque très imprécis. Ces bactéries peuvent croître dans un réseau d'aqueduc étanche dont l'usine de traitement est parfaitement fonctionnelle; cette croissance se produit habituellement à partir du biofilm microbien qui se forme sur la paroi des canalisations, particulièrement en cas de faible chlore résiduel (Camper *et al.*, 1991, LeChevallier *et al.*, 1996). Par ailleurs, on sait aussi que des micro-organismes pathogènes (virus, parasites et bactéries) peuvent être présents dans l'eau distribuée en l'absence de coliformes totaux (Seidler *et al.*, 1981). Il existe cependant des cas où on a mis en évidence une association entre la détection de coliformes totaux et l'apparition d'épidémies d'origine hydrique (US EPA, 1987; Barwick *et al.*, 2000), bien qu'une eau sans coliformes puisse aussi être à l'origine de problèmes de nature gastro-entérique (Payment *et al.*, 1997). Cette dernière situation a d'ailleurs été mise en évidence par Craun *et al.* (1997) qui ont démontré que, pour l'ensemble des épidémies dues à des protozoaires (*Cryptosporidium* sp. et *Giardia* sp.) entre 1975 et 1989 aux États-Unis, les coliformes totaux n'avaient pas été des indicateurs fiables. Les coliformes totaux ne sont donc pas, sauf exception, de bons indicateurs de la présence d'agents pathogènes dans l'eau de consommation; ils sont cependant très utiles comme indicateurs de l'efficacité du traitement, de l'intégrité du réseau de distribution ainsi que comme indicateurs de la recroissance bactérienne après traitement (Roberston, 1995; OMS, 2000). Selon les données recueillies aux cours des dernières années, les coliformes fécaux, l'E. coli et les entérocoques (voir les fiches appropriées) sont des indicateurs de risque plus valides (Zmirou *et al.*, 1987; Edberg *et al.*, 2000).

Fiche rédigée par :
Pierre Chevalier
et les membres du Groupe scientifique sur l'eau de l'Institut national de santé publique du Québec

[1] La CMA n'est pas une norme, mais un critère dont le dépassement continu ou récurrent pourrait représenter des risques pour la santé (Santé Canada, 1996)

Citation suggérée pour la présente fiche :

Groupe scientifique sur l'eau (2003), *Coliformes totaux*, Dans *Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine*, Institut national de santé publique du Québec, 4 p.

RÉFÉRENCES

Archibald, F (2000), The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems - a cause for concern? *Water Qual Res J. Canada*, 35:1-22.

Bartlett J.C. (1998), Bacterial pneumonia. Dans : Gorbach, SL, JG Bartlett et NR Blacklow, éditeurs, *Infectious diseases*, p. 571-582.

Barwick, RS, DA Levy, GF Craun, MJ Beach et RL Calderon (2000), Surveillance for waterborne-disease outbreaks - United States, 1997-1998. *Mortality and Morbidity Weekly Review Surveillance Summaries*, 49(SS04), 26 mai: 1-35. Accessible à: www.cdc.gov/epo/mmwr/preview/mmwrhtml/ss4904a1.htm

Bitton, G. (1999), *Wastewater Microbiology*. John Wiley & Sons, 578 p.

Brion, GM et HH Mao (2000), Use of total coliform test for watershed monitoring with respect to atypicals. *J. Env. Engin.-ASCE*, 126: 175-181.

Camper, AK, GA McFetters, WG Characklis et WL Jones (1991), Growth kinetics of coliform bacteria under conditions relevant to drinking water distribution systems. *Appl. Env. Microbiol*, 57: 2233-2239.

CEAEQ (2000), *Recherche et dénombrement des coliformes totaux; méthode par filtration sur membrane.* Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Québec, 25 p.

Clesceri, L, AE Greenberg et AD Eaton, ed. (1998), *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association, American Water Works Association et Water Environment Federation, 20e édition, pagination multiple.

Craun, G.F., P.S. Berger et R.L. Calderon (1997), Coliform bacteria and water borne disease outbreaks. *Journal of the American Water Works Association*, 89(3): 96-104.

Eckner, KF (1998), Comparison of membrane filtration and multiple-tube fermentation by the Colilert and Enterolert methods for detection of waterborne coliform bacteria, *Escherichia coli*, and enterococci used in drinking and bathing water quality monitoring in southern Sweden. *Appl. Env. Microbiol.*, 64: 3079-3083.

Edberg, SC, EW Rice, RJ Karlin et MJ Allen (2000), *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 106S-116S.

Elmund, GK, MJ Allen et EW Rice (1999), Comparison of *Escherichia coli*, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency. *Water Environ. Res.*, 71: 332-339.

Geldreich, EE (1999), *Klebsiella*. Dans : *American Water Works Association manual of water supply practices: waterborne pathogens*. AWWA # 48, p. 89-92.

Gouvernement du Québec (2001), *Règlement sur la qualité de l'eau potable*. Disponible à : www.menv.gouv.qc.ca/eau/potable/brochure/index.htm

LeChevallier, MW, NJ Welch et DB Smith (1996), Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water. *Appl. Environ. Microbiol*, 62: 2201-2211.

OMS (2000), *Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2 – critères d'hygiène et documentation à l'appui*. Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 1050 p. Résumé accessible à : www.who.int/water_sanitation_health/GDWQ/Summary_tables/

Payment, P., J. Siemiatycki, L. Richardson, G. Renaud, E. Franco et M. Prévost (1997), A prospective epidemiological study of gastrointestinal health effects due to the consumption of drinking water. *International Journal of Environmental Health Research*, 7: 5-31.

Prescott, Harley & Klein (1995), *Microbiologie*.DeBoeck Université, 1014 p.

Robertson W (1995), Utilités et limites des indicateurs microbiologiques de la qualité de l'eau potable. Dans : *Air intérieur et Eau potable*, sous la direction de Pierre Lajoie et Patrick Levallois, Presses de l'Université Laval, p. 179-193.

Santé Canada (1991), *La qualité bactériologique*. Document de support aux « recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada ». Disponible à : www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/dpc_eau_qualite/eauguide.htm

Santé Canada (1996), *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*. Sixième édition, Santé Canada, 102 p.

Santé Canada (2001), *Résumé des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*, 7 p. Document accessible en format PDF à : http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc_pubs/sommaire.pdf

Seidler, RJ, TM Evans, JR Kaufman, CE Warwick et MW LeChevallier (1981), Limitations of standard coliform enumeration techniques. Journal AWWA, 73: 538-542.

US EPA (1987) Drinking water; national primary drinking water regulations; total coliforms. Federal Register, 52(212), 3 novembre, p. 42224-42445.

US EPA (2001) National primary drinking water standards. United States Environmental Protection Agency, document # EPA 816-F-01-007. Accessible à : http://www.epa.gov/safewater/mcl.html

Zmirou, D, JP Ferley, JF Collin, M Charrel et J Berlin (1987) A follow-up study of gastro-intestinal diseases related to bacteriologically substandard drinking water. *American Journal of Public Health*, 77: 582-584.