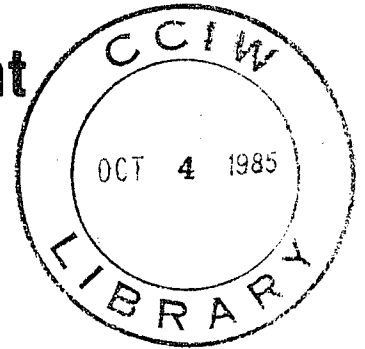


**Environment
Canada**

**Environnement
Canada**



**National
Water
Research
Institute**

**Institut
National de
Recherche sur les
Eaux**

Legionella dans le centre du Canada

t études de longévité

ar

TD
7
D88
1983

**Inland Waters
Directorate**

**Direction Générale
des Eaux Intérieures**

MANUSCRIT N^o 69-AMD-5-83-BJD

Distribution environnementale de
Legionella dans le centre du Canada
et études de longévité

par

B.J. Dutka, K. Walsh, P. Ewan, A. El-Shaarawi
et R.S. Tobin

DISTRIBUTION ENVIRONNEMENTALE DE LEGIONELLA
DANS LE CENTRE DU CANADA ET ETUDES DE LONGEVITE

par

B.J. Dutka¹, K. Walsh¹, P. Ewan², A. El-Shaarawi³ et R.S. Tobin⁴

1 Division des méthodes analytiques

Institut national de recherche
sur les eaux

Centre canadien des eaux
intérieures

Ministère de l'Environnement

Burlington (Ontario) L7R 4A6

2 Section de bactériologie
spéciale

Bureau de microbiologie

Direction générale de la
protection de la santé

Santé et Bien-être social
Canada

Ottawa (Ontario) K1A 0L2

3 Division de physique et des
systèmes aquatiques

Institut national de recherche
sur les eaux

Centre canadien des eaux
intérieures

Burlington (Ontario) L7R 4A6

4 Conseiller en microbiologie

Division de la surveillance
et des critères

Direction générale de la
protection de la santé

Santé et Bien-être social
Canada

Ottawa (Ontario) K1A 0L2

RESUME

Ce rapport traite de la présence de bacilles du genre Legionella dans les lacs et rivières au Canada et dans les réseaux de distribution d'eau des édifices publics et commerciaux de l'Ontario. Les études effectuées indiquent que ces bactéries sont présentes dans certains des Grands lacs et qu'elles sont courantes dans les réseaux de distribution d'eau des édifices publics et commerciaux de l'Ontario. Le rapport décrit également les résultats d'études portant sur la survie de Legionella dans divers milieux aquatiques et dans diverses conditions. Ces études montrent que ces bacilles peuvent survivre dans les lacs et rivières à des degrés d'acidité et à des températures variés, de même que dans la glace pendant de longues périodes et que les estimations du nombre de bactéries sont inférieures de beaucoup aux populations réelles. On ne doit donc pas s'étonner de trouver Legionella dans les réseaux de distribution d'eau.

Le rapport explique également les raisons de la survie de Legionella dans les réseaux de distribution de même que les traitements possibles permettant d'éliminer ses colonies.

Après étude des nombreux rapports scientifiques qui se sont multipliés récemment sur le bacille du genre Legionella, il semblerait que les eaux douces ou stagnantes constituent les habitats naturels de cet organisme (Morris et coll., 1979, Politi et coll., 1979, Fliermans,

1979, 1980). Ces rapports indiquent que la présence de Legionella a été détectée, soit par des essais directs utilisant la technique des anticorps fluorescents ou par des cultures, dans tous les lacs et rivières étudiés dans le nord-est, le sud-ouest et le midwest des Etats-Unis. On a également repéré leur présence dans les tours de réfrigération des systèmes de climatisation (Morris et coll., 1979) et dans la plomberie des hôpitaux et des hôtels (Tobin et coll., 1981, Yees et Wadowsky, 1982). On dispose cependant de très peu de données sur les modes de distribution des espèces de Legionella dans les eaux canadiennes, dans les réseaux de distribution d'eau résidentiels et industriels et le matériel de plomberie. Dutka et Ewan (1981) ont les premiers réussi à isoler ces bactéries dans les eaux canadiennes; selon leur rapport, la densité de L. pneumophila serait de 250 par litre dans la baie Georgian et de 600 par litre dans le lac Sainte-Claire. Sekla et coll. (1982) ont récemment indiqué avoir trouvé des organismes compatibles du point de vue sérologique avec le bacille du genre Legionella dans l'eau de robinet et les réservoirs des humidificateurs domestiques au Manitoba en utilisant la technique d'immunofluorescence directe. La présence de Legionella species dans ces échantillons n'a pu être confirmée par des cultures.

On n'a rapporté que quelques cas d'infections dues à la Legionella au Canada, et ceux-ci étaient dispersés de Vancouver à Halifax (Rapport hebdomadaire des maladies au Canada, 1979, 1981, 1982, 1982a, Marrie et coll., 1982). Le groupe sérologique numéro 4 de Legionella

longbeachae et de L. pneumophila a récemment été isolé en Ontario dans le tissu pulmonaire (Tang et Toma, 1982). Le corps médical étant de plus en plus sensibilisé aux risques que pose cet agent pathogène, il devient essentiel d'établir les niches écologiques et les schémas de distribution de ces organismes. Selon Cherry (1982), il est absolument nécessaire de déterminer si Legionella est présente ou non dans les établissements de santé. Il mentionne qu'on ignore même si la Legionella est présente dans les sources d'alimentation en eau potable de toutes les collectivités ou si les caractéristiques de l'eau et le traitement qu'on lui fait subir peuvent contribuer à son élimination dans certains réseaux de distribution. Il laisse également entendre que dans les endroits où les tests ont été positifs, il est plus facile d'intervenir lorsque des cas cliniques surviennent dans la région. Cherry indique enfin que lorsque le bacille a été trouvé à un endroit, particulièrement dans une tour de réfrigération ouverte, les autorités doivent se préoccuper du risque de dissémination possible de Legionella et de maladies.

Il importe, selon nous, d'établir les schémas de distribution des espèces de Legionella dans les eaux canadiennes et les réseaux de distribution d'eau afin de déterminer si la concentration des bactéries de ce genre au Canada correspond à ce qu'on retrouve ailleurs dans le monde. A partir des renseignements recueillis et de l'incidence d'infections se traduisant par des signes cliniques, on pourra alors décider s'il est nécessaire d'éliminer les espèces de Legionella isolées dans certains milieux résidentiels et industriels.

Les études portant sur l'isolation et la numération des espèces de Legionella dans les étendues d'eau naturelles et les réseaux de distribution d'eau ont été grandement simplifiées par la mise au point de gélose tamponnée à base de charbon et d'extrait de levure (BCYE) (Pasculle et coll., 1980) additionné d'antibiotiques (Bopp et coll., 1980), de céphalotine, de colistine, de vancomycine et de cyclohexamide (gélose CCVC). Ces milieux permettent aux chercheurs d'employer les méthodes classiques de filtration microbienne sur membrane dans l'environnement (Dutka, 1978) en vue d'isoler et de faire la numération des espèces de Legionella dans l'eau.

Le présent rapport donnera un aperçu de deux importantes études portant sur Legionella. La première porte sur la distribution des espèces de Legionella dans les eaux naturelles de l'Ontario et du Québec, ainsi que dans les échantillons d'eau des tours de réfrigération et les échantillons d'eau potable prélevés dans divers édifices privés et publics en Ontario. La deuxième évalue la longévité et la survie de la Legionella à des températures et à des degrés d'acidité variés.

METHODES

1. Etude de distribution

Aux fins de cette étude, 221 échantillons d'eau d'un litre ont été prélevés dans des lacs et rivières de l'Ontario et du Québec et 129 autres échantillons proviennent de 34 édifices commerciaux, publics ou privés en Ontario (tableau 1 et figures 1, 2 et 3). La moitié environ des échantillons provenant du lac Ontario ont été prélevés au large; la plupart des échantillons prélevés des lacs ou des rivières, près de la rive ou au large, l'ont été près de la surface. Certains échantillons ont été prélevés en profondeur dans les ports de Kingston et de Toronto à l'aide d'un dispositif d'échantillonnage bactériologique en eau profonde (Dutka, 1978).

La température et le pH de tous les échantillons sont mesurés immédiatement après le prélèvement.

Tous les échantillons prélevés près de la rive sont traités de la façon suivante: l'échantillon 1 L est filtré à travers des membranes s pots <<à onguent>> stériles de 100 mL contenant 10 mL d'eau bouillie; les pots sont

finalement bouchés et réfrigérés à 4 °C jusqu'au moment du traitement (habituellement 3 à 7 jours plus tard). Lorsque quatre membranes sont nécessaires, elles sont placées de la même façon dans deux pots contenant 5 mL chacun.

Au moment du prélèvement, un volume d'eau pouvant atteindre 1 L est filtré sur un filtre en fibre de verre pour isoler le carbone organique particulaire (COP); les filtres sont ensuite lavés à l'acide sulfurique 0,3 % v/v puis avec de l'eau exempte de carbone et d'azote et finalement séchés sous vide. Le filtre en fibre de verre est ensuite séparé de son support et placé dans une boîte de Petri identifiée et conservée à 4 °C. Au laboratoire, le filtre en fibre de verre est placé dans un dessiccateur sous vide à 4 °C jusqu'au moment du dosage du carbone organique particulaire (COP). Une bouteille en verre de 100 mL avec bouchon garni de polyéthylène est remplie de l'échantillon et conservée à 4 °C pour les dosages ultérieurs de sulfate (SO_4), de l'alcalinité, de l'azote et du carbone organique en solution (COS), et deux bouteilles en polyéthylène de 100 mL contenant 0,2 mL de HNO_3 concentré sont remplies avec 100 mL de l'échantillon d'eau et conservées à 4 °C pour le dosage ultérieur du fer. Tous les échantillons prélevés au large et destinés à l'étude de la distribution des Legionella sont déposés dans des bouteilles stériles de 1 L et réfrigérés à 4 °C jusqu'au traitement susmentionné, au laboratoire principal (habituellement 5 à 10 jours après). Les échantillons prélevés dans les édifices publics et privés, dans les réseaux de distribution d'eau et dans les appareils de

climatisation (tours de refroidissement) sont déposés dans des bouteilles stériles de 1 L, réfrigérés à 4 °C et filtrés dans les 24 heures selon la technique susmentionnée.

Méthodes de laboratoire

Les pots contenant les membranes subissent dans un bac un traitement aux ultrasons pendant 10 minutes, ce qui a pour effet de détacher les bactéries de la surface de la membrane, puis 1 mL de l'extrait traité aux ultrasons est acidifié à pH 2 au moyen d'une solution de HCl 0,2 M et de KCl 0,2 M. Après 10 minutes, l'échantillon est neutralisé à pH 6,9 et des aliquotes de 0,5 mL sont déposées sur des plaques de gélose tamponnée à base de charbon et d'extrait de levure (buffered charcoal yeast extract, BCYE) additionnées de céphalothine, de colistine, de vancomycine et de cyclohexamide (CCVC) (Bopp et coll., 1981) et sur des plaques de gélose à base de glycine et de vancomycine-polymyxine B (GVP) comme l'on décrit Wadowsky et Yee (1981). Les plaques de gélose sont incubées à 37 °C pendant cinq jours. Des échantillons témoins de L. pneumophila de groupe sérologique 1 sont incorporés à chaque lot d'échantillons d'essai. Toutes les colonies présumées être des Legionella sont ensemencées en stries sur des plaques de CCVC et de gélose nutritive à 20° et à 30 °C pendant trois jours. Seules les colonies se multipliant sur la gélose CCVC et incubées à 37 °C sont identifiées comme des Legionella, d'après leur mode de croissance et leurs caractéristiques biochimiques et immunologiques (Feeley et Gorman, 1980).

Toutes les isolats dans lesquels la présence de Legionella est confirmée sont soumis à un test de sensibilité aux antibiotiques à l'aide de disques renfermant l'antibiotique à la concentration indiquée: 30 mg de tétracycline, 10 mg d'ampicilline, 30 mg de céfoxitine, 15 mg d'érythromycine, 10 mg de sulfate de colistine, 30 mg de vancomycine, 10 mg de clindamycine et 10 unités de pénicilline.

Des analyses chimiques sont effectuées sur la plupart des échantillons qui se révèlent positifs pour la présence de Legionella pneumophila et sur plusieurs échantillons négatifs. Les échantillons sont soumis à une partie ou à tous les essais chimiques suivants: alcalinité, carbone organique particulaire et soluble, fer total, sulfate total, azote particulaire total, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ et azote total selon Kjeldahl (annexe, tableau 1, 1a, 1b) (Direction de la qualité de l'eau, 1979).

Analyse statistique

On soumet les résultats à des analyses statistiques pour déterminer l'association entre la fréquence des Legionella et les facteurs physiques et chimiques. Après examen des données disponibles, il s'avère que seules les mesures de température, de pH, de COP (carbone organique particulaire), d'APT (azote particulaire total) et d'alcalinité sont assez nombreuses pour justifier une analyse statistique. Dans le but d'étudier toute association possible on suppose que la fréquence de

Legionella peut être considérée comme une variable aléatoire binaire Y pouvant prendre les valeurs 0 ou 1 selon que l'échantillon renferme ou ne renferme pas de Legionella. Soit P et q = 1-P les probabilités respectives que Y = 0 et Y = 1, soit Y₁, ..., Y_n les valeurs observées de n variables indépendantes Y₁, ..., Y_n et soit P₁, ..., P_n les probabilités associées à ces valeurs. Supposons, de plus, qu'on veuille mettre en relation les variations de P₁ (i = 1, 2, ..., n) et les valeurs correspondantes d'un facteur x (la température par exemple). Une façon de procéder consiste à diviser la gamme des valeurs de x en des intervalles ne se chevauchant pas et d'en faire un tableau de contingence (2xk). L'association entre les deux facteurs peut donc être vérifiée à l'aide des fonctions des observations suivantes:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{(r_i - n P)^2}{n P q}$$

$$P = \sum r_i / \sum n_i \quad q = 1 - P$$

où n_i est le nombre d'échantillons analysés au ième intervalle de la variable x et r_i, le nombre d'échantillons dépourvus de Legionella. La distribution de D équivaut approximativement à x² avec n-1 degrés de liberté.

2. Etudes de longévité et de survie

Dans l'expérience 1, on a étudié le stress que subissent les bactéries lors du traitement de l'échantillon. Plusieurs colonies de L. pneumophila de groupe sérologique 1 sont mises en suspension dans 100 mL

d'eau du robinet fraîchement bouillie qui sert ensuite à inoculer quatre aliquotes de 1 L d'eau de lac autoclavée contenue dans 4 ballons de 2 L. Immédiatement après l'inoculation, tous les ballons sont bien agités et des aliquotes de 0,1 et 0,5 mL (en 5 exemplaires) sont prélevées de chaque ballon et sont déposées sur des plaques de gélose de CCVC et de gélose BCYE. Le contenu du ballon n° 1 est ensuite filtré sur membrane (0,45 mm), la membrane est placée dans 10 mL d'eau du robinet bouillie contenue dans un pot <<à onguent>> de 100 mL et traitée aux ultrasons pendant 10 minutes; une portion de 5 mL est retirée, acidifiée à pH 2 pendant 10 minutes, neutralisée à pH 6,9, puis des aliquotes de 0,1 et 1 mL sont déposées sur gélose CCVC et gélose BCYE. Les plaques sont ensuite incubées à 37 °C pendant 72 h. Le contenu du ballon n° 2 est filtré sur une membrane laquelle est déposée dans 10 mL d'eau du robinet bouillie contenue dans un pot qui est conservé pendant 48 heures à 4 °C. L'échantillon est ensuite traité de la même façon que dans le cas du ballon n° 1. Le ballon n° 3 est traité de la même façon que le ballon n° 2 sauf que l'échantillon filtré sur membrane est conservé à 4 °C pendant 96 heures. Le ballon n° 4 est conservé à 4 °C pendant 96 heures, puis des aliquotes de 0,1 et 1,0 mL sont déposées sur des plaques de gélose des deux types pour servir de témoins, et l'échantillon est filtré sur une membrane et traité de la même façon que dans le cas du ballon n° 1.

L'expérience n° 2 consiste en une étude simple de longévité.

Une seule colonie de L. pneumophila de groupe sérologique 6 est mise en

suspension dans 100 mL d'eau du robinet bouillie contenue dans un erlenmeyer de 250 mL avec bouchon vissé qui est conservé dans l'obscurité à la température de la pièce. A différentes périodes, des aliquotes de 0,1 à 1 mL sont déposées sur des plaques de gélose CCVC et de gélose BCYE qui sont incubées à 37 °C pendant 72 h.

L'expérience n° 3 a pour but de déterminer l'effet du pH et de la température d'incubation sur la survie et la longévité des espèces de Legionella. Des L. pneumophila de groupe sérologique 1 sont déposés dans des échantillons de 1500 mL d'eau provenant de différentes sources: de l'eau de lac (autoclavée), de l'eau du robinet bouillie, des effluents finals d'eaux usées autoclavés et prélevés avant la désinfection et de l'eau distillée sous verre (tableau 2). Les échantillons d'eau du robinet et d'eau distillée sont ajustés à pH 4,5, 6,8 ou 8,0 immédiatement avant l'inoculation par addition de HCl ou de NaOH 0,1 M. Ces échantillons sont ensuite incubés à 20 °C. Trois des échantillons d'eau de lac susmentionnés sont ajustés à chacun des pH indiqués pour permettre leur incubation à 4°, 20° et 37 °C. Tous les échantillons incubés à 20 °C sont mélangés à l'aide d'un mélangeur de 50 tr/min. Dans chaque cas, des échantillons sont prélevés à différents intervalles hebdomadaires.

L'expérience n° 4 a pour but d'évaluer le degré de survie des espèces de Legionella dans des conditions de gel et dégel, des conditions que les organismes sont susceptibles de rencontrer dans l'eau au Canada.

On prépare une suspension de L. pneumophila de groupe sérologique 1 ($8,5 \times 10^5$ par mL) dans de l'eau du robinet bouillie et des aliquotes de 1 mL sont mélangées à des aliquotes de 9 mL d'eau du robinet bouillie contenues dans des tubes avec bouchon vissé.

Les suspensions de Legionella sont congelées à -20 °C. Dès que l'eau est gelée (2 h), un tube est retiré, dégelé rapidement à 37 °C et son contenu déposé sur des plaques de gélose CCVC et BCYE pour déterminer les premiers effets de la congélation. Puis, à différents intervalles, variant de 24 heures à 29 semaines, un tube est dégelé à la température de la pièce, une aliquote prélevée pour déterminer la survie et le reste est ensuite recongelé. Puis, après un certain temps, le tube qui a été recongelé est dégelé à nouveau, une aliquote est prélevée et mise en culture et l'eau est recongelée. Cette opération est répétée une autre fois. Chaque échantillon est donc soumis à trois cycles de gel-dégel pour évaluer la résistance de l'organisme dans des conditions de climat tempéré.

RESULTATS

Parmi les 112 échantillons d'eau prélevés dans les rivières et dans les lacs à des points près de la rive au Québec et en Ontario (figures 1 et 2, tableau 1), un seul renferme des Legionella. Cet échantillon a été prélevé environ 100 mètres à l'ouest du quai de la compagnie Carlson Fisheries sur la rivière Blind et environ 100 mètres

au sud (au large), à une profondeur d'environ 1 mètre. L'échantillon d'eau prélevé renferme Legionella dumoffi à raison de 60/L sur gélose GVP; il s'agit de la seule espèce de Legionella autre que L. pneumophila isolée au cours de l'étude.

Parmi les 109 échantillons d'eau prélevés au large (lacs Ontario, Erié et Sainte-Claire), trois seulement renferment des Legionella. Deux d'entre eux, prélevés en surface entre les îles Wolfe et Amherst au large de Kingston, révèlent la présence de L. pneumophila de groupe sérologique 1, à raison de 60 organismes/L sur gélose GVP, et un échantillon similaire prélevé dans la région de Toronto, le 19 juillet 1982, révèle la présence de L. pneumophila de groupe sérologique 5, à raison de 250 organismes/L sur gélose GVP. Un échantillon prélevé en profondeur (14 mètres) dans le port de Toronto, le 19 novembre 1982, renferme Legionella pneumophila de groupe sérologique 6, à raison de 60 organismes/L et capable de se multiplier sur de la gélose CCVC (Bopp et coll., 1981) (figure 3). La température de l'eau des échantillons qui donnent des résultats positifs sont respectivement de 19,3, 17,9 et 5,2 °C.

Des prélèvements ont été effectués en tout dans 34 édifices commerciaux, publics et privés, à raison de 2 prélèvements ou plus par endroit (tableau 3). La figure 4 montre la distribution des différents points où des prélèvements ont été effectués (31), les prélèvements ayant été répétés à trois points. D'après la figure 4, environ 60 % des points

d'échantillonnage (18 sur 31) donnent des échantillons renfermant des Legionella pneumophila. Les divers points positifs sont énumérés dans le tableau 3 et se résument à: 4 fontaines d'eau potable, 7 valves de condensateur de tour de refroidissement (figure 5), 5 réservoirs de tour de refroidissement, 10 robinets mélangeurs d'eau chaude et d'eau froide, 4 robinets d'eau chaude et 3 douches. La densité des organismes dans ces échantillons varie de 60 à 124 000 par L et on observe les groupes sérologiques 1, 3, 5 et 6. Après culture sur gélose CCVC, les échantillons positifs provenant des tours de refroidissement donnent une moyenne géométrique de 2110 organismes/L (N = 10) et les échantillons positifs d'eau potable donnent une moyenne géométrique de 1060 organismes/L (N = 18). Il semble que les milieux CCVC et GVP s'équivalent à toute fin pratique pour isoler et dénombrer les Legionella et qu'ils se complètent l'un l'autre. Les deux milieux conviennent bien à la numération des Legionella, mais le milieu CCVC donne souvent des chiffres plus élevés.

Au cours de cette étude, les prélèvements ont été répétés à trois points. Certains points qui avaient été reconnus comme contaminés lors du premier prélèvement étaient exempts de Legionella lors du deuxième prélèvement, par exemple un échantillon provenant d'une valve de condensateur de tour de refroidissement d'un hôpital était jugé positif le 7 juillet et négatif le 13 septembre, un échantillon provenant de l'eau chaude et de la douche dans un dortoir d'une résidence était positif le 12 juillet et négatif le 13 septembre. Au cours de cette

étude, le compte le plus élevé de L. pneumophila (groupe sérologique 6, $1,34 \times 10^5/L$) a été observé dans un échantillon prélevé dans la tour de refroidissement d'un hôpital, le 5 août 1982. Un nouveau prélèvement dans cette tour de refroidissement, réalisé le 14 septembre, a révélé que l'organisme était toujours présent à raison de $3,6 \times 10^4/L$.

Il est à noter que trois groupes sérologiques de Legionella pneumophila ont été identifiés à différents points d'échantillonnage dans le même bâtiment et que deux groupes sérologiques (1 et 6) ont été trouvés dans le même échantillon provenant de l'eau d'une fontaine d'un hôpital.

Le tableau 4 montre la sensibilité des divers isolats de Legionella aux antibiotiques. Dans chaque échantillon, on a habituellement effectué des essais sur plusieurs colonies de morphologie différente. La sensibilité aux antibiotiques varie suivant la morphologie de la colonie et l'origine de l'échantillon et n'est pas typique pour un groupe sérologique en particulier. Le tableau 4 présente les résultats de tous les essais de sensibilité lorsqu'il y a différentes réponses provenant d'un même échantillon, p.ex., pour le point d'échantillonnage 11, quatre profils différents de sensibilité aux antibiotiques sont observés pour le même groupe sérologique, des variations ayant été enregistrées pour la pénicilline G, la clindomycine, l'ampicilline et la tétracycline.

Pour simplifier le traitement des données, nous avons décidé arbitrairement de classer comme sensibles (S) les colonies qui montrent une zone d'inhibition supérieure à 10 mm, étant donné que nous sommes d'abord intéressés à trouver des caractéristiques qui peuvent différencier les groupes sérologiques.

Le tableau 4 permet plusieurs observations intéressantes sur les modèles de sensibilité aux antibiotiques. Ainsi, si l'on considère les échantillons prélevés en 1 et en 22, (c'est-à-dire au même endroit mais à deux moments différents) on peut voir que les organismes de groupe sérologique 1 isolés de la fontaine au point 1 n'ont pas la même sensibilité aux antibiotiques que les organismes du même groupe sérologique isolé de la fontaine et de la douche au point 22. Au point 2, les organismes de groupe sérologique 1 isolés du robinet d'eau chaude, présentent deux modèles différents de résistance aux antibiotiques. L'un de ces modèles ressemble à celui qu'ont donné les bactéries de groupe sérologique 1 isolées de la pomme de douche du point 2. Les organismes de groupe sérologique 1 isolés du robinet d'eau chaude du point 19 montrent trois types différents de sensibilité aux antibiotiques; leur sensibilité envers la pénicilline G, la clindomycine, la tétracycline, l'ampicilline et le sulfate de colistine varie. A noter, deux caractéristique inhabituelles: la résistance à l'ampicilline et la légère sensibilité au sulfate de colistine.

Les organismes de groupe sérologique 1 isolés des points d'échantillonnage 24 et 22, qui sont des édifices différents situés dans

des villes différentes, présentent des modèles similaires de sensibilité aux antibiotiques. Au point d'échantillonnage 34, tous les échantillons, qui proviennent de différentes sources, renferment des organismes de groupe sérologique 6 dont la zone d'inhibition autour des disques de pénicilline G est quelque peu variable.

Dans cette étude, l'eau dans laquelle on a isolé les espèces de Legionella, était à une température qui variait entre 5,2 et 63 °C et à un pH variant entre 7,15 et 9,0.

Le tableau 5A représente le tableau de contingence (2xk) pour la température et l'estimation de la probabilité de trouver ou non des Legionella dans chaque zone de température. La probabilité moyenne de trouver des Legionella dans un échantillon est de 0,35. En examinant la probabilité de trouver des Legionella dans les échantillons (échantillons positifs), on s'aperçoit que cette probabilité augmente avec la température jusqu'à 40 °C, après quoi la probabilité diminue. La valeur D est égale à 1,83, ce qui n'est pas significatif au seuil de 5 %. Ces résultats signifient que la température n'a pas une influence importante sur la présence ou l'absence de Legionella.

Le tableau 5B constitue le tableau de contingence (2xk) pour le pH. La valeur de D observée est égale à 11,08, ce qui est significatif au seuil de 5 %. Cela signifie qu'il y a une association significative entre le pH et la présence de Legionella. Cette association est positive

(d'après la dernière colonne du tableau 5B), c'est-à-dire qu'une augmentation du pH correspond à une augmentation de la probabilité de trouver des Legionella.

Les valeurs de COP sont positivement reliées à l'incidence des Legionella et cette association est significative à 10 % ($D = 5,53$, $0,05 \leq P \leq 0,10$). D'après le tableau 5C, la probabilité de trouver des Legionella lorsque les valeurs de COP dépassent 0,60 mg/L est deux fois plus élevée que lorsque les valeurs de COP sont inférieures à 0,60 mg/L.

La valeur de D pour l'APT est égale à 8,68, ce qui est significatif au seuil de 1 %. D'après les résultats du tableau 5D, la probabilité de trouver des échantillons positifs augmente considérablement avec l'APT.

La valeur de D pour l'alcalinité est égale à 6,18, ce qui est significatif au seuil de 5 %. D'après les résultats du tableau 5E, la probabilité de trouver des Legionella dans un échantillon augmente beaucoup avec le niveau d'alcalinité.

Le tableau 6 montre que, dans certaines conditions L. pneumophila du groupe sérologique 6 peut survivre au moins 62 semaines dans l'eau de robinet bouillie. Nous sommes portés à croire que cette culture gardée à la température ambiante peut se multiplier au cours des 17 premières semaines et se maintenir pendant 31 autres semaines avant de

régresser de façon considérable. Le milieu de culture BCYE est moins difficile pour le bacille que le milieu CCVC aux antibiotiques; on récupère de 6 à 7 fois plus de Legionella dans le premier milieu. Le tableau 7 représente la survie de L. pneumophila de groupe sérologique 1 dans de l'eau de lac dont le pH est ajusté à 4,5, 6,8 et 8,0 et qui est incubée à 4 °C, 20 °C et 37 °C. On constate que les échantillons d'eau de lac gardés à 4 °C possèdent la survie de Legionella la plus élevée et que le pH 4,5 semble le plus éprouvant. A 4 °C, il ne semble pas y avoir de différence significative entre les populations maintenues à pH 6,8 ou 8,0, bien qu'il y ait apparence de multiplication au cours des cinq premières semaines. A 20 °C, il y a croissance et maintien de la population durant les trois premières semaines d'incubation alors qu'à 37 °C, la population diminue continuellement. Tous les résultats indiquent que la gélose BCYE est moins difficile pour Legionella que la gélose CCVC et que la population obtenue peut être de 5 à 6 fois plus élevée. Sous cet aspect, cette étude se compare à la première étude sur la longévité.

Pour les échantillons autoclavés d'effluent final d'eaux usées, la gélose BCYE sans antibiotique ne convient pas car le bref passage à l'autoclave ne suffit pas à stériliser l'échantillon avant l'addition de Legionella. Les bactéries survivantes dans l'échantillon réussissent donc à envahir le milieu non sélectif et à empêcher la croissance de colonies et Legionella, même après filtration et traitement à l'acide de l'échantillon (Bopp et coll., 1981). Ces résultats soulignent encore une

fois que l'acidification seule n'est pas un mécanisme suffisamment sélectif et qu'il faut également utiliser un milieu renfermant des antibiotiques. On voit également que le pH n'a pas un effet contraignant évident sur les organismes en suspension dans l'effluent final d'eaux usées autoclavé. Après la treizième semaine, les organismes étrangers sont si nombreux que même si l'échantillon a subi un traitement ordinaire à l'acide, il ne donne aucune colonie de Legionella.

Les résultats obtenus pour les échantillons d'eau du robinet bouillie confirment les résultats obtenus pour l'eau de lac, à savoir qu'un pH de 4,5 inhibe un peu plus la croissance que les pH de 6,8 et de 8,0. Les Legionella sont disparues après 9 à 10 semaines et, comme on l'a fait observer précédemment, la gélose BCYE inhibe moins la croissance que la gélose CCVC aux antibiotiques et produit des colonies plus luxuriantes et en plus grand nombre. La période de survie des Legionella cultivées dans l'eau de lac traitée de la même façon est de 9 à 13 semaines. Les espèces de Legionella en suspension dans de l'eau distillée sous verre ne semblent pas influencées par le pH de l'eau. La période critique de survie semble être de 9 à 13 semaines dans ce cas également et les Legionella ne semblent pas croître dans l'eau distillée sous verre.

L'étude de gel-dégel illustrée dans le tableau 8 montre que L. pneumophila de groupe sérologique 1 peut facilement survivre jusqu'à 29 semaines dans la glace. La congélation constitue une agression sur le

bacille, qui se traduit par une perte d'environ 60 % de l'effectif après 2 heures de congélation et d'environ 85 % après 24 heures. Il y a également une baisse graduelle de l'effectif des échantillons conservés congelés. D'après les résultats du tableau 8, certaines bacilles de Legionella peuvent survivre à au moins 3 cycles de gel-dégel. La population de Legionella après le deuxième cycle de gel-dégel est relativement stable et ne semble pas dépendre de la durée de congélation de l'échantillon. On constate encore, comme dans les autres études de survie, que le milieu BCYE inhibe moins la croissance et produit des populations plus importantes (des colonies plus grandes et en plus grand nombre) que la gélose BCYE inoculée dans les mêmes conditions.

DISCUSSION

Les résultats des analyses effectuées indiquent que les Legionella ne sont pas très répandues dans les eaux canadiennes. Sur les 112 échantillons d'eau prélevés dans les lacs et rivières du Québec et de l'Ontario (y compris près des rives dans les Grands lacs) un seul était positif. De plus, sur les 109 échantillons prélevés au large dans les lacs Ontario, Erié et Sainte-Claire, seulement trois étaient positifs. Dans les échantillons positifs, les concentrations de Legionella étaient faibles, de 60 à 250 par litre. Pourtant, Fliermans et associés (1979, 1981) avaient constaté, par immunofluorescence directe, que 90 % des échantillons qu'ils avaient prélevés aux Etats-Unis étaient positifs pour ce qui est de la présence de Legionella; peu d'échantillons positifs se

sont révélés infectieux chez des cobayes. Même lorsqu'on prend en considération le biais positif de la méthode d'immunofluorescence directe (biais dû à l'impossibilité de distinguer les cellules vivantes des cellules mortes et aux réactions croisées), il appert que les concentrations de cette bactérie sont plus faibles en milieu naturel au Canada.

Cette apparente rareté de Legionella dans les eaux naturelles au Canada ne s'explique pas facilement. Comme l'indique le tableau 9, les méthodes utilisées dans le cadre de l'étude ont permis de récupérer environ 10 % de la population. Ce faible taux reflète peut-être en partie les contraintes imposées aux organismes par la méthode de filtration sur membrane (Dutka et Tobin, 1981), le traitement à l'acide et les antibiotiques contenus dans le milieu de culture, de même qu'à l'impossibilité de libérer, par traitement aux ultrasons, tous les organismes qui se heurtent à la surface de la membrane. Dans tous les cas où l'on a mené des études de récupération en utilisant des milieux de gélose additionnés et non additionnés d'antibiotiques, on a pu constater que les organismes grossissaient davantage et que leur densité devenait plus grande dans le milieu ne contenant pas d'antibiotiques. Ces facteurs donnent à penser qu'il se peut que les Legionella viables soient présentes dans les eaux naturelles du Canada, mais à une concentration inférieure au seuil de détection des techniques utilisées. Le nombre minimal d'organismes détectables par filtration sur membrane et culture sur gélose CCVC est de 33 par litre, étant donné qu'on peut déceler un

organisme dans 1 mL d'un échantillon de 1 mL filtré sur membrane, acidifié, puis neutralisé. Et comme il a été établi que la technique de filtration sur membrane et de culture sur gélose CCVC permet de récupérer environ 10 % (tableau 9) de la population potentielle, il est permis de penser que certaines eaux naturelles canadiennes présentent un fond de Legionella d'une densité pouvant atteindre 330 organismes par litre, sans que l'examen d'un échantillon d'un litre d'eau, comme cela s'est fait dans le cadre de la présente étude, ne révèle la présence d'organismes, la densité de ces derniers dans l'échantillon demeurant en deçà du seuil de détection.

Autre point à considérer, la température relativement froide de nos eaux. Toutefois, comme l'indiquent les données présentées à la figure 6, les Legionella ont tendance à survivre plus longtemps dans l'eau à 20 °C et à 4 °C que dans l'eau à 37 °C et les organismes peuvent se reproduire un peu à très basse température, ce qui n'a pas été observé à 37 °C dans le cadre de la présente étude. Les expériences de gel-dégel (qui simulent les conditions de l'hiver canadien pour des eaux peu profondes) indiquent qu'environ 99 % d'une population congelée de Legionella n'est pas viable au bout de 10 à 12 semaines. Comme ce genre d'expérience l'indique, un nombre suffisant de cellules peuvent survivre à l'agression causée par l'alternance du gel et du dégel (tableau 8) et permettre le développement d'organismes lorsque la température s'élève. Il semble donc que la température de l'eau dans le milieu ne soit pas le principal facteur limitant de la distribution des Legionella.

Contrairement aux échantillons prélevés dans les eaux naturelles, qui indiquaient une fréquence peu élevée de Legionella, les échantillons d'eau non naturelle potable ou autre étaient souvent contaminés par L. pneumophila. Dans l'ensemble, 27 % de ces échantillons contenaient une concentration de 60 à 124 000 organismes de ce type par litre. Il s'agissait d'échantillons d'eau potable chaude et froide, ou d'eau prélevée à des fontaines, des douches, des réservoirs de tours de refroidissement et des condensateurs. Dans tous les cas, l'eau provenait de sources similaires (système fermé d'approvisionnement d'eau potable); la découverte de Legionella dans un aussi grand nombre de réseaux de distribution d'eau aussi éloignés les uns des autres (figure 4) donne à penser que les Legionella sont des bactéries courantes en eau douce et qu'elles peuvent survivre aux opérations de filtration de l'eau potable. Il semble que ces bactéries se multiplient ensuite dans les systèmes de distribution d'eau chaude et froide des édifices (Tobin et coll., 1980; Tison et Seidler, 1982), sans qu'il en résulte de maladies ou de symptômes cliniques manifestes, sauf dans de rares cas.

Il est clair qu'un facteur ou une combinaison de facteurs favorise un accroissement des concentrations de L. pneumophila dans les eaux non naturelles. Les résultats présentés ici indiquent que la probabilité de trouver des Legionella dans l'eau s'accroît avec la température jusqu'à 40 °C. Toutefois, il ne semble pas que des températures supérieures à 40 °C soient une barrière au développement de Legionella puisqu'on a pu une fois au cours de l'étude isoler des

Legionella spp. dans de l'eau à 63 °C. D'autres chercheurs (Dennis et coll., 1982) ont en outre montré que des L. pneumophila prolifèrent dans des réseaux de distribution d'eau chaude. Notons, cependant, qu'il n'existe aucun rapport statistique simple entre la température de l'eau et le développement des bactéries, car les concentrations constatées n'étaient pas proportionnelles à la température de l'eau, et les études de survie indiquent que les bactéries tolèrent mieux des températures de 20 °C ou inférieures qu'une température de 37 °C.

Dans une tentative visant à définir les paramètres de qualité de l'eau qui sont reliés à la contamination de l'eau des tours de refroidissement par Legionella, Kurtz et coll. (1982) ont pu établir qu'il existe une association étroite entre un pH élevé, la quantité totale de matières en solution et la concentration de chlore, d'une part, et l'incidence de l'organisme, d'autre part. Dans la présente étude, le pH, l'alcalinité, le carbone organique total et l'azote total selon Kjeldahl étaient associés aux récupérations de L. pneumophila. En outre, comme le montre la figure 8, les espèces de Legionella survivaient plus longtemps dans les effluents d'eau d'égout (plus de substances nutritives) que dans l'eau distillée ou l'eau du robinet. Néanmoins, il y a contradiction entre les données de la figure 7 et celles du tableau 4 pour ce qui est de l'importance du pH sur les cultures statiques de Legionella. Il est probable qu'un pH de 4,5 à 8,0 n'influe pas de façon critique sur la croissance ou la survie des Legionella dans les systèmes aquatiques. Ces facteurs, mentionnés dans la présente étude et dans

L'étude de Kurtz et coll. (1982), sont quelques-uns des facteurs nécessaires à la production de biofilms. On sait peu de choses sur la gamme des substances chimiques solubles présentes dans l'eau naturelle qui peuvent produire un biofilm mais il est possible que la qualité et la quantité des substances nutritives absorbées puissent influencer sur le type physiologique de bactérie qui peut se fixer et se multiplier (Sharpe, 1982). Qui plus est, Beal (1970) a confirmé que les biofilms se développent plus rapidement dans des conduits où l'eau circule à grande vitesse, condition qu'on retrouve dans bon nombre des réseaux et systèmes de distribution d'eau potable. Les données de la présente étude appuient donc l'hypothèse selon laquelle les Legionella deviennent partie intégrante du biofilm des réseaux de distribution d'eau des édifices et tours de refroidissement.

Nos résultats corroborent la thèse de Dufour et Jakubowski (1982), qui en sont venus à la conclusion que la principale source de contamination par des espèces de Legionella est l'environnement naturel où on peut les retrouver en concentrations faibles (quelquefois fortes). Il est probable que la contamination des approvisionnements d'eau potable par ces bactéries soit attribuable aux quelques rares occasions où ces dernières réussissent à survivre au traitement de l'eau. Quoiqu'il en soit, ce n'est que lorsque les conditions propices à leur prolifération sont réunies que les populations augmentent et qu'il se produit une contamination massive. Parmi les facteurs qui peuvent favoriser la prolifération des bactéries, on peut citer les biofilms, la température,

les concentrations d'oxygène, la présence d'un mélange complémentaire d'agents chimiques inorganiques et organiques, la présence d'organismes symbiotiques, la vitesse et la turbulence du liquide, sans compter les facteurs encore à découvrir (Sharpe, 1982).

L'une des grandes questions auxquelles les microbiologistes n'ont pas encore répondu est celle du processus suivant lequel les Legionella atteignent les réseaux de distribution d'eau potable des édifices. Faut-il en conclure que les méthodes de traitement de l'eau potable sont inadéquates ou que les Legionella sont des organismes opportunistes qu'on retrouve en quantité assez grande dans l'eau brute pour que, quand le système d'une usine d'épuration de l'eau fait défaut comme cela arrive, les bactéries puissent gagner le système de distribution et se multiplier dans les biofilms? Comme l'attestent les données du tableau 5, les Legionella peuvent facilement survivre pour des périodes de plus d'un an dans des systèmes d'eau statique et même plus longtemps peut-être dans les endroits où l'approvisionnement en éléments nutritifs est continuellement renouvelé. Aussi une seule inoculation de Legionella dans un réseau de distribution pourrait-elle entraîner des années de contamination.

Une recherche intéressante pourrait être menée en vue de déterminer les différentes voies que peuvent emprunter les Legionella pour atteindre les réseaux d'eau potable. On soumettrait à une surveillance étroite l'eau d'alimentation d'usines de filtration, en

prélevant les échantillons juste avant l'entrée de l'eau dans le réseau de distribution, afin de déterminer le nombre total d'organismes coliformes et hétérotrophes, la quantité de résidus de plantes et le nombre de Legionella viables. Si les résultats de cette recherche confirmaient que les Legionella peuvent effectivement survivre au processus normal de traitement de l'eau potable ou que, si des cas cliniques étaient enregistrés, des mesures correctives pourraient être prises. On pourrait, par exemple, modifier le processus de traitement de façon à éliminer toute possibilité d'inoculation future de cet agent pathogène dans les réseaux de distribution d'eau.

La présence des espèces de Legionella dans les réseaux d'eau chaude tels que les réchauffeurs d'eau et les tours de refroidissement est chose de plus en plus établie (Dennis et coll., 1982, Cordes et coll., 1981). Dans la plupart des cas, cette présence n'est pas associée à quelque type de maladie que ce soit (Tobin et coll., 1981). Il est à remarquer, cependant, qu'une importante proportion de la population en santé (de 2,5 à 45 % selon le groupe d'âge) a été exposée à ce genre de bactérie, comme en fait foi la détection d'anticorps spécifiques (Rapport hebdomadaire des maladies au Canada, 1982; Latimor et Ormsbee, 1981; Goldman et Marr, 1980). Des mesures correctives ne s'imposeraient qu'exceptionnellement (risque de recycler des aérosols contaminés dans le système de ventilation d'un édifice, contact direct des personnes menacées, etc.) (Tobin et coll., 1981). Il ne fait aucun doute, toutefois, qu'on devrait favoriser des recherches visant à trouver des

moyens de lutte contre la prolifération de ces organismes et d'autres organismes dans l'eau et à la surface des systèmes de circulation d'eau. De nombreuses méthodes ont été mises au point pour remplacer l'élimination des biofilms, qui est complexe et donne lieu à des problèmes. La majorité de ces méthodes se fondent sur des mesures curatives plutôt que préventives et ont eu un succès variable et temporaire. Il existe essentiellement deux catégories de traitement, chimique et non chimique, la chloration étant la méthode prédominante (Sharpe, 1982).

La présence de Legionella (et en fait de nombreuses espèces d'organismes pathogènes opportunistes) dans l'eau potable, l'eau des douches et des tours de refroidissement des établissements de soins de santé va devoir être évaluée et va nécessiter d'amples recherches. Bon nombre des études qui établissent la présence de Legionella dans les réseaux d'eau des hôpitaux ont été entreprises à la suite d'une éruption de légionellose (Cordes et coll., 1981; Tobin et coll., 1981). Il est impossible de connaître la proportion des hôpitaux où Legionella est présente dans les réseaux d'eau, quand aucun cas de légionellose n'y a jamais été signalé.

A l'heure actuelle, il est difficile de se prononcer de façon définitive sur les mesures à prendre lorsque des espèces de Legionella sont détectées régulièrement dans les réseaux d'eau d'un établissement de soins de santé ou tout autre édifice public, en l'absence de cas

manifeste de maladie. Lorsque des affections sont effectivement signalées, les décisions à prendre doivent se fonder sur une étude de chaque cas particulier. Dans certaines situations, dans le cas par exemple d'édifices où l'on retrouve une population vulnérable et où il a été établi que la bactérie était présente dans les réseaux de distribution d'eau, il est possible qu'on ne puisse rien faire d'autre que d'être à l'affût de tout cas de légionellose acquise ou de séroconversion. Toute éruption manifeste de maladie devrait, il va sans dire, faire l'objet d'un examen approfondi et des mesures de contrôle appropriées devraient être prises en vue de déterminer la source et de la faire disparaître. Il peut se révéler nécessaire de mettre en oeuvre un programme d'essai sérologique pour évaluer l'incidence des affections asymptomatiques dans les régions où des cas manifestes sont signalés.

Il peut être nécessaire aussi dans certains cas de traiter l'eau contaminée, en procédant à une désinfection périodique des réseaux d'eau potable par des moyens chimiques ou thermiques et en veillant à ce que les tours de refroidissement soient désinfectés régulièrement et entretenues (Organisation mondiale de la santé, 1982, Dufour et Jakubowski, 1982). Néanmoins, toutes les méthodes de désinfection sont difficiles à appliquer, à cause de la nature des biofilms et de l'impossibilité d'incorporer des méthodes de traitement aux réseaux de distribution d'eau, des maisons et des immeubles, et, lorsqu'on peut les appliquer, elles ne produisent que des effets temporaires (Sharpe, 1982). Le déversement de mégadoses de désinfectant dans les réseaux de

distribution d'eau des édifices publics pose de grandes difficultés. La mise en oeuvre de telles mesures n'est pas souhaitable, et peut même se révéler impossible, étant donné la nature des réseaux de distribution. Il y a aussi le problème signalé par Dufour et Jakubowski (1982) concernant les fortes doses de chlore dissipé lorsque l'eau était chauffée. Quoiqu'il en soit, l'une des méthodes qu'on peut utiliser pour éliminer une population de Legionella d'un réseau de distribution d'eau chaude consiste à vidanger le réseau avec de l'eau chauffée à une température de 70 à 75 °C, pour ensuite maintenir l'eau à une température de 57,5 à 61 °C dans le réseau de distribution. Selon Plouffe et coll., (1983), cette méthode s'est révélée un moyen efficace d'empêcher les Legionella de former de nouvelles colonies dans le réseau de distribution d'eau chaude d'un hôpital. Si l'on en juge toutefois par des recherches en cours en laboratoire, il est possible de parvenir aux mêmes résultats en vidangeant périodiquement avec une eau chauffée à 70-75 °C puis en maintenant l'eau chaude à 45-47 °C.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier de leur précieuse contribution les responsables des Dearborn Environment Consulting Services de Mississauga (Ontario) qui ont prélevé des échantillons dans les immeubles publics et privés, de même que Kathryn Bernard, de Santé et Bien-être social Canada, qui nous a permis, grâce à l'excellence de son travail technique, de déterminer les souches de Legionella et leur sérotype.

Tableau 1. Points d'échantillonnage des Legionella en Ontario et au Québec, en 1982

Echantillons prélevés près de la rive des Grands lacs

Jordan Harbour - Lac Ontario	Little Current - Baie Georgian
Port Dalhousie - Lac Ontario	South Bay Mouth - Baie Georgian
Port Weller - Lac Ontario	East Cerry Beach - Lac Ontario
Warton - Baie Georgian	West Cherry Beach - Lac Ontario
Sauble Beach - Lac Huron	Parry Sound - Baie Georgian
Port Dover - Lac Erié	Cobourg - Lac Ontario
Rock Point - Lac Erié	Kingston - Lac Ontario
Cornwall - Lac Ontario	Sandhurst - Lac Ontario
Prescott - Lac Ontario	Lac Cyperus - Baie Georgian (PP)
Kingston Mills - Lac Ontario	MacGregor Pt. - Lac Huron (PP)
Baie de Quinte - Lac Ontario	Point Farms - Lac Huron (PP)
Southampton - Lac Huron	Pinery - Lac Huron (PP)
Meaford - Baie Georgian	Ipperwash - Lac Huron (PP)
Blind River - Baie Georgian	Tremblay - Lac Ste-Claire (PP)
Thessalon - Baie Georgian	Holiday Beach - Lac Erié (PP)
Bronte - Lac Ontario	Wheatley - Lac Erié (PP)
Pt. Edward - Lac Ste-Claire	Rondeau - Lac Erié (PP)
Mitchell Bay - Lac Ste-Claire	Longue Pointe - Lac Erié (PP)
St. Clair Beach - Lac Ste-Claire	Turkey Point - Lac Erié (PP)
Port Stanley - Lac Erié	Sault-Ste-Marie - Baie Georgian
Ile St-Joseph - Baie Georgian	

Echantillons prélevés au large dans les Grands lacs

Lac Ontario - 101

Lac Erié = 2

Lac Ste-Claire - 6

Cours d'eau et canaux

Stratford - Thames	Pointe-des-Cascades - Saint Laurent
Richelleu	Richmond - Saint-François
Sorel - Saint-Laurent	Oka - Lac des Deux-Montagnes
Hawkesbury - Outaouais	Canal Murray
Courtright - R. Sainte-Claire	Port Lambton - R. Sainte-Claire
La Salle - R. de Détroit	Amherstburg - R. de Détroit
Port Colbourne - Canal Welland	Fort-Erié - Embouchure de la Niagara
Deep River - Outaouais	

Lacs

Lac Crow
Lac Sharbot
Lac Marble
Lac Stoco
Lac Moira
Baie Barry's
Lac Trout
Lac Baptiste
Lac Head
Lac Gull
Lac Dalrymple
Lac Kahske
Lac Couchching
Lac Scugog
Lac Simcoe
Lac Muskoka
Lac Nipissing
Lac Ramsey
Lac Timiskaming
Lac Elliot
Lac Boulevard
Lac Thunder
Lac Plastic
Lac Turkey
Lac Clearwater
Lac Hannah
Lac Richard
Lac McFarlane
Lac Silver

Lac Kelly
Lac Wavy
Lac Windy
Lac Lahi
Lac Ramsey
Lac Champlain
Lac Brome
Lac Memphrémagog
Lac Massawippi
Lac Magog
Lac Brompton
Lac la Ronge
Lac St-François-Xavier
Lac Cranenest
Lac Lower Beverly
Lac Mississippi
Lac Little Round
Lac Silver (PP)
Lac Black (PP)
Lac Maxinaw (PP)
Lac Bon Echo (PP)
Lac Rice (PP)
Lac Silent (PP)
Lac Carson (PP)
Lac St. Peter (PP)
Lac Balsam (PP)
Lac Simcoe (PP)

PP = Parc provincial

Tableau 2. Étude de survie de Legionella pneumophila de groupe sérologique 1 provenant de divers échantillons, à divers pH et températures

Échantillon	Gamme de pH			Température d'incubation		
	4,5	6,8	8,0	4°	20°	37°
Eau de lac	X			X		
	X				X	
	X					X
		X		X		
		X			X	
		X				X
			X	X		
			X		X	
			X			X
Effluent final d'eaux usées	X				X	
		X			X	
			X		X	
Eau du robinet bouillie	X				X	
		X			X	
			X		X	
Eau distillée sous verre	X				X	
		X			X	
			X		X	

Tableau 3. Isolement de Legionella pneumophila dans des résidences et des édifices commerciaux et publics

Point No.	Description du point d'échantillonnage	Description de l'échantillon	Temp. °C	pH	Concentration des <u>Legionella</u> par litre		<u>Legionella pneumophila</u> Groupe Sérologique
					Gélose BCYE	Gélose GVP	
1	Hôpital	Eau de fontaine	13	7,8	1100	750	Sérogroupe 6
1	Hôpital	Eau chaude	47	8,0	300		Sérogroupe 1
1	Hôpital	Tour de refroidissement - valve de condensateur	30,5	9,0	1700	450	Sérogroupe 5
1	Hôpital	Douche	27	7,9			
1	Hôpital	Tour de refroidissement - valve froide	14	8,75			
2	Résidence	Eau de fontaine	22	8,0			
2	Résidence	Eau chaude	63	7,9	1400	60	Sérogroupe 1
2	Résidence	Tour de refroidissement - valve de condensateur	23	9,0			
2	Résidence	Douche	41	7,8	1500	1200	Sérogroupe 1
3	Université	Eau de fontaine	22	8,0			
3	Université	Eau chaude	44,5	8,0			
3	Université	Tour de refroidissement - valve de condensateur	33	8,8			
3	Université	Douche	28,5	8,1			
4	Centre Commercial	Eau froide du robinet	24	7,95			
4	Centre Commercial	Eau chaude	60	8,0			
4	Centre Commercial	Tour de refroidissement - valve de condensateur	25,5	8,75		60	Sérogroupe 1
5	Hôtel	Eau de fontaine	8,5	7,85			
5	Hôtel	Eau chaude	50	8,0		60	Sérogroupe 5
5	Hôtel	Douche	28	8,0			

Tableau 3 (suite).

Point No.	Description du point d'échantillonnage	Description de l'échantillon	Temp. °C	pH	Concentration des <i>Legionella</i> par litre		Legionella pneumophila Groupe Sérologique
					Gélose BCYE	Gélose GVP	
6	Centre Commercial	Eau de fontaine	17	8,0	3100	500	Sérogroupe 3
6	Centre Commercial	Eau chaude	58	7,75			
6	Centre Commercial	Tour de refroidissement - valve de condensateur	33,5	9,85			
6	Centre Commercial	Douche	18,5	8,05			
7	Collège	Eau de fontaine	17	7,8			
7	Collège	Eau chaude	43	8,0			
7	Collège	Tour de refroidissement - valve de condensateur	32	8,85			
7	Collège	Douche	38	8,0			
8	Hôtel	Eau de fontaine	14	7,55			
8	Hôtel	Eau chaude	45	7,6			
8	Hôtel	Tour de refroidissement - valve de condensateur	25	8,8	500	Sérogroupe 6 Sérogroupe 1-4	
8	Hôtel	Douche	35	7,65	500		
8	Hôtel	Fontaine	21	8,55			
9	Édifice public	Eau de fontaine	11	7,6			
9	Édifice public	Eau chaude	44	7,5			
9	Édifice public	Tour de refroidissement - valve de condensateur	18	8,0			
9	Édifice public	Fontaine	24,5	7,6			
10	Édifice public	Eau de fontaine	19,5	7,6			
10	Édifice public	Eau chaude	46	7,6			
10	Édifice public	Tour de refroidissement - valve de condensateur	24	7,5			
10	Édifice public	Fontaine	37	8,05			

Tableau 3 (suite).

Point No.	Description du point d'échantillonnage	Description de l'échantillon	Temp. °C	pH	Concentration des Legionella per litre		Legionella pneumophila Groupe Sérologique
					Gélose BCYE	Gélose GVP	
11	Édifice public	Eau de fontaine	13	7,6			
11	Édifice public	Eau chaude	44	7,6			
11	Édifice public	Tour de refroidissement - valve de condensateur	24	7,5	21000	6200	Sérogroupe 6
12	Hôpital	Eau potable	20	7,85			
12	Hôpital	Eau chaude	42	7,95			
12	Hôpital	Tour de refroidissement - réservoir	27	8,9	120		Sérogroupe 6
13	Centre commercial	Eau de fontaine	15,5	7,7			
13	Centre commercial	Tour de refroidissement - valve de condensateur	27	8,2			
13	Centre commercial	Fontaine	22	8,45			
14	Hôtel	Eau de fontaine	22	8,1			
14	Hôtel	Eau chaude	41	8,4			
14	Hôtel	Douche	31	8,3			
14	Hôtel	Fontaine	21	8,3			
15	Hôtel	Eau de fontaine	18,5	7,95			
15	Hôtel	Eau chaude	48	7,95			
15	Hôtel	Tour de refroidissement - valve de condensateur	27	8,95	62000	62000	Sérogroupe 6
15	Hôtel	Douche	32	7,95			
16	Édifice public	Eau de fontaine	18,5	7,75			
16	Édifice public	Eau chaude	48	7,75			
16	Édifice public	Tour de refroidissement - réservoir	30	8,85	750	380	Sérogroupe 6

Tableau 3 (suite).

Point No.	Description du point d'échantillonnage	Description de l'échantillon	Temp. °C	pH	Concentration des Legionella par litre		Legionella pneumophila Groupe Sérologique
					Gélose BCYE	Gélose GVP	
17	Hôpital	Eau de fontaine	23	7,8	190	120	Sérogroupe 6
17	Hôpital	Eau chaude	41	7,8			
17	Hôpital	Tour de refroidissement - réservoir	29,5	8,95			
17	Hôpital	Douche	32	7,9	1200	1200	Sérogroupe 6
18	Université	Eau de fontaine	25	7,7			
18	Université	Eau chaude	34,5	7,85			
18	Université	Tour de refroidissement - réservoir	36	8,6	3400	4400	Sérogroupe 1 inconnu*
18	Université	Douche	28	7,8			
19	Université	Eau de fontaine	20	7,8			
19	Université	Eau chaude	29	7,8	26	7,55	
19	Université	Tour de refroidissement - valve de condensateur					
20	Hôpital	Eau de fontaine	18,5	8,2	26	8,75	
20	Hôpital	Eau chaude	45	8,2			
20	Hôpital	Tour de refroidissement - valve de condensateur					
20	Hôpital	Douche	27	8,2	19	8,55	
21	Université	Eau potable	18	7,85			
21	Université	Eau chaude	40	7,85			
21	Université	Tour de refroidissement - réservoir			20,5	7,85	
21	Université	Douche					

* Cet organisme de Legionella est atypique et son identification fait l'objet d'études plus poussées par CDC.

Tableau 3 (suite).

Point No.	Description du point d'échantillonnage	Description de l'échantillon	Temp. °C	pH	Concentration des Legionella par litre		Legionella pneumophila Groupe Sérologique
					Gélose BCYE	Gélose GVP	
22	Hôpital (No. 1 rép.)	Eau de fontaine	13	7,85	250		Sérogroupe 6
22	Hôpital	Tour de refroidissement - valve de condensateur	25,5	8,85		190	Sérogroupe 1
22	Hôpital	Douche	30	7,85			Sérogroupe 1
23	Résidence (No. 2 rép.)	Eau de fontaine	20	7,85			
23	Résidence	Tour de refroidissement - valve de condensateur	25,5	8,85			Sérogroupe 1
23	Résidence	Douche	21	7,85			
24	Hôtel (No. 15 rép.)	Eau de fontaine	17	7,8	60	60	Sérogroupe 1
24	Hôtel	Eau chaude	61	8,0			Sérogroupe 6
24	Hôtel	Tour de refroidissement - réservoir	31	8,95		36000	
25	Université	Eau potable	11,5	7,5			Sérogroupe 6
25	Université	Eau chaude	64	7,7			
25	Université	Tour de refroidissement - valve de condensateur	30	8,35			Sérogroupe 6
25	Université	Douche	39,5	7,85			
26	Édifice public	Eau de fontaine	17	7,55			Sérogroupe 6
26	Édifice public	Eau chaude	50	7,95			
27	Université	Eau de fontaine	8	7,4			Sérogroupe 5
27	Université	Eau chaude	46	7,7			
27	Université	Tour de refroidissement - valve de condensateur	25	7,75	3100		
27	Université	Douche	33	7,8			

Tableau 3 (suite).

Point No.	Description du point d'échantillonnage	Description de l'échantillon	Temp. °C	pH	Concentration des Legionella par litre		Legionella pneumophila Groupe Sérologique
					Gélose BCYE	Gélose GVP	
28	Centre commercial	Eau de fontaine	13	7,85	190	620	Sérogroupe 1 Sérogroupe 6
28	Centre commercial	Eau chaude	57	8,1			
28	Centre commercial	Tour de refroidissement - valve de condensateur	28	8,8			
28	Centre commercial	Fontaine	12	7,95			
29	Hôpital	Eau de fontaine	18	7,85			
29	Hôpital	Eau chaude	49	7,7			
29	Hôpital	Tour de refroidissement - valve de condensateur	23	8,65			
30	Édifice public	Eau de fontaine	21,5	7,8			
30	Édifice public	Eau chaude	53,5	7,9			
30	Édifice public	Tour de refroidissement - valve de condensateur	15	8,4			
30	Édifice public	Eau de fontaine	21,5	7,8			
30	Édifice public	Eau chaude	53,5	7,9			
30	Édifice public	Tour de refroidissement - valve de condensateur	15	8,4			
31	Hôpital	Eau de fontaine	7	7,7			
31	Hôpital	Eau chaude	55	7,8			
31	Hôpital	Tour de refroidissement - réservoir	22	8,8			
31	Hôpital	Douche	30	7,8			
32	Édifice public	Eau de fontaine	14	7,4			
32	Édifice public	Eau chaude	40	7,75			
32	Édifice public	Tour de refroidissement - valve de condensateur	18	9,1			

Tableau 3 (suite).

Point No.	Description du point d'échantillonnage	Description de l'échantillon	Temp. °C	pH	Concentration des Legionella par litre		Legionella pneumophila Groupe Sérologique
					Gélose BCYE	Gélose GVP	
33	Édifice public	Eau de fontaine	11,5	7,5			
33	Édifice public	Eau chaude	52,5	8,1			
33	Édifice public	Tour de refroidissement - valve de condensateur	30	9,0	16000	12000	Sérogroupe 1
34	Édifice public	Robinet mélangeur - r. de c. SE	--	--	8400		Sérogroupe 6
34	Édifice public	Fontaine - r. de c., NO	--	--	120		Sérogroupe 6
34	Édifice public	Robinet mélangeur - 4 ^e ét., Pi. 33	--	--		60	Sérogroupe 6
34	Édifice public	Robinet mélangeur - 4 ^e ét., Pi. 48	--	--	1100		Sérogroupe 6
34	Édifice public	Robinet mélangeur - 4 ^e ét., Pi. 69	--	--	48000	24000	Sérogroupe 6
34	Édifice public	Robinet mélangeur - 4 ^e ét., Pi. 72	--	--	19500	11400	Sérogroupe 6
34	Édifice public	Robinet mélangeur - 5 ^e ét., Pi. 30	--	--	1200		Sérogroupe 6
34	Édifice public	Robinet mélangeur - 5 ^e ét., Pi. 45	--	--	2000		Sérogroupe 6
34	Édifice public	Robinet mélangeur - 6 ^e ét., Pi. 49	--	--	1380		Sérogroupe 6
34	Édifice public	Robinet mélangeur - 7 ^e ét., Pi. 27	--	--	120		Sérogroupe 6
34	Édifice public	Robinet mélangeur - 7 ^e ét., Pi. 45	--	--		16500	Sérogroupe 6

Tableau 4. Sensibilité des isolates de Legionella aux antibiotiques

Source	Espèces de Legionella	Sensibilité aux antibiotiques - rayons d'inhibition en mm							
		PÉNICIL-LINE	CÉFO-XITINE	CLINDO-MYCINE	VANCO-MYCINE	TETRA-CYCLINE	AMPI-CILLINE	ÉRYTHRO-MYCINE	SULFATE DE COLISTINE
Rivière Blind	<i>L. dumoffii</i>	9	S	S	7	8	S	S	R
Lac Ontario No. 8	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 5	S*	S	6	8	2	S	S	R
No. 8	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	9	S	8	6	4	S	S	R
Lac Ontario No. 80	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 1	7	S	4	4	3	9	S	R
Point 1 - fontaine	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 1	7	S	4	4	2	8	S	R
- fontaine	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	9	S	6	6	1	S	S	R
Point 22 - fontaine	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 1	S	S	S	4	5	S	S	R
- fontaine	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	S	S	S	6	5	S	S	R
Point 1 - tour de ref. valve	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 5	S	S	5	7	1	S	S	R
Point 2 - robinet eau chaude	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 1	S	S	S	4	5	S	S	R
- robinet eau chaude	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 1	8	S	6	5	2	S	S	R
Point 2 - douche	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 1	R**	S	3	3	2	1	S	R
Point 4 - tour de ref. valve	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 1	9	S	4	5	2	S	S	R
Point 5 - robinet eau chaude	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 1	6	S	3	5	5	8	S	R
Point 7 - robinet eau chaude	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 5	6	S	R	6	3	S	S	R
Point 8 - tour de ref. valve	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 3	S	S	1	4	1	S	S	R
- tour de ref. valve	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 1	4	S	5	5	1	S	S	R
Point 11 - tour de ref. réservoir	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	4	S	R	4	1,5	S	S	R
- réservoir	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	R	S	S	5	0,5	3	S	R
- réservoir	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	R	S	4	5	3	S	S	R
- réservoir	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	3	S	S	6	2	S	S	R
Point 12 - tour de ref. réservoir	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	S	S	S	6	5	S	S	R
Point 15 - tour de ref. valve	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	R	S	3	6	4	S	S	R
Point 24 - tour de ref. réservoir	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	9	S	3	4	4	10	S	R
- fontaine	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	S	S	S	8	4	S	S	R
Point 16 - tour de ref. réservoir	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 1	S	S	S	3	6	S	S	R
- réservoir	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	S	S	3	5	4	S	S	R
- réservoir	<i>L. pneumophila</i> gr. sér. 6	R	S	2	5	3	S	S	R

S* - zone de 10 mm

**R - pas de zone d'inhibition

Tableau 5. Rapport entre les facteurs physiques et chimiques et l'isolement des Legionella

Tableau 5A. Association entre la température et les Legionella

Température (C°)	Fréquence		Total	Probabilité estimée	
	Négatif	Positif		Négatif	Positif
20	20	9	29	0,69	0,31
20-	17	9	26	0,65	0,35
30-	7	7	14	0,50	0,50
40+	12	5	17	0,71	0,29
Total	56	30	86	0,65	0,35

Table 5B. Association entre le pH et les Legionella

pH	Fréquence		Total	Probabilité estimée	
	Négatif	Positif		Négatif	Positif
7,6	10	2	12	0,83	0,17
7,6-	22	9	31	0,71	0,29
7,9-	16	4	20	0,80	0,20
8,2+	8	13	21	0,38	0,62
Total	56	28	84	0,67	0,33

Table 5C. Association entre le COP et les Legionella

mg/L	Fréquence		Total	Probabilité estimée	
	Négatif	Positif		Négatif	Positif
0,10	30	8	38	0,79	0,21
0,10-	19	7	26	0,73	0,27
0,60+	7	8	15	0,47	0,53
Total	56	23	79	0,71	0,29

Table 5D. Association entre l'APT et les Legionella

AP mg/L	Fréquence		Total	Probabilité estimée	
	Négatif	Positif		Négatif	Positif
0,05	46	13	59	0,78	0,22
0,05+	8	11	19	0,42	0,58
Total	54	24	78	0,69	0,31

Table 5E. Association entre l'alcalinité et les Legionella

Alc/CO ₃ mg/L	Fréquence		Total	Probabilité estimée	
	Négatif	Positif		Négatif	Positif
50	10	3	12	0,83	0,17
50-	37	13	50	0,74	0,26
100+	10	11	21	0,48	0,52
Total	57	26	83	0,69	0,31

Tableau 6. Survie de *L. pneumophila* de groupe sérologique 6 dans l'obscurité, à la température de la pièce

Période d'essai de l'échantillon (semaines)	Compte/mL	
	Gélose CCVC	Gélose BCYE
0	2000	2200
17 semaines	≈ 6500	≈ 6500
24 semaines	5200	6000
48 semaines	1700	5000
52 semaines	38	235
57 semaines	0	4
62 semaines	4	2

Tableau 8. Étude de survie de *Legionella pneumophila* de groupe sérologique 1 après gel et dégel

Période initiale de congélation	Premier dégel		Second dégel			Troisième dégel	
	L ^{***} par mL	L ^{***} par mL	L ⁺ par mL	L par mL	semaines après le premier dégel	L ⁺ L ⁻	semaines après le premier dégel
0 heure*	36000	37000					
24 heures	6500	10000	60	40	21 semaines	1 2	25 semaines
48 heures	4100	7800	10	20	21 semaines	0 0	25 semaines
1 semaines	2500	4200	30	30	20 semaines	0 1	24 semaines
3 semaines	1600	2900	20	60	18 semaines	1 0	22 semaines
5 semaines	2200	4900	20	30	16 semaines	0 0	20 semaines
9 semaines	900	1700	30	50	12 semaines	0 1	16 semaines
13 semaines	700	1200	0	20	8 semaines	0 0	12 semaines
17 semaines	700	1000	50	30	4 semaines	0 2	8 semaines
21 semaines	500	700	120	150	4 semaines	1 1	8 semaines
25 semaines	180	330	7	19	4 semaines	1 1	8 semaines
29 semaines	550	650	13	32	8 semaines	1 1	8 semaines

* compte initial avant la congélation : 85 000 par mL
 ** gélose CCVC
 *** gélose BCYE sans antibiotique

Tableau 9. Comptes moyens (5 exemplaires) de *Legionella* ensemencées dans des échantillons d'eau. Comparaison entre la méthode d'ensemencement direct et la méthode habituelle qui a été utilisée pour isoler et dénombrer les *Legionella* dans les échantillons d'eau (filtration, acidification et neutralisation).

Compte original par mL	Compte par mL du volume original après filtration, acidification, neutralisation	% de récupération
420	99	23,6
2310	129	5,6
1570	261	16,6
1420	110	7,7
TOTAL 5720	599	10,4

Tableau 7. Survie de Legionella pneumophila dans différents types d'eau ajustée à trois pH différentes et à différentes températures

Plan d'échantillonnage	Eau de lac pH 4,5 4C°		Eau de lac pH 6,8 4C°		Eau de lac pH 8,0 4C°	
	Conc. de <u>Legionella</u> /mL BCYE	CCVC	Conc. de <u>Legionella</u> /mL BCYE	CCVC	Conc. de <u>Legionella</u> /mL BCYE	CCVC
0	1560	1110	1240	950	1080	1090
1 semaine	1420	570	1450	980	2340	820
3 semaines	1300	1120	1160	1150	1370	1700
5 semaines	1100	910	1840	1100	1290	1400
9 semaines	830	520	1240	1280	820	900
13 semaines	*	*	1850	750	*	*
18 semaines	66	78	180	30	22	6
22 semaines	0	3,9	42	0,3	14	9
27 semaines	Cont**	-	2	0	6	3
31 semaines	Cont	3	57	67	Cont	0

Plan d'échantillonnage	Eau de lac pH 4,5 20C°		Eau de lac pH 6,8 20C°		Eau de lac pH 8,0 20C°	
	Conc. de <u>Legionella</u> /mL BCYE	CCVC	Conc. de <u>Legionella</u> /mL BCYE	CCVC	Conc. de <u>Legionella</u> /mL BCYE	CCVC
0	1360	1010	1250	1170	1080	510
1 semaines	1380	780	1440	1140	1050	400
3 semaines	1150	1170	1130	1020	1090	1050
5 semaines	970	730	800	660	800	880
9 semaines	90	30	720	350	500	510
13 semaines	45	0	-	-	0	0
18 semaines	0	0	0	0	0	0
22 semaines	Cont	Cont	0	0	0	0
27 semaines	Cont	Cont	0	0,3	0	0

Plan d'échantillonnage	Eau de lac pH 4,5 37C°		Eau de lac pH 6,8 37C°		Eau de lac pH 8,0 37C°	
	Conc. de <u>Legionella</u> /mL BCYE	CCVC	Conc. de <u>Legionella</u> /mL BCYE	CCVC	Conc. de <u>Legionella</u> /mL BCYE	CCVC
0	1370	1000	1280	810	1700	1130
1 semaines	570	390	980	750	800	660
3 semaines	14	14	770	450	970	700
5 semaines	0	0	280	200	300	200
9 semaines	0	0,06	1	2	2	0
13 semaines	0,29	0,14	-	-	-	-
18 semaines	0	0	0	0	0	0
22 semaines			0	0	0	0
27 semaines			0	0	0	0

* Échantillons perdus à cause de plaques mal préparées

** Contamination par des organismes étrangers, pas de colonie de Legionella

Figure 1. Points d'échantillonnage en Ontario où des échantillons ont été prélevés pour l'étude de la fréquence des Legionella. Les points encerclés représentent les endroits où l'on a trouvé des Legionella.

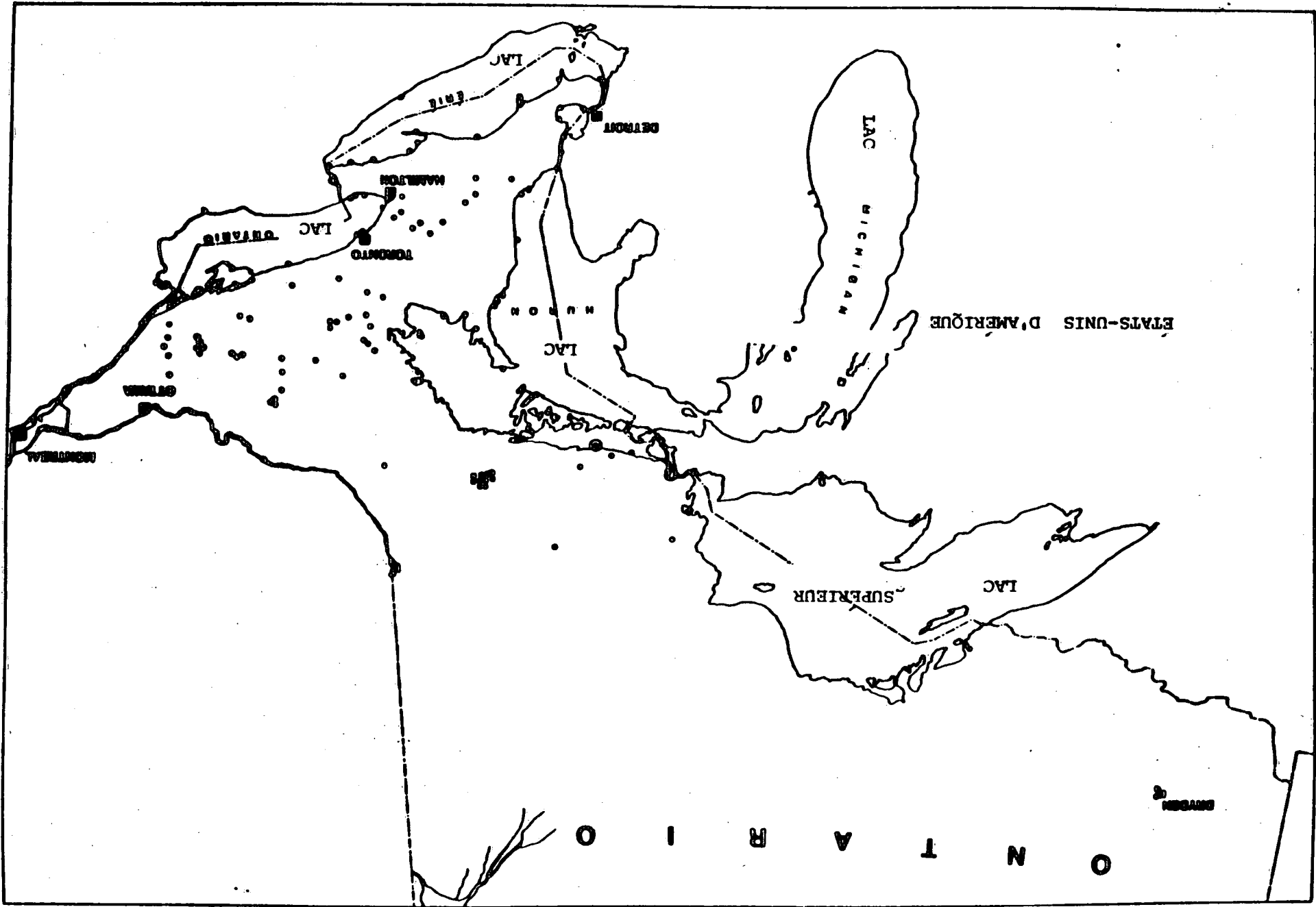
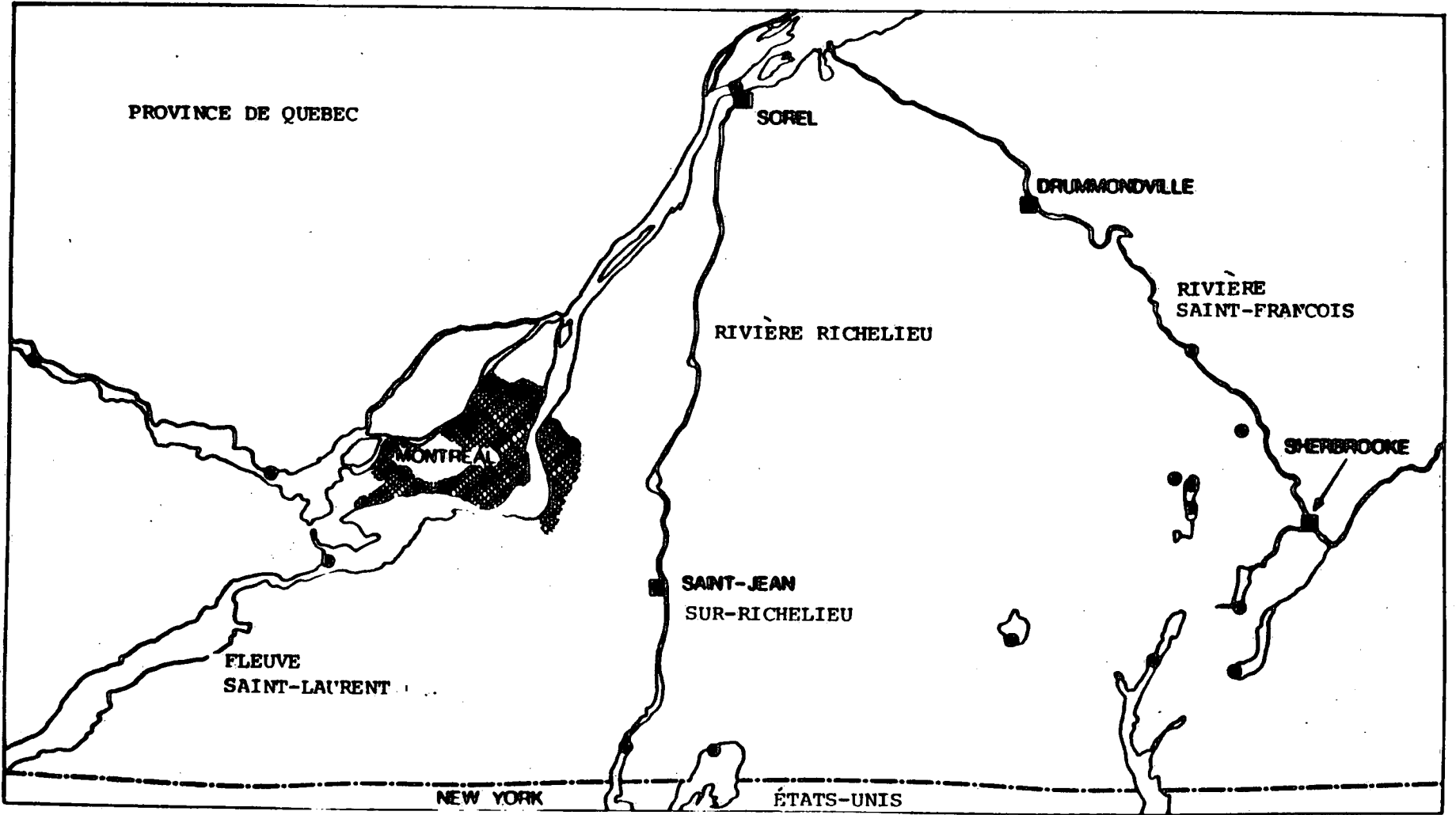


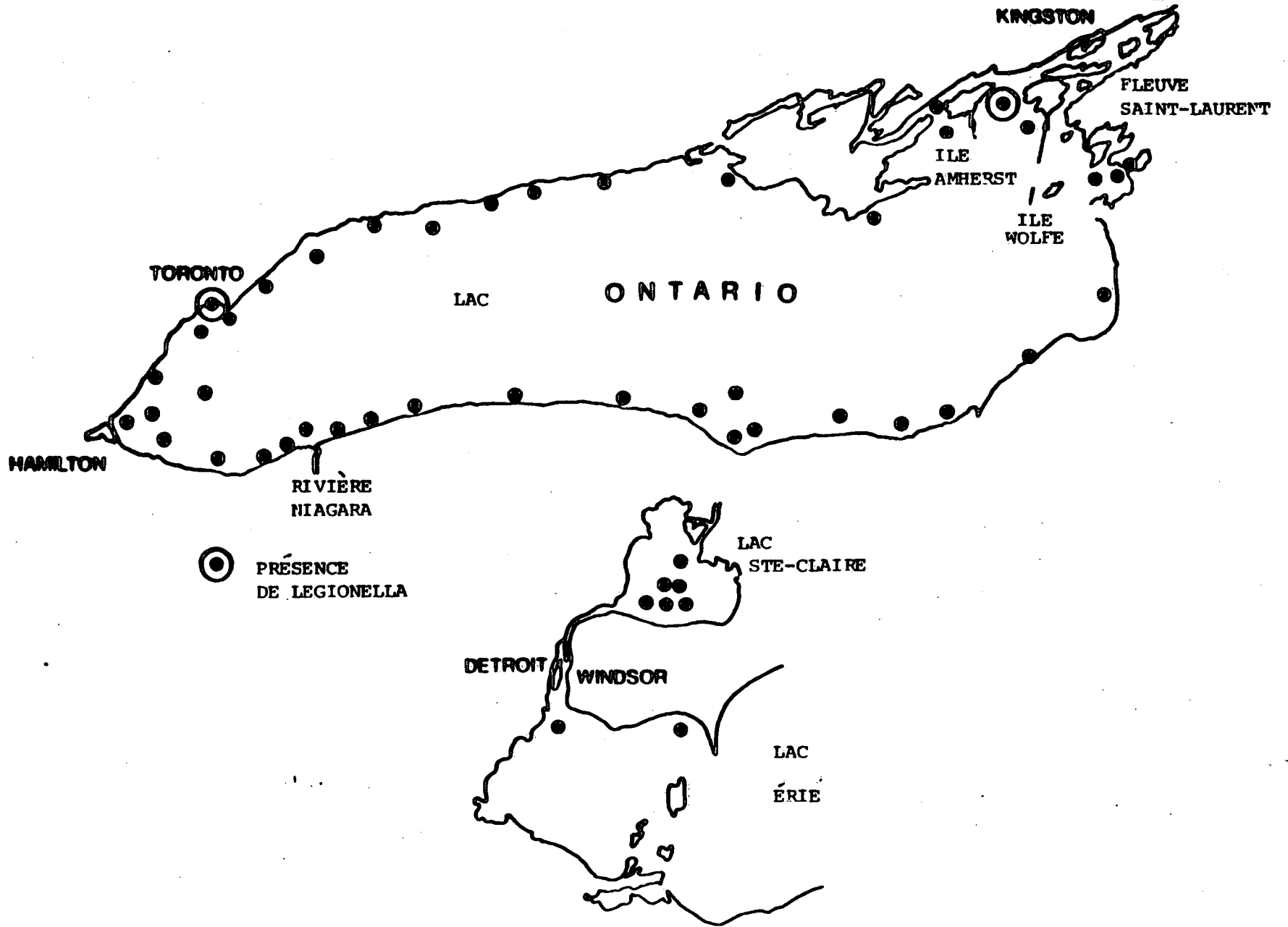
Figure 2. Points d'échantillonnage au Québec où des échantillons d'eau ont été prélevés pour l'étude de la fréquence des Legionella.



10



Figure 3. Points d'échantillonnage des Legionella dans les Grands lacs, en 1982.



○ ● PRÉSENCE DE LEGIONELLA

10

Figure 4. Villes où des échantillons d'eau ont été prélevés dans les réseaux de distribution d'eau, dans les édifices commerciaux et les résidences, à la recherche de Legionella pneumophila. Les rapports indiquent la proportion des points où l'on a trouvé des Legionella par rapport au nombre total de points.

PROVINCE
D'ONTARIO

TORONTO 4/8

LAC

MISSISSAUGA 4/5

ONTARIO

WATERLOO 1/2

GUELPH 1/2

OAKVILLE 2/3

BURLINGTON 1/2

HAMILTON 2/4

BRANTFORD 0/1

ST.CATHARINES

3/4

● LONDON 1/1

LAC

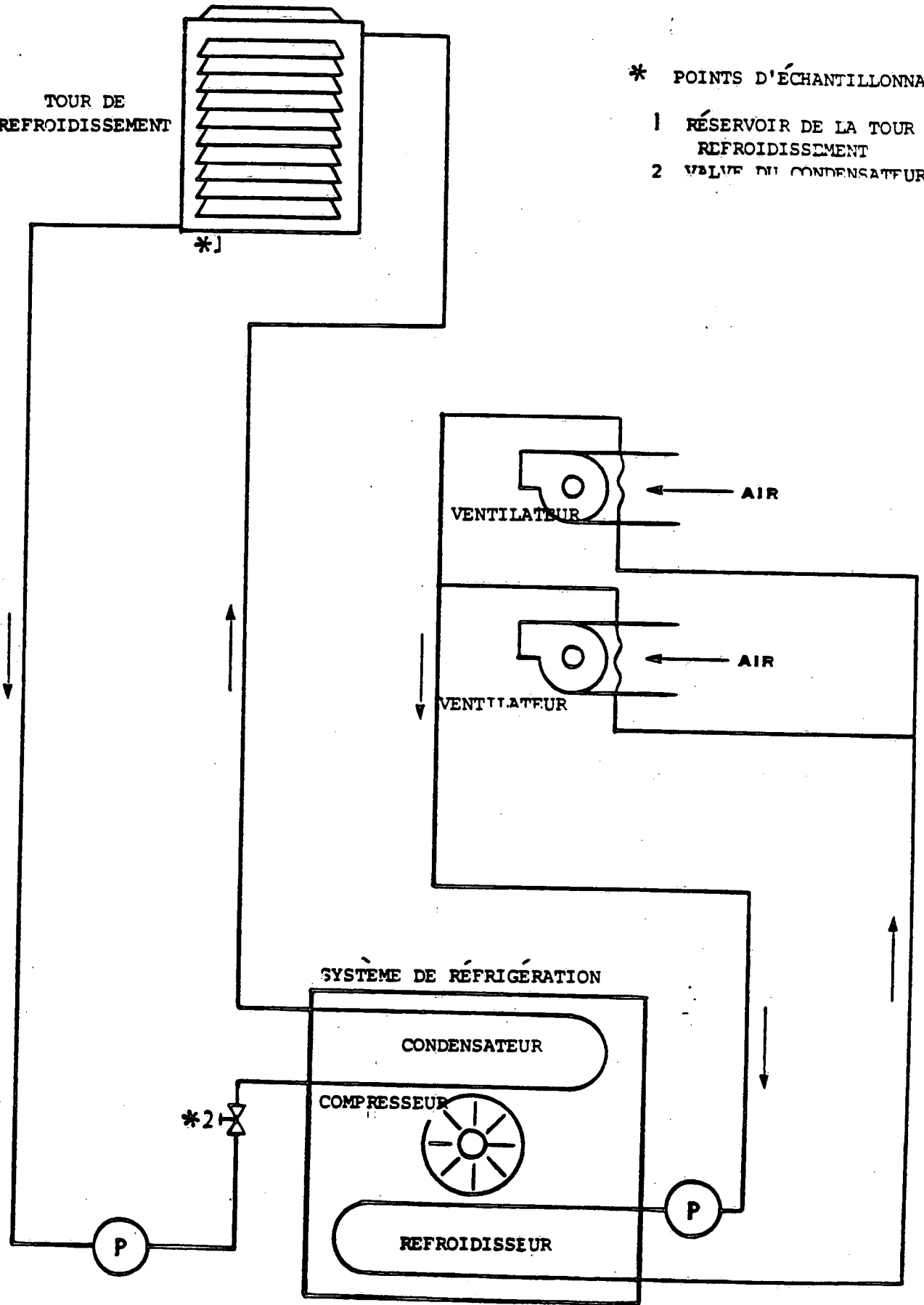
ÉRIÉ

Figure 5. Représentation schématique d'une tour de refroidissement
d'un système de réfrigération de l'eau.

TOUR DE
REFROIDISSEMENT

* POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE

- 1 RÉSERVOIR DE LA TOUR DE
REFROIDISSEMENT
- 2 VALVE DU CONDENSATEUR



TOUR DE REFROIDISSEMENT D'UN SYSTEME DE RÉFRIGÉRATION DE L'EAU

Figure 6. Survie de Legionella pneumophila dans de l'eau de lac
ajustée à trois différents pH et à différentes
températures.

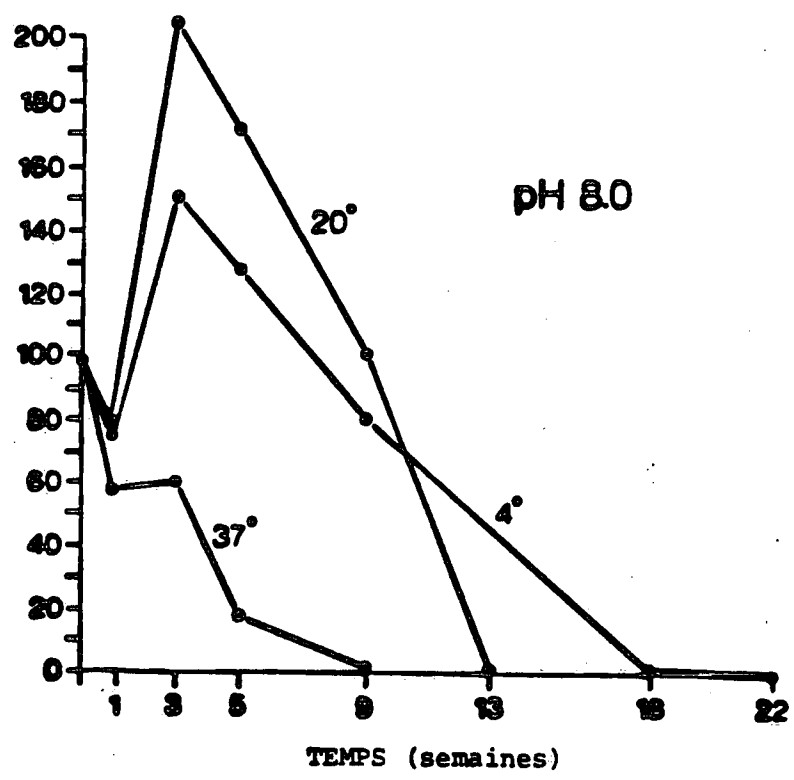
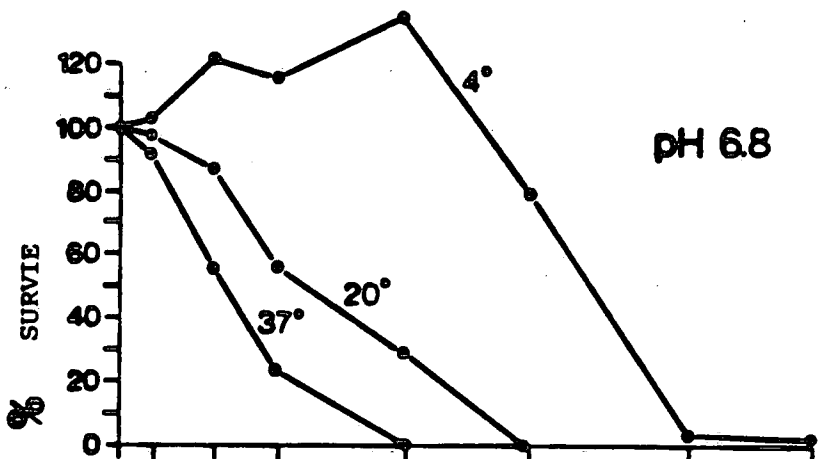
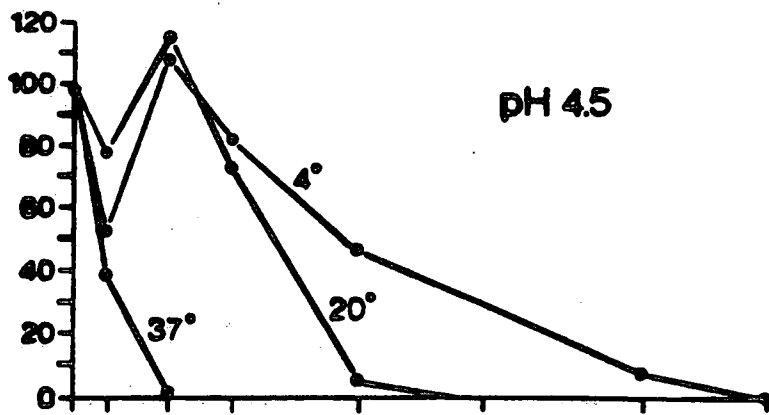
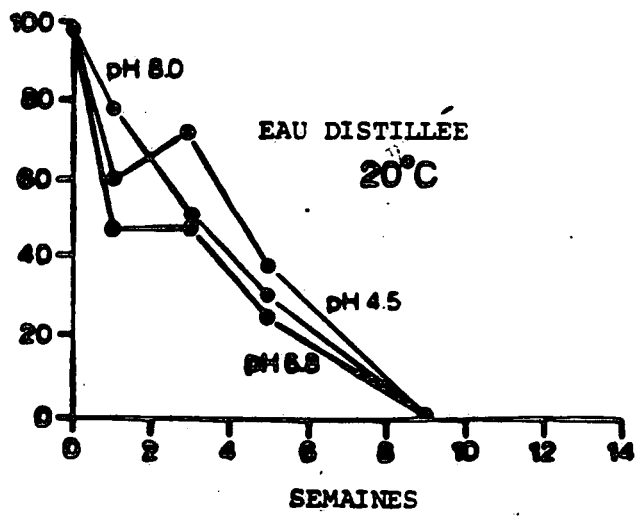
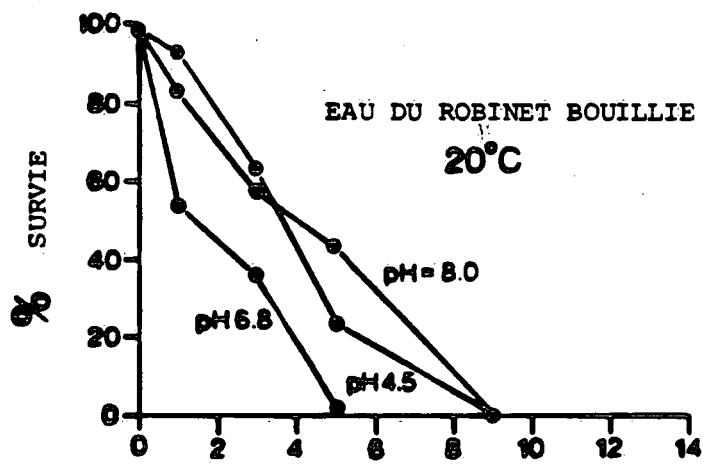
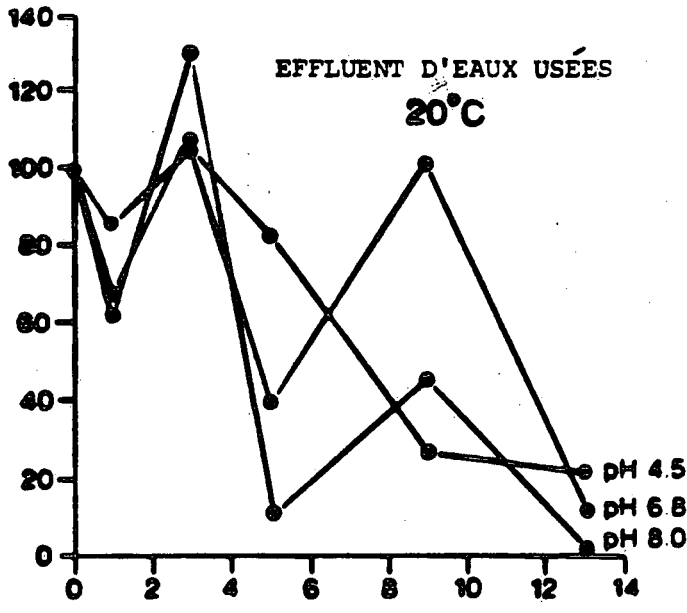


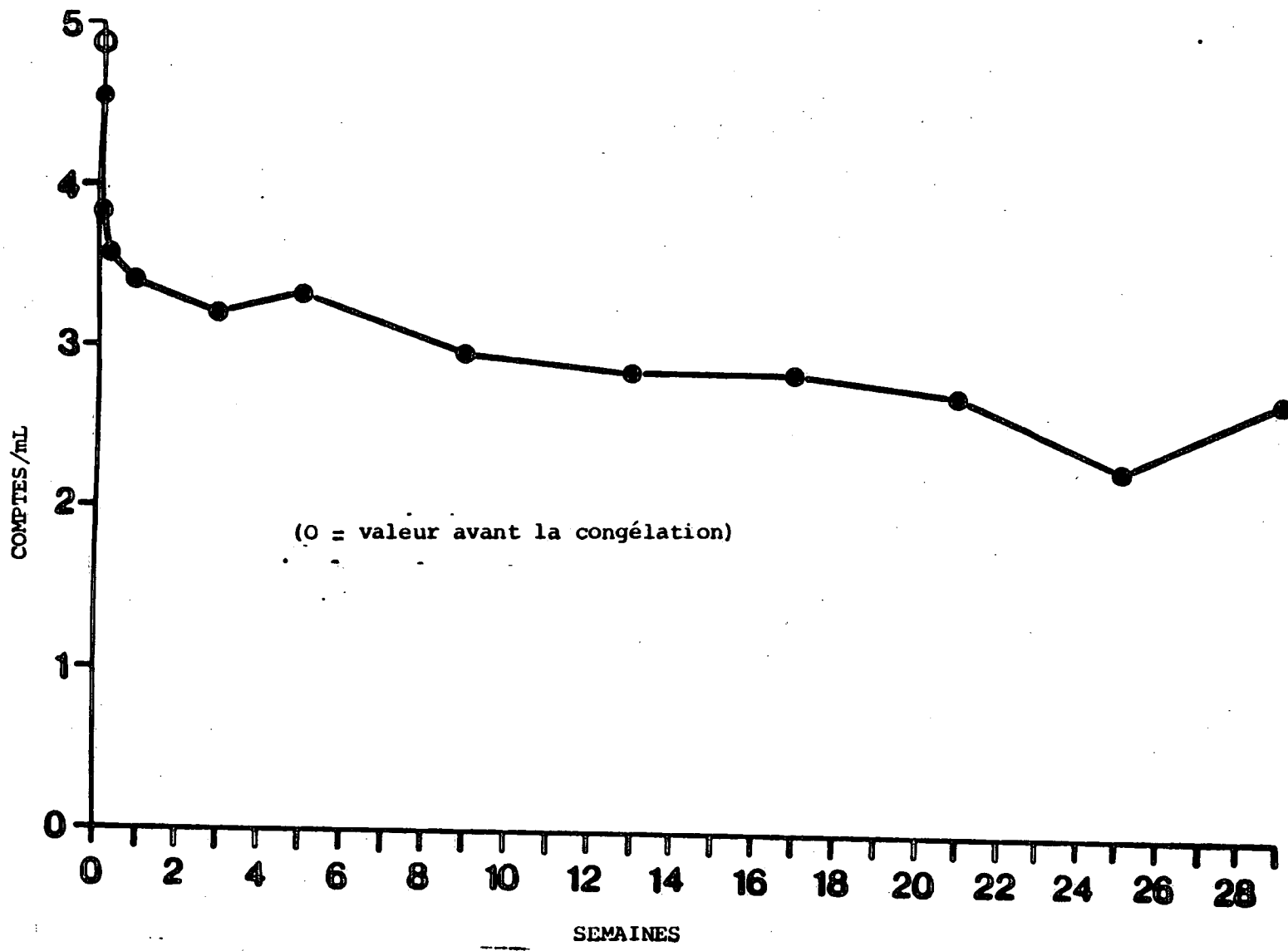
Figure 7. Survie de Legionella pneumophila dans de l'eau à 20C°,
ajustée à pH 4,5, 6,8 et 8,0.

Fig. 7



JN

Figure 8. Effet de la congélation sur les organismes de Legionella.



(0 = valeur avant la congélation)

ANNEXE

Tableau 1. Résultats des analyses chimiques des échantillons d'eau non naturelle renfermant des *Legionella*

Point d'échantillonnage	Espèce de <i>Legionella</i> et gr. sérologique	Nombre de <i>Legionella</i> par litre	Temp. C°	pH	COP mg/L	ATK mg/L	Alc/CO ₃ mg/L	SQ mg/L	Fe mg/L	APT mg/L
1 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 5	1,700	14	8,75	0,131	0,2	202	28	1,12	0,015
1 Eau potable	<i>L. pneumophila</i> 1+6	1,400	13	7,8	0,067	0,1	94	27	0,1	0,011
2 Eau chaude	<i>L. pneumophila</i> 1	1,400	63	7,9	0,078		88	26,6	0,1	0,010
2 Douche	<i>L. pneumophila</i> 1	1,500	41	7,8	0,103		86	26,6	0,1	0,012
4 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 1	60	25,5	8,75	0,470	0,4	176	77,4	0,1	0,080
5 Eau chaude	<i>L. pneumophila</i> 5	60	50	8,0	0,053	0,2	80	44,1	0,1	0,008
7 Eau chaude	<i>L. pneumophila</i> 3	3,100	43	8,0	0,039	0,1	82	30,4	0,1	0,005
8 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 6	1,000	25	8,8	0,756	1,7	212	74,5	0,1	0,144
11 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 6	21,000	24	7,5	1,45	0,6	36	22,6	0,1	0,233
12 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 6	120	27	8,9	0,449	1,1	310	126	0,1	0,078
15 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 6	62,000	27	8,9	1,25	1,2	338	84,2	0,1	0,249
16 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 6	750	30	8,85	0,779	0,9	248	139	0,21	0,113
17 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 6	190	29,5	8,95	0,778	1,3	316	134	0,1	0,139
17 Pomme de douche	<i>L. pneumophila</i> 6	120	32	7,9	0,113	0,1	78	32,6	0,11	0,016
18 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 6	1,200	36	8,6	0,963	0,5	140	295	0,3	0,119
19 Eau chaude	<i>L. pneumophila</i> 1+7*	4,400	29	7,8	0,111		79			0,019
24 Eau potable	<i>L. pneumophila</i> 1+6	250	13	7,85	0,056	0,3	87	27	0,1	0,008
24 Pomme de douche	<i>L. pneumophila</i> 1	60	30	7,85	0,081	0,4	87	29	0,1	0,010
26 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 6	36,000	31	8,85	2,06	1,3	312	114	0,14	0,011
26 Eau potable	<i>L. pneumophila</i> 1	60	17	7,8	0,066	0,3	88	29	0,1	0,011
29 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 5	3,100	25	7,75	1,7	1,2	33	1000	0,56	0,308
30 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 1+6	620	28	8,8	0,590	4,8	266	105	0,10	0,089
31 Eau chaude	<i>L. pneumophila</i> 5	750	49	7,9	0,057		81			0,006
35 Tour de refroidissement	<i>L. pneumophila</i> 1	16,000	30	9,0	0,01	3,2	252	92	0,34	0,159

* Espèce et group sérologique atypiques. À l'étude par CDC, Atlanta (Georgie)

Tableau 1a Résultats des analyses chimiques des échantillons d'eau naturelle ne renfermant pas de Legionella

Point d'échantillonnage	Espèce de Legionella et gr. serologique	Temp. C°	pH	COP mg/L	ATK mg/L	Alc/CO ₃ mg/L	SO ₄ mg/L	Fe mg/L	APT mg/L
1 Tour de refroidissement	négatif	30,5	9,0	0,884	6,3	650	275	0,14	0,174
1 Eau chaude	négatif	47	8,0	0,063	0,1	94	27	0,1	0,012
1 Pomme de douches	négatif	27	7,9	0,095	0,1	88	27	0,1	0,013
2 Tour de refroidissement	négatif	23	9,0	4,15		630	189	0,28	0,250
2 Fontaine	négatif	22	8,0	0,143		85	27,5	0,1	0,020
4 Eau chaude	négatif	60	8,0	0,072		84			0,011
4 Eau potable	négatif	24	7,95	0,044		84			0,006
5 Eau potable	négatif	8,5	7,85	0,044		81			0,005
5 Pomme de douche	négatif	28	8,0	0,063		80			0,008
7 Tour de refroidissement	négatif	32	8,85	0,429		242			0,042
7 Eau potable	négatif	17	7,8	0,057		82			0,006
7 Pomme de douche	négatif	38	8,0	0,068		82			0,007
8 Eau chaude	négatif	45	7,6	0,045		80			0,007
8 Pomme de douche	négatif	35	7,65	0,083		80			0,010
8 Eau potable	négatif	14	7,55	0,053		80			0,007
8 Fontaine	négatif	21	8,55	0,141		110			0,019
11 Eau potable	négatif	13	7,6	0,104		79			0,013
11 Eau chaude	négatif	44	7,6	0,083		79			0,010
12 Eau chaude	négatif	42	7,95	0,071		80			0,008
12 Eau froide	négatif	20	7,85	0,081		82			0,010
15 Eau potable	négatif	18,5	7,95	0,074		83			0,011
15 Pomme de douche	négatif	32	7,95	0,069		83			0,010
15 Eau chaude	négatif	48	7,95	0,053		83			0,008
16 Eau potable	négatif	18,5	7,75	0,109		78			0,014
16 Eau chaude	négatif	48	7,75	0,071		78			0,010
17 Eau potable	négatif	23	7,8	0,139		78			0,022
17 Eau chaude	négatif	41	7,8	0,099		78			0,014
18 Eau potable	négatif	25	7,7	0,066		78			0,009
18 Eau chaude	négatif	34,5	7,85	0,057		78			0,008
18 Pomme de douche	négatif	28	7,8	0,062		78			0,009
19 Tour de refroidissement	négatif	26	7,55	1,78	0,3	28	21	0,1	0,318
19 Eau potable	négatif	20	7,8	0,128		79			0,021
24 Tour de refroidissement	négatif	25,5	8,85	0,523		324			0,092
26 Eau chaude	négatif	61	8,0	0,057		89			0,008
29 Eau potable	négatif	8	7,4	0,022		236			0,001
29 Eau chaude	négatif	46	7,7	0,025		236			0,001
29 Pomme de douce	négatif	33	7,8	0,021		230			0,001
30 Eau potable	négatif	13	7,85	0,071		84			0,009
30 Eau chaude	négatif	57	8,1	0,065		84			0,007
30 Fontaine	négatif	12	7,95	2,54		64			0,315
31 Tour de refroidissement	négatif	23	8,65	1,72		216			0,365
31 Eau potable	négatif	18	7,85	0,105		84			0,016
35 Eau chaude	négatif	52,5	8,1	0,032		76			0,004
35 Eau potable	négatif	11,5	7,5	0,044		72			0,003

ANNEXE

Tableau 1b. Résultats des analyses chimiques de certains échantillons d'eau naturelle renfermant ou ne renfermant pas de Legionella

Point d'échantillonnage	Espèce de Legionella et gr. sérologique	Nombre de Legionella par litre	Temp C°	pH	COP mg/L	ATK mg/L	COP mg/L	NH ₄ -N mg/L	Alc/CO ₃ mg/L	SO ₄ mg/L	Fe mg/L	APT mg/L	NO ₃ NO ₂ -N
L. Champlain	négatif		22	7,0	0,166		4,7		27,6	10,6	0,084	0,030	
L. Brome	négatif		22	7,45	0,290		3,0		24,3	9,2	0,14	0,044	
L. la Range	négatif		22	7,4	0,661		3,8		20,0	7,5	0,15	0,063	
Thessalon	négatif		15	7,85	0,602	0,230	4,2	0,080	64,5	14,6	0,58	0,111	0,217
Ile St-Joseph	négatif		14,5	7,60	0,250	0,161	2,5	0,064	43,2	4,4	0,52	0,037	0,276
Rivière Blind	négatif		14,5	7,35	0,230	0,233	5,4	0,039	22,0	8,2	0,34	0,032	0,051
Rivière Blind	négatif		15,5	6,44	0,406	0,410	8,3	0,043	14,8	8,8	0,70	0,050	0,025
Rivière Blind	négatif		15	6,95	0,599	0,351	8,1	0,036	17,7	9,3	0,66	0,071	0,032
Little Current	négatif		14	7,85	0,310	0,174	3,8	0,036	72,8	15,5	0,24	0,040	0,178
South Bay Mouth	négatif		14	8,15	0,264	0,567	4,6	0,171	83,2	20,5	0,12	0,030	0,237
L. Ont. Stn. #8	négatif		5,5	8,2	0,430			0,011	100,5	28,7			0,364
L. Ont. Stn. #80	négatif		2,5	8,17	0,417			0,003	99,5	27,3			0,296
L. Ont. Stn. #8	L. pneumophila 5	250	17,9	8,31									
L. Ont. Stn. #8	Legionella 6	60	19,3	8,65									
Rivière Blind	L. dumoffii	60	20	7,15									
L. Ont. Stn. #80	L. pneumophila 1	60	5,2	7,83									
L. Ste-Clair St, 4A	L. pneumophila 6	200	12		0,119	1,6	0,001	83,1					0,296
Baie G. Stn. #19	L. pneumophila 6	63	7		0,133	1,6	0,002	73,7					0,261

RÉFÉRENCES

- Beal, S.K. 1970. Deposition of particles in turbulent flow on channel or pipe walls. Nuc. Sci. Eng. 40, 1-11.
- Bopp, C.A. J.W. Summer, G.K. Morris, et T.G. Wells. 1981. Isolation of Legionella spp. from environmental water supplies by low pH treatment and use of a selective median. J. Clin. Microbiol. 13, 714-719.
- Canada Diseases Weekly Report. 1979. Legionnaires' disease - Nova Scotia. Vol 5-51:233-235.
- Canada Disease Weekly Report, 1981. Legionella longbeachae - British Columbia. Vol. 7-40:197-198.
- Canada Diseases Weekly Report, 1982. Legionnaires' disease - Manitoba. Vol. 8-28:139-40.
- Canada Diseases Weekly Report, 1982a. Isolation of Legionella pneumophila serogroup 4 and Legionella longbeachae serogroup 1 - Ontario. Vol. 8-48:237-238.
- Cherry, W.B.. 1982. Legionella testing service - another view. ASM News Vol. 48, No. 9 395-396.

Cordes, L.G., A.W. Wiesenthal, G.W. Gorman, J.P. Phair, H.M. Sommers, A. Brown, V.L. Yu, M.H. Magnussen, R.D. Meyer, J.S. Wolf, K.N Shands, et D.W. Fraser, 1981. Isolation of Legionella pneumophila from hospital shower heads. *Annals of Internal Medicine*, 94, 195-197.

Dennis, P.J., J.A. Taylor, R.B. Fitzgeorge, C.R. Bartlett et G.I. Barrow, 1982. *Legionella pneumophila* in water plumbing systems. *The Lancet* ii, 949-951.

Direction de la qualité des eaux, 1979. Division des méthodes analytiques DGEI, Environ. Canada, Ottawa, Canada.

Dufour, A.P., et W. Jakubowski, 1982. Drinking water and Legionnaires' Disease. *J. Amer. Water Works Assoc.* 74, 631-637.

Dutka, B.J., éd., 1978. *Methods for Microbiological Analysis of Waters, Wastewaters and Sediments*, Dept. of Fisheries and Environment. CCEI CCEI Burlington (Ontario) Canada.

Dutka, B.J., et R.S. Tobin, 1981. Ultrastructural and other factors influencing the suitability of membrane filters for enumerating fecal coliforms. Dans *Membrane Filtration, Applications, Techniques and Problems*. éd. B.J. Dutka. Marcel Dekker Inc., N.Y.

Dutka, B.J., et P. Ewan, 1981. Isolation of Legionella pneumophila from the Canadian Great Lakes. Manuscript 31-AMD-5-81-BD, AMD, INRE, CCEI, Environnement, Burlington (Ontario) Canada.

Feeley, J.C., et G.W. Gorman, 1980. Legionella. In E.H. Lennette, A. Balows, W.J. Hauslen Jr. et J.P. Truant (ed.) Manual of clinical microbiology, 3^e éd. American Society for Microbiology, Washington, D.C.

Fliermans, C.B., W.B. Cherry, L.H. Orrison, et L. Thacker, 1979. Isolation of Legionella pneumophila from nonepidemic-related aquatic habitats. Appl. Environ. Microbiol. 37:1239-1242.

Fliermans, C.B., W.B. Cherry, L.H. Orrison, S.J. Smith, D.L. Tison, et D.H. Pope, 1981. Ecological distribution of Legionella pneumophila. Appl. Environ. Microbiol. 41:9-16.

Geldreich, E.E., H.D. Nash, D.J. Reasoner, et R.H. Taylor, 1972. The necessity of controlling bacterial populations in potable waters: community water supplies. J. Amer. Water Works Assoc. 64, 596-602.

Goldman, W.D., et J.S. Marr, 1980. Are air-conditioning maintenance personnel at risk of legionellosis. Appl. Environ. Microbiol. 40, 114-116.

Kurtz, J.B., C.L.R. Barlett, V.A. Newton, R.A. White, et N.L. Jones.
1982. Legionella pneumophila in cooling water systems. J. Hyg.,
Camb. 88, 369-381.

Lattimer, G.L., et R.A. Ormsbee, 1981. Legionnaires' Disease. Marcel
Dekker, Inc., New York, Basel.

Marrie, T.J., D. Haase, E.V. Haldane, M.A. Noble, R.S. Martin,
S. Samarah, S. Haggett, et S.H. Lee. 1982. Legionnaires' Disease.
The Nova Scotia Med. Bull. Oct. 111-118.

Morris, G.K., C.M. Patton, J.C. Feeley, S.E. Johnson, G. Gorman,
W.I. Martin, P. Skalily, G.F. Mallison, B.D. Politi, et D.C. Makel,
1979. Isolation of the Legionnaires' disease bacterium from environ-
mental samples. Ann. Intern. Med. 90:664-666.

Pasculle, A.W., J.C. Feeley, R.J. Gibson, L.G. Cordes, R.L. Myerowitz,
C.M. Patton, G.W. Gorman, C.L. Cormack, J.W. Ezzel, et J.N. Dowling,
1980. Pittsburg pneumonia agent. Direct isolation from human lung
tissue. J. Infect. Dis. 141, 727-731.

Plouffe, J.R., L.R. Webster, B. Hackman, et M. Macynski, 1983. Hot
water temperature, L. pneumophila and nosocomial Legionnaires'
disease. Abstracts of the Annual ASM Meeting, New Orleans. L16,
p 103.

Politi, B.D., D.W. Fraser, G.F. Mallison, J.V. Mohatt, G.K. Morris, C.M. Patton, J.C. Feeley, R.D. Telle, et J.V. Bennett. 1979. A major focus of Legionnaires' disease in Bloomington, Indiana. *Ann. Intern. Med.* 90:587-591.

Sekla, L., W. Stackiw, R. Barker, et J.A. Eadie 1982. A winter pilot project for Legionella bacilli - Manitoba. *Can. Dis. Wk. Rep.* 8:26, 131-132.

Sharpe, V.J., 1982. Biofilm formation and control - a review. Ontario Hydro Research Division Report No. 82-252-K, Toronto, Canada.

Tang, P., et S. Toma, 1982. Isolation of Legionella pneumophila serogroup 4 and Legionella longbachae serogroup 1 - Ontario. *Can. Dis. Wk. Rep.* 8:48, 237-238.

Tison, D.L., et R.J. Seidler, 1983. Legionella incidence and density in potable drinking water supplies. *Appl. Environ. Microbiol.* 45:337-339.

Tobin, J., M.S. Donnell, M. French, P.J. Morris, J. Beau, S. Fisher-Hoch, R.G. Mitchell, et H.F. Muers, 1980. Legionnaires' disease in a transport unit: isolation of the causative unit from shower baths. *Lancet* 2:118-121.

Tobin, J. O'H., R.A. Swann, et C.I.R. Bartlett, 1981. Isolation of Legionella pneumophila from water systems, methods and preliminary results. Brit. Med. J. 282:515-517.

Wadowsky, R.M., et R.B. Yee, 1981. A glycine-containing selective median for isolation of Legionellaceae from environmental specimens. Appl. Environ. Microbiol, 42, 768-778.

World Health Organization, 1982. Working Group on Legionnaires' Disease. Summary Report. WHO Office for Europe. ICP/BVM 015 (S) 9140B.

Yee, R.B., et R.M. Wadowsky, 1982. Multiplication of Legionella pneumophila in unsterilized tap water. Appl. Environ. Microbiol. 37:1239-1242.

1578

ENVIRONMENT CANADA LIBRARY, BURLINGTON



3 9055 1016 7382 9

