Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 19 (1962)

Heft: 1

Artikel: Normes de qualité des eaux de surface en vue de leur utilisation pour l'alimentation des populations : aspects bactériologiques et virologiques

Autor: Menetrier, Louis

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-783244

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Normes de qualité des eaux de surface en vue de leur utilisation pour l'alimentation des populations – Aspects bactériologiques et virologiques

Par Louis Menetrier, Chef de Service Adjoint du Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris

Les besoins en eau des populations et singulièrement des populations des grandes villes modernes se sont accrus dans de telles proportions au cours des années qu'il a été nécessaire d'avoir recours à des pompages en rivières de plus en plus importants pour les satisfaire. Or, les eaux de surface ne sont malheureusement pas exemptes de souillures et il est naturel de rechercher et de déterminer à quels critères elles doivent répondre pour être susceptibles d'être utilisées sans danger pour l'alimentation humaine.

Nous nous proposons dans cet exposé de mettre en lumière les aspects bactériologiques et virologiques du problème en nous appuyant notamment sur les travaux que le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris a entrepris, dans le cadre de la Surveillance Médicale des Eaux [1].

En France, l'analyse bactériologique d'une eau se répartit en trois types [2]:

— l'analyse complète type I,
— l'analyse sommaire ou de surveillance type II,
— l'analyse de surveillance réduite type III.

Les techniques employées pour tous ces examens doivent leur mise au point, pour une large part, aux travaux de M. le Docteur *Buttiaux*, Chef de Service à l'Institut Pasteur de Lille, et de ses collaborateurs [3].

Nous allons examiner successivement la signification et la valeur de chaque test de l'analyse bactériologique d'une eau.

Le dénombrement total des germes, qui s'effectue soit sur gélatine soit sur gélose nutritive, était considéré comme fondamental autrefois. Il n'est plus interprété de la même manière aujourd'hui. Il doit être répété à différentes époques (en période sèche et après des pluies abondantes), et la variation de la teneur en germes microbiens a seule une signification réelle.

En ce qui concerne les eaux de surface (rivières, lacs), le nombre de germes trouvé est beaucoup plus élevé que dans les eaux profondes. Il est difficile de fixer un seuil à ce nombre, la population microbienne pouvant être constituée en très grande majorité par des espèces saprophytes. Toutefois, les eaux accusant à l'analyse un nombre particulièrement considérable de germes totaux doivent être considérées comme suspectes et l'analyse bactériologique complète de ces eaux confirmera souvent cette interprétation. Par ailleurs, il convient de se souvenir que si les pluies amènent généralement l'élévation du nombre de germes des eaux de surface, leur persistance, par un effet de dilution produit fréquemment une baisse ultérieure souvent importante de ces germes.

Nous avons réuni, dans le tableau I, les résultats de certains dénombrements effectués de juillet 1960 à septembre 1961, sur les eaux d'un fleuve utilisées, après traitement, pour l'alimentation des populations. L'examen de ces résultats fait apparaître des variations considérables dans les nombres de germes obtenus à 37° et surtout à 20—22°: de 100 par ml, ils atteignent et dépassent parfois plusieurs millions. Les nombres les plus élevés s'observent en novembre 1960, en juin et septembre 1961. Le maximum a été constaté au cours de ce dernier mois, qui fut particulièrement chaud, au point le plus en aval des lieux de prélèvement.

La recherche et le dénombrement des germes-tests de contamination fécale représentent la partie la plus importe de l'analyse bactériologique d'une eau. Nous envisagerons successivement la signification de la colimétrie, de la recherche des Streptocoques fécaux et des Clostridium sulfito-réducteurs ainsi que de celle des bactériophages fécaux.

Toutefois, nous indiquerons auparavant qu'au Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris, nous employons, à notre entière satisfaction les techniques sur membranes filtrantes pour la colimétrie et le dénombrement des Streptocoques fécaux et que nous continuons d'utiliser, pour les Clostridium sulfito-réducteurs, le procédé mis au point en France par *Dienert, Guillerd* et leurs collaborateurs. Quant au bactériophages fécaux, leur recherche est limitée à son aspect qualitatif et concerne les phages anticoli, antidysentérique et antityphique. La technique suivie est celle décrite par *A. Guelin*, de l'Institut Pasteur de Paris, mais il est juste de rappeler que les premiers travaux concernant les bactériophages des eaux ont été effectués par *Dienert, Guillerd* et leurs collaborateurs au Service de Contrôle des Eaux de la Ville de Paris.

La présence d'Escherichia coli est considérée comme le signe certain d'une contamination fécale. Les autres coliformes peuvent avoir également la même origine, mais pour les interpréter comme tels il sera nécessaire qu'ils coexistent dans l'eau avec d'autres témoins de souillure fécale: E. Coli, Streptocoques fécaux, Cl. perfringes ou bactériophages. Lorsqu'ils seront seuls mis en évidence, il sera nécessaire, avant de conclure, de procéder à des examens ultérieurs répétés en vue de s'assurer de la présence ou de l'absence d'autres signes bactériologiques de contamination fécale.

---

[1] Travaux exécutés sous la direction de M. le Dr *Coin*, chef de service.

[2] Cf. circulaire n° 170 du 24 novembre 1954 du Ministère de la Santé publique et de la Population.

[3] Cf. circulaire du 21 janvier 1960 relative aux méthodes d'analyse des eaux d'alimentation.

Les Streptocoques fécaux, qui comprennent l'ensemble des Enterococci (Str. foecalis et ses variétés, Str. foecium, Str. durans) et le Str. bovis, sont considérés comme un complément de la colimétrie indispensable pour les eaux non traitées. L'interprétation de la présence des différents coliformes est parfois fort difficile et la recherche d'autres germes habituels des intestins humains et animaux vient lever une indétermination trop souvent rencontrée.

Les spores de Cl. perfringes (Cl. sulfito-réducteurs), particulièrement résistantes dans les milieux naturels, peuvent être les témoins des contaminations fécales anciennes alors que les E. Coli et les Streptocoques fécaux sont la preuve de souillures récentes. Mais leur présence doit être interprétée avec prudence car elle peut avoir deux origines distinctes, soit tellurique (60 % des cas), soit fécale (40 % des cas). La présence dans une eau de Cl. sulfito-réducteurs, à l'exclusion d'autres germes-tests, peut donc faire penser à la possibilité d'une contamination ancienne ou intermittente. Ce sont les examens bactériologiques répétés à différentes époques de l'année qui, mettant en évidence un autre germe fécal, permettront de lever l'indétermination.

Les bactériophages fécaux constituent un bon test qualitatif, peu sensible. Mais leur spécifité est bonne et ils sont parfois très résistants aux antiseptiques, subsistant alors que tous les autres tests de contamination fécale ont disparu.

Nous allons examiner, à présent, les critères qu'il est possible d'attribuer aux eaux de surface, relativement à ces germes-tests de contamination fécale ou pour simplifier à l'un d'entre eux, lorsque ces eaux doivent être utilisées pour l'alimentation des populations.

Dans la classification des milieux récepteurs envisagée par la Commission de l'Eau dans le cadre du Commissariat Général du Plan d'Equipement et de Productivité, les deux premières classes ont été réservées aux eaux destinées à l'alimentation des populations, ainsi qu'à la pêche et aux loisirs. Les normes de qualité bactériologique requises pour ces classes font appel à un indice défini par les Américains, à savoir le «Most probable number» (M.P.N.) ou «nombre le plus probable» d'organismes présents dans 100 ml d'eau. Ces normes ont été fixées, à titre d'attente à:

— 50 à 100 coliformes par 100 ml d'eau pour la première classe, et de:
— 100 à 1000 coliformes par 100 ml d'eau pour la deuxième classe.

Mais les normes de la classification américaine font une distinction, en ce qui concerne les eaux utilisées, entre celles qui ne subissent en matière de traitement qu'une simple chloration et celles qui sont distribuées après passage dans une station de filtration. Pour les premières le M.P.N. de coliformes acceptable est limité à 50 par 100 ml tandis que pour les secondes, la tolérance va jusqu'à 20 000 coliformes par 100 ml d'eau.

Ces normes sont donc en apparence plus larges que celles qui sont proposées pour la classification française, mais il ne faut pas oublier que les Américains utilisent des taux de chloration généralement plus élevées que les nôtres. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette question de la chloration lors de l'aspect viroligique du problème des eaux de surface et lors de nos conclusions.

Dans le tableau I figurent les dénombrements des coliformes à 37 ° effectués sur les eaux d'un fleuve utilisées, après traitement, pour l'alimentation des populations. Les résultats rapportés à 100 ml d'eau, témoignent de variations très importantes dans les taux de coliformes et la moyenne des nombres obtenus s'élève de l'amont vers l'aval avec les valeurs successives de 2 000, 7 300, 4 500, 33 500 et 600 000. Nous constatons ainsi qu'au regard de la classification américaine, qui est la plus généreuse, un site se trouve déjà au-delà de la limite acceptable tandis que celui situé le plus en aval doit être condamné.

Avant de clore le chapitre des germes-tests de contamination fécale, il est intéressant de signaler à leur sujet que nous effectuons, conjointement aux études virologiques, des recherches particulières[4] qui montrent que ces germes-tests, absents des eaux examinées par les méthodes d'analyse bactériologique réglementaires, sont souvent présents lorsque l'on recourt pour les prélèvements aux techniques d'enrichissement utilisées pour la mise en évidence des virus.

Les résultats de ces recherches conduisent «à penser qu'en matière d'eau il faudrait souvent considérer les traitements de pratique courante comme représentant des opérations de désinfection plutôt que de stérilisation» [5]. Nous avons été ainsi amenés à définir l'*indice de dispersion* pour un germe déterminé. Il représente le volume minimum d'eau dans lequel se trouve un de ces germes. Il se calcule aisément lorsque l'on connaît le volume d'eau mis en œuvre et le volume du liquide exprimé sur lequel on a effectué la recherche des germes-tests. Ceci suppose évidemment que l'on crédite le procédé employé d'un pouvoir de captation de 100 % ce qui est certainement loin d'être exact. Il conviendra donc de considérer l'indice de dispersion ainsi calculé comme représentant le cas le plus favorable pour l'eau examinée et de dire que cette eau contient *au moins* un des germes-tests dans tel volume.

Les résultats obtenus figurent dans le tableau II qui montre que sur 64 prélèvements par gaze, nous avons trouvé:

30 fois la présence de coliformes (l'indice de dispersion allant de 1 germe pour 93 litres à 1 germe pour 3 200 litres).

18 fois la présence d'E. Coli (l'indice de dispersion allant de 1 germe pour 137 litres à 1 germe pour 2 300 litres).

---

[4] Travaux entrepris par la Section de Microbiologie médicale et sanitaire dirigée par Mlle le Dr *Labonde*.

[5] Cf. article «*La Virologie*» de MM. *Coin* et *Hannoun* (Revue *L'Eau* n° 5, mai 1961).

52 fois la présence de Streptocoques fécaux (l'indice de dispersion allant de 1 germe pour 0,4 litre à 1 germe pour 3 400 litres).

42 fois la présence de Cl. sulfito-réducteurs (l'indice de dispersion allant de 1 germe pour 4 litres à 1 germe pour 360 litres).

L'analyse bactériologique d'une eau doit très souvent être complétée par la recherche des microbes pathogènes. Nous effectuons toujours cette recherche dans les enquêtes épidémiologiques qui nous sont confiées.

Par ailleurs, nous procédons au sérotypage des Escherichia Coli trouvés sur les membranes filtrantes, un certain nombre de types représentant les espèces pathogènes responsables des épidémies de gastro-entérite infantiles. Les très nombreux examens effectués sur les eaux de différentes origines ont montré qu'il est rare de rencontrer des E. Coli séro-typables. Cependant, nous avons identifié, au cours de cette année, le sérotype 127 B8 dans certains prélèvements effectués en rivière.

Nous allons nous arrêter plus particulièrement sur la recherche des Salmonella et des Mycobactéries dont la principale espèce pathogène est le Mycobacterium tuberculosis ou bacille de Koch.

Les Salmonella présentes dans les eaux y sont toujours en nombre relativement faible et accompagnées par un plus grand nombre d'autres bactéries, en particulier par les bactéries qui sont les hôtes habituels des intestins de l'homme et des animaux, par les bactéries du sol, etc. [6]

La technique utilisée a permis de mettre en évidence à différentes reprises des Salmonella dans les eaux de surface. Au cours des années 1960 et 1961, 14 Salmonella ont été identifiées dans les eaux de rivière déjà examinées et les espèces rencontrées ont été par ordre de fréquence décroissante:

S. Meleagridis (6 fois)
S. Anatum (3 fois)
S. Paratyphi B (1 fois)
S. Bovis mortificans (1 fois)
S. Infantis (1 fois)
S. Cambridge (1 fois)
S. Derby (1 fois)

Les Salmonella sont principalement trouvées pendant la période chaude. Depuis le mois d'avril 1961, nous avons isolé 8 Salmonella sur les 14 en cause.

La recherche du Mycobacterium tuberculosis ou bacille de Koch dans les eaux a été une des préoccupations du Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris car il importait de déterminer si les méthodes de traitement des eaux résiduaires détruisaient les bacilles de Koch éliminés par les grandes collectivités sanatoriales.

La méthode de prélèvement par gaze est encore employée et les traitements habituels s'effectuent sur le liquide d'essorage.

Le meilleur procédé de détection du bacille de Koch est l'inoculation au cobaye du produit traité. A partir de la 3e semaine, il est possible de pratiquer une intradermoréaction à la tuberculine. Il faut attendre 3 mois pour sacrifier l'animal et procéder à son autopsie.

Le produit traité est également ensemencé sur des tubes de culture de *Loewenstein-Jensen* qui sont incubés à 37 °. Les Mycobactéries atypiques cultivent dès la première semaine. Les Mycobactéries typiques se développent généralement après la 3e semaine, entre 4 et 6 semaines. La recherche de l'acido-résistance, l'étude de la pigmentation, les tests biochimiques permettent l'identification.

Quels sont les résultats de cette recherche du bacille de Koch dans les effluents d'établissements sanatoriaux? Il est possible d'après les travaux américains et d'après nos propres travaux de tirer la conclusion suivante:

Le traitement par voie biologique habituelle des eaux résiduaires ne détruit pas les bacilles de Koch et c'est la raison pour laquelle des bacilles ont été trouvé non seulement dans les effluents ainsi traités mais encore dans la rivière au-dessous de la réception de l'effluent.

Il résulte de toutes ces études que des microbes pathogènes sont parfois trouvés dans les eaux de surface. Il est hautement souhaitable de proscrire leur présence lorsque ces eaux doivent être utilisées pour l'alimentation humaine.

La virologie des eaux est de date récente car les techniques générales d'isolement et d'identification des virus ainsi que leur application aux eaux n'ont été mises au point qu'au cours de ces dernières années.

L'essor de ces techniques est dû à la découverte de Enders en 1950. Il a constaté que le virus poliomyélitique pouvait se multiplier à l'intérieur de cellules vivantes cultivées in vitro. Deux variétés de cellules sont utilisées pour l'étude des virus [7].

---

[6] La recherche des Salmonella dans les eaux comporte les trois opérations suivantes:

— la concentration par la méthode de *Moore* (prélèvement par gaze),
— l'ensemencement sur un milieu d'enrichissement (Milieu de *Muller-Kaufmann* concentré),
— l'isolement sur un milieu sélectif ou électif.

[7] *Les cellules de souche:*

cellules K. B. (cancer du plancher de la bouche)
cellules He. La (cancer du col de l'utérus).

Les cellules de première explantation:

cellules de rein de singe
cellules de l'amnios humain
fibroblastes d'embryon de poulet.

[8] *Les Enterovirus* comprennent:

les virus poliomyélitiques: 3 types cultivant sur cellules de souche;

les virus Echo: 28 types dont certains ne cultivent que sur cellules de rein de singe.

les virus Coxsackie se divisent en deux groupes:

Groupe A: 23 types ne se développant que sur souriceau nouveau-né (âgé de moins de 24 heures).

Groupe B: 5 types se développant sur souriceau et sur cellules de souche.

Les Adénovirus comportent 18 types cultivant sur cellules de souche.

Un grand nombre de virus d'origine humaine peuvent être trouvés dans les eaux. Ce sont, soit des Entérovirus, soit des Adénovirus; ces derniers se rencontrent beaucoup moins souvent que les Entérovirus [8].

La recherche des virus dans les eaux s'est posée naturellement dès qu'on a été en mesure, sur le plan technique, de procéder à cette recherche. La survivance des virus dans les eaux est un fait connu depuis fort longtemps. En 1928, M. *Levaditi* et ses collaborateurs avaient montré que le virus poliomyélitique pouvait se conserver pendant 114 jours dans une eau potable au laboratoire. Ces expériences ont été reprises en 1954—1955 et il a été précisé que la conservation était de un mois dans une eau exposée à la lumière et de trois à quatre mois dans une eau à l'abri de la lumière à la température du laboratoire. Une survie de 400 jours a même été observée alors que celle des Entérobactéries, E. Coli et Salmonelles ne dépasse pas 60 jours. Les virus, ne se multipliant qu'à l'intérieur d'une cellule vivante, doivent être considérés, bien plus encore que les bactéries, comme des traceurs de contamination fécale.

En Amérique, dès 1952, le Dr *Kelly* entreprenait une enquête de dépistage des virus dans les eaux d'égouts. Les recherches étaient effectuées sur les eaux brutes, sur les eaux épurées et dans les rivières à une distance plus ou moins éloignée du rejet de l'effluent.

Dans un article récemment publié, dont nous avons déjà parlé, MM. les Docteurs *Coin* et *Nannoun* estiment que « la présence des virus dans les déchets de la vie participe à la pollution des milieux naturels » de sorte qu'« indépendamment même des baignades, on a pu se demander s'il pouvait en résulter une contamination de l'approvisionnement en eau, notamment en eau de rivière traitée » [9]. Il ne faut pas oublier, en effet, que les virus ayant la propriété d'être filtrants sont susceptibles de traverser les dispositifs physiques des stations d'épuration et que, par ailleurs, leur résistance aux agents chimiques est plus élevée que celle des bactéries.

En ce qui concerne les systèmes d'épuration biologique des eaux usées, il ressort qu'ils sont inefficaces pour l'élimination des virus. Quant aux traitements des eaux superficielles destinées à l'alimentation, la filtration lente conduit seulement à une réduction d'environ 40 % de la teneur initiale en virus.

Relativement à l'action des agents chimiques, tous les auteurs s'accordent à reconnaître la résistance particulière des virus à leur endroit. Le Dr *Kelly* estime que les tests coliformes ne suffisent plus et que, par rapport à la destruction des bactéries, il y a lieu d'exiger une quantité double de chlore pour l'inactivation des virus. Le problème est important pour les eaux de surface et se trouve actuellement à l'étude dans notre Etablissement.

En 1954, M. le Docteur *Coin* reprenant une étude statistique portant sur la répartition géographique de 913 signalements de poliomyélite, tirait de cette étude, après vérification analytique pour chaque cas de la nature des eaux en cause, les conclusions suivantes [10]:

— du point de vue du nombre, il y avait prédominance des cas de poliomyélite dans les secteurs alimentés en eau de rivière filtrée sur ceux observés dans les secteurs alimentés en eau de source;
— du point de vue de la répartition saisonnière, il y avait concordance entre la courbe d'épidémiologie générale et la courbe représentative de la répartition des cas de poliomyélite relevés dans les secteurs alimentés en eau de rivière alors que cette concordance n'existait pas dans les secteurs alimentés en eau de source.

Mais aucune généralisation ne pouvait être tirée de ces constatations, d'autant plus qu'un certain nombre de données du problèmes étaient l'objet de discussions. Il en résultait que seule, la recherche systématique des virus dans les eaux permettrait de se faire une opinion valable relativement aux problèmes posés par les observations précitées.

C'est dans cet esprit que, dès 1956, des recherches en matière de virologie furent entreprises au Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris [11]. La mise au point des techniques se révéla très délicate. Les méthodes de prélèvement habituellement utilisées pour l'analyse bactériologique courante des eaux ne donnent ici aucun résultat. De même que pour les Salmonella, la grande dilution des agents recherchés qui, par ailleurs, ne sont pas capables de se multiplier dans les milieux extérieurs, a conduit à l'adoption d'une méthode dérivée de la technique décrite par Moore en 1948 [12].

Il est facile de concevoir que la recherche des virus dans les eaux n'est pas une opération simple et demande beaucoup de temps, la durée totale d'une opération complète dépassant souvent trois mois. La mise en œuvre des techniques spéciales dont nous venons de dire quelques mots nécessite de la patience et de la persévérance car les échecs sont nombreux. Tous ces travaux sont, d'ailleurs, poursuivis en liaison étroite

[9] Cf. « *La Virologie* » (Revue *L'Eau* n° 5, mai 1961).

[10] Cf. « Contribution à l'étude épidémiologique de la poliomyélite » par M. le Dr *Coin* (Thèse de doctorat en médecine).

[11] Travaux exécutés par la Section de Virologie sous la direction de *M. Hannoun*, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Paris, chargé de la Section.

[12] Nous employons soit des gazes dites « flottées », c'est-à-dire placées dans le courant, soit des gazes dites « pompées », c'est-à-dire introduites dans une éprouvette stérile, la circulation de l'eau étant assurée dans l'éprouvette de bas en haut par une pompe avec un débit d'environ 300 l/h, un compteur indiquant le volume d'eau mis en œuvre. C'est un système semblable qui est placé à la suite d'un robinet de puisage pour l'examen virologique des eaux de distribution. On recueille le liquide exprimé de la gaze.

Après concentration et purification, les extraits obtenus sont inoculés à des cultures cellulaires (KB, amniotiques, rein de singe) et à des souriceaux nouveaux-nés.

L'examen des cultures permet de constater soit l'absence de tout effet cyto-pathogène, soit un effet toxique non reproductible pour les cellules, soit un pouvoir cyto-pathogène cultivable en série. Dans ce dernier cas un virus est en cause et il est possible d'entreprendre son identification.

Quant au pouvoir pathogène des virus, il est mis en évidence par l'inoculation au singe qui est l'animal de choix.

avec le Service des virus de l'Institut Pasteur de Paris dirigé par M. le Professeur *Lepine*. Une partie des identifications et la détermination du pouvoir pathogène des souches isolées ont été effectuées par ce Service.

Quels résultats le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris a-t-il obtenu dans le domaine de la Virologie des eaux? Nous allons les examiner d'abord dans le cadre des études périodiques puis dans celui d'enquêtes épidémiologiques entreprises au cours de ces dernières années.

Les études systématiques ont porté sur des eaux de différentes origines: effluent d'établissement spécialisé, eau de rivière, eau de source et eau traitée. Il est possible de faire un premier bilan des résultats obtenus. Sur 496 échantillons examinés au total, vingt-et-une souches de virus typables ont été isolées. Certaines de ces souches ont révélé qu'elles possédaient un pouvoir pathogène positif, confirmant ainsi l'opinion du professeur *Lepine* qui déclarait que la pathogénicité des virus varie considérablement d'une souche à l'autre et que « pour le virus de la poliomyélite, on observe tous les degrés depuis l'absence apparemment complète d'action pathogène jusqu'à la neurovirulence élevée des souches les plus dangereuses ».

Les eaux de rivières se sont montrées plus fréquemment contaminées que les eaux de source. Sur 269 échantillons examinés des premières, il a pu être isolé 15 souches de virus ce qui donne un pourcentage de 5,6 %. 12 souches ont été identifiées et il a pu être établi qu'il s'agissait dans 4 cas de virus poliomyélitique type I, dans 3 cas de virus poliomyélitique type III et dans 5 cas d'adénovirus. Parmi les souches de virus poliomyélitique, deux ont été testées sur le singe: une s'est montrée pathogène pour l'animal (polio type I) et l'autre s'est avérée non pathogène (polio type III).

Indépendamment de ces recherches systématiques, le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris a été chargé d'études épidémiologiques à l'occasion d'épidémies de poliomyélite.

La première intervention du Service en matière de virologie sanitaire a concerné une ville du sud-est ou plus de 40 cas de poliomyélite s'étaient déclarées au sein d'une population alimentée par des eaux de surface tantôt après chloration tantôt sans chloration. La recherche des virus dans ces eaux a fait apparaître un pouvoir cytopathogène cultivable en série dans les échantillons prélevés en aval de déversements de champs d'épandage alors qu'il n'en était pas de même dans les prélèvements d'amont. Malheureusement, il n'a pas été possible de procéder à l'identification du virus, et, par suite, aucune relation n'a pu être établie entre ce virus et le virus responsable de la maladie. Toutefois, il est remarquable de constater que les travaux sanitaires de protection et de désinfection entrepris aient remis en ordre une situation compromise.

Une seconde intervention beaucoup plus récente s'est effectuée dans un chef-lieu de département arrosé par un fleuve. Plusieurs cas de poliomyélite s'étaient déclarés dans un groupe d'H.L.M. et les malades avaient été transportés à l'hôpital de la ville. Il était important de connaître l'importance de la diffusion du virus en vue des décisions à prendre sur le plan administratif et, par ailleurs, une petite ville située en aval de l'agglomération en cause s'inquiétait des répercussions possibles de l'épidémie sur sa population. Des prélèvements furent pratiqués, par les méthodes déjà décrites, sur le réseau de distribution de la ville, dans la rivière en amont et en aval de l'agglomération, à la sortie de la station d'épuration de l'hôpital et à l'aval de la station d'épuration de la ville immédiatement avant le rejet au fleuve. L'épidémie était due au virus poliomyélitique type I. Or, le virus poliomyélitique type I fut isolé du prélèvement opéré à la sortie de la station de l'hôpital et du prélèvement effectué dans l'effluent général avant le rejet en rivière. Les autres prélèvements étaient tous négatifs en ce qui concerne les virus ainsi d'ailleurs que ceux auxquels il avait été procédé dans la petite ville située en aval.

Ces résultats confirment donc que les virus poliomyélitiques ne sont pas supprimés par les stations d'épuration, mêmes modernes et en bon état de fonctionnement comme celle de l'hôpital en cause, et participent pour une part, en cas d'épidémie, à la pollution des milieux récepteurs. Il est permis de se demander jusqu'à quelle distance du point de rejet de l'effluent, est-on susceptible de trouver encore des virus? A ce sujet, il convient de signaler, *sans y attacher naturellement une relation nécessaire de cause à effet*, qu'à l'époque où sévissait l'épidémie, un virus poliomyélitique type I a été isolé dans la même rivière à 150 km en aval du point de déversement.

De tous ces travaux, il découle qu'il est possible, en partant de l'eau, d'isoler et d'identifier des virus ainsi que de montrer le pouvoir pathogène de certaines souches récoltées. Toutefois, l'identité des types de virus isolés des eaux utilisées pour l'alimentation des populations d'une part et des sujets atteints à l'occasion d'épidémies d'autre part n'a pas encore été établie. Les études doivent donc être poursuivies et c'est à quoi s'emploie le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris en procédant à la recherche systématique des virus dans les milieux extérieurs.

Cependant, bien que la signification épidémiologique des faits observés fasse toujours l'objet de discussions, la prudence commande d'exiger, dans toute la mesure du possible, en ce qui concerne les normes des eaux de surface employées pour l'alimentation humaine, l'absence de virus poliomyélitiques.

Au terme de cet exposé, il nous reste à considérer dans leur ensemble les mesures qu'il convient de prendre vis-à-vis des eaux de surface utilisées ou devant être utilisées pour l'alimentation des populations. Il est bien évident, en effet, que deux cas sont à distinguer:

— celui des installations existantes;
— celui des installations futures.

En ce qui concerne les installations existantes, souvent mal placées, il est possible de pallier les incon-

Tableau 1: **Eau de rivière brute**

DATES	POINT A			POINT B			POINT C			POINT D			POINT E		
	Gélose à 37° par ml	Gélose à 20-22° par ml	Coliformes (37°) par 100 ml	Gélose à 37° par ml	Gélose à 20-22° par ml	Coliformes (37°) par 100 ml	Gélose à 37° par ml	Gélose à 20-22° par ml	Coliformes (37°) par 100 ml	Gélose à 37° par ml	Gélose à 20-22° par ml	Coliformes (37°) par 100 ml	Gélose à 37° par ml	Gélose à 20-22° par ml	Coliformes (37°) par 100 ml
7– 8 juillet 1960	100	100	100	200	100	1 200	2 400	17 000	900	50 400	—	6 000	65 000	140 000	120 000
11–12 août 1960	300	2 900	100	200	2 900	600	500	4 100	700	700	11 000	5 000	13 000	29 000	20 000
6– 7 septembre 1960	500	850	2 900	2 800	13 300	800	3 100	16 100	—	5 300	16 800	4 000	34 800	148 000	7 000
6– 7 octobre 1960	700	1 400	1 200	6 500	13 000	100	15 700	29 700	400	7 600	9 000	3 000	47 000	125 000	20 000
17–18 novembre 1960	419 600	544 000	600	384 000	576 000	800	384 000	580 000	1 150	386 000	5 100 000	1 000	6 000	250 000	20 000
15–16 décembre 1960	200	4 000	2 200	800	2 000	5 750	300	14 000	5 000	1 000	5 000	5 250	1 000	10 000	10 000
11–12 janvier 1961	280	33 400	1 400	4 600	66 000	750	600	30 000	900	210	5 100	27 500	700	5 500	5 600
16–17 février 1961	240	700	600	400	1 200	1 150	400	2 400	1 000	530	12 400	15 000	1 000	1 000	900
16–17 mars 1961	150	1 300	1 000	70	700	1 900	160	1 500	2 500	730	4 800	2 400	15 100	56 000	10 000
13 avril 1961	—	—	—	—	—	—	250	600	8 000	580	10 200	12 000	5 200	60 800	125 000
17–18 mai 1961	600	2 000	1 200	1 980	9 900	1 500	4 560	16 200	6 000	7 980	12 400	6 000	38 400	296 000	250 000
16–16 juin 1961	200	8 000	2 200	19 400	308 000	17 500	4 000	150 000	6 000	11 000	350 000	20 000	350 000	4 200 000	50 000
19–20 juillet 1961	50	1 000	2 000	1 590	32 000	18 000	20	1 200	12 000	6 300	147 000	40 000	100 800	1 000 000	1 250 000
3– 4 août 1961	400	2 000	8 000	600	2 000	2 100	900	4 000	4 800	800	18 000	180 000	24 000	130 000	80 000
14–15 septembre 1961	200	6 000	6 000	36 200	416 000	50 000	10 800	206 000	12 000	39 600	404 000	175 000	628 000	5 380 000	7 000 000
Moyenne des 15 mois			2 000 (sur 14 mois)			7 300 (sur 14 mois)			4 500 (sur 14 mois)			33 500 (sur 14 mois)			600 000 (sur 14 mois)

Tableau 2: **Indices de dispersion des germes caractéristiques de contamination fécale**

DATES	POINT F				POINT G				POINT H				POINT I				POINT J			
	Coliformes	E. Coli	S. Fécaux	C. Sulfito-réducteurs	Coliformes	E. Coli	S. Fécaux	C. Sulfito-réducteurs	Coliformes	E. Coli	S. Fécaux	C. Sulfito-réducteurs	Coliformes	E. Coli	S. Fécaux	C. Sulfito-réducteurs	Coliformes	E. Coli	S. Fécaux	C. Sulfito-réducteurs
	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
9/1/61	—	—	40	16	—	—	1 033	155	210	—	525	52,5	175	262	8,4	52	—	—	17	10
16/1/1961	—	—	4	340	—	—	72	360	—	—	4,1	86,6	450	—	5,4	38	—	—	3,5	12
23/1/1961	700	1 050	6	10	—	—	5,2	—	—	—	23,3	—	600	—	0,4	8	—	—	—	—
30/1/1961	—	2 300	1,3	—	—	—	2,1	—	2 200	2 200	7,8	110	800	800	2	—	—	—	7,5	15
6/2/1961	—	—	2,3	115	—	—	0,7	70	—	—	—	—	337	900	0,4	207	—	—	—	—
13/2/1961	1 100	2 200	314	13,7	—	—	3 400	34	—	—	24	110	1 000	1 000	500	20	—	—	—	30
20/2/1961	1 150	2 300	287	38,3	1 333	—	—	—	850	—	850	170	242	—	425	56	—	—	—	—
27/2/1961	—	—	1 400	—	—	—	—	—	350	—	58	70	550	550	122	4	—	—	160	—
6/3/1961	420	—	350	105	—	—	—	—	—	—	1 500	—	75	300	33	10	—	—	—	—
13/3/1961	230	1 150	575	9	3 200	—	1 600	—	—	—	—	—	93	—	560	11	—	—	—	—
20/3/1961	1 900	—	950	63	—	—	—	—	—	—	433	—	390	—	156	19	—	—	—	—
27/3/1961	1 000	2 000	666	20	—	—	1 100	330	—	—	—	200	1 300	650	1 300	65	—	—	—	—
10/4/1961	—	—	—	—	—	—	150	—	—	—	—	—	250	—	375	75	—	—	—	—
17/4/1961	—	—	425	170	—	—	—	—	—	—	1 300	—	200	333	500	10	—	—	—	—
24/4/1961	225	675	—	90	—	—	—	—	300	137 (2)	1 500	150	150	300	600	—	—	—	—	200

(1) Volume d'eau en litres pour 1 germe
(2) E. Coli du type 127 B 8

Le 9/1/1961: Présence de phage dysentérique au point I (21 601 1)
Le 13/3/1961: Présence de phage coli au point F (22 772 1)
Le 13/3/1961: Présence de phage coli au point G (32 490 1)

vénients dus à la présence éventuelle de virus (qui sont les éléments polluants les plus résistants vis-à-vis des agents chimiques) en agissant:

— soit sur le taux de désinfection;
— soit sur le temps de contact;
— soit sur les deux à la fois.

La chloration sera fonction évidemment de la propreté de l'eau et de l'absorption de chlore.

Le problème des installations futures pose la prise en considération de la classification des milieux récepteurs selon leur utilisation, les secteurs réservés aux prises d'eau devant être efficacement défendus contre les dangers de pollution et, du point de vue qui nous intéresse, notamment des pollutions urbaines. En ce qui concerne ces secteurs, si la présence dans les eaux d'un nombre plus ou moins élevé de germes saprophytes ne revêt pas une importance considérable, par contre, il paraît nécessaire d'exiger vis-à-vis des germes-tests de contamination fécale et plus encore vis-à-vis des microbes pathogènes et des virus des normes suffisamment strictes permettant d'assurer la protection de la santé des populations. Bien que la détermination de ces normes demande encore des études et doive faire l'objet de discussions, les critères exigibles pourraient, à notre avis, être les suivants:

— pour les coliformes, compte tenu des résultats observés dans les sites dont nous avons fait état, un nombre le plus probable (M.P.N.) ne dépassant pas 20 000 par 100 ml, ainsi que le demandent les normes américaines;
  et, dans toute la mesure du possible,
— l'absence de formes microbiennes à caractère pathogène;
— l'absence des virus entériques majeurs (poliomyélitiques en particulier).

Oberflächenwasser und künstliche Grundwasseranreicherung – ein Beitrag zu ihren chemischen Problemen

Von Dr. W. H. Frank, Leiter der Hydrologischen Forschungsabteilung der Dortmunder Stadtwerke AG

Die Sorge um die Reinhaltung unserer natürlichen Wasservorkommen als dringlichstes Anliegen der Wasserwirtschaft, insbesondere der Trinkwasserversorgung, ist hier schon überzeugend herausgestellt worden. Wenn mir im Rahmen dieses Symposiums die Aufgabe obliegt, über die chemischen Aspekte der Heranziehung von Oberflächenwasser zur Trinkwassergewinnung zu referieren, so möchte ich mich darauf beschränken, an dem konkreten, praktischen Beispiel der künstlichen Grundwasseranreicherung aufzuzeigen, wie vielfältig und komplex die qualitativen Probleme sind, die sich bei der Heranziehung von Oberflächengewässern zur Trinkwassergewinnung stellen.

Für die ausreichende Bereitstellung von Trinkwasser in der durch Bevölkerungsdichte und Grossindustrie geschaffenen Raumenge des Industriegebietes an der Ruhr stellt bekanntlich die künstliche Grundwasseranreicherung eine vorbildliche und rationell betriebene Wassergewinnungstechnik dar. Neben hygienischen und ästhetischen Vorzügen ist das Verfahren vor allem durch ein hohes Mass an Versorgungssicherheit gekennzeichnet. Bei der ständig grösser werdenden gütemässigen Beeinträchtigung des Oberflächenwassers durch kommunale, gewerbliche und industrielle Abwässer sowie durch die neu hinzugekommenen Gefährdungen, wie etwa durch Oele und Detergentien, stellt sich uns heute die Frage, bis zu welcher Grenze die Langsamsandfilter — trotz ihrer grossen Anpassungsfähigkeit — belastbar sind, um noch ein gütemässig einwandfreies Filtrat sicherzustellen. Das gilt sowohl für Substanzen, die erst in grösseren Konzentrationen wirksam werden, als auch für solche Stoffe, die schon in Spuren unerwünschte Einflüsse — insbesondere auch in geschmacklicher und geruchlicher Hinsicht — ausüben. Zwar ist die Ruhr im oberen und mittleren Teil ihres Flusslaufes noch der β-mesosaproben bis oligosaproben Stufe zuzurechnen, aber sie nimmt auch hier schon viele stark verschmutzte Nebenläufe auf.

An ihrem Unterlauf führt die Belastung durch häusliche und industrielle Abwässer — vor allem in Niedrigwasserzeiten — in der Wassergewinnung fast zu den gleichen Schwierigkeiten wie bei den Rheinwasserwerken, deren Uferfiltrat bekanntlich seit 1950 durch verstärkt auftretende Geruchs- und Geschmacksbelästigungen beeinträchtigt wird. Oft treten letztere erst nach der Chlorung auf, beispielsweise durch Bildung von Chlorphenolen.

Selbst wenn man optimistischerweise annähme, dass es zukünftig gelingen würde, Geruchs- und Geschmacksbelastungen von unseren Flussläufen fernzuhalten, so wäre das Problem dadurch noch nicht endgültig gelöst. Bekanntlich gibt es daneben auch geruchsbildende Substanzen, die ohne direkte menschliche Einwirkung ins Wasser gelangen oder in ihm selbst erst entstehen können (z. B. bei Planktonblüten). In diesen Fällen werden Reinigungsverfahren notwendig, die geeignet sind, diese oft nur in Spuren anwesenden Stoffe im Verlaufe des Aufbereitungsprozesses zu entfernen oder aber so zu verändern, dass ihre nachteilige Beeinflussung beseitigt wird. Angesichts der ständigen Bemühungen aller am Wasser interessierten Stellen, eine Aenderung in der gütemässigen Gefährdung unserer Wasservorkommen herbeizuführen, besteht der verständliche Wunsch, Gütezahlen oder sog. Richtwerte