Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 79 (1953)

Heft: 9-10: École polytechnique de l'Université de Lausanne: publication du centenaire 1853-1953, fasc. no 1

Artikel: Le problème des eaux potables

Autor: Matthey, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-59758

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: 02.07.2025

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

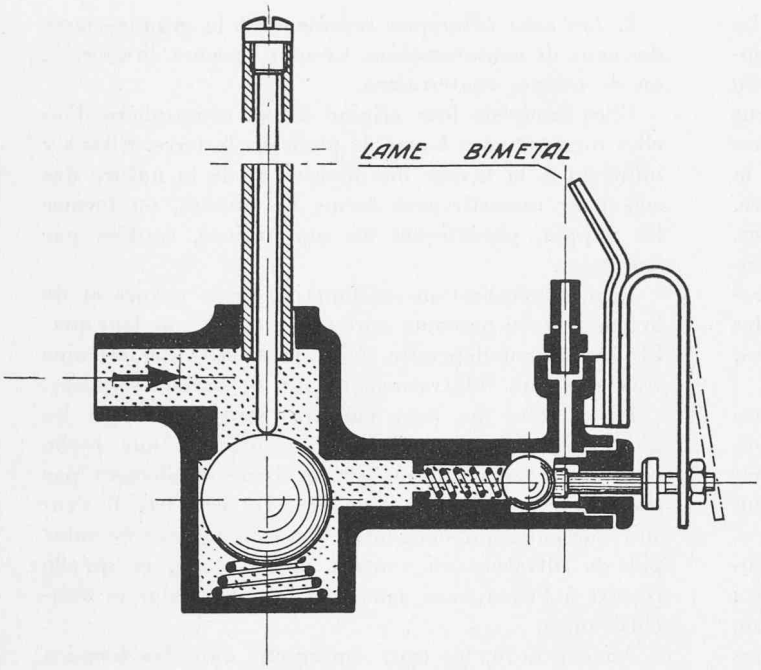

Fig. 12. — Dispositif Cipag de sécurité à la veilleuse au moyen d'une lame bimétallique.

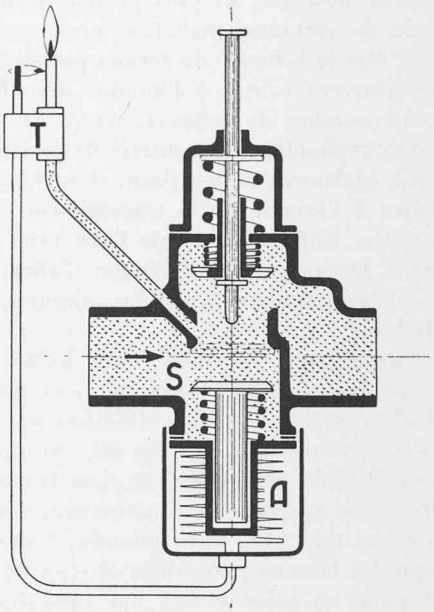

Fig. 13. — Dispositif Cipag de sécurité à la veilleuse au moyen d'un couple thermo-électrique.

commandes des vannes, *a* l'interrupteur principal de courant électrique et *d* un appareil éventuel sonore de signalisation. Le fonctionnement est le suivant : Après avoir enclenché l'interrupteur *a*, on donne momentanément du courant dans le circuit *e* de façon à provoquer l'ouverture de la vanne de veilleuse V_2 et on allume cette dernière. A ce moment, le courant peut passer par l'électrode *b*, le dispositif commande l'ouverture de la vanne V_1 et maintient ouverte la vanne V_2. Le brûleur principal peut alors fonctionner. Si, pour une raison quelconque, la flamme de veilleuse vient à s'éteindre, le courant cesse de passer par l'électrode *b* et le dispositif de relais ferme instantanément les vannes V_1 et V_2. La sécurité est donc absolue. Ce système de sécurité peut être combiné avec un allumage automatique de la veilleuse réalisé par des électrodes provoquant un arc électrique. Dans ce cas, ces électrodes ne fonctionnent que pendant quelques secondes et si, pendant ce temps, la veilleuse ne s'est pas allumée, un interrupteur thermique coupe l'allumage électrique et toute l'installation est mise hors service. Malgré ses avantages indiscutables, ce système est d'un prix à peine supérieur à celui des autres dispositifs décrits plus haut. C'est pourquoi il est appliqué à toutes les installations quelque peu importantes, telles que chaudières de chauffages centraux, aérothermes, séchoirs, grosses installations de production d'eau chaude, etc.

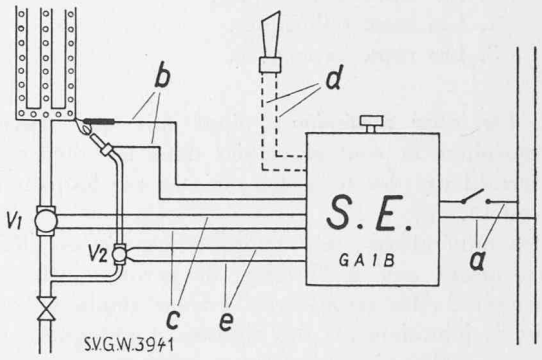

Fig. 14. — Dispositif Cipag de sécurité dit « électronique » basé sur l'effet de ionisation de la flamme.

LE PROBLÈME DES EAUX POTABLES

par le Dr E. MATTHEY, ing. chim. E.P.U.L. chimiste cantonal, Lausanne

Il est peu de problèmes qui revêtent une importance aussi permanente et aussi diverse que celui de l'alimentation d'une population en eau potable.

C'est tout à la fois à l'ingénieur, au chimiste, au bactériologiste, à l'hydrobiologue qu'il faut faire appel, pour réunir les éléments nécessaires à la résolution des cas posés par la pratique.

Il n'entre donc pas dans notre intention de faire le tour complet des aspects de la question des eaux. Qu'il nous soit permis cependant de faire ci-après quelques considérations, qui nous ont été suggérées par l'expérience.

Pourquoi donc le problème des eaux est-il toujours à l'ordre du jour ?

Pour des raisons d'ordre hygiénique avant tout. La science médicale, et plus particulièrement l'épidémiologie de certaines maladies, nous apprend que l'eau peut être le véhicule de germes pathogènes, ou de virus qui peuvent causer à l'homme des affections graves.

Au nombre de celles-ci, citons en premier lieu la fièvre typhoïde, la dysenterie bactérienne et le goitre. On a également accusé l'eau, et surtout les eaux usées, d'être à l'origine de la transmission de cas de poliomyélite. Notons enfin que l'eau peut être, plus rarement, la cause de transmission d'affections dues à des parasites animaux (ascarides, oxyures, trichocéphales, etc.).

Par ailleurs, le confort des habitations modernes exige des quantités d'eau toujours plus grandes. Des chiffres *moyens* de 350 à 400 litres par habitant et par jour sont très courants. En été, ces quantités augmentent jusqu'à être doublées. Les installations doivent donc être adaptées en conséquence. De pareilles quantités ne sont pas, bien entendu, toutes consommées ; mais les besoins journaliers en eau de consommation, et pour les soins exigés par l'hygiène, rendent plus rationnelle et moins onéreuse l'exploitation d'un seul réseau de distribution, plutôt que de deux, dont un seulement servirait aux fins de consommation, l'autre étant réservé aux usages domestiques et commercial. Seule l'industrie peut se permettre l'exploitation de réseaux séparés, lorsque les quantités d'eau industrielle en justifie l'installation.

Quelles sont les différentes sortes d'eaux susceptibles d'être mises à disposition des populations aux fins de consommation ? Nous distinguons :

1. Les eaux météoriques.
2. Les eaux telluriques.
3. Les eaux de surface.

1. *Les eaux météoriques* n'ont fait que traverser l'atmosphère et sont recueillies dans les citernes par l'intermédiaire des toits des maisons sur lesquels elles s'écoulent.

Peu minéralisées, très douces et oxygénées, elles ne contiendront pas, à l'origine, de germes pathogènes. Cependant, elles seront très souvent souillées par les mauvais jointoiements des citernes. La stagnation, et l'isolement thermique souvent sommaires, auront pour effet de transformer ces eaux en véritables bouillons de cultures où les germes saprophytes introduits par l'entrainement des poussières de l'air lors des chutes de pluie prolifèrent très rapidement. D'autre part, l'envahissement par les algues vertes guettent toutes les citernes non nettoyées périodiquement. Les eaux météoriques contiennent toutes à l'origine des traces d'ammoniaque, provenant de l'air, qu'il ne faut point apprécier comme un indice de souillure, mais comme un élément naturel.

Elles sont toutes également chargées d'acide carbonique de l'atmosphère. Etant donné le manque de bases minérales dans l'eau de pluie, ce CO_2 est libre. Il peut même devenir agressif et endommager les toitures. On a même retrouvé des traces de plomb dans les citernes alimentées par des eaux recueillies sur des toitures peintes au minium.

2. *Les eaux telluriques* représentent la grande classe des eaux de consommation. Ce sont les eaux de sources, ou de nappes souterraines.

Elles trouvent leur origine dans l'atmosphère d'où elles tombent sous forme de pluie sur la terre. Elles s'y infiltrent à la faveur des fissures et de la nature des sols pour ressortir sous forme de sources, ou former les nappes, phréatiques ou souterraines, captées par des puits.

Leur minéralisation est fonction de la nature et de la longueur du parcours souterrain, tandis que leur qualité hygiénique dépendra de la protection des terrains traversés aux infiltrations d'eaux de surface souillées.

Les sources des pays calcaires sont à ce sujet les plus suspectes. En effet, le calcaire est une roche compacte, peu élastique, qui se fissure facilement par les mouvements internes de l'écorce terrestre. Il s'ensuit que l'eau qui s'engouffre dans ces fissures ne subit pas de filtration au contact de la roche, et qu'elle ressort à l'émergence sans s'être épurée (sources vauclusiennes).

Au contraire, les eaux émergeant dans les terrains molassiques ou fluvio-glaciaires subissent, dans leur parcours souterrain, de véritables filtrations dans les terrains perméables. Les sources de ces terrains donnent le plus souvent des eaux suspectibles d'être captées.

Enfin, parmi les eaux de puits, il convient de ne retenir que celles qui sont captées dans les nappes profondes, protégées par une couche intermédiaire d'argile imperméable, et non celles qui trop souvent sont prises dans la nappe phréatique superficielle, trop sujette aux infiltrations extérieures. Enfin, la construction du puits lui-même doit être laissée à l'homme du métier. Les ingénieurs construisent actuellement des puits filtrants donnant toute satisfaction.

3. *Les eaux de surface* apportent de plus en plus leur contribution à l'alimentation des agglomérations en eau potable.

En effet, les lacs, et parfois les rivières, représentent un réservoir inépuisable à disposition des cités riveraines ou même lointaines. Ces eaux sont naturellement impures puisqu'elles reçoivent les eaux usées et industrielles des égouts riverains. Cependant, la dilution énorme, la sédimentation, l'action des rayons ultraviolets, celle, antibiotique, de certaines bactéries, ont pour effet de purifier rapidement l'eau de surface souillée, à condition — bien entendu — que ce processus puisse se dérouler harmonieusement.

La carence, ou le déséquilibre d'un de ces facteurs (en particulier l'oxygène) par rapport aux autres, compromet irrémédiablement l'autoépuration.

Par la dilution et la surface qu'ils représentent, les lacs fournissent une eau plus rapidement pure que les rivières. C'est en eux qu'on ira pomper l'eau de consommation, aux points qui se remarqueront par la plus grande constance de qualité bactériologique. Quoi qu'il en soit, l'eau de surface captée sera toujours traitée, par filtration et stérilisation, avant d'être distribuée.

Une méfiance instinctive a retardé le pompage de l'eau des lacs. Les plus grands médecins ont même participé à cette résistance. Pourtant, la preuve est faite que l'alimentation en eau potable par les lacs

donne une eau d'une qualité hygiénique plus constante (parce que traitée obligatoirement) que maintes sources réputées. Que de millions de francs dépensés pour des captages alpins lointains n'aurait-on pas économisés si on s'était rendu plus tôt aux arguments des hydrologues !

Zurich, Saint-Gall, Neuchâtel, Lausanne, Genève, etc., boivent de l'eau de lac. Londres boit l'eau de la Tamise, Paris celle de la Seine. Cette dernière ville avait étudié le pompage au Léman il y a une trentaine d'années ; elle n'y a pas définitivement renoncé, preuve en soit l'intérêt que porte cette ville aux recherches hydrobiologiques de l'institut de Thonon.

Aux Etats-Unis et en Angleterre, on a constaté dans les villes alimentées par les lacs moins de fièvre typhoïde que dans celles utilisant les eaux de sources.

Qualités chimiques de l'eau potable

Une bonne eau potable doit être limpide, incolore ou légèrement bleue sous une faible épaisseur, inodore et fraîche.

Température

Sa température ne doit pas varier dans une amplitude trop grande ; 8 à 12° C paraît être la température optimum. En dessous de 5° C, l'eau est désagréable et même dangereuse ; elle peut irriter la muqueuse stomacale et des congestions de foie sont à craindre. Au-dessus de 14° C elle cesse de rafraîchir, à 20° C elle devient fade et nauséeuse.

La constance de la température est un des facteurs importants de la potabilité. Elle renseigne sur l'isolement thermique, c'est-à-dire la profondeur du parcours souterrain.

Minéralisation

Une bonne eau potable ne doit pas accuser une minéralisation trop élevée ; 500 mgr/litre de sels totaux représentent le maximum généralement admis par les hygiénistes.

Dans ces sels minéraux, les bicarbonates alcalino-terreux doivent correspondre à la plus grande partie.

Remarquons en passant que ces bicarbonates ne tiennent en solution que moyennant une teneur en CO_2 libre bien déterminée à chaque température et à chaque concentration. Autrement dit, les bicarbonates alcalino-terreux et le CO_2 libre sont en « équilibre ». Cet équilibre vient-il à être rompu, ou la nature du sol donne-t-elle en permanence du CO_2 en excès par rapport aux bicarbonates, le CO_2 peut devenir agressif et attaquer les bétons de fondation de captages ou autres constructions. Voilà qui explique bien des déboires dans la construction d'ouvrages, sans précautions préalables, au sein de nappes aquifères.

L'eau potable ne doit pas contenir de sulfates alcalino-terreux en quantités trop grandes. Les sulfates et les bicarbonates alcalino-terreux concourent à former la « dureté totale » qui, si elle dépasse 45 à 50° français, peut rendre impossible l'exploitation d'un réseau (incrustations). En outre, la dureté excessive d'une eau jointe à son caractère séléniteux (gypse) rendent malaisée la préparation des légumes et des infusions (précipitation des tannins végétaux). Les eaux trop gypseuses deviennent indigestes. Ne confondons pas à ce propos les qualités requises d'une eau de consommation *permanente* avec celles reconnues et même recherchées des eaux dites « minérales » ou « de cure », où les caractères parfois inopportuns à une exploitation d'eau potable en réseau deviennent précieux pour une eau « minérale » ou « de cure » (bouteilles ou bains).

On ne fera jamais assez attention aux inconvénients dus à la présence de fer ferreux dans une eau potable. Non pas que cet élément présente un danger au point de vue hygiénique, mais parce qu'il peut provoquer des ennuis considérables dans l'exploitation. Les eaux de nappes souterraines, peu aérées, captées dans les couches sous-jacentes de marais asséchés, présentent souvent du fer. Le manque d'oxygène de ces eaux ne permet pas à ce fer de s'oxyder, si bien que lors d'un captage il ne s'oxyde que dans les pompes et dans le réseau. L'hydrate ferrique, tout d'abord en solution colloïdale, passe à travers tous les filtres possibles pour ne se précipiter que dans les conduites. C'est alors le phénomène du linge rouillé, de l'eau rouge au robinet ou dans la baignoire. La déferrisation de l'eau dans ces cas est d'autant plus difficile que le fer ferreux y est en moindre quantité et que les nappes sont trop sollicitées.

Indices chimiques de souillure

Enfin, les eaux potables doivent être exemptes d'ammoniaque et de nitrites. Des traces de nitrates et de matières organiques sont tolérées.

Quelle est la signification de ces constituants ?

Sous le nom de « matières organiques », les hydrologues cachent en somme leur ignorance quant à la nature précise des composés organiques des eaux. Ce sont les soldes non azotés de la décomposition des matières humiques ou planctoniques, d'origine végétale ou animale ayant passé dans l'eau. Le fait qu'on les exprime globalement par leur pouvoir réducteur vis-à-vis du permanganate de potassium (oxydabilité) montre bien l'incertitude de leur nature. Une « oxydabilité » de 6 mg $KMnO_4$/litre est un maximum. Il n'existe pas d'eau absolument exempte de matières organiques. L'ammoniaque, les nitrites, les nitrates représentent les derniers stades de la minéralisation de l'azote des matières organiques. Ce processus s'effectue dans le sol par l'intermédiaire des bactéries nitrifiantes ; aussi tolère-t-on les nitrates en quantités très limitées, alors qu'on exclut les nitrites et l'ammoniaque. La présence de l'un de ces deux composés est l'indice d'un parcours souterrain de l'eau insuffisant pour l'épurer complètement.

La présence d'ammoniaque, conjointement à celle de chlorures, est également la preuve certaine d'une infiltration d'eau souillée de résidus d'origine fécale, puisque l'urine contient *toujours* ces deux constituants en grande quantité. Il convient cependant de réserver le cas d'eaux jaillissant des bancs de désagrégation molassiques contenant toujours des chlorures naturels ; de même que celui beaucoup plus rare et plus localisé des bancs de chlorure de sodium.

Qualité bactériologique

Les exigences requises pour l'eau potable sont simples à formuler : absence de germes pathogènes. Un tel

postulat implique le contrôle par une analyse bactériologique. Ces analyses font appel à des tests biologiques. Inutile de songer, dans un contrôle aussi fréquent et aussi important que l'examen de la qualité bactériologique d'une eau, à différencier les espèces de bactéries qui peuvent s'y trouver. Ce serait s'engager dans la voie des enrichissements des repiquages de cultures, des inoculations au cobaye ou au lapin, etc. De tels examens sont coûteux et seraient en fait inopérants, parce que trop longs.

Ce qu'il importe de savoir, c'est si l'eau à examiner contient des bactéries qui apportent la preuve d'une pollution intempestive des sources ou du réseau. On se sert pour cela de la recherche et de l'identification du Bacterium Coli (colibacille, *Escherichia coli*). Rien ne sert d'identifier le bacille typhique dans une eau lorsqu'on sait que, s'il est présent, il s'y trouvera *toujours* à côté d'un nombre extraordinairement plus élevé de coli.

Le B. coli est un hôte normal de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Se trouve-t-il dans l'eau ? C'est alors la preuve irréfutable d'une souillure d'origine fécale. Sa présence ne signifie nullement que la consommation de l'eau va irrémédiablement causer une infection, mais elle est l'indice, le signal d'alarme, qui attire l'attention du chef de réseau sur une anomalie de la qualité de l'eau.

Sa présence peut être exceptionnelle : c'est un accident. Au contraire, elle est permanente ou périodique avec les pluies : la situation est alors plus grave. C'est le fait d'une cause de souillure inhérente à l'exploitation.

La concentration en coli, par ensemencement de quantité décroissante d'eau, renseigne sur l'ampleur de la souillure. De même la numération des germes totaux (saprophytes ou putrides), toujours exécutée conjointement.

Les techniques modernes de milieux de cultures différentiels permettent même de dire si le coli trouvé est d'origine récente ou non. On est ainsi renseigné sur la gravité de la souillure, parce que plus les souches sont récentes, plus elles peuvent être dangereuses.

Il faut bien se rendre compte que la recherche du B. coli dans une eau peut conduire à la recherche clinique des porteurs de germes pathogènes. Ce sont les individus les plus inconsciemment dangereux. Ayant contracté une maladie infectieuse des années auparavant et ayant été guéris, leur organisme peut garder, à l'état latent, des germes non virulents pour eux. Cependant, ces individus éliminent ces germes, qui peuvent trouver un milieu favorable à leur développement dans les eaux usées. Il suffit d'une infiltration dans des sources ou des canalisations pour provoquer une infection. Ainsi naissent les épidémies (Glion).

C'est la raison pour laquelle la recherche du coli, test sévère entre tous, dépiste les souillures d'origine fécale et doit permettre de verrouiller d'emblée toute porte ouverte à une possibilité d'infection. Ce qui est vrai pour les porteurs de germes l'est aussi pour les porteurs de virus. Les techniciens, et en particulier les ingénieurs constructeurs non spécialisés dans les questions hydrologiques, ne sont pas toujours conscients du côté prophylactique des exigences relatives aux qualités bactériologiques de l'eau.

Ainsi la potabilité de l'eau est fonction de :

1° l'enquête sur place (terrains, nuisances, etc.) ;
2° la qualité chimique ;
3° la qualité bactériologique.

Les exigences requises par ces trois facteurs doivent être satisfaites en permanence. Une seule défaillance de l'un d'eux suffit à déclarer une eau non potable.

Traitement des eaux

Souvent l'ingénieur est à même de remédier, par une modification du captage ou du réseau, à la qualité défectueuse de l'eau pour la rendre naturellement potable.

Parfois les conditions sont telles que malgré toutes les améliorations techniques, l'eau est toujours suspecte. C'est alors seulement qu'on recourra à la stérilisation par le chlore, l'ozone ou tout autre traitement approprié.

Il appartient à l'ingénieur de préconiser le traitement en fonction des conditions locales (place) et du temps de contact du stérilisant à disposition. En principe, le chlore, bon marché, exige au moins une demi-heure de contact aux concentrations de 0,1 à 0,2 g Cl/m³. L'ozone (O_3) est plus rapide (5 à 10 min.), mais plus cher.

Les appareils à chlorer sont actuellement au point pour tous les débits possibles, tant la solubilité du chlore dans l'eau est grande et facile à obtenir.

Quant à l'ozone, son emploi dépend beaucoup du rendement des appareils à effluve. Il faut se rappeler que la production d'ozone est d'autant meilleure que l'air à ozoner est plus sec, et la température constante. Par ailleurs, la stérilité de l'eau dépend également de la dissolution de l'ozone dans l'eau, donc du coefficient de solubilité dans le système air ozoné/eau. A ce sujet, les appareils à pression ou à injection à contre-courant donnent des résultats satisfaisants.

Conclusions

Quand il tourne négligemment le robinet de sa cuisine, le citoyen actuel n'est pas toujours conscient de la complexité du problème des eaux. Il trouve naturelle l'obligation légale des autorités des agglomérations de fournir en tout temps une eau répondant à toutes les exigences de l'hygiène.

L'aspect limpide de cet « élément froid et humide » d'Aristote réveillera peut-être en lui le souvenir du chant clair des sources dans les sous-bois, mais son esprit se refuse instinctivement à évoquer le danger de la présence éventuelle et intempestive d'infiniment petits, propagateurs de maladies les plus graves. Rarement sa pensée lui rappellera les efforts conjugués des ingénieurs, des chimistes et autres biologistes, qui tendent tous à lui restituer dans l'état le plus pur cet élément indispensable à la vie que la nature lui a donné.

Puissent ces quelques lignes le faire méditer un instant sur ce problème permanent !