



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Int. Cl.³: C 02 F

1/76

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

FASCICULE DU BREVET A5

(11)

641 744

(21) Numéro de la demande: 11022/79

(22) Date de dépôt: 12.12.1979

(30) Priorité(s): 15.12.1978 NL 7812211

(24) Brevet délivré le: 15.03.1984

(45) Fascicule du brevet
publié le: 15.03.1984

(73) Titulaire(s):
Gilberte Marie Josephine Xhonneux,
Sint-Pieters-Woluwé (BE)

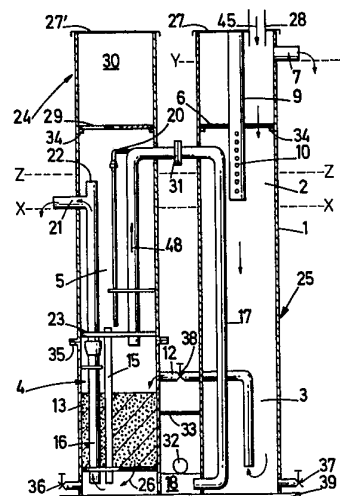
(72) Inventeur(s):
Gilberte Marie Josephine Xhonneux,
Sint-Pieters-Woluwé (BE)

(74) Mandataire:
E. Blum & Co., Zürich

(54) Installation de purification d'eau.

(57) L'installation comprend un compartiment de filtration (4) contenant une masse filtrante (13), une entrée (12) pour l'eau non filtrée et une sortie (21) pour l'eau filtrée, l'entrée d'eau non filtrée étant précédée par un compartiment (2) de réception de liquide communiquant avec un récipient (9) contenant un produit stérilisant à un niveau situé sous le niveau maximal (Y-Y) possible de l'eau dans ce compartiment de réception et au-dessus du niveau (X-X) de la sortie de l'eau filtrée.

Cette installation est particulièrement applicable à la purification d'eau de pluie.



REVENDECATIONS

1. Installation de purification d'eau comprenant un compartiment de filtration contenant une masse filtrante et présentant une entrée pour l'eau non filtrée et une sortie pour l'eau filtrée, l'entrée étant située à un niveau au-dessus de la masse filtrante, caractérisée en ce que l'entrée d'eau non filtrée est précédée par un compartiment de réception du liquide, ce compartiment communiquant avec un récipient contenant un produit stérilisant à un niveau situé sous le niveau maximal possible de l'eau dans ce compartiment de réception de liquide et au-dessus du niveau de la sortie d'eau filtrée.

2. Installation de purification d'eau suivant la revendication 1, caractérisée en ce que le récipient à produit stérilisant comprend une paroi perméable à l'eau et est en contact avec le compartiment de réception du liquide.

3. Installation de purification d'eau suivant la revendication 2, caractérisée en ce que le récipient perméable à l'eau est formé par une douille sensiblement verticale située dans le compartiment de réception du liquide.

4. Installation de purification d'eau suivant l'une des revendications 2 ou 3, caractérisée en ce que la paroi perméable à l'eau est située au-dessus du niveau de la sortie d'eau filtrée.

5. Installation de purification d'eau suivant l'une des revendications 2 à 4, caractérisée en ce que la paroi perméable est pourvue de plusieurs trous en alignement vertical.

6. Installation de purification d'eau suivant la revendication 5, caractérisée en ce que les trous sont recouverts par une couche poreuse réglant la diffusion, telle que fibres de verre ou de matière plastique.

7. Installation de purification d'eau suivant l'une des revendications 5 ou 6, caractérisée par une surépaisseur locale de la paroi à l'endroit des trous.

8. Installation de purification d'eau suivant l'une des revendications 2 à 7, caractérisée par des moyens prévus pour adapter la perméabilité à l'eau du récipient à produit stérilisant en fonction du débit d'eau dans le compartiment de réception du liquide.

9. Installation de purification d'eau suivant la revendication 8, caractérisée en ce que les moyens pour adapter la perméabilité à l'eau comprennent un tube debout de section croissante vers le haut situé avant l'entrée dans le compartiment de filtration et contenant un flotteur pouvant faire monter ou descendre une glissière le long de la partie de la paroi perméable à l'eau afin d'obturer partiellement cette partie perméable.

10. Installation de purification d'eau suivant la revendication 9, caractérisée en ce que la partie perméable à l'eau du récipient s'élève sous un préfiltre prévu dans le compartiment de réception jusqu'à une distance sous ce filtre qui est sensiblement égale à la demi-hauteur de la partie perméable à l'eau.

11. Installation de purification d'eau suivant l'une des revendications 9 ou 10, caractérisée en ce que la glissière est agencée, par rapport au flotteur, de manière que, lorsque ce dernier occupe sa position la plus basse, la moitié supérieure de la partie perméable de la paroi du récipient à produit stérilisant soit obturée.

12. Installation de purification d'eau suivant l'une des revendications précédentes, caractérisée par un compartiment de décantation situé sous le compartiment de réception d'eau et avant le compartiment de filtration.

13. Installation de purification d'eau suivant l'une des revendications précédentes, caractérisée par un réservoir à liquide de rinçage situé à un niveau au-dessus du compartiment de filtration et relié par sa base à la partie du compartiment de filtration située après la masse filtrante, du côté de l'eau filtrée, et par un siphon montant depuis la partie du compartiment de filtration située avant la masse filtrante, du côté de l'entrée d'eau non filtrée, jusqu'à une hauteur déterminée au-dessus du niveau du liquide dans le réservoir à liquide de rinçage et redescendant jusqu'à ce que son extrémité soit située sous le niveau du réservoir à liquide de rinçage.

14. Installation de purification suivant l'une des revendications précédentes, caractérisée par une masse filtrante constituée d'un lit de particules filtrantes supporté par un fond à crépines situé à une certaine hauteur au-dessus de la base du compartiment de filtration, l'entrée de liquide non filtré étant située au-dessus du lit et une tuyauterie de liaison s'étendant jusqu'à la base du compartiment de réception du liquide depuis la partie du compartiment de filtration situé sous le fond à crépines.

15. Installation de purification suivant l'une des revendications 13 à 14, caractérisée en ce que l'extrémité du siphon débouche dans un godet pourvu d'une sortie de trop-plein située près du niveau de la base de la masse filtrante.

16. Installation de purification suivant l'une des revendications 12 à 15, caractérisée par une sortie de trop-plein dans le compartiment de réception du liquide qui est située à un niveau supérieur à celui du sommet du siphon.

17. Installation de purification suivant l'une des revendications 1 à 9, caractérisée par un préfiltre situé dans le compartiment de réception avant le récipient à produit stérilisant.

18. Installation de purification d'eau suivant l'une des revendications précédentes, caractérisée, d'une part, par une première colonne technique verticale comprenant le compartiment de filtration et le réservoir à liquide de rinçage et, d'autre part, par une seconde colonne technique verticale comprenant le compartiment de réception et le récipient à produit stérilisant, le siphon ayant une forme en U renversé, avec une branche dans la première colonne et la seconde branche dans la seconde colonne et se terminant près de la base de cette dernière dans un godet permettant d'évacuer le liquide de rinçage sous une certaine pression.

19. Installation de purification d'eau suivant l'une des revendications 1 à 17, caractérisée en ce qu'elle comprend un caisson divisé en plusieurs compartiments, à savoir d'un côté un compartiment d'entrée comprenant un préfiltre, et de l'autre côté deux compartiments latéraux superposés, dont celui situé en dessous comprend la masse filtrante et dont l'autre forme le compartiment d'eau de rinçage, le compartiment d'entrée comprenant une zone de stérilisation et une zone de décantation, la zone de stérilisation se prolongeant latéralement au-dessus du compartiment d'eau de rinçage, sur toute la largeur du caisson.

20. Installation de purification suivant l'une des revendications 13 à 19, caractérisée en ce que la sortie de liquide filtré est prévue à la partie supérieure du compartiment ou réservoir d'eau de rinçage, à un niveau inférieur à la partie supérieure recourbée du siphon.

21. Installation de purification d'eau suivant l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la partie du compartiment de filtration située après la masse filtrante est directement reliée par au moins un tube séparé à la sortie de liquide filtré.

22. Installation de purification suivant la revendication 21, caractérisée en ce que le tube séparé présente une ouverture donnant dans le réservoir à liquide de rinçage au niveau de liquide maximal admissible dans le réservoir, l'ouverture étant située à un niveau supérieur à la sortie d'eau filtrée.

23. Installation de filtration suivant l'une des revendications 13 à 22, caractérisée par un branchement latéral du siphon qui descend depuis un niveau supérieur au niveau de la sortie d'eau filtrée, dans le réservoir de liquide de rinçage jusqu'au voisinage du fond de ce dernier réservoir.

24. Installation de purification suivant l'une des revendications 13 à 22, caractérisée en ce que la partie du compartiment de filtration située avant la masse filtrante est reliée au compartiment de décantation par un tube présentant l'allure d'un T dont la branche descendante aboutit à proximité du fond du compartiment de décantation et dont l'une des deux autres branches, situées de part et d'autre de la branche descendante, débouche dans la partie du compartiment de filtration, la troisième branche débouchant dans la partie supérieure du compartiment de décantation par l'intermédiaire

d'une vanne à flotteur d'obturation, à un niveau situé en dessous du réservoir d'eau de rinçage et au-dessus de l'extrémité inférieure du siphon.

L'invention se rapporte à une installation de purification d'eau comprenant un compartiment de filtration contenant une masse filtrante et présentant une entrée de l'eau non filtrée et une sortie de l'eau filtrée, la sortie étant située à un niveau au-dessus de la masse filtrante.

Une installation de ce genre est conçue pour produire de l'eau potable à partir d'eau polluée et spécialement à partir d'eau de pluie, et cela d'une façon quasi automatique, grâce à un dispositif de stérilisation interne à régulation intrinsèque, de façon à ne nécessiter aucune main-d'œuvre qualifiée pour le montage, la mise en service et l'entretien de l'installation.

Les installations de purification de cette nature déjà connues présentent souvent les désavantages suivants:

- nécessité de recourir à des dispositifs délicats et souvent compliqués (de type mécanique et/ou électrique) pour la commande du système;

- nécessité de recourir à une source d'énergie, et plus spécialement à l'énergie électrique;

- nécessité de recourir à une main-d'œuvre qualifiée pour le montage et l'entretien de l'installation de purification;

- nécessité de recourir à des produits liquides stérilisants qui sont incommodes et dangereux à manipuler;

- nécessité de recourir à une pompe doseuse pour injecter le liquide stérilisant dans l'eau de pluie;

- coûts d'investissement relativement élevés, en rapport notamment avec le coût des dispositifs de commande.

Il va de soi que ces inconvénients peuvent réduire fortement les applications éventuelles de ces dispositifs de purification connus dans les pays industrialisés et peuvent rendre leur usage pratiquement impossible dans les pays en voie de développement et plus précisément dans leurs zones rurales.

Le but de l'invention est de créer une installation qui évite ces inconvénients et qui puisse produire de l'eau potable à partir d'eau douce polluée, et plus particulièrement à partir d'eau de pluie.

A cet effet, l'installation selon l'invention est définie comme il est dit à la revendication 1.

Dans une forme particulière de réalisation de l'invention, le récipient est pourvu d'une paroi perméable à l'eau qui est en contact avec le compartiment de réception.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortent clairement de la description ci-dessous de différentes variantes d'une installation de purification conforme à l'invention; cette description, donnée à titre d'exemple, se réfère aux dessins annexés:

la fig. 1 est une représentation schématique de l'installation de purification conforme à l'invention;

la fig. 2 est une coupe verticale d'une installation de purification conforme à l'invention; de conception commode et particulièrement avantageuse;

la fig. 3 est une vue de face avec des coupes partielles d'un élément supplémentaire qui peut être ajouté facultativement à l'installation conforme à la fig. 2;

la fig. 4 est une coupe suivant la ligne IV-IV de la fig. 3;

la fig. 5 est une coupe verticale d'une variante.

Quoique l'installation ou le dispositif conforme à l'invention puisse être utilisé pour purifier des eaux d'origine quelconque, la description suivante se rapporte plus particulièrement à un dispositif de purification d'eau de pluie provenant directement des toits, terrasses, etc. et donc fréquemment polluée physiquement, chimiquement ou bactériologiquement par des impuretés diverses, tandis que l'eau traitée est rendue parfaitement potable.

L'installation de purification représentée schématiquement à la fig. 1 comprend, en série, les éléments suivants: un préfiltre 1, un stérilisateur 2, un réservoir de décantation 3, un compartiment de filtration 4 et, au-dessus de ce dernier, un réservoir 5 à eau de rinçage.

Le préfiltre comprend généralement un tamis horizontal avec de larges ouvertures 6 qui est destiné à retenir les grosses particules solides qui sont entraînées par l'eau, telles que feuilles et branchettes, gravier, etc. Au-dessus de ce tamis, une sortie de trop-plein 7 est prévue afin de permettre à l'eau en excès de s'écouler soit vers l'égout, soit vers un réservoir à eau impure, lorsque le débit des précipitations atmosphériques est supérieur au débit maximal du préfiltre.

Au voisinage de la base de ce préfiltre, une tuyauterie 8 relie ce préfiltre au stérilisateur 2 qui contient un récipient ou plus précisément une douille verticale 9 ayant une paroi située sous le niveau maximal admissible dans le préfiltre et au-dessus du niveau d'eau minimal dans le stérilisateur (correspondant au débit d'eau nul), cette paroi étant perméable à l'eau au moins partiellement, par exemple par différents trous 10.

Le produit stérilisant sous forme solide et soluble est déversé dans ladite douille de façon que la solution saturée résultante puisse diffuser à travers les trous 10 dans le liquide déjà préfiltré. Le produit stérilisant est de préférence un produit chlorant et plus particulièrement de l'hypochlorite de calcium qui, outre la chloration de l'eau, provoque l'introduction d'une faible teneur en calcium dans l'eau. D'autres produits solides, solubles et oxydants, tel par exemple le permanganate de potassium, peuvent également être utilisés en fonction des usages particuliers de l'eau purifiée.

D'autres additifs solides pourraient être déversés facultativement dans la douille 9, comme par exemple des composés de magnésium, de fluor et autres, conformément aux prescriptions du service national de santé.

Le stérilisateur 2 est relié par une tuyauterie 11 à la base du réservoir de décantation 3, tandis qu'une des tuyauteries 12 relie la partie supérieure de ce dernier réservoir au compartiment de filtration 4.

Cette tuyauterie 12 possède une sortie dans le compartiment de filtration 4, au-dessus de la masse de filtration 13 qui est constituée de couches de particules filtrantes solides, de préférence de charbon actif, qui sont supportées par un fond 14 pourvu de crépines et situé légèrement au-dessus de la base du compartiment de filtration. La partie du compartiment de filtration dans laquelle débouche la tuyauterie 12 constitue la partie d'entrée, tandis que la partie située sous le fond 14 constitue la partie de sortie du compartiment de filtration 4.

Depuis cette partie de sortie, un tube vertical 15 monte jusqu'au-dessus du compartiment de filtration, au niveau de la base du réservoir à eau de rinçage 5. Un autre tube vertical 16 s'étend également depuis ladite partie de sortie à travers le réservoir à eau de rinçage jusqu'à une hauteur bien déterminée dans ce dernier, qui est fonction de la quantité de liquide de rinçage nécessaire pour nettoyer la masse filtrante 13. Ce tube 16 est pourvu, près de son extrémité supérieure 22, d'un branchement horizontal constituant la sortie 21 pour l'eau filtrée et donc potable. Ce tube 16 possède une ouverture supérieure 22 agissant en fait comme trop-plein d'écoulement du liquide de rinçage dans le réservoir 5.

Enfin, un siphon 17 monte au-dessus de la masse filtrante 13 jusqu'à une hauteur bien définie au-dessus de l'ouverture supérieure du tube 16, puis redescend après une courbe en U jusqu'à une sortie qui débouche dans un godet 18 à un niveau inférieur au niveau du fond à crépines 14, tandis que le bord supérieur du godet 18 (qui est ouvert) se trouve au niveau du fond 14.

Un embranchement latéral 20 est relié au siphon 17 à un niveau supérieur à l'ouverture supérieure 22 du tube 16 et s'étend vers le bas, jusqu'à proximité du fond du réservoir à liquide de rinçage 5.

Dans la variante conforme à la fig. 1, ce fond est constitué par une cloison horizontale 23 séparant ce réservoir 5 et le compartiment de filtration 4.

Quoique la variante décrite ci-dessus du dispositif de purification d'eau soit entièrement conforme au principe de l'invention et quoique son efficacité soit satisfaisante, il est toutefois évident que cette conception présente des inconvénients précis dans de nombreux cas et notamment au moment du montage, lequel nécessite une main-d'œuvre qualifiée pour le raccordement, le réglage et la mise en service de l'installation.

La fig. 2 représente une conception simplifiée du même dispositif conforme à l'invention et ayant l'avantage d'être moins encombrante, plus solide et plus facile à utiliser.

De plus, ce type peut être facilement transporté et peut être monté par un ouvrier non qualifié.

La principale différence par rapport à la variante de la fig. 1 réside dans la combinaison des différents compartiments dans deux colonnes verticales 24 et 25, situées l'une près de l'autre et pourvues de couvercles 27 et 27', respectivement, qui ne sont pas étanches à l'eau.

L'eau provenant d'un toit, par exemple, descend par un tuyau 28 alimenté par une gouttière (non représentée), traversant le couvercle 27 et débouchant au-dessus du tamis 6 du préfiltre 1. La douille 9 contenant le produit stérilisant s'étend à travers le tamis 6 et sa partie située sous ce tamis est pourvue de trous 10.

Le compartiment où se produit la stérilisation est situé autour de la douille 9 et se prolonge dans le bas de la colonne 25 vers le réservoir de décantation 3, les compartiments de stérilisation (ou chloration) et de décantation formant donc une seule enceinte. La tuyauterie 12 reliant le réservoir de décantation à la partie d'entrée du compartiment de filtration 4 présente une partie verticale commençant près du fond du réservoir de décantation afin de faciliter la séparation des matières décantées.

De cette façon, l'eau chlorée doit obligatoirement parcourir toute la hauteur du réservoir de décantation, ce qui assure une durée de contact chlore/eau maximale.

La colonne 24 comprend un compartiment de filtration 4 ainsi qu'un réservoir supérieur 5 à liquide de rinçage, qui est séparé du précédent par une cloison horizontale 23. Le réservoir 5 est fermé à sa partie supérieure par une cloison horizontale perforée 29, située à une certaine distance sous le couvercle 26 et déterminant donc un compartiment sec 30 supplémentaire pouvant servir au stockage de l'agent stérilisant, d'où le nom de compartiment de stockage.

Le siphon se compose principalement de deux parties situées chacune dans une des deux colonnes 24 et 25, comme le montre la fig. 2. Ces deux parties sont réunies par un raccord mécanique amovible 31 avec joint d'étanchéité. Le godet 18 est situé entre les deux colonnes et est pourvu d'une sortie latérale 32 qui est située légèrement au-dessus de la sortie incurvée du siphon 17, un couvercle perforé 33 fermant la partie supérieure de ce godet et servant également de traverse de renforcement entre les deux colonnes.

Il faut souligner que le tamis 6 ainsi que la cloison horizontale 29 reposent sur des supports 34 sans être fixés, afin de permettre leur enlèvement quand il est nécessaire d'accéder aux compartiments techniques.

Pour les mêmes raisons, la colonne 24 est constituée de deux portions qui sont réunies entre elles à la hauteur de la partie de sortie du compartiment de filtration par l'intermédiaire d'un raccordement amovible avec joint d'étanchéité.

Une vanne, respectivement 36 et 37, est prévue à proximité du fond de chacune de ces colonnes. Une vanne analogue 38 peut se trouver également sur la tuyauterie 12 qui s'étend entre les deux colonnes. Le tout est monté sur un pied 39.

Le volume occupé par l'eau dans le dispositif de purification avant le compartiment de filtration est appelé le compartiment de réception d'eau. Ce compartiment comprend donc le préfiltre, le stérilisateur et le décanteur.

Les fig. 3 et 4 montrent une forme de réalisation perfectionnée d'un stérilisateur qui pourrait être utilisé dans la forme de réalisation suivant la fig. 2.

Dans cette forme de réalisation, on envisage surtout de régler la perméabilité à l'eau de la douille 9 en fonction du débit de liquide qui traverse le préfiltre.

A cet effet, la partie verticale de la tuyauterie 12 qui s'étend dans le décanteur 3 présente une partie 40 qui diverge vers le haut et dans laquelle est suspendu un flotteur 41 au moyen d'une tige 42 dont la partie supérieure est pourvue d'une glissière 43 qui peut se déplacer en regard des trous 10 prévus dans la paroi de la douille 9. Ainsi, cette tige peut coulisser dans un palier 44 agencé dans la partie coudée de la tuyauterie 12. La partie perméable à l'eau de la douille, c'est-à-dire la partie dans laquelle sont pratiqués les trous, se trouve à une distance de la face inférieure du tamis du préfiltre qui est sensiblement égale à la moitié de la hauteur de cette partie perméable à l'eau. La liaison entre la glissière et le flotteur est telle que lorsque ce dernier se trouve dans sa position la plus basse, pratiquement la moitié supérieure de l'ensemble des trous 10 est obturée.

Les trous 10 sont situés le long d'une génératrice de la douille qui présente à cet endroit une surépaisseur 49 recouverte d'une couche poreuse de fibres de verre ou de plastique 50. Cette dernière est maintenue par une contre-plaque 51 contre cette surépaisseur et est perforée de trous 52 ayant un diamètre supérieur à celui des trous 10 et situés en regard de ceux-ci. Cette couche poreuse 50 est destinée à réduire la vitesse de diffusion de la solution chlorée.

La montée et la descente de la glissière 43 sont assurées par les guides 53, fixés latéralement le long de la surépaisseur 49 pourvue de trous.

Les diverses variantes du dispositif de purification conforme à l'invention, décrites ci-dessus et représentées par les figures, nécessitent quelques explications complémentaires quant au rôle de leurs divers éléments.

L'eau de pluie, provenant par exemple d'une gouttière, traverse le tamis 6 du préfiltre, comme indiqué par la flèche 45, et passe dans le stérilisateur ou compartiment de stérilisation 2.

Quand le débit d'eau de pluie, par exemple en cas d'orage, est supérieur au débit maximal admissible du dispositif de purification, l'eau en excès est évacuée par la sortie du trop-plein 7 soit vers l'égout, soit vers une citerne à eau non potable.

Quand le débit d'eau est maximal, la perte de charge dans la masse filtrante 13 est telle que le niveau de l'eau dans le compartiment de chloration correspond au niveau du trop-plein 7.

Quand le débit est nul, l'eau remplit le compartiment de chloration jusqu'au niveau XX qui correspond au niveau de la sortie.

Quand le débit est compris entre le débit nul et le débit maximal, le niveau d'eau ZZ dans le compartiment 2 s'établit à une hauteur au-dessus du niveau minimal XX, qui est proportionnelle au débit.

Comme la perte de charge linéairement proportionnelle au débit de la masse filtrante est très importante par rapport aux pertes de charges proportionnelles au carré du débit dans les tuyauteries, ces dernières sont négligeables en pratique.

La douille est remplie de pastilles d'hypochlorite de calcium. Les pastilles situées sous le niveau de l'eau sont les seules à être graduellement dissoutes au contact de l'eau en formant une solution saturée. Cette solution diffuse à travers les trous 10 et se dilue dans l'eau avoisinante. Le débit q_0 d'ions de chlore à chaque trou est régi par la formule de la diffusion bien connue:

$$q_0 = \delta \times \frac{c_i - c_e}{e} \times s$$

où

δ est le coefficient de diffusion,

c_i est la concentration en chlore dans la douille,

c_e est la concentration en chlore dans le compartiment de chloration,

s est la section d'un trou,

e est la longueur d'un trou, c'est-à-dire l'épaisseur de la paroi de la douille.

Pour des raisons pratiques, par exemple pour éviter le bouchage et faciliter le forage, il n'est pas souhaitable de prévoir un diamètre de trous plus petit qu'environ 2 mm, quoique des trous de diamètres

plus faibles puissent éventuellement convenir. Pour un diamètre de trous de 2 mm par exemple, le débit d'ions de chlore peut être estimé à environ 1 g/h si l'épaisseur de paroi est égale à 4 mm.

Comme 1 à 10 trous peuvent être en fonctionnement suivant le débit d'eau de pluie, le débit d'ions chlore dans le stérilisateur pourrait varier entre 1 g/h et 10 g/h. Comme des débits de chlore de cette importance seraient excessifs pour des installations petites et moyennes, une diminution du débit de chloration devrait donc être souvent prévue, en augmentant l'épaisseur de paroi. Ce résultat peut être obtenu en prévoyant une surépaisseur locale de la paroi.

Dans les variantes suivant les fig. 3 et 4, cette surépaisseur est représentée par la référence 49. Si, toutefois, la réduction de chloration ainsi obtenue est encore insuffisante, on peut recourir à une couche poreuse 50 dont l'épaisseur et la perméabilité à l'eau seraient déterminées expérimentalement, par exemple en modifiant le nombre de couches de tissu ou leurs caractéristiques physiques.

L'eau chlorée, de cette façon, coule ensuite à travers le compartiment de stérilisation et le réservoir de décantation, où elle séjourne un temps suffisant (compris généralement entre 5 et 60 min suivant le degré de pollution de l'eau), afin d'assurer la destruction des germes et des bactéries.

Ce temps de contact est en fait déterminé par le débit d'eau et la capacité totale (compartiment de stérilisation + réservoir de décantation). Cette capacité totale se compose en réalité de deux parties:

1) Le volume d'eau sous le niveau XX qui reste constant.

2) Le volume d'eau entre le niveau XX et le niveau ZZ qui est proportionnel au débit d'eau.

Si l'on représente donc par 100% le débit d'eau maximal et si l'on représente également par 100% la capacité en eau maximale, on obtient les valeurs suivantes pour un dispositif de purification d'eau conforme au principe de la fig. 2.

Débit d'eau	Capacité de contact	Rapport Capacité de contact / débit d'eau	Temps de contact pour 2 colonnes	
			de diamètre identique	avec diamètre de la colonne de chloration = $\sqrt{2}$ diamètre de la colonne de filtration
%	%		minutes	minutes
100	100	1.000	5	10
90	96	1.067	5,3	10,7
80	92	1.150	5,7	11,5
70	88	1.259	6,3	12,6
60	84	1.400	7	14
50	80	1.600	8	16
40	76	1.900	9,5	19
30	72	2.400	12	24
20	68	3.400	17	34
10	64	6.400	32	64
5	62	12.200	61	122
0	60			

Le fait que le temps de contact est plus long pour un débit d'eau plus faible est particulièrement avantageux; en cas de pluie fine, le débit d'eau est évidemment assez faible, mais cette eau peut être fortement polluée; au contraire, en cas de forte averse, les saletés du toit sont diluées par une plus grande quantité d'eau avec donc une diminution correspondante du degré de pollution.

Les deux colonnes de droite du tableau ci-dessus indiquent les temps de contact correspondant, d'une part, à deux colonnes techni-

ques de diamètres identiques, et, d'autre part, à une colonne de chloration ayant un diamètre égal à celui de la colonne de filtration multiplié par $\sqrt{2}$. Il va de soi que toutes les autres proportions et dimensions peuvent évidemment être envisagées afin d'obtenir le temps de contact souhaitable du point de vue de l'hygiène.

Les très grosses impuretés, telles que du papier, des feuilles d'arbres, des grenailles, etc., sont retenues par le tamis 6 du préfiltre, tandis que les grosses impuretés, telles que le sable, ayant une densité assez élevée, se décantent et s'accumulent sur le fond du réservoir de décantation, qui peut être nettoyé périodiquement en ouvrant le robinet de purge 37, lequel permet également de prélever un échantillon d'eau ou de vider la colonne 25 si l'appareil doit être déplacé.

L'eau stérilisée coule ensuite dans le compartiment de filtration 4 par la tuyauterie 12 et traverse de haut en bas la masse filtrante 13, comme le montre la flèche 46.

Ce compartiment réalise donc simultanément une filtration fine, une déchloration et une désodorisation, si bien qu'une eau parfaitement potable, hygiénique et agréable est obtenue à la sortie 21.

L'eau potable remplit également le réservoir à eau de rinçage en passant par le tube 15.

Le siphon 17 est rempli d'eau non filtrée jusqu'au niveau ZZ qui correspond au niveau de l'eau dans le compartiment de chloration 2. À débit constant, les pertes de charge dans la masse filtrante augmentent progressivement par suite de l'encrassement graduel de celle-ci.

Quand le niveau d'eau ZZ dans le compartiment de chloration atteint sa valeur maximale (c'est-à-dire YY), le siphon est complètement rempli.

Un courant d'eau se déclenche alors immédiatement par le siphon 17, à partir du compartiment 4, comme l'indique la flèche 48. La stabilité de ce courant d'eau est assurée par le godet 18 dans lequel débouche l'extrémité inférieure du siphon. Dans ces conditions, la vitesse du courant d'eau est déterminée par la loi de Toricelli, c'est-à-dire qu'elle est proportionnelle à la racine carrée de la différence de hauteur entre le niveau XX et le niveau dans le godet 18. Ce courant d'eau provoque une baisse du niveau d'eau dans le réservoir 5 à partir du niveau XX et, indirectement, dans le compartiment de chloration 2 à partir du niveau ZZ. L'eau descend du réservoir 5 par le tube 15, puis remonte à travers la masse filtrante. Un rinçage à contre-courant et une régénération efficace de la masse filtrante sont obtenus de cette façon, car la vitesse de l'eau est maximale au début et décroît ensuite en même temps que le niveau de l'eau dans le réservoir 5.

Quand le réservoir 5 est presque vide, le tuyau latéral 20 permet à l'air d'être aspiré dans le siphon, ce qui provoque la rupture du courant d'eau.

Dès ce moment, le dispositif de purification d'eau fonctionne à nouveau de haut en bas à travers la masse filtrante. L'eau filtrée remplit à nouveau le tube 15 et le réservoir à eau de rinçage 5 jusqu'au niveau XX.

L'eau s'écoule en même temps vers le haut par le tube 16 jusqu'à la sortie 21. Il va de soi que les hauteurs et sections des différents compartiments, la granulométrie de la masse filtrante et la vitesse de rinçage sont déterminées avec précision afin de réaliser l'élimination complète des impuretés de la masse filtrante sans que les particules de cette masse (et plus particulièrement les grains de charbon actif) ne soient soulevées et entraînées dans le siphon.

La variante du dispositif de purification d'eau conforme à l'invention et représentée à la fig. 2 peut avoir, par exemple, une hauteur totale de 2,5 m pour une épaisseur de charbon actif de 0,50 m, ce qui permet d'installer facilement l'appareil sous la gouttière d'une maison sans étage. Si une couche plus mince de charbon actif peut suffire (ce qui est souvent le cas), la hauteur totale peut être réduite en conséquence. Par exemple, si la couche de charbon actif est de 0,25 m d'épaisseur, la hauteur totale du dispositif est réduite à environ 1,5 m.

Le diamètre des deux colonnes techniques 24 et 25 est choisi en fonction du débit d'eau désiré. Ce débit peut être de l'ordre de 1 m³/h pour les petites installations, mais n'est limité que par des considérations pratiques dans le cas des plus grandes installations. Outre le charbon actif, d'autres agents filtrants classiques peuvent également être utilisés, comme le sable, les masses déferisantes, l'hydroanthracite, etc.

La fig. 5 montre encore une autre variante, très compacte, du dispositif de purification suivant l'invention.

Ce dispositif comprend, au lieu de deux colonnes techniques, un caisson unique 25 divisé en plusieurs compartiments, un compartiment d'entrée comprenant le préfiltre 6 et deux compartiments latéraux superposés 4 et 5. Le compartiment 4 forme le compartiment de filtration, tandis que le compartiment 5 forme le réservoir de l'eau de rinçage, pratiquement tout le restant du contenu du caisson déterminant une zone de stérilisation 2 et une zone de décantation 3. La zone de stérilisation est caractérisée par le fait qu'elle se prolonge latéralement au-dessus du compartiment d'eau de rinçage, sur toute la largeur du caisson. Cela permet donc d'augmenter le temps de stérilisation sans augmenter la hauteur du dispositif de purification.

Par ailleurs, la sortie du liquide filtré 21 est prévue à la partie supérieure du réservoir d'eau de rinçage 5, à un niveau correspondant au niveau XX de la fig. 2.

La fig. 5 représente également un autre type de dispositif de désamorçage conçu pour remplacer le tuyau 20 de la fig. 2. Suivant cette variante, la partie du compartiment de filtration située au-dessus de la masse filtrante 13 est reliée au compartiment de décantation 3 par un tube 12 présentant l'allure d'un T, dont la branche descendante 40 aboutit à proximité du fond du compartiment de décantation 3 et dont la branche formant la tubulure de désamorçage du siphon 17, et opposée à celle aboutissant dans le compartiment de filtration, débouche dans la partie supérieure du compartiment de décantation par l'intermédiaire d'une vanne 56 à flotteur d'obturation 57. Cette branche est courbée vers le haut de manière que l'entrée de celle-ci, indiquée par la flèche 58, se situe pratiquement à la hauteur du fond du réservoir 5. Ce système de désamorçage du siphon permet une utilisation plus complète de l'eau du réservoir 5, comparé au tube latéral 20 connecté au siphon 17 dans la forme de réalisation de la fig. 2.

Il va de soi que ce dispositif de désamorçage pourrait être également utilisé pour un appareil à deux colonnes distinctes, comme représenté à la fig. 2.

Réciproquement, le tuyau de désamorçage 20 pourrait convenir aussi pour la variante constructive à caisson unique compact 25 suivant la fig. 5.

Le dimensionnement d'un dispositif de purification d'eau conforme à l'invention implique le calcul de la hauteur et de la section de la masse filtrante afin d'obtenir le débit d'eau requis, le calcul des pertes de charge pour différents débits et différents taux d'encrassement du filtre, le calcul du temps de contact et donc le dimensionnement des compartiments de chloration et de décantation, le dimensionnement de la capacité et de la hauteur du réservoir 5 à eau de rinçage ainsi que le nombre, les intervalles, la disposition, le diamètre et la longueur des trous de la paroi de la douille du stérilisateur, en tenant compte des lois de la diffusion avec ou sans couches de tissus réglant la perméabilité.

Le stérilisateur décrit ci-dessus peut dégager du chlore en quantités proportionnelles à la hauteur d'eau dans le compartiment de chloration et donc au débit d'eau, de sorte que la teneur en chlore dans le réservoir de décantation est maintenue quasi constante aussi longtemps que la masse filtrante 13 est propre. Quand cette masse s'encrasse, le niveau d'eau augmente à débit constant, ce qui entraîne une augmentation correspondante de la teneur en chlore de l'eau. Ce fait ne nuit en rien à la potabilité de l'eau et peut même être considéré comme avantageux, car il permet d'oxyder plus complètement certaines impuretés organiques retenues dans la masse filtrante.

Si, toutefois, l'augmentation de la consommation de chlore qui en résulte est considérée comme étant indésirable (cas des grandes installations principalement), il peut être utile de recourir au dispositif de régulation représenté à la fig. 3.

Comme la longueur de la glissière 43 (montante et descendante) est à peu près égale à celle de la partie conique 40, le flotteur 41 est à son niveau le plus bas possible pour un faible débit, et environ 50% des trous du stérilisateur sont donc obturés par la glissière 43.

D'autre part, un débit élevé soulèvera le flotteur, ce qui rendra fonctionnels les trous supérieurs du stérilisateur. Toute autre position intermédiaire est évidemment possible. Les conditions de fonctionnement de ce dispositif de régulation sont conformes au principe bien connu du rotamètre (débitmètre).

Il est essentiel que la partie mobile de ce mécanisme soit conçue de façon que son poids apparent corresponde exactement à la valeur souhaitable. Cela se réalise facilement en choisissant la flottaison d'un léger bloc de plastique expansé fixé à la tige mobile 42.

La description ci-dessus a donc clairement montré que le dispositif de purification d'eau conforme à l'invention fonctionne d'une manière entièrement automatique et est à régulation intrinsèque, ce qui élimine tout besoin de moteur, de pompe, de dispositifs électriques ou mécaniques; plus précisément la concentration en chlore dans l'eau et donc l'effet de stérilisation sont quasi constants ou varient dans un intervalle assez étroit, presque indépendant du débit d'eau instantané, grâce à la combinaison appropriée et aux actions réciproques des lois naturelles, ce qui constitue une différence essentielle par rapport aux dispositifs connus de purification d'eau.

L'introduction du produit stérilisant dans l'eau de pluie s'effectue d'une façon complètement automatique et sans pompe doseuse, sous l'effet des lois très simples de la diffusion et de la dissolution et avec une proportionnalité quasi linéaire au débit d'eau, sauf quand le filtre est très sale, cas où le dosage peut se trouver augmenté.

D'autre part, les dispositifs connus et classiques de purification impliquent généralement des pompes doseuses coûteuses et souvent délicates afin d'injecter un produit liquide stérilisant.

Quand le dispositif de purification d'eau conforme à l'invention est en service, son entretien se limite à l'addition de produit stérilisant dans la douille 9, à l'enlèvement périodique des dépôts du fond du réservoir de décantation par le robinet de purge et à l'élimination manuelle des très grosses impuretés déposées sur le tamis 6 du préfiltre. Aucune compétence technique n'est évidemment requise pour effectuer ces opérations. Un contrôle périodique de l'efficacité de la chloration et de la quantité d'eau peut être toutefois désirable. Ce contrôle peut être confié aux services nationaux ou locaux de la santé publique.

Le godet 18 est conçu de façon que l'eau de rinçage et toutes ses impuretés soient évacuées dans l'égout sous une pression limitée. Les matériaux de construction de ces dispositifs de purification d'eau sont surtout des plastiques et plus précisément le PVC.

Pour ce qui concerne encore l'effet de stérilisation, il est important de noter que, si la masse filtrante 13 est formée par du charbon actif, celle-ci a notamment pour effet de détruire les dernières traces d'agents stérilisants et oxydants, constitués généralement de chlore actif. Cela a l'avantage de supprimer les goûts et odeurs désagréables. Un inconvénient, toutefois, réside dans le fait que, par suite de cette élimination, l'eau filtrée n'est plus protégée contre la recontamination. En fait, tous les agents stérilisants oxydants sont des anions oxygénés, tels que: ClO^- , IO^- , BrO^- , MnO_4^- qui, lors de la filtration sur du charbon actif, sont transformés en ions Cl^- , I^- , Br^- , Mn^{++} , qui, eux, sont sans effet stérilisant.

Pour réaliser une poststérilisation on a recours à un cation stérilisant et non plus à un anion. Le plus efficace de ces cations est l'ion argent Ag^+ dont l'utilisation à des doses généralement très inférieures à 1 mg/l est connue depuis longtemps. Cet ion Ag^+ ne peut être

éliminé de l'eau ni chimiquement ni physiquement et permet d'assurer ainsi une poststérilisation efficace, hygiéniquement acceptable.

Comme les composés AgCl , AgI , AgBr sont pratiquement insolubles dans l'eau, il est donc requis de ne pas utiliser dans le dispositif suivant l'invention, du moins si une poststérilisation est souhaitée, des anions ClO^- , IO^- ou BrO^- comme agents de préstérilisation. On utilise comme ion oxydant l'ion MnO_4^- , de préférence sous forme de permanganate de potassium.

L'argent est introduit dans l'eau avantageusement sous la forme d'un sel soluble, tel que sulfate, fluorure ou fluosilicate, ces deux derniers sels ayant en outre l'avantage d'introduire dans l'eau une cer-

taine teneur en fluor. Le sel d'argent choisi peut être mélangé au permanganate de potassium en poudre, ce mélange de poudre étant ensuite aggloméré en pastilles.

Bien entendu, ce procédé de poststérilisation n'est applicable qu'à une eau brute exempte de chlorures.

En variante, la couche poreuse 50 peut être appliquée sur une douille 9 avec ou sans surépaisseur locale et avec ou sans glissière mobile 43. L'injection du produit stérilisant proportionnellement au débit d'eau peut se réaliser éventuellement en employant un produit liquide, par exemple au moyen d'un système de flotteur.

