

PURIFICATION DE L'EAU

APRES DECONTAMINATION PAR FILTRATION DANS LA TERRE

PAR JEAN BOYER, MAITRE DE RECHERCHES ORSTOM

ET BERNARD COOK, INGÉNIEUR D'AGRICULTURE AFRICAINE

■ ■ ■

CENTRE DE RECHERCHES ET D'EXPÉRIMENTATION

DE GÉNIE RURAL — ANTONY - HAUTS-DE-SEINE

DANS un précédent numéro de la Protection civile (1), J. Bourrier, P. Bovard et A. Grauby, avaient publié une note intitulée « Essais de décontamination de l'eau dans les cas d'urgence ». Cette note indiquait un procédé extrêmement simple pour décontaminer une eau chargée de produits radioactifs ; ce procédé consistait essentiellement à faire percoler l'eau polluée dans un seau rempli de terre et percé de trous au fond ; une simple toile disposée sur la partie inférieure du récipient empêchait l'entraînement mécanique des particules de terre dans le filtrat. On obtenait ainsi un liquide de radioactivité très faible (facteur de décontamination de l'ordre de 100), donc consommable faute de mieux, pendant une période critique d'une dizaine de jours.

Ce dispositif étant fort simple, et à la portée de toute personne même fort peu avertie, les auteurs envisageaient son utilisation éventuelle par les ruraux (ou toute personne isolée) coupés, pour une raison quelconque, du réseau général de distribution d'eau, lors d'un accident nucléaire générateur de fortes retombées radioactives.

Cette étude, faite uniquement au point de vue radioactivité, appelle un complément d'ordre plus spécialement physiologique, objet de la présente note.

(1) « Protection civile » n° 82, avril 1961.

Décontamination de l'eau chargée de produits radioactifs suivant le procédé décrit par MM. Bourrier, Bovard et Grauby (P.C.I. N° 82 - Avril 1961).



O. R. S. T. O. M.

39

5 JUIN 1968

Collection de Référence

n° /2233

L'eau recueillie est parfois un peu limoneuse après passage à travers le sol. Elle a souvent une coloration jaune, peu engageante, due à l'entraînement d'humus pendant cette filtration, et cette coloration est d'autant plus intense que la terre est plus humifère. En outre, et les auteurs de la note le signalaient déjà, il n'est pas possible de garantir la pureté bactériologique du liquide ainsi obtenu ; les micro-organismes présents dans la terre peuvent fort bien être entraînés et se retrouver dans l'eau destinée à la consommation.

Ces deux derniers inconvénients sont d'autant plus sensibles qu'il est recommandé de recueillir une terre qu'un abri quelconque aura pu protéger des retombées de première heure ; les sols en terre battue des bâtiments de servitude à proximité de la maison d'habitation (chais, grange, bucher, etc.) peuvent fort bien convenir ; or ces sols sont rarement tenus dans un état impeccable de propreté, et des matières organiques ont pu depuis fort longtemps avoir imprégné la terre sur une grande profondeur.

Afin de rendre potable cette eau, il faut donc éliminer la couleur jaune et éventuellement le limon, vérifier la pureté bactériologique et s'assurer par surcroît d'une digestibilité normale.

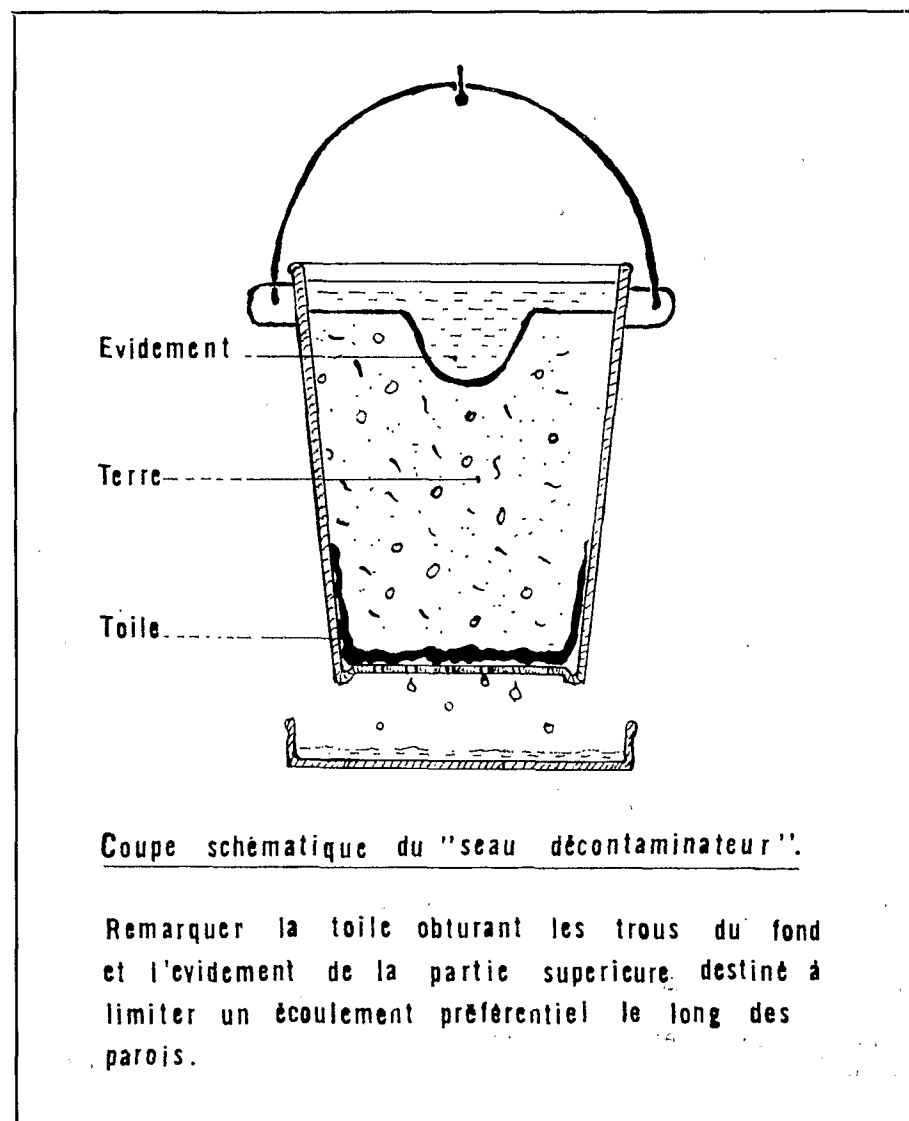
I. — DECOLORATION DE L'EAU. ELIMINATION DU LIMON.

Le problème revient essentiellement à éliminer les matières organiques dissoutes dans l'eau (recueillie par filtration) et génératrices d'une couleur jaunâtre peu engageante ; quant au limon en suspension les opérations faites pour la matière organique l'ont automatiquement éliminé.

Dans ce but, on a essayé un certain nombre de procédés les plus simples possibles, avec emploi uniquement de produits faciles à se procurer et à conserver.

a) Décoloration par adsorption au moyen de charbon de bois :

Une première expérience effectuée dans un entonnoir rempli de charbon de bois pilé (particules de diamètre inférieur à 0,5 mm) a montré que le simple passage de l'eau chargée d'humus sur la poudre de charbon de bois suffisait à



la décolorer. Toutefois, au bout d'un certain temps, le charbon de bois perd son efficacité, et la coloration réapparaît.

Afin de vérifier les quantités de charbon de bois nécessaires pour purifier l'eau on a introduit, dans des tubes de diamètre 25 mm obturés à la base par un tampon de coton hydrophile, les quantités suivantes :

- 5,03 g de charbon de bois représentant une hauteur de 35 mm ;
- 6,53 g de charbon de bois représentant une hauteur de 40 mm ;
- 7,60 g de charbon de bois représentant une hauteur de 50 mm.

Pour voir réapparaître la coloration jaune du filtrat, il a fallu faire passer respectivement 1 litre, 1,2 l et 1,5 l.

D'autre part, en fin d'opération, le pH était à peine supérieur à ce-

lui de l'eau colorée (8,1) ou de l'eau initiale (7,8), puisqu'il était de l'ordre de 8,3 à 8,5 suivant les expériences. Le pH final est donc très acceptable.

Le charbon de bois paraît être un décolorant susceptible d'être employé sans grande difficulté, d'autant plus qu'il est facile à se procurer et à conserver.

A condition d'utiliser une poudre fine et une épaisseur suffisante pour obtenir une filtration lente (goutte à goutte de préférence), il semble qu'on puisse obtenir sans difficulté 1,5 l d'eau « propre » pour 10 g de charbon de bois.

Notons, en outre, que le charbon de bois est capable de fixer 131 I, iode radioactive, dont une certaine proportion est susceptible de ne pas être retenue par la terre du seau décontaminateur.

b) Sulfate d'alumine ($(\text{SO}_4)_3 \text{Al}_2$.

Le sulfate d'alumine est un corps employé sur une grande échelle pour la clarification des eaux potables. Il agit surtout en favorisant la précipitation des matériaux en suspension dans l'eau, et dans une certaine mesure par adsorption des substances dissoutes (cas de l'humus).

Dans trois ballons jaugés de 50 cm³ remplis d'eau colorée issue de la filtration dans un seau de terre, on a introduit 10, 15 et 20 gouttes de sulfate d'alumine à la concentration de N/10.

Après 24 heures de repos et filtration sur papier, la décoloration a été bonne uniquement pour le flacon contenant 20 gouttes (pour 50 cm³ d'eau colorée). Malheureusement le pH final est de l'ordre de 4,5 à 5, donc à la limite de la potabilité.

Important temps d'action, nécessité de filtrer et bas pH, paraissent des inconvénients susceptibles de rendre ce procédé peu utilisable.

c) Sulfate ferreux.

Le sulfate ferreux est parfois employé dans les mêmes conditions que le sulfate d'alumine pour la clarification des eaux potables.

Utilisé ici à raison d'une vingtaine de gouttes (1 ml), d'une solution N/10, pour 50 ml d'eau jaunâtre, il a donné des résultats négatifs. Aucun effet de décoloration.

d) Permanganate de potassium.

Le permanganate agit ici par oxydation des matières organiques. Dans une série de ballons de 50 ml, on a introduit 10, 15 et 20 gouttes de $\text{MnO}_4 \text{K}_2$ à la concentration de N/10.

Après 48 heures d'exposition à la lumière, on a constaté que le flacon contenant 20 gouttes était incolore, alors que les deux autres ne sont décolorés qu'après 3 et 4 jours d'exposition dans les mêmes conditions.

En fait, il semble que la dose optimale soit d'environ 60 gouttes pour 100 ml d'eau, mais le délai reste malgré tout de 48 heures d'exposition en flacon transparent ; en outre, si on augmente les quantités de liquide, celui-ci absorbe la lumière, et le temps nécessaire à la décoloration augmenté dans des proportions inacceptables.

Une telle durée, même réduite à 48 heures, paraît difficilement supportable pour des personnes privées d'eau.

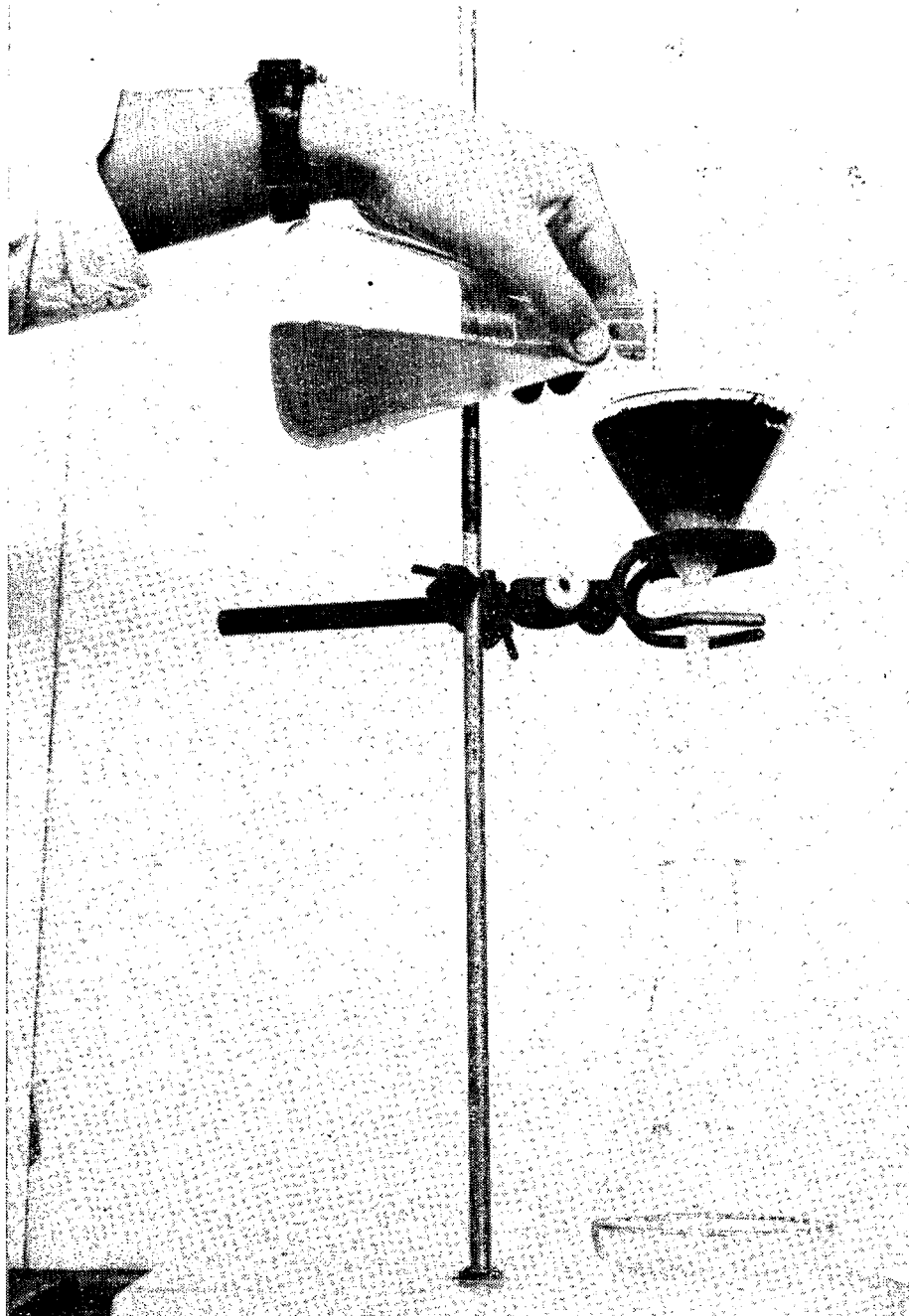
e) Permanganate de Potassium et hyposulfite de sodium.

Après un certain temps de contact (qui peut ne pas dépasser une heure) entre le permanganate et l'eau chargée d'humus, il est possible de favoriser la précipitation

du permanganate par l'apport d'une quantité convenable d'hyposulfite (environ la même quantité si les titres des solutions sont les mêmes).

Un gros flocc à base de MnO_2 se dépose au fond du récipient laissant surnager un liquide limpide que l'on peut decanter ou filtrer sur du coton hydrophile, un linge très fin plié en plusieurs épaisseurs, ou mieux du papier filtre.

Un simple passage à travers la poudre de charbon de bois permet d'éliminer les impuretés d'une eau particulièrement chargée. Noter la limpidité du liquide obtenu. (Sous le charbon de bois on distingue un tampon de coton hydrophile dont le rôle est simplement de maintenir la matière filtrante dans l'entonnoir).



chaîne

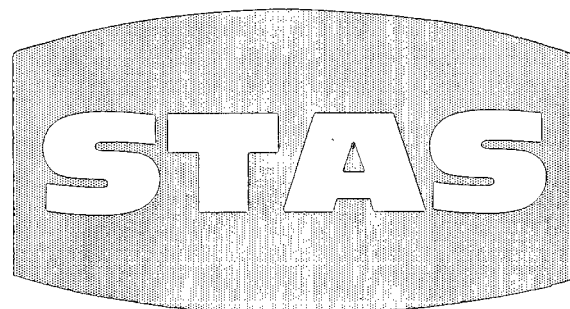
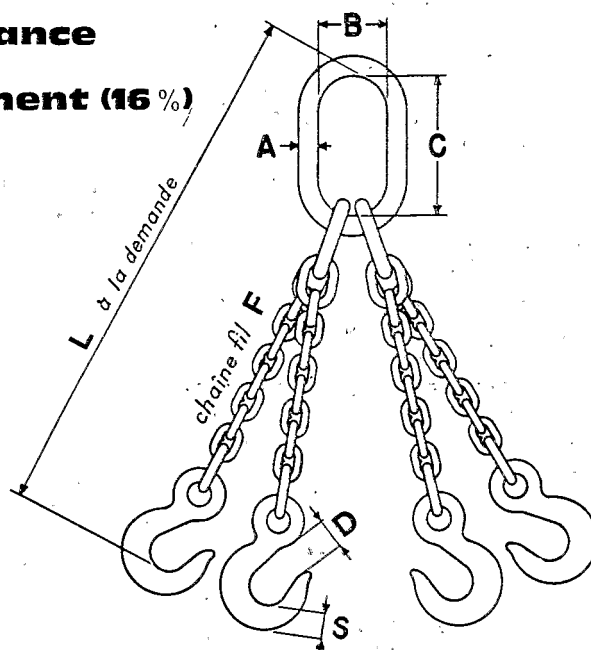
STAS-ALLOY SLING CHAINS

**facile
à
identifier**

**acier allié
à très haute résistance
(87,5 kg/mm²)
et à grand allongement (16 %)**

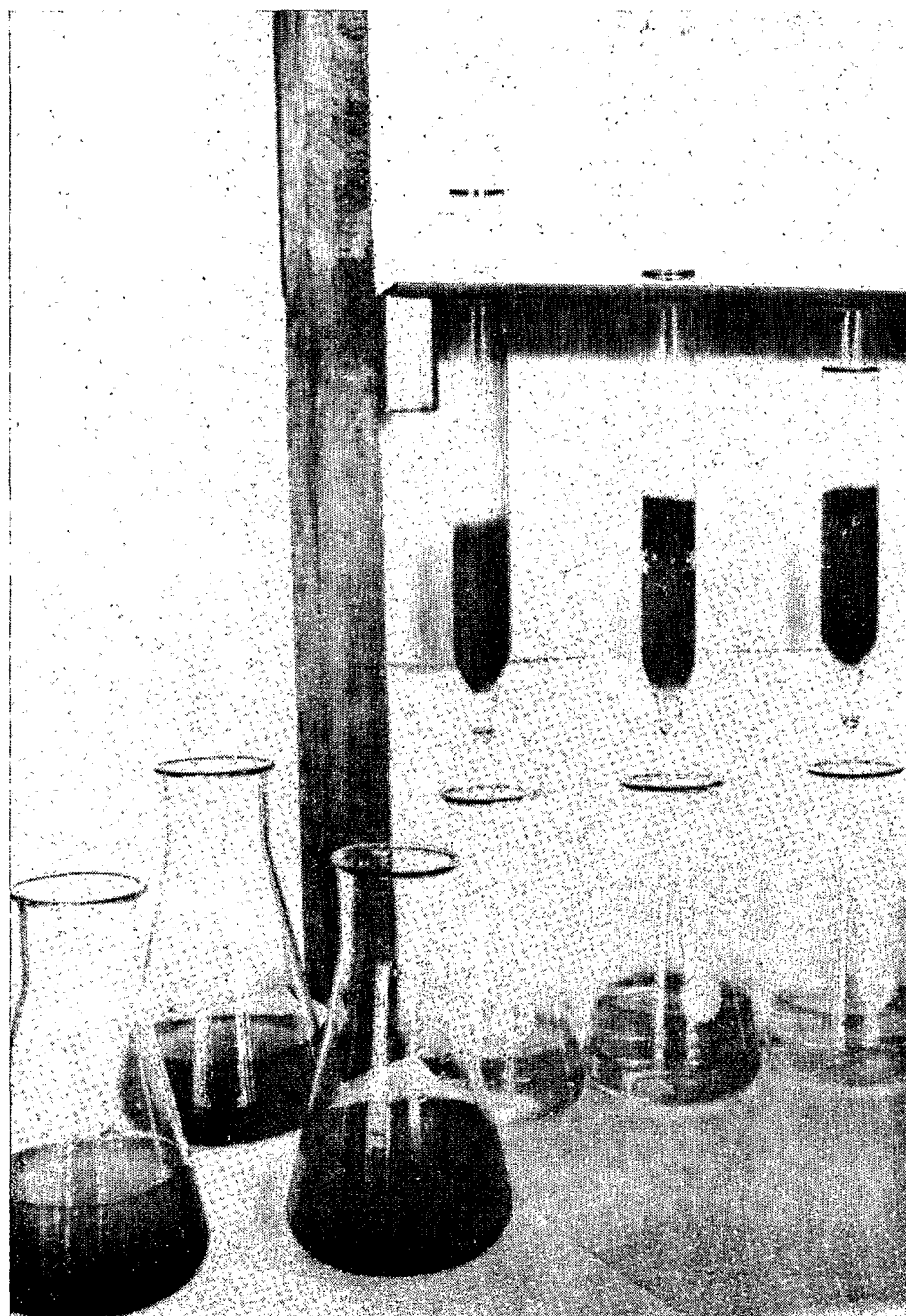
**aucun recuit
périodique,
sécurité d'emploi
maxima**

**très maniable,
3 fois moins lourde
qu'une chaîne
en acier doux.**



46, RUE DE LA COMÈTE
92 - ASNIÈRES
733-07-40 +
473-71-71

TELEX 29547 STAS ASNIE



Dispositif de laboratoire servant à déterminer les quantités efficaces de charbon de bois. Les flacons de gauche contiennent l'eau telle qu'elle sort du seau; après passage à travers le charbon de bois des tubes, le liquide ressort « propre » (flacon de droite). Dix grammes de charbon de bois broyé suffisent pour un litre.

II. — PURETE BACTERIOLOGIQUE.

Il est nécessaire d'examiner sous cet angle les divers procédés étudiés précédemment, car la terre surtout si elle est prélevée au voisinage des habitations, ou dans des

bâtiments de servitude, peut contenir des germes pathogènes.

Tout d'abord on peut éliminer le sulfate d'alumine, déjà peu intéressant comme agent décolorant, dont les propriétés antiseptiques sont nulles.

Il reste donc à examiner l'influence du charbon de bois et du permanganate.

En même temps qu'il absorbe l'humus, le charbon de bois broyé finement fixe toutes les particules organiques, y compris les bactéries; ce rôle de filtre bactériologique est bien connu puisque de nombreux ouvrages recommandent de faire percoler les eaux douteuses sur des filtres à lits alternés sable et charbon de bois.

Dans le cas qui nous intéresse, il est difficile de se rendre compte au bout de combien de temps le charbon de bois aura perdu son efficacité de fixateur de micro-organismes.

Une étude précise aurait nécessité le concours d'un microbiologiste; toutefois, on peut considérer en première approximation que tant que le charbon de bois fixe l'humus en solution dans l'eau, il retiendra à fortiori la majorité des germes vivants qui eux peuvent être assimilés à des particules colloïdales donc de dimensions importantes.

D'après les chiffres indiqués plus haut, et en gardant une marge de sécurité honorable, 100 g de charbon de bois (moulu fin et disposé dans un tube de quelques centimètres de diamètre) suffiraient pour obtenir 15 litres d'eau. Par prudence, on peut encore réduire cette quantité à 10 litres.

Quant au divers procédés utilisant le permanganate, il est inutile d'insister sur les propriétés antiseptiques de ce corps, désinfectant énergique par surcroît, largement utilisé dans les pays tropicaux pour assainir l'eau (en particulier lorsque la dysentrie est endémique).

D'autre part, on trouve chez tous les pharmaciens des comprimés de permanganate et d'hyposulfite avec leur mode d'emploi (doses à employer, temps de contact, etc.).

Il semble donc que malgré sa complication, plus apparente que réelle, ce procédé se révèle un des plus aptes à rendre à l'eau décontaminée radio-activement par filtration dans la terre une apparence engageante et une pureté bactériologique satisfaisante.

III. — DIGESTIBILITE DE L'EAU

Pour qu'une eau soit légère à l'estomac et facilement digeste, il faut qu'elle contienne des gaz dissous (surtout du gaz carbonique CO_2) et quelques éléments minéraux en solution.

Etant donné que l'eau filtrée par le charbon de bois est réputée bonne à boire, nous nous sommes bornés ici à vérifier les teneurs en calcium et en magnésium de l'eau obtenue par le procédé au permanganate et à l'hyposulfite qui est celui qui fait intervenir le plus de manipulations susceptibles d'éliminer les éléments minéraux. Au départ, l'eau prise au robinet contenait environ 70 à 80 mg de Ca et 5 à 10 de magnésium par litre.

Après filtration dans le seau rempli de terre, ces teneurs restent sensiblement constantes pour le magnésium, mais peuvent décroître pour le calcium jusqu'à 16 milligrammes par litre.

Le traitement au permanganate et à l'hyposulfite abaisse encore les teneurs à 5 milligrammes/litre pour le Ca, et à environ 1 mg/litre pour le Mg.

On obtient donc une eau un peu douce mais qui possède encore plus d'éléments minéraux que certaines eaux naturelles pourtant fréquemment consommées.

Quant aux gaz dissous (il s'agit surtout de gaz carbonique), ils conditionnent également la digestibilité de l'eau (eaux dites « légères »). S'ils n'ont pas été mesurés ici, il ne faut pas oublier que l'oxydation des matières organiques par le permanganate entraîne la formation d'anhydride carbonique (CO_2).

D'autre part, qu'il s'agisse du procédé au permanganate ou même de la filtration à travers le charbon de bois, on doit remarquer que nulle part, on ne fait intervenir un traitement susceptible de dégazer totalement l'eau.

De fait, des tests organoleptiques pratiqués par les auteurs, ont montré que l'eau ainsi obtenue ne présentait aucune saveur ou odeur particulière, était agréable à boire, et se révélait parfaitement digeste après absorption d'un quart de litre.

CONCLUSION

De tous les procédés mis en œuvre pour donner à l'eau décontaminée par le « seau » de MM. **Bourrier, Bovard** et **Grauby** une apparence engageante et une salubrité suffisante, ceci par des moyens tout à la fois simples et efficaces, il semble qu'on puisse en retenir deux.

1. La fixation à travers une poudre fine de charbon de bois, à raison de 10 g par litre d'eau à purifier.

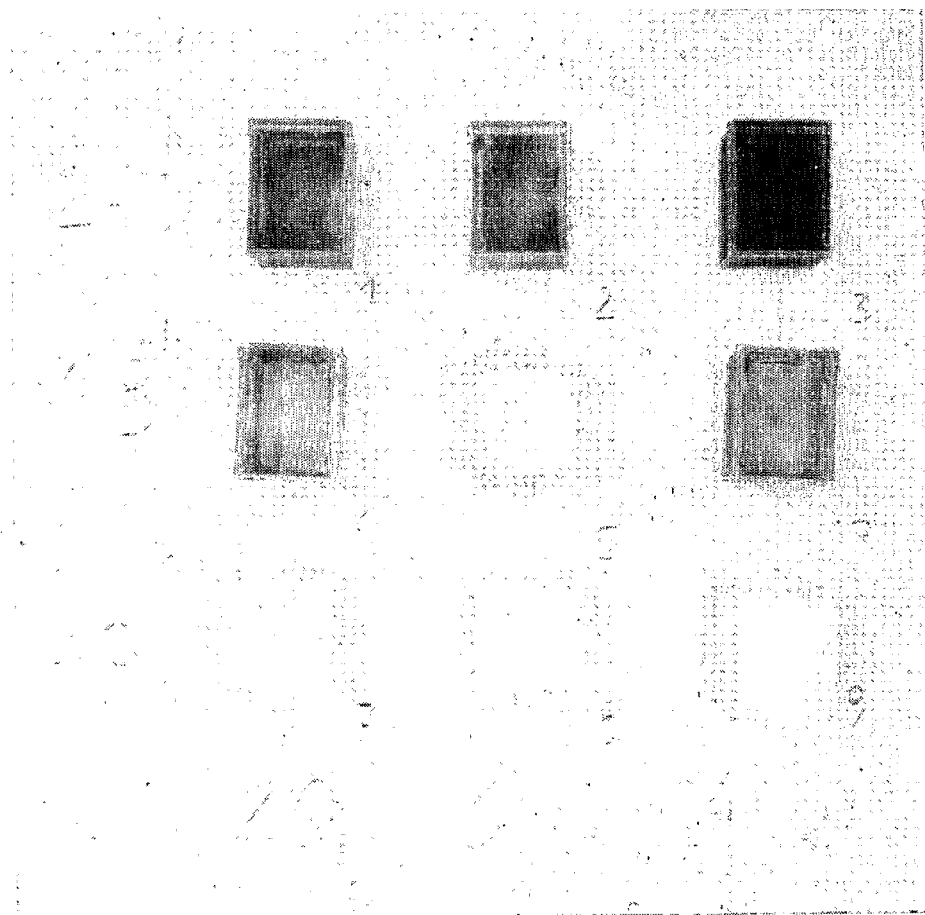
2. L'adjonction de permanganate de potasse (50 à 60 cm^3 par litre d'une solution de permanganate à 16 g par litre). Après un temps de contact d'une heure à deux heures, on décolore par une quantité suffisante d'hyposulfite de soude (so-

lution à 25 g par litre). Puis on décante ou on filtre.

Dans les deux cas, on obtient une eau limpide, sans saveur ou odeur désagréable, débarrassée de germes et d'une digestibilité aisée.

N.B. — Bien que les produits nécessaires soient faciles à se procurer et à stocker, l'utilisateur pris au dépourvu peut toujours ajouter quelques gouttes d'eau de Javel au liquide décontaminé à l'aide du « seau » et se résigner à boire une jaunâtre, souvent légèrement limoneuse, mais sans danger pour sa santé; d'autant plus, et les inventeurs du procédé le précisent, qu'il ne s'agit là que d'une procédure d'urgence mise en œuvre en attendant des secours organisés et des moyens mieux adaptés à une consommation normale et prolongée.

Echantillons de 50 millilitres d'eau décontaminée par le seau après traitement au permanganate (différant entre eux par la dose de gouttes ou le temps de contact en heures), puis filtration. On s'aperçoit qu'un délai minimal de 48 heures est nécessaire (les échantillons 4, 1 et 2 contiennent encore limon et humus, 3 et 6 restent colorés par leurs fortes doses de permanganate). Seuls les n^{os} 5, 7, 8 et 9 ont un aspect satisfaisant. L'action d'hyposulfite permet de réduire le délai de contact de quelques heures.



PROTECTION CIVILE
ET SÉCURITÉ INDUSTRIELLE

