

ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX  
DE DISTRIBUTION EN ALGERIE

Par M. BOUSSENADJI R.

LABORATOIRE DU CONTROLE DE LA QUALITE ET  
DE LA REPRESSION DES FRAUDES D'ALGER

I N T R O D U C T I O N

Depuis les temps les plus reculés, l'homme s'est toujours préoccupé de la pureté et de la qualité de l'eau destinée à ses usages alimentaires.

Aujourd'hui, le rejet généralement intégral des eaux usées dans la nature, le mauvais traitement des eaux brutes, les insuffisances dans l'entretien et de la surveillance du réseau de distribution sont les principales causes de la dégradation des eaux. Le développement de l'industrie et de l'agriculture moderne n'est pas également un paramètre à négliger.

En effet notre eau du robinet, cet élément indispensable à la vie civilisée, n'est pas toujours à l'abri de ces facteurs de pollution.

Ceci nous a conduit par conséquent à faire cette approche analytique relative à la qualité de cette "source de vie" en étudiant des eaux de distribution d'une vingtaine de Wilayate.

- L'étude est composée de trois parties:

- 1.- Les facteurs physico-chimiques
- 2.- Les facteurs indésirables en quantités excessives
- 3.- Les facteurs toxiques

## PARAMETRES PRIS EN COMPTE PAR LES ANALYSES

## 1° FACTEURS PHYSICO-CHIMIQUES

| DESIGNATION                       | pH<br>25 °C | Conductivité<br>µsiemens/cm | Chlorures<br>mg/l | Sulfates<br>mg/l | Sodium<br>mg/l | Calcium<br>mg/l | Dureté Cal.<br>TH |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------------|------------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Seuil conseillé<br>eau irréproch. | 6,5<br>8,5  | 400                         | 25                | 25               | 20             | 100             | 15,25 F           |
| Seuil imposé<br>eau acceptable    | 9,5         | -                           | -                 | 250              | 175            | -               | -                 |
| Alger                             | 7,2         | 1400                        | 20,0              | 26,0             | 82,5           | 55,0            | 14                |
| Boumerdes                         | 7,7         | 1700                        | 31,9              | 28,0             | 89,0           | 74,0            | 18                |
| Béjaïa                            | 7,1         | 900                         | 14,2              | 20,0             | 33,0           | 46,0            | 11                |
| Bouira                            | 7,0         | 950                         | 13,5              | 10,4             | 43,5           | 44,0            | 11                |
| B.B.Arreridj                      | 7,1         | 920                         | 14,2              | 16,4             | 29,0           | 42,5            | 10                |
| Sétif                             | 6,9         | 1000                        | 24,8              | 12,0             | 46,5           | 56,0            | 14                |
| Mila                              | 6,7         | 650                         | 10,6              | 16,4             | 13,5           | 40,0            | 10                |
| Constantine                       | 7,2         | 1500                        | 28,4              | 15,6             | 92,5           | 47,5            | 12                |
| Guelma                            | 7,8         | 600                         | 28,8              | 13,0             | 16,5           | 30,5            | 8                 |
| Annaba                            | 6,8         | 500                         | 7,1               | 13,2             | 36,0           | 22,5            | 6                 |
| Médéa                             | 7,2         | 900                         | 7,1               | 26,4             | 43,5           | 37,5            | 9                 |
| Laghouat                          | 6,9         | 1600                        | 7,1               | 34,0             | 73,0           | 69,0            | 17                |
| Djelfa                            | 7,1         | 2500                        | 28,4              | 50,0             | 107,0          | 97,5            | 24                |
| Ouargla                           | 8,2         | 3500                        | 63,5              | 59,6             | 525,0          | 91,0            | 23                |
| Biskra                            | 7,7         | 3500                        | 42,6              | 56,0             | 313,0          | 86,0            | 21                |
| Ech-Chlef                         | 7,3         | 3000                        | 67,4              | 41,6             | 306,0          | 66,0            | 16                |
| Lin Delfa                         | 7,1         | 1600                        | 60,3              | 22,4             | 117,5          | 50,5            | 15                |
| Relizane                          | 6,9         | 4000                        | 81,6              | 59,6             | 380,0          | 87,0            | 22                |
| Mostaganém                        | 7,1         | 2000                        | 39,0              | 28,0             | 204,0          | 54,0            | 13                |
| Oran                              | 7,1         | 2700                        | 42,6              | 50,4             | 242,0          | 71,0            | 18                |
| Tébessa                           | 6,9         | 3000                        | -                 | -                | -              | -               | -                 |

## pH

Le pH de l'eau de la wilaya de Annaba (6,8) est le plus acide de nos échantillons ce qui est d'ailleurs en corrélation avec l'agressivité trouvée de cette eau (eau très douce TH = 6°F).

Inversement l'eau de Ouargla a un pH égal à 8,2 (la plus basique) présente une faible agressivité.

Dans l'ensemble, tous nos pH sont compris entre 7,0 et 8,0 ce qui est conforme avec la directive de la C.E.E. et ce qui montre l'existence d'un équilibre entre le carbonate de calcium et l'acide carbonique libre.

## CONDUCTIVITE

Les eaux contenant des quantités élevées en sels minéraux (exemple: les eaux de Ouargla et de Biskra), présentent des conductivités fortes.

En effet, la résistivité de l'eau au courant électrique diminue au fur et à mesure que la concentration en sels minéraux augmente.

## CHLORURES

Les chlorures ne doivent se trouver dans l'eau de boisson qu'à l'état de traces.

Un grand nombre de Wilayate ont des concentrations qui dépassent la norme. (20 mg/l).

Cette teneur en chlorures qui peut ne pas être naturelle, peut indiquer une influence secondaire due à des engrais, des eaux usées d'origine domestique ou industrielle ou des dépôts de détritús.

Mais toutefois, nos eaux riches en chlorures (Wilayate de l'Ouest du pays), proviennent de terrains calcaires ou sabloneux ou de

regions côtières, ce qui peut expliquer ces quantités élevées en chlorures.

### SULFATES

Nos résultats montrent que les eaux les plus dures (Djelfa - Ouargla - Biskra - Relizane) contiennent des quantités élevées en sulfates ce qui implique que les sulfates se trouvent sous forme de sulfate calcique et se voient donc dans les eaux les plus dures.

Des eaux contenant des teneurs en sulfates dépassant la norme admise peuvent provoquer des troubles digestifs.

Tout récemment on a montré que le rapport Ca/So<sub>4</sub> jouerait un rôle protecteur vis à vis du cancer de l'estomac.

Là où l'eau est riche en sulfates le cancer de l'estomac serait plus fréquent que là où l'eau est pauvre en sulfates. Pour nos eaux, la quantité de sulfates est très faible par rapport à la norme admise (250 mg/l).

### CALCIUM

Une eau à faible teneur en calcium est dite "douce". Les eaux douces sont agressives parce qu'elles sont plus chargées en gaz carbonique.

Les eaux les plus riches en calcium sont celles de: Djelfa - Biskra - Relizane là aussi on remarque une certaine ressemblance entre les résultats, cela est peut-être dû à la même nature du sol.

Ces eaux proviennent donc de certains terrains de formation géologique déterminée identiques.

Lorsque les eaux sont riches en calcaire, elles n'attaquent plus les tuyaux de plomb parce qu'un mince dépôt calcaire tapisse l'intérieur des conduites et empêche le contact direct de l'eau et du plomb.

D'après Schroeder (U.S.A.) et Morris (G.B) une eau dure joue un rôle préventif vis à vis de l'infarctus du myocarde.

## DURETE

La dureté totale donne une idée de la teneur en sels alcalino-terreux responsables de la dureté de l'eau. Techniquement, cette teneur joue un rôle essentiel pour le calcul des installations d'adoucissement et pour le contrôle de leur efficacité.

On peut classifier les eaux de la manière suivante:

|           |            |
|-----------|------------|
| 0 à 7°F   | très douce |
| 7 à 15°F  | douce      |
| 15 à 22°F | mi-dure    |
| 22 à 32°F | assez dure |
| 32 à 42°F | dure       |
| 42°F      | très dure  |

Pour cette première partie, ces facteurs physico-chimiques concernant la minéralisation totale et dont la limite n'affecte pas la "potabilité" d'une eau au point de vue hygiénique, mais nous laissent cependant remarquer l'existence de deux types d'eau:

- 1.- Les eaux très riches en sels minéraux, qui sont essentiellement d'origine souterraine profonde.
- 2.- Les eaux pauvres en sels minéraux, qui sont issues de puits peu profonds (eaux de surface, oueds....)

## FACTEURS INDESIRABLES EN QUANTITES EXCESSIVES

| DESIGNATION   | Nitrates<br>mg/l | Fer total<br>µg/l | Phosphore<br>µg/l | Fluor<br>µg/l |
|---|------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| <i>Seuil conseillé pour<br/>une eau irréprochable</i> | 25               | 50                | 150               | -             |
| <i>Seuil imposé pour<br/>une eau acceptable</i>       | 50               | 200               | 2000              | 1500          |
| Alger   | 20,5             | 1180              | 588               | 450           |
| Boumédies   | 60,0             | 313               | 2353              | traces        |
| Bejaia  | 1,5              | 1170              | 735               | 500           |
| Bouira  | 30,5             | 710               | 441               | 950           |
| B.B.Arreridj  | 42,5             | 633               | 3464              | 900           |
| Sétif   | 85,0             | 1720              | 1454              | 2030          |
| Mila  | 13,0             | 985               | 1176              | 1150          |
| Constantine   | 16,7             | 346               | 588               | 350           |
| Guelma  | 6,5              | 1385              | 2091              | 780           |
| Annaba  | 2,5              | 406               | 654               | 1050          |
| M'El Djéa   | 2,5              | 1296              | 954               | traces        |
| Laghouat  | 10,6             | 826               | 1101              | 1220          |
| Djelfa  | 0,7              | 513               | 2935              | 1600          |
| Ouargla   | 34,2             | 985               | 1029              | 4026          |
| Biskra  | 15,0             | 913               | 1029              | 3660          |
| Ech-Chlef   | 23,7             | 3600              | 5549              | 3540          |
| Ain Defla   | 20,0             | 1239              | 1101              | 400           |
| kelizane  | 15,0             | 885               | 882               | 3900          |
| Mostaganém  | 31,7             | 833               | 1820              | 1700          |
| Oran  | 7,5              | 1306              | 1967              | 900           |
| Tébessa   | 30,2             | 466               | 2222              | 350           |

## LES NITRATES

Du fait de la pollution, il n'est pas rare aujourd'hui que l'eau qui parvient au domicile du consommateur soit "surchargée en nitrates".

La présence de nitrates est le sujet qui présente le plus d'inquiétude.

Deux Wilayate sont touchées par cette contamination (Boumerdès et Sétif) qui présentent respectivement 60 et 85 mg/l dépassant ainsi le seuil imposé pour une eau acceptable qui est fixé à 50 mg/l.

Les sources les plus visibles responsables de cette pollution sont:

- les eaux usées des villes
- les industries (abattoirs, sucrerie, distillerie...)  
qui rejettent des eaux riches en déchets animaux et végétaux  
donc riches en nitrates
- l'agriculture moderne
- l'utilisation massive des engrais, conduit à une augmentation inéluctable de la pollution.

Les nitrates sont sans danger par eux-mêmes, mais ils ont l'inconvénient de se transformer en nitrites dans l'estomac, où ils sont catalysés par des bactéries.

Ce processus est particulièrement redoutable pour les nourrissons.

Pour les effets à long terme, des inconnues subsistent du fait en particulier des réactions éventuelles des nitrites avec certains acides aminés pour former des nitrosamines, dont certaines sont cancérigènes.

## LE FER

D'après les résultats de nos analyses, l'eau de la Wilaya de Chlef, est la plus ferrugineuse. C'est une eau qui présente une certaine coloration "rouille". Son importante quantité de fer a occasionné ce trouble.

Selon la quantité d'hydrogènocarbonate de fer (II), présente dans les eaux souterraines, ont apparu au contact de l'oxygène atmosphérique, ces colorations et, avec le temps, ces dépôts de flocons d'oxyde de fer hydraté.

On sait par ailleurs que l'eau de boisson, doit avoir une teneur en fer ne dépassant pas 10 mg/l et, qu'au delà de cette quantité, le fer s'oxyde et donne une floculation rouillée.

On peut s'attendre dans cette Wilaya à un développement des sidérobactéries dans le réseau de distribution.

## PHOSPHORE

La teneur en phosphore d'une eau pure est comprise entre 150 à 2000 ug/l. (norme admise par la CEE):

Les eaux de Chlef, Djelfa, Tébessa, et Boumerdès ont des teneurs supérieures à 2000 ug/l.

Ces teneurs supérieures à la norme admise peuvent être l'indice d'une altération par les eaux usées. Il faut toutefois admettre que d'autres facteurs encore peuvent provoquer cette pollution.

## FLUOR

Le fluor est un composant indispensable de l'émail et de la dentine. Si une dent manque de fluor, elle résiste mal à l'action destructive des acides produits dans la bouche par les fermentations microbiennes.

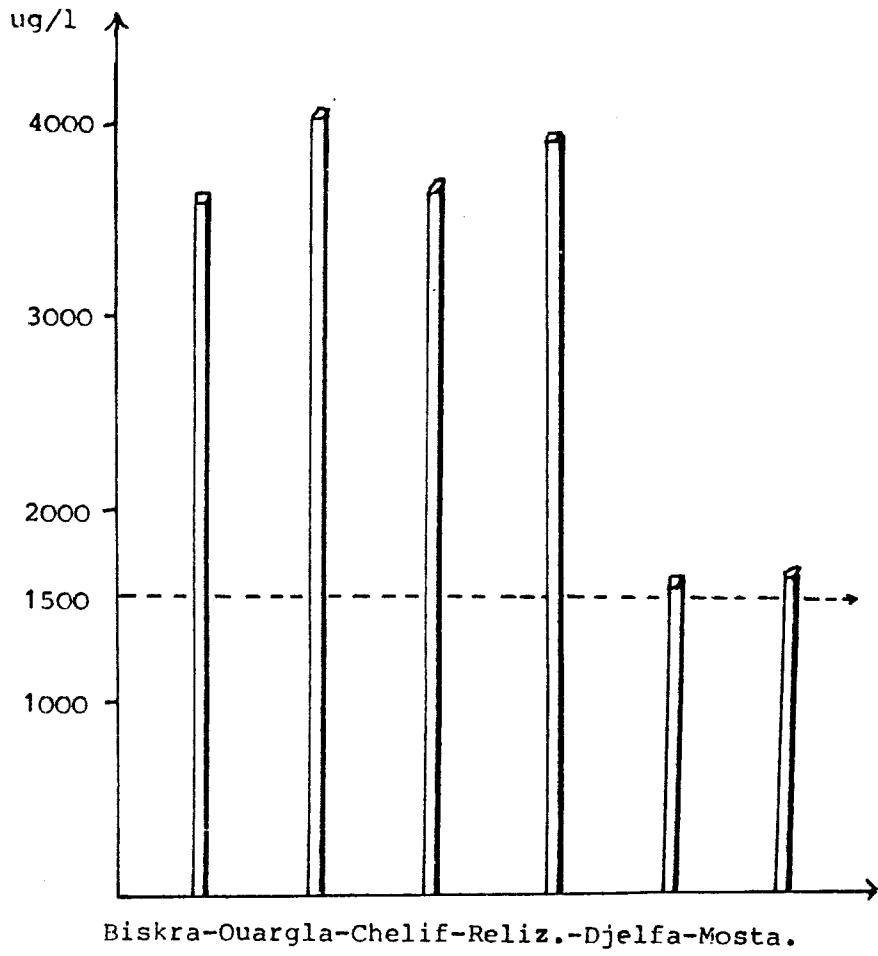


Un excès de fluor par contre, provoque une modification de la structure de la dent et laisse apparaître dans l'émail des taches allant du jaune au brun noir.

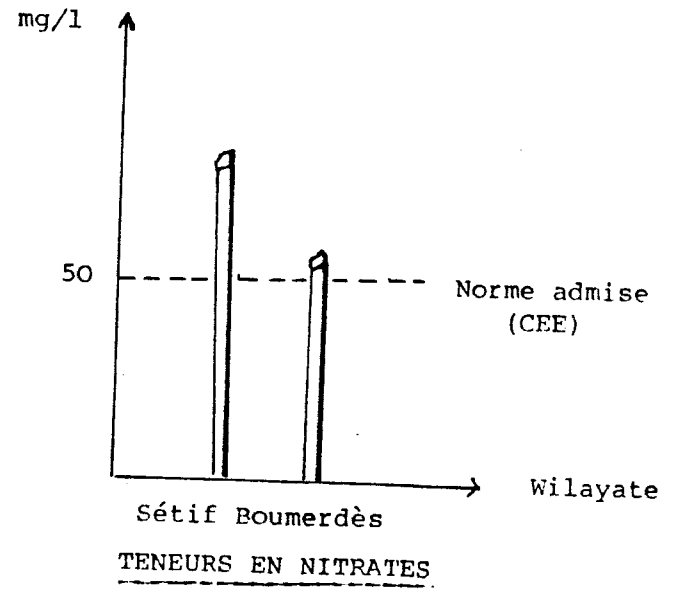
Nos analyses montrent que six wilayate sont concernées par cet excès de fluor.

Ces Wilayate se trouvent généralement à l'intérieur du pays (Biskra - Ouargla - Djelfa - Chlef - Relizane - Mostaganem). Ces teneurs élevées sont surtout localisées dans des régions où le sol est très riche en fluor.

L'ingestion répétée de fluor en excès peut provoquer une intoxication chronique grave, connue sous le nom de fluorose.



TENEURS EN FLUOR



TENEURS EN NITRATES

FACTEUR TOXIQUES

| DESIGNATION                             | Plomb<br>ug/l | Lindane<br>ug/l | D.D.T.<br>ug/l |
|---|---------------|-----------------|----------------|
| Seuil imposé pour<br>une eau acceptable | 100           | -               | -              |
| Alger                                   | 96,0          | -               | -              |
| Boumerdes                               | 90,0          | 0,18            | 0,84           |
| Béjaia                                  | 22,0          | 0,29            | 0,45           |
| Bouira                                  | 56,0          | 0,17            | 0,61           |
| B.E.Arriridj                            | 21,5          | 0,27            | 0,35           |
| Sétif                                   | 38,0          | 0,41            | 0,78           |
| Mila                                    | 8,0           | 0,31            | 0,65           |
| Constantine                             | 92,0          | 0,07            | 0,64           |
| Guelma                                  | 20,0          | 0,20            | 0,34           |
| Annaba                                  | 36,0          | 0,22            | -              |
| Médéa                                   | 62,0          | 0,25            | 0,35           |
| Laghouat                                | 72,0          | 0,29            | 0,53           |
| Djelfa                                  | 13,4          | 0,24            | 0,96           |
| Ouargla                                 | 230,0         | -               | 0,24           |
| Biskra                                  | 206,0         | 0,03            | 0,68           |
| Ech-Chelif                              | 206,0         | 0,09            | 0,39           |
| Ain-Defla                               | 88,0          | 0,06            | 0,55           |
| Relizane                                | 23,6          | 0,22            | 0,43           |
| Mostaganem                              | 118,0         | 0,27            | 0,79           |
| Oran                                    | 116,6         | 0,17            | 0,23           |
| Tebessa                                 | 26,0          | -               | -              |

## LE PLOMB

L'examen de nos résultats montre que cinq Wilayate (Ouargla - Biskra - Chlef - Mostaganem - Oran) ont des concentrations élevées.

L'origine de la présence de ce métal, serait dûe à la vétusté des canalisations en plomb servant au transport de ces eaux.

On s'attendait aux eaux agressives, peu chargées en calcaire qui sont capables de corroder les canalisations dont elles libèrent le plomb, qui seraient riches en ce métal. Or ce n'est pas le cas.

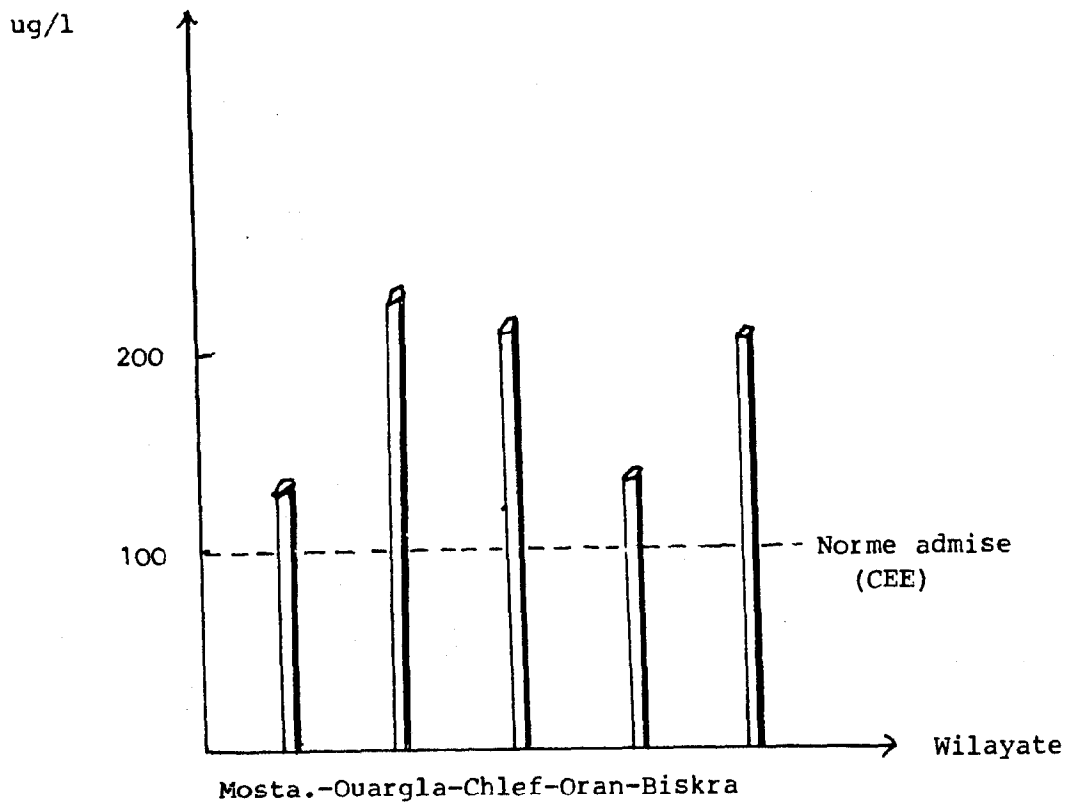
Pour les deux villes de l'Ouest du pays, la contamination des eaux brutes n'est pas à écarter, par contre cette sorte de contamination est faible à l'intérieur du pays, vu l'absence des industries polluantes dans cette région .

Ces eaux ne contiennent pas seulement le plomb sous forme soluble, les sels les plus insolubles qu'elles peuvent contenir comme le carbonate ou le sulfate peuvent être résorbés.

En effet, le danger du plomb provient de ce que, consommé en quantité infime durant longtemps, il s'accumule dans l'organisme et provoque une maladie chronique qui peut se terminer par la mort.

Le plomb en excès se fixe principalement dans les os. S'il est vrai qu'en Algérie, l'intoxication aigue par le plomb reste exceptionnelle.

Cela ne nous empêche pas de veiller particulièrement aux accidents qui peuvent survenir suite à des rejets des eaux usées.



TENEURS EN PLOMB DES EAUX CONTAMINEES

## PESTICIDES

L'agriculture moderne dans notre pays, utilise de plus en plus de produits antiparasitaires. En effet plus les méthodes culturales visent à l'obtention de hauts rendements et plus elle utilisent des pesticides.

Dans la pratique, ce groupe de contaminants importants, souvent mal employés, finissent toujours par venir polluer l'eau, ils deviennent donc un réel danger pour la santé.

Il existe des centaines de pesticides; dans cette étude nous avons analysé deux organo-chlorés: le D.D.T. et le Lindane.

Le D.D.T. est le plus connu de tous, il a rendu des services considérables, comme le rappelait souvent l'OMS.

Mais aujourd'hui, il fait l'objet de bon nombre de critiques; on lui reproche essentiellement les nuisances qu'il a faites subir à l'environnement; et en particulier la contamination des eaux.

Pour ce qui concerne nos eaux, les teneurs trouvées de ces deux pesticides sont faibles. La concentration du D.D.T. est supérieure à celle du Lindane, ce qui montre que ce parasite a été très utilisé en Algérie.

## CONCLUSION GENERALE ET PROPOSITIONS

Cette étude physico-chimique des eaux de distribution, qui a consisté en une approche du problème de contamination nous a permis de:

- tout d'abord, s'agissant de cet élément indispensable, de connaître davantage ses qualités.
- d'attirer l'attention sur les risques potentiels que peut provoquer une eau contaminée.

Maintenant si nous voulons tenter, malgré leur caractère très insuffisamment représentatif de tirer quelques conclusions de nos propres analyses, nous noterons en particulier que les contaminations rencontrées peuvent vraisemblablement s'expliquer par:

- le rejet des eaux usées d'origine domestique ou industrielle.
- le mauvais traitement des eaux brutes.
- les faiblesses dans l'entretien et la surveillance des canalisations.
- l'utilisation massive des engrais et des pesticides.

Mais en tout état de cause, quels que soient les secteurs "responsables" le citoyen n'a pas à s'en préoccuper, il ne demande que l'eau servant pour son alimentation, présente de plus en plus de garanties.

Pour cela nous proposons les mesures suivantes:

- Réduction des pollutions à l'amont des prises d'eau, des sources et des nappes aquifères.
- Les entreprises polluantes (tannerie, industrie de la cellulose, peintures...) doivent obligatoirement purifier leurs eaux de rejet.
- Rendre systématique l'entretien continu du réseau de distribution ainsi que sa surveillance.

Mise en place d'un contrôle effectif des rejets, avec renforcement des services de contrôle concernés.

B I B L I O G R A P H I E

- H et J.C. CHEFTEL; P. BESANCON, Introduction à la Biochimie des aliments.
- A. ROIG, Dictionnaire des polluants alimentaires.
- J. LEDERER, Encyclopédie moderne de l'oxygène alimentaire 21° 2dition 1978.
- E. MERCK. L'analyse de l'eau.
- Manuel Suisse des denrées alimentaires, 5° Edition, 2° Volume, Chapitre 27
- Ann. Fals. Expert. Chim. Septembre 1982 - 75 n° 810 - pp. 369. 375.
- Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles tome 1. Edi.  
DOIN. p. 779.