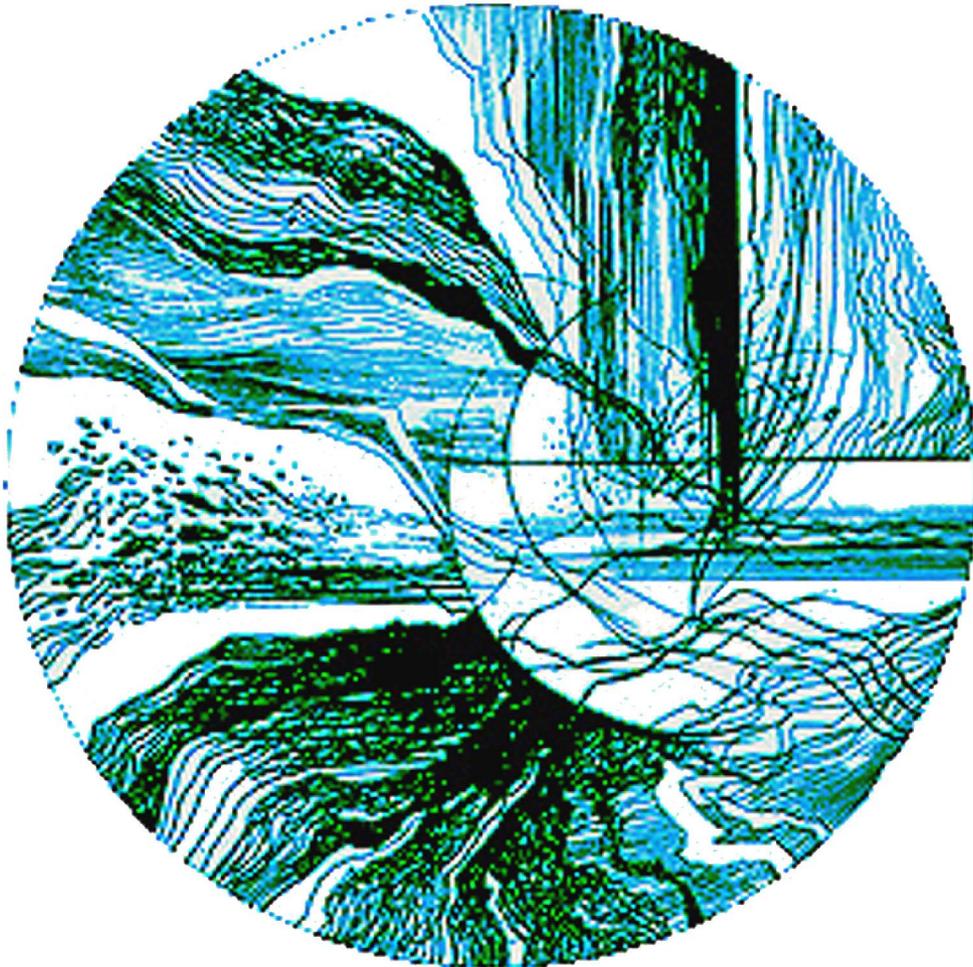


# CHRONIQUE DES SOURCES ET FONTAINES



N° 4 – 1997

Extrait

**QUALITÉ DES EAUX DES SOURCES**  
Qualité naturelle - Influence de la surface – Pollutions  
(P de BRETIZEL)

Géologie Archéologie Botanique Zoologie

La chronique des Sources et Fontaines est éditée annuellement par  
"Les Amis des Sources"  
association type loi de 1901  
dont l'objet est l'étude des eaux souterraines et de leur émergences naturelles  
en vue de leur conservation et de leur protection contre l'assèchement et la pollution.

Les thèmes étudiés sont rédigés à l'attention du grand public,  
mais s'appuient sur des données scientifiques et naturalistes rigoureuses  
concernant la géologie (hydrogéologie), la botanique, la zoologie, l'archéologie et l'histoire.

#### ORGANISMES PARTENAIRES

- Association Internationale des Hydrogéologues
- Laboratoire d'Hydrogéologie de l'université d'Orléans
- [Association des Naturalistes de Nice et des Alpes-Maritimes](#)
- les Amis de Beaulieu (Loiret)
- Société d'Histoire Naturelle du Loir et Cher
- Association Perche et Nature
- Association Le Galambert de Peillon
- Association pour la défense et la protection des Landes de Lanvaux
- Eaux et rivières de Bretagne
- [Association du Musée Virtuel de la Nature](#)

Prière d'adresser la correspondance au président de l'association

Pierre de BRETIZEL  
MALITOURNE  
41270 VILLEBOUT  
téléphone 02 54 80 51 26

**Directeur de publication : Pierre de Brétizel**  
**Maquette et mise en page : André Meyer**  
**Parution 2e- trimestre 1998**  
**Conversions informatiques : Patrick Focquet**

**Chronique des Sources et Fontaines 1997 ISSN 1265-5139**

Pour diminuer le volume des fichiers et réduire les temps de téléchargement, les versions informatiques au format Word et PDF ont une présentation légèrement différente de la version "papier" d'origine. Le contenu (texte et illustrations) a été intégralement respecté, mais la numérotation des pages peut s'en trouver affectée.

**EN COUVERTURE: "Les eaux mêlées" Reproduction d'un dessin original de J.T. JACUS**

# QUALITÉ DES EAUX DES SOURCES

## Qualité naturelle - Influence de la surface – Pollutions

P de BRETIZEL

### 1. QUALITE NATURELLE DES EAUX SOUTERRAINES

Les sources sont les points où affleure l'eau souterraine contenue dans les formations géologiques aquifères. Analyser leur qualité naturelle revient à analyser la qualité de l'eau souterraine hors de l'influence des eaux de surface (ruissellements, infiltrations).

#### 1.1. Caractéristiques chimiques

Elles sont l'héritage de l'érosion et du lessivage des roches traversées. Elles varient donc en fonction de la nature de celles-ci.

Les substances contenues dans l'eau le sont sous forme de solutions salines ou gazeuses d'une part et sous forme de suspensions solides ou liquides d'autre part.

Les quantités relatives (teneurs) de ces solutions et suspensions varient en fonction de quatre facteurs :

- la solubilité des minéraux qui composent les roches aquifères,
- la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine entraînant à des degrés divers l'érosion mécanique des roches aquifères,
- la température de l'eau souterraine qui dépend à la fois de la profondeur de la roche aquifère (degré géothermique) et de sa proximité éventuelle d'une zone d'activité magmatique (volcanique),
- la pression hydrostatique régnant dans l'espace d'une nappe phréatique captive (dans le cas d'une nappe phréatique libre, cette pression s'équilibre avec la pression atmosphérique).

Il est évident que les effets du facteur solubilité minérale peuvent varier d'une manière considérable selon l'importance des autres facteurs.

Plus la température et la pression augmentent, plus la solubilité minérale augmente.

Plus la vitesse d'écoulement augmente, plus la fragmentation des minéraux s'accroît et favorise la solubilité minérale.

##### 1.1.1. Principales solutions salines

Carbonates

C. de calcium :  $\text{CO}_3\text{Ca}$  le minéral d'origine est la calcite qui est le constituant principal des calcaires.

C. de magnésium :  $\text{CO}_3\text{CaMg}$  le minéral d'origine est la dolomite, constituant principal des dolomies.

Sulfates

S. de calcium  $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  le minéral d'origine est le gypse hydraté

S. de calcium anhydre  $\text{SO}_4\text{Ca}$  le minéral d'origine est l'anhydrite

Chlorures

C. de sodium  $\text{NaCl}$  le minéral d'origine est le sel gemme (halite).

C. de potassium  $\text{KCl}$  le minéral d'origine est la sylvinite.

Phosphates

Ph. de chaux  $\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{CaO}$  roches carbonatées, phosphatés sédimentaires (minéral non exprimé). Apatite : minéral important des roches magmatiques et métamorphiques.

### Hydroxydes métalliques

Ils proviennent de la mise en solution par l'eau souterraine de minéraux métallifères à l'état soit dispersé dans la roche aquifère, soit à l'état concentré de minerai (amas, filons, imprégnations). Le plus abondant des métaux concernés est le fer. Viennent ensuite les métaux de base (cuivre, plomb, zinc, mercure, arsenic) généralement en teneurs très faibles (traces).

#### 1.1.2. Principales suspensions

##### Colloïdes

Dans l'ordre d'abondance

- alumine d'origine argileuse,
- silice,
- composés organo-minéraux.

##### Emulsions

Hydrocarbures naturels provenant du lessivage de roches sédimentaires pétrolifères.

##### Solides

- débris minéraux à l'échelle du micron,
- débris organiques provenant de l'érosion de roches sédimentaires charbonneuses.

#### 1.1.3. Principaux gaz dissous

##### Gaz carbonique: CO<sub>2</sub>

Sa qualité relative est importante lorsque l'aquifère est constitué de roches carbonatées calcaires et dolomitiques. Il résulte de la dissolution de ces roches par des eaux d'infiltration d'origine pluviale, acidifiées par leur passage au travers de sols chargés en acides organiques (tanin, etc.).

##### Oxygène: O<sub>2</sub>

Sa présence est due au brassage de l'eau souterraine avec l'air atmosphérique à l'intérieur des espaces intergranulaires de la roche aquifère poreuse, ou à l'intérieur des vides existant dans les fractures et failles d'extension ainsi que dans les poches karstiques de dissolution dans les roches carbonatées. Sa teneur croît en fonction de la vitesse d'écoulement:

##### Anhydride sulfureux: SH<sub>2</sub>

Sa présence dans l'eau est due à l'oxydation de minéraux sulfurés (pyrite) qui peuvent être très abondants dans les roches sédimentaires aussi bien que dans les roches cristallines.

##### Méthane : CH<sub>4</sub>

Même origine que les hydrocarbures liquides.

## 1.2. Caractéristiques biologiques

En profondeur, loin de la surface, les eaux souterraines captives sont pratiquement azoïques.

Les organismes unicellulaires provenant des eaux d'infiltration sont éliminés progressivement par l'absence du rayonnement solaire et par la pression croissante.

L'apparition, puis l'augmentation de l'activité biologique annonce la proximité de la surface.

Cette apparition sera plus profonde dans le cas de circulations rapides en régime karstique d'eaux souterraines libres. Elle sera plus superficielle dans le cas de circulations lentes dans des milieux à faible perméabilité.

## 2. INFLUENCE DE LA SURFACE

### 2.1. Altération chimique

A proximité des points d'émergence (sources), l'eau souterraine voit ses propriétés physiques se modifier

- chute de la pression hydrostatique (cas de nappes captives),

- changement de la température par contact avec l'atmosphère extérieure,
- apparition de l'ozone atmosphérique et de la lumière solaire.

Ces modifications physiques du milieu aqueux peuvent entraîner une précipitation des solutions contenues autant à l'amont du point d'émergence qu'autour de celui-ci, à l'air libre.

Il y a alors formation de dépôts solides dont l'accumulation peut avec le temps finir par colmater complètement les conduits aquifères au point de sortie, en même temps que l'on constate une chute des teneurs en sels minéraux

Les carbonates de calcium (calcite, aragonite) sont les plus fréquents, voire les plus spectaculaires, de ces dépôts de source (tufs) : il y a calcification totale des mousses et autres végétaux hygrophiles proliférant autour du point d'émergence grâce à l'humidité engendrée par celui-ci.

Les parties hautes des failles drainantes qui peuvent modifier la vitesse et la direction des courants souterrains sont souvent le siège de phénomènes similaires dûs aux changements de température et de pression. Les dépôts et colmatages en produits divers (carbonates, oxydes métalliques, etc.) apparaissent le plus souvent entre la surface et le niveau piézométrique, à l'interface air-eau : la faille ou fracture se transforme alors en filon. Si des vides sont laissés entre les parois, on a alors des cavités tapissées de cristaux, c'est-à-dire des géodes.

Dans les grottes creusées dans les formations calcaires (érosion karstique), les cristallisations de calcite sont souvent spectaculaires : stalactites, planchers stalagmitiques, draperies, fontaines pétrifiantes, etc.

## ***2.2. Pénétration biologique***

Aux lieux d'émergence de l'eau souterraine, que ce soit des sources ponctuelles ou des zones diffuses, on observe toujours un écosystème flore et faune particulier qui tranche sur l'environnement.

Cet écosystème, très variable en fonction des différents climats, est typique des milieux hygrophiles de demi-ombre. A titre d'exemples, nous renvoyons le lecteur aux numéros 1, 2 et 3 de cette "Chronique", où on trouvera des études botaniques et entomologiques sur des sources en climat méditerranéen, en climat d'altitude (tourbières), en forêt feuillue tempérée, ainsi que dans ce numéro même. Le peuplement végétal et animal tend à s'introduire dans le domaine souterrain par les conduits aquifères et les vides où règne un air chargé d'humidité (100 %) et dépourvu d'ozone.

Les plantes chlorophylliennes (mousses, algues, prêles, etc.) se développent tant que règne encore la lumière solaire. Elles se raréfient peu à peu en profondeur et disparaissent totalement à la limite de l'obscurité absolue.

Les vertébrés (poissons, batraciens), les insectes et les protozoaires (bactéries et virus) peuvent remonter très en amont dans les conduits aquifères ou aériens. Sous terre, les espèces supérieures ont tendance à se modifier sur plusieurs générations en s'adaptant au milieu sans lumière : perte des pigments, cécité, nanisme, donnant alors des sous-espèces dites cavernicoles.

Des coléoptères cavernicoles ont été rencontrés à plusieurs kilomètres sous terre dans des grottes, comme par exemple un trichaphaenops observé dans le gouffre Berger (Vercors) à 600 mètres de profondeur et à 3 kilomètres de l'entrée.

## **3. POLLUTIONS**

Définition sémantique générale : dégradation d'un milieu naturel.

Appliqué aux eaux souterraines et aux sources, ce terme désigne toute perturbation des équilibres chimiques et biologiques originels des eaux souterraines en provenance de la surface par ruissellement et infiltration.

Certaines pollutions sont inoffensives, alors que d'autres peuvent être très dangereuses si l'on consomme l'eau qui en est le siège.

La plupart des pollutions dangereuses résultent de l'activité humaine.

Nous donnons ci-après les valeurs maximales des différents paramètres applicables à la notion de potabilité de l'eau de consommation courante (décret ministériel 89-3), à l'exclusion des eaux thermales curatives.

### **3.1. Paramètres organoleptiques concernant l'aspect et le goût de l'eau**

- Coloration
- Turbidité(solides en suspension)
- Odeur (anhydride sulfureux, phénols, hydrocarbures)
- Saveur

### **3.2. Paramètres chimiques naturels**

- Chlorures < 250 mg/1 Cl
- Sulfates < 250 mg/1 S04
- Calcium < 100 mg/1 Ca
- Magnésium < 50 mg/1 Mg
- Sodium < 150 mg/1 Na
- Potassium < 12 mg/1 K
- Aluminium < 0,2 mg/1 Al

La quantité de résidus secs, après évaporation à 180 ° C, doit être inférieure ou égale à 1.500 mg/l.

### **3.3. Paramètres concernant des substances indésirables**

- Nitrates < 50 m g/1 N03
- Nitrites 01 m 1 N02
- Azote libre < 2 mg/1 N
- Fer < 200 gg/1 Fe
- Cuivre < 1 mg/1 Cu
- Manganèse < 50 gg/1 Mn
- Zinc < 5 mg/1 Zn
- Phosphore < 5 mg/1 P2 05
- Fluor < 1,5 mg/1 F
- Argent < 10 gg/1 Ag

### **3.4. Paramètres concernant des substances toxiques**

- Arsenic < 50 gg/1 As
- Cadmium < 5 gg/1 Cd
- Cyanures < 50 gg/1 CN
- Chrome < 50 gg/1 Cr
- Mercure < 1 gg/1 Hg
- Nickel < 50 gg/1 Ni
- Antimoine <10 gg/1 Sb
- Sélénium < 10 gg/1 Se
- Hydrocarbures polycycliques aromatiques <0,2 gg/1(H.P.A.)
- Pesticides < 0,5 gg/1

### **3.5. Paramètres biologiques**

Nombre d'organismes dans 100 ml d'eau = 0 coliformes et streptocoques fécaux.

Nombre total de bactéries aérobies dans 100 ml d'eau à 20° : < 100 (pendant 24 heures)

#### **Documents consultés**

- Chronique des Sources et Fontaines
  - N° 1 – 94 page 15
  - N° 2 – 94 page 37 et 53
  - N° 3 – 94 page 37
- Guide méthodologique d'établissement des périmètres de protection des captages d'eau souterraine destinée à la consommation humaine – LALLEMAND-BARRES A., ROUX J.C.
- Manuels et méthodes n° 19, éd. BRGM, 1989.