



# L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE



# L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

## SOMMAIRE

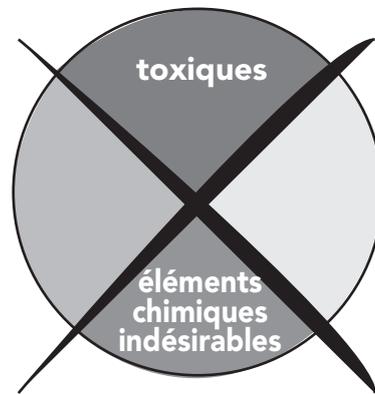
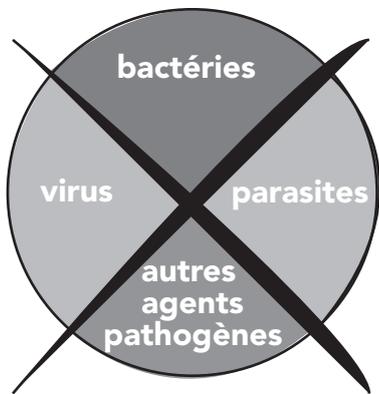
	<b>pages</b>
<b>1-</b> Qu'est ce que l'eau potable ?	<b>3</b>
1-1 Définition	
1-2 Qui gère l'eau potable ?	
1-3 Quels sont les besoins en eau potable ?	
<b>2-</b> Les ressources utilisées	<b>6</b>
2-1 Choix de la ressource	
2-2 Protection des ressources	
2-3 Les modes de captage	
2-3-1 Les eaux souterraines	
2-3-2 Les eaux superficielles	
<b>3-</b> Les traitements	<b>10</b>
3-1 Les traitements	
3-1-1 La clarification	
3-1-2 La filtration	
3-1-3 La désinfection	
3-1-4 Les traitements de finition	
3-2 Les traitements particuliers	
3-2-1 Dureté, agressivité du pH	
3-2-2 Le fer et le manganèse	
3-2-3 Les nitrates	
3-2-4 L'ammoniaque	
3-2-5 La matière organique	
3-2-6 Les micropolluants organiques	
<b>4-</b> Un résidu, les boues, leur devenir	<b>16</b>
<b>5-</b> Transport, stockage et distribution	<b>17</b>
5-1 Transport de l'eau	
5-2 Stockage de l'eau	
5-3 Réseau de distribution	
<b>6-</b> Conclusion	<b>20</b>



# 1 Qu'est-ce que l'eau potable ?

## 1-1 Définition

C'est une eau qui ne doit pas porter atteinte à la santé humaine.



Elle doit être



Elle répond à une définition réglementaire. C'est la directive européenne 80/778 (mise à jour en 1998, 98/83/CE), transcrite en droit français dans le décret 89-3 modifié, qui précise les caractéristiques de l'eau potable.

## Concentration maximale admissible

## Excédent à éliminer

paramètres organoleptiques

odeur,  
couleur...

paramètres physico-chimiques

température, chlorures,  
pH, oxygène dissous...

substances indésirables

fer,  
nitrates...

toxiques

arsenic,  
pesticides...

paramètres microbiologiques

coliformes fécaux,  
streptocoques...

Lorsque la norme est dépassée, l'eau est déclarée **non potable**. L'eau potable est celle qui est distribuée dans les réseaux de distribution d'eau potable et que l'on prélève au robinet. Elle fait l'objet d'un suivi rigoureux de la part des Services de l'État chargés de la santé publique.

## 1-2 Qui gère l'eau potable ?

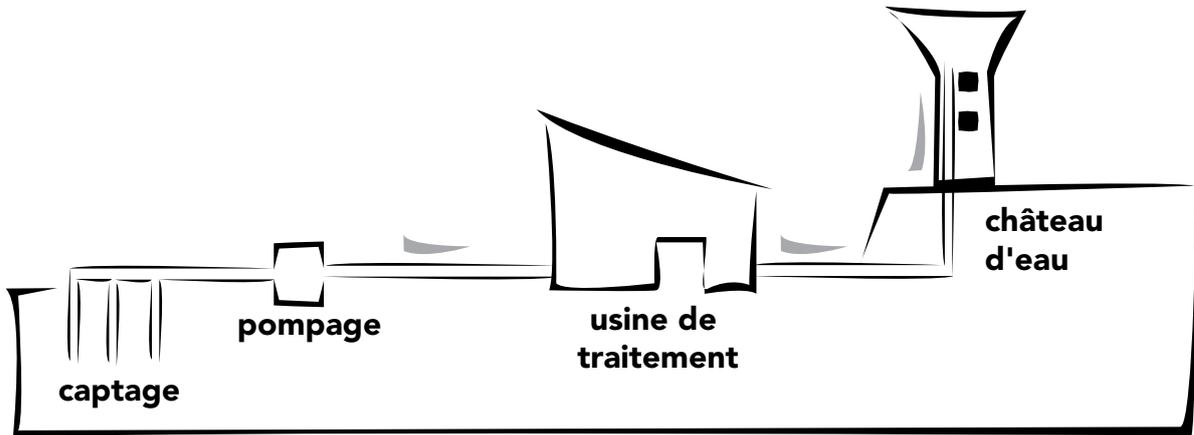
Les communes ou les regroupements de communes qu'elles ont constitués (syndicats). Ces collectivités ont en charge la distribution de l'eau potable.

La gestion de ce service se fait :

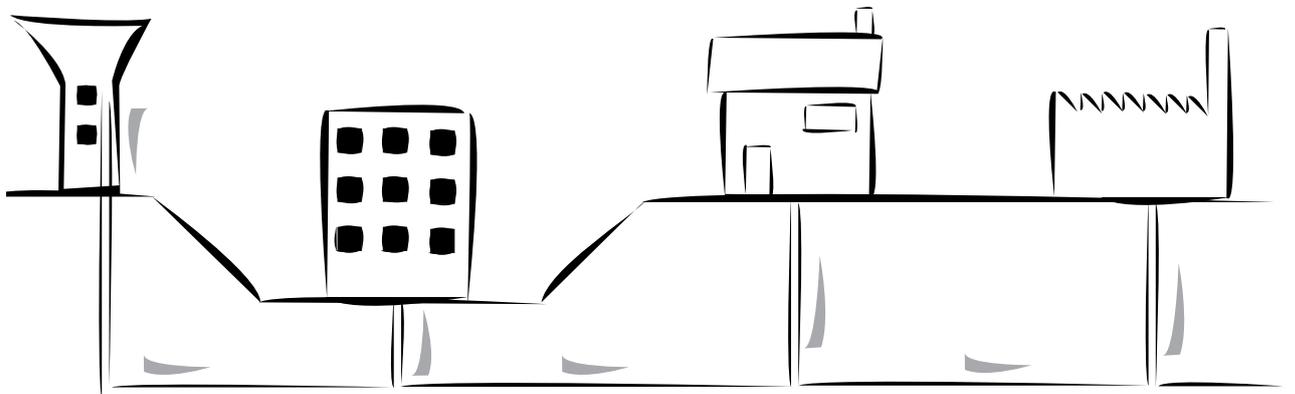
- soit par la collectivité elle-même, par l'intermédiaire de son service technique ; la gestion est en **régie**.
- soit par une société privée, il s'agit alors d'un **affermage** ou d'une **concession**.

On distingue deux unités d'exploitation :

**La production de l'eau potable** qui consiste à mobiliser les ressources, à les traiter le cas échéant, puis à les transporter sur le lieu où elles seront distribuées.



**La distribution d'eau potable** qui débute à l'aval du château d'eau et dont le réseau s'étend jusque chez l'abonné.



### 1-3 Quels sont les besoins en eau potable ?

En France, le consommateur utilise en moyenne 150 litres d'eau par jour.

Voici quelques ordres de grandeur de consommation domestique :

- un lave-linge consomme entre 60 et 120 litres,
- une douche consomme environ 45 litres,
- une chasse d'eau consomme entre 6 et 9 litres.

À ces besoins s'ajoutent ceux :

- des industries, commerces, artisanats, agriculture...
- des installations ou établissements collectifs tels qu'hôpitaux, écoles, équipements sportifs, espaces publics...

## 2 Les ressources utilisées



### 2-1 Choix de la ressource

L'eau potable est produite à partir d'**eaux brutes**, superficielles ou souterraines. Les eaux souterraines sont généralement de meilleure qualité que les eaux superficielles.

Le choix de la ressource s'effectue en fonction du **couple quantité/qualité**.

On prend en compte :

- **la disponibilité des ressources** (y a-t-il une nappe ou un cours d'eau capable de fournir les débits nécessaires à la satisfaction des besoins ?)
- **la qualité des ressources** ; il est évident qu'on utilise en premier lieu les ressources les moins polluées et les moins vulnérables pour la production d'eau potable.

Les problèmes de qualité le plus fréquemment rencontrés dans les eaux brutes sont :

- 1) - liés aux caractéristiques naturelles de la ressource comme **le fer, le manganèse, le fluor**, issus de la dissolution des roches traversées par les eaux d'infiltration, **essentiellement dans les eaux souterraines**.
- 2) - liés à l'activité humaine, l'agriculture, l'industrie et les rejets d'eaux usées des collectivités.

On retrouve alors :

- **les nitrates**, issus de la nitrification naturelle des sols ainsi que des apports agricoles, engrais et déjections animales.
- **les pesticides** (produits phytosanitaires) provenant des traitements agricoles, voies ferrées, zones urbaines...
- **les pollutions micro biologiques** qui peuvent provenir des eaux usées domestiques, des rejets des hôpitaux, des élevages ou de certaines industries agro-alimentaires ; elles sont entraînées par les eaux de ruissellements et d'infiltration.
- **les matières organiques**, provenant de la décomposition de déchets animaux et végétaux dont la présence peut-être accentuée par le phénomène d'eutrophisation. On les trouve **essentiellement dans les eaux superficielles** sous forme de matières en suspension, matières colloïdales, matières dissoutes et substances azotées minérales (nitrates et ammoniac).

## 2-2 Protection des ressources

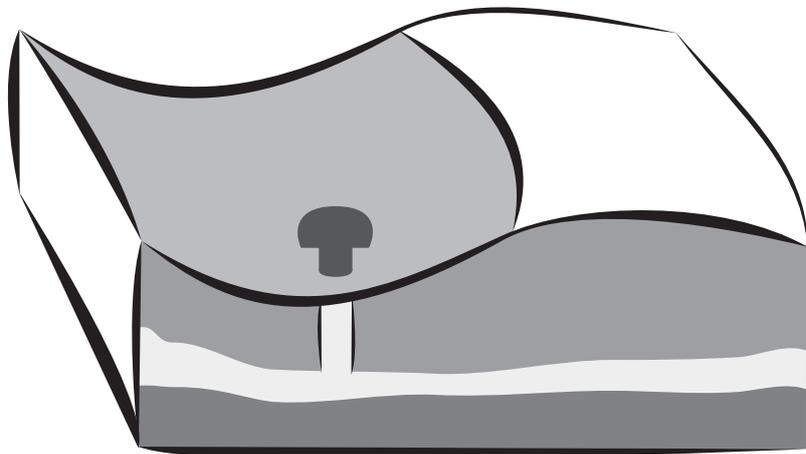
Afin de protéger les ressources utilisables pour la production d'eau potable, un outil réglementaire a été mis en place. Il s'agit des **périmètres de protection**.

En effet, les eaux brutes qui ne sont pas protégées naturellement (qui sont vulnérables au ruissellement, à l'infiltration, et sont la cible de rejets directs, etc.), nécessitent une protection. Celle-ci est réalisée par la mise en place de "périmètres" dans lesquels les activités sont limitées. Ils concernent les eaux souterraines comme les eaux superficielles.

**Le périmètre de protection immédiat** est une aire clôturée autour du captage.

**Le périmètre de protection rapprochée** est une zone dans laquelle certains types d'activités, susceptibles de dégrader la qualité de l'eau, sont interdits (industries, productions agricoles).

**Le périmètre de protection éloignée** peut être défini dans certains cas, afin de compléter la protection du point d'eau : il correspond au bassin d'alimentation du point de prélèvement.



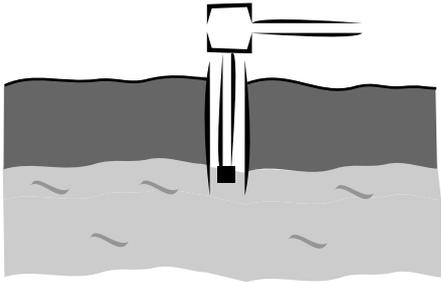
---

*La zone en grisé représente le périmètre de protection. De dimensions et de forme variables, il représente la surface qui recueille les eaux susceptibles de rejoindre le captage.*

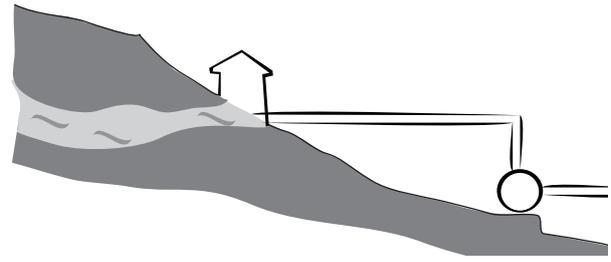
## 2-3 La mobilisation de la ressource

### 2-3-1 Les eaux souterraines

Les eaux souterraines peuvent être captées de différentes manières suivant leur origine. Il peut s'agir de puits ou de forages pour les eaux issues de nappes phréatiques ou profondes, ou de captage de sources pour les eaux qui émergent naturellement.



Forage dans une nappe souterraine

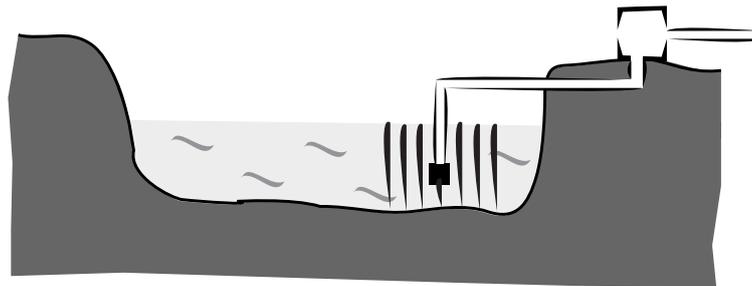


Captage d'une source

Les ouvrages sont équipés de pompes qui relèvent l'eau à la surface et l'envoient dans la station de traitement, le château d'eau ou le réseau de distribution.

### 2-3-2 Les eaux superficielles

Les prises d'eau de surface peuvent être situées sur des cours d'eau ou dans des retenues naturelles ou artificielles, destinées notamment à couvrir les besoins en eau potable d'une collectivité. Elles sont mises en place le plus souvent à l'amont des villes, là où la qualité de l'eau n'est pas encore dégradée par les rejets. L'aménagement consiste en un ouvrage équipé de pompes destinées à transporter l'eau vers la station de traitement et de grilles constituant un écran contre les corps flottants (bois, feuilles...)



Pompage en rivière protégé par une grille

# 3 Les traitements



## 3-1 Les différentes étapes d'un traitement classique

### 3-1-1 La clarification

La première étape de la clarification est la **coagulation/floculation**. Elle a pour but de déstabiliser les **matières colloïdales** qui sont des molécules qui ne s'agglomèrent pas naturellement, car elles sont chargées de forces de répulsion électrostatiques.

La **coagulation** consiste à ajouter des substances ioniques (coagulants, sels de fer et d'aluminium), capables d'annuler les forces répulsives qui maintiennent les particules éloignées les unes des autres.

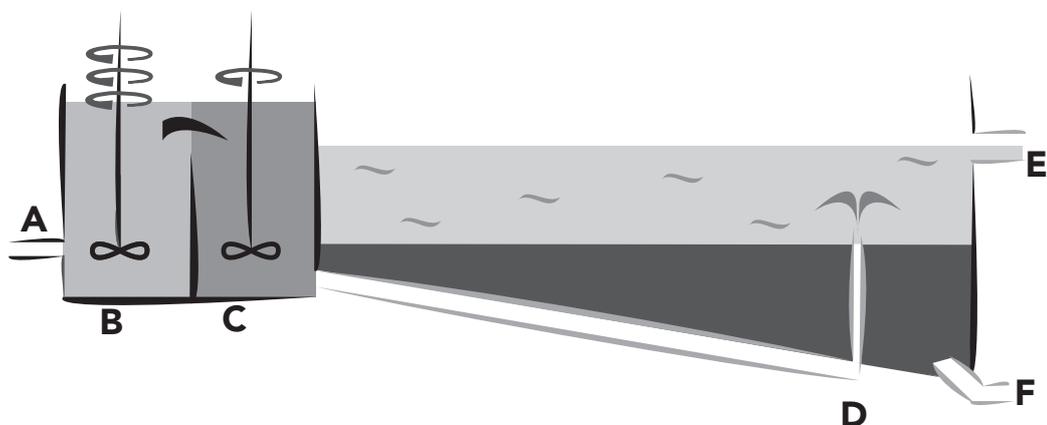
Déstabilisées, les matières colloïdales sont soumises aux mécanismes d'aggrégation ou d'adsorption (elles s'agglomèrent entre elles ou sont retenues à la surface d'autres molécules).

La **floculation** résulte de l'agglomération des matières colloïdales. Une agitation mécanique favorise le grossissement des particules jusqu'à former des flocons. On utilise parfois des produits chimiques spécifiques (le plus souvent des polyélectrolytes) qui activent la formation de **flocs**.

La seconde étape est la **décantation**. Elle permet d'éliminer les matières en suspension et les flocons par gravité. Le mélange eau/flocons entre dans le décanteur à vitesse réduite de façon à éviter les turbulences. Les particules alourdies se déposent au fond de l'ouvrage et l'eau clarifiée est récupérée dans des goulottes, en surface.

On peut aussi, à l'inverse, favoriser la clarification par entraînement des particules en surface, c'est la **flottation**. Grâce à l'injection d'air, qui s'accroche aux matières en suspension, les flottants sont récupérés en surface par un bras racleur.

## Schéma de principe du traitement coagulation-floculation-décantation



**A** : Arrivée de l'eau à traiter

**B** : Zone d'injection des réactifs, amélioration de la coagulation par agitation rapide

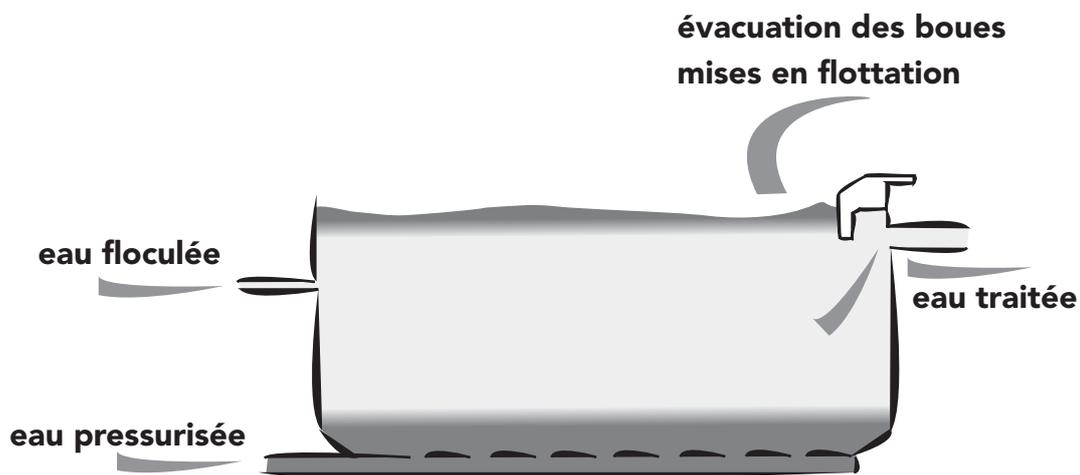
**C** : Zone de floculation, brassage lent pour favoriser le grossissement des particules.

**D** : Zone de décantation, séparation des flocons qui se tassent au fond

**E** : L'eau surnageante s'écoule par le haut

**F** : Le décantat, appelé "boues" est retiré par le fond

Sur ce schéma, le flottateur remplace le décanteur :



### 3-1-2 La filtration

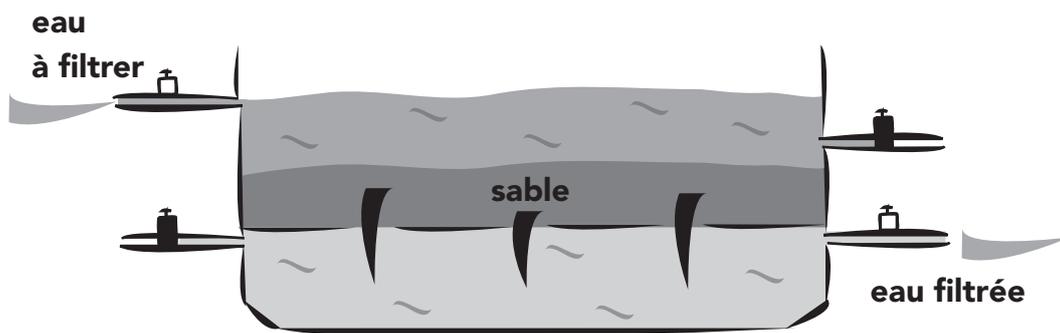
C'est un procédé qui permet de retenir les matières en suspension qui n'ont pas été piégées lors de l'étape de clarification.

Le type de filtration mise en œuvre est le plus souvent une filtration sur lit filtrant. Le matériau utilisé est le sable. Ainsi, l'eau clarifiée passe dans une couche de sable qui retient les particules et laisse passer l'eau filtrée.

Le filtre peut jouer un double rôle suivant les conditions d'exploitation :

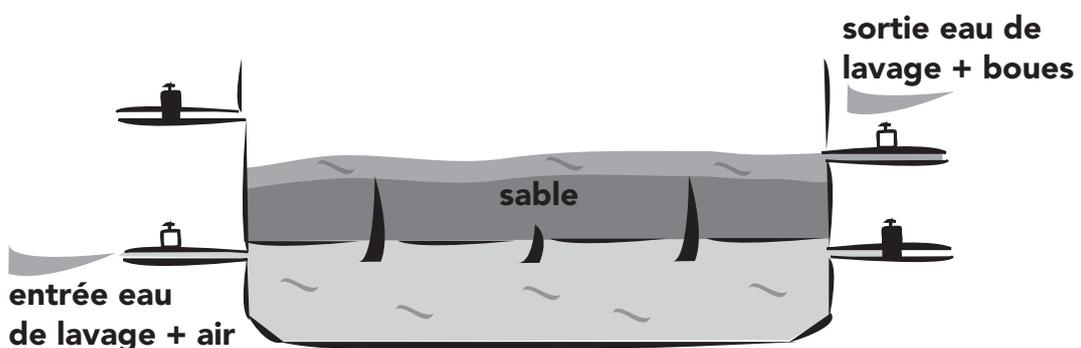
d'une part, il retient les matières en suspension par filtration et d'autre part, il constitue un support bactérien permettant un traitement biologique, c'est-à-dire une consommation des matières organiques et de l'ammoniaque par les bactéries qui se sont développées sur le sable.

Filtre à sable en situation de filtration :



Le filtre à sable nécessite un nettoyage périodique afin d'éliminer les matières retenues entre les grains qui ralentissent le passage de l'eau.

Filtre à sable en situation de lavage à contre courant :



### 3-1-3 La désinfection

L'objectif de ce traitement est d'éliminer les micro-organismes présents dans les eaux, susceptibles d'être pathogènes (qui peuvent causer une maladie).

Pour cela, on utilise l'oxydation chimique, avec des oxydants comme le chlore, le bioxyde de chlore, l'ozone ou bien encore les rayonnements ultra-violetts.

La chloration est actuellement le procédé de désinfection le plus fréquemment rencontré.

Le chlore liquide ( $Cl_2$ ) est injecté à des doses précises; un temps de contact suffisant doit être respecté afin d'assurer une efficacité maximale de l'oxydation. La combinaison du chlore et de la matière organique, lorsqu'elle est incomplètement éliminée au cours des étapes précédentes, conduit à la formation de composés sapides (qui donnent un goût).

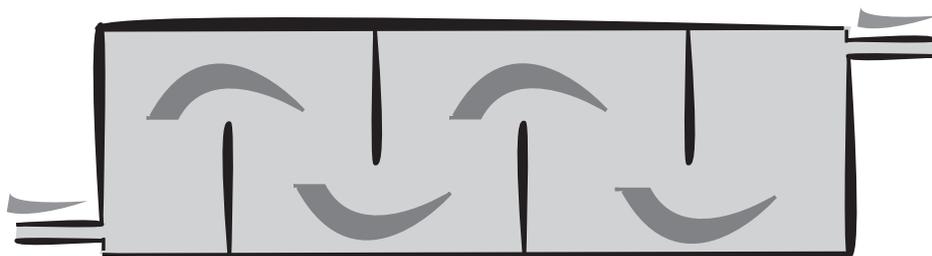
Le bioxyde de chlore ( $ClO_2$ ), sous forme liquide, évite la formation de ces composés.

On utilise parfois l'eau de Javel ( $NaOCl$ ), sur de petites installations.

L'ozone ( $O_3$ ) est un gaz qui tend à être de plus en plus fréquemment utilisé par les usines de production d'eau potable, grâce à son action étendue. En effet, outre son caractère désinfectant, il contribue à la réduction des goûts, des couleurs... Le complément par l'utilisation d'un désinfectant rémanent est nécessaire pour protéger l'eau lors de son transport jusque chez l'utilisateur.

Les rayons ultra-violetts ont un pouvoir germicide élevé. Ils agissent sur des eaux parfaitement claires. Tout comme l'ozone, les UV n'ont pas d'action rémanente, c'est-à-dire qu'ils ont une action limitée dans le temps.

**Installation destinée à augmenter le temps de contact après l'injection des produits désinfectants**



### 3-1-4 Les traitements de "finition"

Les "traitements de finition" sont le plus souvent constitués d'une filtration sur charbon actif en grain, voir une oxydation à l'ozone.

Par exemple, les goûts sont difficiles à traiter sur une filière classique, puisqu'ils sont dus, essentiellement, à des substances dissoutes qui ne sont pas éliminées lors des phases de clarification ou de filtration sur sable.

Le charbon actif est un matériau poreux qui possède une très grande surface spécifique (5 m<sup>2</sup>/g) qui permet l'adsorption et la dégradation par voie biologique de substances chimiques comme les micropolluants que l'on peut rencontrer à l'état de traces dans les eaux brutes.

L'utilisation de membranes pour affiner l'eau est de plus en plus fréquente. Elles permettent de retenir des particules moléculaires d'une taille inférieure au centième de micromètre.

## 3-2 Les traitements particuliers

Certaines substances ne sont pas atteintes par le seul traitement classique.

Si leur quantité est supérieure à la norme, un traitement particulier est nécessaire.

### 3-2-1 Dureté, agressivité et pH

Les eaux naturelles contiennent différents éléments chimiques dissous.

Selon leurs concentrations, ils confèrent à l'eau des caractéristiques particulières.

Une eau peut être **dure** ou **douce**, **entartrante** ou **agressive**.

La **dureté** de l'eau provient d'une concentration excessive en sels de calcium et de magnésium. Une **eau dure** consomme du savon (il en faut davantage pour obtenir de la mousse) et n'est pas favorable à la cuisson des légumes.

Le caractère entartrant (dépôt de calcaire) ou agressif provient des conditions d'équilibre entre le gaz carbonique dissous dans l'eau et le calcium.

Suivant les conditions d'équilibre entre le bicarbonate de calcium, Ca (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, l'élément le plus répandu, et le dioxyde de carbone, l'eau peut être **agressive** (dissolution de carbonate de calcium) ou **entartrante** (dépôt de carbonate de calcium ou calcaire).

Le phénomène d'entartrage, qui provoque le plus de désagréments dans les installations des usagers, dépend donc de **l'équilibre calco-carbonique**.

Pour réduire la concentration en calcium et limiter les risques de dépôt calcaire, plusieurs méthodes sont possibles :

- l'adoucissement sur résines échangeuses d'ions (remplacement des ions  $\text{Ca}^{2+}$  par des ions  $\text{Na}^+$ )
- la décarbonatation à la chaux.

Au contraire, lorsque l'on veut augmenter la dureté de l'eau, on injecte, dans la plupart des cas, du gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) et de la chaux ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

Les corrections de pH qui permettent de déplacer cet équilibre sont obtenues par ajout de réactifs comme la soude, la chaux, l'acide sulfurique...

### **3-2-2 Le fer et le manganèse**

Leur élimination s'effectue par oxydation chimique ou biologique, suivie d'une rétention des hydroxydes formés.

L'oxydation chimique du fer est obtenue par injection d'air ou d'oxygène.

Le manganèse nécessite un oxydant plus puissant, le plus souvent du permanganate de potassium.

L'oxydation biologique fait intervenir des actions bactériennes qui transforment le fer et le manganèse en hydroxydes.

### **3-2-3 Les nitrates**

Deux grands procédés sont utilisés pour éliminer ou transformer les nitrates :

- un procédé physico-chimique fait intervenir des résines spécifiques; des chlorures et des hydrogéné-carbonates vont se substituer aux nitrates
- un procédé biologique qui consiste en une réduction en azote gazeux, en l'absence d'oxygène (se reporter au schéma, page 18, du fascicule "Pollution et épuration de l'eau"). Dans le cas de l'eau potable, les bactéries sont fixées sur un support qui sert également de filtre.

### 3-2-4 L'ammoniaque

Son élimination peut être réalisée par voie chimique ou biologique :

- L'oxydation chimique par le chlore transforme l'ammoniaque en azote gazeux. Ce procédé peut entraîner la formation de sous produits de chloration à l'origine de mauvais goûts
- L'oxydation biologique est assurée par des bactéries nitrifiantes qui transforment l'ammoniaque en nitrites puis en nitrates. C'est lors de la filtration sur sable que ce procédé peut être développé.

### 3-2-5 La matière organique

La matière organique naturelle qui n'est pas éliminée par la filière classique peut être traitée à l'ozone, ce qui entraîne une décoloration et une désodorisation de l'eau. Elle peut également être adsorbée et/ou filtrée biologiquement sur du charbon actif en grain.

### 3-2-6 Les micropolluants organiques

Ce sont essentiellement les procédés d'oxydation et d'adsorption qui permettent l'abattement de ces pollutions. L'ozone, oxyde plus ou moins facilement ces substances. L'adsorption sur charbon actif (qu'il soit en grain, sur des filtres ou en poudre, injecté au niveau de la clarification), permet une rétention de la plupart des micropolluants.

## 4 Un résidu, les boues, leur devenir

Les divers traitements, lavage des filtres, purge des décanteurs ou des flottateurs, produisent des "boues". Très chargées en hydroxydes, carbonates..., elles ne peuvent être rejetées sans traitement préalable. Dans la plupart des cas, elles suivent des filières identiques à celles des boues issues de l'épuration des eaux usées. Se reporter au fascicule "Pollution et épuration de l'eau" page 18 à 20.

# 5 Transport, stockage et distribution

## 5-1 Transport de l'eau

Du captage au traitement, l'eau est transportée par des **conduites d'adduction**.

Du traitement à la distribution, ce sont des **conduites de transfert**.

Le transport s'effectue sous pression, grâce aux stations de pompage et par écoulement gravitaire au départ des châteaux d'eau.

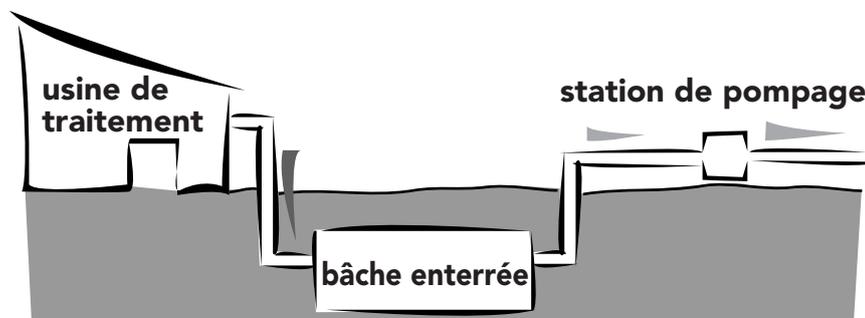
La désinfection doit être poursuivie durant le transport et la distribution lorsque le réseau est important. En effet, au fur et à mesure que le temps de transfert augmente, le désinfectant introduit lors du traitement est consommé.

Cette fonction est assurée par des postes de chloration situés en quelques points du réseau ou sur les lieux de stockage, évitant la prolifération de micro-organismes.

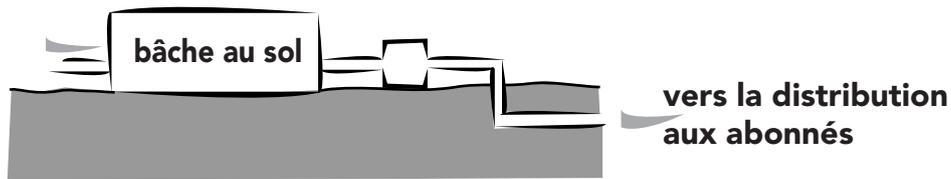
## 5-2 Stockage de l'eau

Pour pouvoir satisfaire à tout moment la demande en eau potable des abonnés, on crée des réserves qui permettent de gérer les pointes de consommation.

Elles peuvent être situées sur le lieu de traitement (ce sont souvent des baches enterrées) ou en différents points du réseau, ce sont alors des baches au sol, ou des réservoirs surélevés (châteaux d'eau).



La station de pompage refoule l'eau traitée vers les réservoirs relais.



**Bâche au sol. La pression à l'aval est maintenue par le pompage**



**Le niveau d'eau dans le château d'eau est maintenu par le pompage. L'écoulement est gravitaire.**

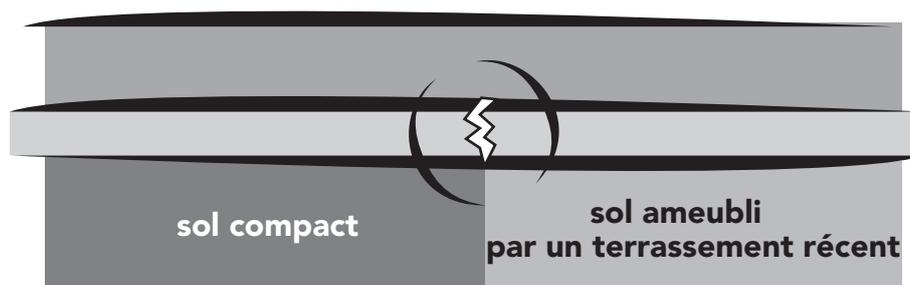
### 5-3 Réseau de distribution

Le réseau de distribution est constitué de conduites partant du réservoir et allant vers les zones d'habitation et les zones industrielles.

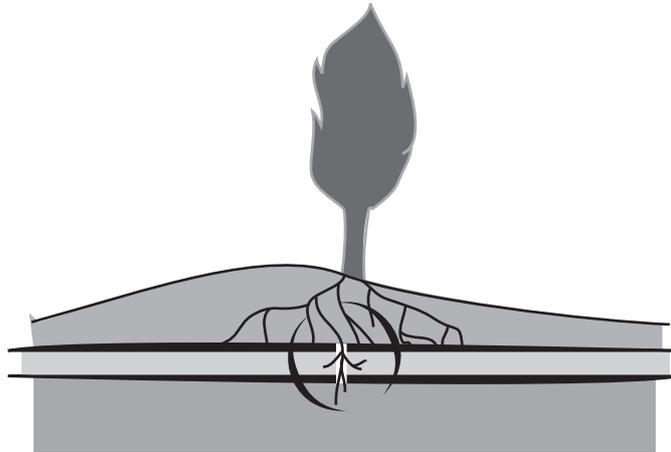
Les conduites sont exposées à des dangers divers, provoquant des détériorations pouvant aller de la fissure à la rupture.

La matière qui compose les conduites varie suivant le diamètre, la pression, la nature du sol, le type d'obstacle à franchir...

Ci dessous, quelques exemples d'incidents pouvant survenir sur les canalisations :



**Tassement différentiel du terrain provoquant une fracture**



Déformation d'un joint par les racines d'un arbre provoquant une fuite.  
De plus, le développement d'un "chevelu" à l'intérieur risque d'obstruer la conduite

À proximité de chaque abonné, une conduite de petit diamètre est piquée sur la canalisation principale : c'est le **branchement**.

À l'arrivée chez l'abonné, le compteur installé sur la conduite permet, grâce à des relevés périodiques, de connaître les volumes d'eau consommés et d'établir la facturation.

La gestion de la distribution d'eau potable est facilitée par la télégestion qui permet de contrôler et gérer, à distance, les ouvrages de production et distribution.

# 6 Conclusion



L'eau potable n'est pas tout à fait qu'un "bien du ciel". Avant de parvenir au robinet, elle a subi des traitements plus ou moins poussés, elle a été stockée, acheminée puis distribuée.

L'eau potable est donc une denrée rare et précieuse qui a un coût, et qu'il ne faut pas gaspiller.

Par ailleurs, il faut garder à l'esprit qu'elle est produite à partir de ressources naturelles qu'il convient de protéger afin d'éviter la mise en place de traitements complexes et coûteux.



# «*Le grand voyage de Perle d'eau*»

## Bon de commande

Pour un montant forfaitaire de **15 euros par classe**, l'agence de l'eau vous expédiera le livret «*Le grand voyage de Perle d'eau*» pour chaque élève de cours moyen. Merci de nous retourner ce bon de commande **accompagné de votre règlement libellé à l'ordre du Trésor Public**.

Vous précisez à la commande	Vous recevrez
<p>Nombre d'établissements</p> <input data-bbox="416 786 536 864" type="text"/>  <p>Nombre de classes de CM</p> <input data-bbox="416 969 536 1048" type="text"/>  <p>Nombre total d'élèves</p> <input data-bbox="416 1131 536 1209" type="text"/>	<p>Gratuitement, pour chaque établissement, 5 «cahiers du maître» :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- le milieu naturel en eau douce</li><li>- pollution et épuration de l'eau</li><li>- l'alimentation en eau potable</li><li>- à la découverte des eaux souterraines</li><li>- le bassin versant</li></ul> <p>Un relevé de cession (facture) d'un montant correspondant à 15 euros par classe</p> <p>Un livret «<i>Le grand voyage de Perle d'eau</i>» <b>pour chaque élève</b></p>

### Adresse de l'envoi

Nom.....

A l'attention de .....

Adresse .....

Code postal..... Localité .....

### Adresse de la facturation

Nom.....

A l'attention de .....

Adresse .....

Code postal..... Localité .....

Date:

Signature :

Bon de commande à retourner à :



Ce livret appartient au kit pédagogique "PERLE D'EAU",  
conçu par l'agence de l'eau Loire-Bretagne.

Il se compose de 5 cahiers pédagogiques pour les enseignants ou éducateurs :

- n°1 - le milieu naturel en eau douce
- n°2 - la pollution et l'épuration de l'eau
- n°3 - l'alimentation en eau potable
- n°4 - à la découverte des eaux souterraines
- n°5 - le bassin versant

ainsi que d'un livret abondamment illustré pour les élèves de cycle 3 qui décrit sous la forme  
d'un conte, les différentes aventures de perle d'eau, petite goutte transparente et pure...

En mettant à la disposition des éducateurs des outils pour sensibiliser les plus jeunes,  
l'agence de l'eau participe à la formation des futurs écocitoyens.

Elle contribue ainsi à promouvoir le respect de l'eau, ressource naturelle, indispensable, et ô  
combien fragile !



Pour un montant forfaitaire de 15 € par classe,  
l'agence de l'eau vous expédiera le livret "Le grand voyage de Perle d'eau"  
pour chaque élève de votre classe accompagné d'un jeu des 5 cahiers pédagogiques.



*Établissement public du ministère  
chargé du développement durable*

Agence de l'eau Loire-Bretagne - avenue Buffon - BP 6339 - ORLÉANS CEDEX 2  
tél. : 02 38 51 73 73 - fax : 02 38 51 74 74 - [www.eau-loire-bretagne.fr](http://www.eau-loire-bretagne.fr)

ISBN : 978-2-916869-22-3