

## 1. LES EAUX NATURELLES

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface retenues (barrages, lacs, rivières) ou en écoulement et des eaux de mer.

### 1.1. LES EAUX SOUTERRAINES

#### 1.1.1. *Origine*

La porosité et la structure du terrain déterminent le type de nappe et le mode de circulation souterraine.

Une nappe peut être **libre**. Elle est alors alimentée directement par l'infiltration des eaux de ruissellement. Le niveau de cette nappe fluctue en fonction de la quantité d'eau retenue.

Une nappe peut être **captive**. Elle est alors séparée de la surface du sol par une couche imperméable. Elle est généralement plus profonde.

Un cas particulier est représenté par les **nappes alluviales**: ce sont les nappes situées dans les terrains alluvionnaires sur lesquels circule un cours d'eau. La qualité de ces eaux est alors directement influencée par la qualité de l'eau de la rivière.

**Le stockage et la circulation** de l'eau de nappe peuvent se situer dans la totalité de la couche géologique considérée: c'est le cas des terrains poreux tels que sables, grès, alluvions. Ils peuvent s'établir dans des fissures ou fractures de roches compactes. Les roches compactes à fissures étroites sont représentées par la plupart des roches éruptives ou métamorphiques. Ces roches ne sont pas intrinsèquement perméables. L'eau pénètre les roches et y circule grâce aux fissures localisées et dispersées.

Les roches compactes à fissures larges ou à cavernes sont typiquement représentées par les terrains calcaires: les fissures originelles sont progressivement élargies par dissolution dans l'eau chargée de gaz carbonique qui y circule; on aboutit à des cavernes importantes, avec parfois formation de vrais cours d'eau souterrains; c'est le relief **karstique**. On peut aussi trouver rarement des marnes et exceptionnellement du grès.

#### 1.1.2. *Caractéristiques générales*

La nature géologique du terrain a une influence déterminante sur la **composition chimique** de l'eau retenue. A tout instant, l'eau est en contact avec le sol dans lequel elle stagne ou circule: il s'établit un équilibre entre la composition du terrain et celle de l'eau. Les eaux circulant dans un sous-sol sablonneux ou granitique sont acides et peu minéralisées. Les eaux circulant dans des sols calcaires sont bicarbonatées calciques.

Parmi les caractéristiques de ces eaux, il faut retenir une faible turbidité, une température et une composition chimique constantes, l'absence presque générale d'oxygène. Dans le cas des nappes en milieu fermé, principalement en circulation de type karstique, on peut cependant relever des variations brutales dans la composition de l'eau, avec apparition de turbidité et de pollution diverses. Ces variations sont liées à celles du débit de la nappe engendrées par les précipitations. En outre, les eaux souterraines sont souvent d'une grande pureté bactériologique.

### **1.1.3. Potabilité**

Les eaux souterraines ont, pendant longtemps, été synonymes "d'eaux propres" et répondant naturellement aux normes de potabilité. Ces eaux sont en effet moins sensibles aux pollutions accidentelles.

Une nappe libre, étant alimentée par toute la surface du sol située au-dessus d'elle, est plus sensible qu'une nappe captive. Les nappes alluviales sont aussi menacées sur toute leur surface et par l'ensemble des affluents de la rivière. Lorsqu'une nappe souterraine a été polluée, il est très difficile de récupérer sa pureté originelle: les polluants ayant contaminé la nappe sont en effet non seulement présents dans l'eau, mais également fixés et adsorbés sur les roches et minéraux du sous-sol.

Les eaux souterraines peuvent aussi contenir des éléments à des concentrations dépassant largement les normes de potabilité. Ceci est dû à la composition du terrain de stockage. On peut citer Fe, Mn, H<sub>2</sub>S, F...

Les eaux souterraines doivent être traitées avant distribution toutes les fois que la concentration d'un ou plusieurs éléments dépasse la valeur autorisée par les règlements en vigueur.

### **1.1.4. Eaux minérales et eaux de source**

Les eaux minérales sont des eaux profondes qui peuvent contenir certains éléments en concentration supérieure à la concentration autorisée pour les eaux potables et qui sont douées de propriétés thérapeutiques reconnues.

Elles sont distribuées en bouteille, avec parfois certains traitements bien définis comme décantation naturelle, déferrisation par simple aération, élimination et/ou réincorporation du CO<sub>2</sub> originel.

Les eaux de source sont des eaux qui, contrairement aux eaux minérales, doivent répondre, à l'émergence, aux critères de potabilité, et ne peuvent subir aucun traitement.

A ces deux types d'eaux, on peut opposer le terme "**eaux de table**" qui correspond à des eaux embouteillées dont le seul critère est de répondre aux normes de potabilité, tout traitement préalable étant autorisé.

## **1.2. LES EAUX DE SURFACE**

Ce terme englobe toutes les eaux circulant ou stockées à la surface des continents.

### **1.2.1. Origine**

Elles ont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau, de rivière, soit les eaux de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (lacs) ou artificielles (retenues, barrages) caractérisées par une surface d'échange eau atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour appréciable.

### 1.2.2. Caractéristiques générales

La **composition chimique** des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains. Par échange à la surface eau-atmosphère, ces eaux se chargent en gaz dissous (oxygène, azote, gaz carbonique).

les éléments caractéristiques des eaux de surface par rapport aux eaux souterraines. Il faut noter

- présence quasi-générale de gaz dissous, en particulier l'oxygène,
- concentration importante en **matières en suspension**, tout au moins pour les eaux courantes. Ces matières en suspension sont très diverses, allant des particules colloïdales aux éléments figurés entraînés par les rivières en cas d'augmentation importante du débit. Dans le cas des eaux de barrage, le temps de séjour provoque une décantation naturelle des éléments les plus grossiers: la turbidité résiduelle est alors colloïdale,
- présence de **matières organiques** d'origine naturelle provenant de la décomposition des organismes végétaux ou animaux vivant à la surface du bassin versant ou dans la rivière et qui se décomposent après leur mort (végétaux, animaux...),
- présence de **plancton**: les eaux de surface sont le siège d'un développement important de phytoplancton (algues...) et de zooplancton. Dans certaines conditions, une vie aquatique intense peut se développer: développement de végétaux macrophytes, de poissons.
- **variations journalières** (différence de température, d'ensoleillement) ou saisonnières: variations climatiques (température, fonte des neiges), de végétation (chute des feuilles). Elles peuvent être aléatoires: pluies soudaines, orages, pollutions accidentelles. Dans les retenues d'eau de surface, la qualité de l'eau varie de la surface de l'eau jusqu'au fond de la retenue (O<sub>2</sub>, Fe, Mn, oxydabilité, plancton). Le profil de chacun de ces paramètres varie lui-même en fonction des périodes de l'année,
- pollution organique conduisant souvent à l'eutrophisation des eaux.

### 1.2.3. Potabilité des eaux de surface

Les eaux de surface sont rarement potables sans aucun traitement. Outre les éléments signalés en 1.2.2., les eaux de surface sont généralement polluées bactériologiquement. De plus, elles peuvent présenter plusieurs pollutions :

- d'origine urbaine: les rejets provenant de la collecte des ERU (métabolisme de l'homme, confort domestique), après leur traitement en station d'épuration,
- d'origine industrielle: polluants et micropolluants organiques (hydrocarbures, solvants, produits de synthèse, phénols) ou inorganiques (métaux lourds, ammoniac, produits toxiques),
- d'origine agricole: engrais et produits pesticides ou herbicides entraînés par les eaux de pluie et le ruissellement. Également rejets organiques dus à la présence d'élevages importants.

## 1.3. EAUX DE MER ET EAUX SAUMATRES

Ces eaux sont caractérisées par une **salinité** importante, qui peut varier selon les origines :

Certaines **caractéristiques physiques** de l'eau de mer sont particulièrement importantes: turbidité, matières en suspension, nombre de particules (de plus de 2 ou 5  $\mu\text{m}$  par ml ou 100 ml), indice de colmatage. Elles sont très **variables** selon la localisation

- en pleine mer, les MES sont représentées essentiellement par le zooplancton et le phytoplancton, dont la valeur est de quelque  $\text{mg.l}^{-1}$ ,
- près des rivages: la teneur en sable peut être importante selon l'agitation (vent, marées) et la profondeur (présence d'un plateau continental).

De plus, à proximité des agglomérations, la pollution par des rejets urbains et industriels peut devenir prépondérante: la teneur en MES peut varier de plusieurs dizaines de  $\text{mg.l}^{-1}$  à une ou deux centaines,

- dans les estuaires, la rencontre du courant fluvial avec l'eau de mer et l'influence de la marée (avec remontée de l'eau de mer dans le lit du fleuve et présence d'un mascaret) sont la cause de variations importantes de la salinité et de la teneur en MES de l'eau prélevée en un point donné. L'agitation provoquée par l'inversion du courant remet en suspension des sédiments, avec formation d'un "bouchon" dont la teneur en MES peut atteindre plusieurs  $\text{g.l}^{-1}$ , la teneur en plancton peut également être très variable selon les conditions géographiques (mer peu profonde et peu agitée) et climatiques (floraison d'algues en mer du Nord par exemple).

## **LES EAUX DE CONSOMMATION**

### **1.1. QUANTITÉS NÉCESSAIRES**

On admet que l'homme consomme, en moyenne, 2 litres d'eau par jour pour la boisson et la cuisson des aliments. Cette quantité dépend des conditions climatiques et peut aller jusqu'à 3 ou 4 litres en pays chaud, mais reste faible par rapport à la consommation domestique de l'eau. Celle-ci peut varier de quelques litres par jour dans les pays sans adduction publique et à faible confort ménager, jusqu'à plusieurs centaines de litres dans les pays très développés.

### **1.2. POURQUOI TRAITER?**

Dans tous les cas, l'eau mise à disposition du consommateur dans le réseau de distribution doit être traitée, même si l'homme n'en consomme directement qu'une très faible proportion. Il est en effet dangereux pour la santé et économiquement prohibitif d'envisager un double réseau de distribution, l'un des réseaux distribuant l'eau destinée à la consommation et l'autre réseau distribuant l'eau destinée aux autres usages. Quel que soit l'usage qu'en fera le consommateur, l'eau arrivant au robinet de ce consommateur doit donc être "potable". Il est nécessaire de traiter l'eau chaque fois que l'un des paramètres analytiques est supérieur aux normes en vigueur dans le pays considéré. L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) établit pour chaque paramètre, des recommandations qui doivent être adaptées dans chaque pays, en fonction de l'état sanitaire et des considérations économiques de ce pays, pour aboutir aux normes réglementaires nationales.

### 1.3. CRITÈRES DE CHOIX

Le choix de l'eau à traiter avant distribution dépend de plusieurs facteurs. Pour chacune des ressources dont on dispose (eau souterraine, eau de surface courante ou stockée), on évalue :

- **la quantité:** la "source" doit être capable de fournir, en toute circonstance, la quantité d'eau nécessaire.

Dans les pays à précipitations très variables, il peut être nécessaire de prévoir un barrage pour retenir pendant les périodes de pluies la quantité dont on aura besoin en période sèche,

- **la qualité:** la qualité de l'eau brute dont on dispose doit être compatible avec la législation en vigueur dans certains pays. Il faut déterminer le procédé de traitement le mieux adapté pour potabiliser cette eau. Ce procédé doit être évalué en tenant compte de la variabilité de la qualité de l'eau au cours des années précédentes (variations journalières, saisonnières, climatiques) et des variations potentielles que l'on peut supposer pour le futur (construction d'un barrage par exemple). Il faut, en outre, se rappeler que, eau souterraine n'est pas synonyme d'eau pure de nombreuses nappes sont en effet polluées soit bactériologiquement, soit par des nitrates, des produits phytosanitaires, des solvants chlorés ou des hydrocarbures.

- **l'économie:** il faut ensuite comparer les coûts d'investissement et de fonctionnement relatifs à chacune des ressources disponibles, pour assurer à la fois la quantité et la qualité de l'eau à distribuer stockage et transport de l'eau brute, traitement de l'eau, stockage et transport de l'eau traitée.

### 1.4. IMPURETÉS DE NATURE BIOLOGIQUE

Toutes les eaux sont susceptibles d'être polluées par des micro-organismes.

#### 1.4.1. Bactéries et virus

Les **bactéries test** de contamination fécale sont apportées par les rejets d'eaux résiduaires urbaines effectués dans l'environnement, que ce soit avec ou sans traitement. Ces bactéries sont le révélateur d'une contamination possible par des bactéries ou virus, pathogènes pour l'homme.

Le développement de **germes banals** peut créer de graves problèmes dans les réseaux de distribution: consommation de l'oxygène dissous, corrosion, apparition de mauvais goûts.

#### 1.4.2. Micro-organismes divers phytoplancton et zooplancton

Les eaux de surface contiennent de nombreux organismes constituant le phytoplancton et le zooplancton. Plusieurs de ces organismes, dont certains Actinomycètes et certaines Cyanophycées, sécrètent des composés (comme la géosmine) donnant à l'eau un goût et une odeur désagréable. D'autres sont pathogènes pour l'homme (amibes).

La présence d'algues et de macroorganismes dans le réseau (Asellus, Copépodes, Nématodes) est désagréable pour le consommateur, et leur développement peut aboutir à des désordres importants (prolifération, dépôts, apparition de conditions anaérobies).

De plus, pendant leur développement ou au moment de leur mort, certains microorganismes (Cyanophycées par exemple) émettent des métabolites toxiques pour les animaux supérieurs.

## 1.5. IMPURETÉS MINÉRALES

Certaines de ces impuretés ont une influence sur les qualités organoleptiques de l'eau, son aspect esthétique, ou son comportement dans le réseau de distribution, mais sont sans effet appréciable sur la santé du consommateur, alors que d'autres ont un effet reconnu.

### • **La turbidité :**

C'est, avec la couleur, le premier paramètre perçu directement par le consommateur. Toutes les eaux sont turbides, mais une turbidité trop importante provoque un rejet de la part de l'utilisateur. La turbidité doit aussi être éliminée pour d'autres raisons :

- permettre une bonne désinfection de l'eau,
- éliminer tout polluant adsorbé sur les matières en suspension (métaux lourds...),
- éviter tout dépôt dans le réseau de distribution.

### • **La couleur :**

La couleur peut être due à certaines impuretés minérales (fer...) mais également à certaines matières organiques (acides humiques, fulviques). Elle doit être éliminée pour rendre l'eau agréable à boire.

L'élimination de la couleur s'accompagne également de l'élimination de certaines matières organiques indésirables (précurseurs de composés haloformes...).

### **La minéralisation :**

L'alcalinité et la dureté participent à l'équilibre calcocarbonique de l'eau conjointement avec le pH et l'acide carbonique dissous. On cherche à distribuer une eau à l'équilibre pour éviter l'entartrage ou la corrosion des réseaux. Une quantité trop importante de sulfates a un effet sur le goût de l'eau et peut la rendre laxative. Une quantité trop importante de chlorures affecte aussi le goût de l'eau et la rend corrosive.

### • **Les gaz dissous :**

L'H<sub>2</sub>S est révélateur de conditions anaérobies, et d'un potentiel d'oxydoréduction trop bas; il provoque de mauvaises odeurs et peut être à l'origine de corrosion. Il doit être éliminé.

### • **L'ammonium NH<sub>4</sub>**

Il n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur, mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution. Dans les eaux profondes, la présence de NH<sub>4</sub> peut également être due aux conditions réductrices régnant dans une nappe. L'ammonium doit être éliminé dans les eaux de consommation, car c'est un aliment qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution.

## 1.6. IMPURETÉS ORGANIQUES

De nombreuses substances organiques naturelles sont présentes dans les eaux, souterraines ou de surface. Elles se classent en 6 groupes principaux: substances humiques, acides hydrophiliques, acides carboxyliques, peptides et aminoacides, hydrates de carbone et hydrocarbures.

## **TRAITEMENT DES EAUX DE CONSOMMATION**

Une installation de traitement d'eau destinée à la consommation doit produire, en toutes circonstances, une eau répondant aux normes (fixées dans chaque pays) alors que l'eau brute peut avoir, avant traitement, des caractéristiques variables, tout particulièrement si cette eau est une eau de surface.

Pour faire face à ces variations, la conception de l'installation peut faire appel à plusieurs procédés qu'il faut rechercher leur combinaison la plus judicieuse, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique (investissement et tout de fonctionnement).

Les principales chaînes de traitement qu'on peut rencontrer, et qui doivent être complétées par des traitements spécifiques éventuellement rendus nécessaires par la présence d'un composé bien déterminé et indésirable (fluor, nitrate, calcium...).

Une eau claire et sans pollution, dont le seul traitement peut être une désinfection destinée à assurer la qualité microbiologique. Une eau dont les seules impuretés sont des MES. Une simple filtration avant désinfection est suffisante. Lorsque l'eau contient une faible quantité de colloïdes, ou présente une couleur plus importante, une coagulation sur filtre permet de résoudre le problème. Si la quantité de coagulant nécessaire à l'élimination des colloïdes ou de la couleur devient trop élevée le volume de flot formé devient très important, ce qui provoquerait un colmatage rapide du filtre et des lavages trop fréquents; il est indispensable de prévoir un étage de séparation du flot formé (décantation ou flottation) avant filtration. Le flot formé après (addition de coagulant permet de bien clarifier l'eau. Ce flot a également des propriétés adsorbantes et certains polluants dissous peuvent s'adsorber à sa surface. Mais si la concentration en MO polluantes est trop importante, il peut être indispensable de mettre en place des traitements complémentaires: oxydation ou adsorption qui peuvent se combiner avec l'un ou l'autre des traitements de clarification.

Certaines de ces étapes de traitement micro-organismes dont l'effet peut être ont un effet biologique : dès bénéfique pour l'eau traitée; c'est le cas qu'un procédé de traitement met en des étages de filtration (sur sable et sur oeuvre une interface solide liquide, cette CAG) et, pour une faible part, du lit de interface favorise le développement de boue des appareils de décantation.

### **1.1. PROCESSUS ÉLÉMENTAIRES DU TRAITEMENT DE L'EAU**

#### **1.1.1 DÉGRILLAGE**

Le dégrillage est une opération indispensable qui permet :

- de protéger la station contre l'arrivée intempestive de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation.
  - de séparer et évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute qui pourraient nuire l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer l'exécution.
- L'opération est plus ou moins efficace, en fonction de l'écartement des barreaux des grilles et l'on distingue : le dégrillage fin pour un écartement de 3 à 10 mm, le dégrillage moyen pour un écartement de 10 à 25 mm, le prédégrillage pour un écartement de 50 à 100 mm.

#### **1.1.2 TAMISAGE**

Le tamisage assure un dégrillage poussé par filtration des eaux brutes sur toile, treillis ou tôle perforée, à mailles plus ou moins fines. La quantité de matières solides retenue

sur le tamis étant très supérieure à celle retenue par les grilles, il y a lieu de procéder automatiquement à leur nettoyage.

Suivant la dimension des orifices de passage du support, c'est-à-dire la finesse de la filtration, on distingue deux variantes :

-le macro-tamissage (mailles supérieures à 0,3 mm) est destiné à retenir certaines matières en suspension, flottantes ou semi-flottantes, débris végétaux ou animaux, insectes, brindilles, algues, herbes, etc. de dimensions comprises entre 0,2 mm et quelques millimètres,

-le micro-tamissage (mailles inférieures à 100 microns) réalise les séparations des matières en suspension de très petites dimensions et peut être considéré suivant les cas, comme un traitement partiel ou total.

La technique de macro-tamissage est la seule utilisée de façon courante en station d'épuration.

Les appareils de macro-tamissage utilisables en prétraitement peuvent être classés en :

-appareils installés au fil de l'eau, à faible perte de charge : macro-tamis rotatifs, tamis fixes raclés et grilles continues à chaîne filtrante auto-nettoyante,

- appareils nécessairement alimentés par pompage : tamis auto-nettoyants statiques ou rotatifs, filtres mécaniques.

On peut aussi considérer le dispositif de nettoyage et d'extraction des déchets en distinguant les tamis à lavage par eau sous pression et les tamis à évacuation mécanique des déchets.

### 1.1. 3. COAGULATION – FLOCCULATION

#### 2.7.3.1. *Matières en suspension et colloïdes*

L'eau contient de nombreux composés qui peuvent se regrouper en trois catégories :

##### · **Matières en suspension**

Ces produits peuvent être d'origine minérale (sables, limons, argiles, ...) ou organique (produits de la décomposition des matières végétales ou animales, acides humiques ou fulviques par exemple). A ces composés s'ajoutent les micro-organismes tels que bactéries, plancton, algues et virus. Ces substances sont responsables, en particulier, de la turbidité et de la couleur.

##### · **Matières colloïdales** (moins de 1 micron)

Ce sont des MES de même origine que les précédentes mais de plus petite taille, dont la décantation est excessivement lente. Elles sont également génératrices de turbidité et de couleur.

##### · **Matières dissoutes** (moins de quelques nanomètres)

Ce sont généralement des cations ou des anions. Une partie de la matière organique est également sous forme dissoute. On trouve aussi des gaz (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, ...)

#### 2.7.3.2. *Rôle de la coagulation - floculation*

Les procédés de coagulation et de floculation facilitent l'élimination des MES et colloïdales. Celle-ci est réalisée dans une étape ultérieure de séparation solide liquide: décantation, flottation ou filtration. L'élimination des substances dissoutes nécessite pour chaque espèce un traitement spécifique, précédé ou non d'une coagulation - floculation, voire d'une séparation solide -liquide.



#### 1.1. 4. DÉCANTATION

La décantation est la méthode de séparation la plus fréquente des MES et des colloïdes.

##### - *DIFFÉRENTS TYPES DE DÉCANTATION*

Divers types de matières décantables sont à distinguer :

- **les particules grenues** décantent indépendamment les unes des autres avec chacune une vitesse de chute constante,

- **les particules plus ou moins floculées** ont des tailles et des vitesses de décantation variables. Lorsque la concentration est faible, la vitesse de chute augmente au fur et à mesure que les dimensions du floc s'accroissent par suite de rencontres avec d'autres particules, c'est la **décantation diffuse**.

Pour des concentrations plus élevées, l'abondance des floccs crée une décantation d'ensemble freinée, le plus souvent caractérisée par une interface nettement marquée entre la masse boueuse et le liquide surnageant: c'est la **décantation en piston**.

#### 1.1. 5. FILTRATION

La filtration est un procédé de séparation qui utilise le passage d'un mélange solide-liquide à travers un milieu poreux (filtre) qui retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtrat).

#### 1.1. 6. OXYDATION – DÉSINFECTION

##### *1.1. 6. 1 OXYDATION PAR L'AIR*

Ces techniques utilisent l'oxygène de l'air et suivent les lois de l'échange gaz - liquide. Il faut rappeler que l'oxygénation d'une eau par aération peut entraîner une modification importante, et non souhaitée, du caractère incrustant ou agressif de l'eau: le stripage du CO<sub>2</sub>, tend à rendre l'eau incrustante et peut conduire à une précipitation du carbonate de calcium.

On peut classer les procédés d'oxydation par le mode de mise en contact des phases liquide et gazeuse:

- ruissellement,
- pulvérisation dans l'air,
- injection d'air dans la masse liquide.

La perte de charge créée par les aérateurs varie très fortement suivant la technique mise en œuvre et modifie en conséquence la ligne piézométrique de la station. Elle peut varier de quelques centimètres, avec les procédés par bullage, à plus de un bar avec les procédés par pulvérisation.

##### *1.1. 6. 2 OXYDATION ET DÉSINFECTION PAR LE CHLORE*

A. Sources de chlore

On utilise le plus souvent soit le chlore, soit les hypochlorites.

###### **. Chlore gazeux**

Il est stocké et livré sous forme liquide dans des récipients sous pression.

###### **. Hypochlorite de sodium**

Les solutions sont caractérisées par leur teneur en chlore actif, qui s'évalue en degrés chlorométriques.

1 degré chlorométrique = 3,17 g de Cl<sub>2</sub> par litre de solution.

**La solution commerciale technique, appelée extrait de javel, titre 47 à 50 °**

## B. Domaines d'emploi

Les installations de stockage de chlore liquide sont soumises à déclaration ou autorisation suivant la quantité de produit stocké et, de ce fait, doivent respecter les prescriptions imposées aux installations classées. Il faut, dans tous les cas, se reporter à la réglementation du pays considéré.

## C. Mise en contact

Le chlore et ses dérivés sont employés pour les eaux de consommation et de piscine, dans les circuits de refroidissement et également pour le traitement tertiaire des effluents urbains.

Le temps de contact nécessaire est essentiellement lié au but visé. A fin de désinfection, il peut atteindre jusqu'à deux heures. Pour des oxydations chimiques, il peut être limité à quelques minutes. Il est important que le mélange de la solution chlorée avec l'eau à traiter soit parfaitement et rapidement obtenu.

### ***1.1. 6. 2 OXYDATION ET DÉSINFECTION PAR LE DIOXYDE DE CHLORE***

Le dioxyde de chlore est un gaz de couleur jaune et d'odeur piquante. Il est à 10 % en volume dans l'air.

mise en oeuvre.

#### \*. Domaine d'emploi

Le dioxyde de chlore est un agent très oxydant, à haut pouvoir décolorant et désodorisant. Son action désinfectante vis-à-vis des micro-organismes est plus rapide que celle du chlore, son effet rémanent est également plus marqué. Il doit être utilisé de préférence au chlore lorsque l'eau à traiter contient des traces de phénols susceptibles de se combiner avec le chlore et de donner à l'eau un goût désagréable de chlorophénols. Il oxyde rapidement les sels de fer qui peuvent ensuite précipiter sous forme d'hydroxyde ferrique insoluble. De la même façon, utilisé en excès, à des doses variables avec le pH de l'eau, il oxyde les sels de manganèse sous forme de dioxyde de manganèse.

- Mise en oeuvre

Les mêmes précautions que pour le chlore doivent être prises pour obtenir un bon mélange et éviter les courts-circuits.

### ***1.1. 6. 3 OXYDATION ET DÉSINFECTION PAR L'OZONE***

#### A. Caractéristiques physiques et thermodynamiques

L'ozone est une variété allotropique de l'oxygène de formule O<sub>3</sub>. Sous forte épaisseur, l'ozone présente une couleur bleue caractéristique.

#### B. Domaines d'utilisation

L'action de l'ozone peut être recherchée pour:

##### **Eaux de consommation**

- l'amélioration des qualités organoleptiques (couleur, seuil de dégustation),
- l'action bactéricide et virulicide,
- l'oxydation des matières organiques,
- l'oxydation de micropolluants,
- l'oxydation de métaux en solution (déferrisation - démanganisation),
- et l'amélioration de la biodégradabilité avant charbon actif en grains, ...

##### **Piscines**

- l'amélioration des qualités visuelles,

- la mise en place d'une barrière virulicide dans le circuit de régénération,
- la dégradation de certaines substances aminées.

### **Eaux industrielles**

- l'oxydation sous toutes ses formes,
- la détoxication,
- la décoloration,
- la désodorisation,
- l'amélioration éventuelle de la biodégradabilité avant traitement biologique.

### **Eaux usées urbaines**

- la désinfection d'eaux usées préalablement épurées, en particulier associée à un traitement par boues activées à l'oxygène pur,
- la désodorisation, en particulier du traitement des boues.<sup>3</sup>