

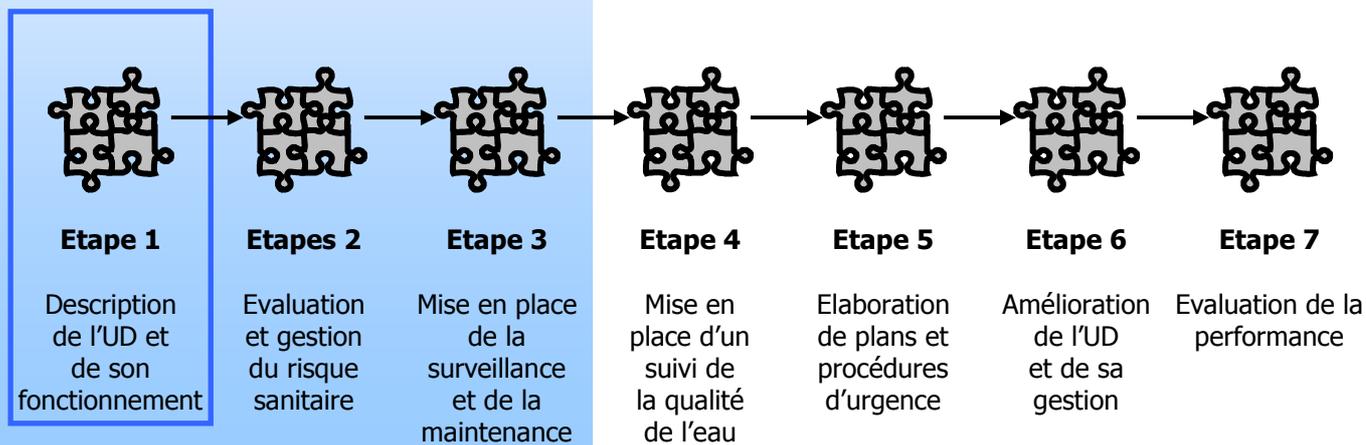


# ELABORER ET METTRE EN ŒUVRE UN PLAN DE SECURITE SANITAIRE DES EAUX

## *Guide 1 :*

### *Description de l'unité de distribution et de son fonctionnement*

Version 2014



Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de la Nouvelle-Calédonie

-----

Service de Santé Publique  
Bureau Santé environnement

-----

5 rue du Général Galliéni  
BP N4  
98851 NOUMEA Cedex

# Table des matières

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
<b>FICHE 1 : COMMENT IDENTIFIER UNE UNITE DE DISTRIBUTION ?.....</b>	<b>4</b>
QU'EST-CE QU'UNE UNITE DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE*? .....	4
UNE UD PEUT SE PRESENTER SOUS PLUSIEURS FORMES :.....	4
<b>FICHE 2 : LES DIFFERENTS ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UNE UNITE DE DISTRIBUTION..</b>	<b>5</b>
<b>FICHE 3 : CONSTRUIRE UN DIAGRAMME DE FONCTIONNEMENT .....</b>	<b>7</b>
POURQUOI ELABORER UN DIAGRAMME DE FONCTIONNEMENT ?.....	7
QUELLES INFORMATIONS SONT A PRENDRE EN COMPTE POUR ELABORER UN DIAGRAMME DE FONCTIONNEMENT ?....	7
UN EXEMPLE DE DIAGRAMME DE FONCTIONNEMENT : .....	8
<b>FICHE 4 : CAPTAGE DES EAUX DE SURFACE.....</b>	<b>10</b>
<b>FICHE 5 : CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES .....</b>	<b>12</b>
<b>ET FORAGE.....</b>	<b>12</b>
COMMENT EST CONSTITUE UN CAPTAGE D'EAU SOUTERRAINE ?.....	12
COMMENT PROTEGER UN CAPTAGE ? .....	13
1. <i>Protection contre la pollution.....</i>	<i>13</i>
2. <i>Protection contre le vandalisme.....</i>	<i>13</i>
3. <i>Les périmètres de protection.....</i>	<i>13</i>
<b>FICHE 6 : TRAITEMENTS DE L'EAU .....</b>	<b>15</b>
LA QUALITE DE L'EAU BRUTE .....	15
POURQUOI TRAITER L'EAU ?.....	15
<b>FICHE 7 : STOCKAGE DE L'EAU .....</b>	<b>17</b>
LES FONCTIONS DU RESERVOIR : .....	17
LES CARACTERISTIQUES DU RESERVOIR : .....	17
<b>FICHE 8 : RESEAU DE DISTRIBUTION.....</b>	<b>19</b>
LES CANALISATIONS (ANNEXE 3) .....	20
LES ACCESSOIRES DE ROBINETTERIE ET DE FONTAINERIE DES RESEAUX.....	20
LES BRANCHEMENTS.....	21
<b>FICHE 9 : EXEMPLE TYPE DE DESCRIPTION D'UNE UD DANS UN PLAN DE SECURITE SANITAIRE DES EAUX.....</b>	<b>22</b>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>27</b>
<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>28</b>
<b>POUR EN SAVOIR PLUS .....</b>	<b>32</b>
<b>ANNEXE 1 : TABLEAUX.....</b>	<b>33</b>
<b>ANNEXE 2 : TYPE DE TRAITEMENT DE L'EAU .....</b>	<b>38</b>
<b>LA CLARIFICATION.....</b>	<b>38</b>
<i>Coagulation-floculation.....</i>	<i>38</i>
<i>Décantation.....</i>	<i>39</i>
<i>Filtration.....</i>	<i>39</i>
<b>LA DESINFECTION .....</b>	<b>40</b>
<b>LA DEFERRISATION .....</b>	<b>44</b>
<b>LA DEMANGANISATION .....</b>	<b>46</b>
<b>LA DESSALINISATION OU LE DESSALEMENT.....</b>	<b>48</b>
<b>ANNEXE 3 : MATERIAUX UTILISES EN AEP .....</b>	<b>51</b>

# Introduction

La première étape dans l'élaboration d'un PSSE est de décrire les unités de distribution (UD). Cette description est aussi un moyen pour que les membres de l'équipe chargés de l'élaboration du PSSE comprennent bien comment l'UD est conçue et fonctionne.

La description de l'UD englobe l'ensemble du système, de la ressource au robinet. Elle sera assez détaillée pour servir ensuite de base à l'élaboration d'un diagramme de fonctionnement. Le diagramme de fonctionnement est un schéma reprenant tous les éléments de l'UD ordonnés en suivant le trajet de l'eau, du captage jusqu'au réseau de distribution. Il permettra de faciliter l'identification des dangers ou des événements dangereux lors de l'évaluation des risques sanitaires.

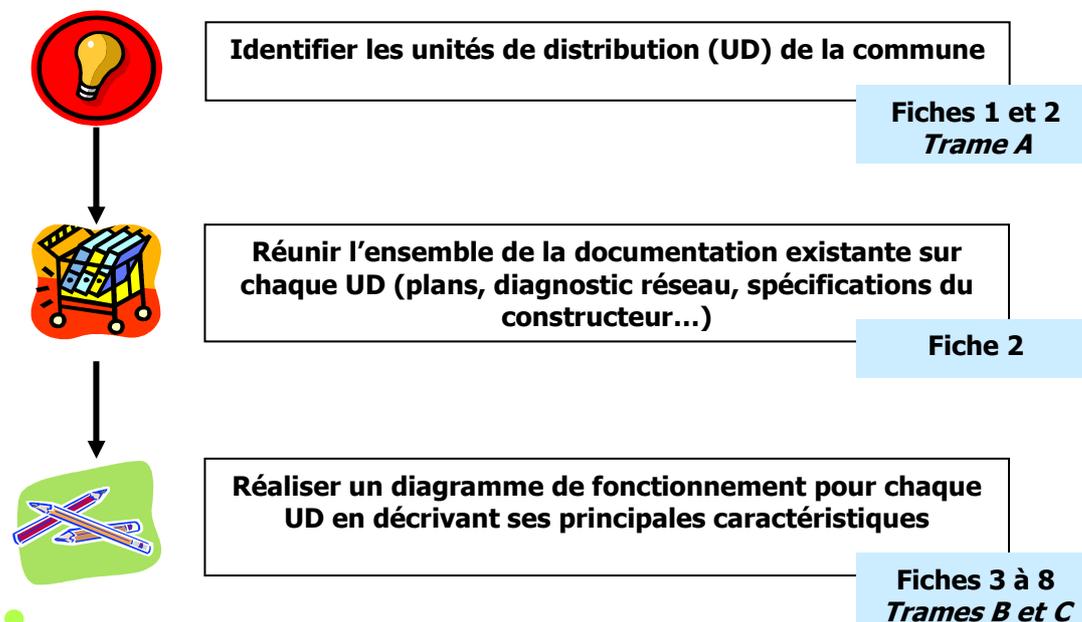
Les **objectifs** de cette étape seront :

- ▶ Réunir l'ensemble des informations disponibles sur l'UD
- ▶ Connaître l'UD et ses caractéristiques

A l'issue de cette étape, les **résultats** obtenus seront :

- ▶ L'identification des UD de la commune
- ▶ La description de chaque élément de l'UD et ses caractéristiques
- ▶ La construction d'un diagramme de fonctionnement par UD
- ▶ La localisation des éléments de distribution (ED) sur une carte

La marche à suivre pour réaliser cette étape est résumée dans le schéma suivant :



Les fiches techniques ou méthodologiques vont vous servir à réaliser chacune des étapes détaillées ci-dessus. Les trames sont les éléments à remplir par vos soins (à l'aide des fiches) et constitueront le document final du Plan de Sécurité Sanitaire des Eaux.

Nous vous conseillons de procéder étape par étape : pour chaque étape, remplir les trames en suivant les instructions données dans les fiches.

# FICHE 1 : Comment identifier une unité de distribution ?

## Qu'est-ce qu'une Unité de Distribution d'eau potable\*?

L'acheminement de l'eau potable depuis le site de production jusqu'au robinet se fait par un **réseau de distribution**, vaste ensemble de canalisations et tuyaux.

Ce réseau est structuré en **unités de distribution**. Une UD d'eau potable désigne le réseau de distribution délivrant une eau de qualité homogène. Cette désignation n'implique pas ici de notion de qualité, bien que l'eau « potable » induit normalement le fait qu'elle soit apte à la consommation humaine. Ici, l'utilisation de ce terme permet de distinguer l'eau brute, non distribuée, de l'eau potable, disponible à la consommation.

Tous les abonnés raccordés au réseau public sont ainsi associés à une UD.

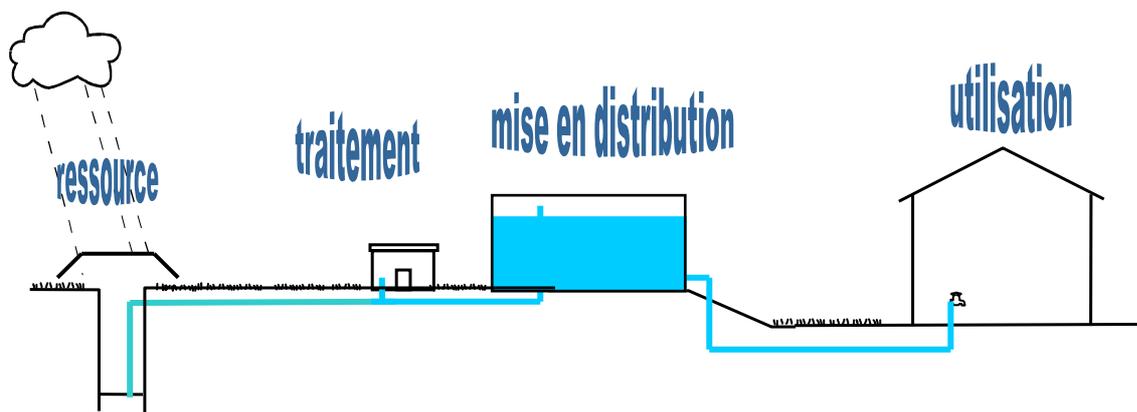
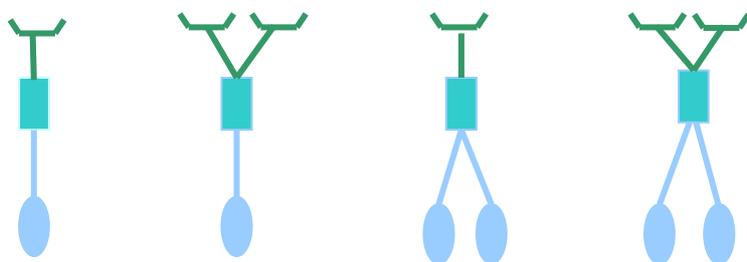


Figure 1 : Représentation d'une unité de distribution

## Une UD peut se présenter sous plusieurs formes :



**Captages :** forages, prises en rivière...

**Adduction :** canalisation d'amenée d'eau brute

**Traitements :** décantation\*, filtration, désinfection...

**Distribution :** réseau de distribution qui assure la desserte vers les usagers

Une commune peut être partagée en plusieurs UD si plusieurs ressources en eau coexistent. Inversement, plusieurs communes peuvent être regroupées dans la même UD, si elles utilisent la même ressource.

## FICHE 2 : Les différents éléments constitutifs d'une unité de distribution

Afin d'avoir une bonne connaissance de l'UD d'une part et de réaliser une évaluation des risques dans une seconde étape, il est nécessaire de recenser et compiler un maximum d'informations disponibles et tenues à jour. Le tableau suivant résume les données nécessaires ainsi que les sources où vous pouvez trouver ces informations. Il s'agit d'une liste non exhaustive et suivant la situation, certaines de ces informations ne sont pas nécessairement indispensables.

Composant de l'UD	Informations utiles pour la description et l'évaluation du composant	Où trouver l'information ?
<b>Captages</b>  → Voir fiche 4	<input checked="" type="checkbox"/> Géologie / hydrogéologie <input checked="" type="checkbox"/> Météorologie / pluviométrie <input checked="" type="checkbox"/> Etat de la rivière (IBGN, IBNC) <input checked="" type="checkbox"/> <b>Autres utilisations de la ressource (irrigation, activités industrielles...)</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Activités et utilisation du sol existantes et futures en amont du captage</b>	Rapports DAVAR sur la qualité des eaux de rivière Cartes géologiques Météo France Plan d'occupation des sols ou connaissance globale du terrain
<b>Eaux de surface</b>  <b>Retenue en rivière</b> <b>Tranchée drainante</b>  → Voir fiche 4 et annexe 2	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Description du type de ressource (creek, rivière...)</b> <input checked="" type="checkbox"/> Caractéristiques de la ressource (taille, profondeur...) <input checked="" type="checkbox"/> <b>Débit et capacité de la ressource</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Qualité de l'eau (physico chimique et microbiologique)</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vie aquatique <input checked="" type="checkbox"/> <b>Protection de la ressource (accès, clôtures...)</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Activités récréatives et autres activités</b> <input checked="" type="checkbox"/> Débit ou quantité d'eau captée <input checked="" type="checkbox"/> Réseau d'adduction	Rapport des travaux de construction du captage Plans de construction du captage Plans des réseaux Diagnostic des ouvrages et des réseaux AEP Rapports DAVAR sur les rivières
<b>Eaux souterraines</b>  <b>Forage</b> <b>Captage d'une source</b>  → Voir fiche 5 et annexe 2	<input checked="" type="checkbox"/> Aquifère* libre ou captif <input checked="" type="checkbox"/> Hydrogéologie <input checked="" type="checkbox"/> Zone d'alimentation de la nappe <input checked="" type="checkbox"/> <b>Protection de la tête de forage</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Profondeur du forage</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Débit de pompage / quantité d'eau captée</b> <input checked="" type="checkbox"/> Réseau d'adduction	Etude hydrogéologique de prospection réalisée avant le forage Rapport des travaux de forage Plans de construction du forage Diagnostic des ouvrages et des réseaux AEP

Composant de l'UD	Informations utiles pour la description et l'évaluation du composant	Où trouver l'information ?
<b>Traitement</b>  <b>Clarification</b> <b>Désinfection</b> <b>Déferrisation / démanganisation</b> <b>Dessalinisation</b> → Voir fiche 6 et annexe 3	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Procédés de traitement</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Conception des équipements</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Équipement de surveillance et de contrôle</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Produits chimiques utilisés pour le traitement</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Performance du traitement</b> <input checked="" type="checkbox"/> Désinfectant résiduel / temps de contact <input checked="" type="checkbox"/> Performance de la désinfection	Etude des procédés de traitement proposés par le bureau d'études  Rapport des travaux du constructeur  Spécifications techniques du constructeur
<b>Stockage et distribution</b>  <b>Réservoir de service</b> <b>Réseau de distribution</b>  → Voir fiches 7 et 8	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Conception des réservoirs</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Protection (accès, clôtures...)</b> <input checked="" type="checkbox"/> Variations saisonnières <input checked="" type="checkbox"/> Temps de stockage <input checked="" type="checkbox"/> <b>Conceptions du réseau de distribution</b> <input checked="" type="checkbox"/> Conditions hydrauliques (pression*, flux...) <input checked="" type="checkbox"/> <b>Protection contre les retours d'eau</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Désinfectant résiduel</b>	Rapport des travaux de construction des réservoirs  Plan de construction des réservoirs  Plan des réseaux  Diagnostic des ouvrages et des réseaux AEP  Rapport d'activités des travaux, réparations et rénovations sur le réseau  Carnet de suivi ou rapport des analyses de la qualité de l'eau
<b>Zone desservie</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Nombre d'habitants</b> <input checked="" type="checkbox"/> Abonnés sensibles <input checked="" type="checkbox"/> <b>Établissements sensibles (dispensaires, établissements scolaires, cantine, internats, centre de dialyse*...)</b>	

**En gras : les informations indispensables**

Une fois ces informations réunies, il vous sera possible de décrire de manière synthétique les unités de distribution en vous servant de la trame C.

Ces documents seront également utiles pour la suite de l'élaboration du PSSE.

## FICHE 3 : Construire un diagramme de fonctionnement

Dessiner un diagramme est une façon simple de décrire les composants physiques d'une unité de distribution. Le diagramme prend en compte chaque étape de l'unité de distribution en passant par le captage, le traitement, les réservoirs, les canalisations jusqu'au robinet du consommateur.

### Pourquoi élaborer un diagramme de fonctionnement ?

Pour élaborer correctement un Plan de Sécurité Sanitaire des Eaux (PSSE), il est nécessaire de construire un diagramme de fonctionnement. Ce diagramme permettra de comprendre le fonctionnement de l'unité de distribution (UD) et facilitera l'identification des points critiques.

Ce que l'on appelle « point critique pour la maîtrise des risques » est un stade pendant lequel une surveillance doit être exercée et est nécessaire pour prévenir, éliminer ou ramener à un niveau acceptable un danger menaçant la salubrité de l'eau.

L'identification de ces éléments est primordiale pour toute la suite du PSSE, notamment l'évaluation du risque.

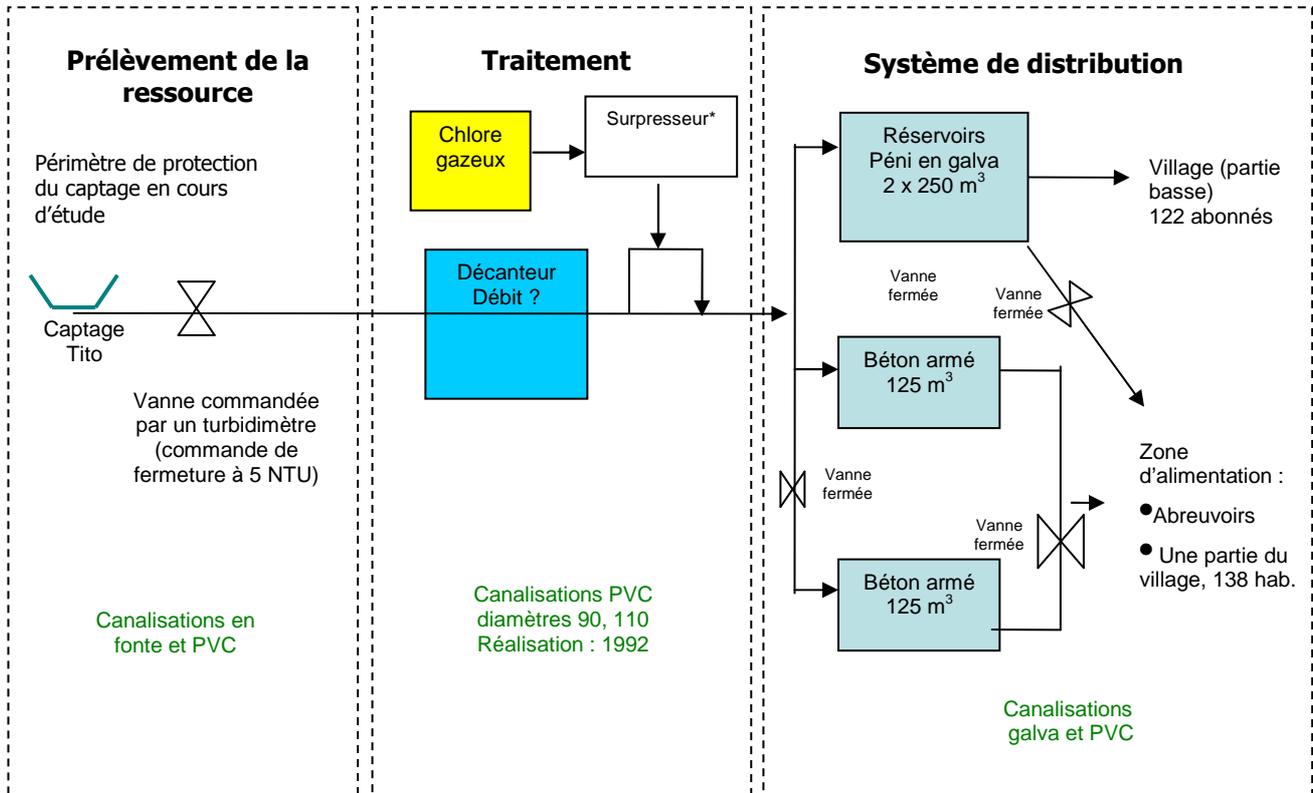
Le diagramme de fonctionnement est un document synthétique et schématique des données essentielles sur le fonctionnement d'une UD, il permettra de comprendre rapidement son fonctionnement.

### Quelles informations sont à prendre en compte pour élaborer un diagramme de fonctionnement ?

Ce diagramme pourra comprendre des informations sur :

- ▶ La ou les ressources en eau et les ouvrages de captage (protection de la ressource, sources de pollution en amont du captage, type de captage : en rivière, forage, source, tranchée drainante...)
- ▶ Le réseau d'adduction : matériaux utilisés, âge des conduites
- ▶ Procédés de traitement (produits de désinfection, traitement alternatif en cas de panne...)
- ▶ Réseau de distribution (nombre de réservoirs, leur volume, leur autonomie, la possibilité de vidange complète des réservoirs, le matériel de fabrication, zones de distribution rattachées à chaque réservoir, matériaux utilisés pour les canalisations, l'âge des ouvrages...)
- ▶ La population desservie (population totale et populations sensibles : écoles, centre de dialyse, dispensaire, hôpitaux, cantines...)

## Un exemple de diagramme de fonctionnement :



Le diagramme de fonctionnement apporte une bonne vision du fonctionnement de l'unité de distribution, il est important d'y faire figurer le maximum d'informations tout en faisant en sorte qu'il reste le plus clair possible.

Lors de cette étape, les principaux points critiques et les barrières à la contamination sont ensuite identifiés afin d'obtenir une première vision des risques.

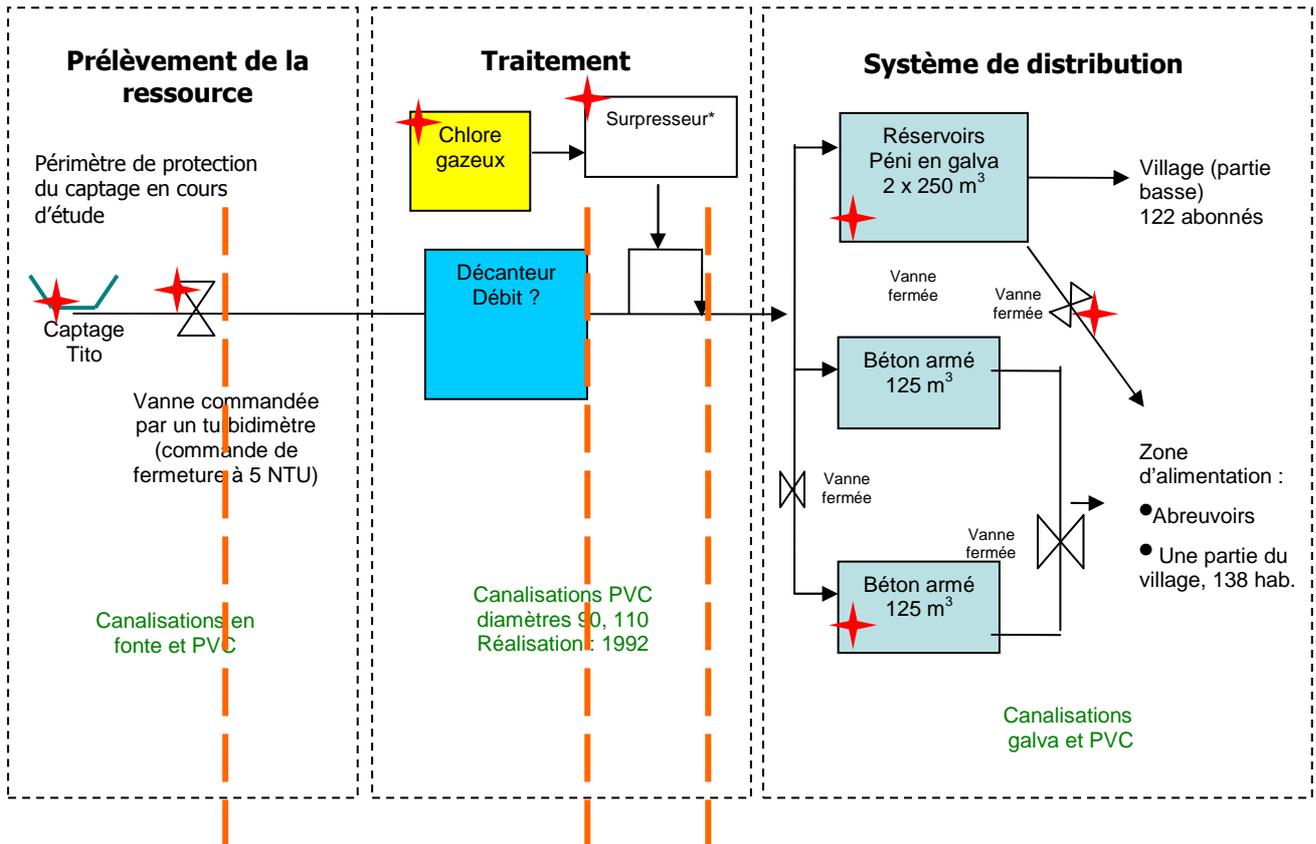
On entend par **points critiques** les éléments de l'UD sur lesquels un incident / défaillance peut survenir et entraînerait un impact conséquent sur le reste de l'UD.

Ex :

- les pompes des forages : une panne entraînerait un arrêt de l'approvisionnement
- injection de chlore : l'interruption de l'injection de chlore entraînerait la prolifération de microorganismes
- stockage d'eau : un réservoir non sécurisé peut favoriser une recontamination de l'eau
- canalisations : des casses ou la migration des éléments chimiques par perméation peuvent dégrader la qualité de l'eau
- réseau : l'absence de clapets anti-retour ou de disconnecteur peut entraîner une contamination par retour d'eau

On entend par **barrières à la contamination** les éléments de l'UD qui permettent de prévenir ou de réduire la contamination de l'eau.

- Ex :
- au captage : la protection du captage constitue une barrière à la contamination (microbiologique et ou chimique) de la ressource
  - la désinfection constitue une barrière à la contamination microbiologique
  - les forages de plus de 50 mètres de profondeur constituent une barrière à la contamination microbiologique de la ressource
  - la sécurisation des réservoirs constitue une barrière à la recontamination microbiologique d'une eau traitée



— — : Barrières à la contamination : turbidimètre, décanteur, chlore  
 ★ : Point critique



Le diagramme de fonctionnement élaboré va être la **base de travail** pour l'identification des risques sanitaires. Si le diagramme est incorrect, l'équipe pourrait passer à côté de risques sanitaires majeurs et ne pas prendre en compte les mesures de contrôle appropriées.

L'équipe devra **valider l'exactitude** du diagramme et s'assurer d'avoir pris tout en compte. Cette validation et la date de réalisation seront mentionnées par écrit sur le diagramme final pour faciliter les utilisations ultérieures.

## FICHE 4 : Captage des eaux de surface

En Nouvelle-Calédonie, une grande majorité des ressources en eau potable est fournie par des eaux de surface : rivières, creeks...

Pour qu'une source d'eau de surface puisse alimenter la station de traitement, il faut qu'elle comporte un ouvrage de captage (prise d'eau). Cet ouvrage a pour fonction principale de prélever de l'eau tout en évitant d'aspirer des feuilles et d'autres débris qui pourraient obstruer ou endommager les pompes, les conduites et les autres pièces d'équipement dans la station de traitement.

En général, un captage d'eau de surface comprend :

- ▶ Une crépine\* qui stoppe les cailloux
- ▶ Une chambre bétonnée qui protège la crépine
- ▶ Une grille qui protège la chambre contre les gros débits



L'emplacement de la prise d'eau peut avoir une grande incidence sur la qualité de l'eau prélevée. Idéalement, la prise d'eau doit se trouver en amont de toute source de contamination potentielle; sinon, il faut la placer assez loin en aval afin de limiter le plus possible les impacts. Aussi, le texte principal relatif à la ressource en eau en Nouvelle-Calédonie (Délibération n°105 du 16 août 1988) indique en son article 14 que les captages d'eau destinée à l'alimentation des collectivités humaines doivent être déclarés d'utilité publique et protégés par des périmètres de protection des eaux, dans lesquels seront réglementées ou interdites les activités susceptibles d'altérer la qualité de l'eau distribuée.

On distingue 3 types de périmètres de protection\* (voir figure 2).

Il est essentiel de concevoir, d'entretenir et d'exploiter les prises d'eau de façon appropriée si l'on veut éviter toute interruption de service partielle ou totale du système d'adduction en eau potable. La conduite et la grille du captage doivent être inspectées pour s'assurer qu'elles n'ont pas été endommagées après chaque crue.

Par rapport à l'eau souterraine, l'eau de surface présente habituellement une plus grande variabilité en ce qui concerne la qualité. Elle est également plus vulnérable à la contamination, autant biologique que chimique. Finalement, les installations de traitement de l'eau de surface sont souvent plus complexes que celles qui traitent l'eau souterraine. Pour ces raisons, la recherche d'une eau de surface n'est souvent pas la première action d'un projet.

Lorsque le captage des eaux de surface est la seule alternative, la marche à suivre est la suivante :

- ▶ Recenser les sources d'eau de surface (lacs, rivières et résurgences) disponibles à proximité du réseau de distribution;
- ▶ Favoriser en premier lieu l'utilisation des résurgences et particulièrement si elles peuvent être interceptées sous terre. Dans ce dernier cas, l'eau captée pourrait être assujettie aux

critères de désinfection et de turbidité\* d'une eau souterraine beaucoup moins sévères que pour une eau de surface ;

- ▶ Favoriser en second lieu les plans d'eau (lacs et réservoirs), car la qualité de l'eau brute est plus stable que celle véhiculée dans une rivière. De ce fait, le traitement est également plus sécuritaire et plus simple à mettre en œuvre ;
- ▶ Dans les cas de lacs, réservoirs et cours d'eau, caractériser le bassin versant\*, particulièrement les environs immédiats de la prise d'eau prévue (usages anthropiques et sources de pollution, nature du bassin versant, nombre d'usagers, habitats particuliers, propriétés, etc.);
- ▶ Procéder à une caractérisation complète de la source d'eau de surface (code de la santé) ;
- ▶ Évaluer les conflits d'usage et les implications législatives, réglementaires et politiques connexes;
- ▶ Évaluer la capacité d'extraction admissible pour le plan d'eau ou le cours d'eau afin de préserver le débit écologique en aval du plan ou du cours d'eau;
- ▶ Évaluer le mode de captage admissible (prise d'eau, réservoir, etc.).

## FICHE 5 : Captage des eaux souterraines et forage

On entend par « eau souterraine » l'eau qui se trouve sous le niveau du sol et qui remplit soit les fractures du socle rocheux, soit les pores présents dans les milieux granulaires tels les sables et les graviers.

Les eaux souterraines proviennent de l'infiltration des eaux de pluie dans un terrain perméable. Lorsqu'elles rencontrent une couche imperméable, elles forment une nappe aquifère. La première nappe rencontrée sous le sol est la nappe phréatique. Il peut exister des nappes plus profondes, généralement captives.

L'eau souterraine est une composante importante du cycle de l'eau; l'eau provenant des précipitations\* s'infiltré dans le sol, circule verticalement jusqu'à la zone de saturation (nappe phréatique) et se déplace vers la zone naturelle de résurgence (les cours d'eau) située en aval.

Cette séquence peut s'étendre sur des dizaines de kilomètres à travers les différentes formations géologiques, et c'est tout au long de ce trajet que l'eau peut être puisée par des ouvrages de captage qui permettent de pomper les volumes nécessaires à diverses fins.

Par opposition aux formations aquifères, qui permettent de soutirer des volumes d'eau considérables, les formations géologiques constituées de silt fin, d'argile ou de socle rocheux très peu fracturé constituent des nappes peu productives, c'est-à-dire dont le potentiel aquifère est insuffisant pour combler des besoins en alimentation en eau potable.

Du fait qu'elle est invisible, l'eau souterraine est fréquemment perçue, à tort, comme étant à l'abri de tout risque de contamination.

### Comment est constitué un captage d'eau souterraine ?

Un ouvrage de captage d'eau souterraine est une installation qui permet de puiser l'eau à partir des nappes d'eau souterraine qui se situent sous la surface du sol. Certains captages d'eau souterraine (destinés à l'alimentation humaine ou non) prélèvent des volumes importants d'eau. Les principales composantes d'un ouvrage de captage : un tubage, un couvercle, une pompe, des tuyaux de raccordement. Le choix du type d'ouvrage de captage adéquat dépend du contexte hydrogéologique local ainsi que des besoins en eau.

Il existe plusieurs types d'ouvrages qui permettent de capter l'eau souterraine d'un aquifère: le puits tubulaire, le puits de surface, la pointe filtrante, le captage de source et les drains horizontaux (voir fiches détaillées en annexe 1).

## Comment protéger un captage ?

### 1. Protection contre la pollution

Ou empêcher les eaux de surface, de ruissellement ou d'inondation, éventuellement polluées, de s'infiltrer le long de la face extérieure du tube ou de pénétrer à l'intérieur du tubage et d'entrer ainsi en contact avec la nappe au risque de la contaminer.

La tête de forage doit être scellée, c'est-à-dire qu'elle doit être dotée d'un système limitant au maximum l'introduction d'eau souillée dans le forage (eau de lavage, eau de condensation, inondations...)

Si le forage se trouve en terrain inondable, il sera prévu un système d'évacuation des eaux souillées afin d'éviter les risques d'introduction de ces eaux directement dans le tube menant à la nappe.

La structure bétonnée doit être surélevée par rapport au sol et un capot étanche (avec joint) permettra d'éviter également l'infiltration d'eau souillée dans le tube qui protège le forage. Les talus ou les fossés périphériques sont à éviter car ils génèrent des retenues d'eau autour du tubage.

Un robinet sera installé pour effectuer des prélèvements d'eau brute en vue d'analyses en laboratoire. Il devra être facilement accessible.

### 2. Protection contre le vandalisme

Afin d'éviter l'introduction d'objets divers ou des actes de vandalisme, il est indispensable de verrouiller les protections de telle sorte qu'elles ne puissent être ouvertes qu'avec l'aide d'une clé ou d'un outil spécial.

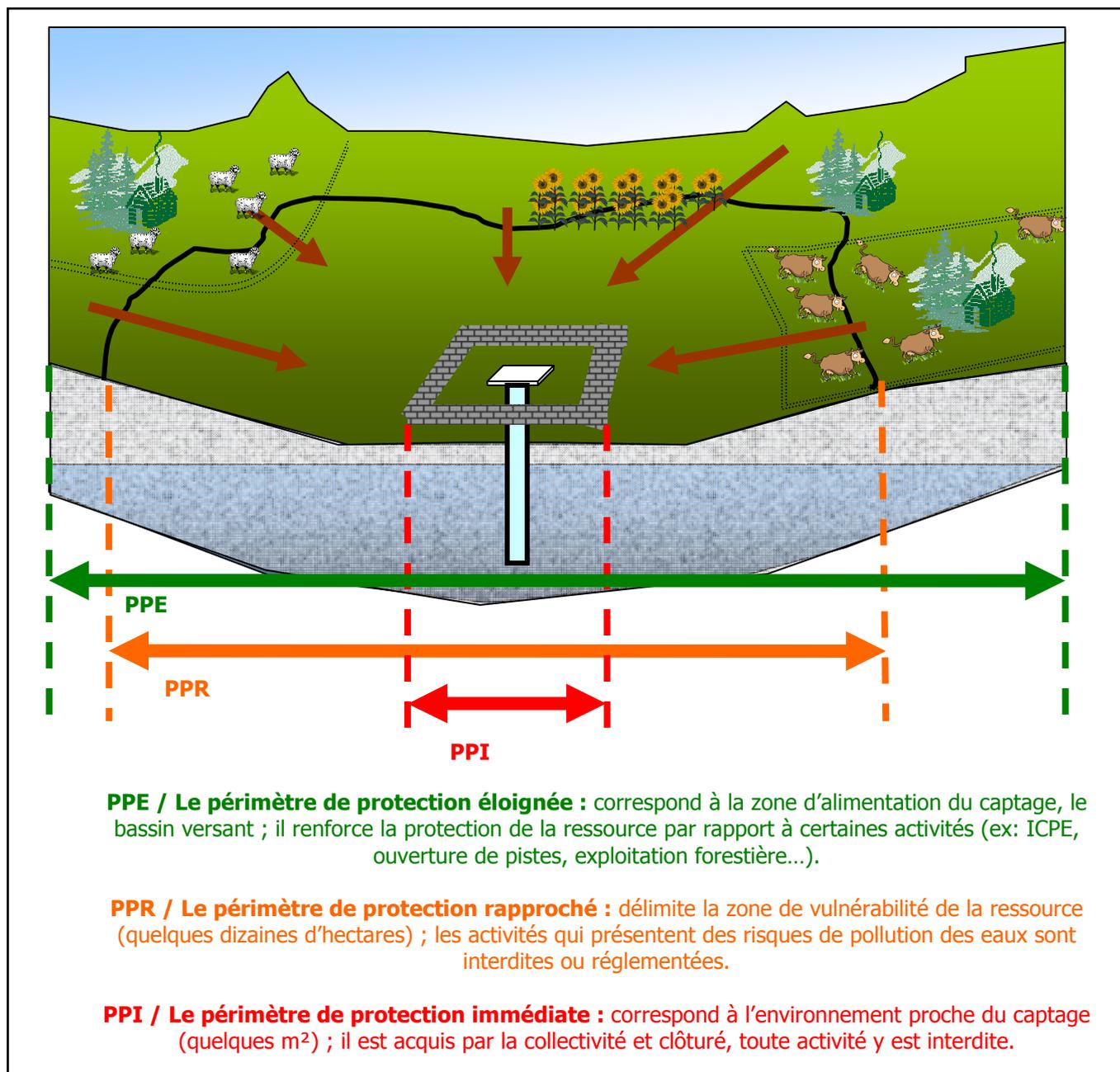
Si des cadenas sont utilisés pour la fermeture des capots métalliques, il faut retenir que les cadenas de type « artilleur » sont les plus fiables mais il faut prévoir le même type de cadenas pour l'ensemble des forages et piézomètres\* implantés sur un même site. Les cadenas à molettes ou à codes sont fragiles et peu fiables.



### 3. Les périmètres de protection

Comme pour le prélèvement des eaux de surface, les captages d'eaux souterraines doivent être protégés par des périmètres de protection dans lesquels sont **interdites** et/ou **réglementées** toutes les activités susceptibles de porter atteinte à la **qualité** et à la **quantité** des eaux captées.

On distingue 3 types de périmètre de protection:



*Figure 2 : Périmètres de protection des eaux*

La Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales (DAVAR), se propose de régulariser progressivement la situation sur l'ensemble des points de prélèvements, en sensibilisant et en assistant les communes pour la mise en place de ces périmètres de protection des eaux. La démarche repose sur une participation active des communes qui doivent affirmer leur volonté de réaliser ce travail et ainsi optimiser les moyens humains et financiers prévus pour ce projet.

## FICHE 6 : Traitements de l'eau

### La qualité de l'eau brute

L'eau brute correspond à l'eau captée dans le milieu naturel et qui n'a encore subi aucun traitement. Sa qualité dépend du type de ressource (eaux souterraines, eaux de surface) et des activités potentiellement polluantes en amont du captage.

#### L'eau brute contient ou peut contenir :



De **nombreux éléments minéraux sous forme dissoute** : calcium, magnésium, potassium, sodium, carbonates... Ils proviennent du lessivage des sols par les pluies. En moins grande quantité, elle contient des éléments comme l'azote ou le phosphore, la silice, le fer et le manganèse.

A de très faibles concentrations, sont présents des éléments comme le cuivre, le cadmium, le zinc...qui proviennent des roches. Attention : ces éléments peuvent se retrouver à de plus fortes concentrations dans l'eau du fait d'une pollution par des activités industrielles ou domestiques.

Des **matières en suspension** (minérales ou organiques : sables, argiles, débris végétaux...) et des **particules colloïdales** qui ont une taille intermédiaire entre les particules en suspension et les éléments dissous et décantent lentement.

Elles sont responsables de la couleur et de la turbidité de l'eau.

Des **micro-organismes** (virus, bactéries, parasites) dont certains peuvent provoquer des maladies chez l'homme. Généralement absents dans les eaux souterraines, ils sont naturellement présents dans les eaux de surface. Les germes pathogènes abondent dans les eaux souillées par des déjections humaines ou animales.

Des **substances chimiques toxiques** qui proviennent des activités humaines polluantes ou des épisodes de pollution accidentelle et ponctuelle, qui se trouvent dans le bassin versant du captage. Il s'agit des métaux lourds (plomb...), nitrates, hydrocarbures, pesticides...

### Pourquoi traiter l'eau ?

→ Pour la rendre potable, c'est-à-dire sans risque pour la santé du consommateur, l'eau brute doit être traitée (traitements de potabilisation de l'eau : voir annexe 3). Pour cela il faut :

- × Enlever les particules en suspension. Il s'agit de la **clarification**.
- × Enlever les éléments en excès pouvant nuire à la santé humaine ou au bon fonctionnement des installations. Il s'agit de traitements spécifiques comme la **déferriation / démanganisation**.
- × Eliminer les germes pathogènes et palier toute recontamination de l'eau. C'est la **désinfection**.

## Les filières de traitement

L'eau brute, suivant sa qualité, nécessitera un ou plusieurs types de traitements. La filière de traitement correspond aux différents traitements mis bout à bout. Le choix des procédés, des produits et des équipements de traitement se fait par une connaissance approfondie de la ressource :



- ▶ L'**origine** de l'eau (superficielle, souterraine, souterraine influencée par les eaux superficielles) ;
- ▶ Les valeurs moyennes et maximales des **paramètres physico-chimiques** (pH, turbidité, matières en suspension, fer, manganèse...) ;
- ▶ Les valeurs moyennes et maximales des **paramètres microbiologiques** (entérocoques, *E. coli*, virus, parasites) à des périodes particulières (crue, étiage, après les pluies...) ;
- ▶ Les **variations saisonnières** qualitatives et quantitatives.
- ▶ La **vulnérabilité de la ressource** par rapport aux activités agricoles (nitrates, pesticides...), industrielles (hydrocarbures, métaux lourds,...) et domestiques.

### Filière et type de ressource

Eau souterraine	Eau de surface
<p>Les eaux souterraines protégées (aquifère captif) présentent généralement une bonne qualité physico chimique.</p> <p>En général, un traitement simple de désinfection suffit. Même si l'eau brute est potable, ce traitement est mis en place par mesure de précaution et permet de garantir une certaine qualité durant son acheminement dans les canalisations.</p> <p>En présence d'éléments comme le fer, le manganèse, l'arsenic, les nitrates et les pesticides, un traitement spécifique doit être mis en œuvre.</p>	<p>Les eaux de surface se caractérisent par des variations de la qualité de l'eau brute et par des variations de flux à traiter.</p> <p>La conception de la filière de traitement prendra en compte les paramètres suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Les substances chimiques nocives pour la santé,</li> <li>▶ Les substances chimiques sans incidence sur la santé à un niveau de concentration normal dans l'eau,</li> <li>▶ Les substances et paramètres qui peuvent donner lieu à des plaintes de la part des consommateurs,</li> <li>▶ Les paramètres microbiologiques.</li> </ul>



Avant de choisir une ressource, il est primordial d'étudier :

- ▶ ses caractéristiques (analyses de l'eau brute à différentes périodes de l'année : étiage, pluies...)
- ▶ les influences de son environnement (pollution urbaine, élevage, protection naturelle du site, érosion...)
- ▶ les projets d'aménagements (quantité disponible)

## FICHE 7 : Stockage de l'eau

Les réservoirs sont des dispositifs destinés au stockage de l'eau avant sa distribution.

### Les fonctions du réservoir :

**Stocker la quantité d'eau suffisante pour l'approvisionnement de la zone considérée. Cela permet :**



- ✓ d'assurer une réserve tampon pour compenser les écarts entre la production et la consommation ;
- ✓ de maintenir la pression requise dans le réseau ;
- ✓ de constituer une réserve en cas de dysfonctionnement des installations et d'interruption des systèmes de distribution ;
- ✓ dans certains cas, d'assurer la défense incendie.

### Les caractéristiques du réservoir :

**Les réservoirs sont conçus, construits et exploités de manière à éviter toute contamination ou autres modifications chimiques, physiques ou biologiques nuisibles à la qualité de l'eau.**

#### Choix des matériaux

Les matériaux peuvent influencer de manière significative la qualité de l'eau livrée aux consommateurs. Les matériaux qui sont au contact de l'eau ne doivent pas être susceptibles d'altérer la qualité de l'eau. Une attention particulière doit être portée au choix des joints et enduits et au revêtement.

#### Étanchéité de l'ouvrage et équipements divers

- ▶ L'étanchéité de l'ouvrage est indispensable. Elle doit permettre d'éviter l'entrée d'eaux de ruissellement parasites. L'attention se portera sur les murs, terrasse, radier, capots et accès divers.
- ▶ Protection des entrées d'air : des systèmes de ventilation des cuves sont nécessaires pour assurer un renouvellement de l'air. Les entrées d'air doivent être protégées contre l'entrée d'animaux, d'insectes et de poussières avec un tamis à maille fine en acier inoxydable ou en plastique.



- ▶ Limitation de l'éclairage naturel : la lumière favorise la croissance d'algues dans l'eau. L'éclairage naturel permanent à l'intérieur du réservoir est à bannir.

### **Renouvellement de l'eau**

- ▶ Temps de séjour : le renouvellement de l'eau dans le réservoir assure la préservation de la qualité de l'eau. Le temps de séjour dépend directement des volumes de stockage.
- ▶ Brassage de l'eau : les zones de stagnation de l'eau doivent être réduites au minimum car elles favorisent la prolifération des germes. C'est pourquoi la forme des réservoirs, les dispositifs de remplissage et de vidange doivent permettre une circulation suffisante de l'eau.

### **Accès et sécurité**

Les sites doivent prévoir les accès nécessaires pour les visites de routine et les travaux de réparation.

Les accès aux cuves et aux équipements doivent être conçus pour assurer la sécurité de l'ouvrage et du personnel ainsi que la facilité de l'exploitation. Les ouvertures du réservoir doivent permettre l'entrée des matériaux et équipement de nettoyage, d'entretien et de réparation. L'accès aux cuves peut se faire par le toit ou par le bâtiment de contrôle.

L'accès au réservoir doit être limité et contrôlé. Une attention particulière sera portée sur la sécurité des réservoirs contre les actes de vandalisme. On prendra les mesures nécessaires pour détecter, décourager et retarder les personnes cherchant à pénétrer indûment dans les installations.



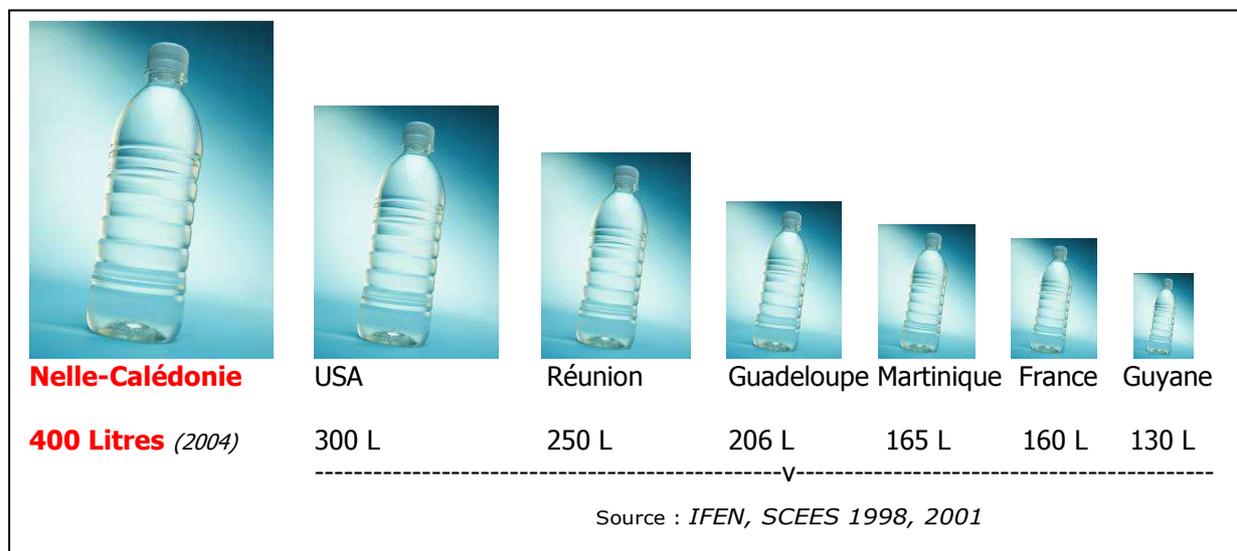
Une eau régulièrement chargée en matières en suspension, ce qui est généralement le cas en Nouvelle-Calédonie, doit mener l'équipe en charge du système à mettre en place un système de clarification (décantation, filtration...) et non à choisir le réservoir comme moyen de décanter l'eau.

## FICHE 8 : Réseau de distribution

Bien qu'abondante et de relativement bonne qualité, la ressource en eau de Nouvelle-Calédonie se doit d'être préservée. Aussi, il est essentiel de veiller à ne pas gaspiller l'eau initialement présente dans le milieu naturel.

En Nouvelle-Calédonie, la consommation moyenne était estimée à **400 l par jour et par habitant** en 2004. A titre de comparaison, en France métropolitaine, la consommation était alors de **165 l/j/hab. et 30 l/jour/hab. en Afrique**. Il est évident que les contextes climatique et technologique ne sont pas les mêmes mais il est cependant inquiétant de constater que les calédoniens sont parmi les plus gros consommateurs d'eau potable devant les américains.

### Consommation domestique dans le monde en litres par jour et par habitant



Par conséquent, il est important de sensibiliser la population sur le gaspillage de ce bien précieux et d'inciter les gestionnaires de réseaux à les rendre plus performants, notamment en **réduisant les fuites**.

Les pertes en eau dues aux fuites sont acceptables sur un réseau d'AEP à hauteur de 30%; mais au delà, comme c'est souvent le cas en Nouvelle Calédonie, il devient nécessaire de mener une réelle politique de lutte contre des fuites. Il faut garder à l'esprit que les fuites sont des portes d'entrées pour toute sorte de pollution et représentent un réel danger pour le consommateur.

Pour évaluer le risque sanitaire lié aux fuites et réduire ce phénomène, il est important de connaître les différents éléments du réseau de distribution.

Dans cette fiche, quelques généralités sur les réseaux d'adduction d'eau potable vous seront rappelées afin de comprendre leur fonctionnement.

## Les canalisations (annexe 3)

La distribution de l'eau potable depuis le captage jusqu'au consommateur s'effectue par un réseau souterrain de canalisations. On distingue les **conduites d'adduction** destinées au transport des gros débits (par exemple : du captage au traitement) et le **réseau de distribution** qui assure la desserte vers tous les utilisateurs.

Les réseaux sont généralement **maillés** (structure en treillis) en zone urbaine pour accroître la sécurité d'approvisionnement ; l'eau peut ainsi suivre plusieurs cheminements pour arriver au point de livraison.

En zone rurale, on rencontre plus fréquemment des réseaux **ramifiés** (structures arborescentes).

Les tuyaux en fonte\* ductile\*, en acier, en béton armé, ou encore en résine polyester renforcée de fibres de verre sont bien adaptés aux conduites d'adduction ou aux conduites principales de distribution.

Pour les canalisations secondaires de distribution, les matériaux les plus utilisés sont la fonte, le PVC ou le polyéthylène.

## Les accessoires de robinetterie et de fontainerie des réseaux

Les réseaux de distribution d'eau potable comportent des accessoires qui facilitent la maintenance et l'entretien, assurent la régulation de certains paramètres (débit, pression, hauteur d'eau,...) ou encore permettent de disposer de points de puisage sur les réseaux.

- ▶ **Les robinets vannes** : appareils de sectionnement pour isoler un tronçon de conduite. Ils fonctionnent soit en ouverture totale, soit en fermeture totale.
- ▶ **Les robinets à papillon** : appareils de réglage de débit et de sectionnement utilisés pour les gros diamètres (>300 mm)
- ▶ **Les ventouses** : placées sur les points hauts du réseau, elles assurent l'évacuation automatique de l'air contenu dans les conduites lors du remplissage des canalisations ou encore l'admission d'air lors de vidange du réseau. Dans certains cas rares, les ventouses peuvent être mal positionnées sur le réseau et favoriser l'intrusion d'eau souillée par effet de siphonage (eau souillée dans un regard...).
- ▶ **Les vidanges** : placées au point bas du réseau, ces décharges permettent de vider les conduites. Pour l'évacuation des eaux, on mettra en place un dispositif performant à l'aide de drains, de fossés ou de collecteurs. Il s'agit de permettre un écoulement correct des eaux afin d'éviter la création de zones d'eaux stagnantes susceptibles de contaminer le réseau à la suite d'un retour d'eau\*.
- ▶ **Les régulateurs de pression, de débit ou de niveau** : ils permettent de réduire ou stabiliser une pression, limiter un débit ou encore contrôler le niveau d'eau dans un réservoir.

- ▶ **Les clapets anti-retour**, ils n'autorisent le passage de l'eau que dans un seul sens. Ce dispositif est à installer à chaque compteur, et surtout chez les utilisateurs à risques (industriel, hôpital, éleveur, agriculteur...). En cas de baisse de pression dans le réseau ou de contre pression (ex : lors de casse ou de puisage pour la lutte contre l'incendie, mise en pression chez un particulier), l'eau souillée peut remonter dans le réseau par simple phénomène de siphonage ou de refoulement (ex : un tuyau d'arrosage laissé dans une cuve pleine de pesticides ou dans une piscine à bétail. En présence de clapet anti-retour ou de disconnecteur, ce phénomène de siphonage n'est pas possible).
- ▶ **Les disconnecteurs** ont les mêmes fonctions qu'un clapet anti-retour, mais ils restent plus performants et sont à utiliser surtout sur les sites à risques élevés : industriel, hôpital, éleveur, agriculteur...
- ▶ **Les poteaux et les bouches d'incendie** : ils permettent au service de lutte contre l'incendie de puiser l'eau sur le réseau. En cas de puisage, la pression au sein du réseau peut baisser fortement et favoriser les retours d'eau (cf. les clapets anti-retour et disconnecteurs).

## Les branchements

Les branchements constituent le raccordement des usagers au réseau de distribution. C'est la liaison entre le réseau public et le domaine privé. Les principaux éléments constitutifs du branchement sont :

- ▶ Le collier et le robinet de prise qui permettent de réaliser le piquage sur la conduite principale sans arrêt d'eau ;
- ▶ La bouche à clé pour manœuvrer le robinet de prise depuis le domaine public et ainsi ouvrir ou fermer le branchement ;
- ▶ Le tuyau de branchement généralement en polyéthylène ou en PVC ;
- ▶ Le regard de compteur en domaine privé avec :
  - Le robinet d'arrêt avant le compteur permettant à l'utilisateur de couper l'eau à titre provisoire (départ en vacances) ;
  - le compteur pour enregistrer les volumes consommés ;
  - le clapet anti-retour en guise de protection contre les retours d'eau polluée.

## **FICHE 9 : Exemple type de description d'une UD dans un Plan de Sécurité Sanitaire des Eaux**

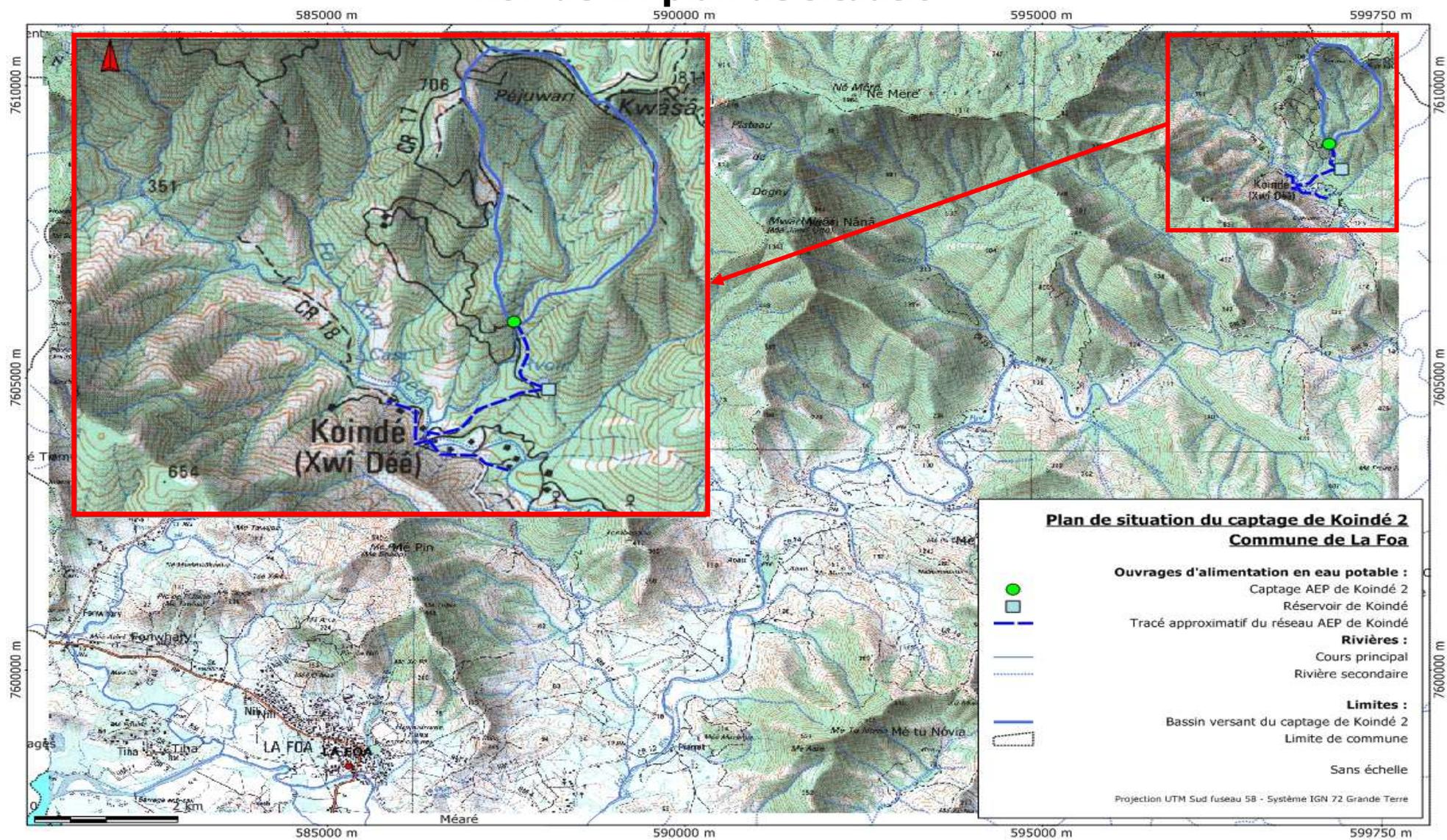
Nous prendrons l'UD de Koindé 2 sur la commune de La Foa pour exemple. Les données sur cette UD ont été acquises en novembre 2005. Des modifications ont pu être réalisées depuis. Aussi, il convient de n'utiliser ces informations qu'à titre d'exemple.

Cette description comprend 4 éléments :

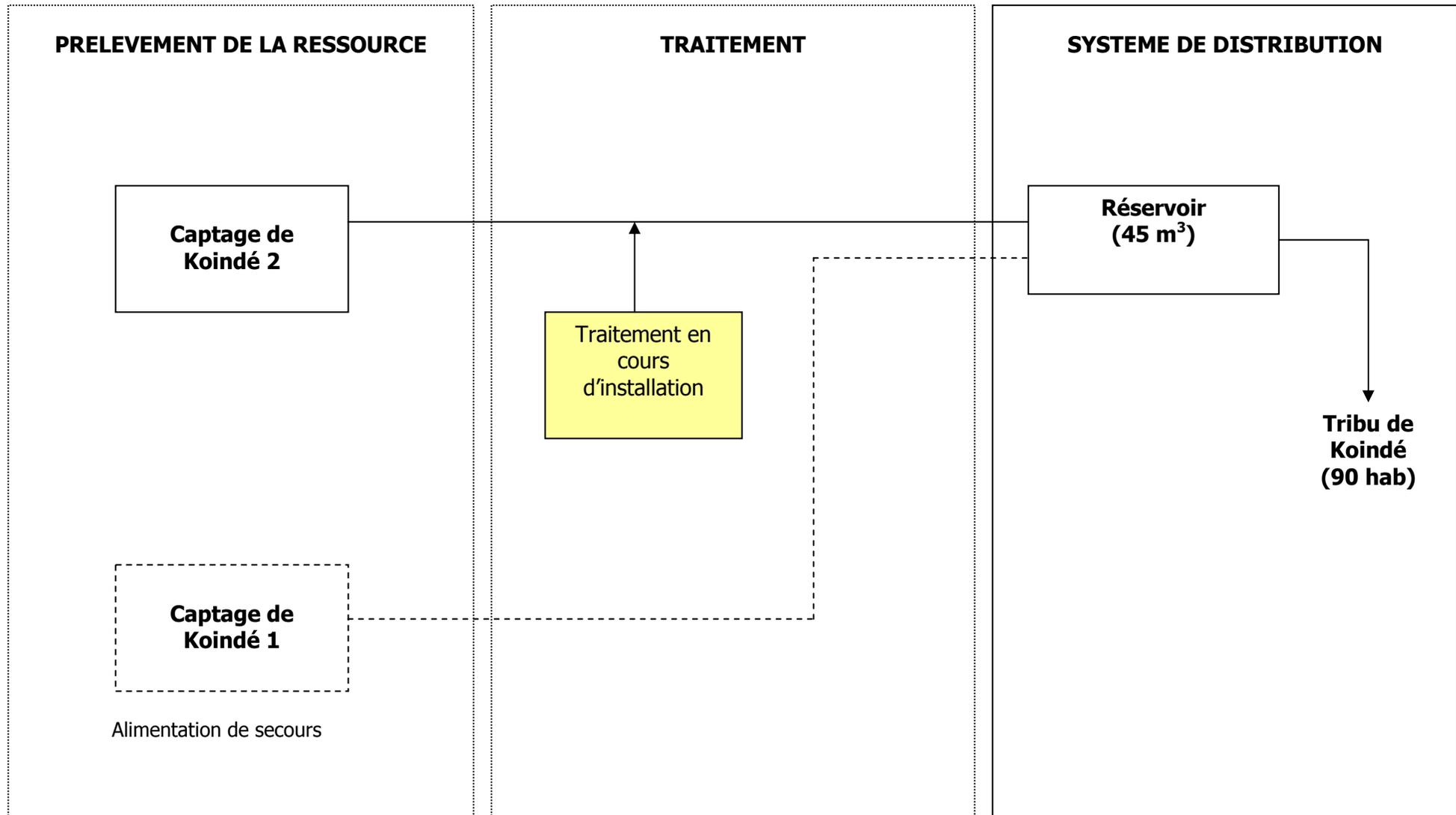
- un plan de la situation ;
- le diagramme de fonctionnement de l'UD (trame vierge annexe 1);
- un tableau regroupant les informations importantes (trame vierge annexe 1) ;
- une fiche regroupant les remarques et les éléments à prendre en compte lors de l'évaluation des risques.

Il est nécessaire de faire apparaître ces informations pour chaque UD. Par ailleurs, un plan général doit être inséré au début de cette partie afin de localiser chacune d'elles. Il sera suivi du tableau reprenant le nom de l'UD, du/des captage(s) et de la population desservie par chaque UD (trame vierge annexe 1). Ces documents permettront d'avoir une vue d'ensemble du réseau d'AEP.

## Koindé 2 : plan de situation



## Koindé 2 : diagramme de fonctionnement



## Koindé 2 : tableaux récapitulatifs

Prélèvement de la ressource			Traitement		Distribution	
<b><u>nom du captage</u></b>	Koindé	Barbou	<b><u>Localisation du traitement</u></b>	au réservoir	<b><u>Réservoir</u></b>	
<b><u>type de ressource</u></b>			<b><u>Type de traitement</u></b>		nom	Koindé
eau de surface	X	X	coagulation/floculation		matériau	béton armé
eau souterraine			filtration		capacité (m <sup>3</sup> )	100
eau de mer			décantation		<b><u>Zones desservies</u></b>	Tribu Koindé
eau de pluie			désinfection	X	nom(s)	Tribu Koindé
<b><u>type d'ouvrage</u></b>			déferrisation/démanganisation		nbre habitants	15 abonnés
captage direct dans un cours	X	X	dessalination		école	
retenue dans une rivière ou un			aucun		internat	
creek			autre (préciser)		collège	
Tranchée drainante			<b><u>Produits utilisés</u></b>		dispensaire	
Captage de l'eau de pluie(toit)			chlore gazeux(Cl <sub>2</sub> )	X	hopital	
Source			hypochlorite de sodium		centre de dialyse	
Forage dans un aquifère libre			hypochlorite de calcium		autre(préciser)	
(profondeur)			sels d'aluminium		<b><u>Réseau</u></b>	
autres (préciser)			permanganate de potassium		matériau utilisé	PVC
<b><u>débit de pompage(m<sup>3</sup>/h)</u></b>	7,2	14,4	autre (préciser)		date de pose	environ 1988
<b><u>source d'énergie</u></b>			autre (préciser)			
<b><u>Périmètre de protection</u></b>			<b><u>Source d'énergie</u></b>	solaire		
existant (date de pose mis en	1986					
œuvre)						
en cours d'étude		X				
inexistant						
Panneaux indiquant la présence						
du captage						

## **Koindé 2 : remarques et éléments à prendre en compte lors de l'évaluation des risques**

- ✓ Activité humaine très limitée : route classée empruntée par les piétons, les cavaliers et les motos ;
- ✓ Présence d'animaux sauvages ;
- ✓ 80 habitants permanents mais 200 occasionnels ;
- ✓ Périmètre de protection existant pour Koindé 1 ;
- ✓ Périmètre de protection à créer (étude réalisée) sur Koindé 2 ;
- ✓ Nombre de foyers raccordés inconnu et difficile à estimer ;
- ✓ Végétation importante au dessus du creek ;
- ✓ Fréquence des inspections : tous les x jours ;
- ✓ Présence ou non de compteurs chez les habitants, fraction : ... ;
- ✓ Prix de l'eau :.....CFP/m<sup>3</sup> ;
- ✓ .....

Une multitude d'informations supplémentaires peuvent être mentionnées ici, le but étant de recenser le maximum d'éléments afin de connaître au mieux le fonctionnement des installations et de détenir le plus d'éléments possibles pour l'évaluation du risque sanitaire.

## CONCLUSION

La structure d'un réseau d'adduction en eau potable est parfois complexe et difficile à décrire étant donné qu'une partie seulement n'est visible. Cependant, connaître parfaitement le réseau d'adduction en eau potable et son fonctionnement est la base d'une bonne gestion de la qualité de l'eau distribuée. Ce guide vous permettra normalement d'atteindre cet objectif et ainsi rédiger la première partie du Plan de Sécurité Sanitaire des Eaux.

Cette première étape réalisée, il conviendra ensuite, à partir de cette description détaillée et des informations recueillies via l'état des lieux du réseau, d'identifier les risques qui peuvent exister afin de mettre en place des mesures préventives ou correctives pour une gestion efficace. Le guide 2 sera là pour vous aider à la mise en œuvre de cette étape.

# Glossaire

## A

**Adoucissement** : Traitement physico-chimique destiné à réduire la dureté de l'eau.

**Aérobie** : Qualifie un microorganisme qui ne peut vivre qu'en présence d'oxygène ou dont le développement est possible en présence d'oxygène.

**Agents complexants** : Corps empêchant la réaction d'un autre dans des milieux déterminés. On dit que l'agent complexant masque les propriétés du corps complexé pour l'empêcher de précipiter ou de réagir en donnant un complexe.

**Aquifère** : milieu souterrain qui contient de l'eau en partie mobilisable par gravité. Ce milieu constitué de roches perméables, est suffisamment conducteur d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantités d'eau appréciables.

**Artésianisme** : Aptitude d'un aquifère captif à permettre le jaillissement spontané des puits qui l'atteignent.

## B

**Bassin versant** : Zone délimitée par des lignes de crêtes, dont les eaux de ruissellement ont un seul et même exutoire : l'embouchure de la rivière.

## C

**Crépine** : Filtre dont est muni un tuyau d'aspiration de liquides pour empêcher l'obstruction de la pompe par des corps solides.

## D

**Décantation** : La décantation est une opération de séparation mécanique, par différence de gravité de phases non-miscibles dont l'une au moins est liquide. On peut séparer des phases liquides, une phase solide en suspension dans une phase liquide...

**Débit** : Volume de liquide qui s'écoule à travers une section, par unité de temps.

**Dialyse** : Procédé par lequel de petites molécules ou des ions se diffusent à travers une membrane, ce qui provoque ainsi leur séparation de molécules plus grosses en solution et de matières en suspension.



**Ductile :** La ductilité désigne la capacité d'un matériau à se déformer plastiquement sans se rompre. La rupture se fait lorsqu'un défaut (fissure ou cavité), induit par la déformation plastique, devient critique et se propage. La ductilité est donc l'aptitude qu'a un matériau à résister à cette propagation. S'il y résiste bien, il est dit ductile, sinon il est dit fragile.

## E

**Eau potable :** Eau qui ne présente pas de risques pour la santé et dont la qualité fait l'objet de dispositions législatives et réglementaires.

**Etiage :** Débit exceptionnellement faible d'un cours d'eau, qu'il ne faut pas confondre avec les basses eaux saisonnières habituelles. La définition statistique la plus usuelle est le débit caractéristique d'étiage (DCE) calculé sur une longue série (plusieurs années) de débits journaliers classés, débit au dessous duquel l'écoulement descend dix jours par an.

## F

**Fonte :** Alliage de fer et de carbone contenant habituellement d'autres éléments, en général du silicium, et dont la teneur minimale en carbone est de 1,7 %. Utilisé pour la fabrication de pompes, de canalisations.

## G

## H

## I

**Indice biotique Global Normalisé :** méthode standardisée utilisée en écologie appliquée afin de déterminer la qualité biologique d'un cours d'eau. La méthode utilise la détermination des macro-invertébrés d'eau douce. Toute modification de la composition des communautés vivantes hébergées par un milieu aquatique, est non seulement la preuve d'une perturbation, mais est aussi caractéristique d'un polluant donné (voire même de sa concentration).

**Indice biotique Nouvelle Calédonie :** permet, comme l'IBGN, de déterminer la qualité biologique d'un cours d'eau. La seule différence repose sur le fait que les macro-invertébrés indicateurs ne sont pas les mêmes, ils sont plus spécifiques aux cours d'eau de Nouvelle Calédonie que ceux pris en compte pour l'IBGN.

## J

## K

## L

## M

**Microorganismes :** Organismes invisibles à l'œil nu. La majorité est inoffensive et contribue à réaliser un certain nombre de procédés vitaux dans le corps humain tel que le métabolisme. Cependant, il existe aussi des microorganismes

qui peuvent provoquer des maladies ou qui sont nocifs pour les personnes avec une faible résistance : ils sont alors pathogènes. Ils ne sont pas dissout dans l'eau, mais coaguleront et s'attacheront aux colloïdes et aux solides de l'eau. On distingue 3 types de microorganismes pathogènes: les bactéries, les virus et les parasites protozoaires. Les bactéries et les virus peuvent exister dans les eaux de surface et les eaux souterraines, tandis que les parasites protozoaires se trouvent principalement dans l'eau de surface.

## N O

**Oligo-élément :** Les oligo-éléments appelés aliments protectifs, micronutriments et sont présents en très petite quantité dans l'organisme (éléments traces) et indispensables au bon fonctionnement de celui-ci. On les trouve dans la ration alimentaire quotidienne.

**Organoleptique :** Se dit de ce qui est capable d'affecter un récepteur sensoriel.

## P

**Périmètre de protection :** Domaine délimité autour d'un captage (source, puits) utilisé pour la production d'eau potable, dans lequel diverses mesures sont prises et des servitudes ou des interdictions sont prescrites dans le but de protéger la qualité de l'eau captée contre des risques de contamination.

**pH :** Potentiel Hydrogène. Indice permettant de mesurer l'activité de l'ion hydrogène dans une solution. C'est un indicateur de l'acidité (pH inférieur à 7) ou de l'alcalinité (pH supérieur à 7) d'une solution.

**Précipitation :** Réaction chimique au cours de laquelle des ions précédemment en solution forment un solide insoluble.

**Pression :** Force exercée perpendiculairement à une surface par un fluide ou un corps pesant, rapportée à l'unité de surface.

**Piézomètre :** Dispositif permettant de mesurer la hauteur piézométrique en un point donné d'un système aquifère, en indiquant la pression en ce point. Il donne l'indication d'un niveau d'eau libre ou d'une pression.

## Q R

**Rémanence :** Fait de se maintenir, de persister; durée, permanence de quelque chose. Autrement dit, persistance.

**Retour d'eau :** C'est la possibilité dans un circuit, suite à une inversion des pressions, de voir le sens normal de circulation de l'eau s'inverser.



L'inversion des pressions peut avoir deux causes :

- la pression en amont peut chuter du fait d'une rupture de canalisation, d'un puisage très important ou tout simplement du fait de la coupure de l'alimentation ! : voir schémas ci-dessous
- la pression en aval peut augmenter du fait de la dilatation du fluide d'un circuit (cas des réseaux de chauffage) ou plus couramment du fait de la présence d'une pompe de surpression dans le circuit.

Dans les deux cas cela risque de conduire à un retour d'eau vers l'amont.

## S

**Surpresseur** : Pompe relevant la pression dans une conduite.

## T

**Turbidimètre** : Appareil servant à mesurer la turbidité d'un liquide, grâce à la lumière transmise ou réfléchiée par les matières solides en suspension. Appareil optique pour mesurer la turbidité.

**Turbidité** : Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute. On l'exprime en NTU (nephelometric turbidity unit) et :

- NTU < 5 : eau claire
- 5 < NTU < 30 : eau légèrement trouble
- NTU > 50 : eau trouble

## U

## V

## W

## X

## Y

## Z

## Pour en savoir plus

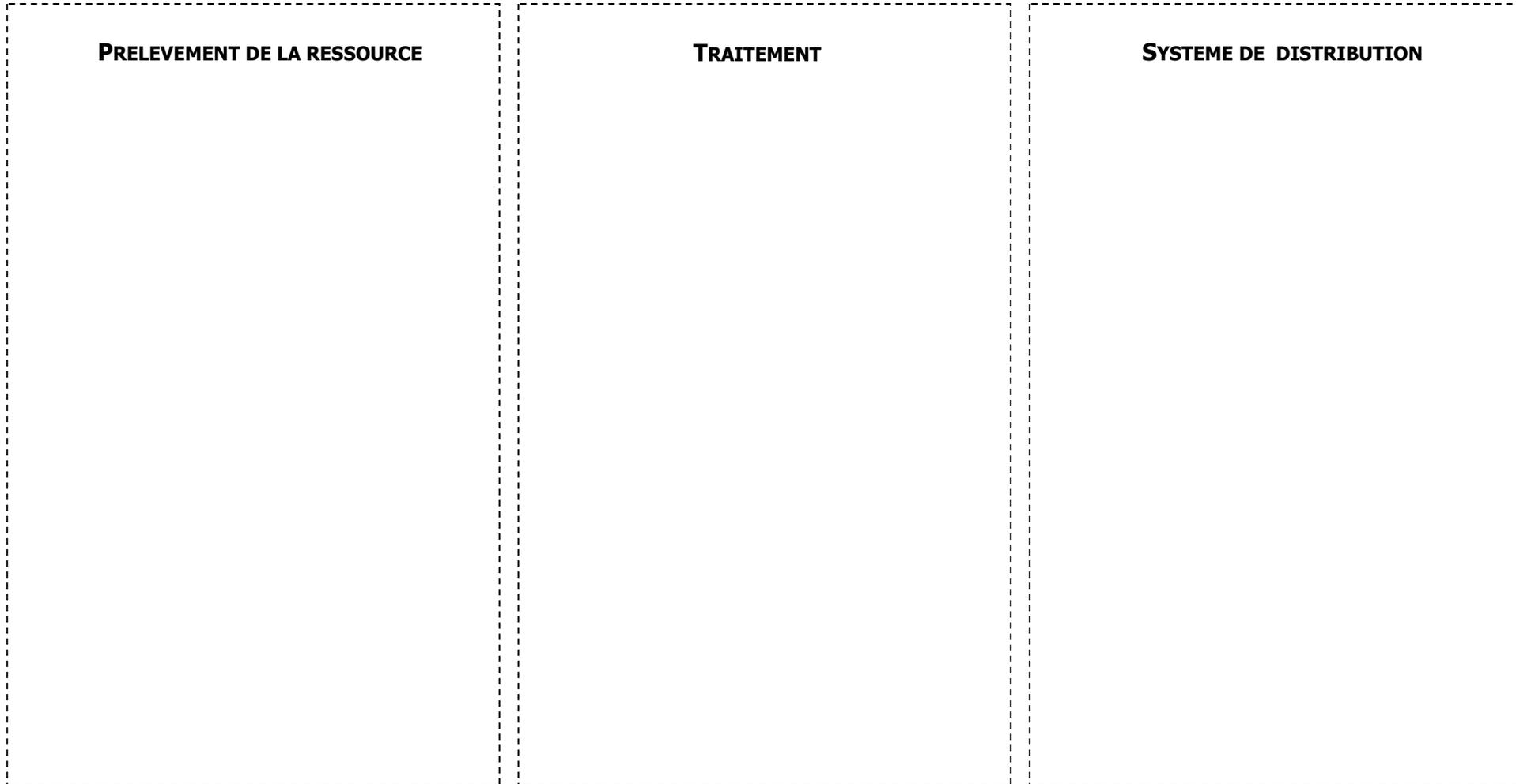
### Bibliographie et sites internet

- × Drinking water safety planning : A practical guide for pacific island countries, 2008, World Health Organization and Pacific Islands Applied Geoscience Commission, Fiji
- × Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine – ASTEE ; Guide des analyses d'eau potable – Dossier d'expert
- × *3<sup>rd</sup> edition of the WHO Guidelines for Drinking-water Quality, Chapter 4. 2004, World Health Organization, Geneva.*  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html)
- × *How to Prepare and Develop Public Health Risk Management Plans for Drinking-water Supplies. 2001, New Zealand Ministry of Health.* <http://www.moh.govt.nz>.
- × *Water Safety Plans: Book 1 Planning Water Safety Management for Urban Piped Water Supplies in Developing Countries, and Water Safety Plans: Book 2 Supporting Water Safety Management for Urban Piped Water Supplies in Developing Countries. 2005, Water, Engineering and Development Centre, Loughborough University.*
- × *Water safety plans, Managing drinking water quality from catchement to consumer, 2005, World health Organisation, Geneva.*
- × [www.oie.fr](http://www.oie.fr)
- × [www.culturesciences.chimie.ens.fr](http://www.culturesciences.chimie.ens.fr)
- × [www.isee.nc](http://www.isee.nc)
- × *La dégradation de la qualité de l'eau potable dans les réseaux, Document technique FNDAE hors-série n° 12, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales*



## Trame B

### Diagramme de fonctionnement de l'UD .....



## Trame C : Caractéristiques de l'UD .....

Prélèvement de la ressource						
<b><u>nom du captage</u></b>						
<b><u>type de ressource</u></b>						
eau de surface						
eau souterraine						
eau de mer						
eau de pluie						
<b><u>type d'ouvrage</u></b>						
captage direct dans un cours d'eau						
retenue dans une rivière ou un creek						
Tranchée drainante						
Captage de l'eau de pluie (toit)						
Source						
Forage dans un aquifère libre (profondeur)						
autres (préciser)						
<b><u>débit de pompage(m<sup>3</sup>/h)</u></b>						
<b><u>source d'énergie</u></b>						
<b><u>Périmètre de protection</u></b>						
existant (date de pose mis en œuvre)						
en cours d'étude						
inexistant						
Panneaux indiquant la présence du captage						

## Traitement

Traitement							
<b><u>Localisation du traitement</u></b>							
<b><u>Type de traitement</u></b>							
coagulation/floculation							
filtration							
décantation							
désinfection							
déferri-sation/démanganisation							
dessalinisation							
aucun							
autre (préciser)							
<b><u>Produits utilisés</u></b>							
chlore gazeux (Cl <sub>2</sub> )							
hypochlorite de sodium							
hypochlorite de calcium							
sels d'aluminium							
permanganate de potassium							
autre (préciser)							
autre (préciser)							
<b><u>Source d'énergie</u></b>							

Distribution									
<b><u>Réservoir</u></b>									
nom									
matériau									
capacité (m <sup>3</sup> )									
<b><u>Zones desservies</u></b>									
nom(s)									
nbre habitants									
école									
internat									
collège									
dispensaire									
hopital									
centre de dialyse									
autre(préciser)									
<b><u>Réseau</u></b>									
matériau utilisé									
date de pose									

## ANNEXE 2 : Type de traitement de l'eau

La liste des traitements abordés ici n'est pas exhaustive, il est important de rappeler qu'un traitement est à définir en fonction de la qualité de l'eau brute.

### La clarification

#### → Eliminer les particules en suspension dans l'eau

##### Fonctions

**La clarification correspond à un ensemble de procédés de traitement qui permettent l'élimination des particules en suspension et des matières colloïdales de l'eau. La clarification permet de réduire la turbidité et rendre l'eau plus claire.**

##### Caractéristiques

**Ce traitement est une étape préalable essentielle pour la désinfection de l'eau.**

##### Etapes de la clarification

Le type de clarification dépend de la qualité de l'eau brute à traiter. Elle peut être constituée des étapes suivantes :

- ▶ Une coagulation – floculation et décantation
- ▶ Une filtration

Pour les eaux peu ou moyennement chargées, une simple étape de filtration directe avec ajout d'un réactif (coagulant) suffit. Pour les eaux fortement chargées, on couplera une coagulation-floculation, décantation et la filtration.

*En Nouvelle-Calédonie, la commune de Nouméa (station du Mont Té) possède un traitement de coagulation floculation suivi d'une filtration. On peut retrouver dans d'autres communes, des traitements de filtration qui suivent un traitement de déferrisation-démanganisation.*

*Pour éviter un traitement de clarification dans les petites UD, en période de pluie quand l'eau est trouble, certaines communes ont recours à un turbidimètre\* placé au niveau du départ du captage qui ferme automatiquement l'arrivée d'eau lorsque celle-ci est trop trouble ou à la fermeture de l'arrivée d'eau par un fontainier ou un volontaire de la tribu.*

##### Coagulation-floculation

Cette étape permet d'éliminer les matières en suspension dans l'eau brute qui ne décanteraient pas par simple effet de gravitation.

La coagulation consiste en l'ajout d'un réactif chimique (coagulant) qui va faciliter l'agglomération des particules en suspension ; le coagulant agit comme une colle qui va relier les particules. Ces particules « collées » forment ce qu'on appelle des floccs.

La floculation a pour but de favoriser, par un mélange lent de l'eau, les contacts entre les particules pour qu'elles forment des floccs de plus en plus gros qui pourront être éliminés par les procédés de décantation ou filtration.

Les principaux coagulants utilisés sont les sels d'aluminium ou les sels de fer.

## Décantation

La décantation a pour objectif d'éliminer les gros floccs qui vont sédimenter sous l'action de la pesanteur ; les gros floccs sont assez lourds pour tomber naturellement sous l'effet de leur poids au fond du bassin de décantation. La circulation de l'eau dans le bassin de décantation doit être assez lente pour permettre le dépôt des floccs au fond du bassin. Ces floccs formeront une boue qui sera évacuée de l'ouvrage de décantation.

La décantation se fait en flux continu suivant plusieurs types (mettre schémas de fonctionnement):

- ▶ Décantation à flux horizontal ;
- ▶ Décantation à flux vertical ;
- ▶ Décantation à flux incliné avec le décanteur lamellaire.

## Filtration

La filtration a pour objectif de clarifier une eau peu chargée en matières en suspension. Elle peut être placée après la décantation, après certains traitements comme la déferrisation / démanganisation, ou employée seule pour les eaux peu chargées.

L'eau à traiter passe à travers un milieu poreux ou granulaire qui retient les matières en suspension jusqu'à une certaine limite de taille. Le filtre peut être constitué d'une ou de deux couches de matériau filtrant. Les matériaux les plus couramment utilisés pour constituer le milieu poreux sont le sable et l'antracite (charbon d'origine minérale). La filtration est généralement réalisée dans le sens descendant dans des filtres ouverts ou fermés et sous pression.

Les matières en suspension retenues par le filtre finissent par le colmater (on parle d'une augmentation de la perte de charge). On procède alors à un lavage (backwash) du filtre en envoyant à contre courant de l'air et/ou de l'eau. On récolte à l'issue du lavage des boues qui doivent être acheminées vers une filière de traitement.

La filtration permet également d'éliminer une partie des parasites du type *Giardia* et *Cryptosporidium*. Elle contribue aussi à l'amélioration de la désinfection.

# La désinfection

## → Eliminer des germes contenus dans l'eau

### Fonctions

**La désinfection de l'eau sert à éliminer les germes pathogènes, potentiellement dangereux pour la santé humaine, les virus et la majeure partie des germes banaux.**

L'eau peut transporter plusieurs types de microorganismes\* (virus, bactéries, parasites...) qui peuvent engendrer des maladies s'ils sont ingérés, c'est pourquoi il convient de les détruire avant de distribuer l'eau à la population.



### Caractéristiques

**La désinfection est une étape commune à tous les traitements. Elle arrive généralement en fin de filière de traitement.**

Il existe deux principaux types de désinfection : la **désinfection physico-chimique** qui consiste à ajouter des réactifs chimiques (composés chlorés, ozone) et la **désinfection physique** (rayonnement ultra violet, membranes).

La désinfection à base de produits chlorés est la seule utilisée en Nouvelle Calédonie.

### Action du chlore

Le chlore est un **désinfectant** puissant et très peu toxique. Il permet de **détruire les bactéries et virus pathogènes** de l'eau.

Le chlore dans l'eau réagit très rapidement avec toutes les substances oxydables (les microbes mais aussi les matières organiques et minérales comme le fer ou le manganèse).

**Ces substances consomment du chlore.** Il faut ajouter suffisamment de chlore (dose de chlore) pour répondre à cette demande de chlore immédiate et pour qu'il reste un peu de chlore dans l'eau avant son envoi dans le réseau (c'est le chlore résiduel libre).

En effet le chlore a une **action rémanente**. Il reste dans l'eau et peut éliminer les microbes qui viennent contaminer l'eau dans le réseau. Le chlore résiduel libre assure une protection contre une contamination de l'eau lors de son acheminement jusqu'aux robinets des consommateurs.

**Demande en chlore** : quantité de chlore consommée par les réactions avec les substances contenues dans l'eau

**Chlore résiduel** : quantité de chlore restante après les réactions, en trop.

**Dose de chlore** : quantité de chlore qui doit être ajoutée à l'eau pour répondre à la demande en chlore et pour qu'il reste une quantité suffisante de chlore résiduel.

**Dose de chlore = demande en chlore + chlore résiduel**

## Chloration au chlore gazeux et à l'eau de javel

	Chloration au chlore gazeux	Javellisation
<b>Mise en œuvre</b>	<p>Le chlore gazeux est livré et stocké sous pression dans des bouteilles en acier.</p> <p>Le chlore gazeux passe par le chloromètre qui est connecté à la bouteille et sert de détendeur (il remet le gaz sous pression à la pression atmosphérique). Grâce à l'hydroéjecteur, le chlore gazeux est ensuite mélangé à une eau de service pour donner une solution chlorée concentrée qui est injectée à l'eau à traiter.</p> <p>L'eau dans laquelle a été injectée la solution chlorée est ensuite dirigée vers un bassin de contact ou le réservoir de service.</p> <p>(voir schéma ci-dessous)</p>	<p>Le système est composé d'un bac de stockage d'une solution diluée d'eau de javel, d'une pompe doseuse et d'un système d'injection dans la conduite.</p> <p>Le stockage en cuve doit se faire à l'abri de la lumière et de la chaleur.</p> <p>Livrée sous forme liquide, l'eau de javel est stockée dans une cuve avant d'être reprise par une pompe doseuse et d'être injectée dans l'eau à traiter.</p> <p>(voir schéma ci-dessous)</p>
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Assure la présence d'un résiduel de chlore qui garantit l'efficacité de la désinfection</li> <li>✓ Facilité d'utilisation</li> <li>✓ Efficace contre la plupart des bactéries</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mise en œuvre simple</li> <li>✓ Facilité d'utilisation et d'entretien</li> <li>✓ Convient bien aux petites installations (faible débit)</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Le chlore gazeux est un produit toxique</li> <li>✗ Peut entraîner un goût désagréable à l'eau</li> <li>✗ Inefficace contre certains virus et parasites</li> <li>✗ La manipulation des bouteilles demande une certaine technicité et une grande sécurité des installations</li> </ul> <p><b>En Nouvelle Calédonie, pour des raisons de sécurité pendant le transport et le stockage, le chlore gazeux risque d'être interdit</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ L'eau de javel se décompose rapidement, le produit ne peut être stocké plus de 2 mois et l'eau de javel de la cuve de stockage, 15 jours.</li> <li>✗ Peut donner un goût désagréable à l'eau</li> <li>✗ Inefficace contre certains virus et parasites</li> </ul> <p>Maintenance importante (dosage et remplacement de la solution)</p>
<b>Schéma de fonctionnement</b>	<p>Pour schématiser ce traitement dans le diagramme de fonctionnement, vous pouvez adopter ces schémas</p>	

Afin que la désinfection soit le plus efficace possible, il est important que l'eau à traiter réponde à certains critères. Si ce n'est pas le cas, la désinfection sera partielle voire inexistante.

### Les conditions d'une bonne désinfection par des produits chlorés

<b>Paramètres influençant l'efficacité de la chloration</b>	<b>Commentaires</b>
Le <b>pH*</b> (mesure de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau)	C'est un paramètre clé de l'efficacité de la chloration. Plus le pH est basique (pH>8) plus la dose de chlore à ajouter est forte. <b>Le pH doit être inférieur à 8</b>
Le <b>temps de contact</b>	Le temps de contact correspond à la durée nécessaire au chlore pour agir efficacement. Pour une désinfection optimale, l'eau doit être mélangée suffisamment longtemps au chlore avant d'être distribuée. On utilise pour cela un bassin de contact spécifique ou le réservoir de service. <b>Le temps de contact doit être au minimum de 30 minutes</b>
La <b>turbidité</b>	Les particules en suspension dans l'eau (qui la colorent et la rendent moins claire) diminuent l'action désinfectante du chlore en favorisant la protection des bactéries. Il faut donc que l'eau soit claire. <b>La turbidité doit être inférieure à 1 NTU (recommandé) ou 5 NTU (au maximum)</b>
La <b>température</b>	La rapidité de l'action bactéricide du chlore augmente avec la température.

### **Electrochloration**

Cette technique fonctionne sur le principe de la javellisation mais elle consiste à fabriquer l'eau de javel sur place par électrolyse d'une solution de saumure. L'installation comprend une cuve pour la préparation de la saumure, des cellules d'électrolyse, une cuve de stockage et une pompe doseuse.

Une telle installation demande un certain degré de technicité et un entretien suivi et consomme une quantité non négligeable d'énergie. Elle a l'avantage d'éviter la manipulation et le stockage de produits dangereux.

### **Sous-produits de chloration**

Le chlore présente le risque de formation de sous-produits nocifs pour la santé humaine si l'eau contient de la matière organique. Il est préférable d'éliminer autant de matière organique que possible de l'eau, avant que la désinfection ne soit appliquée.

### Quelques critères de choix entre les filières

Critères	Eau de javel	Chlore gazeux
<b>Taille de l'installation</b>	Petite	Grande
<b>Adaptation aux faibles débits</b>	Bonne	Mauvaise
<b>Nécessité d'un génie civil dédié</b>	Non	Oui
<b>Entretien</b>	Faible	Faible
<b>Technicité</b>	Simple	Complexe
<b>Autonomie en l'absence d'exploitation</b>	Faible	Bonne
<b>Rémanence du produit</b>	Bonne	Bonne
<b>Goût et odeur</b>	Caractéristique	Caractéristique
<b>Efficacité sur le fer / manganèse</b>	Faible	Faible
<b>Efficacité sur l'ammoniaque</b>	Forte	Forte
<b>Efficacité germicide</b>	Bonne	Bonne (dépend du pH de l'eau)
<b>Inefficace contre</b>	Virus	Virus et protozoaires
<b>pH optimal</b>	5 à 7.5	5 à 7.5
<b>Coût énergétique</b>	Négligeable	Négligeable

(source FNDAE)

# La déferrisation

## → Élimination du fer en excès

### Origines du fer dans l'eau :

La présence de fer dans l'eau peut avoir plusieurs origines :

- lessivage des terrains avec dissolution des roches et des minerais contenus dans le sous-sol,
- rejets industriels (pollutions minières, métallurgiques...),
- corrosion des canalisations métalliques (en fonte ou en acier),
- utilisation de sels de fer comme agents de coagulation dans la production d'eau potable.

Dans le milieu naturel, le fer constitue 4% de l'écorce terrestre.

Le fer se trouve en solution dans les eaux privées d'oxygène, il en résulte qu'il est toujours plus abondant dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles. On le trouve dans :

- les eaux de surface : couches profondes,
- les eaux de nappes alluviales,
- les eaux de forages profonds.

### Effets sur la santé et effets indésirables :

Le fer est un élément indispensable au fonctionnement du corps humain (synthèse de l'hémoglobine du sang). Les besoins journaliers en fer sont estimés à environ 2 à 3 mg par jour, selon l'âge et le sexe.

Les seules intoxications remarquées ont été liées à l'absorption de sels de fer chez les enfants (symptômes d'ordre digestif principalement)

Le fer entraîne, à des concentrations supérieures à 300 mg/l voire moins, des effets indirects gênants pour l'utilisateur :

- neutralisation des désinfectants pouvant générer la prolifération des microorganismes dans les réseaux de distribution ;
- conséquences de la corrosion dans les canalisations métalliques avec libération du métal ;
- distribution d'eau de couleur rouille, au robinet de l'utilisateur, qui tâche le linge et les installations de plomberie ;
- inconvénients d'ordre organoleptique\* (goût métallique de l'eau, turbidité, coloration rouge) ;
- réduction progressive des débits de conduite due à la formation de dépôts en association avec le manganèse.

### Normes :

Valeur limite NC (arrêté N°79 du 3 avril 1979)	Valeur de référence France (arrêté du 11 janvier 2007)	Valeur préconisée par l'OMS
200 µg/l	200 µg/l	300 µg/l

## Traitements

### Par oxydation... puis filtration :

Le fer est transformé en forme insoluble (hydroxydes de fer  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ). La transformation peut se faire par voie biologique ou par voie physico-chimique.

Les hydroxydes ferriques insolubles sont formés par oxydation :

- **Oxydation par l'oxygène de l'air :**

Une simple aération permet d'éliminer le fer. Il faut environ 0,15mg d'oxygène pour éliminer 1mg de fer. L'efficacité de ce traitement est très liée au pH. Pour éliminer 90% du fer en moins 10 minutes, il faut un pH supérieur à 7,2 (plupart des cas en Nouvelle-Calédonie). Pour cela, on peut être amené à modifier le pH de l'eau brute avec ajout de soude ou de chaux. L'aération peut se faire sous pression ou par pulvérisation.

- **Oxydation biologique :**

L'élimination du fer peut aussi se faire grâce aux ferro-bactéries, bactéries qui oxydent et précipitent le fer, pour tirer l'énergie nécessaire à leur métabolisme. Ces ferro-bactéries sont aérobies\*, c'est-à-dire que la présence d'oxygène dissous même en très faible quantité leur est indispensable.

- **Oxydation par d'autres oxydants (moins utilisée) :**

- par le chlore : peu utilisé
- ozone
- bioxyde de chlore
- permanganate

Dans un deuxième temps, la séparation du précipité fait appel à des techniques de décantation et/ou filtration.

La mise en œuvre de tels traitements s'accompagne le plus souvent d'un curage des réseaux à cause des dépôts importants antérieurs au traitement.

Le fer est fréquemment associé au manganèse avec lequel il a la propriété de co-précipiter.

# La démanganisation

## → Élimination du manganèse en excès

### Origines du manganèse dans l'eau :

Le manganèse est assez répandu dans la nature, il provient de la dissolution du sol par l'eau, car toutes les roches en contiennent en quantités plus ou moins importantes et le phénomène est amplifié par le manque d'oxygène (cas des eaux profondes).

Dans la plupart des cas, le fer est associé à la présence de manganèse (avec lequel il a la propriété de co-précipiter), mais dans des quantités trois à dix fois plus importantes.

### Effets sur la santé et effets indésirables :

Le manganèse est un oligo-élément\* essentiel au fonctionnement du corps humain (croissance, métabolisme des glucides et lipides). La quantité moyenne nécessaire pour assurer les fonctions physiologiques normales est évaluée entre 2 et 5 mg par jour pour un adulte et moins de 1.5 mg pour un enfant.

Les intoxications sont très rares et presque exclusivement d'origine professionnelle (la voie pulmonaire étant la voie de pénétration la plus dangereuse). Dans ce cas, les organes cibles sont les poumons et le système nerveux central.

A des concentrations supérieures à 0,15 mg/l, le manganèse entraîne des effets indirects gênants pour l'utilisateur :

- Neutralisation des désinfectants pouvant générer la prolifération des microorganismes dans les réseaux de distribution ;
- Phénomènes de corrosion dans les canalisations ;
- Formation d'une couche noire (à partir de 0,05 mg/l) à l'intérieur de ces canalisations qui peut s'arracher et être entraînée sous forme de particules ;
- Distribution d'eau colorée noire au robinet de l'utilisateur, qui tâche le linge et les installations de plomberie ;
- Inconvénients d'ordre organoleptique (goût métallique, couleur noire) ;
- Réduction progressive des débits de conduite (formation de dépôts) en association avec le fer.

### Normes :

Valeur limite NC (arrêté N°79 du 3 avril 1979)	Valeur de référence France (arrêté du 11 janvier 2007)	Valeur préconisée par l'OMS
100 µg/l	50 µg/l	100 µg/l

## Traitements :

Comme pour le fer, le manganèse est oxydé en  $MnO_2$ , insoluble. Deux types de filière existent :

- ▶ Physico-chimique
- ▶ Biologique

### Par voies physico-chimiques :

#### A. oxydation à l'air :

Elle est possible mais très lente, à moins que le pH soit très élevé. A pH >9, l'oxydation du manganèse demande au moins 2 heures.

Ce procédé est donc utilisable uniquement en combinaison avec un adoucissement\* à la chaux ou à la soude.

En utilisant un matériau de filtration enrobé de  $MnO_2$ , on catalyse la réaction d'oxydation par l'oxygène.

#### B. oxydation par d'autres oxydants :

##### ▶ Au permanganate :

C'est le réactif le plus utilisé dans le traitement des eaux. La cinétique d'oxydation est croissante avec le pH.

##### ▶ A l'ozone :

La présence de matière organique engendre une compétition sur la consommation de l'ozone. L'élimination du manganèse en inter-ozonation (aval décantation-amont des filtres) permet de s'en affranchir.

En cas de surdosage, on provoque l'oxydation de  $MnO_2$  en  $MnO_4$  ce qui donne une couleur rose à l'eau traitée.

### Par voies biologiques :

L'oxydation du manganèse par les bactéries peut se faire selon deux voies :

- ▶ **Une voie indirecte** : l'oxydation du manganèse a lieu à l'extérieur de la cellule par l'oxygène, en raison de l'augmentation du pH liée à la croissance de ces bactéries,
- ▶ **Une voie directe** où le manganèse est oxydé par voie enzymatique et se concentre dans une gaine autour des bactéries.

Les bactéries du manganèse sont également capables d'utiliser le fer. Ceci peut poser des problèmes de compétition lors de la présence simultanée de fer et manganèse.

Les avantages de la démanganisation biologique sont :

- l'absence de réactifs ;
- les précipités formés sont moins colmatants d'où une augmentation des vitesses de passage et des capacités de rétention.

# La dessalinisation ou le dessalement

## → Élimination de la salinité

### Les eaux marines

La caractéristique la plus importante des eaux de mer est leur salinité, c'est-à-dire leur teneur globale en sels (chlorures de sodium et de magnésium, sulfates, carbonates).

La salinité moyenne des eaux des mers et océans est de 35 g/L (27,2 g/L de **NaCl**, 3,8 g/L de **MgCl<sub>2</sub>**, 1,7 g/L de **MgSO<sub>4</sub>**, 1,26 g/L de **CaSO<sub>4</sub>**, 0,86 g/L de **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**).

Le pH moyen des eaux de mer varie entre 7,5 et 8,4 : l'eau de mer est un milieu légèrement basique.

### Les eaux saumâtres

On appelle « eau saumâtre » une eau salée non potable de salinité inférieure à celle de l'eau de mer. La plupart des eaux saumâtres contiennent entre 1 et 10 g de sels par litre. Ce sont parfois des eaux de surface mais le plus souvent des eaux souterraines qui se sont chargées en sels en dissolvant certains sels présents dans les sols qu'elles ont traversés. Leur composition dépend donc de la nature des sols traversés et de la vitesse de circulation dans ces sols. Les principaux sels dissous sont le **CaCO<sub>3</sub>**, le **CaSO<sub>4</sub>**, le **MgCO<sub>3</sub>** et le **NaCl**.

### Les principales technologies de dessalement des eaux

La dessalinisation est un procédé permettant d'enlever le sel contenu dans les eaux de mer ou saumâtre. Les principales technologies actuelles de dessalement des eaux sont :

Les procédés utilisant des membranes: l'osmose inverse et l'électrodialyse, technique la plus utilisée pour le dessalement.

Quel que soit le procédé de séparation du sel et de l'eau envisagé, toutes les installations de dessalement comportent 4 étapes :

- une prise d'eau de mer avec une pompe et une filtration grossière,
- un pré-traitement avec une filtration plus fine, l'addition de composés biocides et de produits anti-tarte,
- le procédé de dessalement lui-même,
- le post-traitement avec une éventuelle reminéralisation de l'eau produite.

A l'issue de ces 4 étapes, l'eau de mer est rendue potable ou utilisable industriellement, elle doit alors contenir moins de 0,5 g de sels par litre.

## 1. L'osmose inverse

L'osmose inverse est un procédé de séparation de l'eau et des sels dissous, matière organique, virus, bactéries au moyen de membranes semi-perméables sous l'action de la pression (54 à 80 bars pour le traitement de l'eau de mer). Ce procédé fonctionne à température ambiante.

Les membranes polymères utilisées laissent passer les molécules d'eau et ne laissent pas passer les particules, les sels dissous, les molécules organiques de  $10^{-7}$  mm de taille.

L'énergie requise par l'osmose inverse est uniquement celle électrique consommée principalement par les pompes haute pression.

Ce procédé peut éliminer environ 95% des particules et minéraux dissous présents dans l'eau de mer.

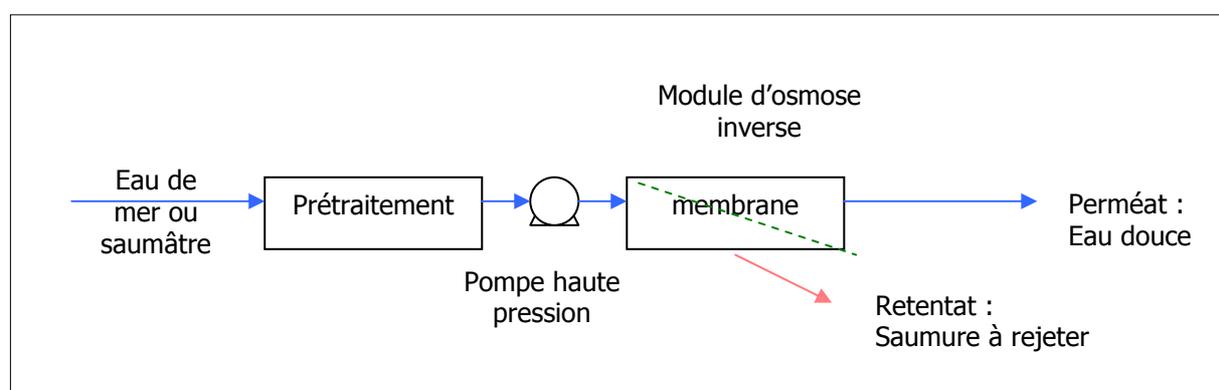


Fig 3 : Éléments constitutifs d'une unité d'osmose inverse

Le dessalement par osmose inverse nécessite d'abord un pré-traitement très poussé de l'eau de mer pour éviter le dépôt de matières en suspension sur les membranes qui conduirait très rapidement à une diminution des débits produits.

Il est nécessaire de retenir toutes les particules de dimension supérieure à 10 ou 50  $\mu\text{m}$  selon le type de module d'osmose inverse. Ceci est réalisé à l'aide d'une préfiltration grossière puis d'une filtration sur sable pour éliminer les matières en suspension les plus grosses. Puis un traitement biocide et une acidification sont nécessaires pour éviter le développement de microorganismes sur la membrane et éviter la précipitation de carbonates. Enfin une filtration sur cartouches permet de retenir les particules de taille de l'ordre de quelques dizaines de  $\mu\text{m}$  qui n'ont pas été retenues par le filtre à sable.

La pompe haute pression permet ensuite d'injecter l'eau de mer dans le module d'osmose inverse dans lequel se trouvent les membranes.

La concentration de la solution salée augmente puisque la majorité des molécules sont retenues d'un seul côté de la membrane. De ce fait, la pression osmotique augmente, avec des risques de précipitation des composés. Pour un même rendement, la pression à appliquer est donc plus élevée. Pour éviter ce phénomène, on balaye la membrane du côté de la solution salée par un flux d'eau continu. Toute l'eau n'est pas filtrée, une partie sert à nettoyer la membrane. L'eau non filtrée est appelée **rétenant** tandis que l'eau qui a traversé la membrane est appelée **perméat**.

## 2. L'électrodialyse

Une autre technique membranaire peut être utilisée pour le dessalement : l'électrodialyse. Là encore, les ions sont transférés à travers une membrane qui leur est perméable mais le transfert est cette fois assuré par un champ électrique.

Les ions dissous dans l'eau se déplacent sous l'action d'un champ électrique créé par deux électrodes trempant dans le liquide. Les ions positifs ou cations ( $\text{Na}^+$ ) sont attirés par l'électrode négative (ou cathode) tandis que les ions négatifs ou anions ( $\text{Cl}^-$ ) sont attirés par l'électrode positive (ou anode).

Dans l'électrodialyse, on intercale alternativement des membranes filtrantes soit imperméables aux anions et perméables aux cations, soit imperméables aux cations et perméables aux anions. On obtient ainsi une série de compartiments à forte concentration de sels et d'autres à faible concentration.

Les membranes utilisées en électrodialyse laissent passer les ions mais sont imperméables à l'eau. C'est exactement l'inverse pour les membranes utilisées en osmose inverse.

Cette technique est bien adaptée aux eaux saumâtres dont la salinité est assez faible (inférieure à 3 g/L), donc inférieure à celle de l'eau de mer.

## ANNEXE 3 : Matériaux utilisés en AEP

### → Caractéristiques et critères de dépose des matériaux utilisés en AEP

Matériau	Avantages	Inconvénients	Critères de dépose
<b>Vieux PVC</b>	- Rugosité faible - Poids faibles	- Prix	Joint collés, matériaux fragiles, mauvais états constatés
<b>PVC</b>	- Souplesse - Résistance		Age (75 ans)
<b>Amiante-ciment</b>	- Rugosité faible - Insensibilité aux agents agressifs - Prix - Pose facile	- Risques sanitaires	Mauvais état généralisé surtout en environnement acide
<b>Vieille fonte grise</b>	- Prix - Résistance à la corrosion	- Solidité	Présence généralisé de branchement en plomb, matériau fragile
<b>Fonte grise</b>			Age (75 ans)
<b>Vieil acier</b>	- Bonne élasticité - Excellente résistance mécanique	- Raccords nécessitant une main d'œuvre spécialisée - Poids - Prix	Présence généralisé de branchement en plomb, matériau fragile
<b>Acier</b>	- Facilité à façonner (pièces spéciales)		Age (75 ans)
<b>PEHD</b>	- Résistance à la corrosion - Légèreté - Souplesse - Prix	- Raccord nécessitant certaines précautions - Moins bonne résistance mécanique que fonte ductile - Perméable aux hydrocarbures	Age (100 ans)
<b>Fonte ductile</b>	- Bonne élasticité - Excellente résistance mécanique	- Poids élevé - Prix - Sensibilité à la corrosion	Age (100 ans)

### → Caractéristiques des matériaux utilisés pour les branchements individuels

#### • Cas particulier du Plomb

Des anciennes canalisations en plomb équipent encore de nombreux réseaux de distribution d'eau, en partie publique (avant compteur d'eau ; le distributeur d'eau en est responsable) et / ou en partie privée (après compteur d'eau ; le propriétaire de l'habitation en est responsable).

Les ressources en eau (sources, puits, forages) ne contiennent généralement pas de plomb. C'est au contact des canalisations en plomb que l'eau se charge de ce métal et ce d'autant plus que :

- le temps de stagnation dans les tuyaux est long ;
- la longueur des canalisations est importante ;
- l'eau est, notamment, faiblement minéralisée (eau douce) ;
- la température de l'eau est élevée ;
- il existe des phénomènes d'électrolyse dus à la juxtaposition de tuyaux en matériaux différents (cuivre et plomb, par exemple) ou à des mises à la terre sur des canalisations d'eau potable.

La gravité des troubles liés à l'ingestion de plomb est fonction de la durée d'exposition et des doses absorbées. Les effets concernent principalement :

- les enfants et les fœtus car leur absorption digestive est plus importante que chez l'adulte et leur système nerveux est encore immature ; ainsi, chez les enfants, la fatigue, l'irritabilité, les troubles de l'humeur et du comportement, voire une baisse des facultés intellectuelles et un retard de croissance peuvent être dus à une intoxication par le plomb ;
- les personnes âgées qui, assez fortement exposées au cours de leur existence, libèrent le plomb accumulé dans leurs os.

• Les autres métaux

Matériau	Avantages	Inconvénients
<b>Cuivre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en œuvre facile</li> <li>• Pertes de charges faibles</li> <li>• Désinfection thermique et chimique (chlore ou peroxydes après nettoyage) possibles</li> <li>• Limite la formation du bio-film par action bactéricide de contact</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N'existe que pour des diamètres inférieurs à 54 mm</li> <li>• Sensibilité à la corrosion par « érosion/cavitation » pour les tubes recuits ou surchauffés</li> </ul>
<b>Acier inoxydable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adapté aux eaux corrosives et agressives</li> <li>• Supporte la désinfection thermique ou chimique (peroxydes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût élevé</li> <li>• Mise en œuvre réalisée par personnel qualifié</li> </ul>
<b>Acier galvanisé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Désinfection thermique possible mais sans dépasser 60°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégradation accélérée à T°C &gt; 60°C</li> <li>• Pertes de charges importantes si corrosion ou entartrage</li> <li>• Incompatible avec la présence de cuivre en amont ou dans la boucle ainsi qu'avec tout traitement libérant des ions cuivre dans l'eau</li> <li>• Désinfection chimique au chlore peu efficace dans les canalisations corrodées même après entartrage</li> <li>• Risque de corrosion accru après détartrage et désoxydation</li> <li>• Les produits de corrosion favorisent le développement bactérien</li> </ul>

• Les matières plastiques

Matériau	Avantages	Inconvénients
<b>Polybutylène et polypropylène</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptés aux eaux corrosives</li> <li>• Supportent la désinfection thermique ou chimique (chlore ou peroxydes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût élevé</li> <li>• Pouvant être favorable à la prolifération du biofilm</li> </ul>
<b>PER (polyéthylène réticulé)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptés aux eaux corrosives</li> <li>• Supportent la désinfection thermique ou chimique (chlore ou peroxydes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pouvant être favorable à la prolifération du biofilm</li> </ul>
<b>PVC C (polychlorure-vinyle surchloré)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptés aux eaux corrosives</li> <li>• Supportent la désinfection thermique ou chimique (chlore ou peroxydes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pouvant être favorable à la prolifération du biofilm</li> <li>• Peut relarguer du chloroforme par action du chlore sur les méthylcétones contenues dans le solvant des assemblages par collage et également du tétrahydrofurane</li> </ul>
<b>PVDF (polyvinylidène fluoré)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptés aux eaux corrosives</li> <li>• Supportent la désinfection thermique ou chimique (chlore ou peroxydes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût élevé (supérieur à inox)</li> </ul>
<b>PE (polyéthylène)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilité d'utilisation</li> <li>• Adapté aux eaux corrosives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incompatible avec l'eau chaude</li> </ul>
<b>PVC (polychlorure-vinyle)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilité d'utilisation</li> <li>• Adaptés aux eaux corrosives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incompatible avec l'eau chaude</li> </ul>