



GREEN
CLIMATE
FUND

UNION DES COMORES



Au service
des peuples
et des nations

Unité - Solidarité- Développement

MINISTRE DE L'AGRICULTURE, DE LA PECHE, DE
L'ENVIRONNEMENT, DU TOURISME ET DE L'ARTISANAT

DIRECTION GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES FORÊTS
(DGEF)

FOND VERT POUR LE CLIMAT (FVC)

ASSURER UN APPROVISIONNEMENT
EN EAU RESILIENT AUX
CHANGEMENTS CLIMATIQUES AUX
COMORES

RENFORCEMENT DE LA
RESILIENCE CLIMATIQUE DE
L'APPROVISIONNEMENT EN
EAU POTABLE ET
D'IRRIGATION DE 15 DES
ZONES LES PLUS EXPOSEES A
DES RISQUES LIES AUX
CHANGEMENTS CLIMATIQUES
DANS L'UNION DES COMORES

Phase 3 – Livrable 1.2.2 : Les manuels
d'exploitation des installations de
production et de distribution d'eau potable

Version définitive

MARS 2023

SCET
TUNISIE

2, Rue Sahab Ibn Abbad – Cité Jardin B.P.16
1002 Tunis - Belvédère – Tunisie
Tél : (216) 71 894 100 / (+216) 71 800 033
E-Mail : direction@scet-tunisie.com.tn



A Nabeul :
Rue Moncef Bey, Cité CNRPS, Bloc 3 – Premier étage, Appt 312 - 8000 Nabeul
TUNISIE - Tél/Fax : (216) 72 288 310 -
E-Mail : hydroplante.tunis@planet.tn
A Sfax :
Immeuble El Fourat- 2ème étage, Apt n°202, 3027 Sfax El Jadida
TUNISIE - Tél : +216 74 490 906 - Fax : +216 74 490 907
E-mail : hydroplante.sfax@planet.tn

SOMMAIRE

SOMMAIRE	i
LISTE DES FIGURES	iii
LISTE DES TABLEAUX	iv
1 Rappel du Cadre général du projet et de l’étude	1
1.1 Contexte du projet	1
1.2 Objectifs du projet	2
1.3 Objectifs de la mission et déroulement prévu.....	2
1.4 Objectifs du présent rapport.....	4
2 Introduction	5
2.1 Contexte	5
2.2 Rappel du cadre légal et institutionnel.....	5
2.3 Les principaux acteurs nationaux de la gestion des SAEP :	5
2.3.1 La Direction Général de l’Energie des Mines et de l’Eau	5
2.3.2 la Direction Générale de l’Environnement et de la Forêt (DGEF) :	6
2.3.3 la SONEDE	6
2.3.4 Les Unions des Comités d’eau (UCEM/UCEA)	6
2.3.5 Les communes.....	6
2.4 Les principales constitutions d’un système d’alimentation en eau potable	7
2.4.1 Ouvrage de mobilisation de la ressource en eau.....	7
2.4.2 Le Réseau d’Alimentation en eau	7
3 Guide pratique d’exploitation et maintenance des systèmes de production	9
3.1 Les différents systèmes de production et mobilisation des eaux au Comores	9
3.2 Guide d’exploitations, entretien et maintenance des captages d’eau des rivières	9
3.2.1 Description générale des ouvrages de captage des eaux des rivières	9
3.2.2 Protections des captages d’eau des rivières :	9
3.2.3 Le bassin d’alimentation de captage.....	10
3.2.4 Les opérations de maintenance et d’entretien des captages d’eau des rivières.....	11
3.3 Guide d’exploitation, entretien et maintenance des captages des eaux des sources.....	15
3.3.1 Risque de contamination	15
3.3.2 Facteurs liés aux activités humaines : pollutions.....	15
3.3.3 Pollution accidentelle :	15
3.3.4 Protection de la zone autour du captage	16
3.3.5 Systèmes antiérosifs de protection des ouvrages.....	16
3.3.6 Les défaillances liées à la ressource	16
3.3.7 Type de captage.....	17
3.3.8 Gestion du bassin versant	20
3.3.9 Contrôles de la qualité d’eau	20
3.4 Guide d’exploitation, d’entretien et de maintenance des forages et puits	21
3.4.1 Généralités.....	21
3.4.2 Entretien régulier.....	22
3.4.3 Surveillance de l’état du forage.....	22
3.4.4 Maintenance des pompes immergées :	24
3.4.5 Diagnostic du vieillissement de l’ouvrage :	24

4	<i>Guide pratique d'exploitation et maintenance des systèmes de traitement.....</i>	27
4.1	Guide d'exploitation, entretien et maintenance des stations de traitement.....	27
4.1.1	Généralités.....	27
4.1.2	Critère de potabilité d'eau.....	27
4.1.3	Traitement minimal.....	27
4.1.4	Chaîne de traitement.....	28
4.1.5	La pré-chloration.....	28
4.1.6	Les étapes de la clarification :	28
4.2	Guide d'exploitation, entretien et maintenance des stations de désinfection	32
4.2.1	Le chlore :	32
4.2.2	Paramètres influençant l'efficacité du chlore :	32
4.2.3	Appareillage pour la mise en œuvre du Chlore :	33
4.2.4	Les opérations de maintenance et d'entretien :	35
5	<i>Guide pratique d'exploitation et maintenance des systèmes de Stockage (Les réservoirs)</i>	36
5.1	Généralités	36
5.2	Les équipements :.....	36
5.3	Les opérations de maintenance et d'entretien des réservoirs	37
5.3.1	Opérations préliminaires :	37
5.3.2	Inspection et diagnostic.....	37
5.3.3	Nettoyage	38
5.3.4	Rinçage.....	39
5.3.5	Désinfection	39
5.3.6	Contrôle de la qualité de l'eau et remise en service	39
6	<i>Guide pratique d'exploitation et maintenance des systèmes de Distribution :</i>	40
6.1	Les fonctions d'un réseau de distribution :	40
6.2	Les opérations de maintenance et d'entretien des réseaux des distributions	40
6.2.1	L'entretien quotidien : Qualité de l'eau distribuée	40
6.2.2	Contrôle de la qualité d'eau suite à un incident.....	40
6.2.3	Contrôle du bon fonctionnement et petites réparations	41
6.2.4	Equipements de production.....	41
6.3	Les facteurs influençant l'apparition des fuites	41
6.4	Campagnes de recherche de fuites :	42
6.4.1	Visite et diagnostic du réseau	43
6.4.2	La sectorisation du réseau :	43
6.4.3	Evaluation du rendement du réseau, indice linéaire de perte et pré-localisation.....	44
6.4.4	Localisation des fuites.....	45
6.4.5	Conséquences des fuites.....	49
6.5	Entretien des appareillages de robinetterie :.....	49
6.5.1	Vanne, Robinet et purge.....	49
6.5.2	Ventouses	53
6.5.3	Régulateurs de niveau, régulateurs de débits et régulateurs de pression	54
6.5.4	Les compteurs d'eau :	54
6.6	Le nettoyage des ouvrages.....	56
6.7	Améliorer la connaissance du réseau : Le système d'information géographique et l'actualisation des données	57

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Schéma illustrant les principales composantes du système d’alimentation d’eau potable concerné par les guides d’exploitation</i>	8
<i>Figure 2 Représentation des différents périmètres de protection d’un captage</i>	10
<i>Figure 3 : Boîte de captage simple</i>	17
<i>Figure 4 : Principe de captage par drain</i>	18
<i>Figure 5 : Un exemple de boîte de captage avec son système de curage</i>	19
<i>Figure 6 : Phénomène de l’intrusion marine</i>	21
<i>Figure 7 : Dégrillage</i>	28
<i>Figure 8 : Principe des filtres sur lit de sable</i>	29
<i>Figure 9 : filtre à sable à Mohéli</i>	30
<i>Figure 10 : Chloromètre</i>	31
<i>Figure 11 : Système Injection Venturi</i>	34
<i>Figure 12 : les Dosatrons</i>	35
<i>Figure 13 : Réservoir Fomboni</i>	36
<i>Figure 14 : Exemple des Deux enregistrements de bruit</i>	45
<i>Figure 15 : Hydrosol</i>	46
<i>Figure 16 : Amplificateur électronique</i>	47
<i>Figure 17 : Principe du corrélateur acoustique</i>	48
<i>Figure 18 : Robinet - Vanne</i>	50
<i>Figure 19 : Vanne à papillon</i>	52
<i>Figure 20 : Ventouse</i>	54
<i>Figure 21 : Petit Compteur de la consommation domestique</i>	55
<i>Figure 22 : Compteur de gros débit</i>	56

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Les principaux indicateurs et critères de potabilité d’eau</i>	27
<i>Tableau 2 Les Incidents et les actions à tenir</i>	41
<i>Tableau 3 : Les avantages et les inconvénients relatives à la Robinet –Vanne</i>	51
<i>Tableau 4 : Les avantages et les inconvénients relatives à Vanne à papillon</i>	52
<i>Tableau 5 Choix du diamètre des ventouses</i>	54
<i>Tableau 6 Avantages et Inconvénients différentes technologies des compteurs</i>	56

1 RAPPEL DU CADRE GENERAL DU PROJET ET DE L'ETUDE

1.1 Contexte du projet

Les caractéristiques hydro-physiques des Comores influent considérablement sur leur grande vulnérabilité aux impacts des changements climatiques. Sur l'ensemble des quatre îles des Comores s'étendant sur 2236 km², les trois îles Anjouan, Mohéli et Grande Comore en couvrent une surface de 1862 km² et dans lesquelles aucune des terres ne se trouve à plus de 10 km du littoral, ce qui fait que les bassins hydrographiques et les aquifères sont très peu développés et sont caractérisés par une faible capacité naturelle de stockage des eaux.

La plus grande île, Grande Comore, n'a presque pas d'eau de surface. Les villes côtières sont donc forcées d'exploiter des nappes d'eau souterraines rarement douces, tandis que les communautés rurales des hautes terres, qui constituent 50 % de la population de l'île, dépendent exclusivement de la collecte des eaux de pluie.

Sur les deux îles plus isolées d'Anjouan et Mohéli, la population est alimentée en eau par des captages de sources ou de cours d'eau situés à l'exutoire de petits bassins versants volcaniques escarpés et très sensibles à l'érosion. Les flux des bassins varient rapidement en fonction des précipitations, ils s'assèchent pendant les longues périodes de sécheresse et produisent des écoulements violents et turbides à la suite des fortes précipitations.

Les îles possèdent donc des ressources en eau différentes, et sont vulnérables de diverses façons à une plus grande variabilité climatique, en effet, si la Grande Comore est menacée principalement par les sécheresses et les risques de salinisation des eaux des puits et des forages, les îles d'Anjouan et Mohéli subissent des dégâts dus aux crues et une augmentation de la turbidité de l'eau et sont soumises aussi à des déficits graves des écoulements pendant les périodes de tarissement.

De ce fait, les Comores sont par conséquent extrêmement vulnérables aux changements climatiques illustrés à une échelle mondiale par la remontée du niveau des océans, le rehaussement des températures et l'augmentation de la variabilité des précipitations provoquant d'importantes répercussions en termes d'inondations graves, d'érosion, de sécheresse et de salinisation des sols et des nappes aquifères.

Les prévisions relatives au changement climatique pour les Comores indiquent une augmentation évidente des températures, une variabilité accentuée de l'intensité des précipitations provoquant des crues violentes et aggravant l'érosion des bassins versants, un rallongement de la saison sèche et une recrudescence de la fréquence des périodes de sécheresse ;

L'absence de résilience au changement climatique est donc endémique au niveau national, que le risque climatique soit une pénurie de l'approvisionnement en eau provoquée par une sécheresse prolongée ou une infrastructure hydraulique endommagée/polluée par les crues. Il n'existe aucune réglementation en matière de réduction des risques climatiques imposant aux agences gouvernementales de résoudre le problème ; aucune compréhension de la vulnérabilité des ressources en eau aux extrêmes climatiques ; aucune capacité technique permettant d'identifier et de traiter les risques climatiques pour les bassins versants ou l'infrastructure d'approvisionnement en eau, ou encore de prévoir et d'alerter sur les extrêmes climatiques. Le public est en outre très peu sensibilisé aux façons de se développer et de s'adapter au changement climatique au niveau communautaire.

Renforcement de la résilience climatique de l’approvisionnement en eau potable et d’irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l’Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d’exploitation des installations de production et de distribution d’eau potable.**

Sans un changement de paradigme au niveau national permettant à l’environnement de s’adapter au changement climatique, toute intervention de soutien en faveur des communautés les plus vulnérables, qu’il s’agisse d’agriculteurs ruraux ou de colporteurs périurbains, ne saurait être durable.

L’un des besoins les plus urgents du pays, est de développer la résilience de son approvisionnement en eau aux impacts des changements climatiques. En particulier, les Comores doivent augmenter la résilience de leurs ressources en eau et bassins versants limités, protéger leur infrastructure d’approvisionnement en eau et renforcer la capacité d’adaptation de leurs institutions et communautés, pour leur permettre d’élaborer un plan opérationnel dans des conditions climatiques de plus en plus extrêmes.

C’est dans ce contexte que l’Union des Comores a obtenu un financement du Fonds vert pour le climat (FVC) au titre du projet intitulé « **Assurer un approvisionnement en eau résilient au climat aux Comores** ». Le projet a pour principal objectif de renforcer la résilience climatique de l’approvisionnement en eau potable et d’irrigation de **15 des zones les plus exposées à des risques liés au changement climatique dans l’Union des Comores**. Le projet est conçu pour remédier à la vulnérabilité de l’approvisionnement en eau du pays face aux phénomènes climatiques extrêmes en raison de la fragilité de ses ressources en eau et du manque de ressources humaines et financières dû à sa population peu nombreuse et à l’isolement de ses îles.

1.2 Objectifs du projet

Les objectifs du projet seront atteints quand les trois composantes suivantes seront réalisées :

- i. Une approche nationale de la planification de l’eau qui intègre la résilience au changement climatique dans les politiques publiques, les plans, la législation, la budgétisation et les dispositifs institutionnels, incluant aussi bien les régulateurs que les prestataires de services, afin de garantir la disponibilité de ressources humaines et financières suffisantes pour soutenir la résilience au changement climatique;
- ii. Les ressources en eau suffisantes sont disponibles pendant les périodes de sécheresse et lors des inondations. Il s’agit de gérer activement les bassins hydrographiques de manière à non seulement prévenir les dérogations induites par le climat, mais aussi, dans la mesure du possible, à renforcer la protection des ressources en eau, notamment en fournissant des prévisions et en lançant des alertes sur la situation des ressources en eau afin de permettre une gestion adaptative;
- iii. Des infrastructures et des technologies résilientes au changement climatique sont mises en place pour gérer et combler le manque d’approvisionnement en eau provoqué par les sécheresses, les inondations, les dégâts causés par les tempêtes, les ondes de tempête, les feux de brousse, les coupures de courant et les besoins en eau induits par l’augmentation de la température.

1.3 Objectifs de la mission et déroulement prévu

Dans le cadre de l’objectif principal du projet « Assurer un approvisionnement en eau résilient au climat aux Comores » visant le « Renforcement de la résilience climatique de l’approvisionnement en eau potable et d’irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l’Union des Comores », cette mission est programmée afin de contribuer à cet objectif principal.

Les objectifs spécifiques de cette mission peuvent être résumés en les points suivants :

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

- i) Elaborer des outils de gestion efficace des ressources en eau et des infrastructures qui seront mises en place en tenant compte de la résilience climatique et de la dimension genre ;
- ii) Intégrer la réduction des risques climatiques dans la gouvernance du secteur de l'eau à tous les niveaux (national, insulaire et communautaire) ;
- iii) Développer les outils nécessaires pour l'établissement au niveau communautaire des comités de bassins pour la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE).

La réalisation de ces sous-objectifs, permettra à l'Union des Comores, de renforcer ses capacités d'adaptation aux risques climatiques extrêmes, de plus en plus fréquents (y compris la sécheresse, les inondations et leurs répercussions, en particulier vis-à-vis de l'érosion hydrique) et qui affectent l'approvisionnement en eau potable et le système d'irrigation du pays. Elle conduira à un changement de paradigme national, intégrant les approches systémiques de réduction des risques climatiques dans la gestion de la ressource, la gestion des bassins versants, l'approvisionnement en eau, y compris la planification, l'investissement, la cartographie, l'exploitation et l'entretien. C'est ainsi que l'Union des Comores pourra surmonter les principaux obstacles techniques, institutionnels et financiers pour l'amélioration de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau du pays

Le déroulement de la mission est prévu sur trois phases :

➤ **PHASE 1 : CONCERTATION, RECUEIL D'INFORMATION ET ANALYSE DU SECTEUR**

Prise de contact avec les parties prenantes au Projet, consultation des partenaires nationaux et insulaires, Revue documentaire, visite des terrains et bassins versants pour prendre connaissance des zones d'interventions du projet et l'état actuel des bassins versants et prise de contact avec les associations de gestion de l'eau

A l'issue de cette phase d'échanges, de recueil d'informations et de constations, il sera organisé trois ateliers : 3 ateliers (1 par île) de restitution avec l'ensemble des acteurs sur la situation du secteur de l'eau.

➤ **PHASE 2 : ÉTABLISSEMENT DES RAPPORTS, OUTILS ET MANUELS PROVISOIRES**

Un ensemble de rapports, outils et manuels seront élaborés en versions provisoires qui seront soumis à des concertations et approbations avant d'être édités en version définitive au cours de la phase 3. Ces livrables sont :

1. Livrable 1 : Des manuels de planification, de budgétisation et d'opérationnalisation, relatives à une gestion de l'eau résiliente aux changements climatiques ;
2. Livrable 2 : Une approche systémique d'évaluation et de réduction des risques climatiques dans le secteur de l'eau ;
3. Livrable 3 : Un programme de sensibilisation à la réduction des risques liés aux changements climatiques dans le secteur de l'eau ;
4. Livrable 4 : Des directives de planification pour la protection des sources en eau et des normes de qualité de l'eau tenant compte des changements climatiques ;
5. Livrable 5 : Un programme d'appui aux comités de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) et des plans d'action pour la réduction des risques des bassins versants axés sur la résilience climatique dans les zones d'intervention du projet ;

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

6. Livrable 6 : Un programme de soutien aux comités de gestion de la GIRE pour établir des zones de protection des sources d'eau et former les formateurs pour sensibiliser sur les avantages de la gestion des bassins versants en matière de réduction des risques climatiques

A la suite de la soumission des produits/livrables en version provisoire, des séries d'ateliers seront organisés afin de présenter les résultats de ces livrables et mener des discussions avec les parties prenantes pour d'éventuelles améliorations des produits et des livrables.

➤ **PHASE 3 : ÉTABLISSEMENT ET TRANSMISSION DES LIVRABLES DÉFINITIFS**

Au cours de cette phase, tous les manuels et rapports produits précédemment seront reproduits en version définitive.

Ces versions définitives tiendront compte de :

- Observations sur les drafts des manuels émis par l'Administration et les parties prenantes à la suite de la remise de ces rapports en version draft ;
- Recommandations des ateliers de restitutions qui seront organisés au niveau insulaire et au niveau national.

1.4 Objectifs du présent rapport

L'activité 1 de la phase 2 comporte cinq(5) volumes :

- Un premier volume qui représente le diagnostic sur la gestion de l'eau dans les zones d'intervention du projet. Ce volume est le livrable 1.1.
- Quatre (4) volumes qui représentent les manuels de planification, de budgétisation et d'opérationnalisation, relatives à une gestion de l'eau résiliente aux changements climatiques. Ces 4 volumes sont :
 - Volume 1.2.1 : Processus et outils de planification, de budgétisation et d'exploitation de l'eau et d'une structure de gestion,
 - **Volume 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable,**
 - Volume 1.2.3 : Démarche pour promouvoir l'approche genre dans le fonctionnement d'un système d'Alimentation en eau potable,
 - Volume 1.2.4 : Outils de gestion d'un système d'adduction d'eau et d'évaluation de la performance du service
 - Volume 1.2.5 : Synthèse des ateliers de restitution des manuels de planification, de budgétisation et d'opérationnalisation relatives à la gestion de l'eau résilient au climat

Le présent rapport qui est livrable représente le volume 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.

2 INTRODUCTION

2.1 Contexte

Dans son effort continu pour surmonter ces défis, l'Union des Comores a pu obtenir un financement du Fonds vert pour le climat (FVC) au titre du projet intitulé « **Assurer un approvisionnement en eau résilient au climat aux Comores** ». Ce projet a pour principal objectif de renforcer la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores. Ce projet est conçu pour remédier à la vulnérabilité de l'approvisionnement en eau du pays face aux phénomènes climatiques extrêmes en raison de la fragilité de ses ressources en eau et du manque de ressources humaines et financières dû à sa population peu nombreuse et à l'isolement de ses îles.

Ce document a été conçu dans le but d'aider les gestionnaires des SAEP à l'exploitation, la maintenance et l'entretien des différentes composantes des systèmes d'alimentation en eau potable.

2.2 Rappel du cadre légal et institutionnel

Le cadre législatif et réglementaire de la gestion des ressources en eau dans l'union de Comores est constitué des dispositions légales qui sont contenues dans les documents et textes légaux ci-après :

- **La Loi Organique du 1^{er} mars 2005** stipule que la politique de l'eau relève de la compétence des îles autonomes qui l'exercent dans le cadre de la politique nationale de développement, définie en concertation avec l'Union.
- **Le Nouveau code de l'eau et de l'assainissement promulgué par le décret n°21-007/PR du 28 Décembre 2020** qui a institué la gestion intégrée et durable des ressources en eau comme approche de planification et de mise en œuvre, introduit le concept du changement climatique, prévu d'institué une Agence Nationale de Gestion des Ressources en eau avec des antennes au niveau des îles et a précisé les différentes possibilités pour la gestion du service public de l'eau.
- **Le processus de décentralisation engagé en 2011 (loi n°11-005/AU)** qui confère la compétence eau et assainissement aux 54 communes sur les 3 îles dont 6 à Mohéli et a confié aux conseils municipaux élus le choix du mode de gestion.
- **Le décret n°18-079/PR du 6 septembre 2018** portant statut de la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution d'Eau (SONEDE)

2.3 Les principaux acteurs nationaux de la gestion des SAEP :

2.3.1 La Direction Général de l'Energie des Mines et de l'Eau

La Direction Générale de l'Eau, des Mines et de l'Energie (DGEME) est composée de deux Directions : la Direction Nationale des Mines et de l'Energie et la Direction Nationale de l'Eau (DNE).

La DNE est chargée de :

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

- La Maîtrise d'Ouvrage des différents projets relatifs à l'eau potable et à l'assainissement ;
- La régulation du secteur de l'eau avec en particulier la fixation de la tarification de l'eau ;
- La Maîtrise d'Ouvrage Déléguée (MOD) est assurée par la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE), qui est placée sous la tutelle de la DGEME).

2.3.2 la Direction Générale de l'Environnement et de la Forêt (DGEF) :

Elle se trouvait auparavant au sein du MERE. La DGEF dispose des services chargés de l'environnement, des changements climatiques, de la biodiversité, des déchets et de l'eau.

2.3.3 la SONEDE

Le décret n°18-079/PR du 6 septembre 2018 portant statut de la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution d'Eau (SONEDE) mentionne que la SONEDE prend la succession de la Société MAM-WE (Madji na Mwendje) dans certains domaines de ses compétences (Article 18) et ce pour l'objet de :

- La production et la distribution de l'eau sur l'ensemble du territoire de l'Union des Comores ;
- L'exploitation et l'entretien des installations de captage, de traitement et de la distribution de l'eau potable ;
- La mise en place d'une politique commerciale et de recouvrement efficace ;
- La planification et la réalisation d'études, la recherche et la gestion des financements pour l'ensemble des infrastructures dont elle a la charge ;
- Le contrôle de la qualité de l'exploitation du service public de la distribution d'eau potable et des autres missions confiées à la Société ;
- L'information et la sensibilisation des usagers du service public de l'eau potable ;
- La mise en place de toute opération administrative, industrielle, technique, commerciale, mobilière, immobilière ou de prestations de services se rapportant directement ou indirectement à son objet.

2.3.4 Les Unions des Comités d'eau (UCEM/UCEA)

Les Comités de gestion de l'eau (CGE) sont des associations des usagers de l'eau qui gèrent les réseaux intervenant sous le régime juridique d'une association, l'Union des Consommateurs d'Eau de Mohéli (UCEM) et à Anjouan (UCEA) avaient la maîtrise d'ouvrage et la gestion du réseau d'eau potable. Elles ont été remplacées par la SONEDE.

2.3.5 Les communes

La Commune est reconnue comme entité compétente en matière d'eau potable et d'assainissement. Le nouveau code de l'eau laisse la possibilité, en cas d'impossibilité pour la SONEDE de gérer le service public de l'eau potable dans les limites de l'espace communal, la possibilité de la Délégation du Service Public (DSP) au privé sous conditions.

Renforcement de la résilience climatique de l’approvisionnement en eau potable et d’irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l’Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d’exploitation des installations de production et de distribution d’eau potable.**

D’après la loi sur la décentralisation, elles sont les collectivités territoriales de base de l’Union des Comores désignées comme maître d’ouvrage délégué des systèmes d’eau potable rurale et d’assainissement

2.4 Les principales constitutions d’un système d’alimentation en eau potable

Le réseau d’eau potable est une infrastructure importante qui doit permettre de distribuer une eau de bonne qualité en quantité suffisante pour satisfaire aux besoins des usagers et, souvent, aux besoins en eau nécessaires pour lutter contre les incendies. Les principaux constituants d’un système d’alimentation en eau potable sont:

2.4.1 Ouvrage de mobilisation de la ressource en eau

Selon la ressource en eau à mobiliser, les installations de mobilisation pourraient être : des ouvrages de dérivation et d’amenée des eaux superficielles, des ouvrages de captage, des forages, des puits pour les eaux souterraines. Aussi, dans des cas spécifiques, ces ouvrages de mobilisation pourraient comprendre des retenues d’eau de régulations....

2.4.2 Le Réseau d’Alimentation en eau

Ensemble d’installations qui relient les sources d’approvisionnement aux branchements particuliers. Vu sa fonction spécifique on peut le subdiviser en quatre réseaux enchaînés : traitement, adduction, distribution et branchement.

2.4.2.1 Traitement :

Ensemble d’installations de potabilisation nécessaires pour que l’eau d’approvisionnement atteigne les paramètres physico-chimiques, organoleptiques et bactériologique requis à la consommation humaine.

2.4.2.2 Adduction :

Les conduites d’adduction sont les conduites transportant l’eau entre les ouvrages ou points de prélèvement et les stations de production d’eau potable. A la sortie de ces dernières, les conduites de transfert vers le réseau de distribution sont des conduites de transport.

2.4.2.3 Distribution:

Partie du réseau d’eau potable, comprenant les conduites, les réservoirs de réseau, les stations de pompage et les autres équipements, par laquelle l’eau est fournie aux consommateurs.

2.4.2.4 Branchement :

On entend par branchement eau, toutes canalisations et équipements qui permettent de relier un point (des) de livraison (inclus) à la conduite d’adduction. Le branchement comprend donc en général une partie sur le domaine public (ou collectif) et une partie sur le domaine privé.

Le système d’alimentation en eau potable doit accomplir successivement les (4) fonctions suivantes (figure 1):

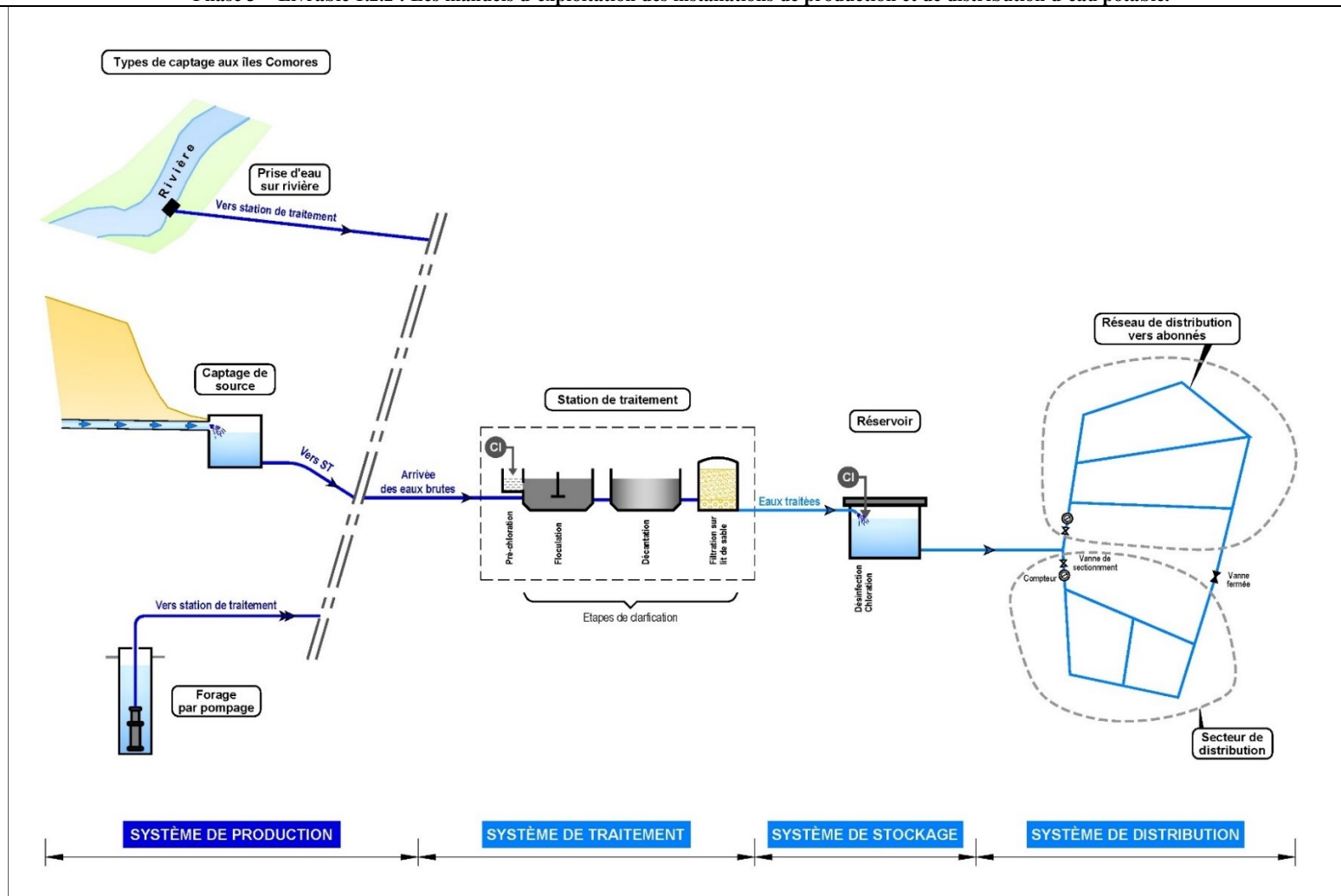


Figure 1 : Schéma illustrant les principales composantes du système d’alimentation d’eau

3 GUIDE PRATIQUE D’EXPLOITATION ET MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION

3.1 Les différents systèmes de production et mobilisation des eaux au Comores

Les modes de mobilisation des eaux pour l’alimentation en eau potable pratiqués aux Iles Comores consistent en la construction d’ouvrages de différents types :

- ✓ Ouvrage de captage (Seuil) d’eau des rivières.
- ✓ Ouvrage de captage de source.
- ✓ Ouvrage de forage ou puits.
- ✓ La collecte des eaux de pluie d’un impluvium au moyen de citerne couverte ou non

3.2 Guide d’exploitations, entretien et maintenance des captages d’eau des rivières

3.2.1 Description générale des ouvrages de captage des eaux des rivières

Le point de captage au niveau d’une rivière doit être choisi autant que possible à l’amont des points importants de pollution: agglomérations, usines insalubres. La prise peut être faite, soit dans une berge, soit dans le lit de la rivière, soit enfin dans les alluvions qui constituent la rive, à une certaine distance du cours d'eau.

La préservation de la ressource en eau potable est rendue obligatoire à l’intérieur du périmètre de protection. Mais les mesures de protection rapprochée autour du captage ne sont pas toujours prévues pour préserver la qualité de l’eau vis-à-vis des pollutions plus diffuses (nitrates et pesticides notamment). L’eau prélevée provient parfois de plusieurs kilomètres. Pour cela il faut prendre en considération toute la superficie d’alimentation du captage (bassin d’alimentation du captage).

3.2.2 Protections des captages d’eau des rivières :

Pour faciliter la préservation de la quantité de la ressource en eau, l’exploitant doit, entre autres, sensibiliser, informer, initier, faciliter le reboisement du bassin versant capté par des espèces adaptées et faciliter l’utilisation de pratiques culturelles respectueuses de l’environnement.

Pour assurer la préservation de la qualité de l’eau au niveau du captage, l’exploitant doit, en accord avec les autorités et le propriétaire du terrain, garantir au captage un périmètre de protection immédiate, un périmètre de protection rapprochée et un périmètre de protection éloignée et ce, conformément aux dispositions énoncées ci-dessous. Toute activité, hormis l’entretien du captage, est formellement interdite dans l’enceinte clôturée.



Figure 2 Représentation des différents périmètres de protection d'un captage

3.2.2.1 Le périmètre de protection immédiate.

Il définit la zone destinée à protéger les ouvrages du captage. Il doit être clôturé et est généralement enherbé pour éviter toute pollution, d'origine humaine ou animale, et pour limiter les risques de dégradation des ouvrages. Aucune activité autre que l'entretien mécanique et l'entretien de l'ouvrage n'y est autorisée.

Un accord doit être signé avec le propriétaire de ce périmètre précisant qu'il s'engage à mettre cette parcelle à disposition de la communauté et à respecter les prescriptions précédentes. La collectivité distributrice de l'eau en est propriétaire

La clôture de périmètre sera constituée au minimum par des poteaux métalliques ou en béton armé scellés sur des massifs en béton disposés tous les 3m de distance et d'une hauteur de 2 mètres. Sur ces poteaux seront fixés quatre rangs de fil barbelé. En milieu urbain, le périmètre immédiat sera fermé par un mur de 2m de hauteur et l'accès sera interdit au public.

3.2.2.2 Le périmètre de protection rapprochée

Le périmètre de protection rapprochée est défini pour protéger le captage des migrations de substances polluantes. Il permet de préserver le captage des risques de pollutions accidentelles ou ponctuelles. Dans le cas de petits bassins versants, il permet aussi d'agir sur des pollutions diffuses. Les activités ou aménagements pouvant nuire à la qualité des eaux y sont réglementés ou interdits.

3.2.2.3 Le périmètre de protection éloignée

Le périmètre de protection éloignée constitue une zone de vigilance particulière, vis-à-vis notamment des pollutions accidentelles pouvant avoir des conséquences sur la ressource. Les activités ou aménagements à l'intérieur de ce périmètre y sont souvent réglementés. L'application de la réglementation générale doit y être appliquée en toute rigueur, c'est-à-dire sans possibilité de dérogation.

3.2.3 Le bassin d'alimentation de captage

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores

Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.

Le bassin d'alimentation de captage aussi appelé aire d'alimentation de captage, désigne la surface du sol sur laquelle l'eau qui ruisselle et/ou s'infiltré alimente le captage. En bassin d'alimentation de captage, la présence de la forêt, milieu le plus favorable à la protection de la ressource, le temps de réponse du bassin d'alimentation de captage est lié à quatre paramètres qui influent sur la qualité d'eau et la durabilité de l'ouvrage

- **longueur de trajet d'eau** (longueur de cours d'eau entre le point le plus haut et le prise d'eau) : Plus il est élevé, plus les chances que l'eau soit plus polluée avec les transports solides.
- **La pente** joue sur la vitesse de ruissellement des eaux. Une forte pente : favorise le risque d'érosion et le déplacement rapide des polluants.
- **Taille du bassin d'alimentation** : l'importance du débit des eaux est liée à la taille du bassin. Plus cette dernière est grande, plus le débit arrivant au captage est fort et les polluants dilués.
- **Le taux de recouvrement de la végétation au sol** : La végétation est un facteur de stabilité des versants d'alimentation du captage en effet la couverture végétale freine l'impact des eaux météoriques et des eaux de ruissellement. Plus leurs taux de recouvrement sont forts, plus les risques d'érosion et de turbidité sont limités.

3.2.4 Les opérations de maintenance et d'entretien des captages d'eau des rivières

3.2.4.1 Gestion des rémanents et les débris de coupe (les restes des branches abandonnées en forêt) :

Il faut évacuer au maximum des débris de coupe présents dans le lit du cours d'eau et sur les berges pour éviter les apports organiques important (sédimentation et désoxygénation) et les risques d'obstruction à l'écoulement.

3.2.4.2 Protection des berges :

Les berges d'un cours d'eau au niveau du captage subit des phénomènes d'érosion. Il s'agit d'un processus naturel lié à la dynamique du cours d'eau. Qu'il ne faut pas systématiquement chercher à éviter. Cependant l'érosion peut parfois être accentuée par une origine artificielle et peut menacer l'ouvrage existant. Des protections de berges peuvent alors être mises en place.

3.2.4.3 Entretien mensuel :

3.2.4.3.1 Contrôle de l'état des ouvrages :

- ✓ Absence de fuite des boîtes de captage
- ✓ Débit de la ressource habituel et correspondant bien à la saison
- ✓ Crépine en bon état de fonctionnement (pas bouchée, pas endommagée)
- ✓ Trappe ou porte de visite non endommagée, cadenas fonctionnel, pas de risque d'entrée d'eau de ruissellement ou d'insectes
- ✓ Vérification et réparation si nécessaire de l'ensemble des pièces de tuyauterie ou robinetterie
- ✓ Trop plein bien protégé contre les insectes (screen en bon état).

3.2.4.3.2 Nettoyage de l'ouvrage

Au moins une fois par mois, la boîte de captage doit être nettoyée. On procédera comme suit :

1. Avertir les utilisateurs que durant le nettoyage, la distribution d'eau sera interrompue car l'eau sera alors impropre à la consommation ;
2. Isoler le captage du reste du réseau
3. Enlever les racines des arbres, les alluvions et tout autre objet
4. Brosser le fond du captage pour mettre en suspension les matières décantées
5. Ouvrir la vidange pour vider l'eau trouble accumulée
6. Evacuer tout dépôt au fond du captage
7. Brosser les murs et le fond du captage avec une solution chlorée à 0,2% (solution B)
8. Fermer la vidange et laisser le captage se remplir
9. Rincer abondamment le captage
10. Contrôler que les conduites sont en parfait état de propreté / de fonctionnement : vidange, trop plein, distribution, y compris crépine et moustiquaires
11. Ouvrir à nouveau la vidange et la refermer une fois que le réservoir est vide.

Matériel nécessaire :

- ✓ Une brosse à poils durs
- ✓ Un balai
- ✓ Une bouteille de solution chlorée (le chlore industriel du commerce fera parfaitement l'affaire)
- ✓ La clef du cadenas d'entrée
- ✓ Un outil permettant d'ouvrir la vidange si besoin
- ✓ Une lampe de poche

3.2.4.4 Entretien en début et en fin de saison cyclonique

Cet entretien se fera à minima deux fois par an, de préférence à la fin du mois de mai (fin de la saison des pluies novembre et au début de la saison des pluies (mois de novembre).

3.2.4.5 Contrôle et nettoyage du périmètre de protection immédiat

Au moins une fois par mois (particulièrement en début et en fin de saison cyclonique), on vérifiera que le périmètre de protection immédiat est en bon état (clôtures fonctionnelles) :

1. Vérifier qu'il n'y a pas d'animaux dans le périmètre ni de traces de déjection animale ou humaine ;
2. Vérifier que les toilettes les plus proches sont à plus de 100 mètres du captage
3. Vérifier qu'il n'y a pas de traces d'érosion inhabituelle, et que les éventuelles plantes protégeant les surfaces sont en bon état (replanter de nouveaux pieds le cas échéant)
4. Si nécessaire nettoyer et recreuser les canaux d'évacuation de l'eau de ruissellement autour du périmètre de protection
5. Enlever les ordures

6. Vérifier qu'il n'y a pas d'eaux stagnantes autour du réservoir, et que le chemin d'accès est en bon état (pas de flaque de boue).

3.2.4.6 Contrôle de la qualité d'eau

3.2.4.6.1 Contrôles préventifs de la qualité d'eau

L'exploitant doit s'assurer qu'une analyse d'eau est pratiquée par un service possédant les compétences et le matériel adéquat.

Il est nécessaire de faire une analyse bactériologique (au minimum 2 fois par an), elle devra déterminer les concentrations de :

- Coliformes fécaux
- E.Coli

3.2.4.7 Risque liée aux événements pluvieux violents

Durant les événements pluviométriques importants, les points de production d'eau, captages ou prises d'eau en rivière revêtent une importance particulière pour les raisons suivantes :

- la production d'une eau qui soit propre à la consommation est souvent indispensable localement, en particulier si les accès routiers sont dégradés.
- durant l'épisode pluvieux, les eaux proches de la surface et les eaux d'origine karstique peuvent «changer de couleur». Si leur turbidité est brusquement modifiée on peut soupçonner l'intrusion de bactéries, de particules fines (limons, sables), l'inefficacité des traitements éventuellement effectués (chloration inopérante sur une eau turbide)
- l'intrusion d'une pollution peut être induite par les fortes pluies : le ruissellement peut notamment contaminer le captage d'une pollution biologique. Cette pollution peut rester durablement dans le captage (jusqu'à ce qu'il soit nettoyé et désinfecté) et même contaminer tous les ouvrages situés en aval du captage (réservoirs, conduites, ouvrages hydrauliques...)
- lorsque la modification de qualité d'eau est importante, l'apport de matières solides – particules fines ou sables, graviers – peut devenir un problème majeur. Les ouvrages risquent alors d'être « comblés », bouchés, et endommagés par l'abrasion du sable, depuis le captage jusque sur l'ensemble du réseau situé en aval : les réservoirs, les ouvrages hydrauliques, conduites, joints, vannes, coudes, compteurs, etc.

3.2.4.7.1 Actions préventives :

Lorsqu'un événement pluvieux intense est prévu par les services météorologiques, il est recommandé de procéder aux interventions suivantes :

- Isoler les captages d'eau risquant de voir la qualité de leur eau modifiée.
- La fermeture des vannes des têtes dès le début de l'événement pluvieux
- A la fin de l'événement pluvieux, les agents de l'exploitant doivent inspecter les ouvrages ;

Avant la réouverture des vannes, les agents de l'exploitant assureront le nettoyage complet de l'ouvrage et sa désinfection, ou s'assurer que tous les usagers ont accès à un moyen de traitement

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

approprié (chlore en comprimés ou en solution par exemple, coagulant/floculant et filtration si nécessaire).

3.2.4.7.2 Actions postérieures à l'événement

Dès que possible, le captage sera entièrement nettoyé, purgé, les parois du captage brossées à l'aide d'une solution chlorée. Le captage est abondamment rincé, puis les vannes de distribution peuvent alors être réouvertes.

Après 1 heure de fonctionnement «normal» du captage un échantillon de l'eau distribuée est prélevé et analysé.

Si l'ouvrage n'a pas pu être fermé durant l'épisode pluvieux, des particules fines / bactéries se sont probablement répandues dans le réseau. Le réseau devra alors être purgé, désinfecté et rincé. Une analyse devra permettre de vérifier le retour à la normale (turbidité, coliformes, pH, conductivité).

Avant la remise en eau, il est recommandé d'inspecter le réseau afin de s'assurer que les points critiques n'ont pas été endommagés (coudes, regards, passages de ravines, zones d'érosion, etc.).

Exploitation, entretien et maintenance des captages des puits et forages :

Les forages : Les eaux souterraines sont généralement de meilleure qualité bactériologique que les eaux de surface et, de ce fait sont privilégiées comme source d'alimentation.

3.3 Guide d'exploitation, entretien et maintenance des captages des eaux des sources

Il s'agit de sources d'eau souterraine qui affleurent à la surface du sol et sont couramment préférées lorsqu'il faut choisir le site de captage de l'eau. Ce choix est principalement dû au fait qu'elles assurent généralement une eau de bonne qualité, qui n'est pas contaminée et dont le contenu en sédiments en suspension est minime ou nul. Par ailleurs, elles offrent davantage de facilité et de sécurité pour la réalisation des travaux.

Les buts principaux d'un captage de source sont de préserver l'eau de la source de la pollution à sa sortie de terre et de la rendre facilement accessible aux consommateurs.

Les captages de source sont très répandus en milieu rural, les possibilités de traitement de l'eau avant sa distribution sont très limitées; On peut souligner que sur la plupart des captages conçus, le premier facteur de dysfonctionnement est le manque ou l'absence d'entretien. C'est donc le premier critère à prendre en compte pour la construction d'un captage. Non seulement sa conception doit permettre un entretien facilité et au coût minimal, mais surtout l'accompagnement de la communauté et la mise en œuvre d'une maintenance fonctionnelle et pérenne du captage sont déterminants.

3.3.1 Risque de contamination

Les caractéristiques des bassins versants, les activités aux alentours sont les principales causes de contamination des sources, en l'absence d'études géologiques, hydrogéologiques et de mesures fiables.

D'un autre côté, la contamination des sources est très liée à l'activité humaine sur les bassins versants des sources (habitat, élevage, champs...)

Les sources proches des ravines sont par définition placées assez bas sur le flanc de la montagne et ont donc plus de chance d'être polluées par les activités humaines en amont.

Il est primordial de connaître le niveau maximal de l'eau dans la ravine en période de crue afin de déterminer la hauteur à laquelle on placera la porte de la boîte de captage. Une attention doit être aussi portée à l'exutoire des trop-pleins qui doit être au-dessus du niveau maximal de crue tout en restant très au-dessous de l'exutoire naturel de l'émergence. Beaucoup de sources de ravines ne remplissent pas cette dernière condition et ne peuvent donc pas être captées dans de bonnes conditions.

3.3.2 Facteurs liés aux activités humaines : pollutions

On peut distinguer les pollutions ayant pour origine des sources diffuses (par exemple les engrais ou l'insecticide utilisés sur toute la surface agricole) ou des sources ponctuelles (par exemple le déversement d'hydrocarbures, un tas de fumier, etc.). Si les sources ponctuelles de pollution sont facilement localisables en fonction des lieux de rejets, les sources diffuses sont, par contre, difficiles à identifier et à maîtriser.

3.3.3 Pollution accidentelle :

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

Il peut s'agir par exemple de produits dangereux transportés par des camions (hydrocarbures, boues de vidange, etc.). Ce type de pollution concerne aussi les grands ou moyens cours d'eau qui peuvent être pollués en un point de leur trajet. Enfin, il concerne les ouvrages de captage actuels qui sont des points préférentiels d'accès à la nappe et dans lesquels des substances dangereuses peuvent être introduites de façon accidentelle ou intentionnelle. Dans ce cas, la prise en compte rapide du risque représenté par la pollution doit être immédiate. La pollution doit être signalée immédiatement aux autorités publiques compétentes.

3.3.4 Protection de la zone autour du captage

A l'intérieur de la zone clôture il faut planter de la végétation pour éviter l'érosion. Elles ne doivent pas avoir de racines profondes pour éviter qu'elles ne détériorent les ouvrages.

Pour dévier les eaux de ruissellement hors de la zone de captage, la solution la plus performante est la combinaison de canaux adossés à des buttes (digues). Ces canaux doivent diriger les eaux de ruissellement en aval du captage et dans une zone assez éloignée pour éviter une érosion forte aux alentours des ouvrages.

3.3.5 Systèmes antiérosifs de protection des ouvrages

Aux îles Comores, l'érosion est extrêmement importante, due aux très fortes pluies, aux pentes raides et à l'absence de couvert végétal. Il est recommandé de protéger les structures par des systèmes antiérosifs.

L'objectif de ces systèmes est de limiter l'effet d'érosion en diminuant la vitesse de l'eau et en protégeant les parties les plus exposées et les plus fragiles de l'ouvrage.

Deux solutions sont possibles : enrocher ou planter :

- Proche des infrastructures : Parfois il est nécessaire de protéger l'eau par des murs en pierres sèches ou maçonnerie
- Plus loin, le plus durable est probablement la plantation d'arbres et d'arbustes. En attendant qu'ils poussent, on peut soit enrocher soit faire des digues en terre et en branchage.

Pour chaque structure de déviations d'eau bien analyser les conséquences de l'augmentation des débits au niveau des exutoires.

3.3.6 Les défaillances liées à la ressource

La perturbation de la production de la ressource peut être indépendante de l'état de l'ouvrage, mais elle peut être due à des facteurs naturels et humains.

3.3.6.1 Baisse de la nappe due au déficit pluviométrique :

Les nappes souterraines sont alimentées par les pluies qui s'infiltrent partiellement dans le sol pour y constituer un réservoir souterrain. En cas de déficit pluviométriques prononcé, l'équilibre entre les apports et les prélèvements est rompu.

3.3.6.2 Perturbation hydraulique liée aux aménagements :

Les travaux des infrastructures (routes , aménagements urbains ...) ont des impacts sur les nappes souterraines. En effet ces infrastructures peuvent perturber les écoulements de nappes peu profondes, entraînant des baisses du niveau piézométrique habituel ou inversement un relèvement de ce niveau.

3.3.6.3 La surexploitation :

L'exploitation intensive effectuée peut provoquer localement une baisse du niveau de la nappe. Cette baisse induit les mêmes effets qu'une sécheresse et peut perturber.

3.3.7 Type de captage

3.3.7.1 Boîte de Captage simple pour source d'eau:

Ce genre de boîte ne peut pas être systématisé car chaque source est différente. Les risques de veines non captées et de fuites sont importants si elles sont construites dans des environnements inadaptés. Ces boîtes ne sont adaptées qu'aux :

- Emergences ponctuelles dans un sol très imperméable (attention les émergences doivent rester ponctuelles même en saison des pluies).
- Captage par rabattement de nappe : la dépression créée permet au captage d'être l'exutoire préférentiel et les risques de contournement sont alors faibles.

La boîte est le plus souvent adossée à une pente assez raide, il est souvent plus simple de faire une boîte assez basse (la dalle de couverture doit être au-dessus de l'émergence en saison des pluies) et de faire un mur de protection sur la boîte.

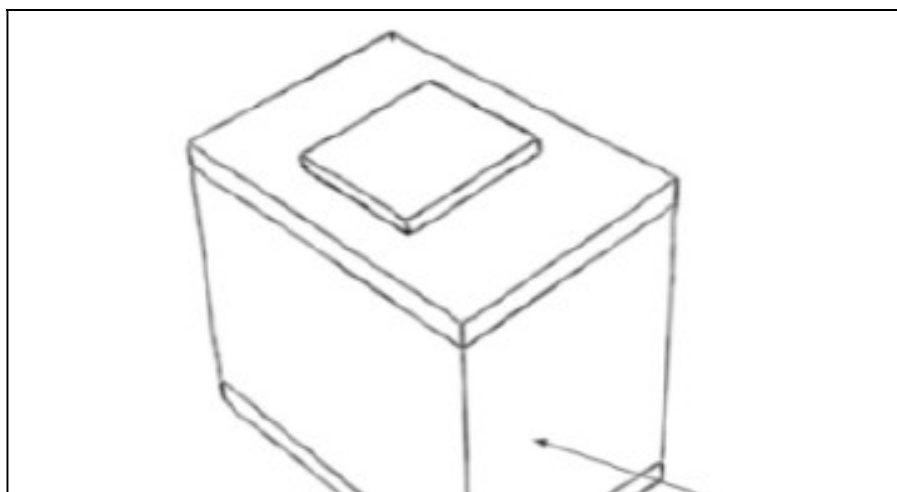


Figure 3 : Boîte de captage simple

3.3.7.2 Captage par drain pour source d'eau (appliquer aux sources diffuses ou artésiennes)

Les drains utilisés pour capter des émergences diffuses sont des conduits enterrés non étanches permettant de collecter l'eau d'un aquifère par gravité. L'eau est captée dans les drains par un phénomène de rabattement de nappe: dans le drain l'eau a une charge hydraulique inférieure à celle du milieu aquifère.

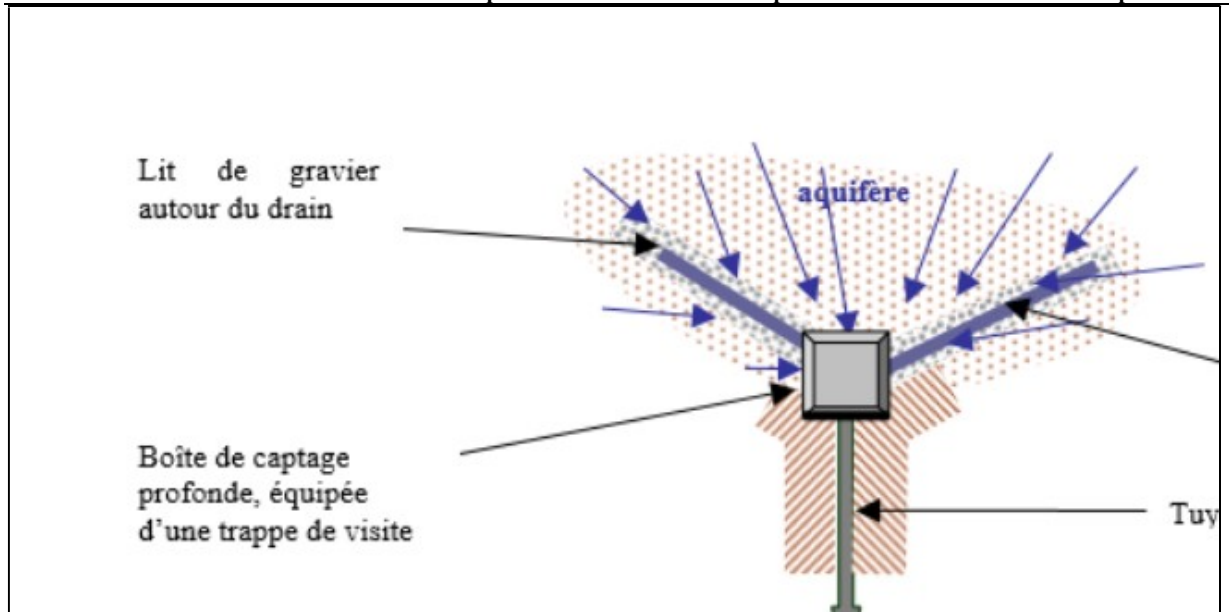


Figure 4 : Principe de captage par drain

Le dispositif de drainage est installé au fond d'une ou plusieurs tranchées creusées au niveau de l'émergence et disposées au mieux pour capter l'ensemble des filets d'eau de la source.

Les drains sont facilement bouchés par les fines racines de la végétation alentour. Il est important de prévoir un système de curage des drains. Parmi les systèmes de curages, nous pourrions citer ces équipements et prévisions :

- 1) Une boîte de captage spacieuse, qui permet d'accéder facilement à l'exutoire des drains. Un fil de fer assez rigide (fil à gabion) doit alors être fourni à la communauté pour permettre de curer le drain,
- 2) Le branchement du drain sur un té, la branche perpendiculaire est branchée sur l'adduction. La branche droite est munie d'un bouchon amovible. Une fois le bouchon enlevé, le drain peut être curé avec une tige (ex : barre de fer 1/4").

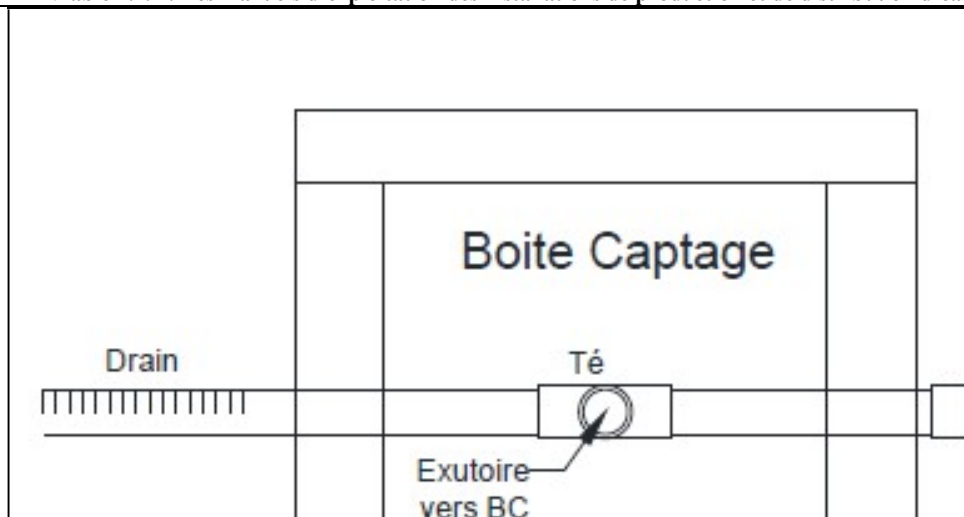


Figure 5 : Un exemple de boîte de captage avec son système de curage

3.3.7.3 Nettoyage des boîtes de captages

Entretien mensuel :

- Curer le canal de sortie du trop-plein et d'évacuation. Cela permettra d'éviter la stagnation des eaux de pluie, qui risque d'entraîner une contamination de la source par infiltration, la prolifération des moustiques et une détérioration des ouvrages en maçonnerie
- Nettoyer les abords du captage et le dessus de la BC et de la citerne
- Contrôler qu'il n'y ait pas d'ouverture dans les clôtures (réparer au moins sommairement le cas échéant)
- Utiliser la solution chlorée pour se laver les mains et les pieds avant d'entrer dans les structures
- Ouvrir la vidange de la structure
- Brosser les murs et le fond des structures (*veiller à ne pas envoyer de solides dans l'adduction*)
- Démontez la crépine de l'adduction et la nettoyer
- Fermer la vidange
- Asperger tous les murs de la structure avec la solution chlorée

Entretien semestriel

- Couper les herbes dans le périmètre clôturé (ne pas sarcler)
- Réparer la clôture, replanter les plantations qui n'ont pas pris
- Refouiller le canal d'évacuation du trop-plein et d'évacuation
- Refouiller le canal de déviation des eaux de ruissellement
- Enrocher les fondations des structures en cas d'érosion
- Graisser et protéger les cadenas
- Peindre la porte avec un antirouille, si besoin

3.3.8 Gestion du bassin versant

Il est intéressant pour préserver la qualité de l'eau captée ainsi que sa quantité, de s'intéresser à la gestion du bassin versant. La communauté doit être l'acteur principal de cette gestion, cette composante doit donc être incluse à la stratégie de mobilisation

3.3.8.1 Limiter l'activité humaine sur le bassin versant

Limiter l'activité humaine sur le bassin versant (habitation, élevage...) et au moins s'assurer que toutes les habitations du bassin disposent d'une latrine et que les bêtes ne pâturent pas dans une zone assez large en amont du captage

3.3.8.2 Augmentation de la couverture végétale

Il s'agit de limiter le ruissellement en augmentant le couvert végétal ainsi que de ralentir la vitesse d'écoulement de l'eau de surface en construisant des seuils dans les zones les plus raides.

Il faut prévoir des seuils pour limiter la vitesse des eaux de ruissellement et améliorer la pénétration de l'eau dans les sols.

3.3.9 Contrôles de la qualité d'eau

Il faut également connaître la qualité de la source d'eau. Ceci est d'une importance fondamentale en fonction de l'utilisation prévue pour chaque source.

En effet, lorsqu'on procède à l'évaluation des sources d'eau, il faut aussi en connaître la qualité pour savoir s'il existe des limitations concernant l'usage prévu. Cela acquiert une importance supérieure lorsque l'eau est destinée à la consommation humaine.

Les analyses essentielles et de routine qui sont effectuées sur site concernent :

- Salinité
- Turbidité

Une analyse bactériologique de l'eau doit être effectuée régulièrement (au minimum 2 fois par an) à moins que l'analyse de routine ait déterminé que l'eau a une turbidité inférieure à 5 NTU ; il n'est pas alors nécessaire de faire une analyse bactériologique. Une analyse bactériologique devra déterminer les concentrations de :

- Coliformes fécaux
- E.Coli

3.4 Guide d'exploitation, d'entretien et de maintenance des forages et puits

3.4.1 Généralités

La partie captant est conçue en fonction de la composition des matériaux qui constituent la formation géologique aquifère et du débit à extraire. Le débit d'exploitation d'un captage d'eau souterraine est toujours limité par les caractéristiques, soit du terrain, soit de la partie captante.

A l'exception des sources dont l'eau est captée gravitairement et des forages artésiens, un captage d'eau souterraine nécessite un pompage. Ce pompage engendre une baisse du niveau de l'eau de la nappe dans l'ouvrage et, dans une moindre mesure, à l'extérieur.

La baisse de niveau provoquée par le pompage crée un cône de dépression dont l'amplitude par rapport au niveau de l'eau au repos constitue le rabattement.

Ce cône a un rôle extrêmement important dans le comportement de l'ouvrage car, dans tout le volume du cône ainsi asséché, il se produit des modifications physico-chimiques et bactériologiques puisque les zones concernées changent d'état physique. La limite inférieure du cône est le niveau dynamique.

Dans le cas d'un pompage excessif. C'est-à-dire supérieur aux limites de l'ouvrage ou de la nappe, le niveau dynamique descend jusqu'au dénoisement de la pompe. Le cône de dépression s'accroît et la vitesse de l'eau dans ce qui reste de la partie noyée du captage augmente. C'est une situation à risques (entraînement de particules, érosion, etc.)

Au niveau de la Grande Comore la salinité reste l'une des principales causes de dégradation de la qualité de l'eau souterraine. Cette dégradation est due au phénomène de l'intrusion marine qui est provoqué par une avancée du biseau salé vers l'intérieur des terres, souvent consécutive à une surexploitation de la nappe.

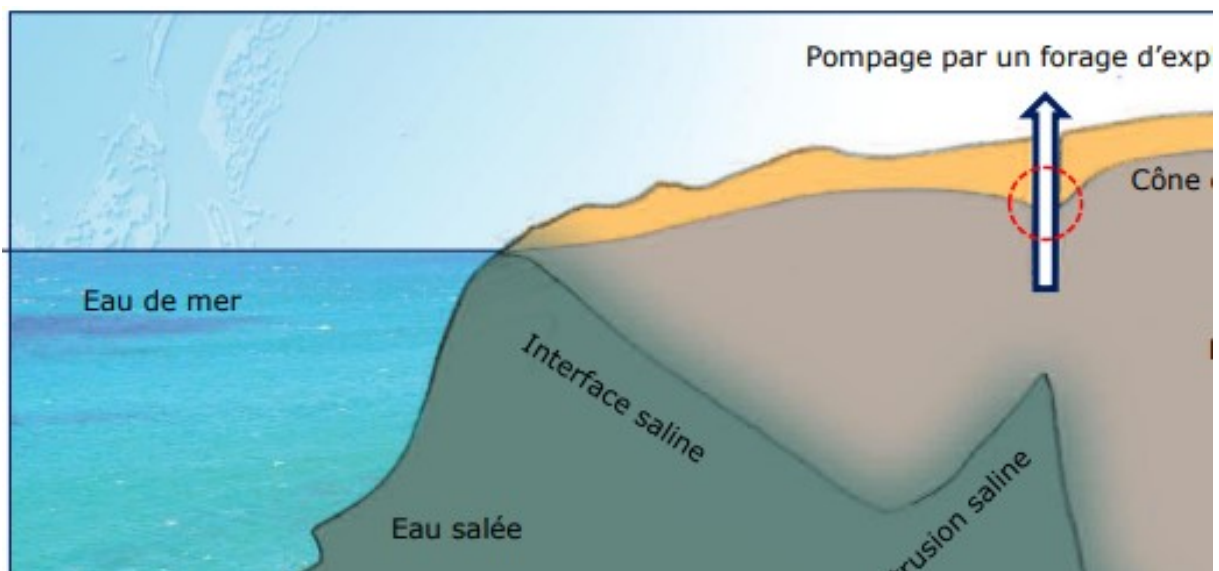


Figure 6 : Phénomène de l'intrusion marine

La mauvaise exploitation et la non-maintenance d'un forage sont souvent synonymes à plus ou moins long terme de perte de productivité et d'incidence sur la qualité des eaux produites. En

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

effet, une installation mal entretenue peut devenir sujette à la corrosion et au colmatage des crépines pouvant entraîner un ensablement du forage induisant une baisse de son rendement. La protection du forage et du champ captant nécessite :

- Un entretien régulier ;
- Une surveillance de l'état du forage ;
- La maintenance des pompes immergées ;
- Le diagnostic du vieillissement de l'ouvrage.

3.4.2 Entretien régulier

Une baisse du niveau dynamique, associée parfois à une eau turbide (trouble, avec des particules en suspension), sont les premiers symptômes d'un forage fragilisé. Il est donc nécessaire de vérifier visuellement l'installation toutes les semaines pour y détecter tout dysfonctionnement du forage.

L'entretien d'un captage d'eau souterraine porte sur l'ensemble forage/pompage et non pas sur l'un ou l'autre exclusivement.

Il faut prévoir les entretiens réguliers suivants:

- Il faut maintenir en parfait état toutes les parties accessibles de l'ouvrage : maçonnerie de protection, clôture, tête de forage, dispositifs d'évacuation des eaux, tuyauteries visibles, etc. Le défaut d'entretien est, à ce niveau, une source importante de contamination du forage.
- Il faut entretenir les accès. Le périmètre de protection immédiat doit être propre et clôturé.
- L'entretien du pompage est tout aussi essentiel que celui du captage. Une installation hydraulique en bon état est un des moyens de déceler un dysfonctionnement de l'ensemble pompage/forage. Il faudra notamment remplacer régulièrement la colonne de refoulement des pompes. Une vérification complète au moins tous les 5 ans est nécessaire. Le contrôle de la pompe pourra être effectué en même temps. L'entretien des équipements de contrôle tels que manomètres, ampèremètres, compteurs d'eau, etc., est un des éléments de gestion et de fiabilité de la production. En effet, l'absence de comptage précis ne permet aucun contrôle sérieux du fonctionnement d'un captage.

3.4.3 Surveillance de l'état du forage

3.4.3.1 Contrôle du fond du forage

Effectuer un contrôle du fond du forage, à l'occasion de chaque remontée de pompe et au moins tous les trois ans environ. Un comblement brutal ou progressif et continu du forage traduit un dysfonctionnement qu'il faudra traiter. Le contrôle se fait soit simplement avec une sonde lestée soit avec du matériel plus sophistiqué (diagraphies). A noter que la sonde lestée ne permet pas toujours de contrôler la présence de dépôts gélatineux à très faible consistance mais néanmoins colmatants.

3.4.3.2 Nettoyage du forage

Pour les forages utilisés pour la production d'eau potable en particulier, prévoir un nettoyage du forage tous les 6 à 10 ans environ. Il comprend un curage des éventuels sédiments déposés en fond du forage, un brossage des tubages et crépines et éventuellement un traitement chimique. Ceci suppose qu'une machine de « servicing » puisse accéder au droit du forage. Dans des cas

rare, lorsque le dosage est inadéquat, il peut y avoir des projections (par exemple avec de l'acide ou du peroxyde d'hydrogène) canalisées par le tubage du forage.

3.4.3.3 Contrôle du sommet du gravier

Selon la configuration du forage, il est recommandé d'effectuer au moins une fois par semestre le contrôle du sommet du gravier additionnel. Si ce niveau diminue régulièrement cela traduit soit la création de cavités dans le terrain, soit un entraînement de particules du terrain et/ou du massif filtrant. Après inspection de l'intérieur du forage pour mettre en évidence les détériorations éventuelles du tubage et/ou des crépines, une ou plusieurs actions correctives seront à réaliser : ajout de gravier, chemisage du tubage en place, remplacement des crépines, diminution de débit d'exploitation...

3.4.3.4 Contrôle des pertes de charge du forage d'exhaure

Effectuer au moins tous les semestres un contrôle des pertes de charge du forage. La fréquence est à adapter si une augmentation des pertes de charge est constatée. Il est souhaitable d'assurer un suivi régulier.

3.4.3.5 Contrôle de l'état intérieur du forage

La périodicité du contrôle de l'état intérieur du forage sera définie en fonction du contexte hydrogéologique et de l'utilisation du forage : AEP, irrigation... Fixée généralement, dans certains cas à 10 ans, elle pourra être réduite à 3 ou 5 ans dans des cas particuliers. Ce contrôle se fait par une inspection vidéo par caméra immergée. L'idéal est d'effectuer également une autre diagraphie : le « Cement bond logging » ou CBL pour vérifier la présence et la qualité de la cimentation derrière le tubage.

3.4.3.6 Respect absolu du débit maximum d'exploitation

Chaque forage est livré avec un débit maximum d'exploitation qu'il ne faut jamais dépasser, même très temporairement. En cas de dépassement on risque de réorganiser différemment la granulométrie des particules autour du forage et « d'arracher » des particules du terrain ou du massif filtrant, de créer des « ponts de sable » c'est à dire des zones où le massif filtrant n'est plus correctement en place et laisse passer des flux de particules, entraînant alors une abrasion des crépines, de la pompe, de la colonne d'exhaure et de tous les matériels en aval, ainsi qu'un colmatage de la crépine, de la pompe avec le risque de surchauffe du moteur. Une attention particulière est portée aux conditions d'exploitation de la nappe et/ou du forage. Si celles-ci viennent à changer de façon significative, le débit maximal peut être revu à la baisse.

3.4.3.7 La colonne d'exhaure

Il convient de contrôler visuellement l'état de la tête de colonne et à chaque remontée de la pompe, l'état des tubages (traces de corrosion, de dépôts intérieurs ou extérieurs), des brides ou des filetages. Le matériau de la colonne d'exhaure doit être adapté à la chimie de l'eau (ce qui suppose qu'une analyse d'eau soit faite). Il peut aussi être employé une colonne souple (type Wellmaster) qui n'est pas sensible à la corrosion.

3.4.3.8 Contrôle de la tête du forage ou de la cave de la tête du forage

Il est recommandé de vérifier tous les ans l'état, la stabilité, l'étanchéité de la tête du forage ou de la cave de la tête du forage.

3.4.4 Maintenance des pompes immergées :

Le manque d'entretien du pompage a une autre incidence directe sur l'exploitation du captage au niveau des appareils de contrôle. Si le compteur d'eau ne fonctionne pas ou si les appareils de mesure ne sont pas opérationnels, la surveillance est difficile, voire impossible.

Les seuls cas où un démontage s'impose sont ceux du déplacement/remplacement d'une pompe, et d'un constat de dysfonctionnement.

Peu d'opérations sont nécessaires sur les pompes tant qu'aucun problème n'est détecté. Deux choses vont être essentielles : le graissage/huilage des éléments mobiles et la vérification très régulière des points de diagnostic.

Chaque semaine il faut vérifier :

- Les niveaux d'huile au niveau des paliers (si huilés): ils doivent être au niveau du trait de niveau prévu par le constructeur. Trop ou trop peu d'huile amènent à un échauffement et probablement à un souci mécanique sous peu. Il faut donc compléter le niveau s'il est insuffisant.
- Les niveaux de graisse (si graissés): il doit y avoir débordement de la graisse hors des paliers. Si ce n'est pas le cas, ajouter de la graisse.
- Vérifier le suintement du ou des presse-étoupes: un presse-étoupe sec est trop serré, il faut le relâcher ou le changer. Un presse-étoupe qui fuit est dans un état de fonctionnement normal... S'il ne fuit pas trop. Dans ce cas, il faut le resserrer.
- Ouvrir le cache protecteur sur l'accouplement, pour vérifier la présence d'un jeu, d'une usure anormale, d'un désalignement.
- Vérifier les caractéristiques hydrauliques : pression et débit, si la station est équipée d'instruments de contrôle ou si on peut en amener facilement
- Vérifier la crépine, si elle est accessible : elle doit être intégralement dans l'eau (pas d'entrée d'air) et propre. La dégager des débris qui l'encombrent ou la replonger dans l'eau le cas échéant.
- Poser la main sur la pompe pour vérifier sa température. Si elle est brûlante, il y a un problème au niveau du presse-étoupe, ou un manque de graissage.

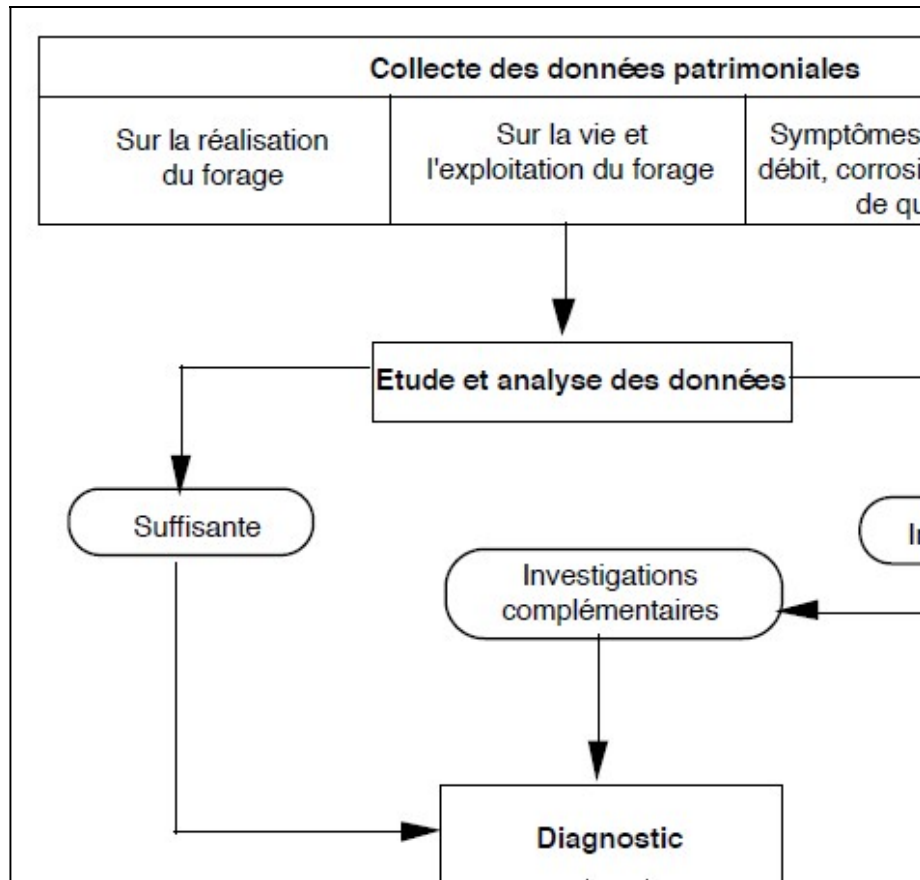
3.4.5 Diagnostic du vieillissement de l'ouvrage :

Malgré toutes les protections et tous les contrôles réguliers dont peut bénéficier un forage, il est impossible de le maintenir éternellement en bon état. Le vieillissement est donc un phénomène inéluctable qui s'accompagne de plusieurs effets :

- Phénomènes de corrosion :
 - ✓ corrosion électrochimique,
 - ✓ corrosion bactérienne.
- Phénomènes de colmatage :
 - ✓ colmatage mécanique,
 - ✓ colmatage chimique,
 - ✓ colmatage biologique.

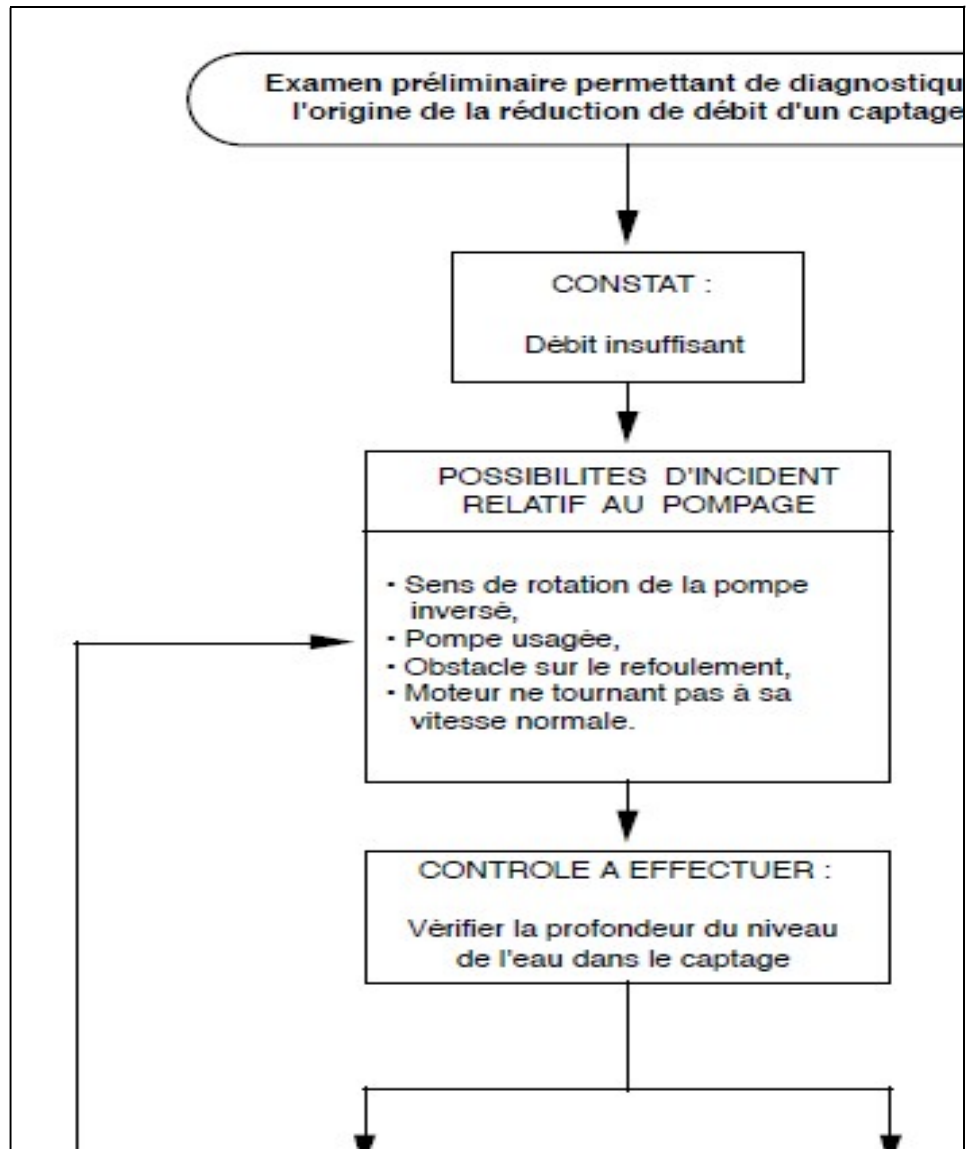
Les forages évoluent lentement dans le temps. Le problème revient donc à déterminer à partir de quel moment, il convient d'intervenir au moyen de traitements particuliers pour lui redonner ses caractéristiques originelles. Il faut donc effectuer un diagnostic de vieillissement.

Méthodologie de diagnostic :



Le diagnostic consiste d’une part à déterminer, à partir des éléments observables sur le forage, les causes du mauvais fonctionnement de l’ouvrage et, d’autre part, à définir le ou les moyens nécessaires pour y remédier dans les meilleures conditions.

L’expérience montre que 20 à 30 % des défaillances qui sont imputées aux ouvrages de captage ont une cause extérieure. Avant toute décision il faut donc faire une analyse critique et objective de l’historique des problèmes observés.

Démarche du diagnostic :

Dans le cas où l'ouvrage est en cause, la première étape est de rechercher l'origine du problème. Après détermination de la cause, il faudra dans un second temps, réparer l'ouvrage. Enfin, il conviendra de définir des conditions d'exploitation optimales de façon à éviter tout risque de nouvelles défaillances.

4 GUIDE PRATIQUE D'EXPLOITATION ET MAINTENANCE DES SYSTEMES DE TRAITEMENT

4.1 Guide d'exploitation, entretien et maintenance des stations de traitement

4.1.1 Généralités

La première mesure à prendre afin d'assurer la désinfection d'une eau de consommation est de protéger la ressource de toute contamination. Quand cela n'est pas possible, une étape de désinfection s'avère alors nécessaire ;

L'eau brute doit subir plusieurs traitements pour pouvoir être distribuée. La désinfection est le traitement le plus inévitable puisque les eaux naturelles (de surface, ou souterraines) sont éventuellement contaminées par des bactéries, virus ou parasites.

On rappelle qu'avant que l'eau brute ne subisse la désinfection, elle est soumise à une procédure de prétraitement. En effet,

- si la turbidité se situe entre 5 NTU et 30 NTU, l'eau est turbide, elle doit être traitée par filtration et/ou décantation, puis une désinfection ;
- Mais lorsque l'eau est fortement turbide ($NTU > 30$), un traitement par décantation doit être effectué, puis suivi par une filtration et une désinfection.
- En cas d'impossibilité d'opérer, il est recommandé de rechercher une nouvelle source d'eau.

4.1.2 Critère de potabilité d'eau

Le système AEP doit fournir aux usagers de l'eau consommable sans danger dans le long terme. L'eau livrée doit respecter les normes comoriennes. Il est indispensable de vérifier le respect de ces normes non pas à un moment donné, mais tout au long de l'année. En effet certaines pollutions sont saisonnières, comme celles liées à l'élevage ou l'agriculture, ou bien comme l'augmentation possible de la turbidité lors de la saison des pluies. Les équipements à mettre en place doivent rendre l'eau potable tout au long de l'année. Les principaux indicateurs à vérifier régulièrement sont listés ci-dessous. Ils sont à vérifier à la sortie du réservoir comme au niveau du branchement le plus éloigné.

Tableau 1 : Les principaux indicateurs et critères de potabilité d'eau

Elément	Limites (critères)
Chlore	Entre 0,5 et 2 mg/l à la sortie du réservoir, et entre 0,2 et 2 mg/l au branchement le plus éloigné
Turbidité	5 NTU au maximum
pH	Entre 6 et 9

4.1.3 Traitement minimal

Quel que soit la ressource utilisée et la nature du réseau, on mettra en place au minimum une désinfection de l'eau. Dans le cas d'une eau potable, cette désinfection est tout de même

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores

Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.

nécessaire pour garantir la conservation de la qualité de l'eau dans le réseau, et permet aussi une marge de sécurité vis-à-vis de pollutions inattendues (introduction d'eau souillée suite à rupture de conduite ou dans le réservoir, changement de qualité de l'eau de la source...).

4.1.4 Chaîne de traitement

Pour les eaux de surface, il est nécessaire de mettre en place une chaîne de traitement des eaux à l'amont des consommateurs, permettant d'atteindre les critères de potabilité. On dispose des procédés suivants :

4.1.4.1 Les Dégrillage :

L'eau brute avant d'être prête au traitement doit être débarrassée du maximum possible d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient un gêne pour les traitements ultérieurs.



Figure 7 : Dégrillage

Le dégrillage de l'eau brute a pour but de retenir les corps de tailles importantes susceptibles de détériorer les équipements ou d'obstruer les canalisations. Le dégrillage est effectué au niveau de la prise d'eau brute sur le fleuve moyennant une rangée de barreaux et d'une grille crépine.

4.1.5 La pré-chloration

Elle est pratiquée pour désinfecter l'eau brute et pour la propreté des ouvrages de traitement en empêchant la prolifération de la faune et de la flore au niveau des bassins de traitement. Le produit utilisé est l'hypochlorite de calcium. L'utilisation du chlore à ce niveau dépend essentiellement des caractéristiques de l'eau brute. La dose est retenue de telle sorte que le taux de chlore résiduel dans l'eau décantée soit de 0,1 à 0,2mg/l.

4.1.6 Les étapes de la clarification :

C'est une opération qui a pour but de débarrasser l'eau des matières en suspension et des matières colloïdales. La clarification de l'eau se réalise en trois étapes, à savoir la coagulation – floculation, la décantation et la filtration.

4.1.6.1 La coagulation – floculation :

Elle se fait par injection, dans l'eau, de Sulfate d'Alumine qui déstabilise les particules et les agglomère en flocons volumineux susceptibles d'être séparés de l'eau facilement.

4.1.6.2 Décantation

Le processus principal du traitement primaire est la décantation qui est considérée comme un procédé physique, elle a pour but d'éliminer les particules décantables en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau.

Cette séparation est favorisée par le séjour de l'eau dans les bassins de décantation.

4.1.6.3 La filtration sur lit de sable

La filtration sur lit de sable consiste à retenir les particules fines des matières en suspension et les flocs fins ayant échappé à la décantation. L'eau provenant des décanteurs traverse des massifs filtrants qui la débarrassent des impuretés ayant échappé à la décantation. Le lavage des filtres est manuel, il se fait à contre-courant par un mélange air - eau.

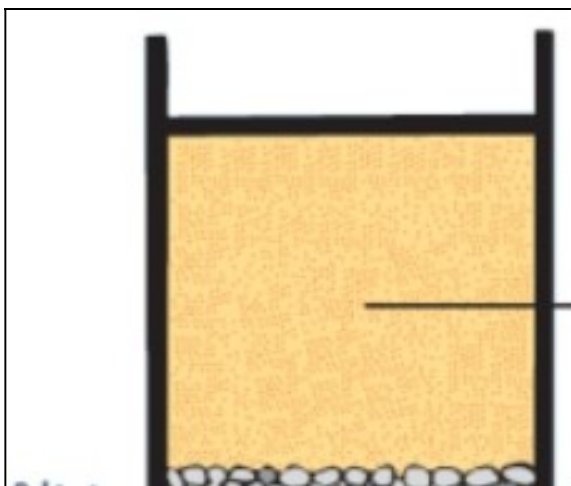


Figure 8 : Principe des filtres sur lit de sable

Il s'agit d'un récipient, souvent un simple bac de béton pourvu d'un robinet ou d'un moyen de vidange, rempli d'une couche de graviers plutôt fin et d'une couche plus importante de sable. L'eau traitée est recueillie au bas du récipient.



Figure 9 : filtre à sable à Mohéli

Le sable utilisé aura de préférence une teneur en silice la plus élevée possible. Par contre il ne faut pas utiliser un sable calcaire car il serait dissous par l'eau et ne jouerait plus son rôle de support bactérien. La granulométrie du sable doit être homogène et de taille effective (d10) 0.95mm

L'entretien est obligatoire lorsque le débit du filtre devient trop faible, soit environ une fois par mois. L'eau s'écoule de plus en plus lentement au fur et à mesure qu'on l'utilise. Lorsque le traitement devient trop lent, il faut nettoyer ou remplacer le sable.

Le sable devra être renouvelé en partie une fois par an. Il s'agit d'enlever les premiers centimètres de sable (2 à 5 cm), puis remettre le filtre en fonctionnement. Lorsque l'épaisseur du lit filtrant est réduite à 60 cm, il faut recharger le filtre en rajoutant du sable propre.

Une eau trop turbide pourrait colmater le filtre : il est déconseillé d'utiliser un filtre lent lorsque la turbidité moyenne est supérieure à 20 NTU.

4.1.6.4 La désinfection finale

Elle se fait dans le bassin de collecte des eaux traitées, elle a pour but de stériliser l'eau et de la protéger contre toute contamination ultérieure durant son stockage, son transport ou sa distribution. Le produit utilisé à cet effet par l'exploitant aux Comores est le chlore.

Pour une utilisation à domicile, les niveaux de chlore résiduel au point où l'utilisateur collecte son eau doivent être compris entre 0,2 et 0,5 mg/l. La teneur la plus forte se situera proche du point de désinfection et la plus faible au niveau des extrémités les plus éloignées du réseau.

Lorsque l'eau est traitée le chlore résiduel correspond à la quantité de chlore actif qui reste présent dans l'eau après 30 min de temps de réaction entre l'eau et le chlore injecté. Le chlore résiduel assure une protection de l'eau contre l'entrée de microbe dans l'eau, mais ce chlore disparaît progressivement en fonction de la distance parcourue, du temps et de la matière organique présente dans l'eau ; donc il y a en général peu de chlore résiduel en bout de réseau.

Le chlore résiduel peut être suivi par l'exploitant du réseau car les moyens de mesure sont simples à utiliser.

La méthode la plus rapide et la plus facile pour tester la présence de chlore résiduel en utilisant un chloromètre.



Figure 10 : Chloromètre

En général les tests de chlore résiduel sont réalisés :

- Juste après que le chlore ait été ajouté à l'eau pour s'assurer que le processus de chloration fonctionne.
- Au point d'utilisation le plus proche du point de chloration pour vérifier que les niveaux de chlore résiduel se situent dans une fourchette acceptable.
- Aux points les plus éloignés du réseau où les niveaux de chlore résiduel seront sûrement les plus bas. Si les niveaux de chlore résiduel sont inférieurs à la valeur minimum recommandée, il faudra peut-être rajouter du chlore à un point intermédiaire du réseau.

Le chlore résiduel doit être contrôlé régulièrement. Si le système est nouveau ou s'il a été réhabilité, il faudra un contrôle quotidien jusqu'à être sûr que le processus de chloration fonctionne correctement. Il faut ensuite prévoir a minima un contrôle hebdomadaire

4.1.6.5 Correction du pH

L'injection de lait de chaux permet de corriger le pH, mais aussi de neutraliser l'éventuel caractère corrosif de l'eau. Il faut savoir que :

- L'injection d'un coagulant augmente l'acidité de l'eau ;
- la correction de pH peut être nécessaire pour garantir l'efficacité de la chloration ;
- certains processus de déferrisation en particulier biologiques sont plus efficaces dans certaines plages de pH.

4.2 Guide d'exploitation, entretien et maintenance des stations de désinfection

Le désinfectant habituellement retenu aux Comores est le chlore. Cette prédominance du chlore provient essentiellement du fait qu'il est facilement disponible, rémanent, peu coûteux, aisé à manipuler et à mesurer.

4.2.1 Le chlore :

Le chlore est un l'élément chimique désinfectant d'une très grande disponibilité et d'une grande simplicité d'utilisation. Il est capable d'éliminer efficacement et rapidement les virus, les bactéries et autres micro-organismes, ainsi que les champignons et amibes,

4.2.1.1 Poste de dosage :

Il existe de nombreuses méthodes pour chlorer l'eau en continu, cela est nécessaire lorsqu'un réseau (même de taille réduite) délivre de l'eau à différents endroits. Pour tout réseau, l'eau devra être chlorée aussi près que possible du captage ou de la source qui fournit l'eau au réseau, de façon à bien avoir un temps de contact du chlore suffisant avec l'eau pour la désinfecter correctement (minimum 30 minutes).

4.2.1.2 Précautions d'usage

Pour une forme solide du chlore (HTH, hypochlorite de calcium) en poudre ou en grains, il faut porter des gants, un masque, et des lunettes de protection pour toute manipulation, que ce soit pour l'utilisateur ou le producteur. Dans le cas de tablettes, seuls des gants de protection sont nécessaires. Le chlore en solution concentrée peut causer des brûlures, en particulier des risques de brûlure irréversible aux yeux. Le port de gants et de lunettes de protection est obligatoire.

4.2.1.3 Stockage

La préparation ou le stockage ne doivent jamais se faire dans un récipient métallique, cela inactive le chlore. Dans tous les cas, le lieu de préparation ou de stockage doit être bien ventilé, à l'abri du soleil, de la chaleur, et le récipient doit être bien fermé et identifié.

Tout récipient contenant du chlore doit être clairement identifié avec un feutre et une étiquette bien visible. On doit y indiquer :

- La concentration et mode d'utilisation
- Une inscription d'avertissement
- La date de fabrication de la solution du chlore ainsi que la date d'expiration

4.2.2 Paramètres influençant l'efficacité du chlore :

L'efficacité du chlore dépend de la prise en compte d'un certain nombre de facteurs qui influencent la quantité de chlore nécessaire à une bonne désinfection on en citera :

- La température et le pH : L'efficacité du chlore est plus grande lorsque la température ou le pH de l'eau sont peu élevés.

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

- Le temps de contact : C'est le temps qui s'écoule entre l'injection du chlore et la consommation de l'eau. Les quantités de chlore nécessaires à la désinfection sont d'autant plus faibles que le temps de contact est important.
- La turbidité : Les paramètres générateurs de turbidité (matières en suspension, colloïdes) nuisent à l'efficacité de la chloration : ils sont consommateurs de chlore et protègent les germes contre son action désinfectante c'est pourquoi il est important de réduire le plus possible la turbidité de l'eau à désinfecter, au moyen de traitements préalables (coagulation, sédimentation, filtration ...).

Si de tels traitements ne sont pas ou ne peuvent pas être mis en place, ou sont mis en défaut à un instant donné, un surdosage de chlore permettra d'obtenir une désinfection correcte, mais avec comme conséquence l'apparition de sous-produits.

Sur un plan général, la désinfection sera optimale lorsque les paramètres énoncés ci-dessous seront respectés :

Turbidité	<5 NTU
pH	<8
Temps de contact	>30 min

4.2.3 Appareillage pour la mise en œuvre du Chlore :

4.2.3.1 Les pompes doseuses

Elles sont directement montées sur le bac du chlore. Ce sont des pompes volumétriques à membrane dont la gamme de traitement est en général comprise entre 0 et 10 à 20 litres/heure.

Dans les cas où le débit d'eau à traiter est faible, on pourrait procéder à une dédilutions de la solution du chlore afin de rester dans une gamme pour laquelle on peut trouver une pompe doseuse commercialisé. Généralement les débits les plus faibles des pompes doseuses varient entre 1 et 5 litres/heure.

Avec la dilution, il faut faire attention :

- A l'erreur sur le dosage,
- les solutions diluées posent plus le problème d'entartrage ;

4.2.3.2 Les "gouttes à gouttes" :

Ils sont constitués d'un bac ou d'un bidon rempli d'une solution concentrée ou diluée du chlore, muni d'un tuyau et d'un robinet (de type robinet à perfusion). Le désinfectant s'écoule par simple gravité, goutte après goutte. On peut modifier le débit d'écoulement en fermant plus ou moins le robinet, à tâtons car il n'y a pas de point de repère pour l'injection manuelle de doses de Javel dans le réservoir

C'est surtout une solution de secours à titre provisoire, lors d'une contamination passagère s'il n'existe pas de traitement, ou lors de l'arrêt du dispositif de désinfection habituel.

4.2.3.3 Injection Venturi

L'injection Venturi nomme un effet physique grâce auquel le rétrécissement d'une conduite où circule de l'eau provoque l'accélération de son écoulement et une dépression au niveau de

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores

Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.

l'étranglement. Un tuyau secondaire branché dans cet étranglement permet pomper et d'injecter une solution chlorée directement dans l'écoulement sous pression.

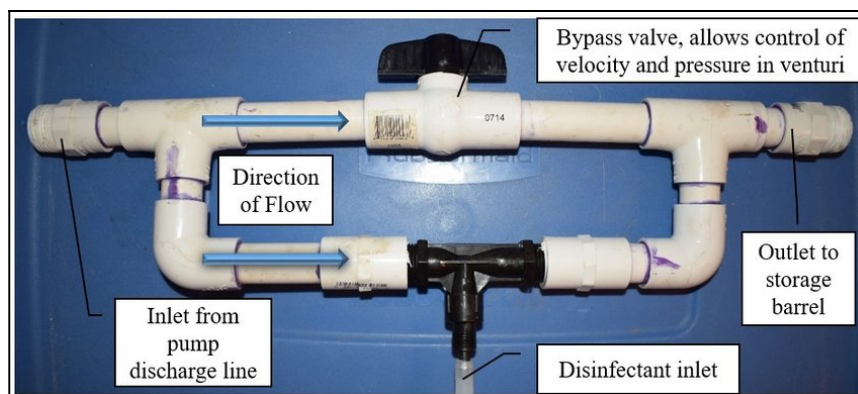


Figure 11 : Système Injection Venturi

Les systèmes d'injection Venturi présentent deux inconvénients :

- La nécessité d'avoir une conduite sous pression pour permettre la création d'une dépression et induire ainsi l'aspiration de la solution chlorée ;
- La nécessité de modification du réseau d'adduction du SAEP pour permettre l'installation d'un by-pass ;

4.2.3.4 Les dosatrons

Le dosatron est une pompe doseuses sans électricité, il utilise la pression de l'eau comme force motrice. Ainsi actionné, il aspire le produit concentré, le dose au pourcentage désiré, l'homogénéise avec l'eau motrice dans sa chambre de mélange. La solution est alors éjectée en aval. Une fois réglé, le doseur ne nécessite ni intervention, ni contrôle extérieur.

Le dosage du chlore injecté est constant, rigoureusement proportionnel au volume d'eau qui traverse le doseur, quelles que soient les variations de pression et de débit qui peuvent intervenir.

Le principe de fonctionnement du DOSATRON évite tout risque de surdosage, contribuant ainsi au respect de l'environnement et à la protection des opérateurs.



Figure 12 : les Dosatrons

4.2.4 Les opérations de maintenance et d'entretien :

Afin de garantir une chloration efficace, il est nécessaire d'assurer une exploitation et une maintenance régulières avec une certaine rigueur.

- L'exploitant d'un réseau est tenu de désinfecter l'eau en permanence et doit mesurer en continu le chlore résiduel libre à la sortie du poste de désinfection ou, le cas échéant, du réservoir afin d'assurer une teneur minimale de 0,3 mg/l de chlore résiduel libre à l'entrée du réseau

4.2.4.1 Entretien Quotidien

Chaque jour il faut:

- vérifier le niveau de chlore liquide restant dans le bac de solution mère
- vérifier la concentration de la solution mère
- vérifier le fonctionnement normal du système de dosage :
 - ✓ la pompe délivre effectivement le débit souhaité de chlore
 - ✓ le robinet délivre le filet souhaité de solution,
- vérifier la présence de stock de consommable et d'équipements pour assurer le fonctionnement en continu du poste pendant au minimum une semaine venir
- vérifier les mesures journalières du pH, de la température et du débit d'eau traitée aux quatre heures servira ultérieurement à vérifier l'efficacité de la désinfection

4.2.4.2 Entretien hebdomadaire :

Toutes les semaines, l'exploitant doit effectuer

- Des mesures du taux de chlore résiduel
- Un nettoyage du réservoir au chlore (solution à 0,2%, solution B) à la brosse (Port de gants et de lunettes de protection obligatoire) puis rinçage, vidange, et remise en eau (la distribution d'eau doit être interrompue le temps de cette opération).
- Un nettoyage du bac de solution mère avec un peu d'acide (vinaigre blanc par exemple) (, puis rinçage, vidange, et remplissage (la distribution d'eau doit être interrompue le temps de cette opération).
- Un Contrôle et un nettoyage du robinet.

5 GUIDE PRATIQUE D'EXPLOITATION ET MAINTENANCE DES SYSTEMES DE STOCKAGE (LES RESERVOIRS)

5.1 Généralités

Un réservoir permet également le maintien pendant un certain temps de l'alimentation en eau en cas de coupure à l'amont (entretien, casse, ...). Le réservoir joue également un rôle de régulateur de pression dans le réseau, et un rôle de mise en pression du réseau pour le cas des systèmes avec pompage.

Le volume du réservoir doit correspondre au volume tampon nécessaire pour satisfaire la demande tout au long d'une journée, plus une marge de sécurité, destinée à garantir la continuité de l'alimentation en eau en cas de panne.



Figure 13 : Réservoir Fomboni

5.2 Les équipements :

D'une manière générale, l'ensemble des équipements doit permettre de conserver l'étanchéité du réservoir et de limiter l'introduction de corps étrangers et l'exposition à la lumière.

Le réservoir devra comporter les équipements suivants :

- Un système d'entrée et de sortie d'eau à sens unique, garantissant la bonne circulation de l'eau et limitant les zones d'eaux mortes. En particulier l'orifice d'entrée sera placé de manière à provoquer un jet noyé, avec une vitesse de l'ordre de 1 à 1,5 m/s. De plus, l'entrée et la sortie seront suffisamment espacées. L'entrée et la sortie du réservoir seront confondues dans le seul cas d'un système de refoulement-distribution, qui peut être approprié si le captage est plus proche de la zone à alimenter que le réservoir.
- Une aération permettant la fonction de régulation, de pression et de maintien de la qualité de l'eau. Cette aération devra être protégée de la pluie, de la poussière, des animaux et de

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

- l'intrusion de tous corps étrangers. On peut par exemple placer un tuyau vertical se terminant par un « U » vers le bas, et protégé par une grille.
- Une trappe de visite permettant l'entretien du réservoir. Cette trappe devra être de taille suffisante pour le passage d'un opérateur, et sa conception doit garantir sa parfaite étanchéité. Elle devra pouvoir être verrouillée par clef.
 - Un système de trop plein évitant les débordements. Comme le système d'aération, le trop plein doit prévenir toute intrusion liquide ou solide dans le réservoir. Dans le cas d'un captage par pompage, le trop plein doit pouvoir évacuer le débit maximal des pompes. Dans le cas d'un captage de source sans pompage, le trop plein doit pouvoir évacuer le débit arrivant au réservoir lorsque le niveau de l'eau est au maximum dans l'ouvrage de captage (en tenant compte du trop-plein équipant le captage). Dans le cas d'un captage en rivière sans pompage, le trop plein doit pouvoir évacuer le débit arrivant au réservoir lorsque le niveau de la rivière est maximal. Un système d'évacuation des eaux doit être prévu si besoin au bout du trop-plein (évitant la stagnation de l'eau aux alentours et la possibilité à la population de se servir en eau à ce niveau, si le réservoir est dans la zone des habitats à desservir). On étudiera la possibilité de surdimensionner le trop plein pour qu'il fasse aussi office d'aération, évitant ainsi de mettre en place un dispositif dédié à cette dernière.
 - Un système de vidange commandé par vanne. Le dispositif d'évacuation des eaux de vidange pourra être commun avec celui des eaux de trop-plein.
 - Un compteur, dit compteur principal, doit être installé immédiatement à l'aval du réservoir.

5.3 Les opérations de maintenance et d'entretien des réservoirs

Les réservoirs équipant ces réseaux et installations doivent être vidés, nettoyés, rincés et désinfectés au moins une fois par an.

La procédure complète de nettoyage et de désinfection d'un réservoir (cuve de stockage, château d'eau, bache de reprise, etc.) comporte les six étapes exposées en détail dans ce qui suit :

5.3.1 Opérations préliminaires :

Avant de commencer l'opération de nettoyage et de désinfection, les mesures préalables suivantes doivent être prises :

- Informer les usagers concernés et prévenir, la commune et éventuellement certains usagers sensibles (industriels, centres de dialyses, établissements de santé, etc.) qui sont normalement desservis par le réservoir ;
- Réaliser la vidange totale du réservoir selon les procédures établies par l'exploitant et fermer les vannes de décharge après la vidange et mettre en sécurité l'ouvrage pour éviter toute introduction de contaminants par les vidanges.
- Informer et préparer le personnel

5.3.2 Inspection et diagnostic

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

Cette étape est particulièrement importante car elle a pour but de vérifier l'état des structures de l'ouvrage, la présence de dépôts, l'état des équipements immergés (crépines) et du revêtement d'étanchéité.

La fréquence de nettoyage de l'ouvrage étant annuelle, il est important d'établir un état des lieux suffisamment précis pour permettre au maître d'ouvrage de programmer, le cas échéant, les travaux de réfections/réhabilitations nécessaires en amont de l'arrêt technique de l'année suivante (dans la mesure où les anomalies observées le nécessitent et/ou le permettent).

Cette opération pourra conduire à des protocoles de nettoyage différents en fonction de la nature et de l'épaisseur des dépôts ou des anomalies constatées.

5.3.3 Nettoyage

Avant l'opération de nettoyage, il est nécessaire de vérifier que l'ouvrage est bien ventilé. Cette opération est indispensable afin d'éliminer les dépôts présents sur les parois ou au fond des cuves. Le type de nettoyage à effectuer est défini en fonction de la connaissance de la qualité de l'eau et des dépôts identifiés lors de l'inspection

Le nettoyage peut être mécanique et/ou chimique :

Nettoyage mécanique : par brossage, raclage, au balai ou au jet d'eau sous pression. Ce procédé est long et parfois inadapté aux besoins et impératifs de la distribution d'eau. Il a pour but d'éliminer les dépôts minéraux et organiques. Le nettoyage du radier, des parois, des accessoires (échelles, tuyauteries) et du plafond s'effectue au jet d'eau sous pression ou au balai pour enlever au maximum les incrustations diverses. Le balayage et le brossage du radier doivent ensuite être effectués afin d'éliminer et d'évacuer tous les dépôts. L'opération de nettoyage mécanique s'avère souvent insuffisante. En cas de dépôts minéraux et organiques importants, notamment de calcaire, d'oxydes de fer et/ ou de manganèse, il est nécessaire d'utiliser des produits chimiques réducteurs et acides permettant l'élimination de ces composés.

Nettoyage chimique : par mise en œuvre de produits chimiques qui doivent être conformes à la réglementation en vigueur. Le nettoyage chimique a pour but d'éliminer les dépôts minéraux et organiques, notamment les oxydes de fer, de manganèse, et de carbonate. Avant d'utiliser ces produits, il faut s'assurer que le revêtement du réservoir est compatible avec les produits choisis. Il est aussi particulièrement important de bien respecter les prescriptions, modes opératoires (concentrations, temps de contact) et fiches de données de sécurité des fabricants de ces produits

L'opération de nettoyage chimique comporte les étapes suivantes :

1. Premier rinçage des parois, du radier et du plafond au jet d'eau ;
2. Evacuation des boues, sables et dépôts présents au fond de l'ouvrage ;
3. Nettoyage, grattage si nécessaire, des tuyauteries et accessoires fixes (échelles, garde-corps, crinolines, tuyauteries, vannes, robinets à flotteur et tout autre accessoire se trouvant à l'intérieur de la cuve et en contact avec l'eau) ;
4. Evacuation des déchets. Le radier doit être balayé et raclé ;
5. Fermeture de la vidange ;
6. Pulvérisation du produit de nettoyage choisi, pur ou dilué, à basse pression (1 à 2 bars) sur toutes les surfaces, du haut vers le bas. Respecter un temps de contact de 20 à 30 minutes (ou prescription du fournisseur).

5.3.4 Rincage

L'opération de rincage comporte les étapes suivantes :

1. Rincage abondant des surfaces traitées à l'eau sous pression (< 10 bars). L'utilisation de la haute pression pour le rincage (HP > 60 bars) est fortement déconseillée afin d'éviter toute dégradation significative du revêtement d'étanchéité ;
2. En cas de nettoyage chimique, contrôle du pH des eaux de rincage. Il doit être compris entre 5,5 et 9,5 et ne pas porter atteinte au milieu récepteur qu'il s'agisse du milieu naturel ou du réseau d'assainissement. Dans le cas contraire, la neutralisation des eaux de rincage avant rejet est nécessaire. La valeur du pH doit être recontrôlée.

5.3.5 Désinfection

La désinfection s'effectue, après le rincage abondant ou le nettoyage-rincage du réservoir, par pulvérisation sur les parois d'une solution désinfectante.

Si l'on emploie des produits chlorés après un nettoyage chimique, il est nécessaire de s'assurer, par un contrôle approprié, de l'absence de résiduel de produits de nettoyage avant de procéder à l'étape de désinfection. En cas de présence de résidus, il est impératif de répéter l'opération de rincage.

5.3.5.1 Désinfection des parois, du radier et de tout accessoire situé dans le réservoir en contact avec l'eau

Si une solution d'hypochlorite de sodium est utilisée, la concentration en chlore de la solution pulvérisée sur les parois, le radier et tout accessoire situé dans le réservoir en contact avec l'eau, doit être voisine de 10 mg/l

Après application sur les parois de la solution d'hypochlorite, le réservoir doit être partiellement rempli de sorte à immerger totalement le radier avec de l'eau chlorée à 10 mg/l pendant un temps de contact minimum de 24h. Dans la mesure du possible, la concentration en chlore résiduel sur cette tranche d'eau est contrôlée avant et après le temps de contact. La consommation de chlore, sur cette tranche d'eau, au bout du temps de contact, doit être inférieure à 25% par rapport à la concentration appliquée.

Si la consommation de chlore est trop importante, il est nécessaire de recommencer l'opération de désinfection, en s'assurant qu'il n'y a pas de dépôt sur le radier.

5.3.5.2 Remplissage du réservoir

Sans vidange du volume d'eau très chlorée présent dans le radier, le réservoir est ensuite partiellement rempli sur une hauteur d'1m au minimum, de façon à ce que la concentration en chlore de cette eau ne dépasse pas de plus de 0,5 mg/l la concentration en chlore de l'eau de remplissage.

5.3.6 Contrôle de la qualité de l'eau et remise en service

Après tranquillisation de l'eau pendant 6 h au minimum, des prélèvements d'échantillons destinés à l'analyse sont effectués en un ou plusieurs points. Ils doivent être effectués, au plus tard, dans les 24h suivant la fin des opérations de nettoyage et de désinfection.

6 GUIDE PRATIQUE D'EXPLOITATION ET MAINTENANCE DES SYSTEMES DE DISTRIBUTION :

6.1 Les fonctions d'un réseau de distribution :

Le réseau de distribution d'eau doit assurer en permanence à chaque usager une desserte correspondant à ses besoins. En effet, l'objectif est de garantir une quantité d'eau suffisante à une pression correcte et conforme à la réglementation.

Assurer la quantité d'eau potable demandée :

Le réseau de distribution a comme premier objectif de fournir aux personnes desservies de l'eau potable en quantité suffisante. En termes techniques, le responsable doit garantir une pression adéquate et un volume d'eau suffisant pour fournir le débit de pointe horaire, ou le débit de la journée de consommation maximale, en plus, des efforts constants doivent être fournis pour réduire la quantité d'eau gaspillée tout en gardant à l'esprit le maintien de la qualité de cette eau.

Maintenir la qualité de l'eau potable :

Par définition, une eau potable est exempte de pathogènes, respecte les normes sur les paramètres organiques et inorganiques, est équilibrée chimiquement et comporte des propriétés organoleptiques intéressantes pour les consommateurs

L'atteinte de ces deux objectifs doit permettre de :

- réduire au minimum les interruptions de service;
- respecter le niveau de protection demandé en matière de lutte contre les incendies;
- réduire au minimum les risques de contamination

6.2 Les opérations de maintenance et d'entretien des réseaux des distributions

6.2.1 L'entretien quotidien : Qualité de l'eau distribuée

Un contrôle visuel quotidien est effectué sur la qualité de l'eau distribuée : turbidité, couleur, odeur et goût de l'eau distribuée, présence de chlore dans les bacs de solution mère, bon fonctionnement du dosage de chlore.

Les analyses essentielles et de routine sont effectuées sur site :

- Chlore résiduel libre CRL et chlore total CT
- Conductivité, TDS, Salinité
- Turbidité
- Quantité (niveaux piézométriques)

6.2.2 Contrôle de la qualité d'eau suite à un incident

Lors d'un changement visible ou évident de la qualité de l'eau distribuée, l'exploitant doit mettre en œuvre les actions correctives dans un délai extrêmement court. Ces actions sont généralement très simples et peu coûteuses, mais la réactivité et le bon sens de l'exploitant sont, dans ce cas, primordiaux.

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

Voici quelques exemples d'incidents pouvant être constatés et les réactions à tenir par l'exploitant.

Tableau 2 Les Incidents et les actions à tenir

Incidents	Action à tenir
Changement du couleur Suite à des incidents sur le réseau d'eau, il peut arriver que l'eau devienne turbide ou change de couleur.	L'exploitant doit Interdire l'utilisation de l'eau jusqu'au retour à la normale ou s'assurer que tous les usagers ont accès à un moyen de traitement approprié (chlore en comprimés ou en solution par exemple, coagulant/floculant et filtration si nécessaire). Prévenir l'autorité compétente, rechercher la cause du dysfonctionnement et effectuer une analyse de l'eau.
Problèmes de santé chez les utilisateurs : Si les utilisateurs de l'eau distribuée se sont plaints de maux de ventre, de diarrhées, ou de vomissements ou si des cas de maladies hydriques	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier en plusieurs points du réseau la teneur en chlore résiduel et ajuster le taux de chloration en fonction des résultats obtenus - Vérifier l'existence de fuites ou de dommages sur le réseau et ses infrastructures - Faire des analyses physico-chimiques et bactériologiques de la ressource

6.2.3 Contrôle du bon fonctionnement et petites réparations

D'une manière générale, les tâches confiées à l'exploitant de petits réseaux d'eau potable sont essentiellement le contrôle du bon fonctionnement et les petites réparations : raccords, joints, lubrification, création ou modification de branchement.

Le renouvellement des équipements est de la responsabilité de l'exploitant. Toute exception sera indiquée dans le contrat de gestion. Il signale au maître d'ouvrage dans son programme annuel d'activité, les besoins en renouvellement pour l'exercice à venir.

6.2.4 Equipements de production

Il sera nécessaire d'entretenir quotidiennement les équipements de production :

- Le groupe électrogène (relevés journaliers des compteurs, vérification et contrôle des indicateurs de niveau, nettoyage et changement des filtres, vidange, etc.)
- L'armoire électrique (vérification et contrôle des voyants lumineux, dépoussiérage, contrôle des protections, etc.)
- Système de pompage (contrôle de débit, de clapet anti retour, ventouse, vannes etc.)
- Relevé des compteurs de production, de sectionnement et de distribution, lorsqu'ils existent.

6.3 Les facteurs influençant l'apparition des fuites

Les facteurs liés à l'exploitation du réseau sont:

- la vitesse d'écoulement,
- la pression,
- la température de l'eau,
- la nature de l'eau,

- la variation des conditions d'exploitation,
- les manœuvres sur le réseau.

➤ ***La vitesse d'écoulement***

Les pratiques de consommation des clients sont considérées comme un facteur lié à l'exploitation du réseau. Une demande croissante en eau potable aura pour conséquence une augmentation des vitesses dans les canalisations, ce qui peut favoriser la corrosion et générer des contraintes mécaniques excessives.

A l'inverse une demande décroissante aura pour conséquence une augmentation relative des temps de séjour de l'eau dans les conduites, ce qui favorise la sédimentation et l'amorce de nouvelles formes de corrosion.

Dans les réseaux de distribution d'eau, les vitesses doivent être comprises entre 0,2 et 1,5 m/s.

➤ ***La pression***

Sur les réseaux de distribution, les pressions disponibles doivent varier entre 1,5 et 6 bars. Toutefois, il est admis que la pression maximale chez l'utilisateur ne doit pas dépasser 5 bars. Au-delà de cette valeur, il y a risque d'apparition des fuites. A l'inverse la pression minimale à l'entrée doit être de 1 bar.

➤ ***La température de l'eau***

Aux îles Comores, la température de l'eau dans le réseau varie très peu. En effet, il n'y a pas de périodes de gel.

Par contre, l'existence des canalisations en PEHD non enterrée, avec la chaleur du soleil, les rapides augmentations ou diminution de la température peut entraîner une contraction de la canalisation et une augmentation des contraintes longitudinales de traction, d'où une fragilisation des tuyaux.

➤ ***La variation des conditions d'exploitation***

Une augmentation de la charge hydraulique peut avoir lieu, suite à une modification du régime hydraulique, telle que le passage d'une adduction gravitaire à une alimentation sous pression ou la réduction de section due à une réhabilitation de canalisations. Cette surcharge hydraulique peut alors entraîner une augmentation du nombre de fuites ou de ruptures dans les semaines suivant le changement.

➤ ***Les manœuvres sur le réseau***

Des manœuvres accidentelles sont surtout caractérisées par le phénomène du coup de bélier, phénomène très violent dû à la circulation d'une onde de pression ou de dépression dans la conduite suite à l'ouverture / fermeture brusque d'une vanne ou la mise en marche / arrêt d'une pompe. Ce phénomène peut fragiliser dangereusement la canalisation, quelquefois jusqu'à la détérioration du joint, à la fêlure du tuyau ou même à la rupture.

6.4 Campagnes de recherche de fuites :

Les recherches des fuites se sont toujours trouvées au cœur des préoccupations des exploitants des réseaux d'alimentation des eaux potables

Les pertes d'eau sur un réseau ont des conséquences néfastes :

- Augmentation des coûts d'exploitation et d'investissement
- Détérioration de la qualité du service aux usagers : chutes de pression, arrêts d'eau

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

- Risque de dégradation de la qualité de l'eau
- Risque de dégâts aux tiers : affaissement de terrain ou de chaussée.

La recherche des fuites et la localisation des pertes sur un réseau la mise en place d'une démarche progressive et organisée

- Diagnostic du réseau,
- sectorisation du réseau,
- Pré localisation,
- Localisation précise des fuites.

6.4.1 Visite et diagnostic du réseau

L'objectif des visites et diagnostic du réseau est de rassembler et de mettre à jour l'ensemble des documents descriptifs du réseau :

- les plans existants, les plans de récolement, les schémas des ouvrages,
- les cahiers de suivi des installations
- les consignes d'exploitation,
- Les statistiques des volumes distribués et consommés,

6.4.2 La sectorisation du réseau :

La sectorisation du réseau permet d'identifier le niveau des volumes de fuites des différentes zones du réseau.

Elle consiste à subdiviser le réseau en plusieurs zones distinctes de par leur implantation géographique et la configuration du réseau. On cherchera à identifier des zones homogènes et hydrauliquement indépendantes les unes des autres.

La mise en place d'un premier niveau de sectorisation doit privilégier la mise en place de systèmes de comptage au niveau des stations de pompage et des réservoirs de distribution qui n'en sont pas équipés. À ce stade, elle ne concerne qu'exceptionnellement des systèmes de comptage en réseau. La mise en place de cette dernière relève d'un niveau de sectorisation plus fin nécessitant des études approfondies.

Le deuxième niveau de la sectorisation consiste en le découpage des secteurs qui est une étape importante et doit prendre en compte les facteurs suivants :

- configuration hydraulique du réseau : prendre en compte les infrastructures, les unités de distribution et les zones de pression, et s'assurer que la sectorisation n'altère pas la qualité du service en modifiant les pressions (défense incendie notamment) et les temps de séjour de l'eau ;
- homogénéité des secteurs ;
- adaptabilité aux évolutions ;
- facilité d'exploitation, limitation des points d'acquisition des données à 3 ou 4 par secteur (ce qui permet également de limiter le risque d'erreurs de mesure) ;
- coût modéré pour la mise en place et la maintenance du système.

Un secteur est délimité par des extrémités d'antennes, des vannes fermées et des comptages. Toutes les communications entre secteurs ou avec des ouvrages doivent être équipées de comptages, à double sens, si nécessaire

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

Sur chacun des secteurs ainsi définis, la mesure des consommations nocturnes à l'aide de compteurs ou de débitmètres permet d'évaluer les débits de fuites de la zone considérée. Pour chacun des secteurs définis, le diagnostic sera principalement basé sur des mesures de débits, de pressions ou de niveaux.

Le calcul de l'indice linéaire de perte permettra de hiérarchiser les priorités dans la recherche de fuite.

6.4.3 Evaluation du rendement du réseau, indice linéaire de perte et pré-localisation

Le rendement du réseau et l'indice linéaire de perte sont deux paramètres essentiels pour apprécier la qualité d'un réseau d'eau potable.

Le rendement représente le rapport entre la quantité d'eau réellement utilisée et celle introduite dans le réseau.

Rendement = Volumes consommés / Volumes mis en distribution

- Volumes consommés = somme de tous les volumes d'eau utilisés (abonnés domestiques, industriels, usages municipaux, besoins du service, défense incendie,).
- Volumes mis en distribution = volumes produits (usine de traitement, forage, captage,) + Volumes achetés en gros à d'autres services - ventes d'eau en gros à d'autres collectivités.

On retiendra comme valeur guide : Rendement = 75 à 80 %

Ces valeurs sont à prendre en tant qu'objectifs à atteindre. La valeur du rendement, qui rend compte de l'efficacité globale du réseau, doit faire l'objet d'un suivi annuel par l'exploitant.

Toutefois, le calcul et l'interprétation de cet indicateur nécessitent quelques précautions :

- tous les volumes utiles à l'établissement du rendement doivent couvrir une même période correspondant à la durée entre deux relèves de compteurs (en général 1 an),
- influence des gros consommateurs dont l'importance peut "gonfler" artificiellement la valeur du rendement,
- difficulté à estimer certains volumes non comptabilisés (lavage des rues, arrosage espaces verts,).

La valeur du rendement bien qu'intéressante mais n'est donc pas suffisante pour apprécier avec justesse l'état du réseau.

L'Indice Linéaire de Perte (ILP) traduit plus précisément la réalité physique : ce paramètre indique la quantité d'eau perdue par jour et par km de canalisation et permet la comparaison de réseaux, différents par leur longueur et leur situation géographique.

$ILP = \text{Volumes perdus en distribution (m}^3/\text{j)} / \text{Longueur de canalisation (km)}$.

Volumes perdus en distribution (pertes d'eau) = volumes mis en distribution – volumes Consommés.

L'ILP deviendra indice linéaire de fuite (ILF) si l'on ne considère que les fuites et les gaspillages. On obtient une bonne approche de cet indice par la mesure du débit minimum nocturne (en général entre 1h et 4h du matin, après déduction des gros consommateurs nocturnes).

On retiendra comme valeurs guides (calculées hors linéaire de branchements) :

- Zone rurale ILP = 2 m³/j/km
- Zone périurbaine ILP = 5 m³/j/km
- Zone urbaine ILP = 10 m³/j/km

6.4.3.1 Mesures de nuit

La fermeture successive et à intervalles réguliers des vannes de sectionnement, permet de quantifier les fuites par tronçons et ainsi, de mettre en évidence les portions du réseau les plus affectées. Cette méthode utilisable de nuit, est particulièrement appropriée aux réseaux à structure ramifiée. Il convient cependant de prendre quelques précautions pour sa mise en œuvre : vérification de l'étanchéité des vannes, prise en compte des consommations nocturnes connues (gros consommateurs, industries,...), sécurité des personnels d'intervention,

6.4.3.2 Enregistreurs de bruit

Les enregistreurs de bruits permettent de faire de la pré-localisation, cette technique récente met en œuvre des capteurs de bruit autonomes et sensibles qui enregistrent durant la nuit le niveau sonore de la conduite. Ces "oreilles électroniques" sont installées dans la journée sur les points d'accès au réseau (poteau d'incendie, robinet de branchement, robinet vanne, ...). Le traitement et l'interprétation des enregistrements de plusieurs boîtiers s'effectuent avec un logiciel et permettent de déceler la présence de fuites dans un rayon de 50 à 200 mètres autour des capteurs.

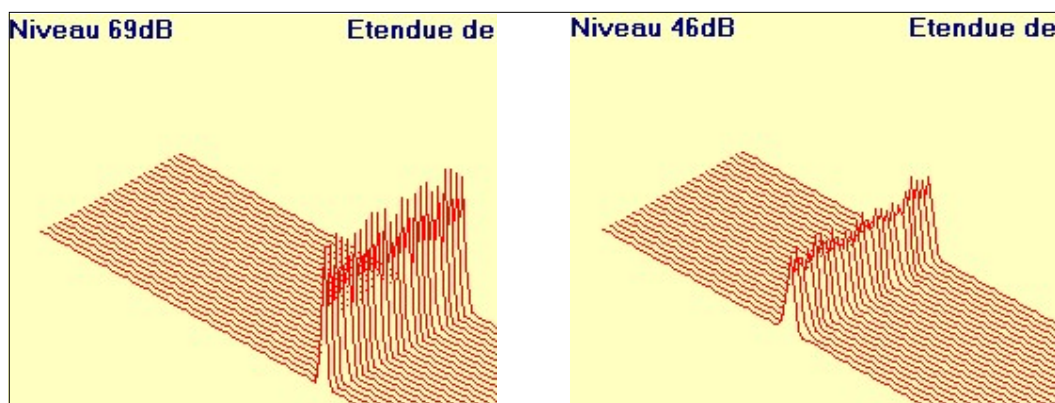


Figure 14 : Exemple des Deux enregistrements de bruit

Ce matériel offre une représentation graphique des enregistrements en deux et trois dimensions. Cette représentation permet de vérifier les caractéristiques du bruit et d'en faire une analyse précise avec une bonne fiabilité. En général ce matériel vient en substitution de la sectorisation et permet de définir la présence de fuite sur un tronçon ou secteur sans pour autant assurer sa localisation.

6.4.4 Localisation des fuites

6.4.4.1 Amplificateurs mécaniques

De conception rudimentaire, ces appareils, aux performances limitées, requièrent une "oreille" exercée. Parmi les plus répandus, on peut citer l'hydrosol, toujours utilisé par nombre de fontainiers.

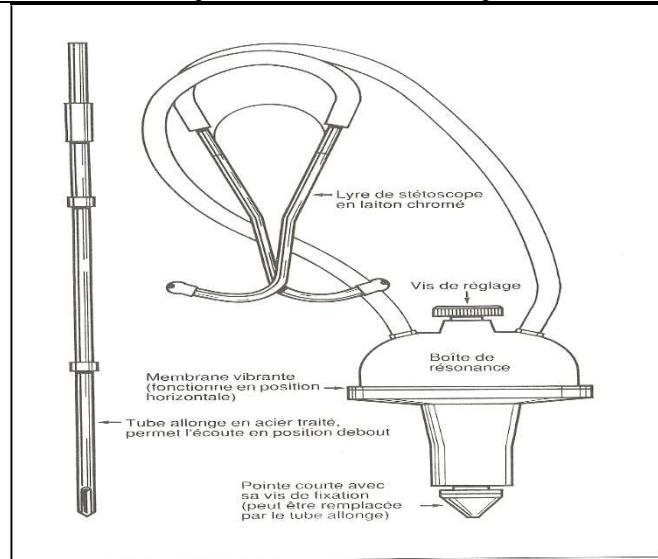


Figure 15 : Hydrosol

Il est constitué d'une membrane vibrante reliée à une cloche métallique formant une caisse de résonance, sur laquelle est emboîtée une tige métallique servant de capteur

Le corps de l'amplificateur mécanique constitue la boîte de résonance d'une membrane vibrante, dont la fréquence propre, peut être ajustée par le déplacement d'un bouton moleté situé à la partie supérieure du corps.

Cette membrane circulaire comporte en son centre un embout femelle qui peut recevoir:

- soit une pointe courte qui permet de capter les sons en des points où la canalisation est apparente et d'accès aisé,
- soit une allonge destinée à capter les sons par application sur le sol ou de préférence sur des piquets de 30 à 40 cm environ enfoncés dans le sol. L'écoute du bruit, capté et amplifié par la boîte de résonance, se fait avec un stéthoscope de type médical.

La localisation de la fuite est meilleure par écoute sur la conduite que par écoute au sol. L'atténuation du bruit est beaucoup moins rapide en fonction de la distance. Si la conduite est relativement protégée des bruits parasites, une oreille bien exercée reconnaît le bruit de fuite.

6.4.4.2 Les Amplificateurs électroniques :

Ces détecteurs, beaucoup plus sensibles que les amplificateurs mécaniques, sont composés de trois éléments principaux : un capteur, un amplificateur et un casque d'écoute.

Ces matériels permettent également de faire de la localisation et sont basés sur le même principe que les amplificateurs mécaniques. Ils sont composés de trois éléments principaux :

- un capteur,
- un amplificateur,
- des écouteurs.

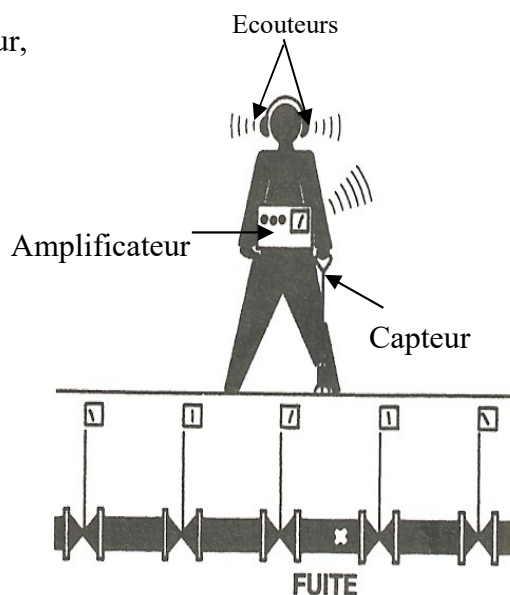


Figure 16 : Amplificateur électronique

L'onde sonore émise par la fuite, provoque des vibrations, qui sont captées par une canne-sonde (capteur), mise en contact soit sur la canalisation, soit sur le sol à proximité immédiate de la canalisation. La canne est munie d'une membrane métallique qui capte ces vibrations par une électronique associée. Elle les transforme en signaux électriques qu'elle amplifie considérablement avant de les diriger sur un casque d'écoute, isolé des bruits ambiants.

Ce sont ces vibrations de fréquences audibles pour la plupart que l'oreille de l'opérateur doit percevoir suffisamment bien pour en apprécier les variations d'amplitude et localiser le point où elles s'avèrent les plus fortes.

6.4.4.3 Méthode du Gaz traceurs :

Cette méthode consiste à injecter sous pression dans la canalisation un gaz traceur inodore, insipide et non dangereux pour la santé, du type SF6 (l'hexachlorure de soufre) ou le RH6 (mélange d'azote et d'hydrogène).

En surface, la localisation s'effectue avec un détecteur équipé d'une sonde qui est introduite dans des petits trous percés préalablement à l'aplomb du tracé de la conduite ou avec un chariot qui est déplacé le long de la canalisation. Ce gaz étant très volatil, remonte en surface et est détecté. Cette méthode est en générale utilisée dans les endroits difficilement accessibles (forêt...) et présentant une absence totale de points de contacts avec la conduite. De plus cette méthode est très onéreuse.

6.4.4.4 Méthode Acoustique :

Cette méthode repose sur la transmission d'une onde acoustique dans le matériau de la conduite. Pour ce faire, un percuteur ou une électro-vanne est mis en place pour générer un signal sonore en un point d'accès de la canalisation

Deux capteurs A et B (figure 15), sont placés sur la conduite pour la saisie des vibrations engendrées par la fuite. La section doit être constante et le matériau homogène. Les vibrations se

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores

Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.

propagent le long de la conduite à vitesse égale, de part et d'autre de la fuite. Elles engendrent une déformation de la conduite.

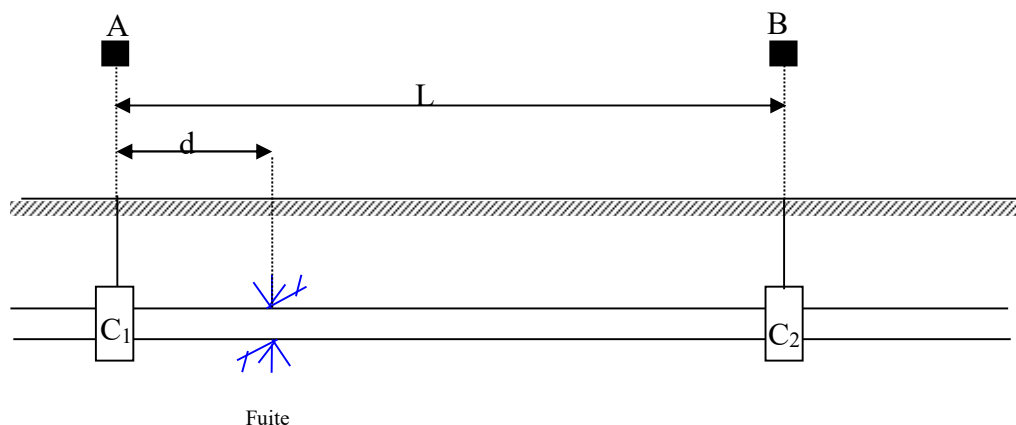


Figure 17 : Principe du corrélateur acoustique

C1 et C2 = emplacements des capteurs A et B

Les bruits enregistrés par les deux capteurs sont amplifiés puis transmis à l'unité de traitement, qui les compare et fait subir à l'un d'eux une série de décalages. Ceci permet de déterminer le décalage Δt qui compense exactement la différence des temps de propagation des vibrations, ce qui se matérialise par l'apparition d'un pic sur l'écran de l'unité de traitement. La mesure du décalage dans le temps permet, grâce à la connaissance de la vitesse de propagation des ondes dans la canalisation (fonction du matériau) et la longueur du tronçon, de localiser avec précision la fuite grâce à la formule ci-dessous :

$$d = \frac{L - v \times \Delta t}{2}$$

Avec:

D = Distance séparant la fuite du capteur A,

L = Distance entre les deux capteurs,

V = vitesse de propagation du son,

Δt = e temps

Géoradar

Cette technologie est très marginale en localisation des fuites sur les réseaux d'eau potable. Elle est néanmoins employée lorsque les autres techniques ne sont pas performantes et que les conditions de son application sont réunies. Il s'agit d'une technique basée sur les propriétés de réflexions des ondes électromagnétiques par les corps. Selon la nature et la profondeur de l'objet rencontré, l'onde ne sera pas réfléchiée avec la même vitesse ou la même intensité, ce qui donne une image de l'ensemble des éléments présents dans le faisceau d'onde.

Une fuite est repérable :

- Par l'espace créé entre le sol et la conduite et dans lequel circule l'eau ;
- Par une brusque augmentation apparente de la profondeur de la conduite, du fait de l'augmentation de la valeur de la constante diélectrique du sol gorgé d'eau aux alentours de la fuite.

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

La technique consiste à parcourir la portion de réseau étudiée avec le géoradar. Les images obtenues sont analysées en temps réel ou une fois le parcours terminé.

L'opérateur fait circuler le géoradar en contact avec le sol, au-dessus du tronçon où une fuite est suspectée. Le géoradar comprend une antenne émettrice d'ondes électromagnétiques, un récepteur et un logiciel de traitement du signal, embarqués sur un chariot. L'image du sous-sol apparaît en temps réel sur un écran. Le traitement du signal et l'identification des déformations nécessitent un puissant logiciel de calcul et de l'expérience.

6.4.5 Conséquences des fuites

Les pertes engendrées par les fuites conduisent à une aggravation du coût de l'exploitation. L'eau étant pompée puis traitée, les pertes dues aux fuites correspondent à des pertes financières liées à :

- une usure prématurée du matériel,
- une inondation, d'où coupure du trafic sur la chaussée concernée ou dommage chez un particulier,
- une coupure d'eau, donc dommages causés aux industries ou aux centres de santé,
- une déstabilisation du lit de pose,

Les fuites peuvent provoquer des problèmes sur le réseau qui peuvent être classés comme suit :

- problème de capacité du réseau, lié à la détérioration de la qualité de l'eau et sa pollution suite à l'intrusion de terre et de substances dangereuses,
- problème de sécurité, lié aux dysfonctionnements des structures qui peuvent se trouver à proximité,
- problème d'efficacité du réseau, lié aux pertes d'eau qui entraînent des réparations de plusieurs heures sur le réseau, pendant lesquelles les abonnés sont privés d'eau.

6.5 Entretien des appareillages de robinetterie :

Etant donné le très grand nombre d'appareils installés sur les réseaux, il est opportun de programmer leurs contrôles. Une vanne de vidange, un poteau d'incendie en situation de débit permanent peuvent sérieusement affecter le rendement d'un réseau. Au-delà des pertes dues à des actes irresponsables, ces dispositifs peuvent au fil du temps présenter des signes d'obsolescence se traduisant à terme par des fuites plus ou moins importantes.

Les programmes d'entretien courant ou préventif doivent être pris en considération pour les appareils de robinetterie.

6.5.1 Vanne, Robinet et purge

6.5.1.1 Vannes

Les vannes sont présentes dans tous les systèmes de raccordement des appareils au réseau d'eau potable. Elles nécessitent périodiquement les opérations suivantes :

- Démontage et nettoyages des filtres
- Vérification d'ouverture et de fermeture

- Contrôle d'étanchéité
- Etalonnage
- Remise en service
- Démontage de la vanne ou du détendeur
- Révision complète
- Remplacement du kit joints
- Graissage et détartrage
- Réglage des pilotes selon la consigne

6.5.1.2 Robinet –Vanne :

Le robinet-vanne est un appareil de robinetterie dont l'obturateur ou opercule se déplace perpendiculairement à l'axe de l'écoulement du fluide et conçu pour être utilisé en position ouverte ou fermée.



Figure 18 : Robinet - Vanne

Il est fortement déconseillé d'utiliser une vanne à opercule pour réaliser du réglage du débit.

Les robinets vannes doivent avoir un passage intégral, c'est-à-dire que le diamètre du passage du fluide est au moins égal aux valeurs définies dans le tableau ci-dessous, lorsque l'obturateur est totalement relevé.

DN	Diamètre minimal de passage (mm)
65	62
80	77
100	97
150	146.5
200	196.5
300	296

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores

Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.

Ci-joint les spécifications techniques particulières d'une vanne à opercule (Robinet-Vanne):

- Le corps du robinet est en fonte ductile GS.
- Les robinets vannes à opercule doivent être intégralement conformes au règlement de la marque NF RFH.
- Les matériaux constitutants ne présentent pas entre eux de risques d'oxydo-réduction
- Les substances entrant dans la composition des pièces en contact avec l'eau ne doivent communiquer à celle-ci ni mauvais goût, ni mauvaise odeur, ni toxicité à court ou à long terme.
- Ces substances doivent être conformes aux réglementations relatives aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.
- Le perçage des brides selon les normes NFA 48-840, ISO2531,ISO7005.
- Le sens de fermeture sera FSAH (Fermeture Sens Anti Horloge).
- La manœuvre est faite par carré d'ordonnance 30x30mm fonte GS pour la pose en terre et par volant pour la pose en aérien et en chambre.
- Les robinets vannes doivent permettre la transmission des vibrations de la canalisation créées par une fuite d'eau. Cette transmission est assurée par un contact métal-métal entre le point d'ancrage de la vanne sur la canalisation et l'extrémité de l'accessoire de manœuvre sur lequel sera posé le capteur de vibrations. Pour réceptionner au mieux cette vibration, la surface de contact du carré de manœuvre doit permettre la mise en place d'un capteur d'au moins 20mm de diamètre par un contact magnétique direct et franc, sur une surface rigoureusement plane, continue ou non (exemple : trou de fixation du carré). Le carré de manœuvre doit être solidement attaché à la tige de manœuvre de la vanne
- Le perçage des brides de DN 60 et DN 65 sera double avec des trous oblongs.
- Le passage dans le diamètre intérieur doit être continu pour permettre :
 - ✓ Le nettoyage des conduites sans détérioration d'un quelconque composant de la vanne,
 - ✓ La prise en charge à travers le robinet vanne.
- La tige de manœuvre, en acier inoxydable type 13% Cr, est tournante et non montante.
- L'opercule est entièrement surmoulé en élastomère y compris le passage de la vis de Manoeuvre.

Tableau 3 : Les avantages et les inconvénients relatives à la Robinet –Vanne

Avantages	Inconvénients
- robustesse - domaine étendu d'applications en température et en pression -passage intégral -faible perte de charge en position ouverte	- Encombrement et masse importants (ce robinet devient coûteux pour les diamètres importants) - Inadaptation au réglage - Inadaptation aux manœuvres fréquentes (du fait des efforts importants de manœuvre) - Le couple de manœuvre est limité par la norme NF EN 1074 partie 1 et partie 2. Le non usage des vannes les rend difficile à manœuvrer au même titre que la vanne papillon.

6.5.1.3 Vanne à papillon

La vanne à papillon s'utilise dans le sectionnement de fluides sous pression, Grâce à un obturateur en forme de disque ou lentille. L'obturateur dit papillon se déplace dans le fluide par rotation autour d'un axe orthogonal à l'axe d'écoulement du fluide.



Figure 19 : Vanne à papillon

Son fonctionnement normal est l'ouverture ou la fermeture totale.

L'utilisation exceptionnelle des vannes papillon est également possible pour les robinets vannes vidange de réservoir.

Tout comme les robinets-vannes, les vannes papillon ne doivent pas être utilisées en régulation, elles ne font que créer une perte de charge singulière et ne sont pas conçue pour cela. Des appareils spécifiquement conçus pour cela existent et font de la vraie régulation de pression et de débit.

Tableau 4 : Les avantages et les inconvénients relatives à Vanne à papillon

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Faible encombrement et poids réduit - Simplicité (peu de pièces constitutives) - Prix de revient faible, surtout pour les grands calibres - Très bonne étanchéité, surtout avec joint élastomère - Visualisation de la position de l'obturateur - Aptitude au réglage de débit grâce aux pertes de charges variables en fonction de l'ouverture. - Adapté à des manœuvres fréquentes - Facilité d'adaptation d'actionneurs à énergie auxiliaire - Manœuvre simple et rapide du papillon - Montage et démontage rapide - Entretien : des manœuvres régulières. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de passage intégral - Non adapté pour des fonctionnements à forte pression différentielle - Pertes de charge

6.5.1.4 Purge :

Les purges sur les réseaux d'eau potable sont réalisées pour rincer les conduites en cas de problèmes chroniques ou accidentels constatés en ce qui concerne la qualité de l'eau. On en réalise aussi plus ponctuellement lors d'interventions mettant le réseau à pression atmosphérique (réparation de casse, etc.). L'opération consiste à procéder au soutirage d'eau en différents points du réseau, en utilisant des vannes de vidange ou des poteaux incendie, pendant un temps déterminé ou jusqu'à l'obtention d'une qualité de l'eau jugée satisfaisante. Il est important d'optimiser les purges afin de minimiser le volume d'eau perdu dans l'opération tout en s'assurant de la qualité de l'eau du réseau. Pour fiabiliser l'évaluation des pertes, il est nécessaire d'estimer le volume utilisé lors de la purge.

Les purges sont réalisées dans les cas suivants :

- après des travaux d'installation ou de renouvellement de canalisations ;
- lors d'une casse de canalisation ou de branchement afin de chasser l'air et les éléments indésirables
- qui ont pu entrer dans le réseau ;
- en cas de plainte des consommateurs (par exemple en cas d'eau colorée) ;
- en préventif sur les portions de réseau où le renouvellement de l'eau est faible et les risques de dégradations de la qualité notables (antennes isolées, portions de réseau en attente de raccordement des usagers, etc.).

Les opérations de purge sont le plus souvent réalisées manuellement par ouverture des vannes de vidange, poteaux incendie, bouches de lavage, etc. Généralement les points de purge ne sont pas équipés d'un système de comptage. L'évaluation des volumes de purge peut alors se faire par mesure des temps d'ouverture et estimation du débit d'écoulement. Cependant, le débit de purge varie en fonction du but de la purge. La sectorisation permet dans certains cas une évaluation des volumes en analysant les chroniques de débits mesurés. Dans le cas de problèmes de qualité d'eau, des purges sont nécessaires régulièrement. Il est alors conseillé d'équiper les purgeurs de compteurs.

6.5.2 Ventouses

Les ventouses sont positionnées sur les points hauts des conduites et sur des conduites très longues. Leur fonction est la sortie et entrée d'air :

- La vidange d'air (désaéragé) au remplissage car les poches d'air non évacuées rétrécissent jusqu'à obturation de la veine liquide.
- Dégazage : Purge d'air en fonctionnement
- Le remplissage d'air (aéragé) en cas de dépression pour éviter la succion des joints, la collapse des tubes plastiques.

La ventouse peut être dotée d'un organe d'isolement intégré, qui doit alors être en conformité avec l'EN 1074-2 :2000 et un purgeur de contrôle.

Le choix du diamètre

Tableau 5 Choix du diamètre des ventouses

Diamètre intérieur de la conduite (mm)	Diamètre de passage de la ventouse (mm)
< 250 mm	60-65
250 à 600	80-100
600 à 900	150
1000 à 1200	200
1400 à 1800	2 ventouses de 200 mm

Les ventouses trois fonctions ne doivent en aucun cas être utilisées pour protéger la conduite de phases de dépressions en régime permanent. Lors de l'étude de conception du réseau, on procède à l'élimination des éventuelles phases de dépression. Dans les régimes transitoires, ces ventouses peuvent contribuer à lutter contre les phénomènes de dépression sous réserve d'une étude précise.

Il convient également de vérifier le débit d'air admis en cas de vidange ou de rupture accidentelle de la canalisation en relation avec le débit d'eau et avec la dépression admissible.

Par ailleurs les ventouses doivent être placées dans des regards DRAINÉS de façon à évacuer l'eau stagnante qui pourrait s'y trouver et qui risquerait d'être introduite dans la conduite lors d'une admission d'air.



Figure 20 : Ventouse

6.5.3 Régulateurs de niveau, régulateurs de débits et régulateurs de pression

Ces appareils délicats à régler et fragiles font l'objet d'un nettoyage de leurs filtres (filtre réseau et filtre du circuit pilote) et d'un contrôle de leur fonctionnement effectif : étanchéité lorsqu'il est fermé, la pression doit être conforme aux consignes. Un démontage complet est préconisé tous les 5 ans.

6.5.4 Les compteurs d'eau :

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores

Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.

Le calcul des différents indices nécessite une connaissance la plus exacte possible des volumes mis en jeu dans le réseau : c'est le rôle des appareils de comptage.

Un compteur ou un débitmètre doit :

- indiquer avec précision le volume d'eau qui le traverse (erreur de mesure minimale)
- être fiable dans le temps avec un entretien restreint
- créer le moins possible de perte de pression
- résister aux pressions du réseau
- être facile à relever

Pour choisir un appareil, il faut tenir compte :

- de la nature et de la qualité de l'eau
- des conditions de pression
- des conditions d'installation (accès, positionnement, encombrement, accessoires,)
- des conditions de lecture (directe, à distance,)
- de la précision souhaitée (**le débit de démarrage doit être le plus faible possible**)
- et surtout des débits d'utilisation (permanent, minimum, maximum, exceptionnel). Le diamètre de l'appareil de comptage est très souvent légèrement inférieur à celui de la canalisation sur laquelle il est installé (attention aux pertes de charges).

6.5.4.1.1 Les petits compteurs : Diamètre 15 à 50 mm

Ils sont utilisés pour enregistrer la consommation des abonnés domestiques.

Il existe différentes technologies : les compteurs volumétriques et les compteurs de vitesse à turbine



Figure 21 : Petit Compteur de la consommation domestique

6.5.4.1.2 Les gros compteurs : Diamètre 15 à 50 mm

Ils sont installés sur les points de prélèvement, en sortie de station de pompage, sur la distribution des réservoirs, sur le réseau de distribution ou encore sur les branchements des gros consommateurs.

On distingue différentes technologies : volumétrique, vitesse à jet multiple et vitesse à jet unique.

Compteur Volumétrique : un piston rotatif est entraîné par le débit. A chaque rotation du piston correspond un volume d'eau fixe

Compteurs vitesse à jets multiples : Comme pour les compteurs à jet unique, une turbine est entraînée par le débit. Mais la pression due au débit est répartie symétriquement sur la turbine.

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores

Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.

Compteurs vitesse à jets unique : une turbine est entraînée par le débit. La vitesse angulaire (ou vitesse de rotation) de la turbine est proportionnelle au débit.

Tableau 6 Avantages et Inconvénients différentes technologies des compteurs

Types du Compteur	Compteur Volumétrique	Compteurs vitesse à jets multiples :	Compteurs vitesse à jets
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Précision métrologique - Installation toute position - Débit de démarrage très bas 	<ul style="list-style-type: none"> - Efforts symétriques sur la turbine 	<ul style="list-style-type: none"> - Résistance aux particules - Résistance à l'air - Faibles pertes de charge
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Pertes de charge élevées - Sensibilité aux particules - Bruit - Sensibilité au passage d'air - Sensibilité aux coups de bélier 	<ul style="list-style-type: none"> - Débit de démarrage élevé - Installation horizontale 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilité par rapport aux conditions d'installation - Métrologie moins bonne que le volumétrique

**Figure 22 : Compteur de gros débit****6.6 Le nettoyage des ouvrages**

Etape 1 : isolement et vidange de la cuve

Les vannes de distribution et d'adduction sont fermées et la vanne de vidange est ouverte.

Etape 2 nettoyage des dépôts sur le radier, les parois et les équipements

Le nettoyage du radier s'effectue par brossage, avec évacuation des boues et des sables par la vidange du réservoir. Les tuyauteries et les accessoires (échelles, crinolines, équipements hydrauliques) sont nettoyés et grattés si nécessaire. La coupole, les voûtes et les plafonds sont

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

rincés au jet d'eau afin d'éliminer les eaux de condensation susceptibles d'être porteuses de germes.

Pour l'élimination des incrustations sur les parois, le nettoyage peut-être :

- **mécanique** : brossage et raclage manuel à l'aide d'une lance télescopique ou par projection d'eau sous pression (utilisation d'une motopompe). Ce procédé est long et parfois insuffisant en présence de certains types d'incrustation calcaire, oxydes de fer ou de manganèse,...
- **chimique** : il existe actuellement des produits chimiques (produits acides) permettant le nettoyage des réservoirs.

Après un lavage préalable au jet d'eau, le produit mélangé à l'eau, est pulvérisé à basse pression sur les parois avec une lance télescopique équipée d'une buse de diffusion.

Le produit dégouline lentement le long des parois verticales et assure ainsi la dissolution des incrustations. Le temps de contact nécessaire est d'environ 30 minutes.

Etape 3 : rinçage et désinfection de l'ouvrage

Les surfaces nettoyées mécaniquement ou traitées chimiquement sont abondamment rincées à l'eau sous pression (éviter cependant les trop fortes pressions). Pour assurer la désinfection de l'ouvrage, on incorpore dans les dernières eaux de rinçage une solution désinfectante.

Dans le cas d'un nettoyage avec des produits chimiques, il est nécessaire de contrôler le pH des eaux de rinçage avant leur rejet. Le pH doit être compris entre 5.5 et 8.5, dans le cas contraire, on effectuera une neutralisation de ces eaux de lavage avant leur vidange.

Etape 4 : remplissage de la cuve

Les premières eaux de remplissage doivent être vidangées à plusieurs reprises. En général on effectue un ou deux rinçages après remplissage sur une hauteur d'eau comprise entre 0.10 et 0.50 m.

Etape 5 : contrôle bactériologique final

Un ou plusieurs prélèvements d'échantillons destinés à l'analyse sont effectués en différents points du réservoir s'il est étendu en surface.

Si les contraintes d'exploitation le permettent, la remise en service du réservoir n'est effectuée que si les résultats des analyses sont satisfaisants. En pratique, en particulier sur les petits et moyens réseaux la remise en service est effectuée après l'étape de remplissage.

6.7 Améliorer la connaissance du réseau : Le système d'information géographique et l'actualisation des données

Une bonne gestion du réseau nécessite l'élaboration et la **mise à jour des plans du réseau** :

- plans d'ensemble ;
- plans détaillés sur fonds de plans cadastraux ;
- plans de récolement (après tous travaux) ;
- élaboration de carnets de vannage ;
- archivage des interventions sur les réseaux (notamment lors de casses),...

Renforcement de la résilience climatique de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de 15 des zones les plus exposées à des risques liés aux changements climatiques dans l'Union des Comores**Phase 3 - Livrable 1.2.2 : Les manuels d'exploitation des installations de production et de distribution d'eau potable.**

La collectivité devra donc intégrer régulièrement l'ensemble des nouvelles données au Système d'Informations Géographiques (S.I.G.) qui apportera par la suite une aide précieuse lors des interventions de terrain ou la prévision de certains aménagements.

Le réseau est souvent représenté par un graphe constitué de tronçons correspondants aux canalisations et des nœuds correspondants soit aux connexions entre les conduites soit aux éléments de contrôle hydraulique, les consommations ou bien les sources.

Les Systèmes d'Information Géographiques ont fait leur apparition pour permettre une représentation très fine de la structure et de l'état des réseaux. *«Ils sont considérés comme des systèmes de gestion de base de données pour l'acquisition, l'archivage, l'accès, l'analyse spatiale et l'affichage de données localisées».*

Un SIG comporte un schéma de réseau dont le degré de finesse est bien supérieur aux exigences d'un schéma de modélisation.

De plus, il est important de mettre en place une stratégie pour faire évoluer la connaissance du réseau. Cette stratégie s'articule essentiellement autour de la mise en place d'un historique de réparations des fuites. Notre réflexion est justifiée par le fait que les données relatives aux fuites précédentes sont rarement conservées dans les petits services, et même quand c'est le cas elles sont difficiles d'exploitation du fait qu'elles ne soient pas informatisées.

L'intérêt de créer une base de données (SIG), puis à l'alimenter, est de permettre la reconstitution de l'historique des incidents, d'en analyser les causes pour en rechercher les solutions.

ANNEXE : LES FICHES D'ENTRETIEN

Ouvrages	Activités	Fréquence de maintenance recommandée
Captage eau de surface	Contrôle de l'état des ouvrages	mensuelle
	Nettoyage de l'ouvrage	mensuelle
	Entretien postérieures aux événements pluvieux	Après l'événements pluvieux
Forage	Entretien général	Anuelle
	Contrôle du fond du forage	mensuelle
	Nettoyage du forage	mensuelle
	Contrôle du sommet du gravier	mensuelle
	contrôle général	mensuelle
Traitement	Contrôle de Chlore	mensuelle
	Inspection des installations	mensuelle
Réservoir	Inspection générale de l'ouvrage	mensuelle
	La procédure complète de nettoyage et de désinfection d'un réservoir	Anuelle
Réseau de distribution	Inspection générale de l'ouvrage	mensuel
	Vérification de la qualité de l'eau	Hebdomadaire
	Campagne de détection des fuites	Anuelle
	Entretien des vannes, Robinets et purges	mensuelle

Descriptif du captage		
Nom :		
Coordonnée GPS	X	
	Y	
Année de Constrcution		
Type de ressource		
Type de captage		
Débit de prélèvement		
Périmètre de protection		
Contrôle de l'état des ouvrages		
Taches		X Réalisé
Vérifier l'absence de fuite des boîtes de captage		
Vérifier que le débit de la ressource habituel et correspondant bien à la saison		
Vérifier que la crépine en bon état de fonctionnement (pas bouchée, pas endommagée)		
non endommagée, cadenas fonctionnel, pas de risque d'entrée d'eau de ruissellement ou d'insectes		
Vérification et réparation si nécessaire de l'ensemble des pièces de tuyauterie ou robinetterie		
Vérifier que le trop plein bien protégé contre les instructions d'insectes (screen en bon état).		
Observation		

Descriptif du captage		
Nom :		
Coordonnée GPS	X	
	Y	
Année de Constrcution		
Type de ressource		
Type de captage		
Débit de prélèvement		
Périmètre de protection		
Nettoyage de l'ouvrage		
Taches		X Réalisé
<i>Avertir les utilisateurs que durant le nettoyage, la distribution d'eau sera interrompue car l'eau sera alors impropre à la consommation</i>		
<i>Isoler le captage du reste du réseau</i>		
<i>Enlever les racines des arbres, les alluvions et tout autre objet</i>		
<i>Brosser le fond du captage pour mettre en suspension les matières décantées</i>		
<i>Ouvrir la vidange pour vider l'eau trouble accumulée</i>		
<i>Evacuer tout dépôt au fond du captage</i>		
<i>Brosser les murs et le fond du captage avec une solution chlorée à 0,2% (solution B)</i>		
<i>Fermer la vidange et laisser le captage se remplir</i>		
<i>Rincer abondamment le captage</i>		
<i>Contrôler que les conduites sont en parfait état de propreté / de fonctionnement : vidange, trop plein,</i>		
Observation		

Descriptif du captage		
Nom :		
Coordonnée	X	
GPS	Y	
Année de Constrcution		
Type de ressource		
Type de captage		
Débit de prélèvement		
Périmètre de protection		
Entretien postérieures aux l'événements pluvieux		
Taches		X Réalisé
<i>Le captage sera entièrement nettoyé, purgé, les parois du captage brossées à l'aide d'une solution chlorée.</i>		
<i>Après 1 heure de fonctionnement «normal» du captage un échantillon de l'eau distribuée est prélevé et analysé.</i>		
<i>Si l'ouvrage n'a pas pu être fermé durant l'épisode pluvieux, des particules fines / bactéries se sont probablement répandues dans le réseau. Le réseau devra alors être purgé, désinfecté et rincé. Une analyse devra permettre de vérifier le retour à la normale (turbidité, coliformes, pH, conductivité).</i>		
Observation		

Descriptif du captage		
Nom :		
Coordonnée GPS	X	
	Y	
Année de Constrcution		
Type de ressource		
Type de captage		
Débit de prélèvement		
Périmètre de protection		
Entretien général		
Taches		X Réalisé
<i>Creuser et couper les racines des arbres qui pénètrent dans où vers les structures de maçonnerie</i>		
<i>Contrôler régulièrement les vannes</i>		
<i>Vérifier qu'il n'y a pas d'animaux dans le périmètre ni de traces de déjection animale ou humaine</i>		
<i>Vérifier que les toilettes les plus proches sont à plus de 100 mètres du captage</i>		
<i>Vérifier qu'il n'y a pas de traces d'érosion inhabituelle, et que les éventuelles plantes protégeant les surfaces sont en bon état (replanter de nouveaux pieds le cas échéant)</i>		
<i>Si nécessaire nettoyer et recreuser les canaux d'évacuation de l'eau de ruissellement autour du périmètre de protection</i>		
<i>Enlever les ordures</i>		
<i>Vérifier qu'il n'y a pas d'eaux stagnantes autour du réservoir, et que le chemin d'accès est en bon état (pas de flaque de boue).</i>		
<i>une analyse bactériologique (Coliformes fécaux / E.Coli)</i>		
Observation		

