



**Implementing Integrated Water Resources
and Wastewater Management in Atlantic and Indian Ocean
Small Island Developing States**

Projet de Démonstration GIRE, Anjouan, Union de Comores

PLAN DE GESTION INTEGREE DU BASSIN VERSANT DE MUTSAMUDU



Rapport final

Dr. Raphaël M. Tshimanga
CB-HYDRONET
Kinshasa, RDC
Septembre 2015

Contenu

| | |
|--|----|
| Liste de figures..... | 4 |
| Liste de tableaux..... | 5 |
| Remerciement..... | 6 |
| Abréviation..... | 6 |
| Summary..... | 7 |
| Sommaire..... | 11 |
| 1. Introduction..... | 15 |
| 1.1 Zone d'étude..... | 15 |
| 1.2 Contexte et justification..... | 15 |
| 1.3 Objectif..... | 17 |
| 1.4 Résultats attendus..... | 17 |
| 2. Cadre Conceptuel de l'Elaboration du PGIBVM et Approche Méthodologique..... | 18 |
| 2.1 Cadre conceptuel..... | 18 |
| 2.1.1 Implication des parties prenantes..... | 18 |
| 2.1.2 Caractérisation du bassin versant et évaluation des ressources en eau..... | 19 |
| 2.1.3 Développement des priorités et identification des mesures de gestion du bassin versant | 20 |
| 2.1.4 Cadre de mise en œuvre..... | 20 |
| 2.2 Approches méthodologiques et activités réalisées..... | 20 |
| Tableau 1 suite..... | 22 |
| 2.3 Données disponibles..... | 23 |
| 3. Caractérisation physique, socio-économique et évaluation des ressources en eau du bassin versant..... | 24 |
| 3.1 Caractéristiques physiques du bassin versant..... | 24 |
| 3.3 Occupation des sols..... | 26 |
| 3.4 Régime hydro-climatique et potentiel en ressources en eau..... | 28 |
| 3.5 Contexte socio-économique..... | 29 |
| 3.5.1 Caractéristiques démographiques..... | 29 |
| 3.5.2 Activités socio-économiques..... | 30 |
| 3.6 Changement climatique..... | 33 |
| 3.7 Besoins en eau, Approvisionnement en eau et Assainissement..... | 35 |
| 3.7.1 Estimation des besoins en eau actuels et futures..... | 35 |
| 3.7.2 Mode d'approvisionnement en eau..... | 36 |
| 3.7.3 Assainissement..... | 37 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.7.4 | Système d’approvisionnement en eau du bassin versant..... | 38 |
| 4. | Cadre légal et institutionnel de gestion des ressources en eau..... | 43 |
| 4.1 | Cadre légal et institutionnel | 43 |
| 4.2 | Analyse des parties prenantes | 49 |
| 5. | Indentification et analyse des problèmes des ressources en eau..... | 51 |
| 5.1 | Manque d’accès à l’eau potable..... | 53 |
| 5.2 | La déforestation | 53 |
| 5.3 | La pollution | 54 |
| 5.4 | Les pratiques culturelles inadéquates..... | 55 |
| 5.5 | L’érosion et la sédimentation..... | 56 |
| 6. | Développement des Indicateurs de Gestion Intégrée du Bassin Versant..... | 58 |
| 7. | Priorités et Mesures de Gestion du Bassin Versant de Mutsamudu..... | 67 |
| 7.1 | Priorités de gestion..... | 67 |
| 7.2 | Sectorisation du bassin versant en unités d’intervention..... | 67 |
| 7.2.1 | Unité primaire | 68 |
| 7.2.2 | Unité secondaire..... | 68 |
| 7.2.3 | Unité tertiaire | 69 |
| 7.3 | Mesures de gestion intégrée du bassin versant de Mutsamudu | 69 |
| 7.3.1 | Modèle d’occupation des sols..... | 69 |
| 7.3.2 | Modèle basé sur la gestion intégrée de déchets solides..... | 71 |
| 8. | Stratégie de mise en Œuvre | 79 |
| 8.1 | Comité de gestion du bassin versant de Mutsamudu..... | 79 |
| 8.2 | Cadre législatif et réglementaire | 81 |
| 8.4 | Réseau optimal de suivi hydro-météorologique | 87 |
| 9. | Conclusion et recommandations..... | 90 |
| 10. | Leçons apprises | 92 |
| | Références..... | 93 |

Liste de figures

| | | |
|------------------|--|----|
| Figure 1 | Localisation du bassin versant de Mutsamudu | 15 |
| Figure 2. | Cadre conceptuel de l'élaboration du PGIBVM..... | 18 |
| Figure 3 | Bassin versant de Mutsamudu | 24 |
| Figure 4 | Superficie des pentes dans le bassin versant de Mutsamudu | 25 |
| Figure 5 | Typologie d'occupation des sols dans le bassin versant de Mutsamudu..... | 27 |
| Figure 6 | Proportions des catégories d'occupation des sols dans le BVM | 27 |
| Figure 7 | Distribution moyenne mensuelle annuelle des variables hydrologiques du BVM..... | 28 |
| Figure 8 | Valeurs moyennes mensuelles annuelles normalisées par rapport à la moyenne mensuelle totale | 29 |
| Figure 9 | Estimation de la population dans le BVM | 30 |
| Figure 10 | Les pratiques paysannes suivant leur importance | 31 |
| Figure 11 | Les cultures selon leur importance | 31 |
| Figure 12 | Exploitation artisanale de carrière le long de la rivière Mutsamudu | 32 |
| Figure 13 | Distribution moyenne mensuelle des MCG pour le site de Mutsamudu | 33 |
| Figure 14 | Déviations des futures précipitations (2046-2065), RCP 4.5 | 34 |
| Figure 15 | Déviations des futures précipitations (2046-2065), RCP 2.6 | 34 |
| Figure 16 | Evolution de la démographie et des besoins en eau sur le BVM | 36 |
| Figure 17 | Mode d'approvisionnement en eau par localité du BVM | 36 |
| Figure 18 | Mode d'approvisionnement en eau à l'échelle du BVM | 37 |
| Figure 19 | Type d'assainissement domestique par localité du BVM..... | 38 |
| Figure 20 | Type d'assainissement domestique à l'échelle du BVM | 38 |
| Figure 21 | Système d'adduction d'eau du BVM | 39 |
| Figure 22 | Schéma d'adduction d'eau captage de Houngouni..... | 40 |
| Figure 23 | Schéma d'adduction d'eau au du captage de Moïnaoupetro | 41 |
| Figure 24 | Bassin de décantation et traitement de l'eau de Houngouni | 53 |
| Figure 25 | Exploitation du bois sur dans le bassin versant de Mutsamudu | 54 |
| Figure 26 | Etat de pollution dans le bassin versant de Mutsamudu | 55 |
| Figure 27 | Pratiques culturelles dans le bassin versant de Mutsamudu | 55 |
| Figure 28 | Envasement des captages | 56 |
| Figure 29 | Carrière d'exploitation des roches volcaniques, Glissement de terrain sur le versant de la vallée du cours d'eau de Mutsamudu, Dispositif de lutte contre les glissements de terrain sur le versant de la vallée. | 57 |
| Figure 30 | Hierarchisation des indicateurs de gestion intégrée du BVM | 60 |
| Figure 31 | Unités d'intervention prioritaire pour le bassin versant de Mutsamudu | 67 |
| Figure 32 | Modèle d'occupation des sols du BVM | 70 |
| Figure 33 | Illustration d'un comité de gestion de rivière (Sama et Rosillon, 2009) | 80 |

Liste de tableaux

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tableau 1 | Activités réalisées dans le cadre de l'élaboration du PGIBVM | 21 |
| Tableau 2 | Types de données mobilisées dans le cadre de l'élaboration du PGIBVM..... | 23 |
| Tableau 3 | Caractéristiques physiques du bassin versant de Mutsamudu | 25 |
| Tableau 4 | Superficies des pentes du bassin versant en fonction du drainage (la première colonne de la « légende » renvoie aux couleurs de la figure 4) | 25 |
| Tableau 5 | Caractéristiques du réseau hydrographique à différents points du BVM..... | 26 |
| Tableau 6 | Caractéristiques des réservoirs d'adduction d'eau de Mutsamudu | 40 |
| Tableau 7 | Répartition de la demande en eau entre les réservoirs après le réaménagement (HYDROPLANT, 2013) | 41 |
| Tableau 8 | Diagnostic Cadre Institutionnel..... | 46 |
| Tableau 9 | Cartographie des parties prenantes pour le Projet de Démonstration GIRE de Mutsamudu | 50 |
| Tableau 10 | Analyse des problèmes du BVM et leurs causes tels qu'identifiés et présentés lors de l'atelier des parties prenantes en Avril 2015 | 52 |
| Tableau 11 | Description des indicateurs de gestion intégrée des ressources en eau du bassin versant de Mutsamudu | 61 |
| Tableau 12 | Cadre logique du plan de gestion intégrée du bassin versant de Mutsamudu (No voir Tableau 9 ; > : supérieur ; < : inférieur ; = : égal ; VA : Valeur Actuelle; ?: valeur à confirmer par des enquêtes à la source)..... | 73 |
| Tableau 13 | Phases et calendrier de mise en œuvre du CGIBVM | 81 |
| Tableau 14 | Fiche synthèse du programme de renforcement des capacités sur les outils de mise en œuvre de la GIRE | 85 |
| Tableau 15 | Types des données requises pour l'information des ressources en eau du BVM..... | 88 |
| Tableau 16 | Types de mesures et recommandation par site d'intervention prioritaire..... | 89 |

Remerciement

Nous tenons à remercier :

- COMCO Anjouan pour son appui aux analyses de qualité de l'eau dans son laboratoire;
- Toute l'équipe projet GIRE MUTSAMUDU pour la bonne collaboration, les échanges et la collecte des informations;
- Les deux consultants en charge de l'évaluation socio-économique et la cartographie participative;
- Le comité de lecture;
- Toute autre personne ou institution ayant contribué à la faisabilité de ce travail.

Abréviation clé

| | |
|----------|---|
| AEPA : | Alimentation en Eau Potable et Assainissement |
| ANACM : | Agence Nationale de l'Aviation Civile et Météorologie |
| BCEOM: | Société Française d'Ingénierie |
| BVM : | Bassin Versant de Mutsamudu |
| CGIBVM : | Comité de Gestion Intégrée du Bassin Versant de Mutsamudu |
| COMCO : | Coca Cola d'Anjouan |
| CRM : | Contrat de Rivière Mutsamudu |
| CRU: | Climate Research Unit |
| DD: | Densité de Drainage |
| ETP: | Evapotranspiration Potentielle |
| FADC: | Fonds d'Aide au Développement Communautaire |
| FAO : | Organisation Mondiale pour l'Alimentation et l'Agriculture |
| FEM : | Fond pour l'Environnement Mondial (FEM), |
| GEF : | Global Environmental Fund |
| GIRE : | Gestion Intégrée des Ressources en Eau |
| IDWA: | Inverse Distance Weighted Average |
| IPCC : | Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques |
| MA-MWE : | Madjina Mwendje Ya Komor |
| MCG: | Modèle Climatique Global |
| MNT : | Modèles Numériques de Terrain |
| MPEEIA : | Ministère de la Production, Environnement, Energie, Industrie et de l'Artisanat |
| NPP : | Production Primaire Climatique Nette |
| PAEPA : | Projet d'Eau Potable et d'Assainissement |
| PGIBVM : | Plan de Gestion Intégrée du Bassin Versant de Rivière Mutsamudu |
| PNUD : | Programme des Nations Unies pour le Développement |
| RCP : | Representative Concentration Pathway |
| SRTM: | Shuttle Radar Topographic Mission |
| TDS : | Total des Solides Dissous |
| UCEA : | Union des Comités d'Eau d'Anjouan |
| UNOPS : | Nations Unies pour les Services d'Appui aux Projets |
| WBCCP : | World Bank Climate Change Portal |

Summary

A watershed management plan is an analytical and predictive framework that provides measures to preserve the watershed from degradation and maintain its functions and services for current and future needs, and achieve watershed management objectives without compromising the environmental carrying capacity.

The Integrated Mutsamudu Watershed Management Plan (IMWMP) is an initiative of the Ministry of Production, Environment, Energy, Industry and Crafts of the Union of Comoros (MPEEIA), supported by the United Nations Office for Project Services (UNOPS) and the United Nations Development Programme (UNDP), with funding from the Global Environment Fund (GEF), and is aimed at improving living conditions of human population through implementation of Integrated Water Resources Management (IWRM).

The IMWMP is developed based on a comprehensive characterization of the Mutsamudu watershed, including the watershed mapping, socio-economic assessment, and a rapid assessment of water resources, which all have been carried out from April to August 2015. The involvement of stakeholders through workshops and institutional visits; the study of the watershed through reconnaissance surveys, data collection and analysis; and literature review, have been found effective for the identification of the watershed management problems, analysis of interactions, development of integrated watershed management indicators, identification of priorities and management measures, and development of an implementation strategy.

The Mutsamudu watershed drains an area of approximately 7 km² and the main river runs over a distance of about 7.7 km to the outlet point geographically located at 44. 392 E and 12.166 S. The watershed has two main tributaries (Houngouni and Moinaoupetro) with a potential yield of 116 l/s and 611 l/s during high flow, and 30 l/s and 159 l/s during low flow, respectively. Two reservoirs implemented at the outlets of these tributaries are the main source of water supply for more than 45 864 inhabitants of the basin and the surrounding area.

“We used to jump at this place of the river; we used to leave trapping baskets at night at this place of the river and have them filled with shrimps in the morning; but now it is no longer the case as some times we do not have water flowing through”. This statement came from interview with the Director of Environment in Anjouan, and it expresses the complexity and challenges of water resources management in the Mutsamudu watershed.

The Mutsamudu watershed is small in size, but very complex in terms of issues of sustainable management of water resources. These issues include:

- **A lack of data and information on the basin water resources**, leading to a lack of knowledge necessary to support sustainable planning and sound management practices. This is the main constraint as there is no any monitoring network to enable hydro-meteorological measurements and water resources assessment in the basin. The small size of the watershed and the lack of ground based observations, equally

make it difficult to validate the existing global datasets of higher spatial resolution as a proxy for water resources assessment of the watershed.

- **Very high spatial variation of rainfall over the watershed:** The average annual amount of rainfall varies between 1900 and 2550 mm over a surface area of 7 km², thus reflecting the influence of the gradient of the terrain morphology in the spatial distribution of rainfall over the watershed. Point measurements of rainfall over the watershed are therefore biased if they were not representatives of the different zones of rainfall intensity.
- **High sensitivity of the watershed to environmental changes:** Analysis shows that the average monthly surface flow yield of the watershed is directly dependent on the average monthly rainfall of the concurrent month, thus any change in the hydrological cycle of the watershed would have a direct impact on its yield. This change would result from climate and land use changes. Analysis of climate change scenarios using RCP 2.6 and 4.5 for the horizon 2046-2065 shows that climate change remains a major threat to water availability in the watershed. The distribution of land cover and use in the watershed reveals a degree of anthropogenic intervention that follows the gradient of the terrain morphology. Basically three major spatial units are depicted from this distribution, which all consist of an area of dense rainforest (30% of the basin area), Mosaic forest-cropland or grassland (6%), Mosaic cropland-shrubland-woodland (55%), and the built up area (8%). Intensive socio-economic and livelihood activities in the watershed include agriculture, livestock, logging and extraction of quarry. These activities associated with a rapid population growth, uncontrolled settlements, land encroachment, pollution and depletion of water resources, remain the major threats to the sustainability of the watershed. The current population estimate in the watershed is of 45864 inhabitants with a growth rate of 2.5%, and an estimate of 64671 inhabitants by 2030. The resulting effect of the above mentioned issues in the watershed is translated into the following problems that are currently observed:
 - Lack of access to clean water;
 - Deforestation especially in areas where recharge mostly takes place, which result in reduced flow during low flow season;
 - Water pollution due to the direct discharge of waste and also the uncontrolled activities of cattle;
 - Poor farming practices;
 - Erosion and siltation of the reservoirs and water supply intakes.
- **Inadequate and critical water supply and sanitation:** The water supply system in the watershed consists of two intake structures at the sites of Hougouni and Moinaoupetro, and water is supplied for domestic consumption without appropriate treatment that meets the required standards for drinking water, and with more than 50% of losses through conveyance system. Running water from household tapes is

the major mode of access to water for the majority of people in the watershed, and the household treatment includes: boiling, bleach, filtering, or even exposition to sun, and this depending on the household income. Majority of people in the watershed use pit latrines as sanitation facility. Only 10% of the population in the basin use improved sanitary system facility. The estimated solid waste load generated daily is of 27.8 tones, however with no any disposal site. Water quality analysis from water samples collected in June 2015 shows that the physico-chemical parameters are within acceptable ranges, whereas microbiological parameters are largely outside acceptable standards, which implies a sanitation problem related to large contamination from fecal matter of humans and warm-blooded animals.

- **The institutional and legal framework suggests a range of issues that may hinder effective implementation of IWRM:** One of the major issues remains the overlapping attributions of institutions involved in the water sector. The institutional attributions with regard to water policy and management, legislation and regulatory instruments, planning, finance, economic instruments, hygiene and sanitation, standardization and protection of users, operation, monitoring and information on water resources, and training, are not clearly defined; a situation that reflects a lack of synergy and coordination between different stakeholders, and therefore inefficiency in the water resources sector. This situation is also due to the lack of a coherent legislative framework that could clearly define the institutional attributions and allow synergy. Even in cases where policies and laws are in place, they are not well disseminated and implemented so little impact recognized on the ground.

The review of the watershed characteristics and analysis of the associated problems have enabled development of the indicators of integrated watershed management. The indicators are based on nine thematic areas, which reflect three dimensions of IWRM, including:

- Environmental dimension: Hydrology, Water quality and sanitation, and Land cover and use;
- Socio-economic and cultural dimension: Demography, Water supply, Socio-economic activities, Farming practices, and Social organizations;
- Political dimension: Management tools.

Given the above mentioned watershed issues, the watershed management priorities to which specific actions could be directed, are identified as follow.

- Reduce pollution of the river through waste discharge control;
- Reduce soil erosion and sedimentation of the reservoirs through prevention of unsound activities and practices;
- Ensure provision of clean water to the population;
- Ensure a conducive aquatic environment necessary to maintain the ecosystem services provided by the watershed.

One of the outcomes from the reconnaissance survey and technical meetings with the stakeholders was the recognition and categorization of the watershed into three major spatial units of intervention, out of which specific measures could be designated to address the specific problems of the watershed management. The management measures that fall under these three areas of intervention are supported by a land use model and that of waste management.

The implementation strategy is based on the establishment of a watershed management committee, strengthening the legal and regulatory framework for water resource management, a stakeholders' capacity building program on IWRM implementation tools, and an optimal hydro-meteorological monitoring network of the watershed.

The major lesson learned from the process of drafting the PGIBVM is that there is not a small watershed, but there is the problems of the watershed that determine the way for the development of an integrated management plan. In other words the complexity of a watershed is dictated by the problems associated with it and not by its small or large area. This complexity is compounded by the lack of data needed to make inference on the problems and propose the corresponding solutions. In this context, expert judgment is a key source of inspiration.

Sommaire

Un plan de gestion de bassin versant constitue un cadre analytique et prévisionnel qui fournit des mesures de gestion en vue de préserver le bassin de la dégradation et maintenir ses fonctions et services pour les besoins actuels et futures, et réaliser les objectifs de gestion du bassin versant sans pour autant compromettre sa capacité de charge environnementale.

Le Plan de Gestion Intégrée du Bassin Versant de Mutsamudu (PGIBVM) est une initiative du Ministère de la Production, Environnement, Energie, Industrie et de l'Artisanat de l'Union des Comores (MPEEIA), appuyée par le Bureau des Nations Unies pour les Services d'Appui aux Projets (UNOPS) et le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), sur financement du Fond pour l'Environnement Mondial (FEM), visant l'amélioration des conditions de vie des populations par la mise en œuvre de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE).

Le PGIBVM est élaboré sur base d'une caractérisation compréhensive du bassin versant de Mutsamudu, comprenant la cartographie du bassin versant, l'évaluation socio-économique et une évaluation rapide des ressources en eau, et dont les travaux se sont déroulés entre Avril et Août 2015. L'implication des parties prenantes par les ateliers et visites institutionnelles; l'étude du bassin versant par des visites de reconnaissance, collecte et analyse des données; et la revue documentaire se sont révélées efficaces à l'identification des problèmes de gestion du bassin versant, analyse des interactions, développement des indicateurs de gestion intégrée du bassin versant, identification des priorités et mesures de gestion du bassin versant, et développement de la stratégie de mise en œuvre.

Le bassin versant de Mutsamudu draine une superficie d'environ 7 km² et sa rivière principale parcourt une distance d'environ 7.7 km jusqu'au point d'exutoire déterminé aux coordonnées géographiques 44.392 E, 12.166 S. Le bassin versant est drainé par deux principaux tributaires (Houngouni et Moinaoupetro) dont le rendement potentiel de débits moyens de crue est de 116 l/s et 611 l/s, et d'étiage de 30 l/s et 159 l/s pour les sites de Houngouni et Moinaoupetro, respectivement. Deux réservoirs installés aux exutoires de ces deux tributaires sont utilisés pour l'approvisionnement en eau de plus de 45864 habitants sur le bassin versant et alentour.

“Nous faisons des chutes en ce lieu de la rivière; nous y laissons des paniers de pêche la nuit que nous trouvions remplies des crevettes le matin; mais cela n'est plus le cas si bien qu'il est de temps où l'eau n'y coule pas”. Cette déclaration provient d'une séance d'échange avec le Directeur de l'Environnement d'Anjouan, et elle exprime la complexité et les défis de gestion des ressources en eau dans le bassin versant de Mutsamudu.

Le bassin versant de Mutsamudu est petit en superficie, mais très complexe en terme de défis de gestion durable des ressources en eau. Ces défis impliquent:

- **Le manque des données et information sur les ressources en eau du bassin versant,** amenant ainsi au manque de connaissance nécessaire pour appuyer une gestion durable et des pratiques adéquates de gestion. Ceci constitue par conséquent une contrainte majeure, étant donné l'absence de réseau de suivi pour permettre les mesures hydro-météorologiques et l'évaluation des ressources en eau du bassin versant. La petite superficie du bassin versant et le manque d'observation au sol, constitue également une difficulté pour valider des bases des données de sources globales ayant une résolution supérieure, en vue de les utiliser comme alternative à l'évaluation des ressources en eau du bassin.

- **Une très grande variation spatiale de pluie sur le bassin versant:** La hauteur moyenne annuelle de pluie varie entre 1900 et 2500 mm sur une superficie du bassin versant de 7 km², reflétant ainsi l'influence du gradient du relief dans la distribution de la pluie sur le bassin versant. Les mesures de pluie en un point sur le bassin versant sont par conséquent biaisées si elles ne sont pas représentatives de différentes zones d'intensité de pluie.

- **Une grande sensibilité du bassin au changement environnemental:** L'analyse montre que la moyenne mensuelle des écoulements de surface dépend directement de la moyenne mensuelle de la pluie du mois en cours, présageant ainsi que tout changement dans le cycle hydrologique aurait un impact direct sur le rendement hydrologique du bassin. Ce change proviendrait des changements climatiques et utilisations des sols. L'analyse des scénarios de changement climatique en utilisant les RCP 2.6 et 4.5 à l'horizon 2046-2065 montre que le changement climatique demeure une menace principale à la disponibilité de l'eau du bassin versant de Mutsamudu. L'occupation des sols dans le bassin versant de Mutsamudu laisse voir un gradient d'anthropisation suivant le relief, qui pour l'ensemble exhibe trois unités majeures composées d'une superficie de Forêt dense humide (30%), Mosaïque culture-forêt (6%), cultures et/ou les formations herbacées avec couvert arboré plus ou moins diffus et les cultures à dominance ligneuse (55%), et les bâtis (8%). Les activités socio-économiques et de subsistance intensives incluent l'agriculture, l'élevage, l'exploitation du bois, et l'extraction de la carrière. Ces activités associées à la croissance démographique rapide, l'occupation incontrôlée des terres, la pollution et l'épuisement des ressources en eau, constituent des menaces majeures à la durabilité du bassin versant. La population humaine actuelle sur le bassin versant est estimée à 45864 habitants en 2015 avec un taux de croissance annuel de 2,5%, et une projection de 64671 habitants à l'horizon 2030. L'effet résultant de ces défis précités sur le bassin versant est traduit en problèmes ci-après qui se vivent sur le bassin versant:
 - Le manque de maîtrise de la ressource et les difficultés d'accès à l'eau potable;
 - La déforestation surtout dans des zones de recharge conduisant à la diminution sensible des écoulements surtout lors de basses eaux;

- La pollution de l'eau due à la décharge directe des déchets et aussi aux activités des bétails laissés en divagation;
 - Les pratiques culturelles inadéquates;
 - L'érosion et envasement des réservoirs de captage.
- **Approvisionnement en eau et assainissement inadéquats et critiques:** Le système d'approvisionnement en eau dans le bassin versant est constitué de deux ouvrages de captages sur les sites de Houngouni et Moinaoupetro, et l'eau est fournie pour la consommation domestique, sans traitement approprié qui réponde aux normes requises pour l'eau potable, et avec plus de 50% de pertes à travers le système de distribution. L'eau courante à domicile ou chez le voisin est le principal mode d'accès à l'eau pour la majorité de la population du bassin versant, et le traitement de l'eau au niveau des ménages inclut: l'ébullition au feu, l'eau de Javel, le filtrage, ou même l'exposition au soleil, et cela en fonction des revenus du ménage. Le mode d'assainissement est dominé par l'utilisation des latrines qui sont des fosses conçues d'une façon traditionnelle au niveau des ménages pour assurer le système sanitaire. Seul 10% de la population a accès au système sanitaire amélioré. La charge de déchets solides produits par jour est estimée à 27,8 tonnes, ce pendant en absence d'un site quelconque de décharge. L'analyse de la qualité de l'eau à partir d'échantillons d'eau prélevés en Juin ici à 2015 montre que les paramètres physico-chimiques sont dans des limites acceptables, alors que les paramètres microbiologiques sont largement en dehors des normes requises pour l'eau potable, ce qui implique un problème d'assainissement liés à une large contamination des matières fécales des humains et animaux à sang chaud.
 - **La hiérarchisation du cadre institutionnel laisse présager un éventail de problèmes susceptibles d'entraver une mise en œuvre effective de la GIRE:** Un des problèmes majeurs demeure le chevauchement des attributions des institutions impliquées dans le secteur de l'eau. Les attributions dans l'exercice de la politique et gestion, la législation, outils de régulation, planification, finance, outils économiques, hygiène et assainissement, normalisation et protection des usagers, exploitation, suivi et information sur les ressources en eau, et formation ne sont pas clairement définies, une situation qui traduit le manque de synergie et de la coordination. Il y a lieu de noter l'absence d'un cadre législatif cohérent pouvant mettre en synergie les attributions de chaque institution, ce qui fait qu'il y a chevauchement; une situation qui serait en partie liée à la sensibilisation insuffisante des décideurs et acteurs clés. Même dans les cas où les politiques et les lois sont en place, elles ne sont pas bien diffusées et appliquées donc moins d'impacts reconnus sur le terrain.

L'examen des caractéristiques du bassin versant et l'analyse des problèmes y associés ont permis de développer des indicateurs de gestion intégrée du bassin versant, sur base de neuf thématiques accès sur trois dimensions de la GIRE, notamment:

- Dimension environnementale: Hydrologie, Qualité de l'eau et assainissement, et Occupation des sols;
- Dimension socio-économique et culturelle: Démographie, Approvisionnement en eau, Activités socio-économiques, Pratiques culturelles, et Organisations sociales;
- Dimension politique: outils de gestion.

Compte tenu des questions du bassin versant mentionnées ci-dessus, les priorités de gestion du bassin versant auxquelles des actions spécifiques pourraient être orientées, sont identifiées comme suit.

- Réduire la pollution de la rivière par le contrôle de décharge des déchets;
- Réduire l'érosion du sol et la sédimentation des réservoirs par la lutte contre les activités de dégradation du bassin versant;
- Fournir l'eau potable à la population;
- Assurer un environnement aquatique propice au maintien des services rendus par le bassin versant.

L'un des résultats de reconnaissance de terrain et des réunions techniques avec les parties prenantes a consisté en la mise en évidence des trois unités spatiales majeures d'intervention sur le bassin versant, à partir desquelles des mesures spécifiques devraient être conçues en vue de faire face aux problèmes spécifiques de gestion du bassin versant. Les mesures de gestion présentées dans ce travail relèvent des problèmes spécifiques de ces trois secteurs d'intervention, et sont étayées par un modèle d'occupation des sols et celui de gestion des déchets.

La stratégie de mise en œuvre repose sur la mise en place d'un comité de gestion du bassin versant, le renforcement du cadre légal et réglementaire de gestion des ressources en eau, un programme de renforcement des capacités des parties prenantes sur les outils de mise en œuvre de la GIRE et un réseau optimal de suivi hydrométéorologique du bassin versant.

La majeure leçon apprise de ce processus d'élaboration du PGIBVM Il n'existe pas un petit bassin versant, mais il existe la problématique du bassin versant qui déterminent la démarche à suivre pour l'élaboration du plan de gestion intégrée. En d'autres termes la complexité d'un bassin versant est dictée par les problèmes y associées et non par sa superficie petite ou grande. Cette complexité est accentuée par le manque des données nécessaires pour faire inférence aux problèmes qui se posent. Dans ce contexte, le jugement de l'expert est une source clé d'inspiration.

1. Introduction

1.1 Zone d'étude

La figure 1 montre la localisation de la zone d'étude située sur l'île d'Anjouan, dans l'archipel des Comores. Cet archipel regroupe quatre îles orientées sur l'axe NW-SE, entre les longitudes 43° et 45° E. Ces îles sont d'Ouest en Est: Grande Comores, Mohéli, Anjouan et Mayotte, et se situent entre l'Afrique et le Madagascar, dans la partie nord du canal du Mozambique (Montaggioni and Nougier, 1981). La rivière Mutsamudu prend naissance sur les hautes altitudes de l'île d'Anjouan et draine un territoire géographique située entre 12° 10' 0.00" S ; 44°23'30" et 12°13'0.00" S ; 44°26'0.00". L'île d'Anjouan à laquelle appartient le bassin versant de Mutsamudu s'étend sur une superficie de 424 km² avec une densité de 600 habitants par km².

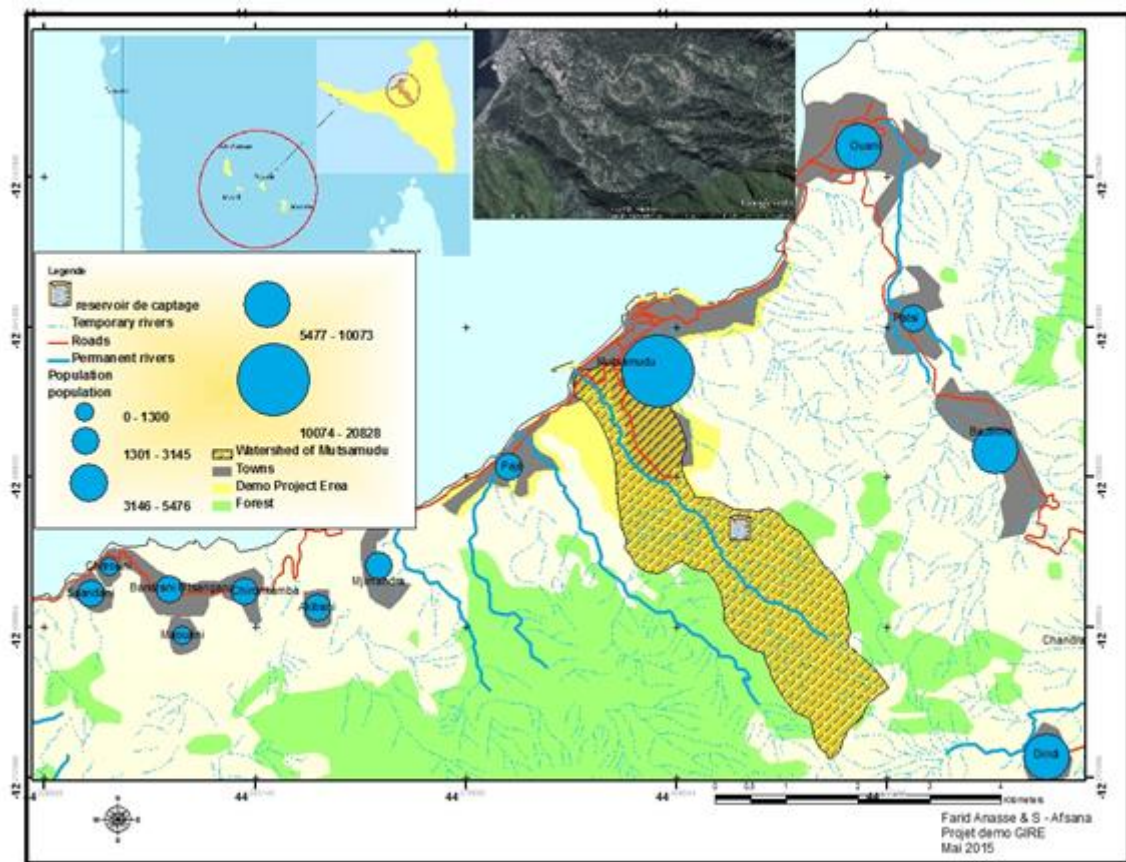


Figure 1 Localisation du bassin versant de Mutsamudu

1.2 Contexte et justification

Le défis de gestion des ressources naturelles et de développement durable sont multiples à l'échelle globale, mais varient tous d'un milieu à un autre. Cette variation selon les milieux dépend des caractéristiques physiques de l'environnement, du niveau de développement économique, et de l'organisation sociale et politique, qui influencent le degré de vulnérabilité de ces milieux.

A travers le monde, les Petits Etats Insulaires en Développement (PIED) ont été identifiés comme étant des régions à défis critiques par rapport au développement durable et à l'environnement. Ces défis comprennent entre autre la surexploitation et la mauvaise gestion des ressources en eau, le manque d'approvisionnement en eau potable, le niveau élevé de pollution, l'augmentation de la pression sur la production agricole limitée, la disparition rapide de la biodiversité unique, le traitement des déchets inadéquat, et le manque d'accès aux services d'assainissement durables. Toutes ces préoccupations, et de nombreuses autres questions étroitement liées, menacent le développement socio-économique des PIED. Certains des PEID d'Afrique, se trouvent dans la partie du monde où le niveau de pauvreté devrait accroître dans les prochaines décennies. Cette pauvreté est directement et inévitablement liée aux ressources en eau et à l'environnement, à la fois par le biais de cause à effet.

Multiplés initiatives tendant à susciter l'intervention des décideurs sur les problèmes particuliers des PIED ont été ciblées au travers des forums internationaux, y compris la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de Rio de Janeiro en 1992, la Conférence sur PEID de la Barbade en 1994, le Sommet Mondial sur le Développement Durable (SMDD) de Johannesburg en 2002, et la Stratégie PEID d'île Maurice en 2005. Quelques priorités retenues de ces initiatives comprennent:

- La nécessité d'accélérer la mise en œuvre du Programme d'Action de Barbade;
- L'appui au développement et la mise en œuvre des programmes d'eau douce et le travail sur la biodiversité marine et côtière;
- La mise en œuvre du Programme d'Action Mondial pour la Protection de l'Environnement Marin contre les activités terrestres dans les PEID pour contrôler et prévenir le gaspillage et la pollution;
- L'appui au développement des capacités pour réduire et gérer les déchets et la pollution, et pour le maintien et la gestion des systèmes pour offrir des services d'eau et d'assainissement;
- La mise en œuvre de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE).

C'est dans ce contexte que le Ministère de la Production, Environnement, Energie, Industrie et de l'Artisanat de l'Union des Comores en collaboration avec le Bureau des Nations Unies pour les Services d'Appui aux Projets (UNOPS) et le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), sur financement du Fond pour l'Environnement Mondial (FEM), a mis en œuvre un projet de démonstration de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) sur le bassin versant de la rivière Mutsamudu, à Anjouan, Comores. Ce projet a pour but l'amélioration des conditions de vie, par la gestion rationnelle des ressources en eau du bassin versant et se focalise sur l'évaluation des ressources en eau, la planification et la gestion du bassin versant de la rivière Mutsamudu à Anjouan. En particulier, le projet soutient la mise en œuvre des activités de démonstration sur la GIRE en vue d'aborder les questions prioritaires au niveau national. Les problèmes spécifiques pour le bassin versant de Mutsamudu auxquels le projet de démonstration fait face concernent :

- Le manque de maîtrise de la ressource et les difficultés d'accès à l'eau potable;
- La déforestation surtout dans des zones de recharge conduisant à la diminution sensible des écoulements surtout lors de basses eaux;
- La pollution de l'eau due à la décharge directe des déchets et aussi aux activités des bétails laissés en divagation;
- Les pratiques culturelles inadéquates;
- L'érosion et envasement des réservoirs.

1.3 Objectif

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de l'élaboration du Plan de Gestion Intégrée du Bassin Versant de Mutsamudu (PGIBVM), qui vise la réalisation de la gestion durable des ressources en eau, mettant l'accent sur la GIRE, et incluant l'utilisation rationnelle l'eau, l'assainissement et la protection des sources.

Le projet reconnaît la nature hautement intégrée et étroitement liés des eaux de surface et des eaux souterraines fraîches et des zones côtières dans les Petits Etats Insulaires en Développement et vise à développer une approche de gestion sectorielle coordonnée, à la fois au niveau national et régional, en mettant l'accent sur un rôle élargi pour toutes les parties prenantes au sein d'un cadre de gestion participative.

1.4 Résultats attendus

Le processus d'élaboration du PGIBVM devra conduire à la réalisation d'un ensemble de résultats constitués de:

- La cartographie du bassin versant;
- Une évaluation socio-économique du bassin versant;
- Une évaluation des ressources en eau du bassin versant;
- Un plan de gestion intégrée du bassin versant.

2. Cadre Conceptuel de l'Elaboration du PGIBVM et Approche Méthodologique

2.1 Cadre conceptuel

Un plan de gestion de bassin versant constitue un cadre analytique et prévisionnel de gestion du bassin en vue de préserver le bassin de la dégradation et maintenir ses fonctions de production pour les besoins actuels et futures. Le plan de gestion du bassin versant devra donc aider à mettre sur pied un ensemble de mesures pour arriver aux objectifs de développement sans pour autant compromettre la capacité de charge environnementale du bassin versant.

L'élaboration du plan de gestion intégrée du bassin versant est une démarche qui nécessite la prise en compte de toutes les composantes de l'environnement physique, socio-économique et politique du bassin, et par conséquent, nécessite une approche holistique en vue d'aboutir à une vision commune de gestion durable des ressources en eau. La figure ci-après étale les grandes phases de l'élaboration du Plan de Gestion Bassin Versant de Mutsamudu (PGBVM).

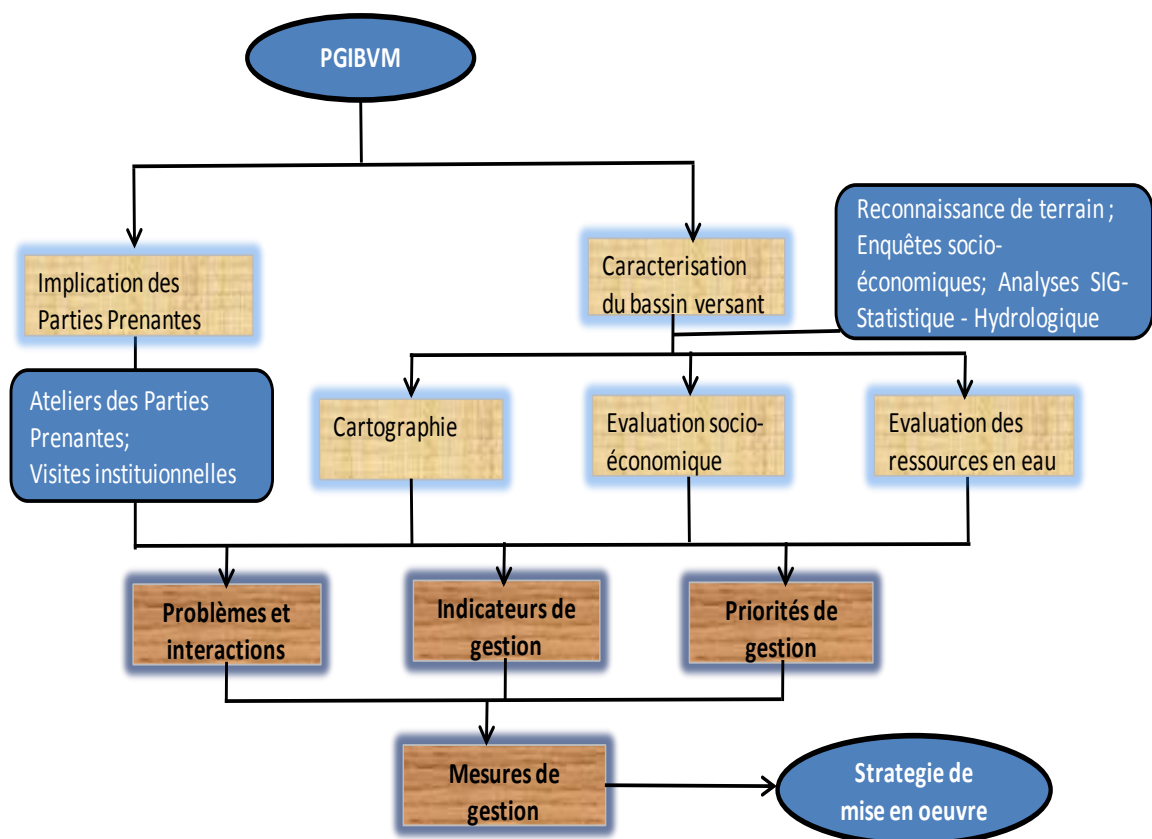


Figure 2 Cadre conceptuel de l'élaboration du PGBVM

2.1.1 Implication des parties prenantes

Les parties prenantes constituent la composante de ceux qui élaborent et mettent en œuvre les décisions, ceux qui sont touchés par les décisions prises, et ceux qui peuvent aider ou

entraver la mise en œuvre des décisions. Les parties prenantes sont aussi ceux qui peuvent apporter des ressources et de l'assistance à l'effort de planification des bassins versants, et aussi ceux qui travaillent sur des programmes similaires et peuvent être intégrés à des échelons plus larges. Il est important de se rappeler que les parties prenantes sont plus susceptibles de participer s'ils trouvent un avantage clair à leur participation. En général, l'identification des parties prenantes incluent:

Etablir les partenariats constitue une étape pertinente du processus d'élaboration d'un plan de gestion de bassin versant. La nature même du travail au niveau du bassin versant signifie que les parties prenantes locales et d'autres partenaires doivent être mis ensemble. Ceci est important dans la mesure où leurs idées et contributions constituent non seulement un engagement plus solide pour les solutions à trouver, mais aussi aident à regrouper les ressources et les compétences. Les parties prenantes impliquées dans le processus d'élaboration du plan de bassin versant aideront à identifier les problèmes critiques et les objectifs préliminaires en fonction des domaines d'intérêt mutuel, et de développer un ensemble d'indicateurs qui sera crucial dans le suivi de progrès. La participation des intervenants augmente aussi la probabilité de succès à long terme grâce à la confiance, l'engagement et l'investissement personnel.

2.1.2 Caractérisation du bassin versant et évaluation des ressources en eau

L'évaluation des ressources en eau implique leur appréciation globale dans un pays ou une région donnée en relation avec leurs utilisations par la société et l'environnement. Il s'agit d'une évaluation quantitative et qualitative des eaux de surface et souterraines, qu'identifie les paramètres pertinents du cycle hydrologique, et détermine les besoins en eau associés aux différents choix de développement. Une telle étude met en exergue les principales questions liées à ces ressources ainsi que les conflits potentiels, leur gravité et leurs implications sociales, ensemble avec les risques et dangers tels que sécheresses et inondations. Une bonne compréhension de la dynamique des écosystèmes terrestres et aquatiques constitue un élément essentiel d'une telle démarche. La caractérisation du bassin versant et l'évaluation des ressources en eau visent à produire les informations ci-après: la durée, magnitude et fréquence des caractéristiques des processus hydrologiques telles que la distribution des ruissèlements dans l'espace et le temps, le régime d'humidité des sols et la recharge des aquifères, les écoulements de base, les variations saisonnières, les événements extrêmes, les processus des transports, les relations pluie-débits, les prévisions continues.

Une évaluation fiable des ressources en eau doit reposer sur des données physiques et socioéconomiques fiables. Il est essentiel d'effectuer des mesures physiques régulières, en temps voulu et à des fréquences suffisantes à des stations de mesures et de contrôle pour obtenir des conclusions valides. Les aspects socio-économiques doivent inclure l'analyse du comportement des usagers, l'élasticité de la demande, et les effets potentiels de sa gestion.

2.1.3 Développement des priorités et identification des mesures de gestion du bassin versant

Sur base de la caractérisation du bassin et de l'identification des problèmes y afférents, il y a lieu d'affiner les objectifs préliminaires et de développer des objectifs plus détaillés, et des indicateurs mesurables. Il existe une variété d'approches pour résoudre les problèmes de gestion de bassins versants. Elles englobent des pratiques de gestion rentables qui peuvent aider à la mise en œuvre de programmes de gestion de bassins versants. Il existe des mesures structurelles et non structurelles.

2.1.4 Stratégie de mise en œuvre

La mise en œuvre d'un plan de gestion de bassins versants implique une variété de savoir-faire et de compétences. Concevoir le programme de mise en œuvre met en exergue plusieurs éléments de base en vue d'établir un environnement favorable, notamment:

- Un cadre réglementaire et institutionnel
- Une composante information / éducation pour soutenir la participation du public et développer ou renforcer les capacités de gestion en rapport avec les mesures de gestion adoptées,
- Un calendrier de mise en œuvre des mesures de gestion,
- Des critères permettant de déterminer si des mesures de gestion sont en cours de mise en œuvre, de mesurer les progrès et évaluer l'efficacité des efforts de mise en œuvre,
- Une estimation des ressources techniques et financières nécessaires pour mettre en œuvre le plan,

2.2 Approches méthodologiques et activités réalisées

En vue d'étayer l'élaboration du PGIBVM, trois rapports sectoriels relatifs aux travaux d'évaluation socio-économique, cartographie du bassin versant et évaluation des ressources en eau ont été réalisés entre Juin et Août 2015. Le cadre conceptuel illustré ci-haut a servi de base pour d'approche méthodologique. Le tableau 1 présente les activités et résultats réalisés dans le cadre de l'élaboration du PGIBVM.

Tableau 1 Activités réalisées dans le cadre de l'élaboration du PGIBVM

| Activité | Date et lieu | Résultats et recommandations |
|---|--|---|
| 1. Consultations et consolidation de partenariat | | |
| Atelier des parties prenantes | 16 Avril, Anjouan | Cartographie des parties prenantes, identifications des problèmes de gestion du bassin versant et causes, identification des priorités de gestion |
| Réunions d'évaluation sur le progrès et les défis liés à l'élaboration du plan de gestion du bassin versant | 05 Juin, Représentation des Nations Unies, Nairobi | Explorer la possibilité d'utiliser le minimum de données existantes possible pour refléter la disponibilité et la dynamique des ressources en eau dans le bassin versant ; Envisager de concevoir le réseau de suivi des ressources en eau du bassin versant dans le plan de gestion du bassin ; Obtenir une extension de la durée des travaux de consultation dans le temps raisonnable afin d'achever le travail. |
| | 08 Juin, 09h30-12h00, Direction de l'Environnement, Moroni | Implication du DG pour le déroulement rapide des travaux de collecte des données et de finalisation du plan de gestion du bassin versant |
| | 08 Juin 15h00-17h00, PNUD, Moroni | Domestication du projet démonstration GIRE au niveau de PNUD. Collaboration avec la personne en charge de la communication pour assurer la visibilité des activités du projet de démonstration GIRE au niveau de PNUD et ses partenaires. |
| Atelier des parties prenantes | 17 Juin, Livingston Johanna hotel, Anjouan | Mise à jour la cartographie des parties prenantes ; Introduction au processus d'élaboration du plan de gestion du bassin versant de Mutsamudu ; Introduction à l'évaluation du niveau de mise en œuvre de la GIRE |

Tableau 1 (suite)

| Activité | Date et lieu | Résultats et recommandations |
|--|--|---|
| 1. Reconnaissance de terrain, collecte des données et caractérisation du BV | | |
| Visites d'étude du bassin versant de Mutsamudu | 16-17 Avril | Etat de lieux de gestion des ressources en eau du bassin versant de Mutsamudu et mesures ponctuelles de débits |
| | 18 Juin, Terrain, bassin versant Mutsamudu | Etat de lieux de gestion des ressources en eau du bassin versant de Mutsamudu |
| Elaboration question d'enquête socio-économique Harmonisation de l'approche à l'enquête et collecte des informations | 11- 13 Juin, Bureau du projet GIRE, Anjouan | Questionnaire d'enquête élaboré |
| Initiation aux techniques de traitement et analyse des données avec SPSS | 18 Juin, Bureau du projet GIRE | La capacité de l'équipe d'enquêteurs renforcée en termes de dépouillement, traitement et analyse des données des enquêtes socio-économiques. |
| Mission d'indentification et collecte des données et revue documentaire, notamment avec le Bureau d'Etude Chinois et COMCO | 15 et 16 juin, Anjouan | Accord sur l'analyse de la qualité des échantillons d'eau obtenu et les procédures fixées avec COMCO Indentification des mesures ponctuelles de débit pour la rivière Mutsamudu |
| Collecte d'échantillons d'eau | 17 Juin 2015, Terrain, bassin versant Mutsamudu | Analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau à COMCO |
| Solliciter l'obtention des données climatiques disponibles | 09 Juin , ANACM, Moroni | Travail d'identification des données avec les experts de l'ANACM pour les stations environnantes du bassin versant de Mutsamudu, notamment: Mutsamudu, Houngouni, Patsy, Ouani et Lingoni) ; Lettre de demande des données adressée au DG de l'ANACM par le DG de l'environnement. |
| Rapport d'évaluation socio-économique du bassin versant de Mutsamudu, réalisé par Dr. Imani Younoussa | Juin-Aout 2015 | Etat des lieux de la situation socio-économique du bassin versant de Mutsamudu |
| Rapport de cartographie du bassin versant de Mutsamudu, réalisé par Dr. Nourddine Mirhani | Juin-Aout 2015 | Cartographie thématique du bassin versant de Mutsamudu |
| Rapport d'évaluation des ressources en eau du bassin versant de Mutsamudu, réalisé par Dr. Raphael Tshimanga | Juin-Aout 2015 | Estimation du potentiel des ressources en eau du bassin versant de Mutsamudu |

2.3 Données disponibles

Le tableau 2 présente les types de données qui ont été mobilisées dans le cadre de ce travail, à travers trois rapports sectoriels relatifs aux travaux d'évaluation socio-économique, cartographie du bassin versant et évaluation des ressources en eau ont été réalisés Juin et Août 2015. Les études réalisées par BECEOM et HYDROPLANTE dans le cadre des projets PAEPA et FADC ont été également mis à profit. Toutefois, il est à noter que la disponibilité des données hydrométriques et de qualité d'eau en terme de séries temporelles reste une contrainte pour une évaluation fiable des ressources en eau du bassin.

Tableau 2 Types de données mobilisées dans le cadre de l'élaboration du PGIBVM

| Types | Variables | Disponibilité | Source |
|----------------------------------|------------------------------------|---|--|
| Météorologie | Pluie | Chroniques mensuelles existantes pour les stations environnantes de Mutsamudu mais non rendues disponibles pour ce travail. | ANACM |
| | | Moyennes mensuelles annuelles pour la station météorologique de Mutsamudu | FAOCLIM |
| | Température (Moyenne, Min et Max) | Moyennes mensuelles annuelles pour la station météorologique de Mutsamudu | FAOCLIM |
| | Evapotranspiration potentielle | Moyennes mensuelles annuelles pour la station météorologique de Mutsamudu | FAOCLIM |
| Hydrométrie | Hauteur d'eau | Absence d'observation | |
| | Débit liquide | Mesures ponctuelles pour reconstituer la moyenne mensuelle annuelle aux sites d'Houngouni et Moïnaoupetro | BECEOM 2002 HYDROPLANTE 2013 |
| | Charge solide | Absence d'observation | |
| Eau souterraine | Type d'aquifère | Identification des principaux aquifères d'Anjouan | Charmoille, 2013 |
| | Piézométrie | Absence d'observation | |
| | Recharge | Absence d'observation | |
| Qualité de l'eau | Paramètres physico-chimiques | Mesures ponctuelles de pH, Conductivité et TSD réalisées aux trois sites | Ce travail, Juin-Août 2015 |
| | Paramètres physico-chimiques | Mesures ponctuelles de température et Conductivité réalisées pour les eaux souterraines | Charmoille, 2013 |
| | Paramètres microbiologiques | Mesures ponctuelles des coliformes fécaux réalisées aux trois sites | Ce travail, Juin-Août 2015 |
| Socio-économique et cartographie | Occupation et utilisation des sols | Enquêtes socio-économiques | HYDROPLANTE, 2013; Ce travail, Juin-Août 2015 |
| | Démographie | | |
| | Usages de l'eau | | |
| | Besoins actuels et futures | | |
| | Morphométrie et réseau de drainage | Cartographie thématique, évaluation des ressources en eau | Ce travail, Juin-Août 2015 |
| | Occupation des sols | | |
| | Utilisation des sols | | |

3. Caractérisation physique, socio-économique et évaluation des ressources en eau du bassin versant

Les caractéristiques du bassin versant présentées dans ce rapport procèdent d'un résumé des études sectorielles réalisées sur la cartographie du bassin versant, l'évaluation socio-économique, et l'évaluation rapide des ressources en eau, en vue de contribuer à l'élaboration du plan de gestion du bassin versant de Mutsamudu, projet GIRE.

3.1 Caractéristiques physiques du bassin versant

La figure 3 présente le BVM tel que dérivé sur base de deux sources des données, incluant le SRTM 30 m de résolution (Figure 2, gauche) et la carte topographique au 1/50 000 (Figure 2, droite).

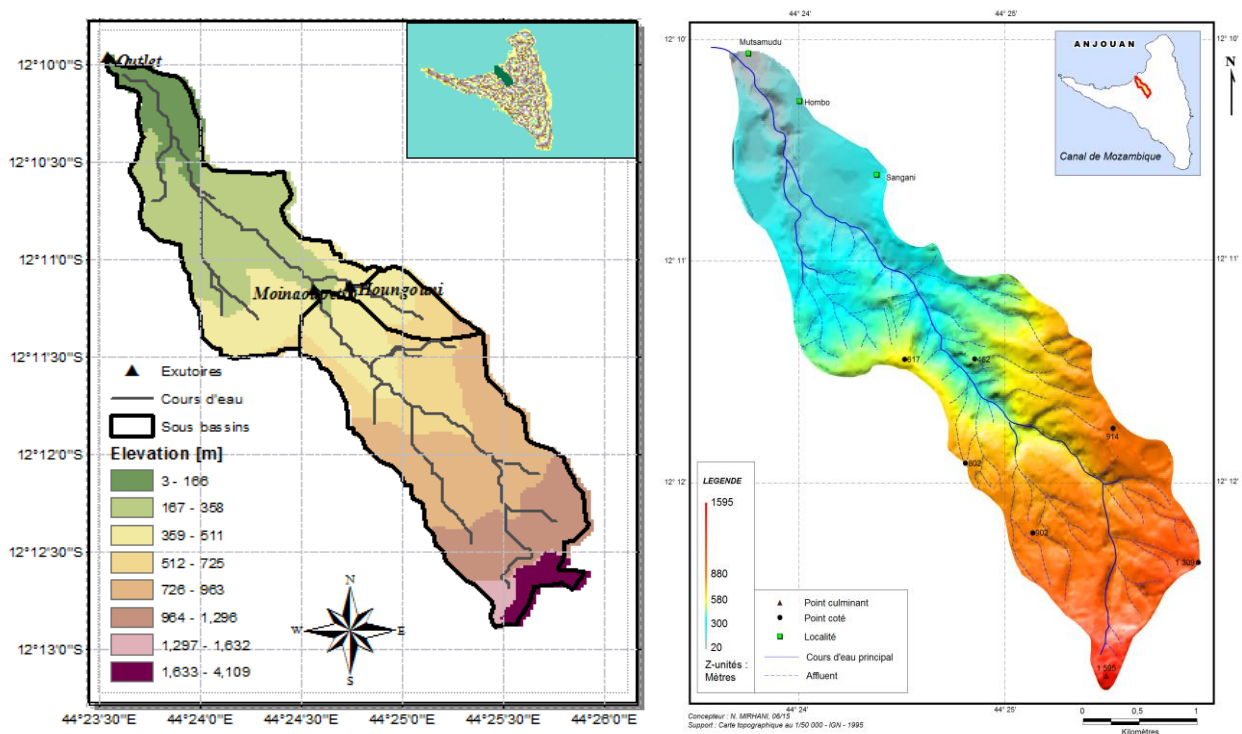


Figure 3 Bassin versant de Mutsamudu

Dans la figure 3, gauche, le BVM est présenté assorti de ses deux sous bassins principaux aux points de captages de Houngouni et Moinaoupetro. Le tableau 3 donne le résumé des caractéristiques physiques du bassin versant telles que dérivées sur base de deux sources des données, incluant le SRTM 30 m de résolution et la carte topographique au 1/50 000.

L'erreur standard a été calculée pour exprimer les différences entre les valeurs dérivées de deux bases de données qui sont de différences potentielles dues aux sources des données, procédures et outils de traitement utilisés. Globalement, les différences sont à minimiser. La densité de drainage reflète le rapport entre la longueur totale du réseau hydrographique et la superficie drainée. Cette longueur totale est fonction du seuil appliqué pour la capacité d'un talweg à générer un cours d'eau.

Tableau 3 Caractéristiques physiques du bassin versant de Mutsamudu

| Caractéristiques | SRTM 30 m | carte topographique au 1/50 000 |
|--|-----------|---------------------------------|
| Périmètre [km] | 17,1 | 15,4 |
| Superficie [km ²] | 6,9 | 7,13 |
| Longueur du bassin versant [km] | 6,55 | 5,4 |
| Longueur Totale des affluents [km] | 18,3 | 29 |
| Densité du Drainage (m/km ²) | 2669 | 5 |
| Plus longue ligne de drainage [km] | 7,7 | 7 |
| Élévation au point d'exutoire [m] | 3 | 5 |
| Élévation du point amont de drainage [m] | 1386 | 1500 |
| Sinuosité [chenal principal] | 1,25 | - |
| Indice de compacité de Gravelius | 1,8 | 1.6 |
| Ordre de drainage (strahler) | 3 | - |
| Superficie de pente forte à abrupt (%) | | 55,81 |
| Classe et superficie de la pente dominante (%) | | forte : 43,51 |

Les classes de pente ont été dérivées sur base de la carte topographique au 1/50 000 et sont présentées à la figure 4 et au tableau 4.

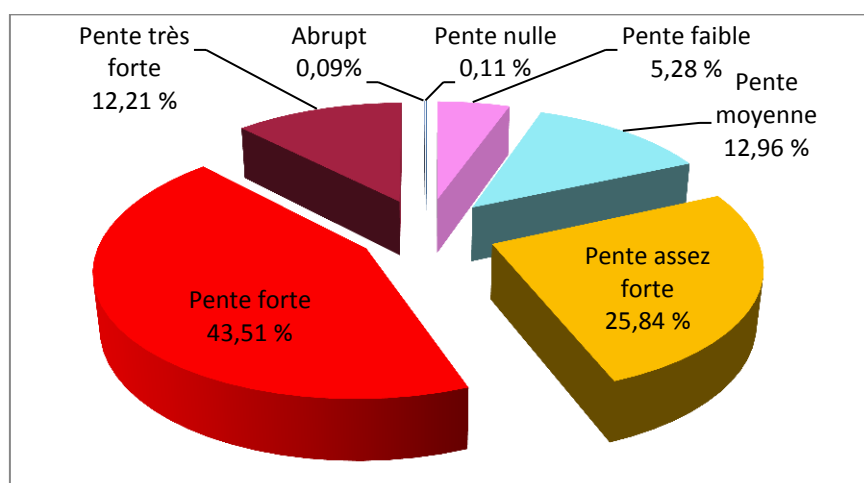


Figure 4 Superficie des pentes dans le bassin versant de Mutsamudu

Tableau 4 Superficies des pentes du bassin versant en fonction du drainage (la première colonne de la « légende » renvoie aux couleurs de la figure 4)

| Légende | Pente | | Drainage | Superficie | |
|---------|---------------|-------------|-------------|------------|-------|
| | Classe (°) | Catégorie | | ha | % |
| | 0,04 - 0,34 | nulle | nul | 0,8 | 0,11 |
| | 0,34 - 5,11 | faible | lent | 37,6 | 5,28 |
| | 5,11 - 13,59 | moyenne | moyen | 92,3 | 12,96 |
| | 13,59 - 26,06 | assez forte | rapide | 183,9 | 25,84 |
| | 26,06 - 45 | forte | rapide | 309,7 | 43,51 |
| | 45 - 70 | très forte | très rapide | 86,9 | 12,21 |
| | > 70 | abrupt | très rapide | 0,6 | 0,09 |

Le BVM est alimenté par deux sources principales dans sa partie sud, qui sont utilisées pour l'alimentation en eau potable et assainissement dans le bassin versant et la ville de Mutsamudu. Ces sources alimentent le captage de Houngouni et celui de Moïnaoupetro. La figure 3 présente le BVM incluant les deux sous bassins principaux de aux points de captage de Houngouni et Moïnaoupetro. Les caractéristiques physiques relatives à ces sous bassins principaux sont présentées au tableau 5.

Tableau 5 Caractéristiques du réseau hydrographique à différents points du BVM

| Attributs | Houngouni | Moïnaoupetro | Exutoire |
|--|-----------|--------------|----------|
| Périmètre [km] | 3.0 | 10.1 | 9.8 |
| Superficie [km ²] | 0.4 | 3.7 | 2.7 |
| Superficie Cum [km ²] | 0.4 | 3.7 | 6.9 |
| Longueur Totale du Drainage [km] | 0.9 | 10.2 | 7.2 |
| Densité du Drainage (m/km ²) | 1997 | 2734 | 2686 |
| plus longue ligne de drainage [km] | 0.9 | 4.4 | 3.6 |
| Elévation a l'exutoire [m] | 378 | 313 | 3 |
| Elévation du point amont de drainage [m] | 557 | 1386 | 557 |

3.3 Occupation des sols

La figure 5 présente la carte d'occupation des sols du BVM, qui illustre un gradient d'anthropisation suivant le relief. De l'amont vers l'aval, ce gradient peut être décliné en différents degrés d'anthropisation : le milieu faiblement anthropisé concerne la forêt dense humide, le milieu moyennement anthropisé qui est la mosaïque culture-forêt, le milieu anthropisé reflète la domestication du végétal (comprennent les cultures et/ou les formations herbacées avec couvert arboré plus ou moins diffus et les cultures à dominance ligneuse). Enfin, le milieu artificialisé est associé aux zones urbaines, le cours d'eau est canalisé et ses rives sont occupées par des bâtis. La figure 6 présente les proportions des catégories d'occupation des sols dans le BVM.

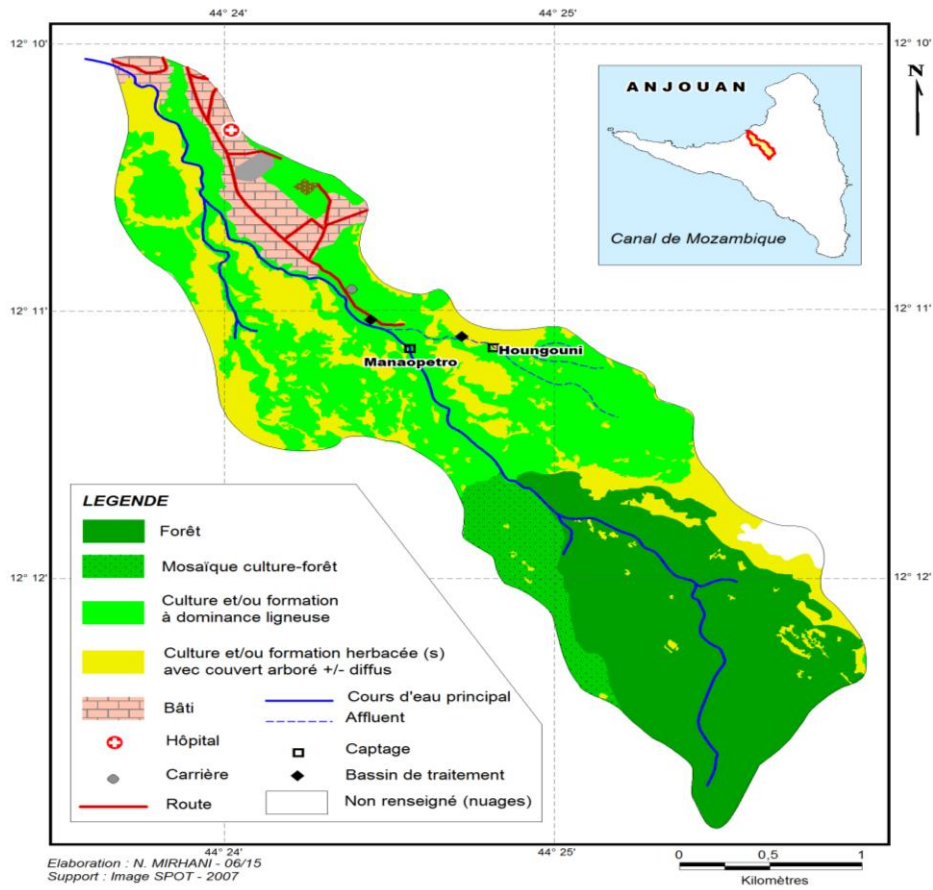


Figure 5 Typologie d'occupation des sols dans le bassin versant de Mutsamudu

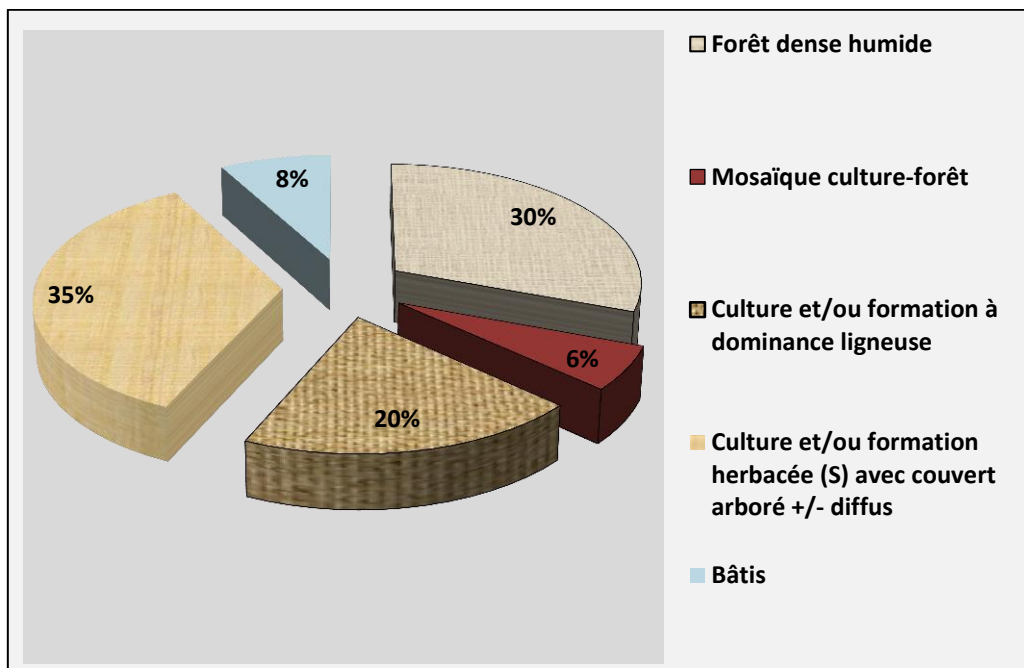


Figure 6 Proportions des catégories d'occupation des sols dans le BVM

3.4 Régime hydro-climatique et potentiel en ressources en eau

La figure ci-après présente la distribution interannuelle mensuelle moyenne de débits pour les deux sous bassins de Mutsamudu : Hougouni et Moinaoupetro. La distribution interannuelle mensuelle moyenne de pluie et ETP y est également présentée. Au regard de cette figure, les plus hauts débits sont enregistrés aux mois de Février, Mars et Avril avec plus de 130l/s et 700 l/s pour les sous bassins de Hougouni et Moinaoupetro, respectivement; alors que les plus bas débits sont enregistrés aux mois de Novembre avec environ 19 l/s et 100 l/s pour les sous bassins de Hougouni et Moinaoupetro, respectivement.

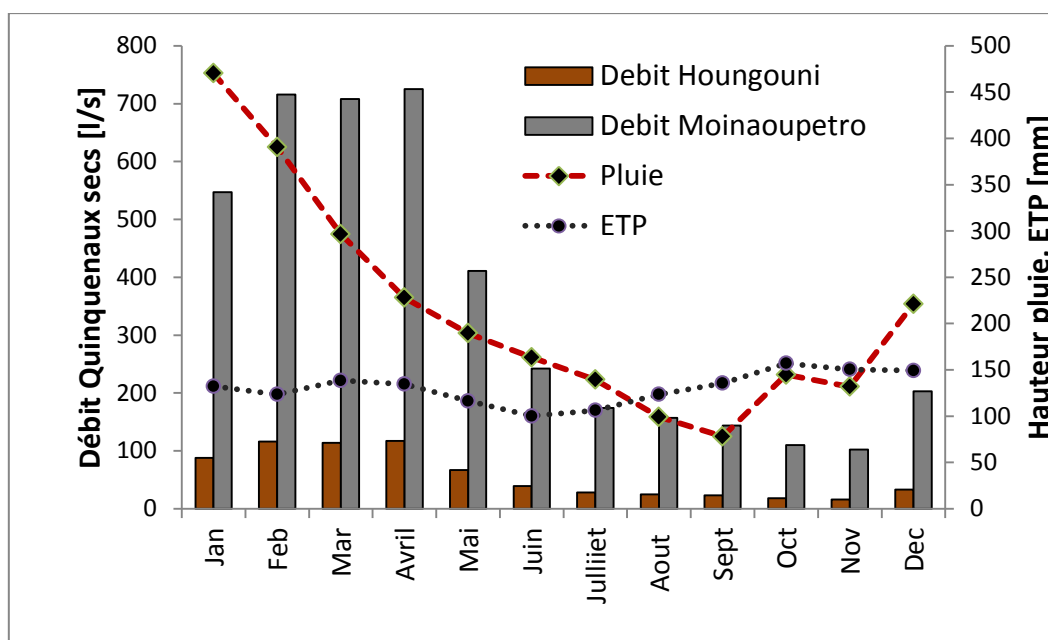


Figure 7 Distribution moyenne mensuelle annuelle des variables hydrologiques du BVM

La normalisation des variables hydro-climatiques sur base de leurs moyennes mensuelles totales (Figure 8) montre que les débits de deux sous bassins (Hougouni et Moinaoupetro) ont une tendance de distribution mensuelle similaire. La moyenne mensuelle totale de pluie enregistrée pour le bassin au niveau de la station de Mutsamudu (FAOCLIM) est de 156 mm et les moyennes de débits aux deux sites de Hougouni et Moinaoupetro sont de 66l/s et 347l/s, respectivement.

La corrélation linéaire entre les valeurs mensuelles de débits et de pluie montre que la pluie du mois exerce une influence prépondérante sur l'écoulement de surface du mois en cours. Les hauteurs de pluie mensuelles supérieures à la moyenne mensuelle totale sont enregistrées à partir de Décembre, contribuant ainsi à l'augmentation de débit dont la baisse en dessous de la moyenne mensuelle totale est observée depuis le mois de Juin. L'augmentation de la hauteur d'eau de pluie sur le bassin à partir du mois de Décembre avec le pic du mois de Janvier contribue à garantir la constance de hauts débits aux mois de

Février, Mars et Avril. Ceci met en exergue le rôle de la contribution de l'aquifère (recharge et débits de base).

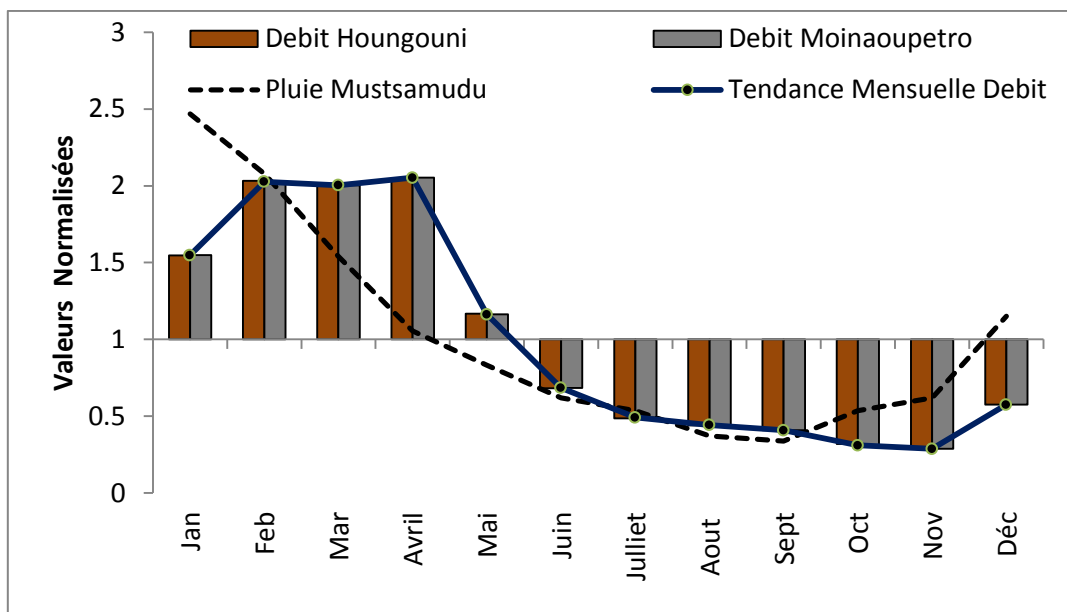


Figure 8 Valeurs moyennes mensuelles annuelles normalisées par rapport à la moyenne mensuelle totale

Sur base de ces analyses, il est donc possible de déterminer deux périodes dans le régime d'écoulement de surface du bassin de Mutsamudu, à savoir: la période de crue, s'étendant du mois de Janvier à Mai; et la période d'étiage, s'étendant du mois de Juin à Décembre.

La moyenne de hauteur d'eau de pluie enregistrée sur la période de crue est 243 mm et celle enregistrée sur la période d'étiage est de 93 mm. Les moyennes de débits de crue sont de 116 l/s et 611 l/s pour Houngouni et Moinaoupetro, respectivement; et celles d'étiage se situent à 30 l/s et 159 l/s pour Houngouni et Moinaoupetro, respectivement.

3.5 Contexte socio-économique

3.5.1 Caractéristiques démographiques

Les enquêtes socio-économiques conduites sur les six quartiers qui constituent le bassin versant de Mutsamudu ont relevé les caractéristiques démographiques qui sont présentées dans la figure 9.

La population qui réside sur le bassin versant est estimée à 45 864 habitants en 2015. Elle croit à un rythme de 2,5% par an. Elle est inégalement répartie suivant les localités suivantes:

La ville de Mutsamudu (capitale de l'île d'Anjouan) abrite 62% de la population totale du bassin versant. Elle est suivie de la localité de Mirontsi qui représente 26% de la population étudiée. Les quatre autres localités totalisent 13% de la population du bassin versant et que chaque localité représente en moyenne 3% de la population totale.

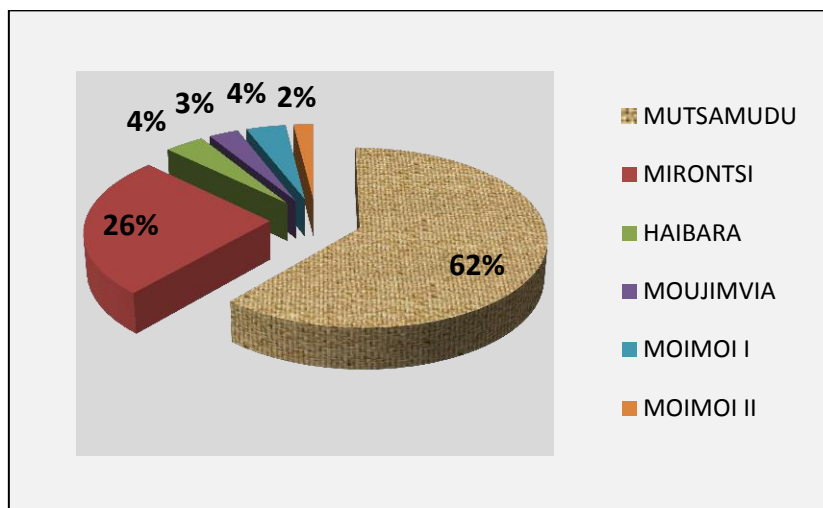


Figure 9 Estimation de la population dans le BVM

L'urbanisation est un phénomène réel en ce sens que ces localités limitrophes de la capitale accueillent des habitants venant des autres villes de l'île notamment rurales en quête d'emploi et de bien-être. La ville de Mutsamudu et ses localités avoisinantes accueillent par ailleurs les arrivées en provenance de l'intérieur du pays (inter et intra île) et les touristes internationaux. D'où une population particulièrement importante, surtout en période de haute saison touristique. 65 % de la population est située dans la tranche d'âge de moins de 25 ans. Avec une moyenne nationale de 24%, le taux de chômage touche la population vulnérable et surtout les jeunes avec 50% de ceux qui ont moins de 25 ans sont au chômage.

3.5.2 Activités socio-économiques

Les enquêtes de cartographie participative conduites sur le bassin versant au mois de Juin 2015 ont relevé trois grands types d'activités de subsistance qui dominent sur le bassin versant, notamment l'agriculture, l'élevage et de l'exploitation du bois (Figure 10). Selon les résultats de l'enquête, l'agriculture détient la fréquence de citations la plus importante avec 45 %, suivie de celle de l'élevage qui est de 35 %. L'exploitation du bois occupe la troisième position en termes d'activité. Il relevé aussi de cette enquête que les paysans s'adonnent inter changement à l'une ou l'autre activité. Les résultats des enquêtes témoignent que les produits obtenus de ces activités servent d'abord aux besoins familiaux des paysans puis commerciaux.

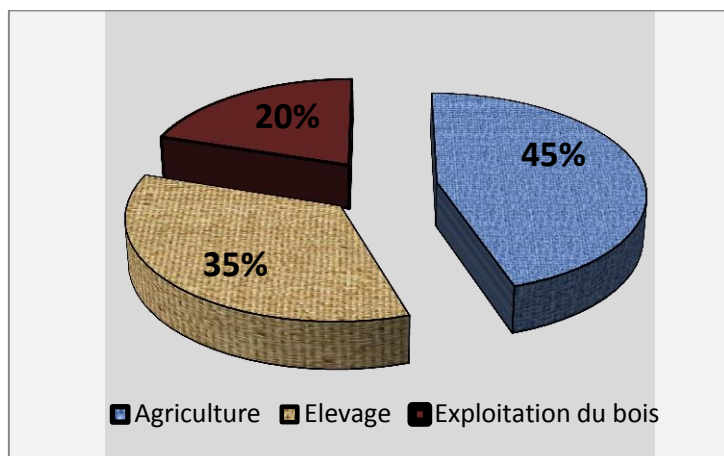


Figure 10 Les pratiques paysannes suivant leur importance

3.5.2.1 Agriculture

Les principales cultures pratiquées incluent sept espèces constituées des cultures vivrières et celles d'exportation : Manioc, Taro, Bananier, Ambrevade, Patate-douce, Giroflier et Jaquier (Figure 11). Il s'agit d'une agriculture de subsistance puisque les produits vivriers récoltés sont d'abord destinés à nourrir la famille paysanne (40,9% de fréquence de citations). Le surplus est par la suite vendu (36,4% de fréquence de citations) afin de satisfaire les autres besoins du ménage avec l'argent gagné.

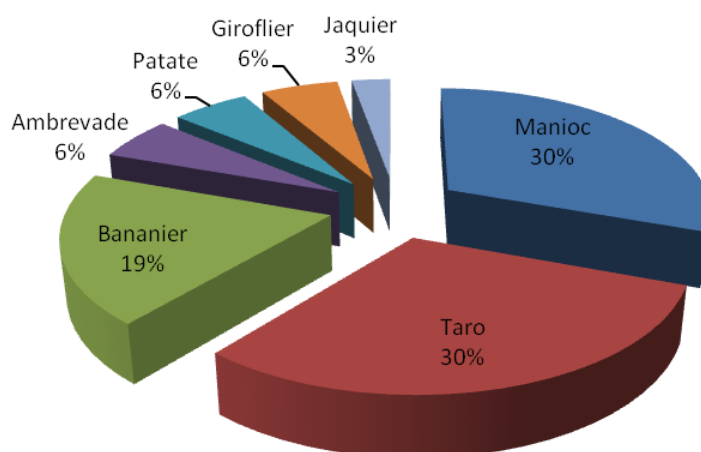


Figure 11 Les cultures selon leur importance

3.5.2.2 Elevage

L'élevage et l'agriculture peuvent, dans certains cas, être considérés comme complémentaires. Les terrains en jachère constituent des lieux de pâturage par excellence. Les bovins et les caprins y sont quotidiennement attachés à des cordes liées à des piquets fixes ou aux troncs d'arbustes ; on parle d'« élevage au piquet ». Les éleveurs déplacent les bovins lorsque le fourrage s'épuise. À part les herbes post-culturelles, ils apportent également un fourrage complémentaire : tronc de bananier coupé en plusieurs tranches, *Guatemala (Tripsacum)*, etc. Cet « élevage au piquet » contribue à l'enrichissement du sol par la bouse de vaches réputées être un bon fertilisant naturel. Également, si elle vise à

éviter la divagation des bêtes dans les terroirs cultivés, il n'en est pas le cas pour les eaux courantes qui servent d'abreuvoir. Cette situation est observable même au niveau de captage de Houngouni car aucun abreuvoir n'est aménagé dans le bassin versant pour éviter un tel problème.

3.5.2. 3 **Exploitation du bois**

Partout dans l'archipel, les essences forestières sont exploitées pour la construction et la menuiserie. L'étalement et la densification des bâtis se poursuivent face à la croissance démographique dans le bassin versant de Mutsamudu. Devant la nécessité de construire, la coupe de bois en forêt ne cesse d'augmenter. La capacité de régénération des essences et leur densité diminuent en conséquence. Ce problème est renforcé par la très faible régénération par rejets de souches après abattage d'une essence dans la forêt dense humide. En plus, le passage de l'usage de la hache ou de la scie manuelle à la tronçonneuse à partir des années 2000 a accentué l'abattage des arbres. Le degré de déséquilibre engendré par cette activité n'est pas encore documenté. Mais il est confirmé seulement que ces coupes ne sont pas compensées par des actions de restauration et que des essences forestières supposées maintenir les écoulements ou stabiliser le sol ou abriter une faune sauvage ont été éliminées.

3.5.2. 4 **L'exploitation artisanale de la carrière de roches**

La figure 12 illustre le mode d'extraction artisanale de la carrière de roches située le long niveau du versant droit de la vallée à une dénivellation d'environ 20 m du fond de cours d'eau de Mutsamudu, sur la voie qui mène vers les captages de Houngouni et Moïnaoupetro.



Figure 12 Exploitation artisanale de carrière le long de la rivière Mutsamudu

Les techniques mises en œuvre sont artisanales avec comme matériel : cordes, marteaux, barre à mine, tamis, brouette, etc. En fonction de l'âge et de l'énergie fournie, un travailleur peut compter deux semaines à deux mois pour produire 3 m³ de granulat qui sont l'équivalent d'un camion transporteur. En général, le produit est destiné à la vente et le prix de vente d'un camion varie entre 25000 et 30 000 KMF.

3.5.2. 5 Extraction de granulat alluvial

L'embouchure de cours d'eau de Mutsamudu constitue un lieu d'extraction du sable par excellence. Une digue est construite au niveau du chenal pour empêcher le sable charrié par le cours d'eau d'ensabler le port. La quantité importante du granulat alluvial qui se dépose est amassée pour être vendue et acheminée par camions vers des sites de construction. Ce désensablement ou dragage du chenal est interprété comme une contribution au curage ; raison pour laquelle il n'est pas interdit par les Autorités. Mais avec les ordures qui encombrant déjà le chenal et les eaux usées qui se dérivèrent, cette extraction plus ou moins désordonnée vient renforcer la détérioration de l'esthétique paysagère du chenal qui est parsemé de nombreux creux avec des eaux stagnantes insalubres.

3.6 Changement climatique

La figure 13 présente les tendances de la distribution mensuelle des Modèles Climatiques Globaux pour le site d'étude de Mutsamudu, Comores, obtenus à partir des MCGs fournis par World Bank Climate Change Portal (WBCCP ; <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/>). La démarche poursuivie dans ce travail a consisté à établir premièrement les tendances historiques du régime hydro climatique du bassin versant de Mutsamudu et par la suite en évaluer la vulnérabilité par rapport aux déviations dues aux changements des conditions climatiques futures.

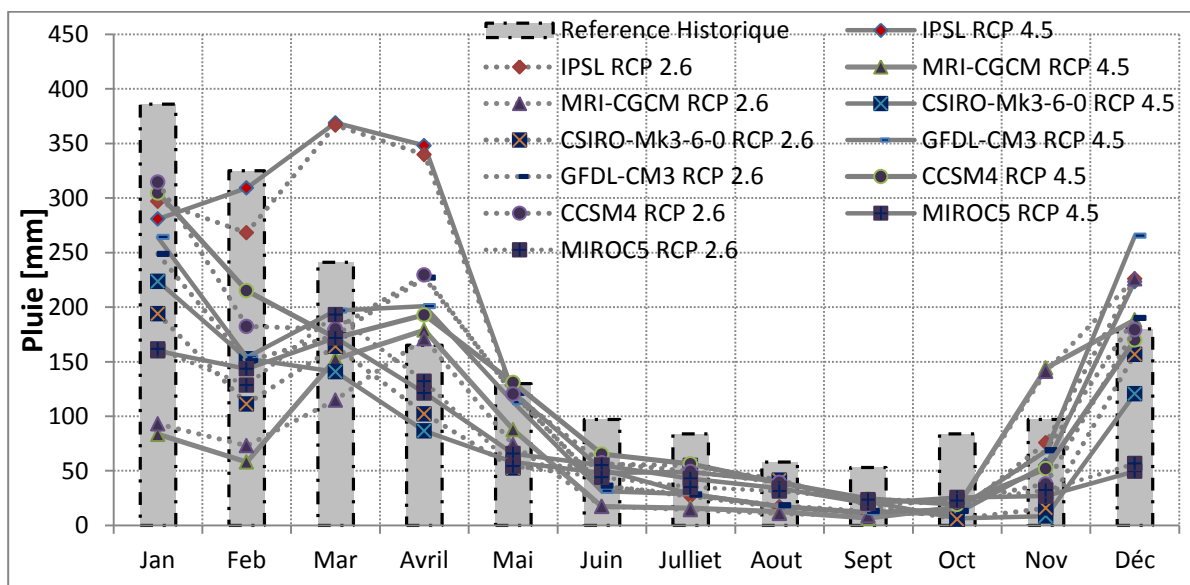


Figure 13 Distribution moyenne mensuelle des MCG pour le site de Mutsamudu

Les futures informations climatiques WBCCP sont dérivées de 16 MCG utilisés par le Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques (IPCC) 5^e Rapport d'évaluation (CMIP5). Dans ce travail, deux scénarios à la descente d'échelle, RCP 2.5 et RCP 4.5 (Guivarch and Rozenberg, 2013), ont été utilisés pour la période future 2046-2065. Les six modèles utilisés dans cette étude ont été choisis arbitrairement, sur base de leur disponibilité. Les Figure 14 et 15 présentent la déviation (calculée en pourcentage de biais) de la pluie des MCG sur la période future 2046-2065 pour le bassin versant de Mutsamudu. L'analyse est basée sur la comparaison des MCG et la moyenne des valeurs de la distribution mensuelle de pluie historique de référence obtenue de la station de Mutsamudu (FAOCLIM).

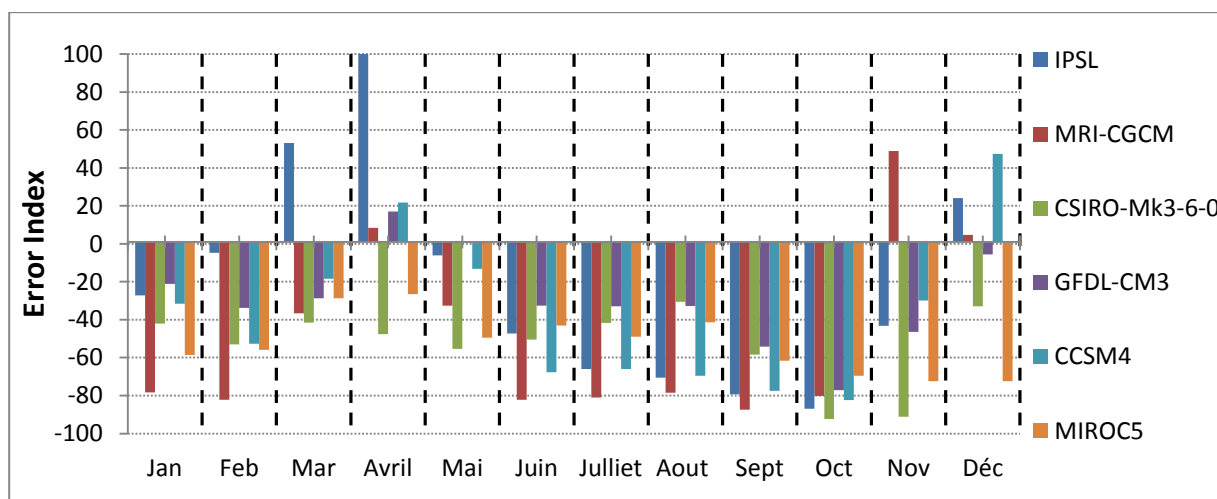


Figure 14 Déviation des futures précipitations (2046-2065), RCP 4.5

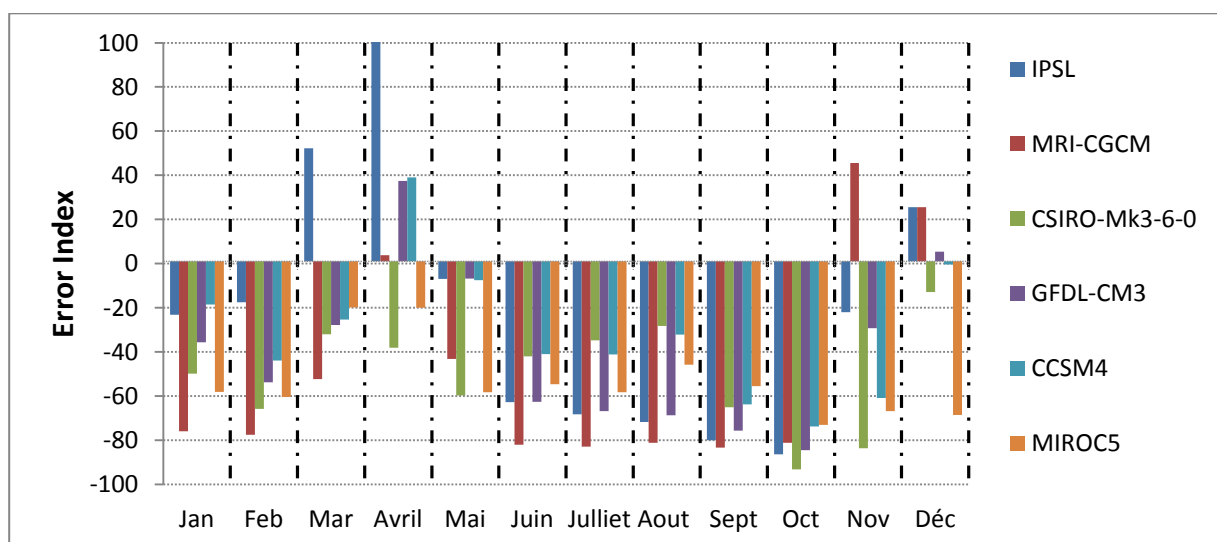


Figure 15 Déviation des futures précipitations (2046-2065), RCP 2.6

En général, il ressort de cette analyse que les moyennes mensuelles totales annuelles pour tous les MCG utilisés dans ce travail présentent une déviation négative relative à la moyenne mensuelle totale historique de référence (FAOCLIM). Les déviations les plus élevées sont constatées avec les modèles MRI-CGCM, CSIRO-Mk3-6-0, et MIROC5, qui avoisinent les

valeurs de -50 % pour les deux scénarios RCP 2.5 et 4.5. Ils sont suivis des modèles GFDL-CM3 et CCSM4, dont les déviations enregistrées sont autour de -25 à -30% pour les deux scénarios utilisés. Seul le modèle IPSL présente une déviation d'environ -5% pour les deux scénarios.

L'observation de la distribution mensuelle annuelle montre que la majorité de MCGs présentent une tendance négative relative à la distribution historique de référence. Les valeurs très positives des modèles IPSL pour les mois de Mars, Avril et Décembre auraient un effet compensatoire à la moyenne mensuelle totale annuelle, qui présente légère déviation (-5%).

Globalement, il est retenu de cette analyse que tous les modèles de prédiction des conditions climatiques futures utilisés dans ce travail présentent une tendance à la diminution de pluie sur le bassin versant de Mutsamudu à l'horizon 2046-2065. Ces diminutions sont très accentuées lors de la saison sèche. De ce fait, il revient à conclure que la diminution de pluie sur le bassin versant de Mutsamudu aura un impact négatif considérable sur la disponibilité de l'eau de ce bassin.

3.7 Besoins en eau, Approvisionnement en eau et Assainissement

3.7.1 Estimation des besoins en eau actuels et futures

La Figure 16 présente l'estimation des besoins actuels en eau, consommation en litre par jour avec et sans perte, et les projections aux horizons 2020, 2025 et 2030, relatives à l'augmentation de la population pour la même période. L'enquête a été conduite pour les six localités se trouvant sur le bassin versant de Mutsamudu, dont la superficie est de 7 km². Actuellement, la population totale du bassin versant de Mutsamudu, répartie sur six localités, est estimée à 45864 habitants. Les six localités qui constituent le bassin versant de Mutsamudu sont Haibara, Mirontsi, Moimoi I, Moimoi II, Moujimvia et Mutsamudu Ville. De ces six localités, Mutsamudu Ville est le plus peuplé avec 62% d'habitants du bassin versant. Avec un taux de croissance de 2.5%, la projection de l'augmentation de la population à l'horizon 2030 est estimée à 64671 habitants.

Les résultats de l'enquête effectuée auprès des ménages sur le bassin versant montrent aussi que la consommation moyenne des ménages est de 116 litres par jour, ce qui corrobore avec les estimations faites en 2013 par HYDROPLANTE, qui a évalué les besoins à 133 litres par jour et par personne (y incluant les grands consommateurs).

Le calcul de la médiane montre que 50% des ménages ont une consommation inférieure à 96 litres par jours, alors que le calcul du troisième quartile révèle que seulement 25% des ménages ont une consommation supérieure à 218 litres par jour.

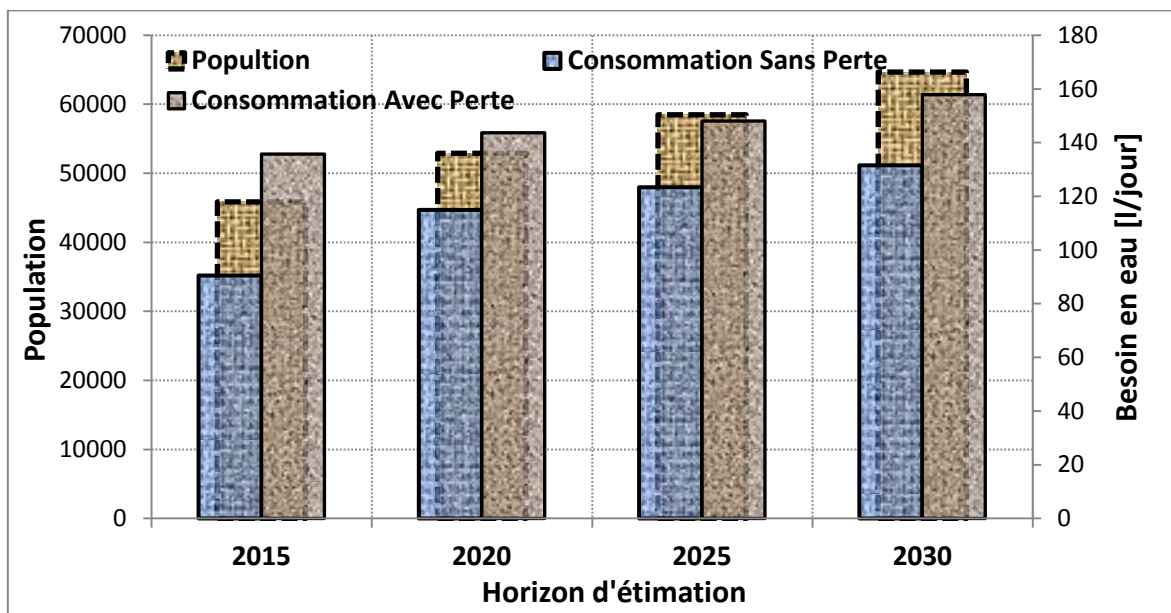


Figure 16 Evolution de la démographie et des besoins en eau sur le BVM

3.7.2 Mode d'approvisionnement en eau

Les études antérieures ont identifié et catégorisé six modes d'approvisionnement en eau à l'échelle nationale aux Comores. Ceci inclue: l'eau courante à domicile, l'eau courante à proximité chez un voisin, Citerne Publique, Citerne privée, Fontaine Publique, Forage ou Puits, et Approvisionnement directe à partir de Rivière ou Source. La figure ci-après donne la proportion en modes d'approvisionnement en eau pour le bassin versant de Mutsamudu.

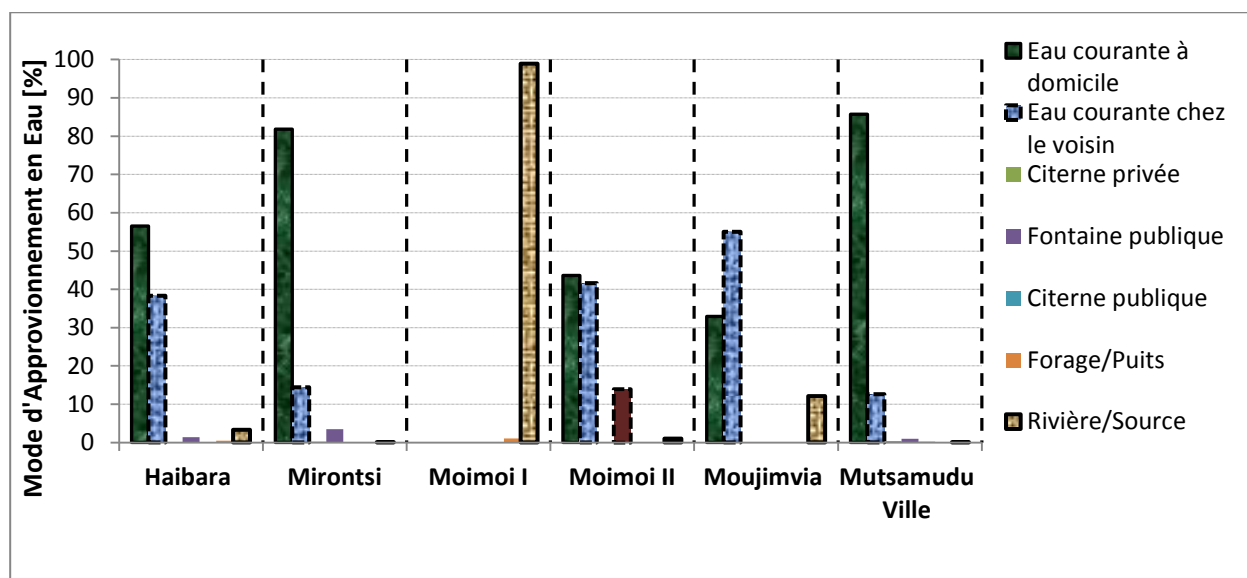


Figure 17 Mode d'approvisionnement en eau par localité du BVM

Dans cette figure ci-haut, en dehors de la localité de Moimoi I où l’approvisionnement se fait en majeure partie à partir de la rivière, il ressort une dominance en modes d’approvisionnement d’eau courante à domicile où chez le voisin. La figure 18 montre qu’à l’échelle du bassin versant, l’approvisionnement en eau à domicile représente 50%.

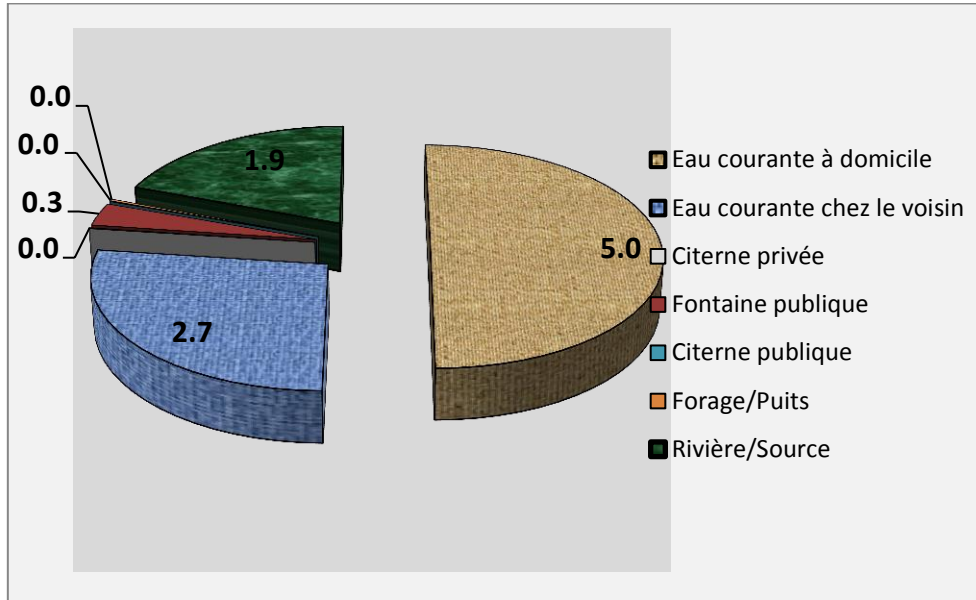


Figure 18 Mode d'approvisionnement en eau à l'échelle du BVM

3.7.3 Assainissement

Aux Comores en général, et sur le bassin versant de Mutsamudu en particulier, le système sanitaire se fait par des installations améliorées (WC) et par des latrines qui sont des fosses conçues d’une façon traditionnelle au niveau des ménages pour assurer le système sanitaire. Ces latrines sont d’une façon générale exposée à ciel ouvert, occasionnant ainsi la circulation des maladies au travers de différents vecteurs qui s’y accumulent. Notons aussi qu’en fonction de la géologie du terrain, les latrines peuvent être sources de contamination des eaux souterraines. Sur base des enquêtes socio-économiques réalisées dans le cadre de ce travail et celles réalisées par HYDROPLANT (2013), il a été possible de déterminer que l’utilisation des latrines constitue le mode d’assainissement le plus répandu sur le bassin versant de Mutsamudu, telle qu’illustre dans la figure 19.

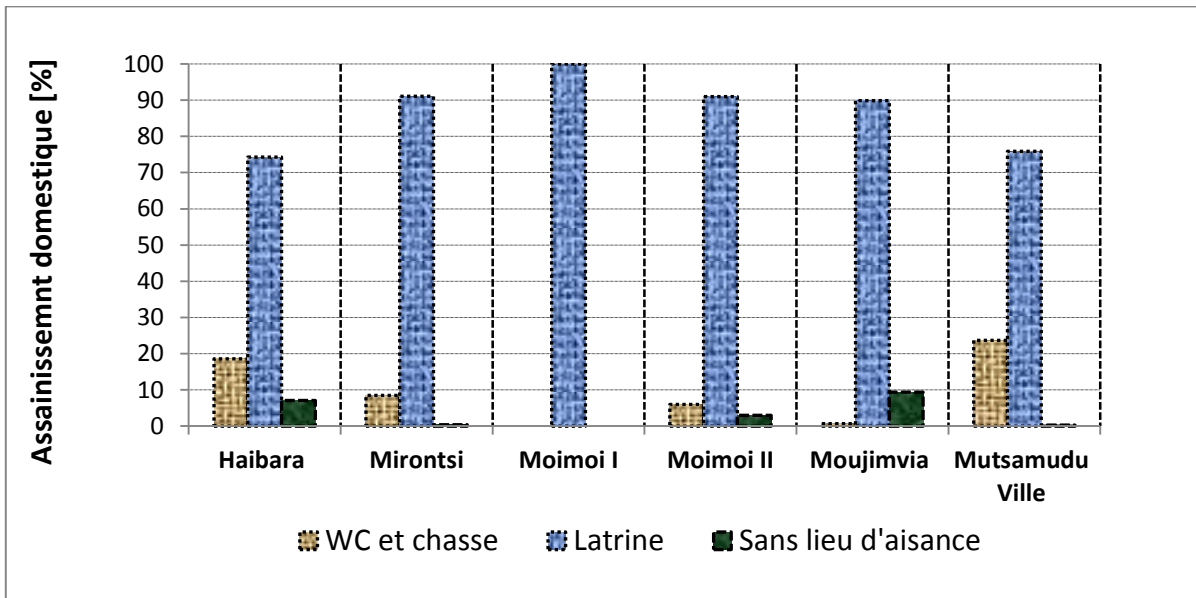


Figure 19 Type d'assainissement domestique par localité du BVM

La figure 20 montre qu'à l'échelle du bassin versant, le type d'assainissement par latrine représente 87%.

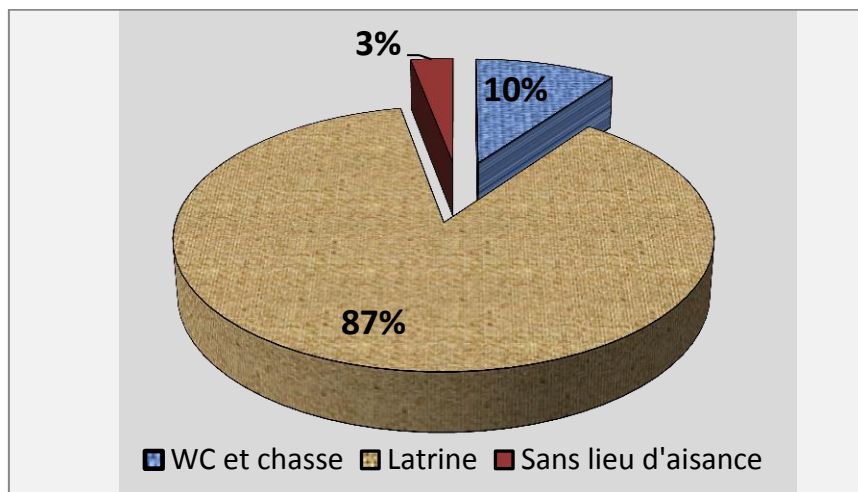


Figure 20 Type d'assainissement domestique à l'échelle du BVM

3.7.4 Système d'approvisionnement en eau du bassin versant

Le système d'approvisionnement en eau du BVM est constitué de deux captages de Hougouni et Moinaoupetro (Figure 21). Le système de traitement existant pour les deux captages consiste en une décantation, filtration et désinfection. Une succession des organes suivants sont rencontrés: une tranquillisante, un ou deux décanteurs selon la station, un ou deux filtres selon la station, une chambre de chloration. Les filtres sont équipés d'un système de lavage par injection d'eau à contre-courant sous le filtre. Cette eau provient de la conduite d'adduction du captage. Il est à noter que la station de chloration n'est pas fonctionnelle actuellement si bien que l'eau est fournie à la population sans un traitement

préalable conformément aux normes de potabilité. Les consommateurs se contentent donc de traiter l'eau à domicile en recourant à la cuisson, javel, filtration, ou même à l'exposition au soleil, selon les revenus.



Figure 21 Système d'adduction d'eau du BVM (en haut la situation en Avril et en bas la situation en Septembre 2015).

Le système de captage et d'adduction d'eau de Houngouni (figure 22), ancien captage de Mutsamudu construit 1984, est constitué:

- D'un captage à la cote 382 m, d'un débit potentiel de 20 l/s;
- D'une canalisation de liaison de 1 250 m Ø150 fonte, jusqu'au niveau du réservoir brise charge de SANGANI 1, à la cote 286 m. Cette canalisation se prolonge sur 80 m en Ø150 fonte puis sur 30 m Ø80 fonte jusqu'au réservoir de SANGANI 2 qui alimente l'hôpital.
- La canalisation d'adduction permet de transiter le débit de 20 l/s jusqu'au réservoir, son débit capable étant de 33 l/s;

- Au débit de 20 l/s, la vitesse est de 1,1 m/s dans la canalisation Ø150 et de 4 m/s dans le tronçon final Ø80.

Les caractéristiques de dimensionnement du réservoir de SANGANI 2 comprennent une cote 292 m, une section 440 m² (21m * 21m) et un volume de 800 m³.

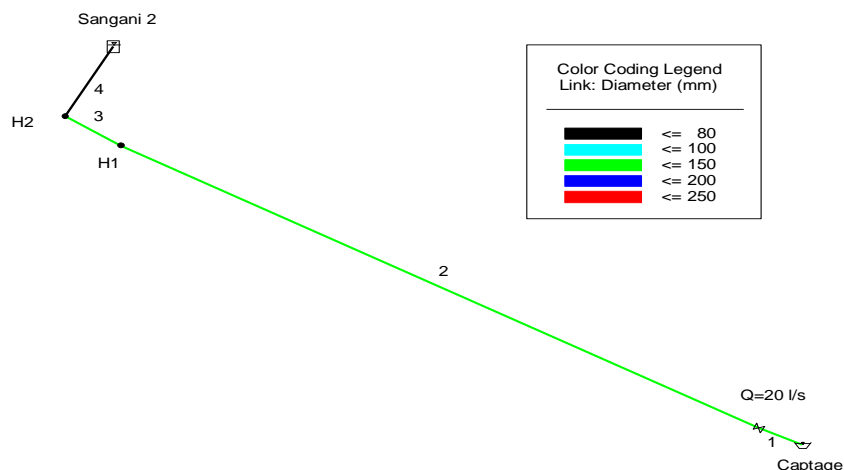


Figure 22 Schéma d'adduction d'eau captage de Hougouni (HYDROPLANTE ,2013)

Le nouveau système de captage et d'adduction d'eau de MoinaOupetro, construit en 2007 est constitué : d'un nouveau captage à la cote 256 m, d'un débit potentiel de 150 l/s ; et d'une canalisation de liaison de 800 m jusqu'au niveau du barrage existant abandonné où elle sera connectée aux 2 canalisations existantes, respectivement Ø150 fonte et Ø 150 acier galvanisé. Le réseau aval est connecté aux réservoirs du Stade, de la Gendarmerie et de la Banque dont les caractéristiques sont données dans le tableau ci-après.

Tableau 6 Caractéristiques des réservoirs d'adduction d'eau de Mutsamudu

| Caractéristiques | | Site d' emplacement | | |
|---------------------------|-----------|---------------------|-------------------|-------------------|
| | | Stade | Gendarmerie | Banque |
| Coordonnées géographiques | Lat. Sud | 12° 10' 29,8'' | 12° 10' 08,5'' | 12° 10' 01,8'' |
| | Long. Est | 044° 24' 06,0'' | 044° 23' 55,8'' | 044° 23' 53,4'' |
| | Alt (m) | 190 | 103 | 69 |
| Cote (m) | | 200 | 98 | 75 |
| Section (m ²) | | 225 (15 m x 15 m) | 440 (21 m x 21 m) | 225 (15 m x 15 m) |
| Volume (m ³) | | 500 | 820 | 500 |

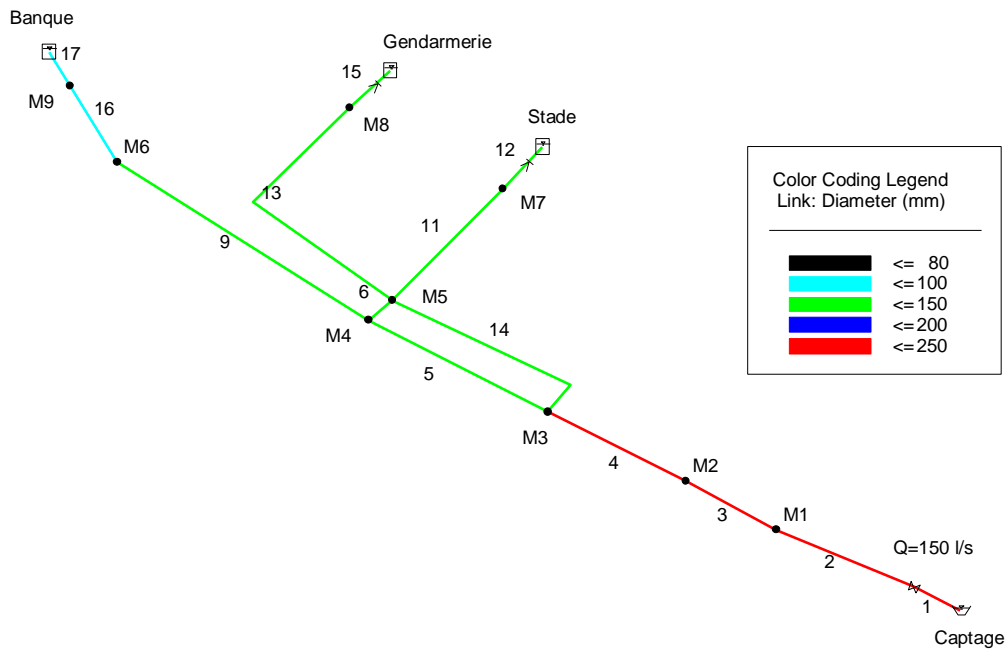


Figure 23 Schéma d'adduction d'eau au du captage de Moinaoupetro (HYDROPLANTE,2013)

L'estimation actuelle des besoins en eau de ces réservoirs est présentée au tableau ci-après Les débits d'arrivé au réservoir (l/s) sont des débits contrôlés par des limiteurs de débit sauf pour le réservoir projeté de Mirontsi où la limitation du débit est faite à l'amont de la brise charge se trouvant sur la conduite d'adduction.

Table 7 Répartition de la demande en eau entre les réservoirs après le réaménagement (HYDROPLANTE, 2013)

| | 2015 | | 2030 | | Débit d'arrivé au réservoir (l/s) |
|--|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| | Demande (m ³ /j) | Demande en dfc (l/s) | Demande (m ³ /j) | Demande en dfc (l/s) | |
| Réservoir de Sangani (500 m ³) | 619 | 7,2 | 1436 | 16,6 | 20 |
| Réservoir du Stade (500 m ³) | 525 | 6,1 | 1010 | 11,7 | 15 |
| Réservoir de la Gendarmerie (1000 m ³) | 2637 | 30,5 | 3974 | 46,0 | 50 |
| Réservoir de la Banque (500 m ³) | 1091 | 12,6 | 1533 | 17,7 | 20 |
| Réservoir projeté de Mirontsi | 1354 | 15,7 | 2256 | 26,1 | 27 |
| Total | 6226 | 72,1 | 10210 | 118,2 | |

Selon HYDROPLANT (2013), une vérification de la capacité hydraulique du réseau d'adduction (calcul à charge libre) par simulation hydraulique montre que les diamètres des conduites est suffisant pour satisfaire la demande en eau à l'horizon 2030. Néanmoins, des équipements de régulation sont nécessaires (limiteur de débit et vanne à flotteur) à l'entré

de chaque réservoir pour assurer une bonne répartition des débits. Il est à noter que malgré que le diamètre de la conduite d'adduction qui alimente le réservoir de la banque centrale qui est en acier galvanisé DN125 est suffisant pour transiter la demande en eau à l'horizon 2030, il est prévu le changement de cette conduite vu son mauvais état. En effet elle date des années 60 et elle est aérienne et elle fuit en plusieurs endroits. HYDROPLANTE prévoit donc une nouvelle conduite à poser en Fonte ductile DN150 PN25 sur une longueur de 245m.

Les études réalisées par HYDROPLANTE ont aussi proposé des améliorations à apporter au système de traitement actuel, notamment:

- Une limitation du débit d'adduction à la station de traitement pour éviter des arrivées d'eau dépassant la capacité de la station pendant les périodes de pluies,
- La station de chloration n'est pas fonctionnelle actuellement et il est nécessaire de la réhabiliter et la remettre en état de fonctionnement,
- Le système de traitement nécessite les améliorations suivantes :
 - Le remplacement de la membrane géotextile par des buselures qui seront fixées dans la dalle de béton du fond du filtre en dessous de laquelle se trouve le collecteur d'eau. Il est recommandé de choisir des buselures avec des chapeaux circulaires d'épaisseur 5 cm,
 - Au-dessus des buselures, il sera posé du gravier enveloppant les buselures avec une épaisseur totale de 10 cm. La granulométrie du gravillon sera de 1,5 mm à 2,5 mm,
 - Au-dessus du gravier, sera posé du sable de la rivière tamisé de granulométrie de 0,8 mm à 1,5 mm et d'épaisseur minimum de 0,8 m;
 - Le lavage de filtre doit se faire quotidiennement.

4. Cadre légal et institutionnel de gestion des ressources en eau

4.1 Cadre légal et institutionnel

Le cadre juridique 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:

- Loi cadre N°94-018, du 22 juin 1994, portant sur l'environnement;
- Loi cadre N°94-037, du 21 Décembre 1994, portant code de l'eau;
- Loi cadre N°95- O13/A/F, portant Code de la santé publique et de l'action sociale pour le bien être de la population (Promulgation par décret N°95-124/PR du 8/8/95);
- Décret N° 01/052/CE du 19 avril 2001 relatif aux études d'impact sur l'environnement;
- Code de l'eau (non encore promulgué).

D'autres dispositions légales générales en rapport avec la gestion de l'eau sont contenues dans les documents juridiques ci-après:

- Loi organique N°05-003/AU, du 1er mars 2005, portant modalités d'application de l'article 9 de la Constitution de l'Union de Comores;
- Décret N°11-147/PR, du 07 Avril 2011, portant promulgation de la loi N°11-005/AU, du 02 Mai 2011, portant organisation territoriale de l'Union des Comores;
- Décret N°11-148/PR, portant promulgation de la loi N°11-006/AU du 02 Mai 2011, portant organisation territoriale de l'Union des Comores.

L'une des réalisations de l'atelier des parties prenantes tenue à Anjouan, Juin 2015, a consisté à examiner la performance du cadre général de politiques, lois et institutions de gestion des ressources en eau en Union de Comores, ce à la lumière des outils de gestion des ressources en eau du bassin versant.

L'examen de l'ensemble des dispositions légales telles qu'identifiées ci-haut montre que celles-ci abordent divers aspects de la GIRE, incluant:

- Le droit de propriété ou domanialité des ressources en eau;
- Fixation des règles de gestion des systèmes d'AEPA;
- Normes et suivi de qualité de l'eau;
- Réglementation de la protection des ressources eau;
- Mise en place des périmètres de protection;
- Réglementation du rejet des eaux usées et des déchets;
- Le principe de décentralisation au niveau des îles autonomes.

En considérant les fonctions de la GIRE, il découle que les domaines majeurs d'intervention par rapport à l'arrangement institutionnel comprend : la politique et gestion, la législation, outils de régulation, planification, finance, outils économiques, hygiène et assainissement, normalisation et protection des usagers, exploitation, suivi et information sur les ressources

en eau, et formation. Le Tableau 8 présente la situation du cadre institutionnel de gestion des ressources en eau aux Comores, en rapport aux domaines majeurs d'interventions évoqués ci-haut. Il ressort de cette description du cadre institutionnel que le système des ressources en eau des Comores est structuré en attributions institutionnelles qui ont été rationalisées afin d'atteindre les objectifs de planification, le développement et la gestion.

Cependant, un examen minutieux de ces dispositions légales montre des insuffisances en rapport avec les outils de gestion des ressources en eau ci-après énumérées:

- Gestion des eaux pluviales;
- Mécanisme de promotion et transfert des technologies rentables pour l'économie et l'utilisation efficiente de l'eau;
- Mécanismes d'allocation de l'eau entre multiples usages conflictuels;
- Mécanismes de suivi et évaluation, audit et redevabilité;
- Mécanismes de la promotion de l'usage conjointe eau souterraine - eau de surface;
- Mécanismes de régulation des usages autres que ceux destinés à la consommation domestique;
- Mécanismes de résolution des conflits;
- Politique de gestion des ressources en eau par bassin versant;
- Politique de recyclage et traitement des eaux usées et déchets;
- Principe de débit de réserve ou écoulement environnemental;
- Procédures d'évaluation des ressources en eau;
- Procédures standardisées de collecte, traitement, analyse et utilisation des données des ressources en eau ;
- Promotion de l'investissement privé dans le secteur de l'eau;
- Promotion de la recherche dans le secteur de l'eau;
- Protection contre les risques hydro climatiques telles qu'inondation et sécheresse;
- Protection des usagers;
- Procédures d'application des conventions internationales de la GIRE.

La hiérarchisation du cadre institutionnel laisse présager un éventail de problèmes susceptibles d'entraver une mise en œuvre effective de la GIRE. Un des problèmes majeurs demeure le chevauchement des attributions des institutions impliquées dans le secteur de l'eau. Les attributions dans l'exercice de la politique et gestion, la législation, outils de régulation, planification, finance, outils économiques, hygiène et assainissement, normalisation et protection des usagers, exploitation, suivi et information sur les ressources en eau, et formation ne sont pas clairement définies, une situation qui traduit le manque de synergie et de la coordination de différents intervenants ; et par conséquent l'inefficacité du secteur de ressources en eau.

Dans la plupart d'institutions, les capacités humaines pour exécuter les tâches envisagées sont limitées. Le manque de coordination effective des institutions s'occupant des ressources en eau en interne est aussi due à l'insuffisance des capacités techniques

nécessaires à la mise en œuvre des programmes de développement du secteur de l'eau, et les difficultés de coordination de différents secteurs avec différents intérêts et priorités. Il y a lieu de noter l'absence d'un cadre législatif cohérent pouvant mettre en synergie les attributions de chaque institution, ce qui fait qu'il y a chevauchement; une situation qui serait en partie liée à la sensibilisation insuffisante des décideurs et acteurs clés. Même dans les cas où les politiques et les lois sont en place, elles ne sont pas bien diffusées et appliquées donc moins d'impacts reconnus sur le terrain. A ceci nous pouvons évoquer les dispositions légales sur le rejet des déchets dans les cours d'eau et l'impact environnemental, qui existent, mais dont l'application fait défaut plus précisément dans le bassin versant de Mutsamudu.

Tableau 8 Diagnostic Cadre Institutionnel

| Institution en charge | Mission institutionnelle |
|---|--|
| Domaine d'intervention GIRE 1 : Politique et gestion des ressources en eau | |
| MPEEIA | Conduire la politique nationale en matière de l'eau, Elaborer, superviser, contrôler, et coordonner les programmes et activités de mise en œuvre de la politique de développement arrêtée par le Gouvernement dans les secteurs de l'Energie, des Mines et de l'Eau. |
| Comités de Gestion de l'Eau (CGE) | Assurer la gestion de l'eau des communautés villageoises dans les milieux ruraux |
| Comité Sectoriel de l'Eau et de l'Assainissement (CSEA) | Veiller à la synergie, la complémentarité et l'harmonisation de toutes les activités relatives aux projets d'eau et d'assainissement et l'évolution de leur mise en œuvre. |
| Les gouvernorats des îles | Participer à l'élaboration de tous les projets de développement économique de l'Union et en assurer l'exécution au niveau des îles. Assurer le développement socio-économique par la promotion de la coopération transversale. |
| Les Commissariats chargés de l'Eau | Le secteur de l'eau potable et de l'assainissement est coordonné par des Commissariats au niveau de chaque île. |
| Unions des Comités d'Eau (UCEM/UCEA) | Assurer la gestion des systèmes d'alimentation en eau potable en milieu rural, Représenter les CGE auprès des institutions nationales et internationales et des Bailleurs de Fonds ii)Planifier et coordonner le développement du réseau des CGE notamment par la création de nouveaux CGE et la promotion des CGE existants iii)Coordonner la formation des élus qui s'investissent dans ses institutions iv)assurer une médiation et un arbitrage dans les conflits villageois liés à l'eau v)promouvoir les principes de la gestion communautaires de l'eau inscrits dans la charte de l'eau vi) sensibiliser la population sur les problématiques de l'eau vii)collecter, capitaliser et mettre à disposition les données sur l'eau viii)fournir aux membres, qui en font la demande et qui réunissent les conditions décrites dans le règlement intérieur, des services de gestion sociale, administrative, financière et technique ix)assurer la gestion de réseaux d'eau, par délégation de l'Etat. |
| Associations des Usagers d'Eau (AUE) | Assurer la gestion de l'exploitation et distribution de l'eau potable dans les milieux ruraux; Promouvoir et garantir un égal accès à l'eau potable pour tous les usagers, en particulier les femmes, en vue d'améliorer les conditions d'existence ; Mener toute action permettant le développement du système et l'amélioration de la consommation d'eau potable, et assurer la protection des ressources en eau et aspects connexes ; Initier les actions visant l'amélioration des pratiques d'hygiène de l'eau. |
| Directions Régionales | Crées par arrêté du gouverneur de chaque île et rattachées au Commissariat chargé de l'eau. Leurs missions ne sont pas encore |

| | |
|--|--|
| de l'eau et de l'Energie | clairement établies. |
| Comité de Gestion de l'eau (CGE) | Entretien et gérer les réseaux d'adduction et de distribution d'eau ; Assurer une répartition équitable de l'eau entre localités, principalement en période de pénurie ; Participer à l'entretien de captages et veiller à la protection des sources ; Promouvoir l'hygiène liée à l'eau. |
| Centres Ruraux de Développement Economiques | N/A |
| Communes | N/A |
| Domaine d'intervention GIRE 2 : Législation | |
| Direction Générale de l'Environnement (DGE) | Le principal instigateur de la Loi n°94-018 du 22 juin 1994 relative à la politique nationale de l'environnement. |
| Le Ministère de l'Intérieur de l'information et de la décentralisation | Définir les grandes orientations et mettre en place les reformes qui doivent être entreprises dans le cadre de la mise en œuvre des Lignes Directrices Internationales (LDI) sur la décentralisation et l'accès aux services de base pour tous au niveau national ; Superviser l'élaboration, l'approbation, la diffusion et la promotion de tout document produit dans le cadre de la mise en œuvre des LDI |
| Domaine d'intervention GIRE 3 : Outils de régulation | |
| l'Autorité de Régulation des Marchés Publics | Assurer le suivi permanent et la régulation du système de passation des marchés publics et de délégation des services publics au niveau national. |
| Fonds d'Appui au Développement Communautaire (FADC) | A la demande des communautés villageoises intéressées, le FADC apporte une assistance financière, technique et matérielle aux projets communautaires d'intérêt public. Le FADC a développé plusieurs outils de gestion, de comptabilité et d'exploitation, etc..Il assure un suivi régulier des CGE pendant 2 ans (suivi de l'entretien et des recettes) |
| Domaine d'intervention GIRE 4 : Planification | |
| MPEEIA | En concertation avec les opérateurs professionnels, il homologue les structures tarifaires et définit le cadre réglementaire et institutionnel, l'élaboration et la mise en œuvre du plan d'action sectoriel ainsi que la politique du gouvernement et veille à la mise en œuvre des programmes de développement sectoriel, notamment par la recherche de financement. |
| Les gouvernorats des îles | Elaborer des plans de développement socio-économiques et en fixer les objectifs. Ils prospectent les investisseurs extérieurs et les financements nécessaires à leur réalisation. |
| Domaine d'intervention GIRE 5 : Finance | |
| Ministère des Finances et du Budget | assure la maîtrise d'ouvrage des programmes et projets d'hydraulique et d'assainissement financés par l'Etat, recherche les financements et gère le service de la dette. |

| | |
|---|--|
| Fonds d'Appui au Développement Communautaire (FADC) | A la demande des communautés villageoises intéressées, le FADC apporte une assistance financière, technique et matérielle aux projets communautaires d'intérêt public. Le FADC a développé plusieurs outils de gestion, de comptabilité et d'exploitation, etc..Il assure un suivi régulier des CGE pendant 2 ans (suivi de l'entretien et des recettes) |
| Domaine d'intervention GIRE 6 : Outils économiques : pas clairement défini | |
| Domaine d'intervention GIRE 7: Hygiène et assainissement | |
| Le Ministère chargé de la Santé | Elaborer la réglementation concernant les mesures de contrôle sanitaire, de lutte contre les épidémies, l'hygiène et l'assainissement et en assurer l'application. Planifier, coordonner et suivre la mise en œuvre des actions socio- sanitaires; Assurer le contrôle et la surveillance des eaux de boisson, la formation des agents communautaires sur le traitement de l'eau ; la sensibilisation de la population sur les normes d'hygiène et de l'eau en vigueur, et la vulgarisation des systèmes d'amélioration de l'eau et de l'assainissement. |
| Domaine d'intervention GIRE 7 : Normalisation et Protection des usagers | |
| Le Ministère chargé de la Santé | Elaborer la réglementation concernant les mesures de contrôle sanitaire, de lutte contre les épidémies, l'hygiène et l'assainissement et en assurer l'application. Planifier, coordonner et suivre la mise en œuvre des actions socio- sanitaires; |
| Le Ministère de l'Intérieur de l'information et de la décentralisation | i) Définir les grandes orientations et mettre en place les réformes qui doivent être entreprises dans le cadre de la mise en œuvre des Lignes Directrices Internationales (LDI) sur la décentralisation et l'accès aux services de base pour tous au niveau national ; Superviser l'élaboration, l'approbation, la diffusion et la promotion de tout document produit dans le cadre de la mise en œuvre des LDI. |
| Domaine d'intervention GIRE 8 : Exploitation | |
| La Comorienne de l'Eau et de l'Energie (MA-MWE) | Assurer la production, le transport et la distribution de l'énergie électrique et de l'eau sur l'ensemble du territoire national ; Assurer l'exploitation et l'entretien des ouvrages, équipements et installation de transport et de distribution d'énergie électrique et de l'eau. Intervient en milieux ruraux et urbains. |
| La Direction de l'eau au sein de la MA-MWE | Assurer la supervision et le contrôle des activités du département de l'eau notamment en ce qui concerne la qualité de la production et distribution, les statistiques afférentes, es projets d'extension du réseau, la recherche et l'identification des ressources nouvelles. |
| Domaine d'intervention GIRE 10 : Suivi de la ressource et information | |
| ANACM | Assurer le suivi hydro-météorologique |
| Domaine d'intervention GIRE 9 : Recherche et Formation: <i>il existe des institutions de recherche et formation, mais dont l'orientation par rapport aux ressources en eau n'est pas clairement définie.</i> | |

4.2 Analyse des parties prenantes

Dans le cadre des activités d'élaboration du PGBM, un atelier s'est tenu à Anjouan le 15 Avril 2015, à l'hôtel Livingston, et avait pour but le lancement des travaux et le renforcement de partenariat :

- L'identification des parties prenantes;
- L'identification des problèmes et causes;
- Le développement des priorités de gestion;
- Le développement des indicateurs préliminaires.

Le tableau 9 présente la cartographie des institutions parties prenantes dans le projet de démonstration GIRE de Mutsamudu. Ceci englobe:

- Les Institutions gouvernementales;
- Les Organisations Non Gouvernementales (ONG);
- Les Organisations Communautaires de Base;
- Les représentants d'autres projets de développement;
- Les universités et institutions de recherche;
- Les Media;
- Les secteurs privés;

Tableau 9 Cartographie des parties prenantes pour le Projet de Démonstration GIRE

| No | Institution | Domaine d'intervention | Personne Contact |
|---|--|-------------------------------|---------------------------|
| Institutions Gouvernementales | | | |
| 1 | Commissariat en Charge de la Production,EE | Environnement | Mme Sitti Fatuma |
| 2 | Direction Générale de l'Environnement et F | Environnement | Mr Youssouf Elamine |
| 3 | Direction de l'Agriculture | Agriculture | Mr. Halidi Ahamed Ben Ali |
| 4 | Direction de l'Elevage | Elévation | Mr. Abduroihamane |
| 5 | Direction de l'Energie et l'Eau | Energie et l'eau | Mme Fairouze Toyibou |
| 6 | Direction de l'Aménagement du Territoire | Aménagement du Territoire | Dr. Nourddine Mirhani |
| 7 | Direction du Plan | Planification | Mme Anritoiti Tohir |
| 8 | Urbanisme | Aménagement du Territoire | Mme Youmna Mohamed |
| 9 | Gouvernorat | Gouvernance | Mme Yasmine Alfeine |
| 10 | Mairie de Mutsamudu | Gouvernance | Mr. Amir Mohamed |
| 11 | Mairie de Mirontsy | Gouvernance | Mr. Ali Combo Abdallah |
| 12 | Gendarmerie | Sécurité Civile | Lieutenant Aboubacar Said |
| Organisations Non Gouvernementales | | | |
| 13 | Action Comores | ONG | Mr. Nassur Tilibou |
| 14 | DAHARI | ONG | Mr. Ibrahim Said |
| 15 | ARAF | ONG | Mme Aroihy Loutouf |
| 16 | AUE/MOSC | ONG | Ahmed Malide |
| 17 | Ndzoauni GOLD | | Mr. Anzouir Ben Alioioi |
| Organisations Communautaires de Base | | | |
| 18 | Comite de Gestion du Bassin Versant de Mutsamudu | ONG | Mr. Daoud Attoumane |
| 19 | Réseau Femme et Développement Durable | ONG | Mme Melisa Bacar |
| 20 | Association des Usagers de l'Eau | ONG | Mme Badria Maanfou |
| Projet de Développement | | | |
| 21 | Projet PAEPA | Eau Potable et Assainissement | Mr. Salim Ayouba |
| 22 | Projet GIRE Mutsamudu | GIRE | Mr. Farid Anasse |
| 23 | Proejet Adaptation au Changement Climatique | Changement Climatique | Mr. Charaf |
| Universités et Institutions de Recherche | | | |
| 24 | Université des Comores | Formation et Recherche | Mme Faouzia Abdou |
| Presse et Communication | | | |
| 25 | Alwataan | Presse et Communication | Mr. Sardou Moussa |
| 26 | ORTC | Presse et Communication | Mr. AboAchiraffi |
| 27 | RTN | Presse et Communication | Mr. Ansuffouddine Dany |
| Partenaire International | | | |
| 28 | PNUD-GEF | Environnement | Mr. Daniel NZYUKO |
| 29 | PNUD | Environnement | Mr. Karim |
| Secteur Prive | | | |
| 30 | Société COMCO | Secteur Prive | Mme Soifiat Soidiki |
| 31 | Hôpital de Hombo | | Mr. Soilihi Mohamed |

5. Identification et analyse des problèmes des ressources en eau

Sur base des présentations et échanges avec l'ensemble de parties prenantes, un éventail des problèmes majeurs de gestion des ressources en eau du bassin versant de Mutsamudu a été relevé, notamment:

- Le manque de maîtrise de la ressource et les difficultés d'accès à l'eau potable;
- La déforestation surtout dans des zones de recharge conduisant à la diminution sensible des écoulements surtout lors de basses eaux;
- La pollution de l'eau due à la décharge directe des déchets et aussi aux activités des bétails laissés en divagation;
- Les pratiques culturelles inadéquates;
- L'érosion et envasement des réservoirs de captage.

Le travail en groupes des parties prenantes a donc conduit à la cartographie des problèmes de gestion des ressources en eau du bassin versant et l'analyse de la relation de cause à effet. Ce travail a aussi identifié les efforts fournis au niveau local ou national pour aborder les problèmes évoqués. Le Tableau 8 présente les problèmes du BVM et leurs causes tels qu'identifiés lors des travaux de groupes de l'atelier des parties prenantes, en Avril 2015 à Anjouan (voir rapport de l'atelier). En plus de l'atelier, les visites de terrain effectuées avec les parties prenantes sur le bassin ont permis d'examiner à fond ces problèmes.

Outre les échanges et discussions avec les parties prenantes, les analyses d'évaluation des ressources en eau sur base des données disponibles, notamment les scénarios de changement climatique de la Banque Mondiale, a permis d'identifier le changement climatique comme une des contraintes principales à la disponibilité de l'eau dans le BVM à l'horizon 2039.

Les analyses de la qualité de l'eau en différents points du BVM a aussi relevé que l'assainissement est un problème majeur qui mène à la pollution et la détérioration de la qualité de l'eau dans le BVM.

Tableau 10 Analyse des problèmes du BVM et leurs causes tels qu'identifiés et présentés lors de l'atelier des parties prenantes en Avril 2015

| Problèmes | Impacts | Causes | Données disponibles | Stratégie politique | Solutions |
|---|---|--|---|--|---|
| Déboisement massif | Erosion | Recherche de nouvelles espaces: -Cultivable -Construction Recherche du bois de chauffe et de construction | -OUI des données existent au niveau de la direction de l'Environnement -Cartographie | -Concertation avec la population riveraine pour une gestion rationnelle et participative des ressources naturelles | Reboisement des espèces à croissance rapide Création des activités génératrice de revenu Valorisation des produits agricole |
| Pollutions fécales | Maladies d'origine hydrique | Manque d'abreuvoir | Rapport BCEOM | Concertation | Construction d'abreuvoir collectif et individuel Construction des Parcs à Bœuf |
| Envasement du bassin de captage | Mauvaise qualité de l'eau | Dégradation du sol par la mauvaise technique culturale | Non | Concertation et sensibilisation | Défense et Restauration du Sol DRS |
| Occupation illégale du sol | Erosion Pollution des cours d'eau | Manque de terrain Explosion démographique | Rapport Direction de l'Urbanisme | Concerter et sensibiliser la population sur le code de l'urbanisme | Application du Code de l'urbanisme |
| Pollution de la rivière par les déchets solides | Pollution des cours d'eau | Manque de Gestion des déchets | Plusieurs études effectuées dans le domaine | Concertation et sensibilisation de la population Mise en place d'un site de décharge | Traitement des Déchets Emplacement des bacs à Ordures |
| Insalubrité des Eaux venant du bassin | Manque de terre pour l'agriculture et l'élevage | Au cours des années 2000, ID faisait des analyses bactériologiques de l'eau | Existence de plusieurs ONGs qui opèrent dans ce domaine | Renforcement de la Direction de l'eau | Mise en place du projet GIRE |
| Destruction de la clôture du captage | La forte pression démographique | L'explosion démographique | La Banque Mondiale à travers le AIE et la réalisation du FADC (adduction d'eau) | Sensibilisation de la population riveraine | Le Projet PAEPA Campagnes antérieure de reboisement |
| Non entretien des infrastructures de captage | Suivi des activités de la Commune | | Mobilisations de la communauté pour le nettoyage du captage | | |

5.1 Manque d'accès à l'eau potable

La Figure 24 montre les systèmes d'adduction d'eau d'Houngouni pour l'alimentation en eau de Mutsamudu. Bien que la capacité de ces deux captages soit importante pour l'approvisionnement eau de Mutsamudu et ses environs, il est à noter qu'il y manque un système opérationnel de traitement pour rendre l'eau potable. C'est plutôt l'eau brute qui est fournie à la population avec tous les corolaires des effets des maladies hydriques sur les usagers.



Figure 24 Bassin de décantation et traitement de l'eau de Houngouni

5.2 La déforestation

La déforestation a été reconnue comme cause majeure au manque de disponibilité en eau dans le bassin versant de Mutsamudu. L'exploitation du bois (Figure 25) est une activité principale, qui occupe la troisième position derrière l'élevage et l'agriculture dans le bassin versant de Mutsamudu.

L'étalement et la densification des bâtis se poursuivent face à la croissance démographique dans le bassin versant de Mutsamudu. Devant la nécessité de construire, la coupe de bois en forêt ne cesse d'augmenter. La capacité de régénération des essences et leur densité diminuent en conséquence. Ce problème est renforcé par la très faible régénération par rejets de souches après abattage d'une essence dans la forêt dense humide. En plus, le passage de l'usage de la hache ou de la scie manuelle à la tronçonneuse à partir des années 2000 a accentué l'abattage des arbres. Le degré de déséquilibre engendré par cette activité n'est pas encore documenté. Mais il est confirmé seulement que ces coupes ne sont pas compensées par des actions de restauration et que des essences forestières supposées

maintenir les écoulements ou stabiliser le sol ou abriter une faune sauvage ont été éliminées.



Figure 25 Exploitation du bois sur dans le bassin versant de Mutsamudu

La majeure partie de l'eau des rivières du bassin versant de Mutsamudu prend sa source dans des montagnes à plus de 1000 m d'altitude et où la pluie est abondante. Ces sont ces sources qui alimentent la rivière et maintiennent son débit durant l'année hydrologique. La déforestation qui s'opère actuellement au niveau de ces sources constitue une menace à la pérennisation des rivières avec comme conséquence de transformer le régime permanent de la rivière en régime spasmodique, de diminuer la capacité de la rivière à transporter les polluants et autres matières en suspension.

5.3 La pollution

Le système de gestion des déchets dans le bassin versant de Mutsamudu est presque inexistant, si bien que la rivière est devenue un lieu de prédilection de décharge des déchets (Figure 26). Ceci englobe toute une gamme des déchets d'ordures ménagers, recyclage des matières, déchets des hôpitaux et les égouts, et constitue une véritable menace pour la population et l'environnement aquatique; ceci vu que l'eau est aussi fournie d'une façon brute sans traitement préalable. En plus des décharges des activités humaines, les rivières constituent un lieu de préférence d'abreuvement des animaux en divagation qu'y laissent des matières fécales.

L'état de lieu du système de gestion des déchets dans le bassin versant de Mutsamudu laisse entrevoir un nombre d'impacts négatifs sur l'environnement et la santé publique. Ceci inclue la contamination des ressources en eau de surface et souterraines, la pollution de l'atmosphère, la dégradation de l'esthétique de l'habitat.



Figure 26 Etat de pollution dans le bassin versant de Mutsamudu

L'analyse de qualité de l'eau montre que les paramètres microbiologiques sont largement hors normes acceptables, ce qui présage une grande contamination des matières fécales produites par les humains et les animaux à sang chaud. Un accès aux analyses chimiques spécifiques devrait aussi révéler les sources de pollution chimique de l'eau.

5.4 Les pratiques culturelles inadéquates

Parmi les pratiques paysannes, l'agriculture occupe la place la plus importante et constitue l'une des sources principales de revenu de la population de Mutsamudu. Cependant, cette agriculture est accompagnée des pratiques culturelles inadéquates (Figure 27) telles que culture sur brûlis, abatage des arbres et dénudation des sols, qui compromettent le bon fonctionnement du bassin versant.



Figure 27 Pratiques culturelles dans le bassin versant de Mutsamudu

Les travaux de cartographie du bassin versant ont relevé que les principaux matériels utilisés dans la pratique culturale sont la houe plate ou « pièce » pour retourner le sol léger, la fourche ou houe à dents ou « croc » réservés aux sols lourds, encombrés de racines ou caillouteux, le « piquet » pour déterrer les roches, le sarcloir (ou la houe plate) pour enlever les mauvaises herbes, le râteau pour nettoyer la terre des herbes sarclées et le coupe-coupe pour couper les branches ou sarcler, etc. Concernant l'entretien des cultures et des sols, le sarclage occupe une position large suivi de la jachère dont la durée prononcée varie entre un à trois ans. La pratique de l'engrais et herbicide n'est pas reportée sur le bassin versant.

Il faut souligner que les versants d'une déclivité supérieure à 45° surplombant le captage de Hougouni sont mis en culture sans que des mesures anti-érosives ne soient prises conformément à la loi n° 94-037 du 21 décembre 1994 portant code de l'eau. Seulement, il est remarqué sur le terrain que la préparation du sol pour la mise en culture se fait après les pluies de la mousson (culture tardive). Ce procédé limite les risques d'érosions car la période du labour où le sol est mis à nu ne coïncide pas avec celle d'intenses précipitations. Un autre problème soulevé concerne les ravages causés par les vents sur cultures sensibles comme les bananiers, les ambrevades, etc. vu l'exposition du bassin versant à la mousson. Selon les paysans, le principal impact qui en découle est la baisse de la production.

5.5 L'érosion et la sédimentation

L'érosion, la sédimentation des rivières et des réservoirs de captage sont la résultante des activités anthropiques non contrôlées dans le bassin versant. La figure ci-après montre le curage du réservoir de Hougouni dont la capacité était sensiblement réduite suite à l'envasement.



Figure 28 Envasement des captages

La figure 29 illustre le mode d'extraction des graviers le long de la vallée de la rivière Mutsamudu. La carrière d'exploitation des roches se trouve sur la voie qui mène vers le

captage de Houngouni. Elle se localise plus précisément au niveau du versant droit de la vallée à une dénivellation d'environ 20 m du fond de cours d'eau de Mutsamudu.

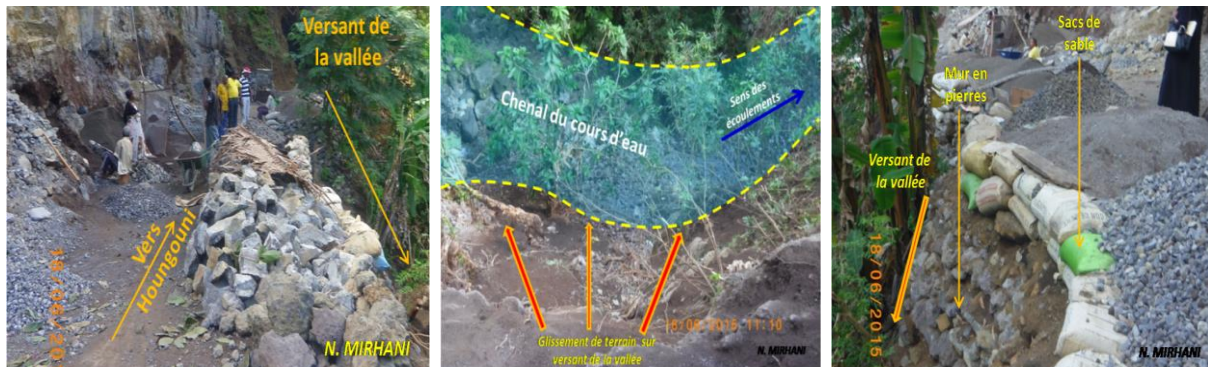


Figure 29 Carrière d'exploitation des roches volcaniques, Glissement de terrain sur le versant de la vallée du cours d'eau de Mutsamudu, Dispositif de lutte contre les glissements de terrain sur le versant de la vallée.

Une quantité importante de déblais est directement déversée dans le fond de la vallée du cours d'eau de Mutsamudu avec les impacts environnementaux perceptibles. Déjà raide, le versant droit de cette vallée se dévale, grignotant ainsi le passage menant vers les captages de Houngouni et de Moïnoupetro. Ces charges en terre encombrant constamment le chenal du cours d'eau et favorisent en conséquence le sous-écoulement. Pour y remédier, les exploitants ont mis au point quelques solutions à court terme : construction d'un mur en pierre sèche et installation des sacs de sable sur les rebords du versant droit de la vallée pour assurer sa stabilisation.

6. Développement des Indicateurs de Gestion Intégrée du Bassin Versant

La gestion intégrée des ressources en eau d'un bassin versant implique plusieurs composantes, dont la composante environnementale, socio-économique et politique. Les indicateurs sont des mesures directes ou indirectes de la valeur qualitative ou quantitative de ces composantes en vue d'évaluer et suivre l'état de gestion des ressources en eau du bassin versant.

Les indicateurs fournissent une référence de base pour les systèmes de suivi et d'évaluation, qui en eux-mêmes font partie intégrante des systèmes de gestion plus larges. Les indicateurs de gestion de l'eau sont un élément important dans le développement de plans de gestion de bassin versant. Ils peuvent nous aider à fixer des objectifs et des cibles, puis de surveiller et d'évaluer la performance de la gestion du bassin versant. Une combinaison appropriée d'indicateurs montre comment les objectifs de gestion des ressources en eau peuvent être atteints.

Ils fournissent ensuite les moyens de soutenir la reformulation des politiques et des programmes. Ils appuient la transparence et permettent aux parties prenantes, communautés et décideurs de juger la performance. Les indicateurs sont souvent calculés à partir de plusieurs variables qui peuvent être utilisés pour fournir des informations sur la performance d'un système.

Les indicateurs peuvent être utilisés pour examiner et comparer:

- Les variations spatio-temporelles des éléments du cycle de l'eau, telles que la disponibilité des ressources (m^3 /personne/an), et son utilisation (litres/personnes/jour);
- L'efficacité de l'utilisation de l'eau (graine par goutte ou confirmation de la plus forte valeur pour la société par m^3 d'eau utilisée);
- L'efficacité et l'efficience des services (ex. coûts de l'eau (\$US/ m^3), nombre de foyers desservis, zone desservie par différents types de systèmes d'irrigation);
- La qualité de l'eau et la biodiversité/écologie (ex. nombre d'espèces/ km^2 ou tronçon de rivière, qualité des eaux de surface);
- Les performances des prestataires de services hydriques.

D'autres indicateurs peuvent être développés pour stimuler les réformes de gestion des ressources en eau. Ces indicateurs pourraient analyser les liens éventuels entre l'approvisionnement en eau et la pauvreté, ou l'équité des allocations en eau entre divers secteurs en examinant la valeur socio-économique de son utilisation.

Dans ce travail, les indicateurs sont développés à partir des travaux d'enquêtes socio-économiques, cartographie du bassin versant et évaluation des ressources en eau du bassin versant de Mutsamudu (Tableau 11). L'examen des caractéristiques du bassin versant et

l'analyse des problèmes y associés ont permis de développer des indicateurs de gestion intégrée du bassin versant, sur base de neuf thématiques accès sur trois dimensions, notamment:

- Dimension environnementale: Hydrologie, Qualité de l'eau et assainissement, et Occupation des sols;
- Dimension socio-économique et culturelle: Démographie, Approvisionnement en eau, Activités socio-économiques, Pratiques culturelles, et Organisations sociales;
- Dimension politique: outils de gestion.

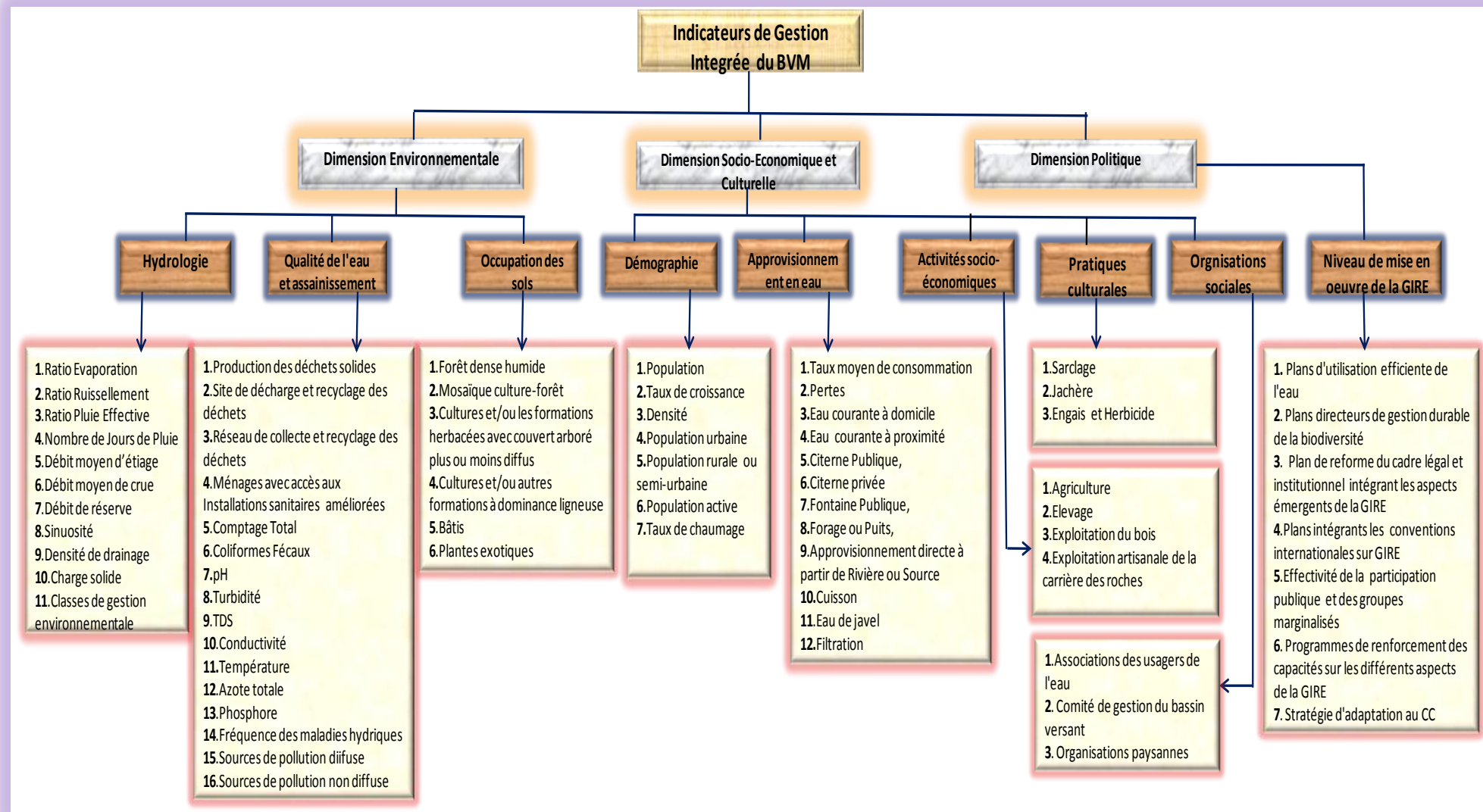


Figure 30 Hiérarchisation des indicateurs de gestion intégrée du BVM

Tableau 11 Description des indicateurs de gestion intégrée des ressources en eau du bassin versant de Mutsamudu

| Catégorie d'indicateurs | | Description | Valeur de mesure actuelle | |
|-------------------------|------|---|---|------------------------|
| 1. Hydrologie | 1.1 | Ratio Evaporation | Fraction de précipitation qui contribue à l'évaporation | 68.1 % |
| | 1.2 | Ratio Ruissellement | Fraction de précipitation qui contribue au ruissellement | 31.9 % |
| | 1.3 | Ratio Pluie Effective | Fraction des précipitations génératrice d'écoulement, immédiat ou différé, superficiel ou souterrain | 75% |
| | 1.4 | Nombre de Jours de Pluie | Estimation de nombre de jour avec pluie (> 0,5 mm) comme fonction de la température moyenne mensuelle, hauteur mensuelle totale de pluie et le nombre de jours du mois | 159 / an |
| | 1.5 | Débit moyen d'étiage (basses eaux) | Débit moyen le plus bas d'un cours d'eau, dans ce cas intervient entre Juin à Décembre pour Houngouni et Moïnoupetro | 30 l/s et 159 l/s |
| | 1.6 | Débit moyen de crue (hautes eaux) | Débit moyen le plus élevé d'un cours d'eau, dans ce cas intervient entre Janvier et Mai pour Houngouni et Moïnoupetro | 116 l/s et 611 l/s |
| | 1.7 | Débit de réserve | Le débit réservé est le débit minimal à maintenir en permanence dans un cours d'eau au droit d'un ouvrage pour sauvegarder les équilibres biologiques et les usages de l'eau en aval. | Non définit |
| | 1.8 | Sinuosité | Traduit le rapport des méandres d'un cours d'eau ; La combinaison de ces deux phénomènes d'ablation et de sédimentation engendre une sinuosité grandissante vers l'aval, qui aboutit à la formation des méandres. La sinuosité sera d'autant plus grande que les berges sont cohésives. | 1.25 |
| | 1.9 | Densité de drainage | Rapport longueur totale du réseau hydrographique a la surface de drainage. Traduit la production hydrologique dans un contexte climatique et géologique déterminé | 2.6 km/km ² |
| | 1.10 | Charge solide | Masse de matières solides traversant une section donnée d'un cours d'eau par unité de temps (volume et granulométrie) | N/A |
| | 1.11 | Classes de gestion environnementale | Condition ou état désiré de la rivière qui reflète un niveau de protection environnementale | Non définit |
| | 1.12 | Réseau de suivi hydrométéorologique fonctionnel | Système de suivi, collecte, enregistrement, évaluation et diffusion de l'information sur les ressources en eau est | 0 |

| | | | | |
|--|-------------|--|--|------------------------------------|
| 2. Qualité de l'eau et assainissement | 2.1 | Production des déchets solides | Bilan annuel des déchets produits sur une région en un temps donné | 27.8 tones/jour; 10161 tones/an |
| | 2.2 | Site de décharge et recyclage des déchets | Lieu de collecte, stockage et gestion éventuelle des déchets, répondant aux normes de protection environnementale et santé humaine | 0 |
| | 2.3 | Réseau de collecte et recyclage des déchets | Chaîne de collecte et recyclage de déchets basée sur une approche participative | 0 |
| | 2.4 | Ménages avec accès aux installations sanitaires améliorées | Proportion de la population utilisant les installations sanitaires améliorées appelées WC avec chasse eau | 10 % |
| | 2.5 | Comptage Total | Comptage des unités formant micro-organismes | TNPC |
| | 2.6 | Coliformes Fécaux | Bactéries intestinales non pathogènes, soit les coliformes fécaux, utilisées comme indicateurs de pollution fécale, donc de la présence potentielle de bactéries et virus pathogènes. Les coliformes fécaux proviennent des matières fécales produites par les humains et les animaux à sang chaud et ils peuvent être facilement identifiés et comptés | TNPC Nombre/ 100 ml =0 |
| | 2.7 | pH | Le pH indique l'équilibre entre les acides et les bases d'un plan d'eau et est une mesure de la concentration des ions hydrogène en solution. Le pH se mesure sur une échelle de 0 à 14. Un pH de 7 indique une eau neutre; les valeurs inférieures à 7 indiquent des conditions acides, et les valeurs supérieures à 7 sont caractéristiques de conditions alcalines. Le pH influence la toxicité de plusieurs éléments en régissant un grand nombre de réactions chimiques. Dans les eaux naturelles peu soumises aux activités humaines, le pH dépend de l'origine de ces eaux et de la nature géologique du sous-sol. Le pH normal d'un cours d'eau douce varie entre 6.5 à 7.5, mais peut aller à 8.5 | 7.9-85 |
| | 2.8 | Turbidité | La turbidité est la mesure du caractère trouble de l'eau. Elle est causée par les matières en suspension, telles que l'argile, le limon, les particules organiques, le plancton et les autres organismes microscopiques. Une turbidité trop élevée empêche la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau et peut ainsi diminuer la croissance des algues et des plantes aquatiques. Sa plage de variation acceptable va de 0,6 à 26,0 UNT (5 ^e et 95 ^e centiles). | 1.5-6.66 UNT |
| | 2.9 | TDS | Le Total des Solides Dissous (TDS) détermine la quantité totale d'ions chargés mobiles, comprenant les minéraux, les sels, les métaux, les cations ou anions dissous dans l'eau. Plus le niveau de TDS est bas, plus l'eau est pure. La norme pour une eau douce potable est d'une concentration <400 ppm TDS. | 60-80 ppm |
| | 2.10 | Conductivité | C'est la capacité d'une eau à conduire l'électricité. La conductivité des eaux dépend de | 125 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ |

| | | | | |
|------------------------|------|--|--|--------------------------|
| | | | leur concentration ionique et de leur température. Elle donne une bonne indication des changements de la composition des eaux, et spécialement de leur concentration en minéraux. La conductivité augmente avec la teneur en solides dissous. Cette mesure permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation d'une eau, c'est-à-dire la quantité de substances dissoutes ionisées présentes, 20,0 à 339,0 µS/cm | |
| | 2.11 | Température | Estimation de la température de l'eau dans le bassin versant | 20.9 °C |
| | 2.12 | Azote totale | L'azote peut se présenter sous un certain nombre de formes chimiques importantes telles que : l'azote organique, l'azote ammoniacal, les nitrates et les nitrites. Toutes ces formes se retrouvent en quantité plus ou moins importante dans les effluents industriels et municipaux ainsi que dans les eaux de ruissellement des terres agricoles. mg/l | N/A |
| | 2.13 | Phosphore | Le phosphore présent dans les eaux de surface provient principalement des effluents municipaux, du lessivage et du ruissellement des terres agricoles fertilisées et des effluents de certaines industries (ex. : agro-alimentaires et papetières). mg/l | N/A |
| | 2.14 | Fréquence des maladies hydriques | La principale maladie contractée ces derniers mois par la population est le typhoïde avec 14% des interrogées, suivi de diarrhées et paludisme pour respectivement 3% des cas. <i>Indicateur à prendre avec réserve par manque des statistiques hospitalières.</i> | 14% |
| | 2.15 | Sources de Pollution Diffuse | Pollution dont l'origine peut être généralement connue mais pour laquelle il est difficile de repérer géographiquement des rejets dans les milieux aquatiques et les formations aquifères. | N/A |
| | 2.16 | Sources de Pollution Non Diffuse | Pollution qui se produit localement, ponctuellement et souvent massivement | N/A |
| 3. Occupation des sols | 3.1 | Forêt dense humide | Formation végétale qui s'étale entre 450 m et 1595 m d'altitude du bassin versant de Mutsamudu. La densité des arbres diminue quand on descend d'altitude | 30,4 % du bassin versant |
| | 3.2 | Mosaïque culture-forêt | Formation végétale qui s'étend au-dessus de 450 m d'altitude du BVM et est constituée de mélanges d'essences forestières et de cultures vivrières. La végétation couvre bien le sol bien que quelques trouées y soient observées | 6 % du bassin versant |
| | 3.3 | Cultures et/ou les formations herbacées avec couvert arboré plus ou moins diffus | Association de cultures vivrières et une formation herbacée post-culturelle qui couvre bien le sol sur les terrains en jachère. | 20 % du bassin versant |
| | 3.4 | Les cultures et/ou autres formations à dominance ligneuse | Elles se différencient des précédentes par leur degré de recouvrement ligneux du sol qui est très important. On y trouve des arbres fruitiers (cocotier, mangouier, fruit à pain, jacquier) et les cultures commerciales dont les principales sont le giroflier et l'ylang-ylang. | 35 % du bassin versant |

| | | | | |
|---|-----|---|---|--------------------------------|
| | 3.5 | Les bâtis | Se répartissent depuis le plateau de Hombo jusqu'à la plaine de Mutsamudu. | 7% du bassin versant |
| | 3.6 | Plantes exotiques | Espèces végétales nouvellement introduites sur le bassin versant et ayant des exigences spécifiques pour créer un équilibre éco-climatique et s'adapter au nouveau milieu. Ces exigences s'accompagnent dans plus de cas d'une grande consommation en eau et beaucoup de perte par évapotranspiration | N/A |
| | 3.7 | Aire protégé | Domaine d'intérêt particulier, bénéficiant des mesures réglementaires de protection | 1 |
| 4. Démographie | 4.1 | Population | Nombre de personnes vivant sur la superficie totale du bassin versant | 45 864 |
| | 4.2 | Taux de croissance | Avec un taux de croissance de 2.5%, la projection de l'augmentation de la population a l'horizon 2030 est estimée à 64671 habitants, soit une densité de 9373 hab./km ² | 2.5%, |
| | 4.3 | Densité | Nombre de personne par unité de superficie pour toutes les localités de la ville de Mutsamudu | 1000 habitants/km ² |
| | 4.4 | Population urbaine | Fait référence au pourcentage de la population de la zone urbanisée du bassin versant, dans ce cas la ville de Mutsamudu | 62% |
| | 4.5 | Population rurale/semi-urbaine | Fait référence au pourcentage de la population des localités périphériques du bassin versant, dans ce cas vivant en dehors de la ville de Mutsamudu | 38% |
| | 4.6 | Population active | Toutes les personnes qui fournissent du travail pour la production de biens et de services au cours d'une période donnée | 65 % < 25 ans |
| | 4.7 | Taux de chômage | Pourcentage des personnes faisant partie de la population active qui sont au chômage | 50 % |
| 5. Approvisionnement et traitement de l'eau | 5.1 | Taux moyen de consommation | Estimation moyenne de la consommation en eau par habitant et par jour | 136 l/p/j |
| | 5.2 | Pertes | Pertes de l'eau du système de distribution qui traduit l'efficacité du réseau de distribution d'eau. | 50% |
| | 5.3 | Eau courante à domicile | Catégorie de modes d'approvisionnement en eau à l'échelle nationale des Comores | 50% |
| | 5.4 | Eau courante à proximité | Catégorie de modes d'approvisionnement en eau à l'échelle nationale des Comores | 27% |
| | 5.5 | Citerne Publique, | Catégorie de modes d'approvisionnement en eau à l'échelle nationale des Comores | 0.1% |
| | 5.6 | Citerne Privée, | Catégorie de modes d'approvisionnement en eau à l'échelle nationale des Comores | 0.1% |
| | 5.7 | Fontaine Publique, | Catégorie de modes d'approvisionnement en eau à l'échelle nationale des Comores | 3.3% |
| | 5.8 | Forage ou Puits, | Catégorie de modes d'approvisionnement en eau à l'échelle nationale des Comores | 0.3% |
| | 5.9 | Approvisionnement directe à partir de Rivière | Catégorie de modes d'approvisionnement en eau à l'échelle nationale des Comores | 19.3% |

| | | | | |
|--------------------------------|------|---|---|---|
| | | ou Source | | |
| | 5.10 | Cuisson | Méthodes de traitement de l'eau a domicile, en absence d'un traitement classique adéquat | 88% |
| | 5.11 | Eau de javel | Méthodes de traitement de l'eau a domicile, en absence d'un traitement classique adéquat | 10% |
| | 5.12 | Filtration | Méthodes de traitement de l'eau a domicile, en absence d'un traitement classique adéquat | 2% |
| 6. Activités socio-économiques | 6.1 | Agriculture | Une agriculture de subsistance dont les produits vivriers récoltés sont d'abord destinés à nourrir la famille paysanne, et le surplus est par la suite vendu afin de satisfaire les autres besoins du ménage avec l'argent gagné. | 45% de la population |
| | 6.2 | Elevage | L'élevage au piquet (principalement des bovins et caprins) dans des terrains en jachère où la bouse des vaches contribuent à l'enrichissement du sol ; et ou l'abreuvement des animaux se fait directement sur les cours d'eau. | 35% de la population |
| | 6.3 | Exploitation du bois | Exploitation des essences forestières aux fins de la construction et menuiserie, et dont les coupes ne sont pas compensées par le reboisement. | 20% de la population |
| | 6.4 | L'exploitation artisanale de la carrière des roches | Extraction des graviers aux fins de construction sur le bassin versant de Mutsamudu. La carrière est principalement localisée le long de la rivière Mutsamudu, qui subit un remblaiement consistant des extraits des graviers. | 2880 m3 de carrières extraites chaque année sur le bassin versant |
| 7. Pratiques culturelles | 7.1 | Sarclage | Technique culturelle utilisée sur le BVM | 52,2 % de la population |
| | 7.2 | Jachère | Technique culturelle utilisée sur le BVM | 39,1 % de la population |
| | 7.3 | engrais, herbicide | Technique culturelle supposée être utilisée sur le BVM | 0 % de la population |
| 8. Organisation Sociale | 8.1 | Associations des usagers de l'eau | Communauté des usagers des ressources en eau ayant une organisation et un statut | |
| | 8.2 | Comité de gestion du bassin versant | un cadre de mise en œuvre de la GIRE, qui traduit une volonté réelle des intervenants à trouver solutions aux problèmes de gestion des ressources en eau du bassin versant dans un environnement adéquat, et constitue de tous les acteurs ou parties prenantes du bassin versant (pouvoirs publics, riverains, pêcheurs, scientifiques, industriels, agriculteurs, défenseurs de la nature), | 0 |
| | 8.3 | Organisations paysannes | Communauté des exploitants du bassin versant ayant une organisation et un statut | 1 |

| | | | | |
|----------------------|-----|---|---|-------------|
| 9. Outils de Gestion | 9.1 | Plans d'utilisation efficiente de l'eau | Permet de suivre les efforts réalisés par les pays en termes d'économies d'eau par la gestion de la demande en diminuant les pertes et les gaspillages, et en misant sur un rendement maximum | N/A |
| | 9.2 | Plans directeurs de gestion durable de la biodiversité | Outils de la GIRE visant la protection et la valorisation des ressources naturelles du bassin versant | N/A |
| | 9.3 | Plan de réforme du cadre légal et institutionnel intégrant les aspects émergents de la GIRE | Outils de la GIRE statuant sur la prise en compte des questions émergentes de gestion de l'eau et leur intégration dans le cadre législatif et réglementaire | N/A |
| | 9.4 | Plans intégrant les conventions internationales sur GIRE | Outils de la GIRE statuant sur la prise en compte des questions émergentes de gestion de l'eau et leur intégration dans le cadre législatif et réglementaire | N/A |
| | 9.5 | Effectivité de la participation publique et des groupes marginalisés | Mécanismes permettant l'intégration des tous et l'appropriation des cadres nationaux et des processus par toutes les parties prenantes, tout en assurant la promotion du rôle de la femme dans la gestion des ressources en eau | N/A |
| | 9.6 | Programmes de renforcement des capacités sur les différents aspects de la GIRE | Outils visant la mise en œuvre de la GIRE par la promotion des capacités locales | N/A |
| | 9.7 | 7. Stratégie d'adaptation au CC | Plans stratégiques et projets d'investissement qui intègrent les risques et les opportunités liés au changement climatique, Disponible d'outils nécessaires pour mieux évaluer les effets du changement climatique et s'y adapter | Non définit |
| | 9.8 | Plans de réduction de pauvreté | Intégration des questions liées à l'eau aux documents stratégiques de réduction de la pauvreté (DSRP) et aux plans nationaux de développement | N/A |
| | 9.9 | Plan de développement et investissement dans le secteur de l'eau | Plans permettant de mobiliser les ressources pour l'investissement et permettre d'améliorer l'accès des populations à l'eau potable et à l'assainissement, de diversifier et intensifier la production. | N/A |

7. Priorités et Mesures de Gestion du Bassin Versant de Mutsamudu

7.1 Priorités de gestion

En vue de développer le plan de gestion du BVM, il était important d'identifier d'abord les priorités ou objectifs de gestion à partir des quels les actions spécifiques pouvaient être orientées. L'atelier de renforcement de partenariat du 15 Avril 2015 à Anjouan a permis aux parties prenantes d'identifier les priorités de gestion du bassin versant de Mutsamudu. Ceux-ci consistent à :

- Réduire la pollution de la rivière par le contrôle de décharge des déchets;
- Réduire l'érosion du sol et la sédimentation des réservoirs par la lutte contre les activités de dégradation du bassin versant;
- Fournir l'eau potable à la population;
- Assurer un environnement aquatique propice au maintien des services rendus par le bassin versant.

7.2 Sectorisation du bassin versant en unités d'intervention

La figure 31 présente une vue spatiale de trois unités d'intervention prioritaire pour le bassin versant de Mutsamudu.

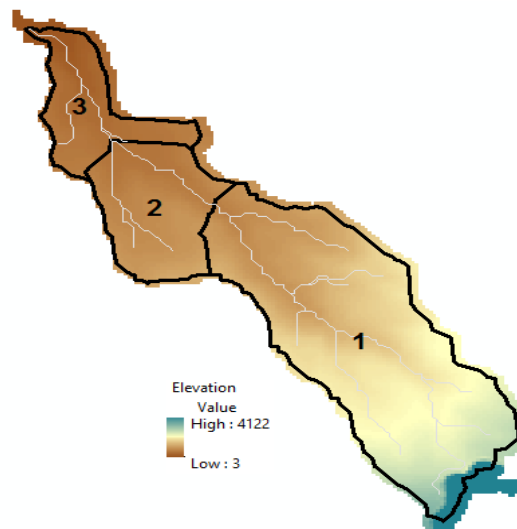


Figure 31 Unités d'intervention prioritaire pour le bassin versant de Mutsamudu

Les propositions assorties des visites de terrain et réunions techniques avec les parties prenantes en Avril et Juin 2015, ont conduit à catégoriser le BVM en trois secteurs d'intervention, incluant une unité primaire aux conditions environnementales quasi naturelles, une unité secondaire aux conditions environnementales semi-naturelles et à faible densité de population, et une unité tertiaire comprenant un milieu très anthropisé avec une densité de population très élevée. Les enquêtes socio-économiques réalisées sur

terrain en Juin 2015 étaient en partie orientées pour répondre aux caractéristiques sectorielles précitées.

7.2.1 Unité primaire

Cette unité correspond à l'espace du bassin versant qui s'étend de l'amont jusqu'aux points de captage de Houngouni et Moinaoupetro. C'est une zone à relief accidenté, avec une très forte variation des pentes. On y observe une fréquence élevée de la pluie, ce qui contribue à générer l'essentiel de l'écoulement du bassin versant de Mutsamudu. La superficie du bassin versant en ce lieu est estimée à 4.05 km². Sur base de sa production hydrologique élevée, les captages d'eau de Houngouni (débit moyen mensuel interannuel 66 l/s) et Moinaoupetro (débit moyen mensuel interannuel 347 l/s) y sont installés. Les interventions humaines se résument en termes de cultures pérennes telles que la bananeraie, le giroflier, le jaquier, et de cultures saisonnières dont les champs sont plus concentrés autour de captage de Houngouni. L'élevage des vaches y est aussi pratiqué.

Les problèmes spécifiques observés dans cette zone incluent le mouvement de masse de sols, l'érosion des sols, et l'envasement des captages. En raison de sa forte densité forestière, l'exploitation de bois y est fréquemment pratiquée ce qui a comme conséquence sur le fonctionnement hydrologique du bassin versant. Les analyses de qualité de l'eau aux points de deux captages a révèlent un nombre excessif des coliformes, qui serait due aux effets des excréments des animaux en ces points.

Pendant la période de crue, l'écoulement généré par le bassin versant est suffisamment abondant pour contenir la capacité des réservoirs aux points de deux captages et alimenter la partie aval du bassin. Ceci n'est pas le cas pendant la saison d'étiage où le débit de réserve pour l'écoulement en aval de la rivière n'est pas garanti dans la conception structurelle des réservoirs. Ceci crée une situation où on observe fréquemment l'assèchement de la rivière en aval des captages lors de période d'étiage.

7.2.2 Unité secondaire

Cette unité correspond à une zone du bassin versant qui s'étend du point des captages jusqu'au point où les batis s'intensifient. La superficie du bassin versant en ce lieu est estimée à 1.23 km². Le relief y est aussi accidenté et dominé par des pentes fortes. Contrairement à l'unité primaire, la fréquence de pluie y diminue avec le gradient du relief, si bien que la production hydrologique est faible avec une faible densité de drainage. La zone ne possède pas d'aménagement hydraulique et les interventions humaines y relatives se résument à la pratique d'agriculture, élevage, coupe de bois, et aussi bien l'exploitation de carrière qui domine cette partie du bassin versant. Cette unité du bassin versant connaît actuellement une sorte d'urbanisation compte tenue de la densité de population élevée dans la ville de Mutsamudu. Cependant, les habitations y sont construites sur pente fortes, favorisant ainsi le mouvement de masse de terrain et l'érosion des sols.

Les pratiques culturelles s'accompagnent de la dénudation du terrain et culture en ligne de pente, ce qui favorise le phénomène érosif tel qu'observé actuellement sur le bassin versant de Mutsamudu. On y observe aussi des animaux en divagations. La carrière de graviers est située le long de la vallée du cours d'eau de Mutsamudu, ce qui favorise le remblai de la vallée à partir des extraits des graviers.

7.2.3 Unité tertiaire

C'est la zone à très forte densité démographique et fortement urbanisée, qui se situe en aval du bassin versant de Mutsamudu. La superficie du bassin versant en ce lieu est estimée à 0.86 km². Le relief accidenté y est maîtrisé par l'urbanisation et les pentes sont pour la plupart moyennes. Le degré d'anthropisation favorise plus l'action de ruissellement que l'infiltration, si bien que la production hydrologique est très faible dans cette zone, avec une densité de drainage très faible. Cette unité constitue aussi une zone qui héberge la plupart de grandes institutions de la ville de Mutsamudu et est caractérisée par une intense activité économique. Par manque du système de décharge des déchets, la rivière est devenue est milieu privilégié de décharges des déchets solides et liquides, contribuant ainsi à la pollution de la rivière. Par plusieurs endroits, les installations sanitaires le cours d'eau est utilisé pour la décharge directe des déchets ménagers et sanitaires.

7.3 Mesures de gestion intégrée du bassin versant de Mutsamudu

En fonction des priorités de gestion du bassin versant identifiées lors des ateliers des parties prenantes, il est proposé ici des mesures de gestion qui sont aussi étayées par le modèle d'occupation des sols et celui de gestion des déchets. Les mesures de gestion sont présentées au tableau 10 en fonction des trois unités d'intervention décrites ci-haut.

7.3.1 Modèle d'occupation des sols

Le modèle d'occupation des sols est défini pour les trois unités d'intervention prioritaire, et représente les différentes possibilités d'aménagements en fonction des classes de pentes (Figure 32). Ce modèle s'adapte plutôt à la demande croissante en terre pour l'agriculture tout en cherchant un équilibre harmonieux entre les composantes socioculturelles, économiques et biophysiques du bassin versant. Il montre une recomposition des composantes paysagères reflétant la réalité de la région. Les composantes majeures de ce modèle sont la couverture forestière; les agro-forêts; et les zones de cultures, de maraîchages et de bâtis.

La couverture forestière doit être maintenue sur les versants dont l'inclinaison est supérieure ou égale à 45°. Le drainage étant très rapide, les risques de mouvements de masse ou de décapage sont très élevés. Cette limite de 45° correspond au seuil de déforestation à ne pas dépasser. Suivant cette logique, les sites en vert-foncé sur la carte seront destinés à la restauration forestière. Par contre, le secteur en vert-foncé et hachuré de blanc correspond à la forêt dense humide existante qui doit impérativement être

conservée quelque soit le degré des pentes. Cette partie du massif central Ntringui est classée Aire Protégée dans le cadre du projet OCB (Organisation des Communautés de base) financé par le PNUD.

Les agro-forêts seront maintenues entre 13° et 45° de pentes où le drainage est moyen à rapide. Elles s'adaptent parfaitement à la morphologie du relief accidenté. Face à la croissance des besoins en terre, un «niveau rationnel d'exploitation dans un contexte agroforestier serait probablement un moyen plus efficace pour réaliser un équilibre réaliste entre les problèmes écologiques et socio-économiques » [Stapleton, 1983]. Les essences forestières associées aux cultures jouent le rôle de brise-vent en faveur des cultures, régulent les infiltrations, maintiennent la fertilité du sol et limitent les processus d'érosion.

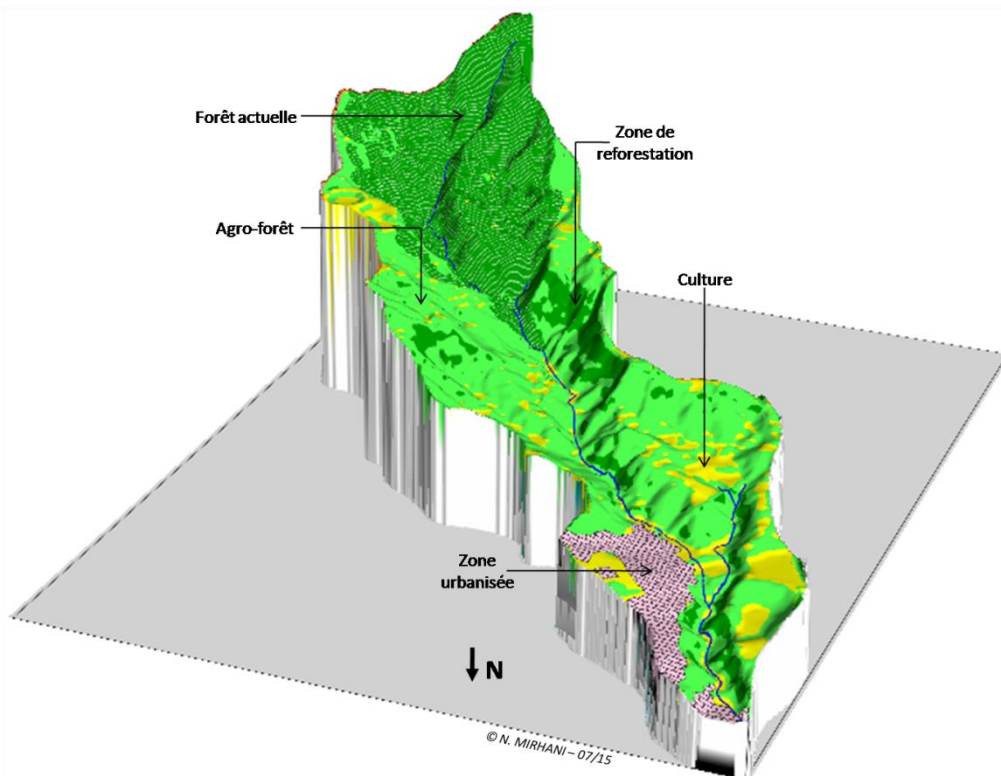


Figure 32 Modèle d'occupation des sols du BVM

Les zones de cultures, de maraîchages et de bâtis concernent les terroirs dont l'inclinaison est inférieure à 13° où le drainage est nul à moyen. Les techniques agronomiques doivent y être améliorées et diversifiées. L'objectif est d'accroître la productivité pour répondre à l'autosuffisance alimentaire et à la demande sur le marché et réduire l'extension des défrichements. Pour mieux protéger les cultures contre les ravages causés par les vents, il y a nécessité d'installer des brise-vents.

Les mesures qui s'imposent pour ce modèle impliquent :

- La proposition d'une typologie d'occupation des sols en fonction des pentes pour une utilisation correcte des terres afin de réduire les risques environnementaux. Le seuil maximal d'extension des zones de culture, de maraichage et de bâtis est de 13° de pente, celui des agro-forêts est atteint à 45°. Le seuil de la déforestation à ne pas

dépasser est fixé à 45° de pente. Mais dans le contexte actuel de la croissance des besoins en terre, nous préconisons l'agroforesterie comme le moyen le plus efficace pour parvenir à une solution équitable entre les problèmes environnementaux et socio-économiques.

- La lutte contre les décapages et les mouvements de masse en associant plusieurs techniques : cultures arbustives ou arborées avec mulch, pâturages et cultures en bandes alternées ; labours, semis, plantations et sarclages en courbes de niveau ; terrasse à l'aide de cordons végétaux, murs en pierres, réseau de fossés collecteurs des eaux reliés à un ravin sur le versant pour s'opposer au déclenchement des glissements, etc.
- La rationalisation des activités anthropiques en misant en premier lieu sur l'agriculture. L'objectif est d'augmenter la production agricole tout en évitant l'utilisation des produits chimiques aux environs des sources, du cours d'eau, des captages et dans les zones de recharge. L'instauration des zones de protection des sites sensibles et l'aménagement des abreuvoirs sont nécessaires pour réduire toute activité susceptible de contaminer les eaux. Les activités du projet devront également se focaliser sur le nettoyage et le curage du cours d'eau surtout vers l'aval par la mise en place d'un mécanisme de gestion durable des déchets. Concernant l'exploitation artisanale de la carrière, une étude d'impact s'impose comme le stipule la législation en vigueur. Un programme associant les riverains dans la réparation des dommages causés par cette exploitation et dans la préservation des ressources naturelles du bassin versant.

7.3.2 Modèle basé sur la gestion intégrée de déchets solides

La problématique de gestion de déchets est un sujet de grande préoccupation pour la population du bassin versant de Mutsamudu et celle d'Anjouan. La gestion des déchets fait aussi partie des thématiques du projet de démonstration GIRE Mutsamudu. Selon Ali et al. (2015), le système de gestion des déchets dans la ville de Mutsamudu consiste en trois zones de collecte publique où la pré-collecte se fait par apport volontaire et les habitants y déposent leurs ordures qui sont par la suite ramassées par un petit camion de la préfecture. Ces déchets sont alors déversés à la mer ou subissent une incinération sauvage, ce qui est loin de couvrir toute la ville. Par conséquent, les populations qui vivent à proximité de la mer, y déversent directement leurs ordures; les autres se contentent d'un simple brûlage à ciel ouvert, ou simple rejet des déchets dans les rivières. Les estimations indiquent qu'à Mutsamudu, 54% des ménages déversent leurs ordures à la mer, 24% dans les rivières et les quelques 20% restant reçoivent le service des associations ou déversent les ordures dans des ravins profonds. Le bilan annuel de déchets à Mutsamudu est estimé à 10161 T/an, soit une moyenne journalière de 27,8 T.

De par leur nature et leur composition, les déchets solides constituent une matière première pour diverses activités économiques, agricoles, artisanales ou industrielles. Le principe mis

en œuvre de ce modèle est donc basé sur l'intégration de la valorisation à la filière de gestion des déchets (WEEPNET, 2014) et inclue les éléments ci-après:

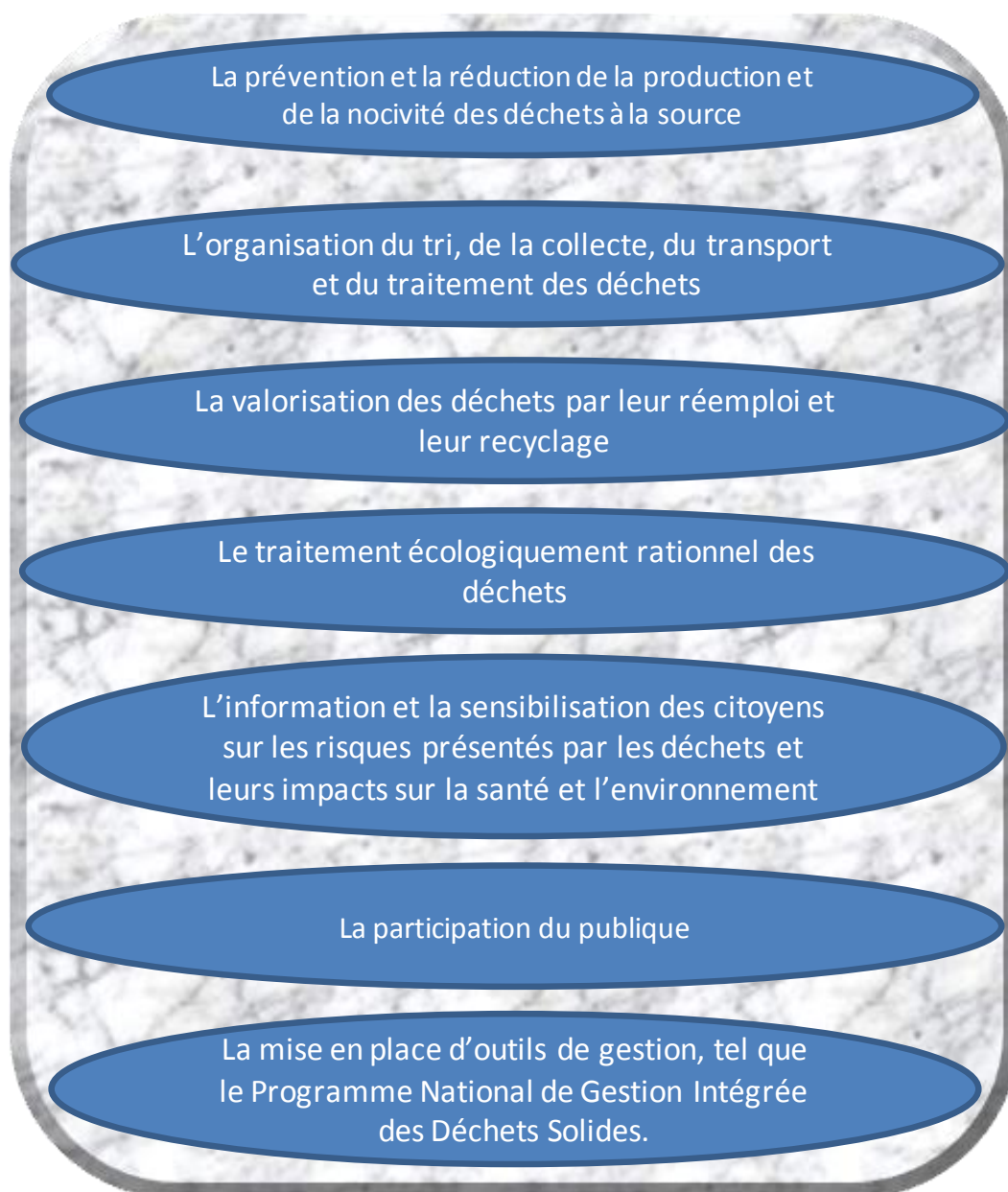


Tableau 12 Cadre logique du plan de gestion intégrée du bassin versant de Mutsamudu (N° voir Tableau 9 ; > : supérieur ; < : inférieur ; = : égal ; VA : Valeur Actuelle; ?: valeur à confirmer par des enquêtes à la source)

| Site d'intervention | Mesures de gestion | Résultats attendus | Indicateurs de suivi | | | Cadre de mise en œuvre |
|---|--|--|----------------------|-----------------|--------------|---|
| | | | N° | Valeur Actuelle | Valeur Cible | |
| Unité Primaire d'intervention | Utilisation du modèle d'occupation des sols | L'érosion des sols contrôlée par l'amélioration de la résistance du sol et la réduction de l'impact du splash pluvial; l'hydraulicité du bassin versant améliorée. | 3.1 | 30.4 | > =VA | Loi relative à l'occupation des sols et impacts environnementaux; Etudes concluantes sur l'érosivité et aptitudes des sols (pluie ponctuelle+infiltration+granulométrie+ Couverture des sols); Plans d'aménagement antiérosif pour prévenir et limiter l'envasement des captages. CGIBVM |
| | | | 3.2 | 6 | < =VA | |
| | | | 3.3 | 20 | < =VA | |
| | | | 3.4 | 35 | < =VA | |
| | | | 3.6 | N/A | < =VA | |
| | | | 3.7 | 1 | > =VA | |
| | | | 1.5 | 30 ; 159 | > =VA | |
| | | | 1.6 | 116 ; 611 | > =VA | |
| | 1.10 | N/A | < =VA | | | |
| | Protection des zones de recharge; préservation d'aire protégé | L'hydraulicité du bassin versant améliorée en favorisant l'infiltration et le temps de résidence et l'écoulement de base | 1.5 | 30 ; 159 | > =VA | |
| | | | 1.6 | 116 ; 611 | > =VA | |
| | | | 1.12 | 0 | > =VA | |
| | | | 3.7 | 1 | > = VA | |
| Reforestation des surfaces déboisées | Amélioration de l'hydraulicité en L'hydraulicité du bassin versant améliorée en favorisant l'infiltration et le temps de résidence et l'écoulement de base | 1.5 | 30 ; 159 | > =VA | | |
| | | 1.6 | 116 ; 611 | > =VA | | |
| Lutte contre l'introduction d'espèces exotiques nouvelles | Ratio pluie effective et ratio ruissellement amélioré; Perte par l'évapotranspiration diminuée | 3.6 | N/A | < =VA | | |
| Redéfinition de la structuration | Le débit de réserve garanti | 1.7 | N/A | 75 à 90% de | | |

| | | | | | | |
|--|--|--|------|-----------|-----------------------------|--|
| | du réservoir aux points de captage par Bypass flow | | | | la fréquence de dépassement | Etudes concluantes sur les sites d'écoulements environnementaux ; Suivi hydrologique ; CGIBVM |
| | Mode de culture et élevage basé sur les mesures de conservation orientées vers la lutte contre l'ablation généralisée. | Impacts du ruissellement des exploitations agricoles sur la pollution et l'envasement des captages réduits | 2.5 | TNPC | 0 | Loi relative à l'occupation des sols et impacts environnementaux; Suivi de qualité de l'eau ; Suivi hydrologique ; CGIBVM |
| | | | 2.6 | TNPC | 0 | |
| | | | 2.7 | 7.9-8.5 | =VA | |
| | | | 2.8 | 1.5-6.66 | <=VA | |
| | | | 2.9 | 60-80 | <=VA | |
| | | | 2.10 | 125 | <=VA | |
| | | | 2.11 | 20.9 | =VA | |
| | | | 2.12 | N/A | 0.03 | |
| | | | 2.13 | N/A | 0.011 | |
| | Concevoir des plans stratégiques et des projets d'investissement qui intègrent les risques et les opportunités liés au changement climatique; Rendre disponible les outils nécessaires pour mieux évaluer les effets du changement climatique et s'y adapter | Pratiques de gestion efficace de l'eau et assainissement mises en place | 9.7 | N/A | >=VA | Loi relative à l'utilisation de technologie peu coûteuse et rentable; Loi instituant des redevances au titre de la protection qualitative et quantitative des ressources en eau; Stratégie d'adaptation; CGIBVM |
| | | | | | | |
| | Mise en place immédiate du périmètre de sécurité autour de la galerie forestière | L'hydraulicité du bassin versant améliorée en favorisant l'écoulement de base ; les berges protégées | 1.5 | 30 ; 159 | >=VA | Loi relative à l'occupation des sols et impacts environnementaux; Loi relative à la protection de l'environnement et au dvp. durable ; Etudes concluantes sur la stabilisation des versants et berges ; CGIBVM |
| | | | 1.6 | 116 ; 611 | >=VA | |
| | | | 1.8 | 1.25 | =VA | |
| | Périmètre de sécurité autour des points de captages ; Suivi environnemental des zones de captages; Construction des bassins de rétention | Impacts du ruissellement des exploitations agricoles sur la pollution et l'envasement des captages réduits | 2.5 | TNPC | 0 | Loi relative à l'occupation des sols et impacts environnementaux; Loi relative à la protection et promotion de la santé humaine; Suivi de qualité de l'eau ; Suivi hydrologique ; |
| | | | 2.6 | TNPC | 0 | |
| | | | 2.7 | 7.9-8.5 | =VA | |
| | | | 2.8 | 1.5-6.66 | <=VA | |
| | | | 2.9 | 60-80 | <=VA | |

| | | | | | | |
|--|--|---|------|-----------|--|--|
| Unité Secondaire d'intervention | | | 2.10 | 125 | <=VA | CGIBVM |
| | | | 2.11 | 20.9 | =VA | |
| | | | 2.12 | N/A | 0.03 | |
| | | | 2.13 | N/A | 0.011 | |
| | | | 2.14 | N/A | - | |
| | Utilisation du modèle d'occupation des sols | L'érosion des sols contrôlée par l'amélioration de la résistance du sol et la réduction de l'impact du splash pluvial; l'hydraulicité du bassin versant améliorée | 3.1 | 30.4 | >=VA | Loi relative à l'occupation des sols et impacts environnementaux; Etudes concluantes sur l'érosivité et aptitudes des sols (pluie ponctuelle+infiltration+granulométrie+ Couverture des sols) ; CGIBVM |
| | | | 3.2 | 6 | <=VA | |
| | | | 3.3 | 20 | <=VA | |
| | | | 3.4 | 35 | <=VA | |
| | | | 3.6 | N/A | <=VA | |
| | | | 3.7 | 1 | >=VA | |
| | | | 1.5 | 30 ; 159 | >=VA | |
| | | | 1.6 | 116 ; 611 | >=VA | |
| | Permis d'urbanisme à l'émergence de bâtis, et aux techniques d'infiltration et de rétention d'eau | Ruissellement de surface et de la pollution non diffuse contrôlés | 2.5 | TNPC | 0 | Loi relative à l'occupation des sols et impacts environnementaux; Loi relative à la protection de l'environnement et au dvp. Durable ; Suivi de qualité de l'eau ; CGIBVM |
| | | | 2.6 | TNPC | 0 | |
| | | | 2.7 | 7.9-8.5 | =VA | |
| | | | 2.8 | 1.5-6.66 | <=VA | |
| | | | 2.9 | 60-80 | <=VA | |
| | | | 2.10 | 125 | <=VA | |
| | | | 2.11 | 20.9 | =VA | |
| | | 2.12 | N/A | 0.03 | | |
| | | 2.13 | N/A | 0.011 | | |
| | | 2.14 | N/A | - | | |
| Contrôle et curage des dépôts et atterrissements rocheux venant dans le cours d'eau de la carrière | L'impact des dépôts successifs sur le cours d'eau contrôlé, la charge solide réduite, les caractéristiques morphométriques du cours d'eau préservées | 1.8 | 1.25 | =VA | Loi relative à l'occupation des sols et impacts environnementaux; Loi relative à la protection de l'environnement et au dvp. durable ; Etudes concluantes sur le transport solide; Etudes concluantes sur la stabilisation des versants et berges ; CGIBVM | |
| | | 1.10 | N/A | - | | |
| Prévention contre l'affaissement et érosion des berges | L'impact des dépôts successifs sur le cours d'eau contrôlé, la charge solide réduite, les caractéristiques morpho | 1.8 | 1.25 | =VA | Loi relative à l'occupation des sols et impacts environnementaux; Loi relative à la protection de l'environnement et au dvp. durable ; | |
| | | 1.10 | N/A | - | | |

| | | | | | |
|---|--|------|----------|-------|--|
| | métriques du cours d'eau préservées ; les barges stabilisés | | | | Etudes concluantes sur le transport solide; Etudes concluantes sur la stabilisation des versants et berges ; CGIBVM |
| Mode de culture et élevage basé sur les mesures de conservation orientées vers la lutte contre l'ablation généralisée | Impacts du ruissellement des exploitations agricoles sur la pollution et l'envasement des captages réduits | 2.5 | TNPC | 0 | Loi relative à l'occupation des sols et impacts environnementaux; Suivi de qualité de l'eau ; Suivi hydrologique ; CGIBVM |
| | | 2.6 | TNPC | 0 | |
| | | 2.7 | 7.9-8.5 | =VA | |
| | | 2.8 | 1.5-6.66 | <=VA | |
| | | 2.9 | 60-80 | <=VA | |
| | | 2.10 | 125 | <=VA | |
| | | 2.11 | 20.9 | =VA | |
| | | 2.12 | N/A | 0.03 | |
| | | 2.13 | N/A | 0.011 | |
| | | 2.14 | N/A | - | |
| Encadrement des agriculteurs pour la mise en œuvre du programme des pratiques culturales améliorées PPCA | Exploitants agricoles inscrits au PPCA | 6.1 | 45 | 45 | Loi relative à l'utilisation de la meilleure technologie disponible; CGIBVM |
| Réhabilitation de la station de chloration du système de traitement d'eau ; Lavage quotidien des filtres | Colmatage de la couche filtrante évité; Normes de potabilité d'eau de boisson améliorées. | 2.14 | 14 (?) | <VA | Loi relative au droit de l'eau et à la protection de la santé humaine; Enquête socio-économique approfondie sur la fréquence des maladies hydriques ; Plan Directeur d'aménagement des ressources en eau définissant les choix stratégiques de mobilisation, affectation et utilisation des ressources en eau. CGIBVM |
| Programmes de sensibilisation sur les impacts des pratiques d'utilisation des sols | Exploitants de bois et de carrières inscrits aux programmes de sensibilisation | 6.1 | 45 | 45 | CGIBVM |
| | | 6.2 | 35 | 35 | |
| | | 6.3 | 20 | 20 | |
| | | 6.4 | N/A | = VA | |
| Programmes de sensibilisation | Existence du réseau de collecte | 2.2 | 0 | >VA | Pollueur payeur; |

| | | | | | | |
|--|---|--|----------|----------|--|--|
| | des riverains sur le recyclage et gestion des déchets | et recyclage des déchets et nombre des ménages ayant adhéré ; | 2.3 | 0 | >VA | Suivi de qualité de l'eau; CGIBVM |
| | | Utilisation des installations sanitaires améliorées | 2.4 | 10 | 75 | |
| Unité tertiaire d'intervention | Education mésologique et planning familial | Taux de croissance démographique stabilisé | 4.2 | 2.5 | <=VA | CGIBVM |
| | Permis d'urbanisme à l'émergence de bâtis, et aux techniques d'infiltration et de rétention d'eau | Pollution non diffuse contrôlée | 2.5 | TNPC | 0 | Loi relative à l'occupation des sols et impacts environnementaux; Loi relative à la protection de l'environnement et au dvp. Durable ; Suivi de qualité de l'eau ; CGIBVM |
| | | | 2.6 | TNPC | 0 | |
| | | | 2.7 | 7.9-8.5 | =VA | |
| | | | 2.8 | 1.5-6.66 | <=VA | |
| | | | 2.9 | 60-80 | <=VA | |
| | | | 2.10 | 125 | <=VA | |
| | | | 2.11 | 20.9 | =VA | |
| | | | 2.12 | N/A | 0.03 | |
| | 2.13 | N/A | 0.011 | | | |
| | 2.14 | N/A | - | | | |
| | Utilisation du modèle de gestion des déchets | Charge polluante réduite ; Pollution diffuse et pollution non diffuse contrôlées | 2.5 | TNPC | 0 | Loi relative à l'occupation des sols et impacts environnementaux; Loi relative à la protection de l'environnement et au dvp. Durable ; Loi relative à la protection et promotion de la santé humaine; Pollueur payeur ; Suivi de qualité de l'eau ; CGIBVM |
| | | | 2.6 | TNPC | 0 | |
| | | | 2.7 | 7.9-8.5 | =VA | |
| 2.8 | | | 1.5-6.66 | <=VA | | |
| 2.9 | | | 60-80 | <=VA | | |
| 2.10 | | | 125 | <=VA | | |
| 2.11 | | | 20.9 | =VA | | |
| 2.12 | | | N/A | 0.03 | | |
| 2.13 | N/A | 0.011 | | | | |
| 2.14 | N/A | - | | | | |
| Mise en place d'une station d'épuration des eaux usées | Pollution par recyclage des eaux usées réduite et contrôlée | 2.2 | 0 | >VA | Etudes concluantes sur le système de traitement des eaux usées; Etudes concluantes sur les normes de rejet et obligation de prétraitement; | |

| | | | | | |
|---|---|------|---------|------|---|
| | | | | | Loi relative à la gestion, contrôle, et élimination des déchets ; CGIBVM |
| Mise en place d'un réseau de collecte et traitement des déchets | Pollution par recyclage des eaux usées réduite et contrôlée; Existence du réseau de collecte et recyclage des déchets et nombre des ménages ayant adhéré | 2.3 | 0 | >VA | Loi cadre impacts environnementaux ; Loi relative à la gestion, contrôle, et élimination des déchets définissant le principe d'une gestion intégrée des déchets ; Etudes concluantes sur le site de décharge et enfouissement des déchets Pollueur payeur ; Suivi de qualité de l'eau ; CGIBVM |
| Programmes de sensibilisation des riverains sur le recyclage et gestion des déchets | Existence du réseau de collecte et recyclage des déchets et nombre des ménages ayant adhéré | 2.2 | 0 | >VA | Loi cadre pollueur payeur ; |
| | | 2.3 | 0 | >VA | Loi instituant des redevances au titre de la protection qualitative des ressources en eau; |
| | Utilisation des installations sanitaires améliorées | 2.4 | 10 | 75 | Suivi de qualité de l'eau ; CGIBVM |
| Implantation du site d'écoulements environnementaux | Classe de gestion écologique; Qualité de l'habitat aquatique restaurée | 1.11 | 0 | >VA | Loi cadre impacts environnementaux ; Suivi de qualité de l'eau ; Suivi hydrologique ; CGIBVM |
| Promotion des attraits touristiques; Evacuation des embâcles et zones d'accumulation le long a l'exutoire du cours d'eau | Qualité de l'habitat aquatique restaurée | 1.11 | 0 | >VA | Loi cadre impacts environnementaux ; Pollueur payeur ; Suivi de qualité de l'eau ; CGIBVM |
| Utilisation efficiente du système de distribution et approvisionnement en eau | Fuites et pertes réduites | 5.2 | 50 | <50 | Loi relative à l'utilisation de technologie peu couteuse et rentable; |
| | Taux d'accès à l'eau potable amélioré | 5.3 | 0 | >50 | Loi instituant des redevances au titre de la protection qualitative et quantitative des ressources en eau; |
| | | 2.14 | 14 (?) | < VA | Education mésologique; CGIBVM |

8. Stratégie de mise en Œuvre

La stratégie de mise en œuvre a été peaufinée sur base des échanges entre les parties prenantes, et repose sur la mise en place d'un comité de gestion du bassin versant, le renforcement du cadre légal et réglementaire de gestion des ressources en eau, un programme de renforcement des capacités des parties prenantes sur les outils de mise en œuvre de la GIRE et un réseau optimal de suivi hydrométéorologique du bassin versant.

8.1 Comité de gestion du bassin versant de Mutsamudu

Les problèmes de gestion des ressources en eau à l'échelle d'un bassin versant nécessitent la mise en place d'un processus dynamique de participation et concertation. Une variante de cette approche est le Comité de Gestion Intégrée du Bassin Versant (CGIBV), fédéré sur base d'un protocole d'accord reposant sur la concertation et la coordination entre les différents acteurs, gestionnaires et usagers directs ou indirects de l'eau de ce bassin. Ces acteurs sont réunis sous la forme d'un comité de rivière et élaborent ensemble un programme d'action pour gérer les ressources à l'échelle du bassin versant. Dans un sens plus globalisant, le CGIBV constitue un cadre de mise en œuvre de la GIRE, qui traduit une volonté réelle des intervenants à trouver solutions aux problèmes de gestion des ressources en eau du bassin versant dans un environnement adéquat.

Quelques éléments fondamentaux du principe du CGIBV:

- Une volonté réelle de trouver des solutions aux problèmes de gestion intégrée du bassin versant ;
- Un besoin de disposer d'un espace de concertation et un environnement adéquat;
- La promotion des compétences locales disponibles et désireuses de s'impliquer;
- La méthodologie (participative et consensuelle) ancrée dans la culture locale;
- Un intérêt réel vis-à-vis du caractère durable du processus de mise en œuvre des priorités et mesures de gestion du bassin versant.

Dans ce processus, tous les acteurs ou parties prenantes du bassin versant (pouvoirs publics, riverains, pêcheurs, scientifiques, industriels, agriculteurs, défenseurs de la nature) sont mis autour de la même table en vue de définir consensuellement, chacun dans le cadre de ses compétences, un programme d'actions pour restaurer, protéger et valoriser la qualité des cours d'eau, de leurs abords et des ressources en eaux du bassin, mais aussi pour concilier leurs multiples fonctions et usages (Figure 33). Il s'agit belle et bien d'une plate-forme commune et un lieu d'intérêt, pour exprimer leurs souhaits sur la qualité de leurs cours d'eau, pour entendre

et prendre en compte le point de vue des autres et ainsi établir ensemble des priorités dans les actions à programmer.



Figure 33 Illustration d'un comité de gestion de rivière (Sama et Rosillon, 2009)

Dans le bassin versant de Mutsamudu, bien que le processus de participation des intervenants aie été enclenché, il demeure vrai que cela ne repose pas sur une procédure systémique devant entrainer ou aboutir à une plate-forme ou un comité qui génère suffisamment de confiance pour l'adhésion de tous, la mobilisation des ressources, et la mise en œuvre des objectifs de gestion du bassin versant. Il est dès lors possible de fédérer cette dynamique à travers la mise en place d'un CGIBV qui assurera la mise en œuvre de ce plan de gestion intégrée du bassin versant de Mutsamudu. Le tableau 11 présente les étapes à suivre pour initier les CGIBVM dans le cadre de mise en œuvre de ce plan de gestion de bassin versant.

Tableau 13 Phases et calendrier de mise en œuvre du CGIBVM

| No | Phases de mise en œuvre du Comité de Gestion Intégrée du Bassin Versant de la Rivière de Mutsamudu | Calendrier de mise en œuvre | | | | | | | | | | Responsable | |
|-----|---|-----------------------------|----------|----------|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|-------------|--|
| | | 2015 | | | 2016 | | | | | | | | |
| | | Octobre | Novembre | Décembre | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | | |
| 1 | Identifier et sensibiliser les acteurs à la mise en place du CGIBVM | | | | | | | | | | | | PROJET GIRE ET UCEA, Consultant National |
| 2 | Elaborer les TdRs de mise en place du CGIBVM | | | | | | | | | | | | Consultant National |
| 2.1 | Mission, structure et fonctionnement | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 | Règlement d'Ordre Intérieur du fonctionnement du comité | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 | Partenaires | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 | Groupes thématiques | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 | Besoins et programme de renforcement des capacités | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Valider et mettre en place le comité | | | | | | | | | | | | PROJET GIRE, UCEA, Partenaires |
| 4 | Assurer le renforcement des capacités du comité et son appropriation du plan de gestion intégrée du bassin versant de la rivière de Mutsamudu | | | | | | | | | | | | PROJET GIRE, UCEA, partenaires |
| 5 | Elaborer le programme d'actions du comité | | | | | | | | | | | | PROJET GIRE, UCEA, partenaires, CGIBVM |
| 6 | Assurer la sensibilisation, la coordination et le suivi du programme d'actions du comité | | | | | | | | | | | | CGIBVM |

8.2 Cadre législatif et réglementaire

Le cadre législatif et réglementaire proposé pour la mise en œuvre du PGIBVM repose sur les fonctions de base de la GIRE, qui incluent la protection et utilisation de la ressource, la prévention de la pollution, la protection de la santé humaine, l'eau pour l'environnement, le

suivi des ressources en eau, le renforcement des capacités, et la participation du publique. Ces fonctions s'appuient sur les principes desquels découle le cadre réglementaire de gestion des ressources en eau, à savoir :

- La règle de débit minimum: Il devrait y avoir suffisamment d'eau pour les utilisateurs en aval.
- La doctrine de priorité d'utilisation: Certains types d'utilisation de l'eau méritent priorité.
- Le principe de besoins de base: Chaque individu a le droit d'accès à des ressources pour ses besoins de base.
- Le principe d'équité intergénérationnelle: Les générations futures ne devraient pas être privées de l'accès aux ressources de base, bien que la base de ressource elle-même peut changer dans la composition (par exemple, les connaissances, la technologie et l'infrastructure).
- Le principe de prévention: S'il existe une preuve scientifique qu'une certaine activité entraîne un problème à l'environnement, des mesures doivent être prises pour l'empêcher.
- Stand-still principe: La qualité de l'environnement devrait au moins rester à son niveau actuel.
- Le principe de Meilleure Technologie Disponible: Les gens devraient utiliser la meilleure technologie disponible, afin de minimiser la pression sur l'environnement.
- Le principe de pollueur-payeur: L'individu ou l'organisation qui inflige des dégâts sur le système des ressources naturelles devraient payer pour redresser le dommage.

- Le principe d'évaluation préalable d'impact: Les activités qui peuvent affecter gravement le fonctionnement de la société ou l'environnement doivent être précédées d'une évaluation approfondie de l'impact social et environnemental.
- Le principe de précaution: Les gouvernements doivent assurer la sécurité des personnes, y compris la sécurité alimentaire, les soins de santé, la protection contre les catastrophes, la prévention des risques, la conservation des ressources naturelles et un environnement.

Protection des ressources et utilisation des ressources

L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation; sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général. Les activités liées à l'utilisation de l'eau devraient être réalisées avec le but de minimiser ou de provoquer le moins d'effets néfastes possibles sur l'environnement naturel. Des plans rationnels de mise en valeur des eaux de surface, des eaux souterraines et d'autres

sources possibles doivent être appuyés en même temps par des mesures de protection des eaux et de limitation maximale du gaspillage.

Prévention de la pollution et protection de la santé humaine

Toute personne qui utilise les ressources en eau est chargée de prendre des mesures pour prévenir la leur pollution. Si ces mesures ne sont pas prises, l'institution de gestion de l'eau concerné peut faire tout ce qui est nécessaire pour prévenir la pollution ou à remédier à ses effets, et de recouvrer tous les coûts raisonnables proportionnellement des personnes responsables de la pollution. Les mesures peuvent inclure:

- Cesser, modifier ou contrôler tout acte ou processus responsables de la pollution;
- Se conformer à une norme de déchets prescrit ou pratique de gestion;
- Contenir ou prévenir le mouvement des polluants
- Eliminer toute source de la pollution;
- Remédier aux effets de la pollution; et
- Remédier aux effets de toute perturbation sur le lit et les berges du cours d'eau.

Les procédures conçues pour satisfaire les exigences de qualité de l'eau des utilisateurs sans altérer la qualité de l'eau naturelle devraient être établies.

L'eau pour l'environnement

L'eau supporte une variété d'organismes et maintien la biodiversité. L'environnement est un utilisateur légitime de l'eau, et l'allocation et usage de l'eau pour aux fins de l'environnement doivent être reconnues et un accent doit y être mis. Le gouvernement a un rôle de veiller à ce que les projets de développement soient effectués si seulement ils sont compatibles avec les valeurs environnementales et écologiques attachés aux ressources en eau. Tout changement de l'environnement doit être suivi en vue d'encourager les améliorations et minimiser les impacts néfastes minimisés. Les connectivités inextricables entre l'atmosphère, l'eau et le sol doivent être reconnus étant donné que les utilisations et occupations des sols ont une majeure influence sur les écoulements et la qualité de l'eau.

Suivi, évaluation et diffusion de l'information

Une base solide d'information et de connaissances sur les ressources en eau est cruciale pour toutes les activités de gestion de ces ressources. Le suivi, la collecte, l'enregistrement, l'évaluation et la diffusion de l'information sur les ressources en eau est d'une importance capitale pour atteindre les objectifs de de la GIRER. Il est du devoir de l'autorité responsable d'établir des réseaux de suivi dans le but de faciliter le suivi continu et coordonnée des différents aspects des ressources en eau par la collecte d'informations et de données

pertinentes, au travers des procédures et mécanismes mis en place, notamment les organes de l'Etat, les institutions de gestion de l'eau et des usagers de l'eau. Les réseaux doivent fournir des informations nécessaires pour évaluer, entre autres questions:

- La quantité d'eau dans les différents domaines d'utilisation de l'eau;
- La qualité des ressources en eau;
- L'utilisation des ressources en eau;
- La réhabilitation des ressources en eau;
- Conformité avec les objectifs de qualité des ressources;
- La santé des écosystèmes aquatiques.

Renforcement des capacités

La formation et le développement des aptitudes liées aux diverses fonctions de gestion de l'eau est une composante essentielle si les objectifs et les bénéfices de la gestion durable des ressources en eau doivent être réalisés.

Participation des parties prenantes

La pierre angulaire du plan GIRE repose sur sa capacité à permettre au public de participer à la gestion des ressources en eau au sein de leurs zones de gestion de l'eau. Les utilisateurs ont un rôle important à jouer et leur participation devraient être encouragée par le biais d'une approche participative.

8.3 Programme de renforcement de capacités sur les outils de mise en œuvre de la GIRE

Le tableau ci-après présente le programme de formation des formateurs pour le renforcement des capacités à l'échelle nationale en outils de la mise en œuvre de GIRE

Tableau 14 Fiche synthèse du programme de renforcement des capacités sur les outils de mise en œuvre de la GIRE

| No | Titre | Description |
|----|----------------------------------|---|
| 1 | Thème de la formation | Outils de Mise en oeuvre de la GIRE |
| 2 | Contexte et Justification | <p>L'importance de l'eau à l'échelle planétaire ne peut plus être évoquée d'avantage. L'eau est vitale, non seulement pour la population humaine en termes de consommation, mais elle est aussi directement et indirectement liée a plusieurs autres domaines de l'existence tels que l'agriculture, l'environnement, le tourisme, l'économie et la santé. Assurer la durabilité de cette ressource est devenu sujet de préoccupation mondiale, et c'est la raison pour laquelle la gestion des ressources en eau (GIRE) est un outil important.</p> <p>L'Union des Comores traverse une période critique de son histoire où le pays entend relever de nombreux défis de son développement socio-économiques. L'un de ces grands défis demeure la gestion durable du secteur de l'eau et des ressources y associées. C'est dans ce contexte que la mise en œuvre de la GIRE devient impérative pour l'Union des Comores. En outre, il existe une incertitude généralisée en ce qui concerne ou ce qui signifie mettre en œuvre l'approche GIRE à la gestion des ressources en eau sur le terrain.</p> <p>La GIRE est un procédé systématique de mobilisation, d'allocation, d'utilisation et de la protection des ressources en eau en vue de réaliser les objectifs de développement socio-économique, tout en préservant la capacité de charge environnementale. Le concept de la GIRE s'inscrit en opposition à la gestion sectorielle, fragmentaire et centralisée des ressources en eau et est à son niveau le plus fondamental concerné par le développement durable, l'intégrité environnementale, l'équité et l'efficacité économique. A cet effet, le développement des politiques, les réformes institutionnelles et législatives, l'information et le suivi de la ressource, et les incitations économiques sont des outils appropriés qui fournissent un environnement favorable à la mise en œuvre de la GIRE. Ainsi pour chaque pays, l'intégration de ces éléments à un niveau acceptable constitue la mise en œuvre de la GIRE.</p> |
| 3 | Objectif | L'objectif général du cours est de développer les capacités des parties prenantes à comprendre et mettre en œuvre le concept GIRE. Cela permettra d'assurer qu'il y a une bonne compréhension des processus et des fonctions de gestion des ressources en eau à l'échelle nationale et des actions appropriées en vue de l'amélioration progressive de la |

| | | |
|---|------------------------------|---|
| | | gouvernance de l'eau. |
| 4 | Approche | Cours théorique et pratique centré sur les présentations en plénières et discussions, des travaux de groupe, visite sur le terrain et de discussions interactives menées par des personnes ressources ayant une expérience pratique de la mise en œuvre de GIRE. Pour rendre la formation plus axée sur la pratique, des études de cas, des exemples pratiques, des exercices de groupe et des séances de partage d'expérience, y compris les visites de terrain seront facilitées. |
| 5 | Groupe cible | <ul style="list-style-type: none"> • Gestionnaires des ressources naturelles • Planificateurs et décideurs politiques • Les éducateurs, formateurs et enseignants à la recherche d'outils clairs et concis pour la mise en œuvre de la GIRE • Gestionnaires des bassins versants |
| 6 | Résultats attendus | <ul style="list-style-type: none"> • Les participants sont familiarisés avec le concept de la GIRE • L'expérience et connaissance partagées entre les participants • Les capacités des participants à comprendre et à mettre en œuvre des éléments clés de la GIRE renforcées • La coordination intersectorielle de la gestion des ressources en eau améliorée. |
| 7 | Modules | <ul style="list-style-type: none"> • Introduction à la notion de bassin de versant • Cycle hydrologique et les systèmes des ressources en eau à l'échelle d'un bassin versant • Introduction à la GIRE • Fonctions GIRE et processus de mise en œuvre de la GIRE • Plans GIRE • Outils de mise en œuvre de la GIRE • Etude des cas |
| 8 | Localisation et durée | Un cours à caractère national et la localisation dépendra des conditions d'accessibilité. Le cours est prévu pour une durée de 120 Heures Environ 90 personnes participeront à la formation organisée en trois sessions de 40 heures pour un total de 120 heures. |
| 9 | Budget | Le montant estimatif est de 100000 dollars US (Cent mille dollars US) |

8.4 Réseau optimal de suivi hydro-météorologique

L'une de grandes contraintes relevées dans le processus d'élaboration du plan de gestion intégrée du bassin versant de Mutsamudu est l'absence des données de suivi hydrométéorologique et de qualité de l'eau. En vue d'une mise en œuvre effective du plan de gestion du bassin versant de Mutsamudu, il est opportun de mettre en place un réseau optimal de suivi hydrométéorologique capable de générer l'information appropriée à l'échelle spatiale et temporelle requise. Un réseau de mesures hydrologiques regroupe des activités relatives à la collecte de données, conçues et traitées en vue d'atteindre un objectif ou un ensemble d'objectifs compatibles. Le réseau devrait être conçu de façon à maximiser les retombées économiques. Le réseau optimal est celui qui permet de maximiser la mise en valeur de la gestion des ressources en eau, compte tenu du niveau général de développement économique et des besoins environnementaux. Ce réseau fournira le cadre de développement futur permettant de répondre aux besoins d'information pour des usages spécifiques de l'eau.

La conception complète d'un réseau répond aux questions suivantes, en rapport avec la collecte des données hydrologiques :

- Quelles variables hydrologiques faut-il observer ?
- Où doivent-elles être observées ?
- À quelle fréquence doivent-elles être observées ?
- Quelle doit être la durée du programme d'observation ?
- Quelle exactitude doivent avoir les observations ?

Les types des données requises pour l'information des ressources en eau du bassin versant de Mutsamudu et les méthodes et équipements de mesures sont présentés dans le tableau 15. Bien que le bassin versant de Mutsamudu soit petit en superficie (6.9 km²), sa localisation sur un gradient de relief abrupt influence largement la distribution spatiale des variables météorologiques. Le tableau 16 présente les types des mesures et recommandation par site d'intervention prioritaire, tels que décrits plus haut.

Tableau 15 Types des données requises pour l'information des ressources en eau du BVM

| Types de données | Variables | Méthodes de mesures et équipements |
|-------------------------|---|--|
| Météorologie | Pluviométrie, Température, Humidité relative, Vent, Ensoleillement | Une station météorologique complète |
| Hydrométrie | Hauteur d'eau [m] | Une échelle limnométrique |
| | Débit liquide [m ³ /s] | Acoustic Pulse-Spectral-Correlation Technology (Système stationnaire, le niveau d'eau et le débit. Mesure aussi certains paramètres de qualité de l'eau. Mieux adaptés aux petites et moyennes rivières, et aux canaux |
| | Charge solide [mg/l] | Kit de mesure multi-paramètres |
| Eau souterraine | Piézométrie [m] ; Recharge [mm] | Piézomètres |
| Qualité de l'eau | T° | Thermomètre à mercure et Thermo sonde ; Kit de mesure multi-paramètres |
| | pH | Colorimétrie et électrochimie (sonde sélective); Kit de mesure multi-paramètres |
| | Conductivité électrique (μ S/cm) | Mesure à l'aide d'un conductivimètre et d'une électrode, la température de l'échantillon étant maintenue à 25 °C ; Kit de mesure multi-paramètres |
| | Turbidité (UNT) | Mesure par néphélométrie de la lumière dispersée par les particules en suspension de l'échantillon par rapport à l'intensité de la lumière dispersée dans les mêmes conditions par des suspensions standard de formazine; Kit de mesure multi-paramètres |
| | Matières en suspension | Pesée du filtre vierge. Filtration sur membrane GF/C 1,2 μ m. Séchage du filtre à 105 °C puis nouvelle pesée. Le poids des matières en suspension est obtenu par différence des poids ; Kit de mesure multi-paramètres |
| | Oxygène dissous (mg/l) et pourcentage de saturation en O ₂ (%) | électrochimie (sonde de Clarck, sonde optique), méthode de Winckler; Kit de mesure multi-paramètres |
| | Demande Biochimique en Oxygène (DBO ₅) (mg/l) | Dosage électrométrique de la quantité d'oxygène consommée par la matière oxydée par des bactéries pendant une période de 5 jours d'incubation à 20 °C. |
| | Azote total | Filtration sur membrane GF/C 1,2 μ m. Digestion U.V. suivie d'un dosage colorimétrique automatisé avec le sulfate d'hydrazine. |
| | Coliformes fécaux | Filtration sur membrane stérile de 0,45 μ m. Incubation sur milieu de culture m-Fc à 44,5 ϕ C pour 24 heures. |

Tableau 16 Types de mesures et recommandation par site d'intervention prioritaire

| Site d'intervention | Types de mesures | Recommandation | Organisme de suivi |
|-------------------------|------------------|---|--|
| Unité Primaire | Météorologie | Une station météorologique complète | CGIVM, Direction de l'eau , Direction de l'environnement, ANACM |
| | Hydrométrie | Un limnigraphe à Houngouni | CRM, Direction de l'eau , Direction de l'environnement, ANACM |
| | | Acoustic Pulse-Spectral-Correlation Technology à Moïnaoupetro | CGIVM, Direction de l'eau , Direction de l'environnement, ANACM |
| | | Kit de mesure multi-paramètres à Houngouni et Moïnaoupetro | CGIVM, Direction de l'eau , Direction de l'environnement, ANACM |
| | Eau souterraine | 2 Piézomètres sur Houngouni | CGIVM, Direction de l'eau , Direction de l'environnement, ANACM |
| | | 4 Piézomètres sur Moïnaoupetro | CGIVM, Direction de l'eau , Direction de l'environnement, ANACM |
| | Qualité de l'eau | Site d'échantillonnage au captage d'Houngouni | CGIVM, Direction de l'eau , Direction de l'environnement, ANACM, Laboratoire d'analyse à l'Université de Comores |
| | | Site d'échantillonnage au captage de Moïnaoupetro | CGIVM, Direction de l'eau d'Anjouan, ANACM, Laboratoire d'analyse à l'Université de Comores |
| Unité Secondaire | Météorologie | Un pluviographe enregistreur | CRM, Direction de l'eau , Direction de l'environnement, ANACM |
| | Hydrométrie | Un limnigraphe à l'exutoire de l'unité secondaire | CGIVM, Direction de l'eau , Direction de l'environnement, ANACM |
| | Qualité de l'eau | Un site d'échantillonnage à l'exutoire de l'unité secondaire | CGIVM, Direction de l'eau , Direction de l'environnement, ANACM, Laboratoire d'analyse à l'Université de Comores |
| Unité Tertiaire | Météorologie | Réhabiliter la station météorologique de Mutsamudu | CGIVM, Direction de l'eau , Direction de l'environnement, ANACM |
| | Qualité de l'eau | Un site d'échantillonnage à l'exutoire de l'unité tertiaire | CGIVM, Direction de l'eau , Direction de l'environnement, ANACM, Laboratoire d'analyse à l'Université de Comores |

9. Conclusion et recommandations

Le présent travail est exécuté dans le cadre du projet de démonstration GIRE sur le bassin versant de Mutsamudu, qui vise la réalisation de la gestion durable des ressources en eau, mettant l'accent sur la GIRE, et incluant l'utilisation rationnelle l'eau, l'assainissement et la protection des sources. L'objectif global du projet de démonstration GIRE est donc d'améliorer les conditions de vie des habitants, à travers le développement et la mise en œuvre d'un plan de gestion intégrée du bassin versant de la rivière Mutsamudu.

L'élaboration du plan de gestion intégrée du bassin versant est une démarche qui nécessite la prise en compte de toutes les composantes de l'environnement physique, socio-économique et politique du bassin, et par conséquent, nécessite une approche holistique en vue d'aboutir à une vision commune de gestion durable des ressources en eau. En vue d'étayer l'élaboration du PGIBVM, les travaux d'évaluation socio-économique, cartographie du bassin versant et évaluation des ressources en eau ont été réalisés entre Juin et Août 2015. Ces travaux, soutenus par les contributions des parties prenantes, des visites de reconnaissance sur terrain et la revue de littérature ont fournis des éléments de base sur lesquels se fonde le PGIBVM.

Les grands axes de ce PGIBVM reposent sur les priorités de gestion telles qu'identifiées lors des consultations participatives à travers les ateliers des parties prenantes. Ces priorités sont:

- Réduire la pollution par le contrôle de décharge des déchets,
- Réduire l'érosion du sol et la sédimentation des réservoirs par la lutte contre les activités de dégradation du bassin versant,
- Fournir l'eau potable à la population,
- Assurer un environnement aquatique propice au maintien des services rendus par le bassin versant.

Il est ressorti des échanges d'expertise, visites de terrain, des travaux de caractérisation physique et socio-économique du bassin versant que la sectorisation du bassin versant en trois unités d'intervention prioritaire répondrait mieux à la vision globale de gestion intégrée, tout en adressant des problèmes spécifiques de chaque unité. Ces unités d'intervention consistent en une unité primaire aux conditions environnementales quasi naturelles, une unité secondaire aux conditions environnementales semi-naturelles et à faible densité de population, et une unité tertiaire comprenant un milieu fortement anthropisé avec une densité de population très élevée. Un modèle d'occupation des sols et un modèle basé sur un réseau de collecte et recycle des déchets solides ont été proposés en appui aux mesures de gestion du bassin versant de Mutsamudu. Les mesures de gestion identifiées pour le PGIBVM sont donc fonction de ces considérations précitées, et impliquent des aspects structurels et non structurels, tout en

tenant compte des dimensions environnementale, socio-économique, politique et juridique de mise en œuvre de la GIRE.

La mise en œuvre d'un plan de gestion du bassin versant nécessite la mise en place d'un processus dynamique de participation et concertation. Une variante de cette approche est le CGIBVM qui fait l'objet du cadre de mise en œuvre du PGIBVM.

La recommandation principale qui sort de ce rapport consiste en la mise en place dans un plus bref délai du CGIBVM en vue d'assurer la mise en œuvre du plan de gestion intégrée du bassin versant. L'une des tâches principales du CGIBVM devrait être l'élaboration du programme d'actions sur base des mesures de gestion identifiées dans le PGIBVM et la mobilisation des ressources techniques et financières. Le CGIBVM devrait aussi assurer l'application du cadre législatif contenant des lois spécifiques aux mesures de gestions, et aussi initier l'adoption des nouvelles lois telle que la loi sur le débit de réserve. Compte tenu de son expérience avérée sur la mise en place des comités des rivières, l'UCEA est chargée d'accompagner l'éventuelle CGIBVM.

10. Leçons apprises

Il n'existe pas un petit bassin versant, mais il existe des problèmes du bassin versant qui déterminent la démarche à suivre pour l'élaboration du plan de gestion intégrée. Ceci veut dire que la démarche pour l'élaboration du plan de gestion intégrée de bassin versant peut être complexe compte tenu du niveau de complexité des problèmes, et ceci indépendamment de la superficie du bassin versant. Ces problèmes incluent le niveau de dégradation environnemental dans le bassin versant, l'organisation du cadre institutionnel et législatif, et sont aggravés par l'absence de données de suivi pour faire un diagnostic. Le temps nécessaire à l'élaboration d'un plan de gestion dans un pareil contexte est exigé.

L'initialisation d'un projet de démonstration GIRE devrait être accompagnée d'une mise en œuvre du processus de suivi de données nécessaires à la réalisation des objectifs de gestion. Les données qui nécessitent des mesures échelonnées dans le temps, telles que celles de suivi hydrométéorologique et de la qualité de l'eau devraient être une priorité.

Les consultations participatives sont une étape clé dans le processus d'élaboration d'un plan de gestion intégrée du bassin versant.

Références

- ALI,A.S., EL BARI,H., BELHADJ,S., KAROUACH, F., JOUTE,Y., GRADI,Y., 2015. Contribution à l'amélioration de la gestion des déchets ménagers aux Comores. International Journal of Innovation and Applied Studies. ISSN 2028-9324 Vol. 12 No. 4 Sep. 2015, pp. 786-800
- BCEOM (2002). Réhabilitation et Extension des Infrastructures d'Alimentation en Eau Potable de 4 Centres Urbains, rapport diagnostic, projet infrastructures, eau et environnement, 40p, Union de comores, Decembre 2002
- Charmoille, A (2013). Ebauche du fonctionnement hydrogéologique de l'île d'Anjouan (Comores) : Typologie des ressources en eau disponibles et discussion sur l'impact de la déforestation. Rapport du projet ECDD, 83 p.
- Griesser, J., Gommès. R., Bernardi, M., 2006. New LocClim-the Local Climate Estimator of FAO. Geophys. Res. Abstr. 8, 08305. SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU06-A-08305.
- Guivarch, C et Rozenberg, J (2013). Les nouveaux scénarios socio-economiques pour la recherche sur le changement climatique. Pollution Atmosphérique, APPA, 2013, Numero Special Climat, pp.1-9. <halshs-01053730>
- HYDROPLANTE (2013). Etudes techniques, du cadre institutionnel et du programme national d'AEPA. rapport du project, 29p. Union de comores, 2013.
- HYDROPLANTE (2013). Stratégie et Programme National d'alimentation en Eau Potable et d'Assainissement. Rapport du project, 92 p. Union de comores, 2013.
- HYDROPLANTE (2013). Elaboration du cadre institutionnel, organisationnel et financier du secteur d'AEPA. Rapport du project, 18 p Union de comores, 2013.
- Mirhani, N (2014). Dynamiques d'évolution des géosystèmes en milieu tropical humide insulaire : Approche par les bassins versants d'Anjouan aux Comores. Thèse de doctorat de géographie en cotutelle, Université d'Angers et Université de Toliara, 238 p.
- Stapleton, M. (1986) Aménagement des bassins versants. Programme d'Action 1984-1989. Développement Rural Intégré de Nyumakele et de Tsembehu, Ndzuwani. 32 p.
- WEENET. (2014).Le réseau régional d'échange d'informations et d'expertises dans le secteur des déchets solides dans les pays du Maghreb et du Machreq, rapport sur la gestion des déchets solides en Algérie.