



**LE RENFORCEMENT DES CAPACITÉS POUR
LA COLLECTE ET LA GESTION DES DONNÉES SUR LES
EAUX SOUTERRAINES DANS LES ETATS MEMBRES DE LA
SADC**

(Projet SADC-GWdataCoM)

CS2017/05

**État des eaux souterraines
Collecte et gestion des données dans les
États membres de la SADC**

RAPPORT FINAL - 31 janvier 2019

Présenté par

Le Centre international d'évaluation des ressources en eaux
souterraines (IGRAC) Westvest 7, 2611ax Delft, Pays-Bas

En collaboration avec

L'Institut d'études des eaux souterraines (IGS) - Université de l'État
libre 205 Nelson Mandela Drive, Parkwest 9300, Afrique du Sud





GROUNDWATER MANAGEMENT INSTITUTE

**RENFORCEMENT DES
CAPACITÉS POUR LA COLLECTE ET LA
GESTION DES DONNÉES SUR LES EAUX
SOUTERRAINES DANS LES ÉTATS
MEMBRES DE LA SADC
(Projet SADC-
GWdataCoM)**

**État de la collecte et de la gestion
des données sur les eaux
souterraines dans les États
membres de la SADC**

**Rapport final - 31 janvier
2019**



En coopération avec :



Programme / Client :	Communauté de développement de l'Afrique australe - Institut de gestion des eaux souterraines (SADC-GMI)	
Contrat :	CS2017/05	
Projet :	Renforcement des capacités pour la collecte et la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC (projet SADC-GWdataCoM)	
Titre du rapport :	État de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC Rapport final	
Les auteurs :	Arnaud Sterckx, Geert-Jan Nijsten, Modreck Gomo, Eelco Lukas, Neno Kukurić	
Date :	31 janvier 2019	
Version :	1	
Organisations	<i>Le responsable :</i>	<i>En coopération avec :</i>
Nom :	Centre international d'évaluation des ressources en eaux souterraines (IGRAC)	L'Institut d'études des eaux souterraines (IGS). Université de l'État libre.
Adresse :	Westvest 7 2611AX Delft Pays-Bas	205 Nelson Mandela Drive Parkwest 9300 Afrique du Sud
Site web :	www.un-igrac.org	
Point de contact	G.J Nijsten geert-jan.nijsten@un-igrac.org	

Tables des matières

Table de matières

Liste des tableaux	iii
1. Introduction	1
2. Méthodologie	3
2.1. Introduction	3
2.2. Analyse documentaire	3
2.3. Visites de pays	4
2.4. Mission des jeunes professionnels	6
2.5. Atelier	6
3. Etat actuel de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans les Etats membres de la SADC	7
3.1. Introduction	7
3.2. Synthèse par pays	9
3.2.1. Angola (AGO)	9
3.2.2. Botswana (BWA)	10
3.2.3. République démocratique du Congo (COD)	12
3.2.4. eSwatini (SWZ)	14
3.2.5. Lesotho (LSO)	15
3.2.6. Malawi (MWI)	17
3.2.7. Madagascar	18
3.2.8. Maurice (MUS)	18
3.2.9. Mozambique (MOZ)	19
3.2.10. Namibie (NAM)	20
3.2.11. Seychelles (SYC)	21
3.2.12. Afrique du Sud (ZAF)	21
3.2.13. Tanzanie (TZA)	22
3.2.14. Zambie (ZMB)	23
3.2.15. Zimbabwe (ZWE)	24
3.3. Synthèse à l'échelle de la SADC	26
3.3.1. Collecte de données sur l'emplacement, le forage et l'essai des forages	26
3.3.2. Collecte de données de surveillance des eaux souterraines	27
3.3.3. Assurance et contrôle de la qualité des données (AQ/CQ)	28
3.3.4. Stockage des données	28

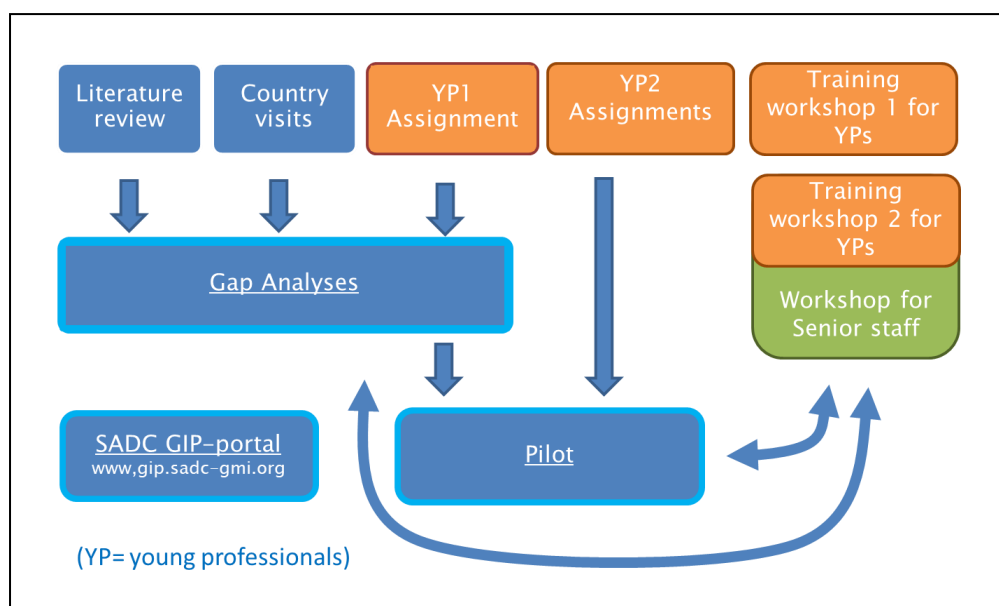
3.3.5.	Partage des données	29
3.3.6.	Intégration intersectorielle	30
3.3.7.	Analyses, interprétation et diffusion	30
3.4.	Tableaux récapitulatifs	31
3.4.1.	Tableaux récapitulatifs de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans les Etats membres de la SADC	31
3.4.2.	Problèmes signalés	37
4.	Recommandations	40
4.1.	Introduction	40
4.2.	Recommandations par pays	40
4.2.1.	Angola (AGO)	40
4.2.2.	Botswana (BWA)	40
4.2.3.	République démocratique du Congo (COD)	41
4.2.4.	eSwatini (SWZ)	42
4.2.5.	Lesotho (LSO)	42
4.2.6.	Malawi (MWI)	43
4.2.7.	Madagascar	43
4.2.8.	Maurice (MUS)	43
4.2.9.	Mozambique (MOZ)	44
4.2.10.	Namibie (NAM)	44
4.2.11.	Seychelles (SYC)	44
4.2.12.	Afrique du Sud (ZAF)	44
4.2.13.	Tanzanie (TZA)	44
4.2.14.	Zambie (ZMB)	44
4.2.15.	Zimbabwe (ZWE)	44
4.3.	Recommandations à l'échelle de la SADC	45
4.3.1.	Observations générales	45
4.3.2.	Objectifs et stratégie de suivi	46
4.3.3.	Procédures AQ/CQ	47
4.3.4.	Stockage et partage des données	47
4.3.5.	Traitement, interprétation et diffusion d'informations pertinentes pour la politique	48
5.	Littérature	49

Liste des tableaux

Tableau 1 : Institutions visitées et nombre de professionnels interviewés lors des visites dans les pays.	5
Tableau 2 : Aperçu des contributions par pays à l'évaluation	7
Tableau 3 : Vue d'ensemble de l'emplacement des forages, des données de forage et d'essai. BH = trou de forage	32
Tableau 4 : Aperçu de la surveillance des eaux souterraines.	33
Tableau 5 : Aperçu de la surveillance du niveau des eaux souterraines dans les États membres de la SADC.	34
Tableau 6 : Aperçu de la surveillance de la qualité des eaux souterraines dans les États membres de la SADC.	35
Tableau 7 : Vue d'ensemble de la surveillance du captage des eaux souterraines dans les États membres de la SADC.	36
Tableau 8 : Liste des problèmes signalés lors des visites dans les pays.	38

1. Introduction

La Communauté de développement de l'Afrique australe - Institut de gestion des eaux souterraines (SADC GMI) a contracté le Centre international d'évaluation des ressources en eaux souterraines (IGRAC) pour exécuter le projet Renforcement des capacités pour la collecte et la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC (SADC-GWdataCoM) ; projet SADC-GMI no. P127086, contrat CS2017/05 du 1er septembre 2017. L'IGRAC a exécuté ce projet en étroite collaboration avec l'Institut d'études des eaux souterraines (IGS) de l'Université de l'État libre (UFS) en Afrique du Sud.



Le projet s'est déroulé de septembre 2017 à avril 2019.

Figure 1 : Aperçu des composantes du projet SADC-GWdataCoM

Le projet comportait plusieurs volets (voir la figure 1) :

1. Évaluation de l'état actuel de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC, y compris des recommandations pour des améliorations. Cette composante comprend une revue de la littérature et des entretiens avec des professionnels des États membres qui travaillent dans le domaine des eaux souterraines.
2. Mise à jour du portail d'information sur les eaux souterraines de la SADC avec les données devenues disponibles grâce au projet.
3. Composante de renforcement des capacités, qui a consisté à engager des jeunes professionnels des États membres et des étudiants de l'IGS dans le projet. Les jeunes professionnels ont été engagés par le biais de missions et de deux ateliers de formation (mai et novembre 2018).
4. Activité pilote. Au cours du projet, il a été décidé de développer un cadre pour la collecte et la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC. Ce cadre vise à aider les États membres, qui rencontrent actuellement des difficultés dans la gestion des données sur les eaux souterraines, à développer des procédures adéquates de collecte et de gestion des données sur les eaux souterraines au niveau national qui correspondent à leurs capacités (financières et

humaines) actuelles. Le cadre vise également à faciliter la coopération transfrontalière sur les eaux souterraines ainsi que les analyses régionales des eaux souterraines, en proposant une certaine forme d'harmonisation entre les États membres en termes de collecte de données pertinentes à l'échelle transfrontalière et régionale et en termes d'échange de données.

L'équipe de projet a présenté les progrès réalisés au comité de pilotage du GMI de la SADC à plusieurs occasions (mars et septembre 2018) et a organisé un atelier pour les hauts fonctionnaires des États membres (novembre 2018). Au cours de ces réunions, l'équipe de projet a reçu des commentaires sur les produits provisoires ainsi que des contributions supplémentaires.

Ce rapport couvre la composante 1 : Évaluation de l'état de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC. Les autres composantes font l'objet de documents séparés :

composante 2+3 : IGRAC et IGS (janvier 2019) : Renforcement des capacités pour la collecte et la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC - Rapport sur les activités. Rapport final. (composante 2+3).

composante 4 : IGRAC et IGS (en préparation pour avril 2019) : Cadre pour la collecte et la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC.

Afin de compiler une évaluation complète et actualisée de l'état de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans la SADC, différentes activités ont été menées dans le cadre du projet SADC-GWdataCoM, dont les résultats sont présentés dans ce rapport. Le rapport commence par une brève description des activités d'évaluation ou de la méthodologie (chapitre 2). Dans le chapitre 3, l'état de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines est décrit, pour les États membres individuels et dans une synthèse à l'échelle de la SADC. Le rapport se termine par des recommandations pour améliorer la situation. Des recommandations spécifiques aux pays sont fournies, ainsi que des recommandations au niveau régional, à l'échelle de la SADC (chapitre 4).

"Collecte et gestion des données sur les eaux souterraines".

Terminologie dans le contexte de ce projet :

- Collecte de données sur les eaux souterraines : Collecte de données de terrain liées à l'emplacement, au forage et à l'essai des puits de forage, ainsi qu'à la collecte régulière de données de surveillance des eaux souterraines (= niveaux des eaux souterraines, analyses de la qualité des eaux souterraines, données sur les prélèvements et les déversements d'eaux souterraines). L'étude est moins axée sur les données relatives à la cartographie et à l'évaluation hydrogéologiques.

- Gestion des données sur les eaux souterraines : assurance et contrôle de la qualité (AQ/CQ), stockage de ces données dans des archives et des bases de données ; partage/accès aux données ; analyses et interprétation des données ; diffusion des informations résultantes sur les eaux souterraines.

2. Méthodologie

2.1. Introduction

L'évaluation de l'état de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC s'appuie sur les informations obtenues dans le cadre de quatre activités du projet : une analyse documentaire, des entretiens avec des professionnels des eaux souterraines dans les États membres, des missions de jeunes professionnels engagés dans le projet et un atelier avec des hauts fonctionnaires des États membres en novembre 2018. La plupart des informations proviennent des entretiens entrepris lors des visites de pays. Les quatre activités sont brièvement décrites dans les prochaines sections ci-dessous :

2.2. Analyse documentaire

Au début du projet, une brève analyse documentaire a été effectuée en se concentrant sur les informations concernant la collecte de données sur les eaux souterraines et les pratiques de gestion des données dans la région de la SADC. Cette analyse documentaire devait fournir un premier aperçu, pour chaque État membre de la SADC, de la nature des données recueillies sur les eaux souterraines et de la manière dont elles sont collectées, stockées, utilisées et gérées. La revue a été initialement limitée aux rapports disponibles dans le domaine public. Une source d'information importante a été l'archive de littérature grise sur les eaux souterraines de la SADC (SADC et al., 2017), qui contient de nombreuses références sur les études des eaux souterraines dans les États membres de la SADC. Une autre source d'information spécifique est l'Atlas en ligne des eaux souterraines en Afrique de BGS et al. (2018) avec des descriptions spécifiques aux pays dans un format de type Wikipedia. D'autres documents ont été obtenus lors des visites dans les pays et ensuite pendant l'exécution du projet. Les informations issues de l'analyse documentaire ont été utilisées comme point de départ du projet et ont contribué aux analyses des chapitres 3 et 4. Les documents sont cités comme il se doit dans le présent rapport. En outre, tous les (références aux) documents appropriés, obtenus dans le cadre du projet, ont été téléchargés sur le portail d'information sur les eaux souterraines de la SADC (SADC, 2017)¹ et sont répertoriés dans le rapport d'activité du projet².

Les rapports les plus pertinents dans le contexte de la présente étude proviennent d'études à l'échelle de la SADC, telles que l'analyse de la situation régionale de la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC, 2003, republié sous BGS, 2005), la surveillance des eaux souterraines dans la région de la SADC (IGRAC, 2013) et la gestion des eaux souterraines dans la Communauté de développement de l'Afrique australe (Pietersen et Beekman, 2016). La SADC (2003) fournit un aperçu complet et des analyses qui se sont concentrées sur le rôle, la disponibilité et le potentiel d'approvisionnement des eaux souterraines en tant que composante des stratégies de gestion de la sécheresse. À cette fin, une évaluation a été faite de l'état de la gestion des eaux souterraines dans tous les États membres de la SADC (à l'exception de Madagascar, qui à l'époque n'était pas encore membre de la SADC). L'évaluation comprend des aperçus de l'état de la collecte, du partage et de l'interprétation des données relatives aux eaux souterraines, par pays et à l'échelle de la SADC. Le rapport met en évidence de nombreuses lacunes dans la surveillance des eaux souterraines et des données sur les eaux souterraines en général, dans le stockage et le partage des données sur les eaux souterraines.

Les auteurs relient ces problèmes, dans une certaine mesure, à des questions institutionnelles et de renforcement des

capacités. Au début du projet actuel, il était supposé que les analyses, datant de plus de 15 ans, étaient dépassées. Cependant, et c'est bien triste, une grande partie des conclusions (et donc des recommandations) de cette étude sont toujours d'actualité. IGRAC (2013) fournit un bref examen de la surveillance des eaux souterraines dans 9 États membres (Angola, Botswana, Lesotho, Mozambique, Namibie, Afrique du Sud, Tanzanie, Zambie et Zimbabwe). Pietersen et Beekman (2016) résument l'état de la gouvernance des eaux souterraines dans la région SADC. Pour chaque État membre, ils ont décrit la pertinence des eaux souterraines, ils identifient les parties prenantes pertinentes en charge de la gestion des eaux souterraines (y compris la surveillance des eaux souterraines) et fournissent des descriptions concises du cadre juridique dans les États membres. En tant que tel, ce rapport fournit des informations de base importantes.

1 <http://gip.sadc-gmi.org>

2 IGRAC et IGS (janvier 2019) : Renforcement des capacités pour la collecte et la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC - Rapport sur les activités. Rapport final. SADC-GMI.

En dehors de ces 3 rapports, l'analyse documentaire n'a pas apporté beaucoup plus d'informations concrètes et à jour sur l'état de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans la région SADC ou dans des pays spécifiques. Pratiquement aucun document officiel sur la gestion des ressources en eau souterraine et les données sur les eaux souterraines n'est disponible dans le domaine public, et seule l'Afrique du Sud rend les données sur les eaux souterraines disponibles en ligne. Cette situation rend difficile l'évaluation de l'état de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines par le biais d'une étude documentaire / analyse documentaire uniquement. Pour ces raisons, des visites dans les Etats membres ont été prévues dans la structure du projet pour interviewer les personnes engagées dans la collecte et la gestion des données sur les eaux souterraines (voir section 2.3).

2.3. Visites de pays

En plus de l'analyse documentaire, des visites de pays ont été effectuées pour obtenir des informations supplémentaires. Ces visites de pays avaient pour but de :

- 1) Obtenir une vue d'ensemble de la chaîne complète de collecte et de gestion des données et des informations pertinentes pour la gouvernance des eaux souterraines (y compris le développement, l'utilisation, la protection, la gestion et l'élaboration et la mise en œuvre des politiques relatives aux eaux souterraines), par le biais d'entretiens avec des professionnels travaillant dans le domaine des eaux souterraines.
- 2) Recueillir des métadonnées détaillées sur les documents pertinents (par exemple, rapports, protocoles, manuels, plans de surveillance, plans d'action), les bases de données (y compris les portails Internet) et les organisations/parties prenantes susceptibles de fournir des informations supplémentaires.

De novembre 2017 à début mars 2018, douze pays ont été visités par des membres du personnel d'IGRAC/IGS : Angola, Botswana, RD Congo, Lesotho, Malawi, Maurice, Mozambique, Namibie, Afrique du Sud, eSwatini, Zambie et Zimbabwe. Malheureusement, il n'a pas été possible d'organiser des visites en Tanzanie, à Madagascar et aux Seychelles en raison du silence observé par les agents de liaison des départements locaux des eaux souterraines.

Pendant les visites de pays, des entretiens semi-structurés ont été menés avec des professionnels engagés dans le développement, la gestion, la collecte de données et/ou la recherche sur les eaux souterraines. Les points d'entrée pour les entretiens étaient les points focaux de la SADC-GMI, et les entretiens ont commencé principalement avec des professionnels engagés dans les activités liées aux eaux souterraines dans les " départements de l'eau " des ministères responsables de la gestion de l'eau. IGRAC/IGS a mené les entretiens autant que possible avec seulement une ou deux personnes à la fois, afin que les personnes interviewées aient toutes les mêmes chances de s'exprimer librement. Même si certains entretiens ont été menés avec des groupes plus importants, IGRAC/IGS a l'impression que les personnes se sont exprimées assez librement et ont cherché à donner autant que possible une vision critique mais neutre des pratiques actuelles.

Au total, 145 personnes issues d'un large éventail d'organisations ont été interviewées dans les 12 pays (tableau 1). Les informations obtenues lors des entretiens ont été consignées dans des rapports nationaux individuels. Ces rapports nationaux ont constitué la principale source d'information pour les chapitres 3 et 4.

Note : Les rapports nationaux eux-mêmes ne sont pas inclus dans ce rapport car ils peuvent contenir les opinions des personnes interviewées qui ne reflètent pas nécessairement le point de vue officiel de l'organisation que la personne représente ; il n'a pas non plus été possible de vérifier si tous les détails étaient toujours totalement exacts. Les rapports nationaux ont été fournis à la SADC-GMI et sont disponibles sur demande et à la discrétion de la SADC-GMI.

Tableau 1 : Institutions visitées et nombre de professionnels interrogés lors des visites dans les pays.

	Angola	Botswana	RD Congo	eSwatini	Lesotho	Madagascar	Malawi	Maurice	Mozambique	Namibie	Seychelles	Afrique du Sud	Tanzanie	Zambie	Zimbabwe	Total
Département chargé de la gestion des eaux	9	8	7	7	6	--	5	4	9	3	-	14	-	6	2	80
Autre département gouvernemental*	--	-	2	2	3	--	1	4	-	--	-	3	-	6	5	26
Compagnie des eaux	--	1	--	-	--	--	-	--	2	3	-	--	-	--	--	6
Université	--	1	--	-	1	--	-	--	1	--	-	--	-	4	1	8
Service de conseil	--	3	--	-	--	--	-	--	-	1	-	2	-	--	--	6
Foreurs	5	-	--	1	--	--	-	--	-	--	-	--	-	--	--	6
ONG	1	-	--	3	--	--	3	--	-	--	-	--	-	--	--	7
Autres département non gouvernemental**	--	-	--	-	2	--	-	--	-	4	-	--	-	1	--	7
Total	15	13	8	13	12	--	9	8	12	11	-	19	-	17	8	145

*Autre département gouvernemental :

- RD Congo : Commissariat à l'énergie atomique du Congo, Centre de recherches géologiques et minières.
- eSwatini : Micro Projects Swaziland (unité semi-indépendante du ministère de la planification économique et du développement)
- Lesotho : Commission de l'eau, Ministère de la santé.
- Malawi : Autorité nationale des ressources en eau
- Maurice : Central Water Authority (CWA, ministère de l'énergie et des services publics), National Environmental Laboratory (ministère de l'environnement, du développement durable, de la gestion des catastrophes et des plages).
- Afrique du Sud : Conseil de recherche sur l'eau
- Zambie : Département de l'agriculture, Autorité de gestion des ressources en eau (WARMA), Département de gestion de l'environnement.
- Zimbabwe : Autorité nationale de l'eau du Zimbabwe (ZINWA), Comité d'action national (NAC) pour l'eau et l'assainissement, Conseil du sous-bassin versant de Nyagui.

**Autres organisations non gouvernementales :

- Lesotho : Délégué de l'UE, conseiller pour la réforme du secteur de l'eau

- Namibie : Association hydrogéologique namibienne
- Zambie : Centre de gestion intégrée des ressources en eau

2.4. Mission pour les jeunes professionnels

Dans le cadre de la composante de renforcement des capacités du projet, de jeunes professionnels des États membres ont été engagés dans le projet ; en principe 2 par État membre. Tous les États membres n'ont pas désigné de jeunes professionnels et tous les jeunes professionnels désignés n'ont pas été en mesure de contribuer au projet. Au total, 22 jeunes professionnels de 11 États membres (Afrique du Sud, Angola, Botswana, eSwatini, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibie, Tanzanie, Zambie et Zimbabwe) ont participé et contribué au projet. Aucune contribution n'a été reçue de la République démocratique du Congo, de Maurice, de Madagascar et des Seychelles. Les jeunes professionnels ont participé à des ateliers de formation et ont travaillé sur deux missions chacun. Des descriptions complètes de la composante de renforcement des capacités des jeunes professionnels dans le cadre du projet sont fournies dans le rapport d'activité (IGRAC et IGS, 2019).

La première mission, sur laquelle les 22 jeunes professionnels ont travaillé, était de créer une vue d'ensemble nationale de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines pour leur propre pays. Cette première mission peut être considérée comme une extension des visites de pays effectuées par l'équipe du projet. Sur base des visites de pays, une évaluation initiale a été faite en ce qui concerne la collecte des données sur les eaux souterraines, le stockage des données et la diffusion des données dans chaque pays. Les jeunes professionnels ont reçu le projet de rapport de leur pays, qui a servi de point de départ à leur travail. Il leur a été demandé de développer une vue d'ensemble de l'état de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans leur propre pays et de se concentrer autant que possible sur la nécessité de combler des lacunes dans les connaissances à partir de l'évaluation initiale par l'équipe du projet. Les objectifs de la mission étaient les suivants

- Pour que les jeunes professionnels puissent avoir un aperçu complet de l'état de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans leur propre pays,
- Pour que les jeunes professionnels puissent se faire une idée de la manière dont la pratique dans leur propre pays se compare à celle des autres États membres de la SADC (en présentant l'un des ateliers de formation du projet),
- Pour que les jeunes professionnels puissent comparer les meilleures pratiques dans leurs pays respectifs,
- Compléter les informations manquantes dans l'évaluation initiale de l'équipe de projet.

Ce dernier objectif a contribué à compléter les informations obtenues lors des visites de pays afin de décrire l'état actuel de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines, et d'analyser les lacunes. Chaque équipe nationale de 2 jeunes professionnels a fourni un rapport. Ces rapports ont été utilisés pour l'analyse dans les chapitres 3 et 3.4.2. Les rapports des jeunes professionnels eux-mêmes ne sont pas inclus dans ce rapport. Comme les rapports nationaux, tous les rapports des jeunes professionnels ont été fournis à la SADC-GMI et sont disponibles sur demande et à la discrétion de la SADC-GMI.

2.5. Atelier

En novembre 2018, un atelier a été organisé à Johannesburg (Afrique du Sud) pour les jeunes professionnels engagés dans les missions du projet (voir section précédente 2.4) et

les hauts fonctionnaires des États membres. L'une des sessions de l'atelier était consacrée à l'examen des résultats provisoires du présent rapport. Sur base des contributions des participants, ce rapport a été corrigé et modifié si nécessaire.

3. Etat actuel de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans les Etats membres de la SADC

3.1. Introduction

Ce chapitre décrit l'état actuel de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC, à partir des informations tirées de l'analyse documentaire, des entretiens lors des visites de pays, de la 1ère mission des jeunes professionnels et des contributions de l'atelier du projet en novembre 2018 (voir chapitre précédent). La plupart des informations ont été tirées des 145 professionnels interrogés lors des visites de pays. Dans une moindre mesure, les missions des jeunes professionnels ont également contribué à fournir des informations supplémentaires. L'analyse documentaire a apporté un éclairage supplémentaire limité, car peu de documents sont disponibles avec des informations concrètes pertinentes pour ce projet. L'examen du projet de rapport par les hauts fonctionnaires et les jeunes professionnels lors de l'atelier de novembre 2018 a donné lieu à quelques dernières corrections et ajouts (essentiellement mineurs).

Tableau 2 : Aperçu des contributions par pays à l'évaluation

État membre	Code ISO	Interviews lors de la visite du pays	Mission des jeunes professionnels	Evaluation pendant l'atelier* de novembre 2018	Possibilité d'évaluation spécifique par pays
Angola	AGO	Oui	oui	SO & ; YP	Oui
Botswana	BWA	Oui	oui	YP	Oui
RD Congo	COD	Oui	--	--	Oui
eSwatini	SWZ	Oui	oui	SO & ; YP	Oui
Lesotho	LSO	Oui	oui	SO & ; YP	Oui
Madagascar	OMD	--	--	--	--
Malawi	MWI	Oui	oui	SO & ; YP	Oui
Maurice	MUS	Oui	--	--	Oui
Mozambique	MOZ	Oui	oui	SO & ; YP	Oui
Namibie	NAM	Oui	oui	SO & ; YP	Oui
Seychelles	CJS	--	--	--	--
Afrique du Sud	ZAF	Oui	oui	SO & ; YP	Oui
Tanzanie	TZA	--	oui	SO	Oui
Zambie	ZMB	Oui	oui	YP	Oui
Zimbabwe	ZWE	Oui	oui	SO & ; YP	Oui
Total		12	11	9 SO & ; 10 YP	13

* : SO= pays représenté par un ou plusieurs hauts fonctionnaires ; YP= pays où de jeunes professionnels sont

engagés.

Le tableau 2 donne une vue d'ensemble des pays qui ont été visités, de ceux qui ont participé à la mission des jeunes professionnels et ceux qui ont participé à la révision du projet lors de l'atelier.

L'équipe a été en mesure de réaliser une évaluation spécifique pour 13 Etats membres. Malheureusement, cela n'a pas été possible pour le Madagascar et les Seychelles car ils n'ont contribué à aucune des composantes de l'évaluation. Les informations spécifiques à la RD Congo et à l'Ile Maurice sont quelque peu limitées car aucune information supplémentaire n'a été obtenue par l'engagement de jeunes professionnels ou de hauts fonctionnaires. Il en va de même pour la Tanzanie où il n'a pas été possible d'effectuer une visite de pays.

Au cours du processus d'évaluation, certaines divergences ont été observées entre les différentes sources d'information. Deux raisons peuvent expliquer ces divergences. Premièrement, certains des documents examinés datent de plus de 10 ans et l'état de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines peut avoir changé au fil des ans. Dans certains cas, la situation peut s'être améliorée, par exemple avec l'installation des enregistreurs de données, l'adoption de nouvelles politiques, la mise en œuvre de directives ou le développement de nouvelles bases de données. Dans d'autres pays, la situation peut en fait s'être détériorée en raison d'un manque d'investissements ou de problèmes organisationnels. Deuxièmement, et plus important encore, des écarts importants ont été observés entre la politique et la pratique. Cela est apparu pendant les différentes étapes du projet, et de manière plus significative dans certains des interviews et des discussions, où les personnes interviewées ont rapporté des expériences qui contrastent parfois fortement avec la version ou les politiques officielles. Par exemple, un pays a officiellement mis en place des procédures pour collecter des données sur les eaux souterraines sur une base régulière et dispose de bases de données / archives pour stocker ces données, alors que dans la pratique, la collecte et le suivi des données sur les eaux souterraines sont plutôt aléatoires, ce qui entraîne de grandes lacunes dans les données et même des données de mauvaise qualité, alors que ces données ne sont pas non plus correctement archivées pour une récupération et une utilisation futures.

Dans ce chapitre, l'état actuel de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines est d'abord présenté par pays (section 3.2). Pour chaque pays, un bref aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel est donné, suivi d'une description de la collecte et de la gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai de nouveaux forages, ainsi que des données de surveillance des eaux souterraines. Dans la section 3.3, une synthèse à l'échelle de la SADC est présentée, car de nombreux États membres font face à des défis similaires et connaissent des problèmes similaires en termes de collecte et de gestion des données sur les eaux souterraines. Ces questions communes sont plus pertinentes au niveau régional et peuvent potentiellement être traitées conjointement. L'information est résumée à la fin de ce chapitre dans des tableaux de synthèse (tableaux 3 - 7). Des informations plus détaillées sont disponibles dans les rapports non publiés des visites dans les pays et dans les rapports de la première mission du jeune professionnel (tous disponibles via la SADC-GMI sur demande).

Note d'avertissement :

Les informations recueillies lors des interviews et par le biais des missions des jeunes professionnels doivent être utilisées avec une certaine prudence. Malgré les efforts déployés par les auteurs pour fournir des informations exactes, et bien que peu de divergences aient été constatées entre les visites de pays, les rapports des jeunes professionnels et le retour d'information de l'atelier, les auteurs ne peuvent garantir que les informations fournies sont toujours totalement exactes et complètes. Les opinions des

personnes interviewées et des jeunes professionnels ne reflètent pas nécessairement le point de vue officiel des organisations que ces personnes représentent.

3.2. Synthèse par pays

3.2.1. Angola (AGO)

➤ *Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel*

L'Angola dispose d'abondantes ressources en eau de surface. Les informations sur les eaux souterraines sont limitées. Pietersen et Beekman (2016) indiquent que seulement 1,4 % de l'utilisation totale de l'eau en Angola provient des eaux souterraines. Cela semble être une sous-estimation. Lors des visites de pays, il a été indiqué qu'environ 40% de la population vit dans des zones rurales et qu'elle dépend principalement des eaux souterraines pour son approvisionnement en eau. Cowater (2015), cité par Upton et al. (2018), fait également état d'estimations plus élevées : 73 % des systèmes d'approvisionnement en eau en Angola utilisent des eaux souterraines et les forages exploités par des pompes manuelles représentent 36 % de tous les systèmes d'approvisionnement en eau. Ils signalent que l'utilisation des eaux souterraines dans les zones urbaines est concentrée dans les régions côtières et le sud du pays, où le climat est plus aride et la disponibilité des eaux de surface est plus faible.

Depuis 2012, l'Institut national des ressources en eau (Instituto Nacional de Recursos Hídricos - INRH) relevant du ministère de l'Énergie et de l'Eau (Ministério da Energia e Águas - MINEA) est l'institut responsable de la gestion des ressources en eau et de la collecte des données sur l'eau, y compris l'octroi de licences pour les prélèvements d'eau (souterraine). L'INRH est le successeur de l'ancienne Direction nationale des ressources en eau [Direcção Nacional de Recursos Hídricos] (INRH, 2018). La Direction nationale de l'eau (Direcção Nacional de Águas - DNA) est l'autorité responsable de la qualité de l'eau potable.

➤ *Collecte des données relatives à l'emplacement, au forage et à l'essai des puits de forage*

Les forages dont le taux de prélèvement est de 15 l/s sont soumis à l'octroi d'une licence par l'INRH. Cependant, très peu d'informations sont collectées sur les forages : coordonnées géographiques, niveau d'eau statique, profondeur du forage, taux de prélèvement, et si un test de pompe a été effectué ou non.

La plupart des données sont collectées et enregistrées par le foreur pour ses propres dossiers privés mais ne sont pas rapportées ou stockées dans une base de données nationale.

➤ *Collecte et gestion des données de suivi*

Il n'y a cependant pas de politique ou de plan formel spécifique à la surveillance des eaux souterraines et aucune collecte structurelle de données sur les niveaux ou les prélèvements d'eaux souterraines n'a lieu en Angola. La seule surveillance qui a lieu concerne la qualité des eaux souterraines pour l'eau utilisée pour la consommation. Chaque nouveau forage est censé être testé avant de pouvoir être utilisé à des fins domestiques. En fonction de la taille de la communauté, l'eau est également censée être échantillonnée et testée après le forage. La fréquence supposée de l'échantillonnage dépend de la taille de la communauté qui dépend de la source d'eau :

- Communautés <100 personnes : 2 échantillons par an
- Communautés de 100 à 1000 personnes : 4 échantillons par an
- Communautés >1000 personnes : 4 échantillons par an + 3 échantillons

supplémentaires pour chaque 1000 m³ extraits.

L'eau utilisée pour la consommation est censée être analysée et comparée aux normes angolaises, qui sont basées sur les normes de l'eau potable de l'Organisation mondiale de la santé, et aux normes portugaises. Les échantillons d'eau sont analysés pour : Alcalinité, NH₄, Ca, Cl, Fe, Mn, NO₂, NO₃, Na, SO₄. Les données sont conservées par l'ADN.

IGRAC (2013) et Upton et al. (2018) rapportent que la Direction nationale de l'eau (Direcção Nacional de Águas - DNA) a réalisé des enquêtes annuelles sur le terrain depuis 1996 pour faire des inventaires de l'état opérationnel des systèmes d'approvisionnement en eau, y compris les forages et les puits creusés à la main, y compris des données telles que la profondeur et le niveau d'eau statique. Les informations sont archivées par la DNA (>3600 points d'eau souterraine en 2002 ; état actuel inconnu). L'IGRAC (2013) reconnaît qu'une base de données sur les eaux souterraines et la gestion des données faisaient défaut tandis que les relations interinstitutionnelles concernant le partage et la gestion des données n'existaient pas. Il a été confirmé que cette situation n'a pas changé de manière significative en 2018.

➤ *Gestion, analyse et diffusion des données*

Comme il ressort clairement de ce qui précède, peu de données sur les eaux souterraines sont actuellement collectées sur une base structurelle en Angola et il n'existe pas de programme formel de surveillance des eaux souterraines ou de base de données nationale sur les eaux souterraines. Par conséquent, une discussion plus approfondie sur **l'assurance et le contrôle de la qualité des données, le stockage des données, le partage et les analyses des données, l'interprétation et la diffusion** ne peuvent s'appliquer. La DNA conserve quelques données sur la qualité de l'eau pour l'approvisionnement public en eau. L'INRH conserve une base de données sur les données relatives aux eaux de surface. Au cours de l'atelier de novembre 2018, il a été précisé par le représentant de l'Angola que des initiatives sont en cours pour développer une base de données sur les eaux souterraines (par l'INRH), et que l'Angola a commencé à délivrer des licences pour les puits de forage.

3.2.2. *Botswana (BWA)*

➤ *Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel*

Les eaux souterraines constituent la principale source d'eau au Botswana. Elle est largement prélevée pour l'approvisionnement en eau en milieu rural, et également utilisée dans d'autres secteurs : l'industrie (y compris l'exploitation minière) ; l'énergie (par les centrales électriques) ; l'irrigation ; et l'approvisionnement en eau en milieu urbain (Upton, Dochartaigh, Key, Farr et Bellwood-Howard, 2018). Les populations rurales dépendent presque entièrement des eaux souterraines en raison de la rareté des eaux de surface (permanentes) et le gouvernement du Botswana (2016) indique que 56 % de toute l'eau fournie aux villes est constituée d'eaux souterraines.

Le Département des affaires de l'eau (DWA), sous l'égide du Ministère des mines, de l'énergie et des ressources en eau (MMEWR) (après les réformes annoncées, le Département de l'eau et de l'assainissement sous l'égide du Ministère de l'aménagement du territoire, de l'eau et des services d'assainissement) est responsable de la gestion des ressources, y compris la protection et la surveillance de base des ressources en eaux souterraines. La Société des services de l'eau (WUC), qui est un organisme paraétatique, est l'autorité chargée de l'approvisionnement en eau, responsable du captage et de la distribution, y compris de la surveillance des puits de production et des champs de captage. Les puits de production et les champs de captage sont développés par la DWA. L'octroi de droits d'eau à des parties privées (licences), y compris les prélèvements d'eau souterraine, relèvent de la responsabilité de l'Office de répartition des eaux (WAB).

➤ *Collecte et gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai des forages.*

Les puits de forage au Botswana doivent être enregistrés auprès de la DWA et recevoir un numéro d'identification national (numéro z pour les puits de forage privés et numéro BH (PF) pour les puits de forage gouvernementaux). Dans la pratique, tous les forages privés ne sont pas enregistrés. Les données relatives au choix de l'emplacement (études géophysiques), au forage et aux essais sont censées être enregistrées et fournies au DWA pour être stockées dans des bases de données centrales. Les données collectées pendant le forage comprennent les journaux lithologiques du forage, la profondeur du forage, la profondeur des grèves de l'eau, les taux de pénétration, le tubage installé dans le forage et la position des sections tamisées. Les enregistrements des forages privés sont souvent incomplets. La DWA effectue des tests de pompage (test par étape et taux constant) sur les forages publics, et dans certains cas sur les forages publics.

➤ *Collecte et gestion des données de surveillance des eaux souterraines*

Plusieurs personnes interviewées ont indiqué que la surveillance des eaux souterraines est confrontée à des problèmes organisationnels, logistiques et techniques depuis la restructuration du secteur de l'eau en 2008, les responsabilités passant du département de l'étude géologique (DGS) au DWA, et du DWA au WUC. Cela a sérieusement affecté la qualité de la collecte des données et leur stockage dans des bases de données. Aucun plan officiel de surveillance des eaux souterraines n'est disponible, mais le personnel du DWA a fait état de deux objectifs pour la surveillance des eaux souterraines : la surveillance des ressources et le contrôle des prélèvements d'eau souterraine déclarés par les grands utilisateurs d'eau souterraine (surveillance de la conformité). La WUC a indiqué que le suivi de la performance des forages de production individuels était un objectif de surveillance.

Par l'intermédiaire des bureaux régionaux, le DWA effectue la surveillance des forages autour des champs de captage exploités par WUC (WUC gère environ 850 forages de production dans environ 40 champs de captage) et d'autres grands utilisateurs d'eaux souterraines (par exemple les mines). Le réseau de surveillance comprend environ 1100 forages, dont une centaine sont hors service. En outre, une centaine de forages sont équipés d'enregistreurs de données. Dans les autres, le niveau des eaux souterraines est mesuré chaque mois à l'aide des mètres plongeurs manuels. En dehors des champs de captage, les eaux souterraines ne sont pas surveillées au niveau de l'aquifère comme elles l'étaient à l'époque de la DGS (avant 2008). Il y a plusieurs lacunes dans les données, en particulier celles provenant des forages qui ne sont pas équipés d'enregistreurs de données. Cependant, l'utilisation des enregistreurs de données n'est pas non plus sans problèmes et pour plusieurs sites, des données ont été perdues en raison du mauvais fonctionnement des enregistreurs de données et/ou du vandalisme.

La surveillance de la qualité des eaux souterraines, tout comme la surveillance du niveau des eaux souterraines, est principalement axée sur les champs de captage et les grands utilisateurs d'eaux souterraines. La fréquence d'échantillonnage prévue est de tous les 3 mois. La DWA ne surveille pas la qualité ambiante des eaux souterraines dans tout le pays.

En pratique, la DWA ne surveille pas les prélèvements d'eau souterraine. Il n'y a pas de données disponibles sur les volumes de prélèvement liés, par exemple, aux systèmes d'approvisionnement en eau en milieu rural, aux canalisations dans les villages, à l'utilisation des eaux souterraines pour abreuver le bétail ou pour l'irrigation. Les WUC et les autres utilisateurs d'eau (sous licence) sont censés faire un rapport annuel sur l'utilisation des eaux souterraines.

La WUC surveille le niveau et la qualité des eaux souterraines (4 fois par an) et les taux de prélèvement (relevés mensuels des compteurs d'eau) dans les champs de captage qu'elle exploite. En réalité, la mesure des niveaux d'eau dans les forages pompés n'a souvent pas lieu car de nombreux forages ne sont pas équipés de tubes d'accès. La répartition des rôles, des responsabilités et des objectifs entre la DWA et la WUC en termes de surveillance des eaux souterraines ne semble pas être très clairement définie / n'est pas claire au niveau opérationnel.

➤ *Gestion, analyse et diffusion des données*

Il n'existe pas de procédures formelles pour l'assurance et le contrôle de la qualité des données (AQ/CQ). Le personnel de l'ACEP a indiqué que les agents techniques sont

censés reporter les mesures dans les documents suivants

Les techniciens et les agents techniques sont souvent insuffisamment formés à leurs tâches et n'ont pas les compétences informatiques nécessaires pour les réaliser. Les personnes interviewées à la fois à la DWA et à la WUC indiquent qu'il y a des préoccupations quant à la qualité des données collectées, car les techniciens / agents techniques sont souvent insuffisamment formés à leurs tâches. De plus, des inquiétudes sont exprimées quant aux lacunes dans les données résultant de problèmes logistiques. En général, les procédures d'attribution de numéros d'identification uniques aux forages fonctionnent bien, bien qu'il arrive que les mêmes numéros d'identification de forages soient distribués pour différents endroits, ce qui pose des problèmes d'intégrité des données dans les bases de données ; aucune procédure n'est en place pour résoudre ces problèmes.

Stockage des données : L'objectif est d'archiver, de numériser et de télécharger dans les bases de données numériques de la DWA tous les certificats d'achèvement des forages, les données des études de localisation des forages (géophysiques) et des essais de pompage. En réalité, la numérisation de ces données a pris beaucoup de retard et la plupart des données ne sont disponibles que sur papier dans les archives de la DWA. Les données des forages privés sont souvent incomplètes ou carrément absentes. Les données sur le niveau et la qualité des eaux souterraines sont censées être stockées dans la base de données de la DWA (Wellmon). En outre, pour les données de surveillance des eaux souterraines, qui sont collectées par les bureaux régionaux de la DWA, il y a un grand retard dans la saisie des données dans la base de données centrale. Par conséquent, les bureaux régionaux de la DWA utilisent leurs propres tableurs comme alternative à la base de données nationale.

Les données collectées par la WUC et les autres grands utilisateurs d'eau souterraine (secteur privé) ne sont pas soumises à la DWA pour être incluses dans la base de données nationale sur les eaux souterraines. La WUC n'a pas de base de données centralisée pour ses données ; les données sont stockées dans des tableurs par district.

En ce qui concerne les données sur les prélèvements d'eau souterraine, seul un nombre limité d'utilisateurs soumettent leurs rapports annuels de surveillance de l'eau au Water Apportionment Board (Setlhogile et Harvey, 2015). Il ne semble pas y avoir de base de données centralisée pour les données sur la qualité des eaux souterraines collectées par la DWA ou la WUC.

Accès aux données et partage des données : Outre le retard pris dans la saisie des données, les bureaux régionaux n'ont pas non plus un accès direct / facile à la base de données nationale. Par conséquent, ils sont revenus à l'utilisation de leurs propres tableurs plutôt que des données de la (des) base(s) de données officielle(s). Au siège de la DWA, des efforts sont faits pour connecter les différentes bases de données relatives aux eaux souterraines en une seule interface utilisateur, mais celle-ci n'est actuellement exploitable que par une seule personne. Le secteur privé ou les universités ne disposent pas d'un aperçu ou d'un accès direct aux données disponibles, bien que celles-ci soient fournies sur demande.

Les données sur les eaux souterraines ne sont pas largement utilisées pour les analyses, l'interprétation et la diffusion : Ni la DWA ni la WUC ne rendent compte, sur une base structurelle, des tendances ou des analyses des données de surveillance des eaux souterraines (pas d'analyses ou de rapports réguliers). L'utilisation des données de surveillance semble très limitée et ad-hoc. La WUC fait un rapport annuel à la DWA pour le contrôle de conformité, mais les analyses dans ces rapports sont limitées. Le fait que les données ne soient pas analysées et interprétées de manière structurée et qu'elles ne soient

pas présentées d'une manière attrayante pour les utilisateurs est signalé comme une grave lacune : Les données ne sont pas transformées en informations.

3.2.3. République démocratique du Congo (COD)

➤ Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel

En général, les eaux de surface sont abondantes en République démocratique du Congo et les eaux souterraines sont peu utilisées à grande échelle. Pietersen et Beekman (2017) rapportent que le secteur domestique est le plus grand utilisateur d'eau avec 53 %, suivi du secteur agricole (y compris l'irrigation : 30 %) et du secteur industriel (y compris l'exploitation minière : 17 %). Ils indiquent qu'environ 13 % de l'utilisation totale de l'eau provient des eaux souterraines. Les personnes interviewées ont indiqué qu'en raison de ce (besoin d') utilisation limitée des eaux souterraines, l'attention portée aux eaux souterraines a également été limitée. Cependant, des efforts sont actuellement déployés par la Direction des ressources en eau, au sein du ministère de l'Environnement afin de développer une politique d'utilisation et de gestion conjointe des ressources en eaux de surface et souterraines.

La direction des ressources en eau, qui relève du ministère de l'environnement, supervise / dirige la gestion de toutes les ressources en eau du pays. Le département de l'eau et de l'hydrologie, sous l'égide du ministère de l'énergie et des ressources hydrauliques, est responsable de la livraison des permis de forage et d'utilisation de l'eau ; il est également censé surveiller la ressource et contrôler la conformité de l'utilisation des eaux souterraines. Dans la pratique, ce n'est pas le cas. Le Service National d'Hydraulique Rural (SNHR) du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural est responsable de l'implantation et du forage des puits, ainsi que de la collecte des données connexes.

Deux départements principaux sont chargés de collecter les données relatives à la surveillance des eaux souterraines, mais cela ne se passe pas comme prévu :

➤ *Collecte et gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai des forages.*

Le SNHR est responsable de l'implantation et de la réalisation des forages et des données qui s'y rapportent. Les nouveaux forages doivent être enregistrés auprès du SNHR. Si des forages sont réalisés par des parties privées, celles-ci doivent communiquer les informations au SNHR. Les données sont le plus souvent stockées sur papier (notes de terrain), parfois sur des tableurs. Les enregistrements comprennent des informations sur l'implantation (des levés magnétiques et de résistivité électrique sont généralement effectués), le numéro du forage, son emplacement, sa profondeur, le niveau (statique) des eaux souterraines, la lithologie, les données de construction du forage et des informations sur l'essai de pompage (essai à débit constant). Un échantillon d'eau souterraine est également censé être analysé à la fin de la construction du trou de forage. Le degré de conformité n'est pas clair. Il semble qu'en réalité peu de données soient collectées.

➤ *Collecte et gestion des données de suivi*

Le département de l'eau et de l'hydrologie du ministère de l'énergie et des ressources hydrauliques est responsable des permis de forage et des permis d'utilisation de l'eau ainsi que de la surveillance de la qualité et du niveau des eaux souterraines. Cependant, il n'existe actuellement aucun plan national de surveillance des eaux souterraines, aucune surveillance coordonnée des eaux souterraines et aucune base de données centralisée. Il a été signalé que la qualité des eaux souterraines est surveillée dans les forages destinés à l'approvisionnement public en eau. Il n'est cependant pas clair quelles données sont collectées et comment elles sont stockées.

Le suivi des taux de prélèvement n'est évidemment pas contrôlé non plus. Les personnes interviewées ont indiqué qu'elles s'inquiétaient davantage de la contamination des eaux souterraines que des volumes prélevés.

➤ *Gestion, analyse et diffusion des données*

Comme il ressort clairement de ce qui précède, actuellement, presque aucune donnée sur les eaux souterraines n'est collectée sur une base structurelle en RD Congo et il n'existe aucun programme de surveillance des eaux souterraines ni aucune base de données nationale sur les eaux souterraines. Par conséquent, les discussions sur l'assurance et le contrôle de la qualité des données, le stockage des données, le partage des données et les analyses, l'interprétation et la diffusion ne sont pas applicables. Il est dit que le SNHR stocke les données et que les propriétaires de forages sont censés les soumettre ; il n'est pas clair si cela se produit dans la pratique.

3.2.4. eSwatini (SWZ)

➤ *Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel*

Le secteur agricole serait le plus grand utilisateur d'eau (98% de l'utilisation totale de l'eau, et principalement des eaux de surface), l'utilisation domestique et industrielle de l'eau ne représentant qu'environ 1%. Les eaux souterraines ne représentent qu'environ 2% de l'utilisation totale de l'eau en eSwatini.

Néanmoins, les eaux souterraines sont d'une importance cruciale pour la population rurale, car on estime que 90% de la population des zones rurales dépend entièrement des eaux souterraines pour l'approvisionnement en eau potable (Pietersen et Beekman, 2016). On estime à 6000 le nombre de puits de forage en eSwatini.

Les ressources en eaux souterraines sont actuellement régies par la loi sur l'eau de 2003 de l'eSwatini, qui définit un ensemble de critères concernant la gestion et l'utilisation appropriées des eaux souterraines. La plupart des connaissances hydrogéologiques datent d'un projet de cartographie des eaux souterraines réalisé au début des années 90 par le Département des études géologiques et des mines du Swaziland, en collaboration avec l'Agence canadienne de développement international (source : Swaziland MNRLE et Canada IDA, 1992).

Le ministère des ressources naturelles et de l'énergie est responsable de la surveillance et de la gestion des ressources en eaux souterraines au Swaziland. Le ministère est également responsable de l'approvisionnement en eau dans les zones rurales. La Swaziland water Service Corporation est responsable de l'approvisionnement en eau dans les zones urbaines. L'approvisionnement en eau en milieu rural dépend en grande partie des eaux souterraines provenant de forages. Il a été remarqué que l'évaluation, la surveillance et la gestion des ressources en eaux souterraines ne reçoivent pas suffisamment d'attention. La raison en est la capacité limitée en combinaison avec une charge de travail élevée liée aux activités d'approvisionnement en eau en milieu rural : Tout le monde en eSwatini a le droit d'accéder à l'eau potable. Ce droit est perçu comme le droit à un forage, ce qui fait que les petites agglomérations, les écoles, les organisations publiques et même les particuliers demandent le forage de puits. Cette situation a entraîné une énorme liste d'attente pour les forages (environ 3000 au moment des entretiens) et le personnel limité n'a pas de temps ou de ressources pour les activités liées à la surveillance ou à la gestion des eaux souterraines.

➤ *Collecte et gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai des forages.*

L'implantation de nouveaux forages comprend généralement une étude géophysique (étude magnétique ou de résistivité électrique). Une fois le forage réalisé, un essai de pompage à débit constant ou par paliers est effectué. Habituellement, les tests de pompage durent moins de 2h (au lieu des 24h recommandées).

Les données supplémentaires concernant les forages comprennent la lithologie, la direction de l'eau et la construction du forage. Ces données sont collectées directement par les différentes unités du ministère des ressources naturelles et de l'énergie ou par des entreprises de forage privées qui doivent les communiquer au ministère. En outre, un échantillon d'eau souterraine est analysé après l'achèvement du forage. EC, pH, turbidité, TDS et température sont les paramètres qui sont généralement mesurés sur le terrain. On ne sait pas exactement quelles analyses supplémentaires sont effectuées lorsque les échantillons sont amenés au laboratoire, bien que les normes de l'OMS soient censées être respectées.

➤ *Collecte et gestion des données de suivi*

Il a été fait mention d'un plan national de surveillance des eaux souterraines, mais son statut est resté assez flou. La surveillance des eaux souterraines est organisée de manière centralisée et réalisée depuis le siège de Mbabane, tandis que la surveillance des eaux de surface a été déléguée aux bureaux de district. En raison de la charge de travail élevée liée à l'approvisionnement en eau, le temps et les capacités sont insuffisants pour effectuer tous les contrôles nécessaires des eaux souterraines. Il a également été signalé qu'un nombre important de forages de surveillance ont été équipés comme forages de production pour l'approvisionnement en eau pendant les périodes de sécheresse.

Ce processus n'a jamais été inversé, et le réseau de surveillance en a été sérieusement affecté. Le niveau et la qualité des eaux souterraines ne sont mesurés que directement après l'achèvement des forages. Les propriétaires de puits privés sont censés surveiller eux-mêmes le niveau des eaux souterraines et communiquer les données au ministère, mais cette obligation n'est pas appliquée. Des échantillons supplémentaires d'eau souterraine peuvent être analysés si des problèmes sont signalés (par exemple, si des personnes tombent malades).

Le captage des eaux souterraines n'est pas surveillé.

Les quelques données collectées sont pour la plupart stockées sous forme de tableurs, souvent à différents endroits, ce qui rend l'accès aux données plus difficile.

➤ *Gestion, analyse et diffusion des données*

En termes d'assurance et de contrôle de la qualité des données, très peu de choses sont formalisées. Il a été signalé qu'une formation sur la surveillance du niveau des eaux souterraines est nécessaire. Le stockage des données dans eSwatini est principalement constitué de copies papier ou de copies électroniques de rapports (données sur l'emplacement des forages, enregistrements de forage, tests de pompage, etc.) Les données sur le niveau des eaux souterraines sont stockées dans des fichiers Excel. Il y avait une base de données relationnelle Access, mais elle n'est plus maintenue ou opérationnelle. Même si le partage des données peut techniquement être quelque peu entravé en raison du manque de bases de données numériques relationnelles, de nombreuses personnes ont indiqué que le partage des données entre les organisations est généralement facile. Il existe une culture de l'ouverture des données. En termes d'analyses, d'interprétation et de diffusion des résultats, il y a très peu de choses.

3.2.5. Lesotho (LSO)

➤ *Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel*

On estime que 41 % de l'utilisation totale de l'eau au Lesotho provient des eaux souterraines (Pietersen et Beekman, 2016). Les eaux souterraines constituent la source d'eau prédominante pour les zones rurales : Dans les parties montagneuses du Lesotho, les eaux souterraines émanant des sources sont captées et utilisées pour l'approvisionnement en eau des zones rurales. Dans les basses terres occidentales, y compris dans la capitale Maseru, les forages sont plus fréquents.

➤ *Collecte et gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai des forages.*

Tous les forages réalisés à des fins non domestiques sont censés être enregistrés / autorisés. Cependant, l'application de la loi est faible, ce qui entraîne une faible conformité, et les données disponibles sur les forages concernent principalement les forages publics. Les données collectées comprennent la lithologie, la direction de l'eau, le niveau d'eau statique, la profondeur du forage et les taux de pénétration. Lorsqu'une étude géophysique est réalisée, les données sont communiquées. Les essais de pompage sont obligatoires pour les puits d'approvisionnement en eau publics (essai par paliers et/ou essai à débit constant).

➤ *Collecte et gestion des données de suivi*

La surveillance nationale des eaux souterraines est menée par le Département des affaires

de l'eau (DWA) sous l'égide du Ministère de l'énergie, de la météorologie et des affaires de l'eau (MEMWA). Les forages et les sources des plaines sont surveillés par le personnel du DWA de l'unité centrale, tandis que les sources des montagnes sont surveillées par le personnel des bureaux régionaux. Le Lesotho est en train de réformer le secteur de l'eau, ce qui implique entre autres la décentralisation de la surveillance des eaux souterraines vers les communautés locales, en particulier dans les zones rurales et montagneuses, tandis que le travail du DWA est réduit à un rôle consultatif. Le réseau national de surveillance est constitué de sources et de forages.

Les données sur les eaux souterraines sont collectées régulièrement sur le niveau (pour les forages), la qualité (pour les forages et les sources) et le débit des sources.

Il semble qu'il n'y ait pas de plan officiel de surveillance des eaux souterraines et que les objectifs de cette surveillance ne soient pas clairement formulés.

Le réseau actuel de surveillance des eaux souterraines est le résultat d'un projet financé par l'Italie au début des années 1990. Dans le cadre de ce projet, des forages ont été réalisés pour le développement de la carte hydrogéologique du Lesotho. Ces forages sont devenus le réseau national de surveillance des eaux souterraines. Les membres du personnel interrogés ne savaient pas si les emplacements de ces trous de sonde étaient liés à un réseau de surveillance conçu à dessein, ni comment ces emplacements avaient été choisis. Les objectifs de ce programme de surveillance ne sont pas non plus clairs. Des 72 forages d'observation initiaux, seuls 48 sont actuellement opérationnels en tant que points de surveillance.

Les raisons évoquées sont que, sous la pression des communautés locales et lors de la récente sécheresse (2015), certains des forages d'observation ont été équipés de pompes et ont été transformés en forages de production, tandis que d'autres forages ont été vandalisés et ne peuvent plus être utilisés non plus. Le Département des Affaires de l'Eau (DWA), en charge de la surveillance, ne dispose plus d'aucun enregistrement des données de construction des forages (par exemple, la profondeur, les fichiers lithologiques, les coups d'eau), ce qui signifie que les analyses et l'interprétation des données de surveillance sont sérieusement entravées.

Les niveaux des eaux souterraines sont censés être mesurés tous les 3 mois (4x/an), mais de nombreuses lacunes sont constatées en raison de capacités insuffisantes et de problèmes logistiques. Les données sont collectées par les bureaux régionaux de la DWA, à l'aide de compteurs à immersion, et envoyées par e-mail au bureau central, où elles sont enregistrées dans des tableaux.

La qualité des eaux souterraines est censée être mesurée dans environ 30 sources et 20 forages de surveillance, qui ont été classés par ordre de priorité en fonction de la population qui dépend de la source (données du département de l'approvisionnement en eau des zones rurales), de l'âge de la source (données du département de l'approvisionnement en eau des zones rurales) et des tendances en matière de maladies dans la population qui utilise la source (données du ministère de la Santé). Le TDS, la température et le pH sont mesurés sur le terrain. Les ions majeurs et le fluorure sont mesurés ultérieurement en laboratoire. La microbiologie n'est pas analysée. En raison des ressources limitées, la surveillance de la qualité des eaux souterraines est en pratique assez limitée.

Il n'y a pas de contrôle des prélèvements d'eau souterraine dans les puits de forage. Les volumes pompés dans les forages appartenant au Département de l'approvisionnement en eau des zones rurales et à la Compagnie des eaux et des égouts sont censés être enregistrés, mais il n'y a aucune preuve de cela. Les débits des sources captées pour l'approvisionnement public en eau sont mesurés à intervalles réguliers.

➤ *Gestion, analyse et diffusion des données*

Il n'y avait aucune preuve évidente de l'existence de procédures formalisées ou mises en œuvre pour l'assurance et le contrôle de la qualité des données. Des problèmes ont été signalés avec des trous de sonde ayant des coordonnées différentes et les coordonnées sont même rapportées dans des systèmes de coordonnées différents selon l'âge du trou de

sonde. Un système national d'identification des forages et des sources a été développé mais n'a pas encore été mis en œuvre, ce qui entraîne d'autres problèmes d'incohérence. Les données sur les forages sont conservées sur papier ou dans des tableurs, mais pas dans une base de données consultable.

Les données sont stockées dans des tableurs et ceux-ci ne sont pas accessibles au public en ligne mais peuvent être fournis sur demande. Les tableurs ne sont pas structurés de manière cohérente et il n'existe pas de procédure de sauvegarde pour empêcher la perte des données nationales de surveillance des eaux souterraines en cas de perte de l'ordinateur portable spécifique utilisé pour stocker les données. Il n'y a pas non plus de procédures en place pour garantir que les copies du tableur ne sont faites qu'à partir d'un seul fichier maître stocké de manière centralisée.

Cela signifie qu'il existe un risque sérieux que des versions parallèles de la base de données évoluent au fil du temps, ce qui compromet l'intégrité des données. Compte tenu de la longueur de la procédure et des expériences de certaines personnes interviewées en dehors du gouvernement, le partage des données n'est pas une pratique courante au Lesotho. Certaines personnes interviewées ont déclaré qu'il était impossible d'avoir accès aux données.

Aucune analyse structurelle / régulière, interprétation et diffusion des données et informations sur les eaux souterraines n'a lieu au Lesotho. L'une des personnes interviewées ont souligné que la faible fréquence de surveillance (4x/an), combinée aux nombreuses lacunes dans les données, limite sérieusement l'utilisation des données de surveillance des eaux souterraines.

3.2.6. Malawi (MWI)

➤ Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel

Les eaux souterraines sont utilisées par la plupart de la population rurale. Plus de 46 000 forages sont recensés à travers le pays. Un plan directeur national des ressources en eau incluant les ressources en eaux souterraines a été publié en 2017, qui traite de la surveillance des eaux souterraines. La collecte et la gestion des données sur les eaux souterraines sont sous la responsabilité de la Division des eaux souterraines, au sein du Département des ressources en eau, mais elles seront reprises par l'Autorité nationale des ressources en eau.

➤ Collecte et gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai des forages.

Tout nouveau forage, qu'il soit privé ou public, doit être enregistré auprès du département des ressources en eau, y compris les données relatives à l'emplacement, au forage et aux essais. Cependant, les foreurs privés soumettent souvent des formulaires incomplets ou ne soumettent tout simplement rien. La plupart des forages enregistrés sont des forages publics ou des forages réalisés par des ONG. Les registres sont archivés sous forme de copies papier et des tableurs.

Ces données comprennent l'emplacement, la date du forage, les données de construction, la lithologie et des informations sur les essais (essais par paliers, à taux constant et de récupération). En outre, un échantillon d'eau souterraine est prélevé à la fin du forage.

➤ Collecte et gestion des données de suivi

Le réseau de surveillance comprend 75 forages équipés d'enregistreurs de données automatiques. Les données sont vérifiées par recoupement avec des mesures manuelles. Il y a des lacunes dans les observations, mais elles ont été considérablement réduites ces dernières années, grâce à l'installation d'enregistreurs de données. Certains défauts de construction sont enregistrés, comme l'entrée d'eau de surface dans le piézomètre qui peut affecter les données de qualité de l'eau. Certains puits sont vandalisés.

Des échantillons d'eau souterraine sont également analysés. Après l'achèvement du forage, les contrôles de la qualité des eaux souterraines devraient être effectués tous les 6 mois, mais de nombreuses lacunes sont signalées. Le pH, l'EC et le TDS sont mesurés directement sur le terrain. Les ions majeurs sont mesurés en laboratoire, avec une

analyse bactériologique sur demande.

Les données de surveillance sont d'abord traitées et vérifiées dans des tableurs, puis saisies dans les bases de données WISH et Hydstra.

Le captage des eaux souterraines n'est pas surveillé.

Les données sont généralement d'abord stockées dans Excel, qui permet un traitement et une visualisation faciles. Le ministère utilise la base de données WISH (Windows Interpretation System for Hydro-geologists) développée par Institute for Groundwater Studies (IGS) de l'Université de l'État libre et la Water Research Commission (WRC) en Afrique du Sud. Il existe un lien facile entre le format Microsoft Excel/Access et la base de données WISH. Le traitement/analyse des données en général est insuffisant, dans de nombreux cas, la diffusion/le partage de l'information également.

3.2.7. Madagascar

Aucune information disponible dans le cadre de ce projet

3.2.8. Maurice (MUS)

➤ Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel

Les ressources en eau souterraine sont gérées par l'unité des ressources en eau (WRU), au sein du ministère de l'énergie et des services publics. Au sein du même ministère, l'Autorité centrale de l'eau (CWA) est chargée de fournir un approvisionnement durable en eau à la population. Plusieurs documents politiques ont été publiés concernant les eaux souterraines, tels que les lois sur les eaux souterraines (1969 et 1973) et les règlements de la loi sur les eaux souterraines (1973, 1989, 1998, 2006, 2002 et 2011)³, la politique nationale de l'eau (2014)⁴ et le plan national de gestion intégrée des ressources en eau (2017).

➤ Collecte et gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai des forages.

Les données relatives à l'emplacement, au forage et à l'essai des puits de forage sont sauvegardées sur papier et dans des tableurs. Étant donné que la superficie du pays est petite (2 040 km²), ils peuvent collecter ces données de manière exhaustive, et la qualité et la cohérence sont donc bonnes.

➤ Collecte et gestion des données de suivi

Le ministère de l'énergie et des services publics (MEPU), soutenu par la Central Water Authority (CWA) et la Water Resources Unit (WRU), est responsable de l'évaluation des ressources en eau des aquifères de l'île Maurice. Ils entreprennent l'établissement de réseaux de surveillance des eaux souterraines, l'évaluation du rendement et l'évaluation des risques de pollution. En 2002, les données sur les eaux souterraines qui étaient collectées comprenaient les niveaux, la qualité, la demande et l'extraction des eaux souterraines (Wellfield Consulting Services 2011).

Le WRU est chargé de surveiller le niveau des eaux souterraines. Les niveaux des eaux souterraines sont surveillés à plus de 300 endroits, ce qui représente une bonne densité de points de surveillance compte tenu de la petite superficie du pays. Cependant, la fréquence de la surveillance est variable, en fonction du budget disponible. Les mesures sont principalement manuelles (mètre-plongeur) mais 13 forages sont équipés d'enregistreurs de données.

Le captage et la qualité des eaux souterraines ne sont contrôlés que dans les puits de captage (plus de 400 au total). C'est la responsabilité du CWA.

3 <http://publicutilities.govmu.org/English/Pages/Legislation.aspx>

4 <http://publicutilities.govmu.org/English/publications/Documents/National%20Water%20Policy.PDF>

3 <http://publicutilities.govmu.org/English/Documents/Hydrology/chapter%204.pdf>

En outre, 29 forages sont destinés à surveiller l'interface eau de mer/eau douce le long de la côte. Des profils de conductivité électrique (CE) des fluides sont établis chaque mois pour ces forages. La surveillance de l'interface eau de mer/eau douce est guidée par une politique officielle et planifiée en conséquence. Il est important de considérer que la contribution des eaux souterraines à l'approvisionnement en eau potable est d'environ 51 % dans cet État insulaire. On s'inquiète toujours de la possibilité d'une exploitation minière de la ressource qui pourrait entraîner une intrusion d'eau de mer. Les données sur la qualité des eaux souterraines sont considérées comme sensibles pour l'accès public, mais les personnes interviewées ont indiqué que leurs experts analysent régulièrement les données et produisent des rapports pour une prise de décision éclairée et la protection des eaux souterraines, conformément aux protocoles des départements gouvernementaux.

Les personnes interviewées ont signalé le besoin d'un plan clair de surveillance des eaux souterraines.

3.2.9. Mozambique (MOZ)

➤ *Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel*

80 % de la population rurale est alimentée par des eaux souterraines, comme certaines villes. La gestion des ressources en eau est supervisée par le ministère des travaux publics, du logement et des ressources en eau (MPWHWR), par l'intermédiaire de la direction nationale de la gestion des ressources en eau (DNGRH) au niveau central et par les administrations régionales de l'eau (ARA) au niveau régional/local. La Direction nationale de l'eau (Direcção Nacional de Águas - DNA), qui dépend du ministère des travaux publics, du logement et des ressources en eau (Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos - MOPH), est responsable de la gestion intégrée des ressources en eau, de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement.

Maputo possède un système de distribution d'eau assez unique, où le FIPAG (Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água) fournit de l'eau au quartier central des affaires de la ville, tandis que les zones environnantes sont approvisionnées par de nombreuses petites sociétés d'approvisionnement en eau qui ne fournissent de l'eau qu'aux maisons situées à proximité directe du forage - 8 ou 10 logements.

➤ *Collecte et gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai des forages.*

Chaque trou de forage potentiel doit être enregistré avant d'être foré, bien que ce ne soit pas toujours le cas. Les ARA supervisent l'enregistrement des forages. Des informations telles que le type de géophysique utilisé pour l'implantation du forage, le profil lithologique et les informations sur les essais de pompage sont également stockées dans les bases de données d'enregistrement. La latitude et la longitude sont enregistrées mais pas l'altitude. Les tests de pompage consistent principalement en des tests à débit constant de 24 à 72 heures, au cours desquels la qualité des eaux souterraines (généralement EC) est également mesurée. Les enregistrements comprennent également les données de construction (profondeur, filtres, tubage, diamètre, etc.). Les forages reçoivent un numéro d'identification mais il y a des incohérences.

➤ *Collecte et gestion des données de suivi*

Les ARA sont chargées de la surveillance des eaux souterraines. Les niveaux des eaux souterraines sont censés être mesurés tous les mois, tandis que la chimie des eaux souterraines doit être analysée tous les 6 mois, mais plusieurs lacunes sont constatées. Les

niveaux des eaux souterraines sont mesurés automatiquement par des enregistreurs de données ou manuellement avec des mètre-plongeurs. Les analyses des eaux souterraines comprennent tous les ions majeurs, le pH, la CE, la température, le TDS et l'analyse bactériologique.

Les volumes d'eau souterraine extraits sont censés être contrôlés s'ils ne sont pas destinés à des fins personnelles ou domestiques, mais l'installation de débitmètres n'est pas imposée.

Les données sont actuellement stockées sous forme de tableurs dans les bases de données des ARA, mais une base de données nationale est en cours de développement au DNGRH.

En 2002, il n'y avait pas de surveillance nationale de routine des eaux souterraines pour collecter et gérer les données sur les eaux souterraines (Wellfield Consulting Services 2011). Cependant, selon IGRAC (2013), ARA-Sul entreprenait à l'époque un projet pilote de surveillance des eaux souterraines pour collecter des données hydrogéologiques d'un système aquifère complet (~5000 km²) dans la zone métropolitaine de Maputo. Les données sur les eaux souterraines qui ont été recueillies comprennent les niveaux mensuels des eaux souterraines, la conductivité électrique (EC) et la chimie de base (tous les ions majeurs) sur une base semestrielle.

Le Mozambique utilise les directives de l'OMS sur la qualité de l'eau. Lorsque l'eau prélevée n'est pas destinée à un usage personnel, le propriétaire doit indiquer le volume moyen prélevé sur lequel il sera taxé. L'installation de débitmètres est encouragée mais n'est pas imposée et les volumes prélevés ne sont pas enregistrés ni déclarés.

3.2.10. Namibie (NAM)

➤ Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel

La Namibie est un pays aride qui dépend fortement des eaux souterraines. Il existe plus de 54 000 forages dans le pays, dont 630 sont des forages de surveillance nationaux.

➤ Collecte et gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai des forages.

Les puits de forage sont gérés par différents organismes. Le ministère des Eaux et Forêts est responsable des forages publics. Les conseils municipaux sont responsables de l'approvisionnement en eau dans les villes. NAMWATER est une institution para-étatique responsable de l'approvisionnement en eau en milieu rural, bien qu'elle approvisionne également l'industrie et certaines villes, comme Windhoek. Tous les forages sont enregistrés dans la base de données nationale des eaux souterraines, GROWAS2. Les enregistrements comprennent des données sur les méthodes d'implantation, le forage et les tests. Les méthodes de localisation comprennent généralement une étude de la conductivité électrique. Après le forage, un test de pompage est effectué (test par paliers, test à débit constant et test de récupération). Les EC/TDS et le pH sont mesurés pendant l'essai de pompage. Les données sur le forage comprennent les taux de pénétration, les coups d'eau, la qualité apparente de l'eau, la profondeur du forage, le diamètre du forage, le rendement du coup, le niveau de l'eau au repos, les journaux lithologiques, le diamètre du tubage, le volume de gravier et de joints sanitaires installés et la hauteur du collet du forage. L'élévation est manquante pour de nombreux forages, de sorte que seuls les niveaux relatifs des eaux souterraines sont connus.

➤ Collecte et gestion des données de suivi

La Direction de la gestion des ressources en eau (DWRM) est responsable de la surveillance des eaux souterraines. Il n'existe pas de plan national officiel de surveillance des eaux souterraines. Des plans annuels sont établis, en fonction des besoins et des ressources disponibles. Il y a 630 forages de surveillance des eaux souterraines en Namibie, dont 196 sont équipés d'enregistreurs de données numériques, les 434 autres sont surveillés manuellement avec un mètre-plongeur. Les niveaux des eaux souterraines sont collectés tous les 3 mois. Les forages de surveillance sont situés à des endroits stratégiques. La

plupart d'entre eux se trouvent dans la région de Windhoek. D'autres sont situés dans des aquifères transfrontaliers. Les données des enregistreurs sont comparées aux données manuelles chaque fois que les enregistreurs sont vérifiés (tous les 3 mois) pour s'assurer que les données sont cohérentes.

Les eaux souterraines sont échantillonnées pour analyser leur qualité (ensemble de paramètres standard de qualité de l'eau). La répartition (50 forages ? tous les forages de surveillance ?) et la fréquence (tous les 3 mois ? tous les ans ?) de l'échantillonnage des eaux souterraines ne sont pas claires. Le bilan ionique est calculé, ainsi que d'autres contrôles, pour s'assurer que les données sur la qualité des eaux souterraines sont fiables. Des échantillons doubles sont souvent prélevés.

La NAMWATER surveille les prélèvements dans les forages qu'elle supervise et reçoit des données sur les prélèvements d'eau souterraine d'autres utilisateurs, principalement de l'industrie. Chaque utilisateur autorisé doit transmettre à la NAMWATER les volumes prélevés lus à partir d'un débitmètre. Des visites sur le terrain sont effectuées pour collecter les données des utilisateurs non conformes.

Les données de surveillance sont stockées dans la base de données nationale des eaux souterraines (GROWAS) sous le département des affaires de l'eau et des forêts, au sein du ministère de l'agriculture, de l'eau et des forêts. Les données sont d'abord enregistrées dans des tableurs, puis dans GROWAS2. La base de données n'est pas facilement accessible en ligne au public, mais les données sont disponibles sur demande. GROWAS permet la visualisation des données et le traitement de base (analyse des tendances et corrélation). La ville de Windhoek utilise les données dans un modèle d'eau souterraine. En 2018, le DWRM préparera le premier rapport annuel sur l'état des eaux souterraines, afin d'améliorer l'analyse et la diffusion des données de surveillance des eaux souterraines.

3.2.11. Seychelles (SYC)

Aucune information disponible dans le cadre de ce projet

3.2.12. Afrique du Sud (ZAF)

➤ Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel

Selon Pietersen et Beekman (2016), les eaux souterraines représentent environ 15% de l'utilisation totale de l'eau en Afrique du Sud. En 2013, le Département des affaires de l'eau (aujourd'hui le Département de l'eau et de l'assainissement, DWS) a indiqué qu'environ 65% des eaux souterraines étaient utilisées pour l'agriculture (environ 60% pour l'irrigation et environ 5% pour l'abreuvement du bétail). La plupart des eaux souterraines restantes ont été utilisées par le secteur minier (environ 13%), les services d'approvisionnement en eau des villes (environ 13%) et l'industrie (3%). L'approvisionnement en eau en milieu rural représente les ~6% restants de l'utilisation des eaux souterraines. Dans les zones rurales, les eaux souterraines sont généralement la seule source d'eau. Depuis l'entrée en vigueur du National Water Act de 1998, le DWS est responsable de la surveillance, de la gestion et de la protection de toutes les ressources en eau du pays, y compris les eaux souterraines⁵. Le DWS a développé les archives nationales des eaux souterraines (NGA)⁶. La NGA contient environ 252 800 forages enregistrés (forages privés et publics). Cette base de données est accessible en ligne par tout utilisateur enregistré pour consulter et télécharger des données. Cependant, de nombreux forages privés ne sont pas encore enregistrés dans la NGA.

➤ Collecte et gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai des forages.

Un système national de codification des forages a été développé et est mis en œuvre. Lorsqu'elles sont disponibles, les archives nationales des eaux souterraines fournissent des informations sur le choix de l'emplacement, le forage/construction et les tests des puits de forage. Les méthodes d'implantation comprennent généralement des études géophysiques (magnétiques, de résistivité, sismiques, électromagnétiques et gravimétriques), réalisées par le DEM ou par des sociétés locales de gestion des eaux souterraines. Les données recueillies lors de la construction du forage comprennent la lithologie, la vitesse de pénétration, la direction de l'eau, la profondeur du forage et les données de construction. Les paramètres et les résultats des tests de pompage sont

également stockés dans la base de données.

5 <http://www.dwa.gov.za/iwqs/eutrophication/NEMP/AppendixAWaterAct.pdf>

6 <http://www3.dwa.gov.za/nganet/>

➤ *Collecte et gestion des données de suivi*

Le DEM surveille le niveau et la qualité des eaux souterraines dans tout le pays. Le nombre total de points de surveillance du niveau des eaux souterraines enregistrés est de 6033, mais environ 2/3 sont inactifs. Cette proportion varie en fonction de la capacité des bureaux régionaux du DEM chargés de la surveillance. Tous les bureaux régionaux ne disposent pas de ressources suffisantes pour accomplir cette tâche. Les niveaux piézométriques sont mesurés manuellement avec des mètre-plongeurs, aucun enregistreur de données n'est utilisé. Les niveaux des eaux souterraines sont censés être contrôlés tous les mois. Les données sur le niveau des eaux souterraines sont stockées dans la NGA si la fréquence de surveillance ne dépasse pas une donnée par mois. Les séries chronologiques plus importantes sont stockées dans une base de données séparée appelée Hydstra. Hydstra et la NGA ne sont pas liées.

Il y a actuellement 535 points de surveillance de la qualité des eaux souterraines dans le pays, y compris les forages et les sources. Quant aux forages de surveillance du niveau des eaux souterraines, seuls 378 d'entre eux sont actifs. Les eaux souterraines sont échantillonnées deux fois par an, avant et après la saison des pluies. Les ions majeurs sont analysés (Ca, Mg, K, Na, Cl, NO₃, SO₄, HCO₃, CO₂), ainsi que la CE et le pH. L'interprétation des données sur la qualité des eaux souterraines se fait à l'aide de CHART⁷. Les données sur la qualité des eaux souterraines sont stockées dans le système de gestion de l'eau (WMS). Le WMS et la NGA sont liés par un système de numérotation unique.

Le NGA est accessible à tout utilisateur enregistré. Le DWS gère également un tableau de bord expérimental appelé National Integrated Water Information System (NIWIS)⁸. NIWIS donne une vue d'ensemble des données relatives aux eaux souterraines sur une carte, sur laquelle l'utilisateur peut zoomer et interroger des points de données individuels.

En outre, le DEM héberge une bibliothèque en ligne appelée Groundwater Geohydrological Report System⁹, où les rapports du DEM ou de projets connexes sont disponibles au format PDF. Des cartes comme la carte hydrogéologique sont également disponibles en format shapefile. Les documents peuvent être recherchés par titre, auteur et mots-clés.

Le captage des eaux souterraines n'est pas surveillé.

Le DEM a développé son propre réseau de pluviomètres, afin d'éviter de payer pour accéder aux données météorologiques du département de météorologie. Apparemment, il est courant que des organisations gouvernementales fassent payer des données à d'autres organisations gouvernementales.

3.2.13. Tanzanie (TZA)

➤ *Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel*

Le développement et la gestion des ressources en eau en Tanzanie sont guidés par la politique nationale de l'eau (NAWAPO, 2002) et la loi sur la gestion des ressources en eau, n° 11 de 2009. La politique prévoit une gestion durable des ressources en eaux souterraines. Les eaux souterraines sont une ressource importante, en particulier dans les zones rurales, bien que certaines grandes villes en dépendent également. Les eaux souterraines et les eaux de surface sont gérées par neuf organismes de bassins fluviaux et lacustres (RLBO).

7 <http://www.dwa.gov.za/Groundwater/chart.aspx>
8 <http://niwis.dws.gov.za/niwis2>
9 <http://www.dwa.gov.za/ghreport>

➤ *Collecte et gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai des forages.*

Tout nouveau forage doit être approuvé par le RLBO compétent avant d'être réalisé, sur la base d'un rapport de localisation du forage. L'exploration des eaux souterraines doit être effectuée en utilisant au moins deux méthodes géophysiques et hydrogéologiques, l'une d'entre elles devant être la méthode de sondage électrique vertical (VES). Une fois l'exploration terminée, des données supplémentaires doivent être communiquées au RLBO, telles que l'emplacement du forage (région, district, quartier et rue et coordonnées), le type d'appareil de forage, la profondeur du forage, le diamètre du forage, la lithologie (réalisée sur le terrain), le type de pompe, la capacité de la pompe, le type d'aquifère et les résultats du test de pompage. L'essai de pompage est effectué pour chaque forage avant l'installation de la pompe, afin de déterminer le niveau d'eau statique, le rabattement et le rendement. Il dure de 8 à 72h, selon l'usage du forage (les forages destinés à l'alimentation publique nécessitent des tests de pompage de 72h). Ces opérations sont supervisées par un hydrogéologue.

Malgré l'obligation de soumettre les informations sur les nouveaux forages aux ORRL, de nombreux forages ne sont pas enregistrés. A ce jour, il est impossible de savoir combien de forages existent en Tanzanie. De nombreux rapports d'achèvement de forages sont également incomplets ou incorrects.

➤ *Collecte et gestion des données de suivi*

La surveillance des eaux souterraines est assurée par le ministère de l'eau. La collecte de données sur les eaux souterraines comprend : les niveaux des eaux souterraines, leur qualité, les prélèvements et la demande (Wellfield Consulting Services 2011). Le ministère de l'eau est également responsable du stockage des données sur les eaux souterraines.

Les niveaux des eaux souterraines sont surveillés par 23 puits de surveillance situés dans cinq RLBO. Les puits de surveillance sont équipés d'enregistreurs automatiques de données qui envoient les données aux serveurs des RLBO respectifs. Les données sont enregistrées toutes les 30 minutes. Un agent est responsable de la maintenance quotidienne des serveurs. Les données sont stockées dans des tableurs et ne peuvent pas être téléchargées, mais si nécessaire, une lettre officielle doit être envoyée aux RLBO ou au ministère de l'Eau et de l'Irrigation. Il a été signalé que certains forages de surveillance ne peuvent pas être visités à temps pour remplacer les piles, ce qui entraîne des lacunes dans la surveillance.

Les données sur la qualité des eaux souterraines sont échantillonnées en fonction de la disponibilité des fonds. Les paramètres physiques, chimiques et biologiques sont alors testés. Certains sont mesurés sur le terrain avec un kit de qualité de l'eau portable (pH, température, alcalinité totale, oxygène dissous et conductivité électrique), tandis que d'autres paramètres sont analysés en laboratoire (TDS, dureté, carbonate, non-carbonate, sulfate, chlorure, fluorure et nitrate).

Les prélèvements d'eau souterraine sont censés être contrôlés par les autorités publiques chargées de l'approvisionnement en eau.

3.2.14. *Zambie (ZMB)*

➤ *Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel*

Les eaux souterraines constituent une source majeure d'eau potable dans de nombreuses régions de Zambie, notamment dans les zones rurales. Une grande partie de la population zambienne dépend des eaux souterraines pour son approvisionnement en eau domestique,

mais les eaux souterraines sont également utilisées pour l'irrigation et l'élevage. Il existe 3 types d'aquifères dans le pays : les formations fracturées/fissurées à rendement moyen au rendement élevé (notamment les aquifères karstiques dans la province de Lusaka), les aquifères à porosité primaire (par exemple les sols alluviaux et les dépôts de sable du Tertiaire), et le socle altéré à faible rendement. La loi sur la gestion des ressources en eau (2011) régit la gestion des eaux souterraines. Depuis 2018, les eaux souterraines sont considérées comme une ressource publique.

➤ *Collecte et gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai des forages.*

L'Autorité de gestion des ressources en eau (WARMA) gère le développement des forages publics. Les données relatives aux forages privés doivent être communiquées à WARMA. Les données sur les forages sont stockées dans la base de données de WARMA (GeoDin). Elle contient environ 16 000 forages, dont ~4000 n'ont pas de coordonnées. Les données suivantes sont rapportées : coordonnées, profondeur, diamètre, type de forage, type de tubage, type de pompe, lithologie. Les données sur les forages comprennent généralement des informations sur la méthode d'implantation (par exemple, la résistivité) et l'essai de pompage.

Les forages commerciaux d'approvisionnement en eau sont pompés pendant 72 heures, les forages domestiques pendant 4 heures (en général).

➤ *Collecte et gestion des données de suivi*

La politique nationale de l'eau révisée en 2010 comprend l'évaluation, la planification et le développement des eaux de surface et des eaux souterraines. Cependant, il n'y a pas de plan de surveillance des eaux souterraines stipulé séparément. Il y a eu une tentative de développement d'un programme national de développement des eaux souterraines, incluant un plan de surveillance des eaux souterraines, mais elle ne s'est pas concrétisée. La surveillance des eaux souterraines est gérée par le Département du développement des ressources en eau (DWRD), au sein du Ministère du développement de l'eau, de l'assainissement et de la protection de l'environnement. Il gère une centaine de forages de surveillance à travers le pays. 44 se trouvent autour de Lusaka, 11 dans le bassin versant supérieur de Kafue. Certains forages de surveillance sont équipés d'enregistreurs de données, les autres sont surveillés manuellement avec un mètre-plongeur. Selon l'IGRAC (2013), la plupart des contrôles et des évaluations de la quantité et de la qualité ne sont pas effectués par les organisations gouvernementales en raison du manque de ressources financières et de stations de contrôle mal entretenues. La surveillance des eaux souterraines est plutôt majoritairement réalisée par d'autres acteurs, principalement sur la base de projets.

Il n'y a pas de surveillance de la qualité des eaux souterraines, bien que certaines données aient été recueillies dans le cadre de projets ou de lieux spécifiques (par exemple, autour de Lusaka) ou auprès de sociétés minières.

Il n'y a pas de contrôle de l'abstraction.

Les personnes interviewées ont signalé un manque de ressources pour surveiller correctement les ressources en eaux souterraines.

WARMA utilise un système d'information sur la gestion des eaux souterraines (GRIMS), une application pour l'analyse et la visualisation des données sur les eaux souterraines, par exemple des cartes SIG. BGR soutient cette application au sein de WARMA par la mise à niveau des composants techniques, des cours de formation et une formation intensive sur le tas.

3.2.15. Zimbabwe (ZWE)

➤ *Aperçu général de l'utilisation des eaux souterraines et du cadre institutionnel*

Les eaux souterraines sont considérées comme la source d'eau potable la plus fiable et la plus sûre au Zimbabwe, principalement dans les zones rurales. Avec 67% de la population

du Zimbabwe vivant dans les zones rurales (recensement national de la population, 2012), la plupart des gens dépendent des eaux souterraines pour la boisson et d'autres fins. Récemment, les populations urbaines ont eu de plus en plus recours aux eaux souterraines en raison de l'approvisionnement irrégulier en eau par les autorités locales. La plupart des autorités locales urbaines sont confrontées aux défis de la contamination des sources d'eau de surface par les effluents industriels et les eaux usées. Il existe plus de 50 000 puits de forage au Zimbabwe. Dans six des dix provinces du pays, il y a 26 074 forages (base de données RWIMS) et à Harare

La province métropolitaine compte à elle seule plus de 20 000 forages (base de données du Upper Manyame Sub-Catchment Council).

➤ *Collecte et gestion des données relatives à l'implantation, au forage et à l'essai des forages.*

Le développement des forages publics est géré par la Zimbabwe National Water Authority (ZINWA) et le District Development Fund (DDF). Les forages privés doivent être enregistrés, et les informations pertinentes communiquées à la ZINWA. Les données relatives aux puits de forage consistent en des données sur l'emplacement du puits (à l'aide de méthodes géophysiques de résistivité électrique et de magnétisme), son emplacement, sa profondeur, son diamètre, des diagraphies lithologiques, des grèves de l'eau et toute autre information pertinente. Un numéro d'identification unique est attribué à chaque forage. Les données des tests de pompage sont également enregistrées. Un test de pompage est effectué pour chaque forage public et pour les forages privés dont les propriétaires ont les moyens d'en réaliser un. Les eaux souterraines sont échantillonnées après l'achèvement du forage afin d'en analyser la qualité conformément aux spécifications ISO/TC 147 sur la qualité de l'eau. Les données relatives aux forages sont stockées sur papier dans les bureaux de la ZINWA et de la DDF, parfois sur support informatique.

En outre, il existe un système de gestion de l'information WASH (eau, assainissement et hygiène) en milieu rural (RWIMS), où les données sur les forages sont stockées et partagées sous forme numérique. Il n'existe aucun lien entre le RWIMS, le DDF et les bases de données de la ZINWA.

➤ *Collecte et gestion des données de suivi*

La ZINWA est chargée de la surveillance des eaux souterraines. ZINWA est un organisme para-étatique sous la tutelle du Ministère de l'Environnement, de l'Eau et du Climat (anciennement le Ministère du Développement et de la Gestion des Ressources en Eau) et est responsable de la surveillance des eaux souterraines et donc de la collecte et de la gestion des données. Il n'existe pas de plan national officiel de surveillance des eaux souterraines. Les eaux souterraines sont surveillées uniquement dans les 3 principaux champs de puits aquifères du pays, à savoir Nyamandlovu (161 forages, commencé en 1989), Middle Sabi (168 forages, commencé en 1997) et Lomagundi (198 forages, commencé en 2017). La surveillance de l'approvisionnement en eau de Gokwe a débuté en 2017. Actuellement, seuls les niveaux des eaux souterraines sont surveillés.

Les niveaux des eaux souterraines sont mesurés manuellement, à l'aide de compteurs à immersion. Les agents de gestion de l'environnement & du ministère de la santé et des soins aux enfants effectuent un contrôle de routine de la qualité de l'eau mais les informations ne sont pas largement partagées.

Des contrôles de qualité de routine sur les données relatives au niveau des eaux souterraines sont censés être effectués pour détecter les irrégularités, mais aucun protocole standard n'est utilisé et peu de temps est consacré à cette tâche. Par ailleurs, l'Agence de gestion de l'environnement et le ministère de la Santé et de l'Enfance effectuent des contrôles de la qualité de l'eau, mais les informations ne sont pas largement diffusées.

En raison des capacités et des ressources limitées, ZINWA a mis en place une surveillance communautaire des eaux souterraines près des champs de puits afin de mesurer les niveaux d'eau mensuels pour eux.

En outre, les utilisateurs d'eaux souterraines autorisés ont la responsabilité de mesurer les niveaux d'eau, la qualité et les prélèvements, qui sont les seules sources de données sur la qualité des eaux souterraines. Aucune procédure claire de contrôle de la qualité des données n'est définie pour ces données, si ce n'est que les échantillons d'eau souterraine doivent être analysés par des laboratoires accrédités. Les utilisateurs agréés d'eaux souterraines sont également censés mesurer les prélèvements d'eaux souterraines à l'aide de débitmètres et communiquer mensuellement les volumes prélevés. Cependant, en raison de ressources et de capacités limitées, cette obligation est peu appliquée. Le captage des eaux souterraines est également surveillé par ZINWA dans le champ de puits de l'aquifère de Nyamandlovu.

Les données sont stockées sur papier ou dans des tableurs. Les données sur la quantité et la qualité des eaux souterraines sont stockées dans différents départements et organisations. Il est donc nécessaire de créer et de développer une base de données nationale pour compiler les données provenant de différentes sources.

3.3. Synthèse à l'échelle de la SADC

3.3.1. Collecte des données relatives à l'emplacement, au forage et à l'essai des puits de forage

Une vue d'ensemble de l'implantation des forages, du forage et de la collecte des données d'implantation dans les États membres de la SADC est donnée dans le tableau 3. La plupart des pays utilisent des études géohydrologiques pour déterminer la position d'un nouveau forage d'approvisionnement public en eau (choix de l'emplacement du forage) si celui-ci est réalisé sous la responsabilité d'une agence gouvernementale. Les études géohydrologiques comprennent généralement une étude documentaire et une étude géophysique (principalement des études de résistivité et électromagnétiques).

Les données produites sont généralement stockées dans les archives du projet sous forme de copies papier. Les données recueillies pendant le forage sont archivées sur papier et, dans certains cas, également dans des tableurs, voire dans une base de données relationnelle. La plupart des pays effectuent des tests de pompage pour recommander un rendement durable. Un test de pompage de 2 heures, comme c'est le cas dans un pays, est considéré comme trop court, car on peut se demander si le forage est réellement sollicité pendant une période aussi courte. À l'autre extrémité du spectre, certains pays font état de tests de pompage de 72 heures, mais on ne sait pas exactement combien de fois ces tests sont effectués en réalité. La plupart des pays tiennent des registres du niveau d'eau statique et du rendement sûr estimé par le test de pompage. La plupart des pays prélèvent également un échantillon d'eau souterraine après l'achèvement du forage afin d'analyser la qualité de l'eau souterraine.

Dans presque tous les pays, les forages privés sont censés être enregistrés (et nécessitent une licence dans de nombreux cas) et les données relatives à l'emplacement, au forage et aux tests doivent être transmises à l'agence/département gouvernemental responsable. Cependant, de nombreux pays signalent que de nombreux forages privés ne sont pas enregistrés ou que des formulaires incomplets sont soumis.

Les forages sont généralement enregistrés dans une base de données centralisée ou, dans certains cas, dans différentes bases de données régionales (des tableurs dans la plupart des cas, rarement une base de données relationnelle). Les données relatives à l'emplacement, au forage et aux tests sont généralement stockées sous forme de copies papier ou de copies électroniques de rapports (et non de copies électroniques des données brutes). En outre, tous les pays n'ont pas mis en place un système permettant d'identifier les forages à l'aide d'un numéro d'identification unique. Par conséquent, ces données sont difficilement accessibles dans la plupart des pays.

La gestion des forages est presque toujours déléguée à l'utilisateur final, une compagnie des eaux, une communauté ou un conseil municipal. La plupart du temps, ils sont également chargés de surveiller les prélèvements (volumes et heures de pompage), le niveau et la qualité des eaux souterraines, mais il y a peu de preuves qu'ils le fassent (à l'exception de certaines sociétés de distribution d'eau). La plupart des pays ont indiqué que la surveillance des puits de captage est en pratique très limitée ou inexistante. Dans certains cas, cela a également une cause technique lorsque les forages ne sont pas équipés

de tubes d'accès pour mesurer le niveau de l'eau en toute sécurité. Les données sur les volumes prélevés sont rarement disponibles.

- Le choix de l'emplacement des forages se fait généralement sur la base d'une étude documentaire et/ou d'une étude géophysique (méthodes magnétiques ou électriques sur le sol) et/ou d'une inspection visuelle du site.
- Des ensembles de données de forage et de construction sont enregistrés et comprennent généralement l'emplacement du trou de forage, la profondeur et la lithologie.

- Les tests de pompage ont tendance à être effectués pour conseiller sur les rendements sûrs. Le type de tests varie beaucoup d'un pays à l'autre et à l'intérieur d'un même pays, car il dépend probablement du contexte géologique et de l'utilisation finale du forage.
- Les données relatives à l'emplacement, au forage et aux essais des puits de forage publics sont le plus souvent stockées sur papier ou dans des tableurs, rarement dans une base de données consultable.
- Les forages privés doivent normalement être enregistrés, mais beaucoup ne le sont pas, ou des formulaires d'enregistrement incomplets sont soumis.
- La numérotation d'identification unique est encouragée mais pas toujours appliquée, avec des problèmes évidents de références croisées.
- Les grands utilisateurs d'eaux souterraines (entreprises publiques ou privées) sont censés surveiller le niveau, la qualité et le prélèvement des eaux souterraines. Cependant, très peu de pays font état d'une surveillance des prélèvements d'eaux souterraines, et rien ne prouve qu'elle soit appliquée. Les prélèvements d'eau souterraine sont généralement estimés sur la base du rendement/de la capacité de pompage recommandé(e).

3.3.2. Collecte des données de surveillance des eaux souterraines

Une vue d'ensemble de la surveillance du niveau, de la qualité et du captage des eaux souterraines est donnée dans les tableaux 3 - 7. La plupart des pays ont un plan de surveillance, officiel ou non, bien que l'IGRAC/IGS n'ait pas pu obtenir de copies de ces plans. La plupart des pays surveillent le niveau des eaux souterraines, certains surveillent également la qualité des eaux souterraines, très peu surveillent les prélèvements d'eau souterraine. Les objectifs de la surveillance ne sont pas clairs dans la plupart des pays.

La surveillance des eaux souterraines est la moins développée dans les pays humides/tropicaux de la région SADC, où les eaux de surface sont abondantes (Angola et RDC).

Dans la plupart des pays, les départements responsables sont gênés par des problèmes organisationnels et financiers, ce qui fait que le nombre de forages surveillés est relativement faible. Les problèmes logistiques (également dus aux finances et à l'organisation) entraînent une surveillance irrégulière qui se traduit par de nombreuses lacunes dans les données. De nombreuses organisations ont signalé des problèmes de transport pour accéder aux forages éloignés. Le vandalisme des forages et des équipements est un autre problème répandu.

Les niveaux des eaux souterraines sont généralement mesurés manuellement à l'aide de mètre-plongeurs et, dans certains cas, automatiquement à l'aide d'enregistreurs de données, parfois également équipés d'un système de communication télémétrique pour le transfert des données. Les enregistreurs de données sont souvent considérés comme une solution rentable pour la surveillance des eaux souterraines dans les régions éloignées, mais les problèmes de défaillance des enregistreurs de données sont nombreux et entraînent souvent la perte de données. Par conséquent, les enregistreurs de données peuvent être utilisés pour augmenter la fréquence de surveillance (par exemple de 6/an à 1/jour) mais les sites doivent toujours être visités régulièrement pour vérifier l'équipement et pour sauvegarder les données en les téléchargeant depuis les enregistreurs de données.

Les visites de pays et les rapports de jeunes professionnels ont fourni peu de chiffres

concrets sur les points et la fréquence d'échantillonnage par rapport à la qualité des eaux souterraines. Par conséquent, la répartition des forages de surveillance de la qualité des eaux souterraines et la fréquence d'échantillonnage ne sont pas claires. Il semble que l'analyse de la qualité des eaux souterraines soit effectuée de manière irrégulière, lorsque le budget le permet. Les paramètres de qualité des eaux souterraines les plus fréquemment enregistrés sont ceux qui peuvent être mesurés sur le terrain (EC, pH, température, TDS). Les analyses de laboratoire incluent les ions majeurs, le fluorure ou l'arsenic dans les régions affectées par ces contaminants. Certains pays effectuent également des analyses microbiologiques.

Un seul pays a signalé l'existence d'un réseau de forages consacré à la surveillance des intrusions d'eau de mer.

La surveillance des prélèvements d'eau souterraine est presque inexistante. En fonction de la législation nationale, le contrôle des volumes de prélèvement est de la responsabilité de l'utilisateur final (propriétaire du forage) et tend à être réglementé par le biais de licences d'utilisation de l'eau, mais l'application et la conformité sont très limitées, voire inexistantes.

- La plupart des pays collectent des données sur le niveau des eaux souterraines, bien que la qualité des données soit médiocre (lacunes dans les données et souvent mauvaise couverture géographique).
- De nombreux pays collectent des données sur la qualité des eaux souterraines, mais de manière très irrégulière.
- La surveillance des volumes de captage est presque inexistante. Les utilisateurs d'eaux souterraines sont responsables de la surveillance de l'utilisation des eaux souterraines par le biais des dispositions des licences d'utilisation de l'eau, mais la conformité et l'application sont limitées.
- Dans tous les pays, les ensembles de données présentent des lacunes, à des degrés divers.
- La plupart des pays n'ont pas d'objectifs clairs pour le suivi (les objectifs sont définis en termes très généraux).
- Certains forages sont inaccessibles
- Le vandalisme est fréquent

3.3.3. Assurance et contrôle de la qualité des données (QA/QC)

La qualité des données de suivi varie fortement d'un pays à l'autre, en fonction de la capacité des départements en charge. Certains pays ne disposent pas de formulaires de terrain, ce qui faciliterait la collecte de données cohérentes. Plus généralement, les procédures et les directives font défaut.

Dans les pays où les forages de surveillance sont équipés d'enregistreurs de données, des vérifications croisées peuvent être effectuées avec des mesures manuelles réalisées chaque fois que les enregistreurs sont inspectés (par exemple, pour remplacer la batterie). Une fois dans l'ordinateur, les données sont généralement vérifiées pour détecter toute valeur aberrante éventuelle.

Certains pays ont signalé l'absence de laboratoires agréés et la non-fiabilité des analyses de la qualité des eaux souterraines. Certains font des analyses doubles (par exemple avec des échantillons doubles ou avec un échantillon et l'ensemble des paramètres (EC, pH) mesurés sur le terrain).

En ce qui concerne le contrôle de la qualité des données, de nombreux pays ont simplement indiqué que les données sont vérifiées par un hydrogéologue, sans autre précision.

De nombreux pays ont signalé la nécessité de former ou de reformer le personnel chargé de la collecte des données sur le terrain, ce qui serait bénéfique pour la qualité des données communiquées.

Les visites de pays et les rapports des jeunes professionnels donnent l'impression que l'accent est mis non pas sur la qualité des données collectées mais plutôt sur la collecte des données elle-même.

- La qualité des données collectées est inégale
- Les pays manquent de personnel, de budget et d'outils pour vérifier (et interpréter) les données de

suivi.

- Les protocoles de contrôle de la qualité des données collectées ne sont pas bien développés, et les procédures de contrôle de la qualité ne sont pas mises en œuvre.

3.3.4. Stockage des données

La méthode de stockage des données est très différente selon les pays. Seuls 3 pays utilisent une base de données relationnelle. La Zambie utilise GEODIN, le Malawi Hydstra et WISH, la Namibie utilise GROWAS2, une base de données spécialement conçue et toujours en cours de développement, et l'Afrique du Sud possède une archive nationale des eaux souterraines et utilise Hydstra10 pour stocker les données de séries chronologiques. L'administrateur de la base de données du Botswana a développé une base de données relationnelle en Oracle, mais dans la pratique, elle n'est pas accessible pour une utilisation générale en raison de l'absence d'une interface conviviale.

D'autres pays utilisent des tableurs comme base de données et certains ont un mélange de fichiers papier et de tableurs. Il existe un accord à l'échelle de la SADC concernant le logiciel Hydstra, qui prévoit l'octroi d'une licence d'utilisation du logiciel Hydstra dans tous les pays de la SADC. Cependant, seuls certains pays comme l'Afrique du Sud et le Malawi semblent utiliser Hydstra. En Afrique du Sud, les connexions entre Hydstra et les Archives nationales des eaux souterraines ne sont pas toujours claires et, dans la pratique, il peut être difficile de combiner les données de ces 2 bases de données.

L'Angola utilise Hydstra mais uniquement pour les eaux de surface, car les eaux souterraines ne sont pas surveillées dans ce pays. Dans les autres pays, des tableurs et parfois même des copies papier sont utilisées pour stocker les données.

En théorie, seules les bases de données du Botswana, de la Namibie, de l'Afrique du Sud et de la Zambie semblent inclure des données de surveillance et des données sur les forages publics/privés. Dans de nombreux autres pays, la surveillance du niveau, de la qualité et de l'extraction des eaux souterraines ainsi que l'enregistrement des forages publics et privés sont gérés par différentes organisations, avec différentes bases de données.

L'absence de capacités de secours dans certains pays est un sujet de préoccupation.

- Dans tous les pays, la continuité de la collecte des données et leur stockage dans des bases de données posent des problèmes majeurs, ce qui entraîne de nombreuses lacunes dans les données.
- La plupart des pays stockent les données de suivi dans des tableurs.
- Seuls quelques pays disposent d'une base de données relationnelle pour stocker les données de surveillance et les données sur les forages publics/privés.
- L'absence d'installations de secours dans certains pays est très préoccupante.

3.3.5. Partage des données

En théorie, tous les pays partagent des données avec les personnes/organisations qui en font la demande. En pratique, il existe de grandes différences entre les pays dans le traitement de ces demandes. Seule l'Afrique du Sud partage les données de surveillance en ligne par le biais d'une interface Web qui permet d'interroger l'ensemble de la base de données. Pour les séries chronologiques, les utilisateurs doivent envoyer une demande (en ligne) pour qu'une personne rassemble manuellement les données et les mette à la disposition du demandeur. Dans tous les autres pays, une demande manuelle doit être envoyée. Certains utilisateurs ont signalé la longueur des procédures bureaucratiques et la mauvaise qualité des données (par exemple, l'absence de métadonnées pertinentes) comme des limitations à l'utilisation des données. Dans certains pays, il est pratiquement impossible d'obtenir des données. Dans certains cas, cela peut être dû à l'absence de données (accessibles), qui sont masquées par des procédures bureaucratiques. Dans la plupart des cas, il semble que l'obtention de données sur les eaux souterraines n'entraîne aucun coût ou seulement des coûts nominaux. Les données numériques semblent être fournies gratuitement, tandis que les copies papier des cartes ont tendance à être distribuées à un prix nominal (destiné à la récupération des coûts).

Les bases de données incomplètes ou incohérentes sont considérées comme le principal obstacle au partage des données. L'absence de bases de données relationnelles dans la plupart des pays entrave également le partage des données, par exemple, les séries

chronologiques des niveaux des eaux souterraines ne peuvent pas être facilement reliées à des informations de base comme l'emplacement du forage, l'élévation de la surface et la profondeur du filtre. Dans certains pays, un manque de "culture des données ouvertes" a été observé, bien qu'il soit difficile de déterminer si les données ne sont pas partagées parce qu'elles ne peuvent pas l'être techniquement ou parce que quelqu'un ne veut pas les partager. Le fait est que tous les pays, sauf un, n'offrent pas la possibilité de parcourir les données en ligne et de les télécharger indépendamment.

10 Logiciel Hydstra voir : <http://kisters.com.au/hydstra.html>

- En théorie, les données sur les eaux souterraines sont disponibles pour les utilisateurs sur demande dans tous les pays.
- En pratique, dans plusieurs pays, les données sur les eaux souterraines ne sont pas facilement accessibles aux utilisateurs potentiels en dehors du service gouvernemental responsable de ces données. Il y a des raisons techniques évidentes à cela (absence de données, manque de bases de données / interfaces conviviales), mais dans certains pays, le partage des données est entravé par des procédures bureaucratiques.

3.3.6. Intégration intersectorielle

Les données météorologiques sont collectées dans tous les pays, de même que les données sur l'utilisation des terres et les données statistiques pertinentes sur la population, etc. Dans certains pays, les données sont facilement accessibles aux hydrogéologues sur demande. Dans certains pays, les données sont facilement accessibles aux hydrogéologues sur demande. Mais dans d'autres pays, des problèmes ont été signalés concernant les coûts élevés et/ou les procédures fastidieuses d'obtention de ces données, jusqu'à ce que les départements de l'eau et les universités en viennent à installer leurs propres stations météorologiques. Le partage des données météorologiques ne semble pas plus développé que celui des données sur les eaux souterraines.

Au cours des visites de pays, quelques exemples de coopération intersectorielle ont été donnés. Un exemple intéressant était la coopération avec un ministère de la santé en ce qui concerne la qualité de l'eau potable (les rapports mensuels sur les occurrences de maladies d'origine hydrique sont utilisés comme mesure pour donner la priorité au contrôle de la qualité des eaux souterraines). Aucune des personnes interviewées n'a donné d'exemples concrets de coopération dans l'élaboration ou la mise en œuvre de politiques avec des secteurs tels que l'agriculture, l'industrie ou l'exploitation minière (hormis le contrôle de conformité des licences d'utilisation des eaux souterraines) ou même la gestion de l'environnement.

- La collaboration avec d'autres secteurs pour développer une vision intégrée des ressources en eau souterraine est pratiquement inexistante.

3.3.7. Analyses, interprétation et diffusion

Le peu d'utilisation de données provenant d'autres secteurs (par exemple l'industrie et les mines, l'agriculture, la sylviculture, les données socio-économiques) peut être lié au manque général d'interprétation des données sur les eaux souterraines par les professionnels des départements des eaux souterraines. Dans la plupart des pays, le manque d'analyses des données de surveillance des eaux souterraines a été signalé, à des fins de gestion des ressources ou pour la gestion des champs de captage ou même des forages. Il est communément admis que la gestion des eaux souterraines se fait de manière ad hoc et par incident, plutôt que d'être planifiée stratégiquement sur la base d'analyses et d'une compréhension claire du comportement à long terme du (des) système(s) des eaux (souterraines). Les raisons invoquées sont le manque de temps, le manque de capacité, le manque de données suffisantes, le manque d'outils (logiciels) et le manque d'expérience dans la réalisation de telles analyses. Une preuve en est l'absence de rapports sur les ressources en eaux souterraines dans de nombreux pays ; pour rédiger leurs rapports, de nombreux jeunes professionnels ont utilisé les données de l'Atlas des eaux souterraines en Afrique¹¹, et non celles de leur propre département.

- Il y a très peu d'utilisation (interprétation) des données sur les eaux souterraines recueillies dans les États membres de la SADC.

11 http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Africa_Groundwater_Atlas_Home

3.4. Tableaux récapitulatifs

3.4.1. Tableaux récapitulatifs de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC

Les informations décrites dans les sections précédentes ont été résumées dans quelques tableaux, qui sont présentés ci-dessous.

Note d'avertissement :

Résumer toutes les informations dans des tableaux est un défi et beaucoup de nuances doivent être laissées de côté dans le processus. Par conséquent, ces tableaux ne reflètent pas toutes les incertitudes relatives aux informations recueillies. Les tableaux peuvent donner une fausse impression de confiance.

Néanmoins, ils offrent aux lecteurs un aperçu rapide de la situation dans la SADC.

Tableau 3 : Vue d'ensemble des données relatives à l'emplacement des forages, au forage et aux essais. BH = trou de forage.

Pays	Implantation, forage et test des puits de forage		
	Collecte des données	Stockage des données	Partagé en ligne ?
AGO	non*	non (il est prévu de développer une base de données en 2019)	Non applicable
BWA	en principe pour tous les forages (publics et privés)	copies papier + tableurs	Non
COD	en principe pour tous les forages (publics et privés)	copies papier + tableurs	Non
SWZ	en principe pour tous les forages (publics et privés)	copies papier + tableurs	Non
LSO	forages publics uniquement	copies papier + tableurs	Non
MWI	en principe pour tous les forages (publics et privés)	copies papier + tableurs	Non
MUS	en principe pour tous les forages (publics et privés)	copies papier + tableurs	Non
MOZ	en principe pour tous les forages (publics et privés)	Tableurs	Non
NAM	en principe pour tous les forages (publics et privés)	GROWAS2	Non
ZAF	en principe pour tous les forages (publics et privés)	NGA	oui
TZA	en principe pour tous les forages (publics et privés)	?	Non
ZMB	en principe pour tous les forages (publics et privés)	GEODIN	Non
ZWE	en principe pour tous les forages (publics et privés)	copies papier + tableurs	Non

* : L'AND a fait l'inventaire des points d'eau pour l'approvisionnement public. Les données ne sont pas collectées de manière structurée.

Tableau 4 : Aperçu de la surveillance des eaux souterraines.

ISO code	Surveillance des eaux souterraines			Objectifs de suivi	Institution générale
	niveaux	Qualité	abstraction		
AGO	Non	Non	Non	Non formulé / disponible	Institut national des ressources en eau (INRH) sous la tutelle du ministère de l'énergie et de l'eau
BWA	Oui	Oui	oui	- Évaluation des champs de captage et des grands utilisateurs des eaux souterraines	Ministère des minéraux, de l'énergie et de l'eau Ressources
COD	Non	Non	Non	Non formulé / disponible	Ministère de l'environnement, de la conservation de la nature et le tourisme
SWZ	Non	Non	Non	Non formulé / disponible	Ministère des ressources naturelles et de l'énergie
LSO	oui	Non	Non	Évaluation générale des ressources en eaux souterraines	Département des affaires de l'eau
MWI	oui	Oui	Non	Évaluation générale des ressources en eaux souterraines	Ministère de l'Agriculture, de l'Irrigation et de l'Eau Développement
MUS	oui	Oui	Non	- Évaluation générale des ressources en eaux souterraines - Évaluation de l'intrusion d'eau de mer	Ministère de l'énergie et des services publics
MOZ	oui	Oui	Non	Évaluation générale des ressources en eaux souterraines	Ministère des travaux publics, du logement et de l'eau Ressources
NAM	oui	Oui	oui	Évaluation générale des ressources en eaux souterraines	Ministère de l'agriculture, des eaux et des forêts
ZAF	oui	Oui	Non	Évaluation générale des ressources en eaux souterraines	Département de l'eau et de l'assainissement
TZA	oui	Oui	oui	Évaluation générale des ressources en eaux souterraines	Ministère de l'Eau et de l'Irrigation
ZMB	oui	Non	Non	Évaluation générale des ressources en eaux	Ministère du développement de l'eau, de l'assainissement et de la santé

				souterraines	Protection de l'environnement
ZWE	oui	Non	Non	Évaluation des champs de captage	Ministère de l'environnement, de l'eau et du climat

Tableau 5 : Aperçu de la surveillance du niveau des eaux souterraines dans les États membres de la SADC.

ISO code	Surveillance du niveau des eaux souterraines	Nombre de forages de surveillance	Échelle	Méthode	Fréquence	Organisation en charge	Stockage	Partagé en ligne ?
AGO	pas de					Non applicable		
BWA	oui	~ 1000	local	compteur d'immersion + enregistreur de données	1 mois	Département des affaires de l'eau	tableurs	Non
COD	Non					Non applicable		
SWZ	Non					Non applicable		
LSO	oui	48	national	indicateur de niveau d'eau	3 mois	Département des affaires de l'eau	tableurs	Non
MWI	oui	75	régional	enregistreur de données	15 minutes	Département des ressources en eau	HYDSTRA + WISH	Non
MUS	oui	300	national	compteur d'immersion + enregistreur de données	4 mois	Unité des ressources en eau	tableurs	Non
MOZ	oui	?	régional	compteur d'immersion + enregistreur de	1 mois	ARAs	tableurs	Non

				données				
NAM	oui	630	national	compteur d'immersion + enregistreur de données	1 jour - 3 mois	Direction de la gestion des ressources en eau	GROWAS2	Non
ZAF	oui	1800	national	indicateur de niveau d'eau	1 – 6 mois	Département de l'eau et de l'assainissement	NGA	oui
TZA	oui	23	régional	enregistreur de données	0,5 h	Organismes de bassins fluviaux	tableurs	Non
ZMB	oui	~ 100	régional	indicateur de niveau d'eau	3 mois	Département du développement des ressources en eau	GEODIN	Non
ZWE	oui	527	local	indicateur de niveau d'eau	1 mois	Zimbabwe Water Authority, Division des eaux souterraines	copies papier + tableurs	Non

Tableau 6 : Aperçu de la surveillance de la qualité des eaux souterraines dans les États membres de la SADC.

ISO code	Suivi de la qualité	Nombre de forages de surveillance	Échelle	Fréquence	pH, T, EC	Ions majeurs	Microbiologie	Organisation(s) responsable(s)	Stockage	Partagé en ligne ?
AGO	Non	Non applicable								
BWA	oui	?	local	?	?	?	?	Département des affaires de l'eau / Water Utilities Corporation	?	Non
COD	Non	Non applicable								
SWZ	Non	Non applicable								
LSO	Non	Non applicable								
MWI	Oui	?	?	variable	oui	oui	oui	Département des ressources en eau	HYDSTRA	Non
MUS	Oui	?	?	?	?	?	?	Autorité centrale de l'eau	tableurs	Non
		29	régional	1 mois	oui	Non	Non	Unité des ressources en eau	tableurs	Non
MOZ	Oui	?	régional	variable	oui	oui	oui	ARAs	tableurs	Non
NAM	Oui	?	national	?	oui	oui	oui	Direction de la gestion des ressources en eau	GROWAS2	Non
ZAF	Oui	378	national	6 mois	oui	oui	?	Département de l'eau et de l'assainissement	NGA + WMS	Oui
TZA	Oui	Variable	local	variable	oui	oui	Non	Organismes de bassins fluviaux	tableurs	Non
ZMB	Non	Non applicable								

ZWE	oui	?	?	?	?	?	?	Agence de gestion de l'environnement / Ministère de la santé et des soins aux enfants	?	Non
------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

Tableau 7 : Vue d'ensemble de la surveillance du captage des eaux souterraines dans les États membres de la SADC.

ISO code	Surveillance du captage des eaux souterraines	Organisation(s) responsable(s)
AGO	pas de	INRH par l'octroi de licences
BWA	grands champs de captage	- Société des services publics de l'eau - Grands utilisateurs d'eau souterraine
COD	pas de	
SWZ	pas de	
LSO	pas de	
MWI	pas de	
MUS	400 forages	Autorité centrale de l'eau
MOZ	pas de	
NAM	utilisateurs autorisés d'eau souterraine	Direction de la gestion des ressources en eau (DWRM)
ZAF	pas de	
TZA	Oui	Autorités publiques chargées de l'approvisionnement en eau
ZMB	pas de	
ZWE	pas de	

3.4.2. Problèmes signalés

Les problèmes signalés par les personnes interviewées au cours des visites dans les pays sont énumérés ci-dessous. Ils sont également résumés dans le tableau 8, avec les pays où ils ont été signalés. Encore une fois, ce tableau peut ne pas être exhaustif ou précis, mais il donne une idée générale des principaux défis qui doivent être relevés dans les États membres.

➤ Questions relatives à la collecte de données

- Nombre insuffisant de BH surveillés : Les forages de surveillance sont insuffisants pour atteindre les objectifs de surveillance ; par exemple, ils ne couvrent pas la totalité du territoire des États membres ou le réseau de surveillance n'est pas assez dense pour fournir des informations significatives sur les ressources en eau souterraine.
- Problèmes dans la conception du réseau de surveillance ou des forages de surveillance : Le réseau de surveillance n'est pas efficace car les forages de surveillance n'ont pas été placés aux bons endroits, ils ne puisent pas toujours dans les bons aquifères, ou les informations sur la construction des forages manquent, etc.
- Forages d'observation endommagés ou forages d'observation transformés en puits de production : Les forages d'observation ne sont pas réparés lorsqu'ils sont endommagés ou ont été équipés de pompes. Cela réduit la taille du réseau de surveillance.
- Vandalisme : Les trous de sonde et les infrastructures de surveillance sont endommagés par les habitants.
- Pas de données ou des données incomplètes de la part des utilisateurs privés d'eau souterraine : Dans de nombreux États membres, les utilisateurs privés d'eaux souterraines doivent faire un rapport à l'autorité afin d'obtenir une licence, mais ils ne le font pas.
- Lacunes dans les séries de données de surveillance : Les forages de surveillance ne sont pas contrôlés aussi souvent que souhaité ; la fréquence des contrôles est variable.
- Problèmes de qualité des données et de contrôle de la qualité des données : La qualité des données collectées est médiocre ou n'est pas vérifiée.
- Problèmes de maintenance des enregistreurs de données : Les enregistreurs de données collectent les données automatiquement mais ils doivent être visités régulièrement pour être rechargés et pour sauvegarder les données. Si cela n'est pas fait régulièrement, cela peut entraîner une perte de données (lacunes dans les données).
- Nécessité de disposer d'enregistreurs de données automatiques : La collecte de données avec des enregistreurs de données nécessite moins d'efforts que la collecte manuelle. Ou, pour le même effort, ils permettent de collecter plus de données que manuellement.

➤ Questions liées au stockage des données

- Pas de base de données centralisée / utilisation de tableurs
- Utilisation de copies papier
- Pas de système de codage national des BH ou problèmes de numérotation des BH
- Utilisation de différents systèmes de coordonnées
- Pas de système de sauvegarde

➤ Questions liées au partage des données

- Le partage des données peut être difficile

➤ *Questions relatives à l'interprétation des données*

- Manque d'interprétation, entraînant des interventions ad hoc et un manque d'intérêt (= manque de budget) de la part des décideurs.

➤ *Questions liées à toutes les composantes de la collecte et de la gestion des données*

- Ressources limitées (par exemple, budget, personnel, équipement)
- Problèmes logistiques/organisationnels
- Aucun plan de surveillance officiel
- Pas d'objectifs clairs pour la surveillance des eaux souterraines
- Manque de formation

Tableau 8 : Liste des problèmes signalés lors des visites dans les pays.

	AGO	BWA	COD	SWZ	LSO	OMD	MWI	MUS	MOZ	NAM	CJS	ZAF	TZA	ZMB	ZWE	comp
Questions relatives à la collecte de données																
Nombre insuffisant de trous de forage (TF) surveillés					X					X		X		X	X	5
Les questions relatives à la conception d'un réseau de surveillance ou du suivi de TF							X			X						2
TF endommagé ou TF transformé en puits de production					X					X						2
vandalisme	X	X			X		X									4
pas de données ou des données incomplètes provenant du secteur privé utilisateurs des eaux souterraines		X	X		X		X		X			X			X	7
lacunes dans le suivi des séries de données		X			X		X		X			X				5
les problèmes liés à la qualité des données et à leur contrôle de la		X			X										X	3

qualité																
problèmes de maintenance des enregistreurs de données		X														1
besoin d'enregistreurs automatiques de données								X								1
Questions liées au stockage des données																
pas de base de données centralisée / utilisation de tableurs	X	X	X	X	X		X	X	X				X		X	9
utilisation de copies papier		X	X	X	X		X	X	X				X		X	8

	AGO	BWA	COD	SWZ	LSO	OMD	MWI	MUS	MOZ	NAM	CJS	ZAF	TZA	ZMB	ZWE	compt
pas de système de codage national des TF ou problèmes de numérotation des TF	X	X			X		X									4
l'utilisation de différents systèmes de coordonnées					X											1
pas de système de sauvegarde					X											1
Questions liées au partage des données																
le partage des données peut être difficile		X	X		X		X						X		X	6
Questions relatives à l'interprétation des données																
l'absence de interprétation		X					X			X						3
Questions liées à toutes les composantes de la collecte et de la gestion des données																
des ressources limitées (par exemple, le budget, le personnel, équipement)		X	X	X			X		X	X		X	X	X	X	9
questions liées à la logistique et à l'organisation		X		X	X							X	X			4
pas de plan officiel de suivi	X	X			X			X		X					X	6
pas d'objectifs clairs de la surveillance des eaux souterraines					X											1
manque de formation		X		X	X							X	X			4

4. Recommandations

4.1. Introduction

L'évaluation de l'état actuel de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines dans les États membres de la SADC a mis en évidence plusieurs lacunes qui doivent être comblées. Cette section énumère ces lacunes et fournit des recommandations.

L'analyse des lacunes a été réalisée dans l'ensemble de la région SADC, et non par pays. Une des raisons est que beaucoup/la plupart des États membres sont confrontés aux mêmes lacunes. Il est vrai que la SADC englobe des situations socio-économiques et environnementales très différentes : il y a manifestement des différences en termes de gestion des eaux souterraines entre des pays économiquement plus développés et plus arides comme l'Afrique du Sud et des pays moins développés et plus humides comme la RD Congo ; entre des États insulaires comme Maurice et des pays intérieurs comme le Botswana ; entre des grands pays comme la Tanzanie et des petits pays comme l'eSwatini ; etc. Cependant, presque tous les pays ont fait état d'un budget et de capacités insuffisants, ce qui a entraîné des lacunes dans le suivi, un besoin de formation du personnel et des procédures de suivi, un manque d'interprétation, des problèmes de stockage et de partage des données, etc.

4.2. Recommandations par pays

4.2.1. Angola (AGO)

Il est vital, d'un point de vue géohydrologique, de commencer à collecter des données sur les eaux souterraines sur une base régulière. Le développement et la mise en œuvre d'un programme (national) de surveillance des eaux souterraines devraient être prioritaires, et ils devraient inclure la surveillance des niveaux des eaux souterraines, de la qualité des eaux souterraines et des données sur le prélèvement des eaux souterraines (volumes et catégories d'utilisateurs). L'Angola dispose déjà d'une base de données sur les eaux de surface et est en train de développer une base de données sur les eaux souterraines. Cette base de données devrait être développée de manière à pouvoir accueillir toutes les données pertinentes sur les eaux souterraines, telles que : les données sur l'emplacement des puits, les données sur les forages, les tests de pompage, les séries chronologiques des niveaux des eaux souterraines, les données sur la qualité des eaux souterraines, les données sur les prélèvements et d'autres données liées à l'autorisation de l'utilisation des eaux souterraines. En fonction du budget et de la capacité humaine disponible, une base de données complète peut être développée en une seule fois, ou si le budget ou en particulier la capacité humaine est limitée, il peut être préférable de développer la base de données nationale sur les eaux souterraines de manière modulaire : en commençant simplement et en élargissant progressivement la base de données au fil du temps.

Le personnel doit être (re)formé pour permettre à l'Angola de collecter des données fiables sur les eaux souterraines et d'interpréter ces données avec d'autres données hydrogéologiques pertinentes.

4.2.2. Botswana (BWA)

- Le Botswana possède plusieurs bases de données différentes sur les eaux

souterraines et la plupart de ses données ne sont accessibles qu'à une seule personne. Pour s'assurer que les bases de données atteignent leur plein potentiel, un programme doit être lancé pour intégrer les bases de données afin qu'elles puissent être accessibles à partir d'une plate-forme centrale/interface utilisateur et donner accès à tous les utilisateurs potentiels, y compris dans les bureaux régionaux.

- Développer et mettre en œuvre un programme de surveillance à l'échelle nationale : La plupart des répondants ont signalé des problèmes liés à la surveillance des eaux souterraines en termes de lacunes dans les données, de traitement des données, de stockage des données et d'accès aux données. Les objectifs de surveillance ne semblent pas être clairement définis. Il est conseillé à la DWA de développer un programme de surveillance des eaux souterraines à l'échelle nationale, en consultation avec la WUC. Le programme de surveillance devrait décrire les efforts de surveillance liés à la protection et à la gestion des champs de captage pour l'approvisionnement public en eau (emplacement des points d'observation et fréquence des observations/échantillonnage) et pourrait également inclure un réseau de surveillance de référence générale à l'échelle nationale pour évaluer les tendances générales. Le programme de surveillance doit correspondre (de manière réaliste) aux budgets disponibles pour la surveillance et doit également inclure une analyse et un rapport réguliers sur les données de surveillance ainsi qu'une évaluation du programme de surveillance (optimisation régulière des programmes de surveillance) afin de pouvoir mieux informer, par exemple, sur l'autorisation des prélèvements d'eau souterraine (rôle de conseil auprès du Conseil de répartition des eaux).
- Des efforts doivent être faits pour surveiller les prélèvements d'eau souterraine, car ces informations sont essentielles pour analyser et comprendre les tendances du développement des ressources.
- Améliorer la coopération entre le DWA et le WUC : En dépit des responsabilités et des mandats différents de la DWA et de la WUC, la gestion des eaux souterraines dans le pays peut bénéficier d'une meilleure coopération et d'un meilleur partage des données entre ces deux acteurs majeurs. Les efforts de surveillance des deux organisations peuvent et doivent être harmonisés, et toutes les données doivent être mises à la disposition de la base de données nationale sur les eaux souterraines avec un accès direct à la base de données pour les deux organisations. Il faudrait envisager de "forcer" les grands utilisateurs d'eau qui doivent surveiller les eaux souterraines dans le cadre du contrôle de conformité à ne pas se contenter de rendre compte de leur utilisation de l'eau, mais à partager également les données sous-jacentes pour les inclure dans la base de données nationale sur les eaux souterraines.
- Afin de résorber le sérieux retard dans le traitement des formulaires papier (tels que les certificats d'achèvement des forages, les données de surveillance des eaux souterraines, les analyses de la qualité de l'eau et les droits d'utilisation de l'eau), il est conseillé à la DWA d'accroître temporairement ses efforts pour résoudre ce retard et, dans l'intervalle, d'améliorer et de simplifier les procédures (par exemple en utilisant des formulaires numériques ou des applications plutôt que des formulaires papier) afin d'éviter l'accumulation de nouveaux retards.
- Capacité humaine : il semble qu'il y ait un manque de personnel formé et qualifié, en particulier au sein de la WUC à tous les niveaux. Augmenter le nombre de personnel qualifié, avec une formation spécifique sur les eaux souterraines, depuis l'opérationnel et le technique jusqu'au niveau des hydrogéologues seniors. Cela nécessite plus de formation sur le tas à tous les niveaux, des programmes de

formation professionnelle (certifiée) pour les opérateurs de forage / champs de puits et pour les techniciens des eaux souterraines, et plus d'attention aux cours d'hydrogéologie au niveau académique.

- Le partage des données et l'accès aux données peuvent être facilités par le développement de portails de données nationaux complets, intégrant des vues d'ensemble des données, quel que soit le département qui les conserve, afin d'indiquer aux chercheurs où les données spécifiques sont disponibles.

4.2.3. République démocratique du Congo (COD)

L'exploitation des eaux souterraines n'en est qu'à ses débuts en République démocratique du Congo. Il est recommandé de :

- développer une stratégie pour les eaux souterraines afin d'organiser le développement durable de la ressource.
- Développer et mettre en œuvre un programme national de surveillance des eaux souterraines
- développer une nappe phréatique nationale, ce qui impliquerait la consolidation des données existantes dans une seule forme de stockage.
- développer les capacités sur les applications théoriques et pratiques des méthodes de collecte de données sur les eaux souterraines.
- améliorer la sensibilisation à la valeur des eaux souterraines dans le pays.

4.2.4. *eSwatini (SWZ)*

Afin de surveiller les eaux souterraines en eSwatini, un réseau de surveillance est nécessaire. Les forages qui ont été détournés de la surveillance vers l'approvisionnement en eau doivent être inversés ou, si cela n'est pas possible, des forages de surveillance supplémentaires doivent être creusés. Les données recueillies doivent être stockées dans une base de données centrale (ou pour commencer dans un tableur) et il faut s'assurer que des copies de sauvegarde appropriées sont disponibles. En attendant, il faut progresser dans le développement d'une base de données relationnelle centrale. Le personnel doit être (re-)formé ou augmenté pour permettre à eSwatini de collecter et d'interpréter les données géohydrologiques.

4.2.5. *Lesotho (LSO)*

Dans l'immédiat, améliorez votre feuille de calcul Excel et assurez-vous d'avoir une sauvegarde dans le nuage (OneDrive/Dropbox, etc.). De plus, dans l'immédiat, assurez-vous que le budget informatique est contrôlé par le département. Une fois que cela sera en place, le département pourra commencer à établir sa propre base de données (relationnelle). Le personnel doit être (re)formé ou augmenté pour permettre au Lesotho de collecter et d'interpréter les données géohydrologiques.

- Il est nécessaire de développer un programme clair et réaliste de surveillance des eaux souterraines à l'échelle nationale (pour la situation spécifique du Lesotho, cela inclut la surveillance des forages et des sources de montagne) couvrant la surveillance du niveau des eaux souterraines, une stratégie / un plan de surveillance de la qualité des eaux souterraines et la surveillance des taux d'extraction et des décharges des sources. Comme les fonds et les capacités humaines sont limités, il est conseillé de développer un tel programme de manière modulaire et de commencer avec des ambitions modestes et de les étendre si des opportunités futures se présentent, plutôt que de développer un programme ambitieux qui ne peut être mis en œuvre ou maintenu. Le programme de surveillance doit prendre en compte les coûts accessoires et structurels liés à la surveillance ainsi que les analyses régulières et l'interprétation des données.
- En termes de gestion des données, le Lesotho doit améliorer le stockage de ses données. Idéalement, une base de données relationnelle centralisée est mise en place et permet l'accès à de multiples utilisateurs. Cependant, si / aussi longtemps que le budget et l'infrastructure informatique sont limités, le Lesotho devrait développer et utiliser un modèle standard pour stocker et visualiser toutes les données de surveillance des eaux souterraines dans des tableurs. En outre, une procédure devrait être

développée et mise en œuvre pour assurer la gestion des versions afin d'éviter que des versions parallèles des bases de données Excel se développent, et pour assurer une certaine forme de système de sauvegarde des bases de données Excel. Même les solutions les plus simples de stockage en nuage disponibles gratuitement comme dropbox, google-cloud ou onedrive peuvent être envisagées pour le moment.

- Le contrôle de la qualité des données peut simplement être amélioré en utilisant des graphiques dans Excel pour visualiser toutes les données de surveillance des eaux souterraines, immédiatement après la collecte des données, afin d'avoir la possibilité de filtrer et/ou de rééchantillonner les valeurs extrêmes et suspectes.
- Le vandalisme sur les sites de surveillance étant considéré comme un problème sérieux, des mesures doivent être prises pour l'éviter. D'une part, cela peut consister à développer ou à acheter du matériel anti-vandalisme, mais à long terme, il peut être plus efficace de développer et de mettre en œuvre des campagnes d'information et de sensibilisation de la population locale (souvent rurale) sur l'importance de la gestion et de la surveillance des ressources en eau souterraine. Idéalement, la population locale s'implique dans la gestion de son infrastructure d'eau souterraine et dans la surveillance de la ressource (approches communautaires).

4.2.6. *Malawi (MWI)*

- Mettre en œuvre le nouveau plan de gestion des eaux souterraines et opérer la migration de la division des eaux souterraines
- Assurer un budget suffisant pour la surveillance des eaux souterraines
- Inclure dans la base de données les données relatives au choix du site, aux forages et aux essais.
- Estimer le prélèvement d'eau souterraine en utilisant des données de substitution.
- Améliorer le partage des données

4.2.7. *Madagascar*

Aucune information disponible dans le cadre de ce projet

4.2.8. *Maurice (MUS)*

- Développer un plan de surveillance des eaux souterraines, qui devrait inclure une clarification des responsabilités des différentes parties prenantes collectant des données sur les eaux souterraines, afin d'éviter que différents départements collectent leurs propres données.
- Développer une base de données centralisée.
- Envisager d'étendre l'utilisation d'enregistreurs de données pour les niveaux des eaux souterraines et le profilage de la conductivité électrique (CE), en plus des mesures manuelles des niveaux d'eau et du profilage de la conductivité électrique (CE), actuellement très efficaces, pour les systèmes d'alerte précoce en cas d'intrusion d'eau de mer.
- Envisagez de surveiller la qualité des eaux souterraines dans d'autres points d'eau souterraine, ne vous limitez pas aux seuls puits de forage.
- Évaluation et révision programmées des réseaux de surveillance pour en améliorer l'efficacité et l'efficience. Cela permettra d'établir une répartition appropriée des ressources de surveillance et une fréquence de surveillance adaptée aux réponses de l'aquifère,
- Développement de la capacité des jeunes professionnels dans les départements des eaux souterraines. Cela peut impliquer le recrutement de jeunes professionnels dans les départements des eaux souterraines concernés qui peuvent être formés et encadrés par

des hydrogéologues expérimentés. Ceci est important pour s'assurer qu'il y aura des experts compétents et expérimentés pour soutenir les systèmes lorsque la génération plus âgée sera à la retraite.

4.2.9. Mozambique (MOZ)

Bien qu'il puisse être bénéfique de déléguer des tâches du ministère aux ARA, un certain contrôle doit être maintenu pour s'assurer que les données requises sont effectivement collectées sur le terrain et stockées dans une base de données. Le personnel doit être (re)formé ou augmenté pour permettre au Mozambique de collecter et d'interpréter les données géohydrologiques.

4.2.10. Namibie (NAM)

- Récupérer l'altitude des forages dans la base de données, à l'aide d'un GPS ou d'un modèle numérique d'élévation (MNE).
- Améliorer le partage des données, par exemple en facilitant l'accès aux données sur les eaux souterraines en ligne.

4.2.11. Seychelles (SYC)

Aucune information disponible dans le cadre de ce projet

4.2.12. Afrique du Sud (ZAF)

Assurer un budget suffisant pour la surveillance des eaux souterraines ou adapter la surveillance des eaux souterraines au budget disponible, en donnant la priorité aux forages qui doivent être surveillés en premier. Ceci va entraîner une réduction du budget opérationnel pour le travail de terrain et les analyses chimiques. La correction de ce problème doit avoir la plus haute priorité. Le DWA permet aux utilisateurs externes d'accéder à leurs données géohydrologiques stockées sur les Archives nationales des eaux souterraines. Mais toutes les données ne sont pas stockées sur les NGA (pensez à la qualité de l'eau et aux données détaillées des séries chronologiques). La construction d'un portail global à partir duquel toutes les données géohydrologiques sont accessibles doit être envisagée.

4.2.13. Tanzanie (TZA)

- Une base de données centrale devrait être développée.
- Il faut s'efforcer de transformer les données recueillies en informations utiles pour les décideurs.

4.2.14. Zambie (ZMB)

- Développer un plan de surveillance des eaux souterraines.
- Assurer un budget suffisant pour la surveillance des eaux souterraines.
- Collecter les coordonnées GPS des forages pour lesquels il manque des coordonnées. Cela peut être fait sur le long terme ou en une seule fois avec une campagne dédiée.
- Recueillir les données de suivi auprès des différentes parties prenantes.
- Estimer le prélèvement d'eau souterraine en utilisant des données de substitution.

4.2.15. Zimbabwe (ZWE)

- Développer un plan de surveillance des eaux souterraines et clarifier les responsabilités des différentes parties prenantes et des différents départements afin d'éviter que ces derniers ne collectent leurs propres données. Ceci devrait également être lié au développement d'une base de données centralisée,

- Développement d'une base de données centralisée sur les eaux souterraines. Une telle activité devra consolider tous les ensembles de données existant actuellement dans différents départements,
- Améliorer la capacité des professionnels à analyser et interpréter les données sur les eaux souterraines,

- Utilisation de mètre-plongeurs artisanaux abordables. Les mètre-plongeurs artisanaux sont moins chers et combler ainsi le manque de fonds qui a été signalé.
- Étendre l'utilisation de la science citoyenne à d'autres sites de surveillance des eaux souterraines. Des leçons peuvent être tirées de la surveillance des champs de puits et de la collecte de données communautaires du système de gestion de l'information WASH (eau, assainissement et hygiène) en milieu rural (RWIMS).

4.3. Recommandations à l'échelle de la SADC

4.3.1. Observations générales

La plupart des communautés rurales de la SADC sont desservies par des eaux souterraines ; de multiples grandes villes dans l'ensemble de la SADC dépendent des eaux souterraines pour leur approvisionnement en eau urbaine ; l'irrigation par les eaux souterraines est importante pour la production alimentaire dans la région (bien que son application ne soit pas aussi répandue que l'on pourrait s'y attendre dans certaines des zones sujettes à la sécheresse) ; et les eaux souterraines sont importantes pour soutenir des écosystèmes (zones humides) importants dans la région (Pietersen et Beekman, 2016).

L'importance des eaux souterraines pour le développement socio-économique de la région SADC et pour le maintien d'écosystèmes importants, n'est pas reflétée dans l'état actuel de la gestion des eaux souterraines en général ou de la gestion de la collecte des données sur les eaux souterraines en particulier. Pietersen et Beekman (2016) ont déjà rapporté une situation alarmante décrivant les problèmes liés à la pollution des eaux souterraines, l'épuisement des eaux souterraines et le manque d'accès à l'eau / la disponibilité de l'eau tout au long de l'année, alors que les investissements dans l'exploitation et l'entretien de l'infrastructure des eaux souterraines sont limités, la mise en œuvre des politiques relatives aux eaux (souterraines) et l'application des réglementations font défaut (par exemple, des instruments tels que les zones de protection des eaux souterraines sont à peine utilisés ; les licences d'utilisation de l'eau ne sont pas appliquées et des amendes ne sont jamais imposées), les agences explicites responsables de

La coordination entre le secteur des eaux souterraines et d'autres secteurs tels que le secteur agricole, la planification urbaine et le développement industriel fait défaut. Ils rapportent également que la gestion et la surveillance des informations sur les eaux souterraines sont faibles dans la plupart des États membres de la SADC ; un constat qui est confirmé dans la présente évaluation. Les problèmes déjà signalés par l'IGRAC (2013) ne se sont pas vraiment améliorés ces dernières années depuis l'évaluation actuelle. Les lacunes dans les enregistrements de données, la nécessité de former le personnel aux pratiques de surveillance et à la gestion des données, le manque de normalisation, la nécessité d'augmenter le nombre de stations de surveillance des eaux souterraines et les ressources humaines et financières associées, ainsi que l'interprétation régulière des données de surveillance des eaux souterraines, l'absence ou l'inadéquation de la qualité des données et des normes de contrôle des données et de la base de données (accessible), sont tous des problèmes qui ont été signalés dans des études précédentes et qui ressortent également de l'évaluation actuelle, avec très peu de preuves d'améliorations dans les années qui ont suivi les précédents inventaires.

Beaucoup de membres du personnel interrogés ou autrement engagés dans le projet (par exemple les jeunes professionnels, les cadres supérieurs contribuant à l'atelier et les

personnes focales GMI de la SADC) sont assez passionnés par leur travail, mais les questions organisationnelles telles que le manque de budget pour le personnel (adéquatement formé), l'équipement et la logistique et le manque de priorités pour mener à bien les activités structurelles de collecte et de gestion des données sur les eaux souterraines semblent être au cœur du problème.

Dans de nombreux cas, il semble y avoir un écart important entre la politique et la pratique. L'équipe de projet a souvent fait l'expérience d'un décalage entre la version officielle et la réalité. La version officielle peut être que les niveaux et la qualité des eaux souterraines sont surveillés régulièrement et que ces données de surveillance des eaux souterraines sont disponibles. Dans la pratique cependant, il s'avère que les données sont collectées à intervalles irréguliers en raison de problèmes budgétaires ou logistiques, que les forages d'observation ont été vandalisés ou ont été équipés comme des forages de production, et que les données de surveillance des eaux souterraines sont difficiles à obtenir parce que les données sont stockées dans de nombreux endroits différents et dans certains cas, les procédures bureaucratiques retardent ou, dans le pire des cas, empêchent l'accès aux données.

Recommandations - ABC

Allouer le personnel et le budget Le manque de personnel suffisant (et adéquatement formé) et le budget insuffisant pour l'équipement et la logistique sont des obstacles évidents à l'amélioration de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines, et ces questions doivent être résolues au niveau de la direction et au niveau politique (allocation budgétaire).

Soyez réaliste : Il est également important de développer / évaluer les programmes de surveillance des eaux souterraines et les bases de données sur les eaux souterraines en fonction des budgets et des capacités disponibles. Un programme de surveillance simple et une base de données qui sont pleinement opérationnels ont plus de valeur qu'un programme de surveillance très ambitieux et une base de données complexe qui ne fonctionnent pas.

Convertir les données en informations pertinentes pour les politiques : Les professionnels des eaux souterraines eux-mêmes, devraient régulièrement traiter et analyser les données de surveillance des eaux souterraines et développer des conseils et des interventions pertinentes pour les politiques sur la base de ces informations. En tirant parti des données sur les eaux souterraines de cette manière, on peut obtenir plus d'attention (et de budget) pour une surveillance adéquate des eaux souterraines et la gestion des données. Pour obtenir cela, les professionnels de l'eau souterraine doivent également être formés / habilités à ce type d'analyses.

4.3.2. Objectifs et stratégie de suivi

Alors que presque tous les pays surveillent les eaux souterraines, il a été très difficile de mettre la main sur des plans officiels de collecte de données sur les eaux souterraines avec des budgets dédiés et des objectifs numérotés. Il est possible que ces plans existent mais ne sont pas partagés, mais il est probable qu'ils n'existent pas, et que la surveillance est

effectuée de manière fortuite, en fonction du budget disponible. De tels plans sont cruciaux afin d'avoir une collecte efficace des données sur les eaux souterraines. Il est recommandé que chaque organisation en charge de la collecte et de la gestion des données sur les eaux souterraines définisse des objectifs clairs, même s'ils sont modestes, qui soient réalistes, c'est-à-dire qui puissent être atteints avec leur capacité actuelle (budget, personnel, matériel). Le plus important est que la collecte des données soit cohérente et que le suivi soit régulier. Il peut être préférable d'avoir moins de points de surveillance avec des séries temporelles régulières que plus de points de surveillance affectés par plusieurs lacunes. Des objectifs de surveillance clairs sont essentiels pour définir quelles données doivent être collectées et à quelle fréquence (et non l'inverse). Comme indiqué dans les notes d'information GW-MATE, la surveillance "doit être motivée par un objectif spécifique - la surveillance pour elle-même conduit souvent à l'inefficacité". Par exemple, les niveaux des eaux souterraines sont surveillés par presque tous les pays, mais il n'est pas clair pourquoi et sur quelle base le réseau de surveillance a été conçu. L'objectif est-il un nombre de puits/zone (par exemple l'Afrique du Sud) ? Un nombre de puits par habitant ? Est-ce qu'une certaine région est ciblée (par exemple, le Zimbabwe) ? Il en va de même pour la qualité et le captage des eaux souterraines.

Évaluation et révision programmées des réseaux de surveillance pour optimiser la surveillance des eaux souterraines (modification de la fréquence et/ou de la répartition géographique). Ceci aidera à établir une distribution appropriée des ressources de surveillance et de la fréquence de surveillance en fonction des réponses des aquifères et des budgets et capacités humaines disponibles

4.3.3. Procédures QA/QC

La plupart des pays ont indiqué que la qualité des données collectées est généralement médiocre. Cela peut être lié à plusieurs facteurs. L'une des principales causes est l'absence de collecte continue des données et le fait que les données ne se retrouvent pas dans des bases de données accessibles. D'autres raisons incluent l'absence / le manque de mise en œuvre de **procédures pour la collecte de données sur le terrain**, y compris des modèles et des formulaires de terrain. Cela a été signalé dans plusieurs pays. Des formulaires clairs et simples ne sont pas difficiles à développer et peuvent grandement améliorer la qualité des données collectées. Des procédures simples peuvent grandement améliorer la qualité des données collectées et peuvent également aider à maintenir les équipements en bon état. Des procédures peuvent également être développées pour guider les tests de pompage, car certains pays ont signalé que les tests de pompage ne sont pas effectués correctement (par exemple, ils sont trop courts).

Un personnel formé est essentiel pour obtenir des données fiables. Presque tous les pays signalent un besoin de formation sur les techniques de terrain, comme l'étalonnage des équipements de terrain courants, le dépannage de base sur le terrain, l'installation des équipements, les tests de pompage et les **mesures de données**. Certains pays ont développé des stratégies de vérification des données ; ces procédures ne doivent pas être compliquées et doivent être largement mises en œuvre (par exemple, double vérification des niveaux des eaux souterraines et des mesures de qualité, traçage des données pour détecter les valeurs aberrantes). En outre, l'analyse et l'interprétation régulières des données peuvent aider à détecter les données suspectes et à améliorer / optimiser les stratégies de collecte de données / les programmes de surveillance.

Des recommandations faciles à mettre en œuvre sont d'améliorer le contrôle de la qualité des données en utilisant des graphiques dans Excel pour l'inspection visuelle des données de surveillance des eaux souterraines, immédiatement après la collecte des données, afin d'avoir la possibilité de filtrer et/ou de ré-échantillonner les valeurs extrêmes et suspectes.

Méthodes plus avancées, mais pas hors de portée avec les technologies actuelles et les **applications de téléphonie mobile** facilement disponibles : Pour éviter les erreurs lors de la numérisation des formulaires de terrain et pour simplifier / accélérer les procédures de téléchargement / saisie des données de terrain dans les bases de données, les États membres devraient envisager d'utiliser des logiciels / applications de téléphonie mobile pour remplacer les formulaires de terrain en papier. Il existe plusieurs applications disponibles à cette fin. Certaines exigent que les données soient téléchargées manuellement du téléphone mobile vers un ordinateur (pour être téléchargées dans la base de données nationale centralisée), tandis qu'il existe également des applications plus avancées qui peuvent se connecter directement à un serveur de données de sorte qu'il n'est plus nécessaire de télécharger manuellement les données vers une base de données.

4.3.4. Stockage et partage des données

Le stockage des données est un problème. Très peu de pays utilisent des logiciels dédiés pour le stockage et l'interprétation des données de surveillance des eaux souterraines. Certains utilisent des tableurs, ce qui peut être une solution lorsque peu de données sont concernées. Les copies papier sont à éviter (sauf à des fins d'archivage/de sauvegarde).

Lorsque les données sont stockées dans différents endroits et sous différents formats, **l'accès aux données** devient un problème.

Certains pays ne disposent même pas de stratégies solides **de sauvegarde des données**. Il est recommandé de centraliser les bases de données sur un serveur avec des sauvegardes automatiques.

Le stockage ou même la sauvegarde régulière au moyen de disques durs séparés, bien que cette dernière solution présente le risque d'être oubliée après un certain temps. Les problèmes de stockage des données entraînent directement des problèmes de **partage des données**. L'accès aux données sur les eaux souterraines est difficile dans de nombreux États membres. Outre la désorganisation du stockage des données, il semble que dans certains pays, il existe également des obstacles culturels ou autres à l'accès aux données et à leur partage.

4.3.5. Traitement, interprétation et diffusion d'informations pertinentes pour les politiques

De nombreux pays ont signalé le manque **d'interprétation des données sur les eaux souterraines**, quel que soit le but recherché (par exemple, la gestion des ressources, la gestion des champs de captage ou même des forages, l'évaluation de la contamination, la protection). L'impression générale est que les données sont collectées pour être stockées dans une base de données (dans le meilleur des cas), alors qu'aucun exemple clair d'analyse et d'évaluation n'a pu être donné.

Tout au long du projet, pas un seul exemple n'a été fourni de données de surveillance des eaux souterraines utilisées en relation avec l'évaluation ou la gestion des ressources en eau souterraine. Lorsque nous avons été interrogés au cours des entretiens sur le traitement et l'interprétation des données de surveillance des eaux souterraines, il est apparu que cela n'a pas lieu de manière régulière ou pire : pas du tout dans certains pays. Cela signifie que les interventions de gestion et le développement de politiques ne sont pas basés sur des données à long terme et des analyses de tendances, éléments qui sont d'une importance capitale pour pouvoir gérer la ressource de manière durable. Les explications fournies pour ce hiatus incluent le manque de priorité, le manque de capacités suffisantes, le manque de capacités techniques ou d'expérience, le manque d'outils logiciels et le manque de données de qualité suffisante.

Le manque de logiciels ne semble pas être un gros obstacle, puisque plusieurs programmes gratuits (et parfois à code source ouvert) sont disponibles de nos jours. Cependant, le personnel peut avoir besoin d'être formé à l'utilisation de ces programmes et à l'interprétation des données sur les eaux souterraines en général.

Un tel niveau d'interprétation requiert des compétences techniques en matière de traitement et d'analyse des données, mais aussi une compréhension des problèmes et de la position des utilisateurs d'eaux souterraines et de leurs développements (par exemple, les développements dans l'agriculture). Il est recommandé de renforcer les capacités à ce niveau d'interprétation des données sur les eaux souterraines, soit par le biais de l'enseignement supérieur (université), soit par des programmes de formation spécifiques.

Il est également important de développer des programmes de surveillance des eaux souterraines clairs et réalistes (c'est-à-dire réalisables dans les limites du budget et des capacités humaines disponibles) avec des objectifs clairement définis. Cela permet d'éviter de collecter des données pour le plaisir de collecter.

5. Documents

- BGS [British Geological Survey], IAH [International Association of Hydrologists], UpGro [Unlocking the potential of Groundwater for the poor] and IDS [Institute of Development Studies] (2018). Africa Groundwater Atlas. Accessed [16/1/2019]
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Africa_Groundwater_Atlas_Home
- Botswana Government (2016). Botswana water accounting report 2014/2015. Gaborone (Botswana): WAVES, CAR, MMEWR, Worldbank, 69pp.
- Chairuca, L., Naafs, A., van Haren, I., Upton, K., Ó Dochartaigh, B.É. and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Mozambique. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Mozambique
- Chishugi JB, Birikomo J, Upton K, Ó Dochartaigh BÉ and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of the Democratic Republic of the Congo. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Democratic_Republic_of_the_Congo
- Christelis G, Dierkes K, Quinger M, Matengu B, Lohe C, Bittner A, Upton K, Ó Dochartaigh BÉ and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Namibia. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Namibia
- IGRAC [International Groundwater Resources Assessment Centre] (2013) Groundwater monitoring in the SADC region. Overview prepared for the Stockholm World Water Week, 2014. Delft (Netherlands): IGRAC, 19pp.
- IGRAC and IGS (2019): Capacity building for groundwater data collection and management in SADC Member States - Report on activities. Final report. SADC-GMI.
- INRH [Instituto Nacional de Recursos Hídricos] (2018) Website. Accessed [16/1/2019]
http://www.inrh.gv.ao/instituicao#instituicao_intro
- Leketa K, Migwi M, Crane E, Upton K, Ó Dochartaigh BÉ and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Lesotho. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Lesotho
- Mudimbo, D., Owen, R., Crane, E., Upton, K., Ó Dochartaigh, B.É. and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Zimbabwe. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Zimbabwe

Nkhuwa, D.C.W., Kang'omba, S., Chomba, K.C., Crane, E., Upton, K., Ó Dochartaigh, B.É and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Zambia. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].

http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Zambia

Ó Dochartaigh, B.É., Upton, K., Bertram, E., Pietersen, K., Abiye, T and Bellwood-Howard. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of South Africa. British Geological Survey.

Accessed [16/1/2019].

http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_South_Africa

Pietersen, K. and Beekman, H.E. (2016). Groundwater management in the Southern African Development Community. Bloemfontein (South Africa): SADC Groundwater Management Institute, 95pp.

SADC [Southern African Development Community] (2003). Southern African Development Community. Regional Situation Analysis. RFP # WB 1861-571/02. Final report. Gaborone (Botswana): SADC, pp 127 (Report also published as: Farr, J.L., Gumiremhete, R., Davies, J. & Robins, N. S. (2005). Southern African Development Community. Regional Situation Analysis. British Geological Survey Internal Report, CR/05/093N. Keyworth Nottingham (United Kingdom): British Geological Survey, 132pp.)

SADC [Southern African Development Community] (2010). SADC Hydrogeological Mapping Project (9 ACP RPR 39 -89). Technical Assistance to the Southern Africa Development Community (SADC). Final report. Gaborone (Botswana): SADC, 68pp.

SADC [Southern African Development Community], BGS [British Geological Survey], GIZ [Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit] and DFID [Department of International Development United Kingdom] (2017). SADC Groundwater Grey Literature Archive. Accessed [Online 21/03/2018]
<http://www.bgs.ac.uk/sadc/>

SADC-GMI [SADC Groundwater Management Institute] (2017) SADC-Groundwater Information Portal. Online archive:
<http://gip.sadc-gmi.org>

Sangea H, Upton K, Ó Dochartaigh BÉ and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Tanzania. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Tanzania

Setlhogile, T. and Harvey, R. (2015). Water governance in Botswana. Governance of Africa's Resources Programme. Policy briefing 144. Johannesburg: South African Institute of International Affairs (SAIIA), 4pp.

Swaziland MNRLE [Ministry of Natural Resources, Land use and Energy] and Canada IDA [International Development Agency], 1992. Groundwater Resources of Swaziland. Prepared by Piteau Associates Engineering Ltd. North Vancouver, B.C. Canada.
<https://resources.bgs.ac.uk/sadcreports/eSwatini1991cidagroundwaterresourcesa.pdf>)

Upton, K., Ó Dochartaigh, B.É., Chunga, B. and Bellwood-Howard, I. (2018a). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Malawi.

British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].

http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Malawi

Upton K, Ó Dochartaigh BÉ and Bellwood-Howard, I. (2018b). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Swaziland. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].

http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Swaziland

Upton, K., Ó Dochartaigh, B. É., Bellwood-Howard, I. and González, M. A. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Angola. British Geological Survey. Accessed 16/1/2019.

http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Angola

Upton, K, Ó Dochartaigh, B É, Key, R, Farr J and Bellwood-Howard, I.
(2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Botswana.
British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Botswana



International Groundwater Resources Assessment Centre

info@un-igrac.org

Delft - Netherlands