INSTITUT GEOGRAPHIQUE DU BURUNDI IGEBU



DEPARTEMENT D'HYDROMETEOROLOGIE ET AGROMETEOROLOGIE

SERVICE D'HYDROGEOLOGIE

ANNUAIRE HYDROGEOLOGIQUE 2023-2024

Juin 2025

Produit par Désiré Baranyikwa

Appuyé par : Fulgence Nahimana

Table des matières

1.	Intro	oduction	5
2.	Suiv	ri piézométrique pour la période rapportée	6
2	2.1	Localisation du réseau piézométrique	6
2	2.2 Eq	uipement pour la collecte des données piézométriques	7
2	2.3	Situation pluviométrique au niveau national	9
2	2.4	Les zones de Kirundo et Bugabira	10
	2.4.1	l Précipitations à Kirundo et Bugabira	12
	2.4.2	2 Piézométrie de Bugabira	12
	2.4.3	3 Piézométrie de Kirundo	15
2	2.5	La zone de Muyinga	15
	2.5.1	1 Précipitations à Muyinga	16
2	2.6 La	zone de Ngozi	17
	2.6.1	1 Précipitations à Ngozi	18
	2.6.2	2 Piézométrie de Ngozi	18
2	2.7 La	zone de Gitega	20
	2.7.1	1 Précipitations à Gitega	20
	2.7.2	2 Piézométrie de Gitega	21
2	2.8	La zone de Kinyinya	29
	2.8.1	1 Précipitations à Kinyinya	30
	2.8.2	2 Piézométrie de Kinyinya	30
2	2.9 La	zone de Gihofi	33
	2.9.1	1 Précipitations à Gihofi	34
	2.9.2	2 Piézométrie de Gihofi	34
4	2.10 La	a zone de Rumonge	36
	2.10	.1 Précipitations à Rumonge	37
	2.10	.2 Piézométrie de Rumonge	38
4	2.11 La	a zone de Gihanga	39
	2.11	.1 Précipitations à Gihanga	40
2	2.12 La	a zone de Cankuzo	40
	2.12	.1 Précipitations à Cankuzo	41
2	2.13 La	a zone de Matana	42
	2.13	.1 Précipitations à Matana	43
	2.13	.2 Piézométrie de Matana	43
3	3. Suiv	vi des paramètres hydrodynamiques des aquifères	45
	3.1 5	Suivi des paramètres hydrodynamiques des aquifères	47
	3.2 I	Interprétation des données de pompage	48
2	4. Con	clusion	50

5 Littérature	50

Liste des figures

FIGURE 1: DISTRIBUTION DES STATIONS PIEZOMETRIQUES ET METEOROLOGIQUES DANS LES ZONES D'INTERVENTIONS	7
FIGURE 2: MESURE DU NIVEAU DE LA NAPPE DANS UN PIEZOMETRE AVEC UNE SONDE ELECTRIQUE	8
FIGURE 3 : ENREGISTEUR OTT DANS LE PIEZOMETRE	8
FIGURE 4: TELECHARGEMENT DE DONNEES DE NIVEAU DE LA NAPPE DANS UN ENREGISTREUR DE TYPE HYDROTEC	9
FIGURE 5: TELECHARGEMENT DE DONNEES DE NIVEAUX DE LA NAPPE DANS UN ENREGISTREUR DE TYPE DIVER	9
FIGURE 6: GRAPHIQUE DES PLUVIOMETRIES ANNUELLES COMPAREES A LA MOYENNE DES 30 DERNIERES ANNEES POUR LES STAT	
ETUDIEES	10
FIGURE 7: GEOLOGIE SIMPLIFIEE DES ZONES DE BUGABIRA ET KIRUNDO AVEC LOCALISATION DES PIEZOMETRES	11
FIGURE 8: PLUVIOMETRIE MENSUELLE 2022-2023 COMPAREE AVEC LA MOYENNE DE LA PERIODE 1990-2020 A LA STATION I	DE
Kirundo	12
Figure 9: Chronique piezometrique du Bu-F2	13
FIGURE 10: CHRONIQUE PIEZOMETRIQUE DU BU-F4	13
FIGURE 11: CHRONIQUE PIEZOMETRIQUE DU BU-F7	14
FIGURE 12: CHRONIQUE PIEZOMETRIQUE DU BU-F9	14
FIGURE 13: CHRONIQUE PIEZOMETRIQUE DU BU-F10	14
FIGURE 14: GEOLOGIE SIMPLIFIEE DE LA ZONE DE MUYINGA AVEC LOCALISATION DES PIEZOMETRES	15
FIGURE 15: PLUVIOMETRIE MENSUELLE 2022-2023 COMPAREE AVEC LA MOYENNE DE LA PERIODE 1990-2020 A LA STATION	l DE
Muyinga	16
FIGURE 16: GEOLOGIE SIMPLIFIEE DE LA ZONE DE NGOZI ET LOCALISATION DES PIEZOMETRES	17
FIGURE 17: PLUVIOMETRIE MENSUELLE 2023-2024 COMPAREE AVEC LA MOYENNE ANNUELLE DE LA PERIODE 1990-2020 A	LA
STATION DE GASHIKANWA (ANCIENNEMENT NYAMUSWAGA)	18
FIGURE 18: CHRONIQUE PIEZOMETRIQUE DE F2601	19
FIGURE 19: CHRONIQUE PIEZOMETRIQUE DE F1 NGOZI	19
Figure 20: Geologie simplifiee de la zone de Gitega	20
FIGURE 21: PLUVIOMETRIE MENSUELLE 2023-2024 COMPAREE AVEC LA MOYENNE DE LA PERIODE 1990-2020 A LA STATION	l DE
Gitega Aero	21
FIGURE 22: EXTENSION PIEZOMETRIQUE DANS LE CHAMP CAPTANT DE NYANZARI	22
Figure 23: Chronique piezometrique d'Itankoma	22
Figure 24: Chronique piezometrique de Gi-Pz02	23
Figure 25: Chronique piezometrique de Gi-Pz03	23
Figure 26: Chronique piezometrique d'Isimba	24
FIGURE 27: CHRONIQUE PIEZOMETRIQUE DE GI-PZ13	25
FIGURE 28: CHRONIQUE PIEZOMETRIQUE DE GI-PZ14	25
Figure 29: Piezometres supplementaires construits aux environs de Gitega (Mungwa, Ntunda, Karoba, Mumu	RI ET
Rubamvyi)	26
Figure 30: Chronique piezometrique de Mumuri	27
Figure 31: Chronique piezometrique de Rubamvyi	27
Figure 32: Chronique piezometrique de Mungwa	28
Figure 33: Chronique piezometrique de Mungwa	28
Figure 34: Geologie simplifiee de la zone de Kinyinya	29
Figure 35: Pluviometrie mensuelle 2023-2024 comparee avec la moyenne de la periode 1990-2020 a la station	I DE
KINYINYA	30
Figure 36: Chronique piezometrique de Kn-F2	31
Figure 37: Chronique piezometrique de Kn-F3	31
Figure 38: Chronique piezometrique de Kn-F3	32
Figure 39: Chronique piezometrique de Kn-F3	32
Figure 40: Geologie simplifiee de la zone de Gihofi	33
Figure 41: Pluviometrie mensuelle 2023-2024 comparee avec la moyenne de la periode 1990-2020 a la station	I
Musasa	34

Figure 42: Chronique piezometrique de Kn-F3		
Figure 43: Chronique piezometrique de Kn-F3	35	
Figure 44: Geologie simplifiee de la zone Rumonge	36	
FIGURE 45: PLUVIOMETRIE MENSUELLE 2023-2024 COMPAREE AVEC LA MOYENNE DE LA PERIODE 1990-2020 A LA STATION	A STATION	
Nyanza-lac	37	
Figure 46: Chronique piezometrique de Ru-Pz02	38	
Figure 47: Chronique piezometrique de Ru-Pz02	38	
Figure 48: Geologie simplifiee de la zone Gihanga	39	
FIGURE 49: PLUVIOMETRIE MENSUELLE 2023-2024 COMPAREE AVEC LA MOYENNE DE LA PERIODE 190-2020 A LA STATION IMBO (SEMS)		
Figure 50: Localisation de piezometres de Mishiha et la geologie locale dans la zone	41	
FIGURE 51: PLUVIOMETRIE MENSUELLE 2023-2024 COMPAREE AVEC LA MOYENNE DE LA PERIODE 1990-2020 A LA STATION CANKUZO	41	
FIGURE 52: LOCALISATION DES PIEZOMETRES DE MATANA		
Figure 53 & Figure 54: Piezometre Mat-Pz02 transfrorme en un forage d'exploitation pour la population du chef- lieu de Matana		
FIGURE 55: PLUVIOMETRIE MENSUELLE 2023-2024 COMPAREE AVEC LA MOYENNE DE LA PERIODE 1990-2020 A LA STATION DE		
Mahwa		
FIGURE 56: CHRONIQUE PIEZOMETRIQUE DU MAT-PZ03		
FIGURE 57: CARTE DE LOCALISATION DES FORAGES TEST DE LA REGIDESO AYANT FAIT OBJET DES ESSAIS DE POMPAGE		
FIGURE 58: COUPE TECHNIQUE ET LITHOLOGIQUE DU FORAGE TEST F1 RUVUBU_KOMABU		
Figure 59: Mesure de niveau dynamique de la nappe pendant l'essai de pompage		
FIGURE 60: INTERPRETATION DES ESSAIS DE POMPAGE PAR PALIER		
Figure 61: Interpretation des essais longue duree	49	
Liste des tableaux		
TABLEAU 1: REPARTITION DES STATIONS PIEZOMETRIQUES PAR REGION	6	

1. Introduction

La majorité de l'approvisionnement en eau potable au Burundi provient des eaux souterraines à travers de sources naturelles pour la plupart aménagée, et qui pour certaines alimentent des réseaux de distribution d'eau. Même si les forages sont peu nombreux dans le pays, l'eau potable est donc principalement obtenue à travers cette eau souterraine. Cependant, avec l'augmentation de la demande en eau potable associée à une croissance démographique très importante, l'exploitation par forage devient indispensable afin de couvrir ces nouveaux besoins. Plusieurs acteurs étatiques (AHAMR, REGIDESO et communes) et non étatiques (ONG et secteur privée) s'intéressent de manière croissante à l'exploitation de cette précieuse ressource qui de manière naturelle est souvent protégée par les couches géologiques sus-jacentes.

L'un des mandats de l'Institut Géographique du Burundi (IGEBU) est l'étude et la gestion des réserves en eau des nappes du Burundi. Le Service hydrogéologie de l'IGEBU fait partie des cinq services qui constituent le Département d'Hydrométéorologie et Agro-Météorologie. L'une des missions principales de ce Service est de de développer, gérer et maintenir son réseau de stations piézométriques qui permet l'observation en continue des niveaux d'eau de certaines nappes, appelées aussi aquifères, dans des zones d'intérêts prioritaires en termes d'eau souterraine. A part du suivi de la variation de niveaux des nappes aquifères, un suivi des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère et suivi qualitatif sont souvent effectués dans certains coins du pays.

L'annuaire hydrogéologique 2023-2024 présente les données collectées des stations piézométriques et leurs analyses, des travaux réalisés sur certains ouvrages (forages) appartenant à des tiers dans le cadre de la connaissance de leurs potentialités et de sa la gestion.

Ces activités ont été effectuées par le personnel du Service Hydrogéologie de l'Institut Géographique du Burundi (IGEBU).

2. Suivi piézométrique pour la période rapportée

2.1 Localisation du réseau piézométrique

Le réseau piézométrique actuel compte 62 piézomètres dont 32 sont équipés d'enregistreurs automatiques. Ils sont distribués de manière inégale sur le territoire (Erreur! Source du renvoi i ntrouvable.). Cependant, les zones couvertes sont celles qui représentent une priorité nationale en termes d'accès à l'eau potable par forage, mais le réseau actuel devrait se développer dans les années à venir. La répartition actuelle des ouvrages par province est ci-dessous.

Tableau 1: Répartition des stations piézométriques par région

Province	Commune	Nombre de piézomètres	Nombre de piézomètres équipés d'enregistreur automatique
Kirundo	Kirundo et Bugabira	15	7
Gitega	Gitega, Gishubi et Makebuko	18	11
Ruyigi	Kinyinya	6	4
Cankuzo	Mishiha	6	2
Rutana	Giharo et Bukemba	3	2
Rumonge	Rumonge	5	2
Bururi	Matana	3	1
Bubanza	Gihanga	2	0
Ngozi	Ngozi	3	3
Muyinga	Gasorwe	1	0

Dans ces zones de suivi, certaines nappes sont influencées par les forages d'exploitation. C'est le cas de Gitega (champ captant de Nyanzare), Ngozi (champ captant de Nyacijima), Muyinga (champ captant de Gasura) et Cewe (forage unique). Les champs captant sont exploités par la REGIDESO tandis que le forage de Cewe est géré par la commune de Kirundo.

Le suivi des nappes de Gitega, Kirundo et Rumonge a commencé à partir de 2013 tandis que pour les autres, ce suivi a démarré en 2018, 2021 et 2022.

Les chroniques des piézomètres se trouvant au milieu du champ captant de la REGIDESO à Gitega ont joué un rôle primordial dans la gestion de la ressource eau souterraine, car en périodes de très basses eaux, des alertes ont pu être lancées afin de modifier les débits d'exploitation des forages.

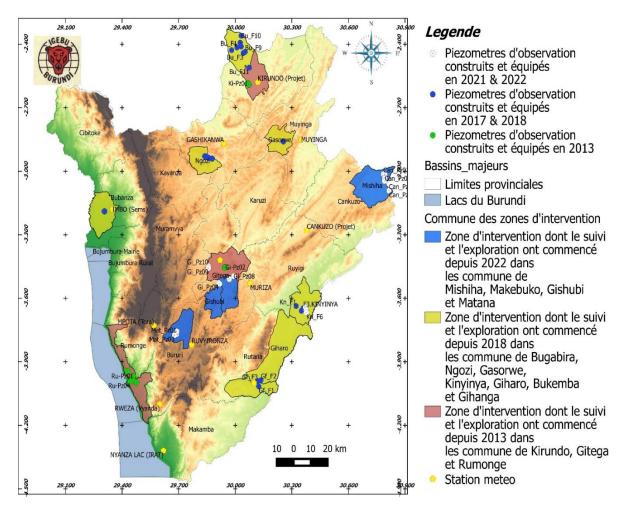


Figure 1: Distribution des stations piézométriques et météorologiques dans les zones d'interventions

2.2 Equipement pour la collecte des données piézométriques

Dans le réseau piézométrique, certains ouvrages ont des équipements pour des enregistrements instantanés de données de niveaux de la nappe aquifère en temps réel. A part le niveau de la nappe, les autres données pouvant être enregistrées sont la température (°C), l'oxygène dissous (%), la conductivité de l'eau souterraine (µS/cm) et le pH.

Les types d'enregistreurs de données (Data logger) se trouvant dans le réseau piézométrique, sont composés par Diver, OTT (Orpheus Mini) et Hydrotec.

La majorité des piézomètres sont équipés en Diver. L'Hydrotec reste actuellement dans un seul piézomètre. En 2016, huit hydrotec (8) avaient été installés, mais après un bout de temps, ils sont tombés en pannes. Ce type d'enregistreur donnait plus de données notamment le niveau, Température, Oxygène dissout, Conductivité et le pH.

Le suivi automatique des niveaux d'eau est vérifié régulièrement à l'aide de mesures manuelles effectuées à la sonde électrique qui, le cas échéant, permet de re-calibrer les données automatiques (Erreur! Source du renvoi introuvable.).



Figure 2: Mesure du niveau de la nappe dans un piézomètre avec une sonde électrique

Les données de niveau d'eau qui sont mesurées à travers les variations de pression de la colonne d'eau dans le piézomètre sont enregistrées dans la mémoire interne de l'enregistreur automatique avec un intervalle de temps d'une donnée par heure à une donnée par jour selon les cas.

Ces données sont téléchargées 2 à 3 fois par an suivant de missions de terrain effectuées. Les données sont ensuite compensées avec celles du barro afin d'obtenir des niveaux d'eau corrigés ou directement téléchargées et vérifiées pour les Hydrotec et OTT qui intègrent une compensation barométrique automatique. Les données sont par après archivés dans la base de données de l'IGEBU par les techniciens du service.



Figure 3 : Enregisteur OTT dans le piézomètre



Figure 4: Téléchargement de données de niveau de la nappe dans un enregistreur de type Hydrotec



Figure 5: Téléchargement de données de niveaux de la nappe dans un enregistreur de type Diver

2.3 Situation pluviométrique au niveau national

Le suivi pluviométrique est effectué à travers le réseau des stations météorologiques de l'IGEBU existantes dans les zones où se situe le réseau piézométrique.

La figure 6 ci-dessous présente les stations prises en compte pour ce suivi pluviométrique.

Toutes les données de précipitations des stations météorologiques étudiées montrent que la période 2023-2024 a été pluvieuse en général. Pour la région Imbo, les précipitations ont été légèrement supérieures à la normale comparativement au reste des régions étudiées.

Le détail des pluviométries mensuelles est présenté pour chaque zone d'analyse.

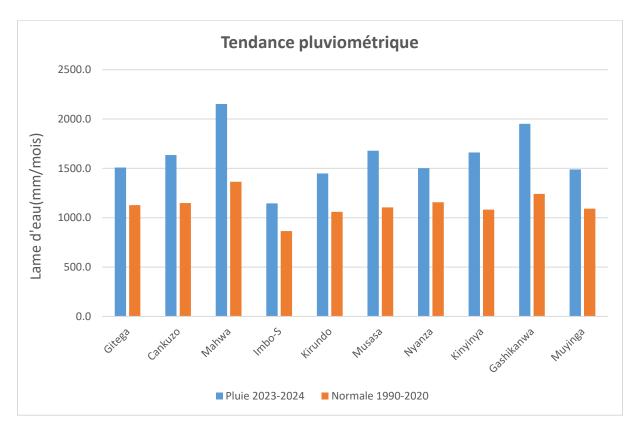


Figure 6: Graphique des pluviométries annuelles comparées à la moyenne des 30 dernières années pour les stations étudiées

Les précipitations efficaces représentent la part de la pluie non évaporée qui contribue à la recharge des nappes. Elles ont un impact direct sur l'évolution du niveau piézométrique des nappes. Dans le cas du Burundi, les mesures d'évapotranspiration ne sont malheureusement pas disponibles et ce paramètre est absent de l'analyse actuelle.

Les résultats de suivi des nappes pour les différentes zones d'intervention sont présentés dans les prochaines sections.

2.4 Les zones de Kirundo et Bugabira

Le contexte géologique de Kirundo est du domaine du socle granitique altéré (arène) avec à l'ouest une bande métasédimentaire quartzitique et de micaschiste (Figure7). Dans l'ensemble, l'altération des granites est assez développée (50 à 100 m) en fonction des localités et du positionnement topographique et avec des horizons d'arènes sableuses importantes à certains endroits, ce qui se traduit par une infiltration rapide des pluies ainsi qu'une relative absence de végétation en raison des sols pauvres avec une faible capacité de rétention des eaux.

La topographie relativement plate de Kirundo avec des collines bien arrondies et peu de pentes abruptes est liée directement aux formations granitiques locales. Cependant, une limite morphologique Nord-Sud est à mentionner (en noir pointillé sur la carte). A l'ouest de cette limite les pentes sont plus raides avec des sommets plus marqués et le potentiel en eau souterraine semble limité avec des débits de forages faibles (< 2 m³/h).

Il y a très peu de sources dans cette région ; les lacs de Cohoha, Gacamirinda et Rwihinda ne sont que des cuvettes de faibles profondeurs alimentées par l'émergence des nappes et du sous écoulement. Ces eaux de surface sont dispersées et sensibles à la pollution bactérienne. C'est pour cette raison que les eaux souterraines présentent un intérêt majeur comme source d'eau potable.

Les granites de cette zone sont compliqués d'un point de vue hydrogéologique. Les zones aquifères sont difficiles à localiser car elles sont associées à certaines parties des horizons d'altérations et souvent aux filons pegmatiques selon leur degré de fracturation.

Les forages effectués dans le cadre du projet « Gestion et Protection des Eaux Souterraines au Burundi » (GPES 2013-2014) du BGR à proximité de la ville de Kirundo ont démontré le fort développement de la frange altérée des granites de Kirundo où l'épaisseur des altérites peut atteindre jusqu'à 100 m dans l'axe des vallées avec des débits supérieurs à 5 m³/h. De même, des autres forages effectués dans le cadre du même projet en 2017-2018 dans la commune de Bugabira ont montré des épaisseurs d'altération allant jusqu'à 80 m mais avec des débits très variables allant de 0,1 à 15 m³/h. Des débits très faibles, inférieurs à 2 m³/h, sont trouvés à l'ouest de la limite morphologique et très variables à l'est, en fonction des filons de pegmatiques productifs et des horizons d'altération présentant des transmissivités élevées.

Les études au micro-moulinet (Krekeler T. and Dietrich C. 2019) montrent que les horizons aquifères productifs se situent entre 15 et 65 m de profondeur dans les premiers niveaux d'altérations de granites, et dans les pegmatites. Les résultats montrent aussi qu'en général les derniers horizons fracturés proche des granites sains sont peu ou pas productifs.

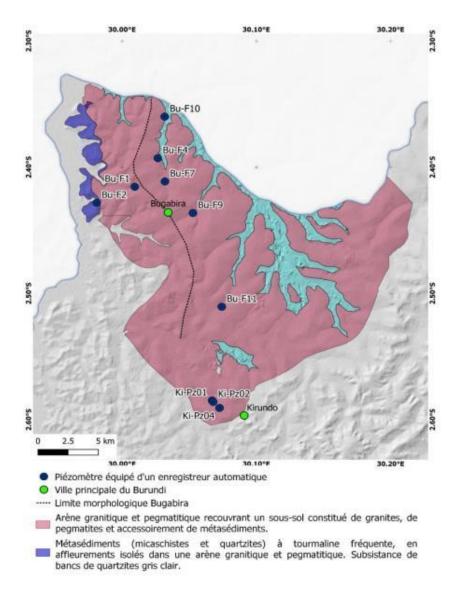


Figure 7: Géologie simplifiée des zones de Bugabira et Kirundo avec localisation des piézomètres

2.4.1 Précipitations à Kirundo et Bugabira

Les précipitations de l'année hydrologique 2023-2024 à Kirundo et Bugabira ont été efficaces de septembre à avril. Les autres mois, qui suivent, la pluviométrie a été déficitaire si on compare à la moyenne normale sur les 30 dernières années.

Le mois de Mai a montré une pluviométrie déficitaire par rapport à la normale. Cela montre que la saison sèche a commencé avec Mai dans cette région ce qui explique le tress hydrique que se manifeste dans la région. Durant la période 2023 à 2024, Kirundo a eu une lame d'eau de 1448.0mm

En général, cette période a été excédentaire en précipitations si on compare à la moyenne normale sur les 30 ans, qui est de 1059.2mm malgré que le mois de Mai a manifesté une pluviométrie déficitaire par rapport à la normale.

La station météorologie de Bugabira n'est opérationnelle que depuis 2012 et n'a pas de normale climatologique.

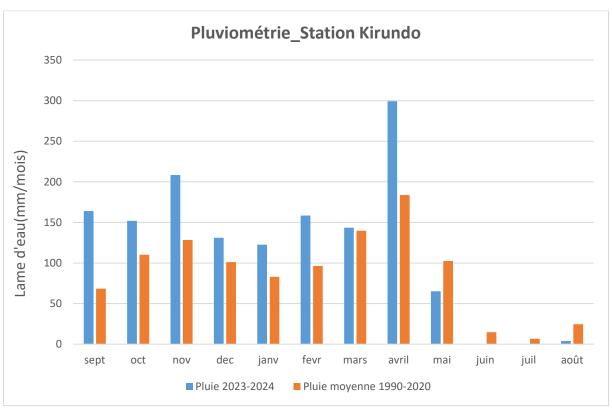


Figure 8: Pluviométrie mensuelle 2022-2023 comparée avec la moyenne de la période 1990-2020 à la station de Kirundo

2.4.2 Piézométrie de Bugabira

Les 5 chroniques piézométriques de Bu-F2, Bu-F4, Bu-F7, Bu-F9 et Bu-F10 suivent l'évolution naturelle de la nappe des granites altérés de Bugabira aux droits de ces forages. Aucun de ces forages n'est influencé par un ouvrage en exploitation (Forage d'AEP). Le potentiel en eau souterraine dans cette formation de Bugabira est très limité suite à la recharge faible et la porosité faible pour retenir l'eau d'infiltration. Durant la période de 2023-2024, les variations de la nappe dans les piézomètres Bu-F2, Bu-F4 et Bu-F10 sont de 0.4m

Pour les piézomètres Bu-7 et Bu-F9, les nappes souterraines ont varié entre 0.6 et 0.9m au droit de ces piézomètres.

Cette différence d'amplitude de variation de la côte piézométrique pourrait s'expliquer par le fait que certains de piézomètres notamment Bu-F7 est positionné en fond de vallée en aval de petit bassin versant et présente des réactions importantes associées à la précipitation saisonnière annuelle. Il est aussi possible que les Bu-F7 et Bu-F9 soient peut-être connectés à un milieu faillé qui génère des amplitudes de niveaux importants suivant la pluviométrie tombée durant l'année.

Les Bu-F2, Bu-F10 et Bu-F4 qui captent des niveaux poreux sont positionnés soient proches de marais connectés à la rivière Kanyaru (Bu-F2) ou du lac Cohoha (Bu-F10 et Bu-F4) et présentent donc des bassins versants beaucoup plus grands et induisent des variations de niveau faible. La recharge commence avec le mois de septembre pour les piézomètres Bu-F2, Bu-F4 et Bu-F10 tandis que pour les piézomètres Bu-F7 et Bu-F9, elle commence avec les mois de novembre et décembre.

La période de récession (basses eaux) commence avec les mois de mai à juin pour tous les piézomètres à l'exception de Bu-F9 qui a commence au mois de janvier. Si on regarde la pluviométrie qui est tombée dans la région de Kirundo et Bugbira, elle a influencé la recharge de la nappe car la période de recharge correspond à celle où on la pluviométrie était efficace

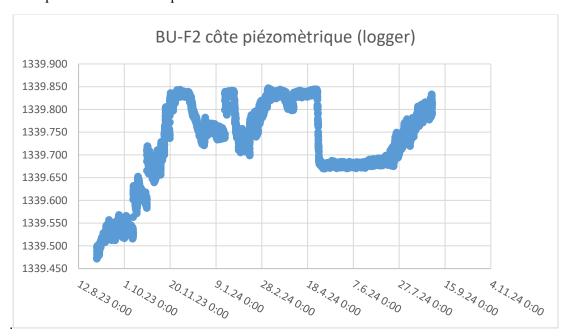


Figure 9: Chronique piézométrique du Bu-F2

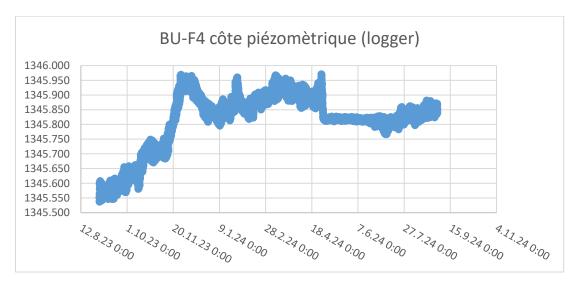


Figure 10: Chronique piézométrique du Bu-F4

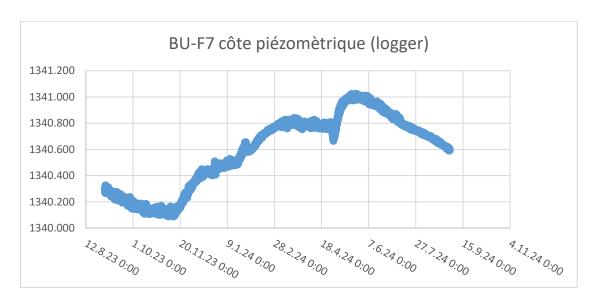


Figure 11: Chronique piézométrique du Bu-F7

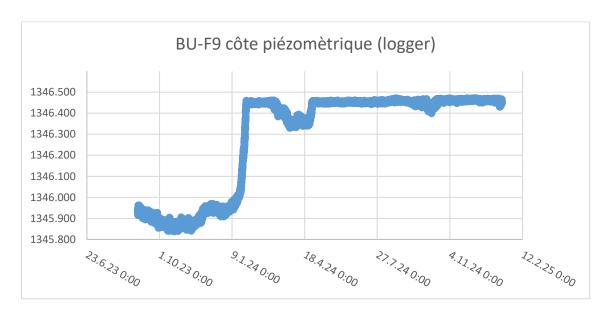


Figure 12: Chronique piézométrique du Bu-F9

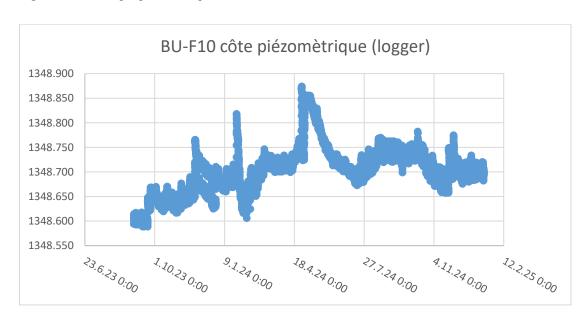


Figure 13: Chronique piézométrique du Bu-F10

2.4.3 Piézométrie de Kirundo

Les piézomètres de Kirundo qui sont suivi pour leurs niveaux statiques et dynamiques sont Ki-Pz01 et Ki-Pz02 (pour les niveaux statiques) et Ki-Pz04 pour les niveaux dynamiques car à ses environs, on a un forage en exploitation.

Durant la période de 2023-2024, il n'y a pas eu collecte de données de ces piézomètres car le connecteur entre piézomètres et ordinateurs a été défectueux, un autre connecteur n'a pas encore été disponible. On signalerait que ces piézomètres sont équipés en OTT (Orpheus Mini) et Hydrothec.

2.5 La zone de Muyinga

Très peu d'information géologique et hydrogéologique existent sur cette zone car elle n'a pas encore été étudiée par les services de l'IGEBU. Le piézomètre est positionné dans un environnement de schistes dont la nature est variée. Les débits des forages dans cette zone peuvent être relativement importants (maximum de 25 m³/h). Il existe en amont du piézomètre un champ captant de 6 forages qui alimente la ville de Muyinga. Ce piézomètre, propriété de la REGIDESO au même titre que le champ captant, permet de suivre l'évolution des niveaux de la nappe locale, même si sa connexion aux rabattements des forages d'exploitation n'a pas été confirmée car la durée du suivi est très limitée (début des mesures en août 2019).

Durant la période 2023-2024, le suivi sur ce piézomètre n'a pu se faire car le logger installer dedans est tombé en panne. Des autres alternatives sont envisagées pour continuer de faire le suive dans ce champ captant alimentant la vile de Muyinga en eaux souterraines.

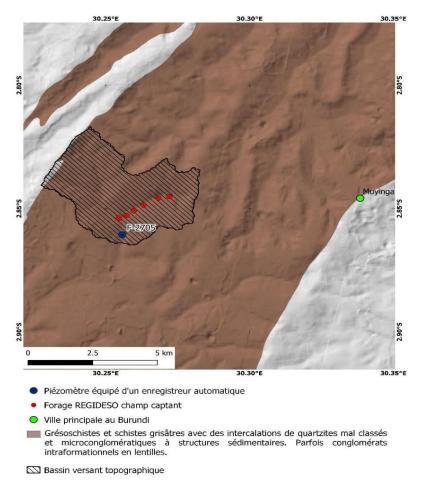


Figure 14: Géologie simplifiée de la zone de Muvinga avec localisation des piézomètres

2.5.1 Précipitations à Muyinga

Les précipitations de 2023-2024 à Muyinga ont été excédentaire d'une manière générale. Elles se sont comportées généralement d'une manière normale à excédentaire comparées à la moyenne des 30 dernières années. Le cumul annuel pour cette période (1490.0mm) est très supérieur à la normal sur les 30 ans (1092.7mm)

La distribution des précipitations durant la période 2023-2024 a été complexe dans cette région car certains mois (Septembre, novembre, janvier et avril) ont manifesté un comportement excédentaire en précipitations par rapport à la normale sur les 30 années antérieures et les autres mois (décembre février, mars et mai) ont manifesté un comportement déficitaire comparativement à la normale.

Les mois très pluvieux (septembre, novembre, janvier et avril) montrent des pics de précipitations (Figure 15)

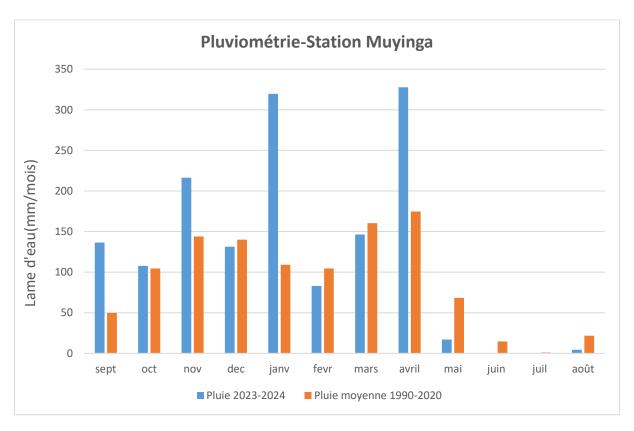


Figure 15: Pluviométrie mensuelle 2022-2023 comparée avec la moyenne de la période 1990-2020 à la station de Muyinga

2.6 La zone de Ngozi

Comme pour Muyinga, très peu d'information géologique et hydrogéologique existent sur cette zone car elle n'a pas encore été étudiée par les services de l'IGEBU. Les piézomètres sont positionnés dans un environnement géologique complexe dominé par des amphibolites et schistes dont la nature est variée

Les débits des forages peuvent être importants au vu du champ captant existant (maximum de 50 m³/h).

Les trois piézomètres existants permettent de suivre la nappe du champ captant composé de 7 forages qui alimente la ville de Ngozi. Ces piézomètres, propriété de la REGIDESO au même titre que le champ captant, permettent de suivre l'évolution des niveaux influencés et non influencés de la nappe locale. La durée du suivi est très limitée (début des mesures en août 2019).

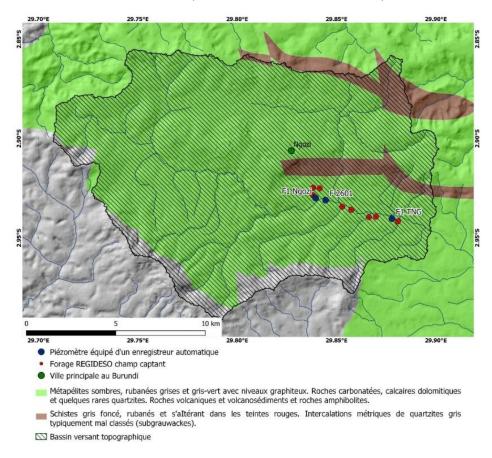


Figure 16: Géologie simplifiée de la zone de Ngozi et localisation des piézomètres

2.6.1 Précipitations à Ngozi

Les précipitations de 2023-2024 à Ngozi sont excédentaires comparées à la moyenne des 30 dernières années avec une lame d'eau annuelle de 1951.5 mm sur un cumul de la normal de 1241.5mm

Les mois qui ont été plus pluvieux avec des pics, sont septembre, novembre et avril.

En général, de septembre à avril, on remarque que les précipitations ont été excédentaires par rapport à la normale climatologique sur les 30 dernières années. (Figure 17). Le mois de mai a reçu de précipitations déficitaires par rapport à la normale durant cette période.

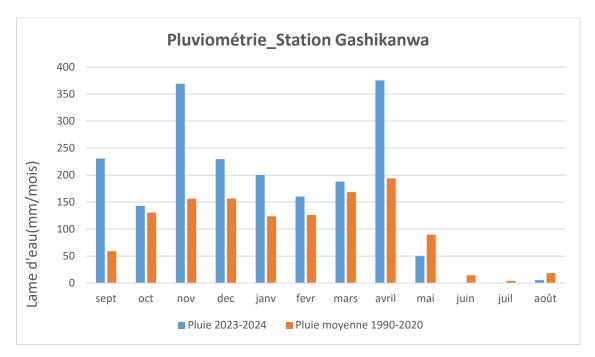


Figure 17: Pluviométrie mensuelle 2023-2024 comparée avec la moyenne annuelle de la période 1990-2020 à la station de Gashikanwa (anciennement Nyamuswaga)

2.6.2 Piézométrie de Ngozi

Les piézomètres du champ captant de Nyacijima suivent une nappe déconnectée. Ces deux piézomètres dont les données ont été disponibles durant la période de 2023-2024 sont du F-2601 et du F1Ngozi.

Les amplitudes de variations de la nappe dans ces piézomètres sont dues aux forages en exploitation aux environs mais aussi sans ignorer la recharge des précipitations dans la zone. Pour F 2601, la nappe a commencé à remonter à partir de septembre (début de la recharge) et la récession (basse eaux) de la nappe a commencé avec le mois de mai. Des pics de recharge se sont manifestés au cours du mois d'avril, période avec forte pluviométrie (Figure 18). Ce piézomètre n'est pas très influencé par les forages en production car il est un peu écarté, c'est surtout la pluviométrie locale qu'il l'influence.

Quant au piézomètre F1 Ngozi, il est fortement influencé par le forage en exploitation qui est à côté. La période de hautes eaux pour ce piézomètre est le mois de décembre tandis que les basses eaux commencent avec mai. Des variations de pics s'observent durant la recharge ou la récession de la nappe, ce qui est dû à des fréquences de pompages.

Cette variabilité est souvent due aux forages d'exploitations qui tombent en pannes et la nappe remonte immédiatement après l'arrêt des pompes

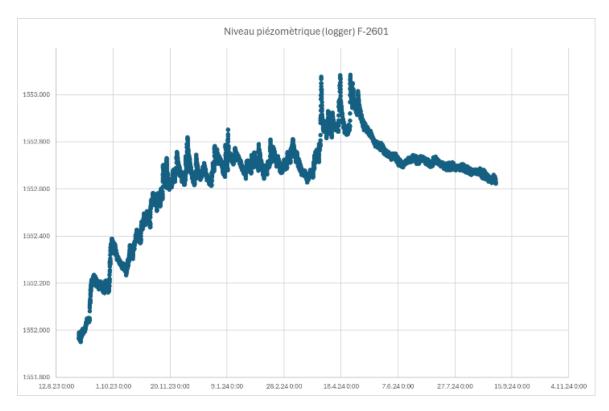


Figure 18: Chronique piézométrique de F2601

La chronique du F1 Ngozi (24) est influencée par le forage d'exploitation à sa proximité, mais aucune baisse de niveau avérée n'est mise en évidence au cours de l'année 2019-2020 (Figure 19).

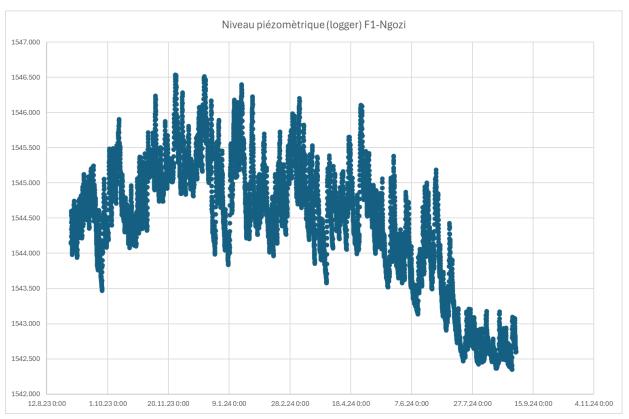


Figure 19: Chronique piézométrique de F1 Ngozi

2.7 La zone de Gitega

La géologie de la zone d'étude de Gitega qui trouve son origine dans la ceinture Kibarienne est caractérisée par des roches méso protérozoïques des complexes de Kiryama et Vyanda (Figure 25). Le complexe métasédimentaire de Kiryama qui englobe la majeure partie de la zone d'étude, est composé de métaquartzites et de schistes avec des bancs de quartzites. Le pendage des fractures prédominantes est d'orientation NO-SE avec la présence de nombreux linéaments dont les principaux forment les vallées. Ces derniers, dans des amphibolites fissurées, jouent un rôle majeur dans les écoulements d'eau souterraine. L'altération s'est largement développée le long des vallées de manière inhomogène, allant de quelques décimètres jusqu'à plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Elle joue aussi un rôle important d'emmagasinent des eaux souterraines.

L'hydrogéologie de cette zone a été étudiée dans le détail et une synthèse est disponible (Vassolo S. et al, 2019).

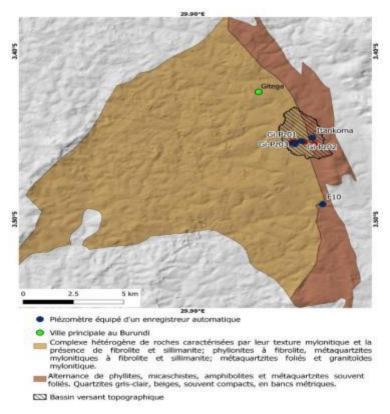


Figure 20: Géologie simplifiée de la zone de Gitega

2.7.1 Précipitations à Gitega

Les précipitations de 2023-2024 à Gitega sont égales à 1508.3mm et sont généralement excédentaires comparées à la moyenne des 30 dernières années de 1126.8mm. Certains mois ont montré durant cette période de pics de précipitations supérieures à la normale, il s'agit des mois de sept, octobre, novembre, décembre et avril (Figure 21). Les mois de janvier et mars ont montré des précipitations déficitaires comparativement à la normale sur les 30 dernières années.

Le mois de mai a été très sec durant cette période car les précipitations étaient très minimes par rapport à la normale.

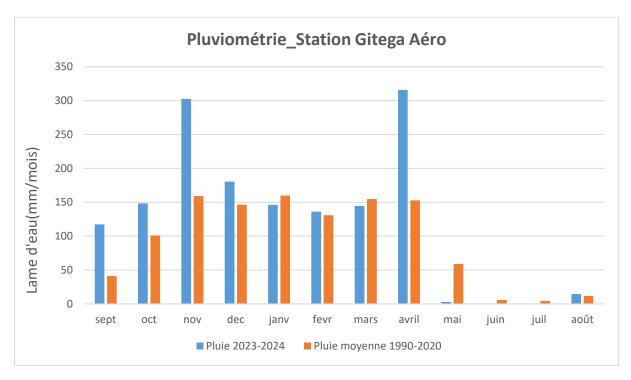


Figure 21: Pluviométrie mensuelle 2023-2024 comparée avec la moyenne de la période 1990-2020 à la station de Gitega Aéro

2.7.2 Piézométrie de Gitega

Les piézomètres Itankoma, Gi-Pz01, Gi-Pz02 et Gi-Pz03 permettent de suivre les niveaux d'eau du champ captant de Nyanzare composé de 6 forages d'exploitation (22). La majorité de l'eau utilisée dans l'AEP Gitega (plus de 80%) provient dans le champ captant de Nyanzare situé à 5km de la Ville de Gitega.

A part les piézomètres de Nyanzare, il y a aussi un piézomètre d'Isimba pour suivre la variation du niveau de la nappe aux environs du forage en exploitation à Isimba.

Il faut noter qu'Itankoma et Isimba sont des anciens forages de la REGIDESO abandonnés, ils ont été cédés à l'IGEBU pour être transformés en piézomètres.

Itankoma située en amont du champ captant permet de suivre le comportement de la nappe depuis l'amont.

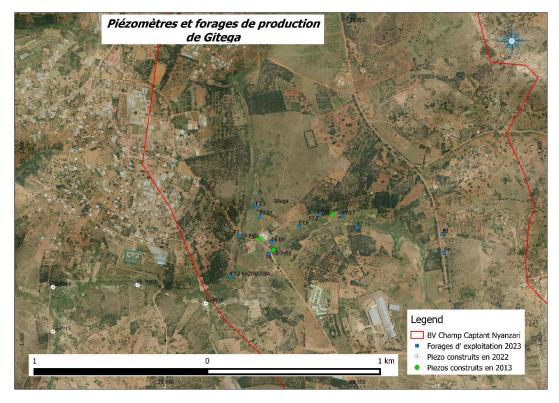


Figure 22: Extension piézométrique dans le champ captant de Nyanzari

Le suivi des niveaux dans les piézomètres de Gitega commence depuis 2013 et continue.

Les variations de niveaux de la nappe au cours de l'année 2023-2024 dans les champs captant de Gitega, sont observés sur les chroniques des piézomètres depuis l'amont (Itankoma) et les piézomètres au mileu du champ captant (Gi-Pz02&03) mais aussi sur celui écarté qui est Isimba.

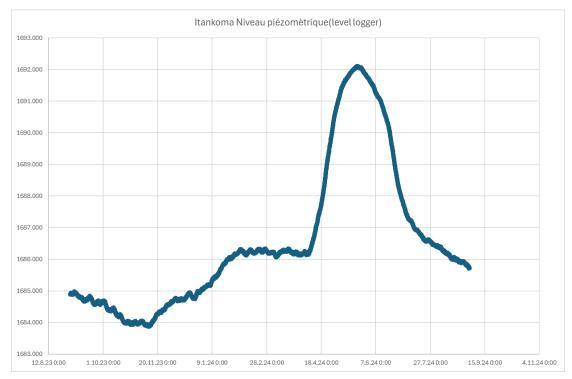


Figure 23: Chronique piézométrique d'Itankoma

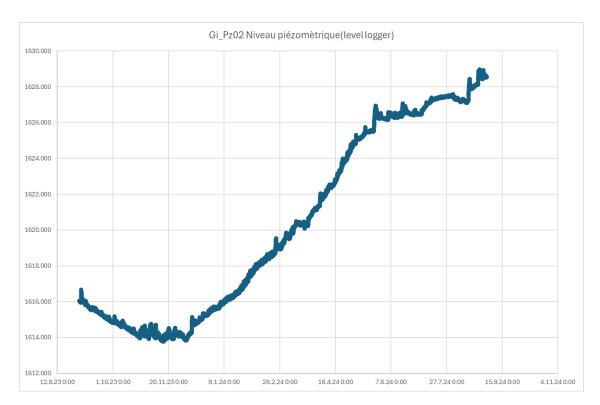


Figure 24: Chronique piézométrique de Gi-Pz02

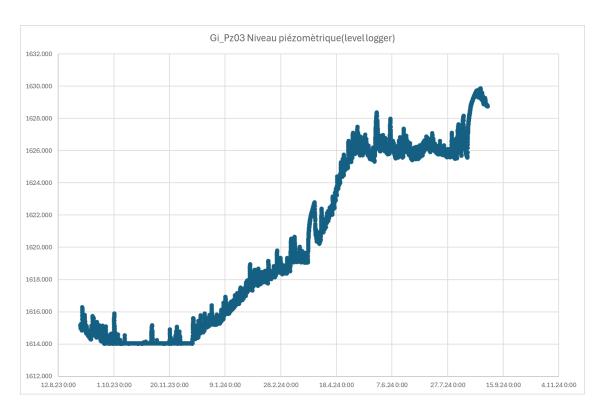


Figure 25: Chronique piézométrique de Gi-Pz03

Pour les 3 chroniques piézométriques, la période de recharge commence avec le mois de novembre tandis que la période de récession est mai pour Itankoma et août pour les Gi-pz02 et G-Pz03. Il se

manifeste un phénomène de vidange pour Itankoma alors que pour les 2 autres, la recharge continue. Ces derniers sont des piézomètres qui se situent à l'aval de celui d'Itankoma.

Des pics s'observe sur Gi-Pz03, il est à quelques mètres (environs 20m) du forage en exploitation (F8bis). Il est donc fortement influencé par la production.

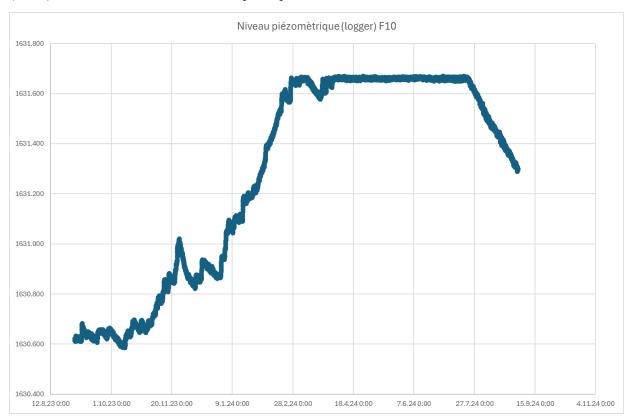


Figure 26: Chronique piézométrique d'Isimba

Le piézomètre d'Isimba est à quelque kilomètres (1.5km) du champ captant de Nyanzare.

A Simba se trouve un forage d'exploitation mais cette nappe n'est pas directement connectée à la nappe où se situe le piézomètre.

Sa fluctuation en niveau d'eau est liée aux précipitations tombées dans la zone.

La recharge commence avec le mois d'octobre tandis que la récession commence avec le mois de juillet.

De février au début juillet, il n'y a pas eu de forte fluctuation en termes de niveau, il s'agit de la période de hautes eaux.

Durant la période de 2021-2022, il y a eu des étendues d'extension du champ captant pour trouver les autres zones potentielles en eaux souterraines pour alimenter la ville de Gitega. Dans ce cadre, des piézomètres supplémentaires ont été construits (4 piézomètres) en aval du champ captant de Nyanzare sur colline Nyabututsi.

Le potentiel dans ces forages n'a pas été satisfaisant pour servir de champs captant, ils ont été transformés en piézomètres mais durant la période 2022-2023.

Actuellement, ces piézomètres sont suivis pour comprendre leur dynamique souterrain. Des chroniques piézométriques pour la période 2023-2024 sont disponibles et ne sont pas influencé par la production dans le cham captant, ils sont localisés à l'aval de ce dernier. La configuration géologie n'a pas changé, ces forages sont dans un contexte de schistes gréseux et les amphibolites fracturés.

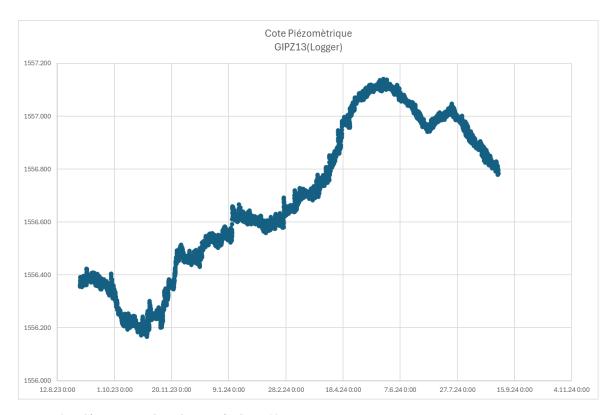


Figure 27: Chronique piézométrique de Gi-Pz13

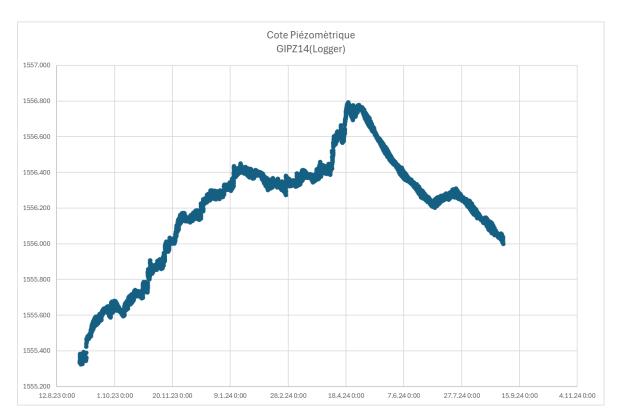


Figure 28: Chronique piézométrique de Gi-Pz14

La période de recharge pour les deux piézomètres (Gi-Pz13&14) commence avec le mois d'octobre tandis que la période de récession se situe entre début mai pour Gi-Pz14 et fin mai pour G-Pz13.

Les pluviométries ont été efficaces de septembre à novembre mais aussi en avril. La nappe a eu un temps suffisant pour se recharger car elle n'est pas soumise à l'exploitation. Les deux piézomètres sont localisés dans une même nappe souterraine.

A part ceux construits à Nyabututsi, on a aussi construit durant cette même période de 2021-2022 les autres piézomètres dans les localités de Mumuri, Rubamvyi, Mungwa, Karoba et Ntunda. C'était dans le cadre de trouver un autre champ captant potentiel en eaux souterraines mais les débits n'ont pas été important. Actuellement, ils servent de suivi piézométrique et ne sont pas influencés par aucun forage en exploitation, leurs nappes sont au repos (Voir Figure 29).

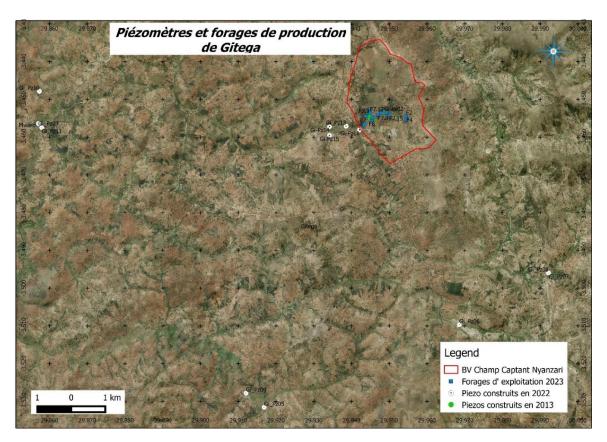


Figure 29: Piézomètres supplémentaires construits aux environs de Gitega (Mungwa, Ntunda, Karoba, Mumuri et Rubamvvi)

La géologie locale dans les zones où les piézomètres ont été construits était en générale composée de schistes gréseux avec des quelques fois des filons de quartzites notamment à Mungwa. Durant la période 2023-2024, des données de ces piézomètres ont été collectées et des chroniques piézométriques ont été établis pour faire un suivi du comportement de la nappe (figure 30 & 31)

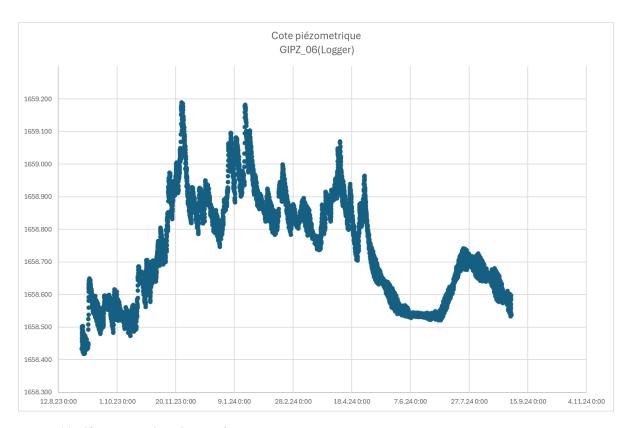


Figure 30: Chronique piézométrique de Mumuri

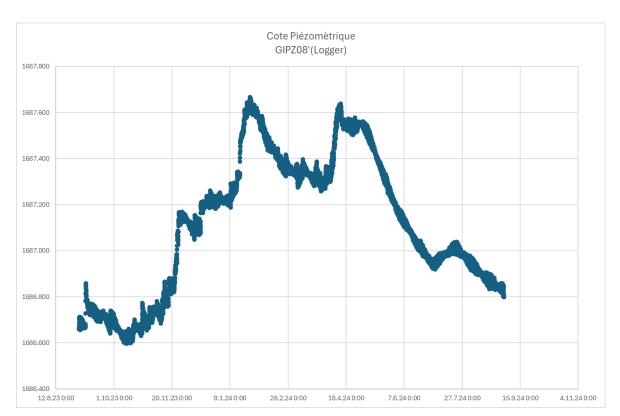


Figure 31: Chronique piézométrique de Rubamvyi

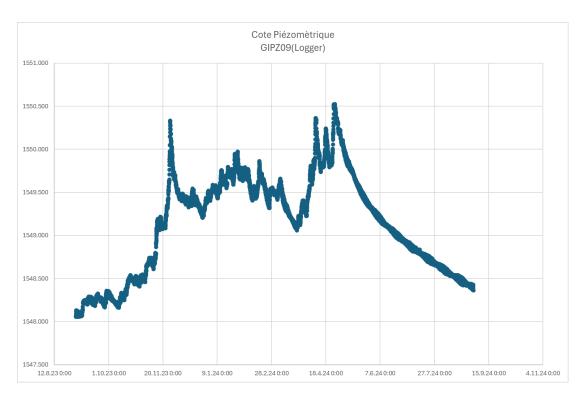


Figure 32: Chronique piézométrique de Mungwa

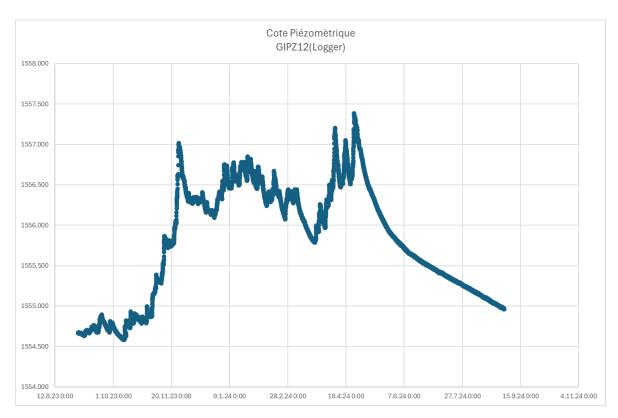


Figure 33: Chronique piézométrique de Mungwa

Tous ces piézomètres présentent une même allure malgré qu'ils soient localisés dans des endroits différents. Les fluctuations de ces piézomètres dépendent de la pluviométrie locale. Pour tous les piézomètres, la période de recharge commence avec le mois d'octobre. Le mois de mai pour tous, est le moi où la récession commence (basses eaux). Entre le mois de novembre et avril, il y a eu une variabilité de la recharge avec de pics en dent de scie (figures 30, 31, 32 et 33), cela est traduit par la variabilité de précipitations observées en haut (figure 21)

2.8 La zone de Kinyinya

La zone d'étude se trouve dans le fossé d'effondrement de la plaine du Kumoso de la série Malagarazienne, unité précambrienne récente (protérozoïque supérieur) qui se décline avec le groupe lithologique du Mosso constitué de laves amygdaloïdes et de calcaires silicifiés (Figure 34).

Les basaltes altérés sur les calcaires silicifiés fissurés forment deux aquifères dans la zone dont le potentiel diffère en fonction de leur localisation géographique. Ce potentiel est associé au degré d'altération et de fissuration de ces formations.

Le piézomètre de Kinyinya Kn-F2 permet de suivre depuis 2017 la nappe de basaltes altérés au droit de l'ouvrage. Les calcaires ne sont pas productifs à cet endroit.

En 2021, trois autres forages (Kn-F4, Kn-F5 et Kn-F6) ont été construits dans l'optique d'explorer les autres coins de Kinyinya potentiels en eaux souterraines. Tous les 3 ouvrages construits étaient très productifs avec des débits variant de 15 à 50m3/h. Deux de ces forages étaient destinés à l'AEP du centre de Kinyinya mais suite aux moyens limités de la Commune, ils ont été considérés comme piézomètres. Des enregistreurs de niveaux de la nappe ont été installés dans ces forages. Suite aux moyens limités, durant la période 2023-2024, il n'y avait pas eu de descente pour la collecte des données de la nappe au repos. Tous les piézomètres se trouvent dans un contexte géologique de basalte-calcaires silicifiés ou fracturés autour de Kn-F2.

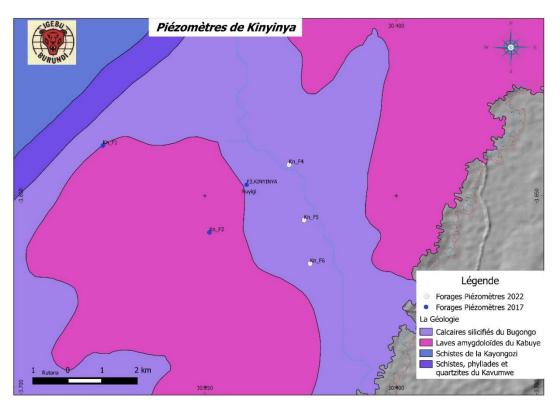


Figure 34: Géologie simplifiée de la zone de Kinyinya

2.8.1 Précipitations à Kinyinya

Les précipitations de la période 2023-2024 à Kinyinya avec une lame d'eau annuelle de 1661.9mm sont excédentaires comparées à la moyenne des 30 dernières années (1082.8 mm). Les précipitations dans cette région du Moso sont souvent caractérisées par un régime annuel déficitaire.

Depuis septembre 2023 jusqu'en avril 2023, les précipitations étaient excédentaires à l'exception de février où elles ont été déficitaires par rapport à la normale. Deux pics de précipitations plus élevées ont été observés au mois de novembre, décembre, janvier et avril (voir figure 35).

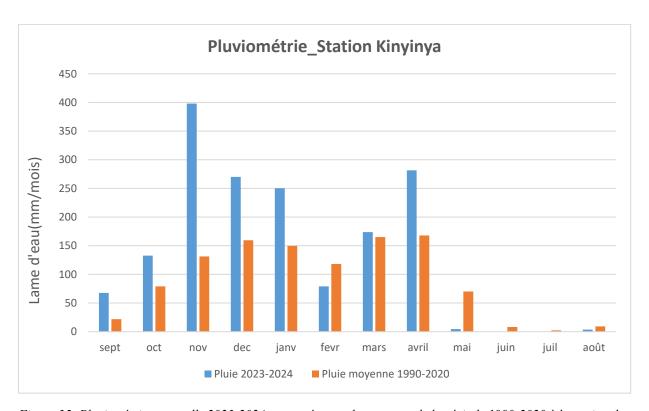


Figure 35: Pluviométrie mensuelle 2023-2024 comparée avec la moyenne de la période 1990-2020 à la station de Kinyinya

2.8.2 Piézométrie de Kinyinya

Les piézomètres sis à Kinyinya suivent des nappes au repos non soumises à aucune exploitation. Ils sont localisés dans des formations calcaires non fracturés pour certains (Kn-F2 &Kn-F3) et fracturés pour les autres (Kn-F4& Kn-F6). Les fluctuations de niveaux statistiques sont influencées par différentes périodes de recharge et de la récession de la nappe souterraine.

Pour le piézomètre Kn-F2, la période de recharge commence avec octobre et celle de la récession commence avec début mai (figure 36). Durant le mois de novembre, il y a eu période de hautes eaux jusqu'en avril, l'allure de la recharge s'est comportée en dent de scie, cela est fortement lié à la variabilité de la précipitation durant toute cette période de novembre à avril

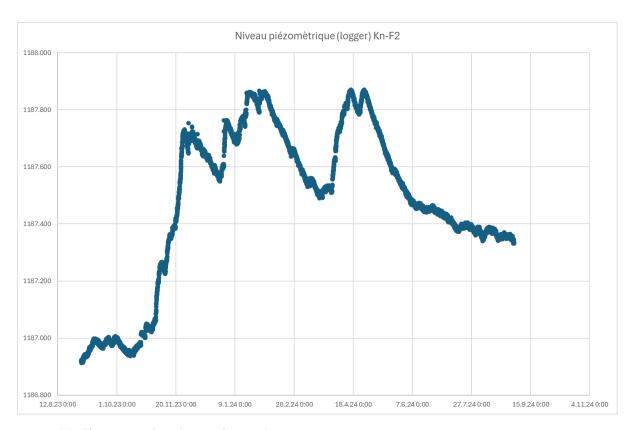


Figure 36: Chronique piézométrique de Kn-F2

Le piézomètre Kn-F3 (Figure 37) a la même allure que Kn-F2 malgré qu'ils ne soient pas situé dans la même localité, les formations géologiques où ils se situent sont les mêmes. La recharge pour ce piézomètre commence en octobre et la récession vers la moitié du mois de mai. Ce comportement de la nappe pour ce piézomètre, est lié aux précipitations locales dans la zone. Les hautes eaux se remarque au début de mai alors que cette période les précipitations étaient minimes, cela se traduit du temps que prends la recharge avant d'attendre la nappe. Ce sont les précipitations du mois d'avril (Figure 33) qui ont joué sur ce pic (hautes eaux)



Figure 37: Chronique piézométrique de Kn-F3

Les piézomètres Kn-F5 et Kn-F6 partagent un même aquifères de calcaires fracturés et ont un potentiel important en eaux souterraines. L'allure de leurs chroniques piézométriques (Figures 38&39) sont les mêmes. Ces dernières sont fortement liées aux précipitations qui sont tombées dans cette zone. Pour ces piézomètres, la période de recharge commence avec le mois d'octobre quant à la récession c'est avec le début du mois de mai. La recharge continue entre novembre et avril en dent de scie, ce qui traduit la variabilité des précipitations durant toute cette période.

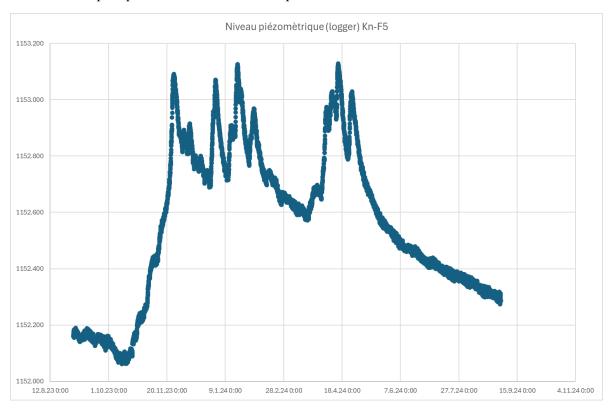


Figure 38: Chronique piézométrique de Kn-F3



Figure 39: Chronique piézométrique de Kn-F3

2.9 La zone de Gihofi

La zone d'étude se trouve dans le fossé d'effondrement de la plaine du Kumoso de la série Malagarazienne, unité précambrienne récente (protérozoïque supérieur) qui se décline dans le groupe lithologique du Mosso constitué de laves amygdaloïdes et de calcaires dolomitiques (Figure 40).

Les basaltes altérés sur les calcaires fissurés forment les deux aquifères de la zone dont le potentiel diffère en fonction de leur localisation géographique. Ce potentiel associé au degré d'altération et de fissuration de ces formations.

Les piézomètres de Gihofi Gf-F1 et Gf-F3 permettent de suivre la nappe de calcaire dolomitique très productif à cet endroit.

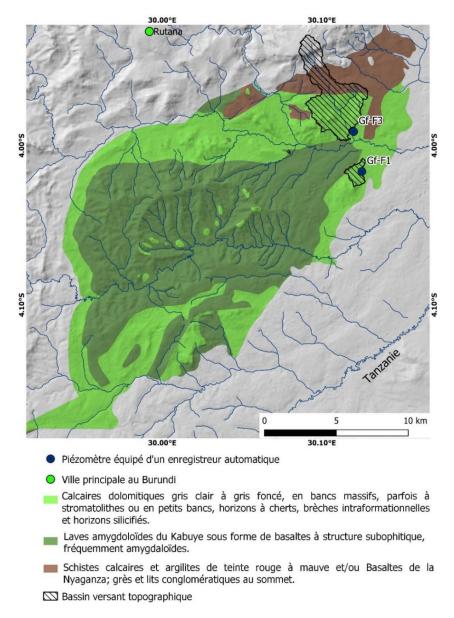


Figure 40: Géologie simplifiée de la zone de Gihofi

2.9.1 Précipitations à Gihofi

Les précipitations de 2023-2024 enregistrées à la station de Musasa avec une lame d'eau annuelle de 1678.9mm sont en général excédentaires comparées à la moyenne des 30 dernières années (1105.4 mm) (voir Figure 41). Le début de la saison est marqué par de fortes précipitations. Les pics plus élevés se sont observés au cours des mois de novembre, décembre et février. Le mois de mars a été caractérisé par une faible précipitation qui est inférieures à la normale, mais pour le mois d'avril, les précipitations étaient supérieures à la normale

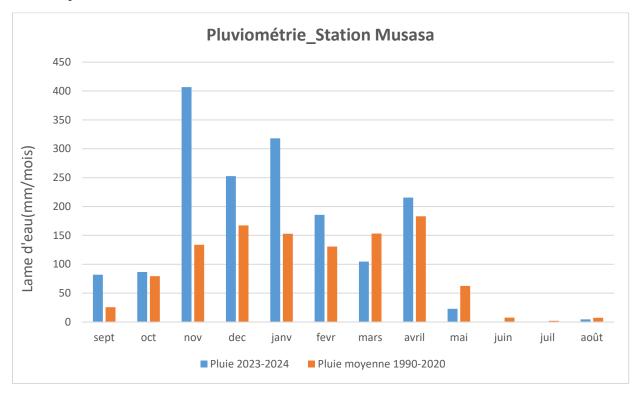


Figure 41: Pluviométrie mensuelle 2023-2024 comparée avec la moyenne de la période 1990-2020 à la station Musasa

2.9.2 Piézométrie de Gihofi

Les piézomètres de Gihofi suivent une nappe de calcaire qui est au repos. Les fluctuations du niveau de la nappe est lié par les précipitations de la zone, qui sont observées à la station de Musasa.

Les chroniques piézométriques de Gf-F1 et Gf-F3 (Figure 42 &43) montrent les fluctuations de la nappe à des périodes de recharge différentes.

La recharge de Gf-F1 pour cette période de 2023-2024 commence avec début novembre pour se termine fin mai et la récession commence. Le moi de mai a eu de faible précipitation mais la recharge durant cette période est liée à la précipitation du mois d'avril, qui prend du temps pour arriver dans la nappe souterraine.

La recharge a été très importante où au cours de cette période, on a enregistré 2.7m de niveau de la nappe (montée du niveau de la nappe)

Pour piézomètre Gf-F3, la recharge commence avec le début du mois de novembre et la récession (début de période de basses eaux) commence avec mi-mai. Malgré qu'il soit aux environs de Gf-F1, pendant la période de hautes eaux (recharges), il y a de nuances dans l'allure du chronique piézométrique. Cela est lié à la morphologie de l'aquifère qui présenté de système faillé.

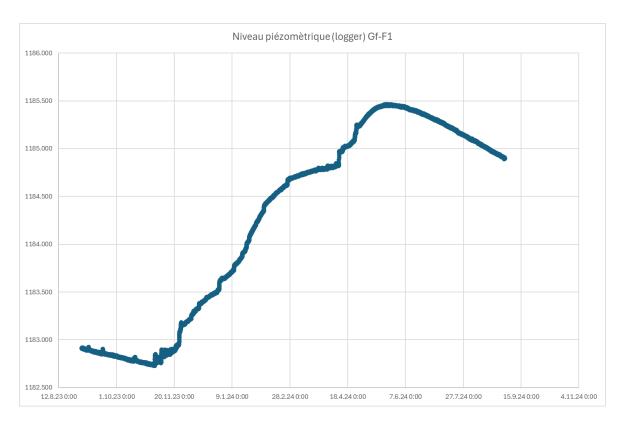


Figure 42: Chronique piézométrique de Kn-F3

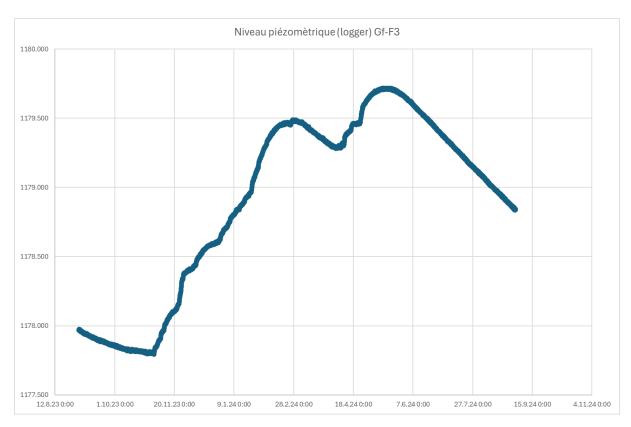


Figure 43: Chronique piézométrique de Kn-F3

2.10 La zone de Rumonge

La partie de la plaine de l'Imbo, où se trouve la ville de Rumonge, correspond au fossé d'effondrement du lac Tanganyika qui fait partie de la branche occidentale du Rift Est-Africain. Ce demi-graben est rempli par des sédiments cénozoïques de type lacustres à dominance sablo-argileuse au fond, recouverts par des dépôts fluviatiles argilo-sableuses de l'Holocène et Pléistocène formant parfois des terrasses et collines qui peuvent s'élever jusqu'à 1400 m d'altitude (Barrat et al., 2011).

Proche du lac, ces formations sont constituées de couches sableuses plus au moins épaisses formant localement une nappe libre. Les formations argilo-sableuses ou sablo-argileuses plus profondes contiennent des nappes semi-captives ou captives. Leurs nombres et leurs épaisseurs sont jusqu'à présent inconnus. Les aquifères sont de types poreux et se trouvent généralement dans les couches de sable (Figure 44).

Les collines environnantes sont composées pour leur majorité de granitoïdes (granites et localement tonalites) généralement porphyroïdes, souvent foliés, cataclasés et localement d'aspect rubané, qui forment des massifs volumineux avec quantités variables de métasédiments. L'ensemble formé par les granitoïdes et les métasédiments enclavés constitue le soubassement des formations de la plaine de l'Imbo (Theunissen, K., 1986).

Les piézomètres Ru-Pz01, Ru-Pz02 et Ru-Pz05 permettent de suivre les nappes de soubassement de la plaine, granitiques pour le Ru-Pz01 et Ru-Pz05 et métasédimentaires pour le Ru-Pz02 (schistes). Le piézomètre Ru-Pz04 permet de suivre l'aquifère sédimentaire de recouvrement.

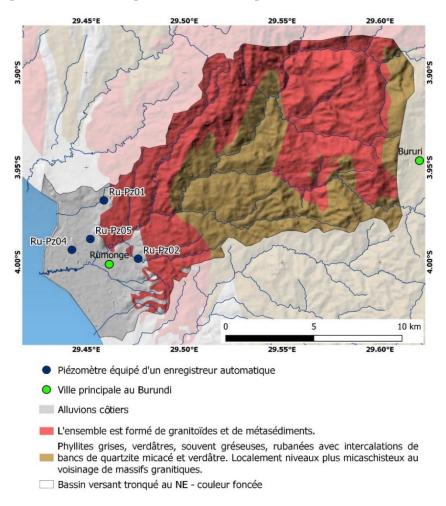


Figure 44: Géologie simplifiée de la zone Rumonge

2.10.1 Précipitations à Rumonge

Il n'y a pas station la plus proche de la zone, on fait recours à des stations des environs. La station pluviométrique considérée est celui de Nyanza-Lac se trouvant dans la même plaine que Rumonge. La pluviométrie pour la période 2023-2024 est en général excédentaire avec une lame d'eau de 1501.9 mm comparée à la moyenne des 30 dernières années (1156.6mm). La distribution de la pluviométrie durant cette période est complexe. Le début de la saison a connu des bonnes précipitations qui sont supérieures à la normale avec de pics élevés durant les mois d'octobre, novembre et mars. (Figure 45).

Les mois de février et mai ont été déficitaire si on compare à la normale de cette période.

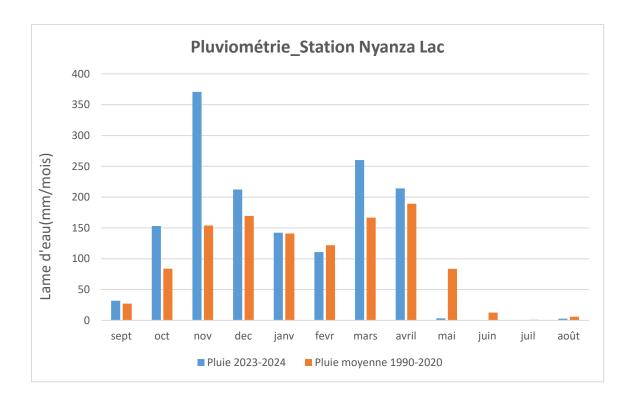


Figure 45: Pluviométrie mensuelle 2023-2024 comparée avec la moyenne de la période 1990-2020 à la station Nyanza-Lac

2.10.2 Piézométrie de Rumonge

Durant la période 2023-2024, les données automatiques de certains piézomètres de Rumonge (Ru-Pz01 et Ru-Pz05) n'ont pas été collectées suite aux vols des enregistreurs automatiques.

Seulement les enregistreurs de Ri-Pz02 et Ru-Pz04 restent fonctionnels et les chroniques de ces derniers ont été établis.

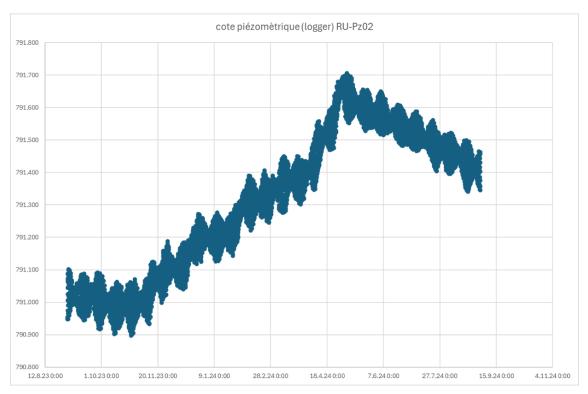


Figure 46: Chronique piézométrique de Ru-Pz02

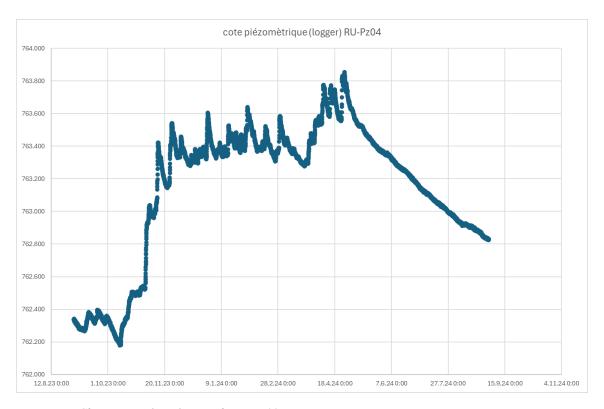


Figure 47: Chronique piézométrique de Ru-Pz02

Les deux piézomètres sont localisés dans des nappes différentes. La recharge pour les deux commence au mois d'octobre. Quant à la récession, elle commence avec le mois de mai.

Les pics pendant la recharge observée sur le Gi-Pz04 sont dus à la recharge directe de la nappe libre de ce piézomètre car à son amont, il y a eu création d'un lac artificiel dû au débordement de la rivière Mulembwe. Le piézomètre Gi-Pz02 est éloigné de la ville, seules les précipitations locales l'influencent. Partout, avril correspond à la période de hautes eaux.

2.11 La zone de Gihanga

La zone de Gihanga se trouve dans le fossé du lac Tanganyika localisé le long de la branche occidentale du Rift Est Africain qui fait partie du grand linéament Tanganyika-Rukwa-Malawi. Il s'est développé sur un socle ancien du précambrien. L'évolution tectonique a connu plusieurs stades d'étirements et par conséquent plusieurs phases de sédimentation. La structure de ce rift est composée de plusieurs fossés en demi-graben avec des subsidences maximales le long des failles bordières maitresses (Theunissen, K., 1989):

Le piézomètre Gh-F2 de Gihanga est situé dans la plaine de la basse Rusizi (Figure 38). Celle-ci occupe la partie nord du fossé du lac Tanganyika qui est couvert de sédiments d'âge cénozoïque. Des dépôts lacustres du Pléistocène allant de sables grossiers aux dépôts fins silto-argileux accompagnés de concrétions carbonatés sont recouverts par des dépôts alluvionnaires récents de l'Holocène formés de dépôts de cônes alluviaux, d'alluvions récents de la Rusizi et de son delta. Ces couches généralement fines peuvent être sous la forme de banc ou de lentilles avec des extensions parfois réduites. Les aquifères intéressants se trouvent dans les sables moyens à grossiers surmontés par une épaisseur d'argile qui permet une protection naturelle. Un premier niveau aquifère proche de la surface se situe dans les horizons des sables moyens entre 15 et 45 m dépendant de sa localisation. Un deuxième niveau aquifère plus profond est composé de sables moyens, entre 55 et 70 m. C'est ce dernier qui est suivi par le piézomètre Gh-F2

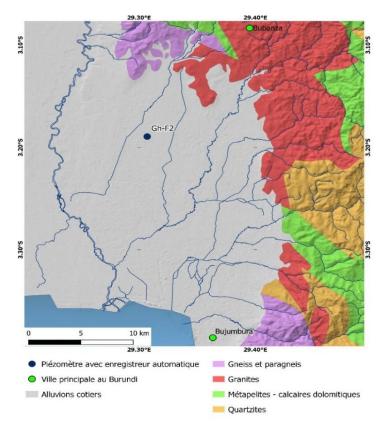


Figure 48: Géologie simplifiée de la zone Gihanga

2.11.1 Précipitations à Gihanga

Les précipitations de la période 2023-2024 à Gihanga ont été généralement excédentaires avec une lame d'eau annuelle de 1146.0 mm à la station de Imbo (Sems) si on compare à la moyenne de la normale des 30 dernières années (864.8 mm) (Figure 39). Le début de la saison a commencé avec des précipitations importantes supérieures à la normale. De pics important de précipitations a été observé durant le mois de novembre, février et avril. Dans cette zone, les mois de mars et mai ont été déficitaires en précipitations car elles sont inférieures à la normale

Pour la piézométrie qui va de pair avec les précipitations, le piézomètre de Gihanga n'a pas pu être suivi car l'enregistreur automatique (logger) ne fonctionne plus, il est tombé en panne, donc il y a eu manque de données du niveau de la nappe.

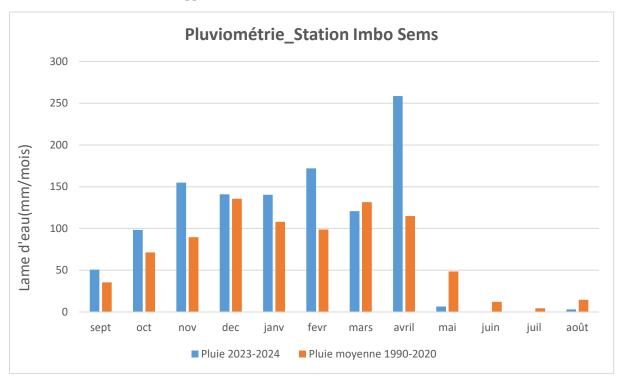


Figure 49: Pluviométrie mensuelle 2023-2024 comparée avec la moyenne de la période 190-2020 à la station Imbo (sems)

2.12 La zone de Cankuzo

L'exploration des eaux souterraines à Cankuzo dans la commune de Mishiha a été faite en 2021 dans le cadre de la recherche de zones potentielles en eaux souterraines pour répondre aux besoins en eau potable de la population de cette zone de Mishiha. Les ressources en eaux surtout les captages, sont très limités. Des puits en petit nombre ont été creusés mais la quantité et la qualité de l'eau sont très pauvres.

5 forages ont été construits pour faire la reconnaissance de la quantité et la qualité des eaux souterraines (Figure 50). La géologie locale à Mishiha est semblable à celle de Bugabira (Kirundo), des arènes granitiques dominent la zone.

L'aquifère dans ces granites est moins potentiel (<3m3/h) d'où les ouvrages ont été transformés en piézomètre de suivi de la nappe aquifère. Des enregistreurs de niveaux de la nappe (loggers) ont été installés dans Can-Pz02 et Can-Pz05.

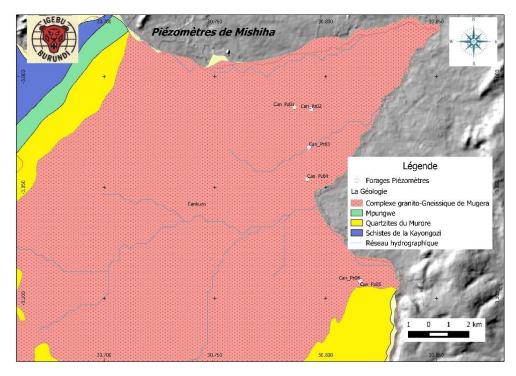


Figure 50: Localisation de piézomètres de Mishiha et la géologie locale dans la zone

2.12.1 Précipitations à Cankuzo

Les précipitations de la période 2023-2024 à Cankuzo est généralement excédentaires avec une lame d'eau 1635.3mm comparée à la moyenne normale des 30 dernières années (1148.2mm). Il s'agit de précipitations observées à la station pluviométrique de Cankuzo. Le début de la saison, les précipitations sont excédentaires mais avec le mois de février, il y a eu diminution des précipitations jusqu'en dessous de la normale. Les autres mois où les précipitations étaient inférieures à la normale sont décembre, mars et mai. On ne peut pas ignorer qu'il y a eu des mois plus pluvieux avec de pics de précipitations pour novembre, janvier et avril (Figure 40). Les fluctuations de la nappe souterraine à Mishiha dépendent de la pluviométrie locale car il n'y a pas des ouvrages en exploitations aux environs de piézomètres. I n'y a pas eu de compagnes de collecte de données durant la période 2023-2024, d'où l'absence de chroniques piézométriques de cette zone.

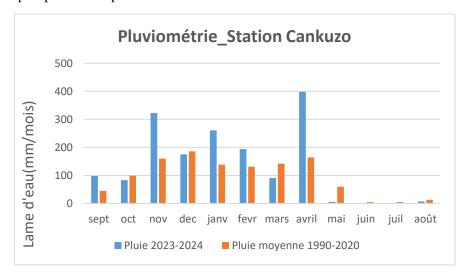


Figure 51: Pluviométrie mensuelle 2023-2024 comparée avec la moyenne de la période 1990-2020 à la station Cankuzo

2.13 La zone de Matana

Au cours de l'année 2121, l'exploration des eaux souterraines a eu lieu à Matana pour trouver un potentiel en eaux souterraines pouvant alimenter la population de Matana qui manifeste un besoin en eau potable. Trois forages ont été construits mais le potentiel trouvé a été moins important. Ces ouvrages ont été transformés en piézomètres pour le suivi de la nappe souterraine. Parmi les piézomètres (Figure 52), un a été cédé à la commune (Mat-Pz02) pour alimenter une partie de la population, car il avait un potentiel non négligeable

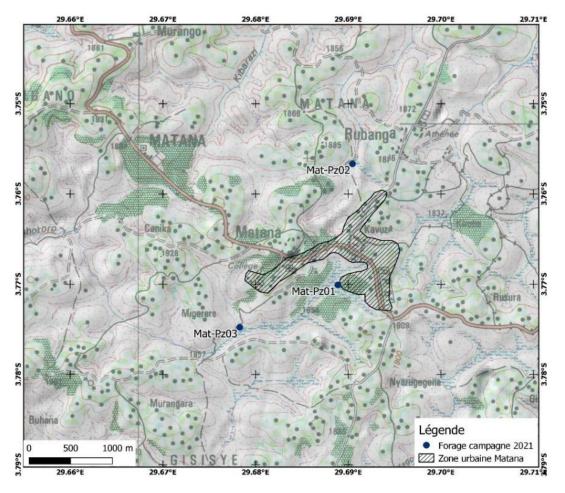


Figure 52: Localisation des piézomètres de Matana



Figure 53 & Figure 54: Piézomètre Mat-Pz02 transfrormé en un forage d'exploitation pour la population du cheflieu de Matana

2.13.1 Précipitations à Matana

Les précipitations de la période 2023-2024 à Matana est généralement excédentaires avec une lame d'eau 2151.9 mm comparée à la moyenne normale des 30 dernières années (1363.8mm). Il s'agit de précipitations observées à la station pluviométrique de Mahwa le plus proche de Matana. Depuis le début de la saison jusqu'en février, les précipitations sont excédentaires, avec de pics élevés durant les mois de novembre, décembre, janvier, février et avril (Figure 55).

Les mois de mars et mai ont été déficitaires avec de précipitations inférieures à la moyenne normale.

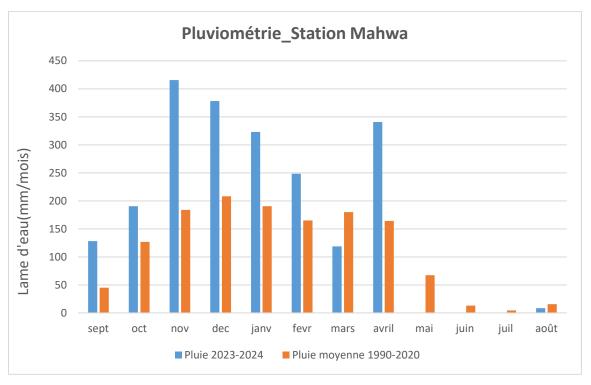


Figure 55: Pluviométrie mensuelle 2023-2024 comparée avec la moyenne de la période 1990-2020 à la station de Mahwa

2.13.2 Piézométrie de Matana

A Matana, un seul piézomètre (Mat-Pz03) est équipé d'un enregistreur automatique de niveau (Data logger). Au cours de l'année 2023-2024, les données de la variation de niveau de la nappe, ont été collectées pour réaliser un chronique piézométrique. Il s'agit d'une nappe localisée dans une formation géologique de schistes gréseux, cette nappa est au repos, elle n'est pas influencée par aucune exploitation. Seules les précipitations influencent sa variation en niveau d'eau.

Durant la période 2023-2024, la recharge a commencé mi-septembre et l récession a commence avec fin mai. La période de hautes eaux est de février à mai avec une variation au cours de mars.

Les précipitations observées à la station de Mahwa, influencent le comportement de la nappe souterraine à Matana. Ces dernières en infiltrant, prennent du temps pour arriver dans la nappe.

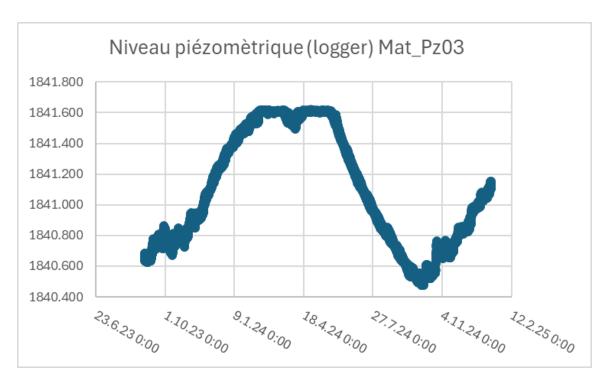


Figure 56: Chronique piézométrique du Mat-Pz03

3. Suivi des paramètres hydrodynamiques des aquifères

Un suivi de paramètres hydrodynamique des aquifères consiste à la réalisation des essais de pompage longue durée et paliers pour connaître la capacité de production de production ou la capacité de rétention de la nappe aquifère (S) et celle de transmettre l'eau souterraine dans l'aquifère.

Les essais de pompage réalisés durant la période 2023-2024 rentrent dans un appui technique à la REGIDESO pour avoir des ouvrages de bonne qualité avec des paramètres hydrodynamique bien connus. La REGIDESO a été appuyé par la Banque Mondial pour trouver des zones potentielles en eaux souterraines le long de la Rivière Ruvubu. Trois forages de reconnaissance (forages test) ont été construit pour pouvoir prédéfinir le potentiel en eau souterraines. Dans le cadre d'appui technique et de la collecte des informations sur les aquifères, des essais de pompages ont été réalisés sur les forages construits dans la commune de Giheta à Komabu (Figure 57)



Figure 57: Carte de localisation des forages test de la REGIDESO ayant fait objet des essais de pompage

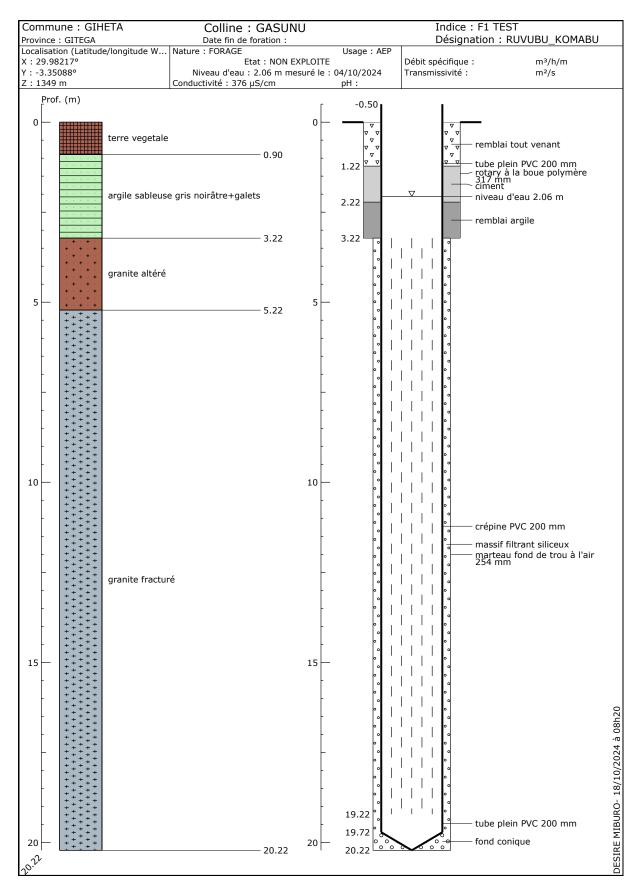


Figure 58: Coupe technique et lithologique du forage test F1 Ruvubu Komabu

3.1 Suivi des paramètres hydrodynamiques des aquifères

Pendant les essais de pompages, les données de la descente du niveau de la nappe (pendant le pompage) ont été prises et après les données de niveau sur la remontée de la nappe (lorsqu'il n'y a pas de pompage) sont aussi prises. Vers la fin du pompage, les paramètres physico-chimiques sont mesurés in situ. Les données de niveau de la nappe (descente/remontée) sont prises dans un canevas précis (Protocole de collecte des données de pompage).



Figure 59: Mesure de niveau dynamique de la nappe pendant l'essai de pompage

3.2 Interprétation des données de pompage

L'interprétation des données des essais de pompages a été effectué avec le logiciel OUAIP développé par le BRGM-France.

Des essais par palier ont été effectué pour connaître les débits d'exploitation de ces deux forages.

Les résultats ont montré que la zone le long de la Ruvubu n'est pas potentiel en eaux souterraines malgré qu'elle dans une contexte géologique alluvionnaire.

Le débit critique (limite d'exploitation) n'a pas dépassé les 4m3/h (figure 60)

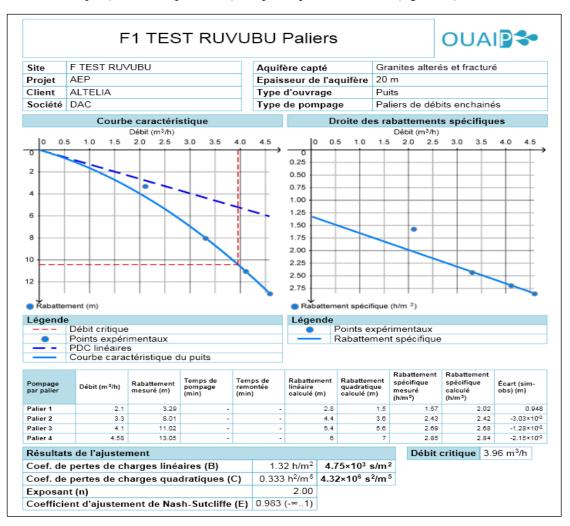


Figure 60: Interprétation des essais de pompage par palier

L'interprétation des essais longue durée consiste à pompe le forage à vanne ouvert pour enfin de connaître les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère qui sont la Transmissivité, le coefficient d'emmagasinement de la nappe.

Un pompage longue durée (72 heures) a été effectué sur le forage Test au débit constant de 3.18m³/h en moyenne avec des mesures manuelles des rabattements ainsi que de la remontée (48 heures) sur le forage pompé et sur le piézomètre PZ02 Ruyubu situé environ à 5m de celui-ci.

Les méthodes de Theis et de Gringarten ont été utilisé pour l'analyse de l'essai de pompage sur ce piézomètre et les résultats obtenues avec le logiciel OUAIP ont permis d'avoir un meilleur calage aux points de mesures expérimentales de ce piézomètre (Figure 61) :

- -Transmissivité $T=3x10^{-4}$ m²/s avec unncoéfficient d'anisotropie de transmissivite Tx/Ty de 6
- -Emmagasinement S= 1x10⁻⁵
- -Demi longueur de fracture xf=0.53m
- -Projection du piézomètre sur l'axe de fracture de 3m et la coordonnée piézomètre perpendiculaire à l'axe de la fracture de 8m
- Une limite alimentée estimé à 650m (Rivière Ruvubu)

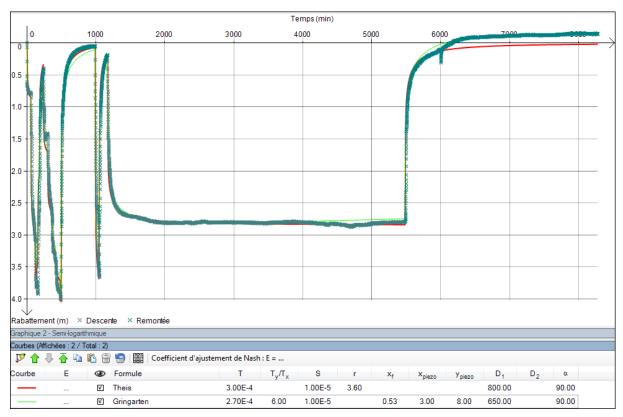


Figure 61: Interprétation des essais longue durée

4. Conclusion

Au cours de la période 2023-2024, l'Institut Géographique du Burundi à travers son service d'Hydrogéologie a pu réaliser certaines activités avec succès.

La réalisation a été rendue possible en général grâce à l'implication de tout le personnel du service et grâce au budget du gouvernement se trouvant dans le PTABA

Les activités principales réalisées étaient notamment :

- Le suivi, la collecte et l'interprétation des données des stations piézométriques de l'IGEBU sont les activités centrales du service hydrogéologie et ont permis d'établir un annuaire de suivi de la ressource eau souterraine. Dans l'ensemble, l'année 2023-2024 a vu les variations spontanées de niveaux de la nappe (Décharge et recharge) dans les zones d'intervention du pays, conséquence d'une année hydrologique avec des précipitations régulières à tendance excédentaire en général, ce qui influent sur le comportement de la nappe dans le cas des nappes au repos. Une dizaine de nouveaux piézomètres ajoutés au réseau piézométrique existant va permettre la compréhension de la dynamique souterraine dans les nappes aquifères des zones d'intervention. La majorité des nappes aquifères suivies ont vu les variations de niveaux dues aux précipitations de la zone sans oublier qu'un petit nombre de piézomètres ont vu les niveaux des nappes perturbés suite aux forages en exploitations aux environs et ces derniers sont notamment Gi-Pzz03 dans le champ captant de Nyanzare à Gitega, F1 Ngozi dans le champ captant de Nyacijima à Ngozi. Dans certaines zones, pas de chroniques piézométriques car durant cette période 2023-2024, il n'y a pas eu de descente pour collecter les informations, il s'agit de tous les piézomètres de Mishiha. Pour les piézomètres dans certaines autres zones, il y a eu de vols des enregistreurs automatiques ou ils sont tombés en panne, ce qui a fait qu'il n'y a pas eu de chroniques piézométriques. A Gitega on a le Gi-Pz01(panne du data logger). A Rumonge on n'a pas eu de données des piézomètres Ru-Pz01 et Ru-Pz05 (vols de data loggers). A Kirundo, on n'a pas eu des données des piézomètres Ki-Pz01, Ki-Pz02 et Ki-Pz04 (manque de câble pour télécharger les données). A Muyinga, on n'a pas eu les données de F2705 (panne du data logger). A Gihanga, on n'a pas eu les données du piézomètre Gih-F2(panne du data logger).
- Le suivi des paramètres hydrodynamiques des aquifères (essais de pompages) a été réalisé sur 3 forages cours de la période 2023-2024. Ces ouvrages sont situés sur la rive de la rivière Ruvubu à la frontière des communes Giheta et Shombo. Cette activité a été réalisé dans le cadre de partenariat entre REGIDESO et IGEBU. Ce dernier a profité de cette occasion pour collecter des informations sur les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère alluviale long de la rivière Ruvubu. Les interprétations faites avec les donnés de ces essais de pompages, ont montrées que cet aquifère n'est pas potentiel pour permettre l'installation de champ captant le long de cette rivière pour alimenter la ville de Gitega. Des débits trouvés, étaient généralement <5m/h.

La réalisation de ces activités n'a pas manqué de défis. C'est dans ce cadre que nous recommandons :

- ➤ De doter une ligne budgétaire au service d'Hydrogéologie pour effectuer des campagnes d'évaluation des eaux souterraines en collectant les données sur le réseau piézométrique national et autres ouvrages hydrogéologiques ;
- ➤ D'acquérir au service d'Hydrogéologie, du matériel pour le suivi piézométrique, en particulier des enregistreurs automatiques complémentaires, afin de pouvoir remplacer ceux défectueux et étendre le réseau afin d'assurer la continuité du suivi hydrogéologique au Burundi ;

- D'acquérir au service d'Hydrogéologie des équipements pour faire des explorations hydro géophysiques enfin d'identifier le potentiel en eaux souterraines de certaines zones ;
- ➤ De renforcer les équipements de suivi de la qualité de l'eau afin de pouvoir effectuer des mesures de terrain de certains paramètres chimiques importants ;
- ➤ De consolider le partenariat l'IGEBU et autres institutions publiques et privés qui veulent s'impliquer dans la gestion des ressources en eaux surtout souterraines
- > D'élargir des partenariats avec les autres acteurs intervenants dans l'exploitation des eaux souterraines afin de centraliser, capitaliser et partager les différentes données et expériences ; et
- > De chercher des partenariats avec de projets régionaux qui travaillent dans le domaine des eaux souterraines;
- ➤ De pérenniser financièrement les besoins des ressources humaines du service hydrogéologie de l'IGEBU pour la continuité de ces activités hydrogéologiques de terrain.

5. Littérature

- IGN (1994). Les Spéciales de l'IGN- Pays et Villes du Monde- Burundi : Carte Général au 1 : 250 000. Institut Géographique National (IGN) France, Paris, France et l'Institut Géographique du Burundi, Bujumbura, Burundi.
- Krekeler T. Dietrich., (2019) Results of vertical flowmeter tests of boreholes in Kirundo, Report 20, IGEBU/BGR, Hanover, Germany.
- Project PPCDR Bureau FIT Conseil juin 2013. Ortophotographie : Résolution au sol de 50 centimètres, par prises de vue aériennes camera VexcelUltraCam X (95%) ou satellite Pléïades (5%), formats TIFF et ECW. DEM (MNT) : Modèle d'élévation 3D de dix mètres de résolution au sol, couverture nationale, formats Ascii et Grid.
- Seibert S., Hahne K., Miburo D., Neukum C., Tiberghien C. and Baranyikwa D. (2020) Preliminary investigations for future wellfield siting near the city of Gitega. Report 18, IGEBU/BGR, Hanover, Germany.
- Theunissen K. (1986) Carte Géologique du Burundi au 1/100 000. Feuille Rumonge S4/29SW. Ministère des Travaux Publics, de l'Energie et des Mines, Burundi.
- Theunissen, K. (1989) Carte Géologique du Burundi au 1/100 000. Feuille Bujumbura S4/29NW. Ministère des Travaux Publics, de l'Energie et des Mines, Burundi.
- Tiberghien, C., Nahimana, N., Baranyiwa, D., Valley, S. and Vassolo, S. (2014). Présentation des captages d'eau potable de la ville de Gitega et évaluation de leurs qualités chimiques et bactériologiques en vue de la définition des périmètres de protection. Report no. 2, IGEBU/BGR, Hanover, Germany.
- Vassolo, S., Neukum, C., Tiberghien, C., Heckmann, M., Hahne, K. and Baranyikwa, D. (2019). Hydrogeology of a weathered fractured aquifer system near Gitega, Burundi. Hydrogeology Journal, 27(2), pp. 625-637.