

MINISTRE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT

SECRETARIAT GENERAL



BURKINA FASO



Unité - Progrès - Justice

SYNTHESE DU SUIVI DES RESSOURCES EN EAU

Année 2019



Plateforme de collectes données
hydrométriques SUTRON à
Télétransmission Satellitaire



Mesure du niveau piezométrique à
l'aide d'une sonde lumineuse sonore



Chaine de chromatographe ionique

Octobre 2020

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX	xi
SIGLES ET ABBREVIATIONS	xiv
AVANT PROPOS.....	xvi
INTRODUCTION	1
PARTIE 1 : HYDROLOGIE	3
I. Présentation des bassins hydrographiques du Burkina Faso	3
I.1 Le bassin versant national de la Comoé	5
I.2 Le bassin versant national du Mouhoun.....	6
I.3 Le bassin versant national du Nakanbé	6
I.4 Le bassin versant national du Niger	7
II. Présentation du réseau hydrométrique national	8
III. Méthodologie	11
III.1 Choix des stations témoins.....	11
III.2 Critique, comblement et correction des données.....	11
III.3 Traitement des données.....	12
IV. Situation hydrologique par bassin.	13
IV.1 Bassin de la Comoé.....	13
IV.1.1 Pluviométrie.....	13
IV.1.2. Présentation du réseau hydrométrique	14
IV.1.3. Situation des écoulements dans le bassin	16
IV.1.4 Situation de remplissage des retenues d'eau témoins	23
IV.2 Bassin du Mouhoun	34
IV.2.1 Pluviométrie.....	34
IV.2.2 Présentation du réseau hydrométrique du Bassin	36
IV.2.3. Situation des écoulements dans le bassin du Mouhoun	37

IV.2.4. Situation du remplissage des retenues d'eau sélectionnées.....	52
IV.3 Bassin du Nakanbé.....	57
IV.3.1 Pluviométrie	57
IV.3.2 Présentation du réseau hydrométrique du Bassin	58
IV.3.3 Situation des écoulements dans le bassin.....	60
IV.3.4 Situation du remplissage des retenues d'eau témoins	68
IV.4 Bassin du Niger	86
IV.4.1. Pluviométrie.....	86
IV.4.2 Présentation du réseau hydrométrique du bassin.....	88
IV.4.3. Situation des écoulements dans le bassin	89
IV.4.4 Situation du remplissage des retenues d'eau témoins.....	97
Caractéristiques hydrologiques	103
Conclusion partielle.....	105
PARTIE 2 : HYDROGEOLOGIE.....	106
I. Introduction.....	106
II. Contexte géologique et hydrogéologique du Burkina.....	107
III. Historique des différentes évaluations des ressources en eau souterraine du Burkina.....	108
IV. Présentation du Réseau Piézométrique National.....	111
IV.1 Historique.....	111
IV.2. Situation actuelle du réseau de suivi piézométrique	112
V. Méthodologie.....	114
V.1. Choix des piézomètres	114
V.2. Traitement des données.....	114
VI. Situation des nappes en 2019 par rapport aux années précédentes	114
6.1 Domaine de socle	114
6.1.1 Piézomètre de Séguénéga	114
6.1.2 Piézomètre de Sebba	115

6.1.3 Piézomètre de Arbinda	116
6.1.4 Piézomètre de Katchari	117
6.1.5. Piézomètre de Tougou.....	118
6.1.6 Piézomètre de Boromo	119
6.1.7 Piézomètre de Kantchari.....	120
6.1.8. Piézomètre de Tibou.....	121
6.1.9. Piézomètre de Bindé.....	122
6.1.10. Piézomètre de Bassinko F1	123
6.1.11. Piézomètre de Kondibito	124
6.2. Domaine du Sédimentaire.....	125
6.2.1. Piézomètre de Koalou	125
6.2.2. Piézomètre de Nouna.....	126
PARTIE 3 : EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU	129
I. Evaluation du potentiel renouvelable total des ressources en eau du Burkina Faso en année moyenne.....	129
I.1 Évaluation des ressources en eau de surface	129
I.1.1. le Bassin national de la COMOÉ.....	129
I.1.2. Le Bassin National du MOUHOUN	130
I.1.3. Le Bassin National du NAKANBE	130
I.1.4. Le Bassin National du NIGER	132
I.1.5.Récapitulatif des ressources en eau de surface des différents bassins versants nationaux	132
I.2. Évaluation des ressources en eau souterraine.....	133
I.3. Le potentiel renouvelable total des ressources en eau du Burkina Faso en année moyenne.....	134
I.4. Evaluation du volume d'eau réellement utilisable en année moyenne	135
PARTIE 4 : QUALITE DES EAUX	137
I. Présentation de la zone d'étude.....	138

II.	La méthodologie de l'étude	141
II.1.	Méthodes d'échantillonnage.....	141
II.2.	Choix des sites de prélèvement d'eau de surface	141
II.3.	Choix des sites de prélèvement d'eau souterraine	141
II.4.	Période et fréquence de prélèvements.....	144
II.5.	Mode de prélèvement et conservation des échantillons d'eau	144
II.6.	Méthodes d'analyses des échantillons	145
II.7.	Traitement et analyse des données sur la qualité des eaux.....	147
II.8.	Difficultés rencontrées	149
III.	Résultats.....	149
III.1.	Caractéristiques hydrochimiques des eaux	149
III.1.1.	Les eaux de surface	149
III.1.2.	Les eaux souterraines	160
	<i>a) Température</i>	162
	<i>b) Potentiel hydrogène pH</i>	162
III.2.	Caractéristiques hydrogéochimiques des eaux.....	180
III.2.1.	Eaux de surface	180
III.2.2.	Eaux souterraines	183
IV.	CONCLUSION	189
	PARTIE 5 : MISE EN ŒUVRE DE LA REGLEMENTATION EN MATIERE D'EAU	190
I.	Contexte général.....	190
II.	Rappels sur la loi d'orientation relative à la gestion de l'eau.....	190
III.	Situation de l'application de la loi d'orientation relative à la gestion de l'eau pour l'année 2019	193
III.1.	Par rapport à l'administration de l'eau	193
III.2.	Par rapport au régime de l'eau	194

III.3. Par rapport au financement du secteur de l'eau	195
III.4. Suivi de la mise en œuvre de la réglementation.....	197
III.5. Renforcement des capacités	197
III.6. Financement des activités des services police de l'eau	198
III.7. Synthèse des acquis majeurs menées par les SPE	199
III.8. Bilan des activités des SPE	201
Annexe : Liste des 88 piézomètres du réseau national.....	II
GLOSSAIRE.....	VII

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1: Carte des bassins internationaux du Burkina Faso.....	3
Figure 1-2: Carte des bassins hydrographiques nationaux du Burkina Faso et leurs sous-bassins.....	4
Figure 1-3 : Evolution des pluies moyennes annuelles du bassin de la Comoé de 1960 à 2019.	14
Figure 1-4 : Evolution des indices des pluies annuelles de 1960 à 2019.	14
Figure 1-5: Carte du réseau hydrométrique de la Comoé.....	15
Figure 1-6: Hydrogrammes 2018 et 2019 de la Léraba Occidentale à Yendéré.....	17
Figure 1-7: Evolution des pluies annuelles sur le bassin versant de la Léraba à Yendéré.	18
Figure 1-8: Evolution des modules de la Léraba à Yendéré de 1960 à 2019	18
Figure 1-9: Indice des modules standardisés de la Léraba à Yendéré de 1960 à 2019	19
Figure 1-10: Hydrogrammes 2018 et 2019 de la Comoé à Folonzo	21
Figure 1-11: : Evolution des pluies annuelles sur le bassin versant de la Comoé à Folonzo ...	21
Figure 1-12: Evolution des modules de la Comoé à Folonzo de 1970 à 2019	22
Figure 1-13: Indice des modules standardisés de la Comoé à Folonzo de 1970 à 2019.	23
Figure 1-14: Situation de remplissage du barrage de la Bodiadougou en 2018 et 2019.	24
Figure 1-15 : Volumes maximaux au barrage de Bodiadougou de 2010 à 2019.....	26
Figure 1-16: Volumes minimaux du barrage de Bodiadougou de 2010 à 2019.	26
Figure 1-17: Situation de remplissage du barrage de Moussodougou en 2018 et 2019.....	27
Figure 1-18: Volumes maximaux au barrage de Moussodougou de 2010 à 2019.....	28
Figure 1-19: Volumes minimaux au barrage de Moussodougou de 2010 à 2019.	29
Figure 1-20 : Situation de remplissage du barrage de Toussiana en 2018 et 2019.....	30
Figure 1-21: Volumes maximaux du barrage de Toussiana de 2010 à 2019.....	31
Figure 1-22 : Situation de remplissage du barrage de Douna en 2018 et 2019.	33
Figure 1-23: Evolution des cumuls pluviométriques annuels du bassin du Mouhoun.....	35
Figure 1-24: Indices des pluies annuelles standardisées sur le bassin du Mouhoun.....	36
Figure 1-25: Carte du réseau hydrométrique du bassin versant du Mouhoun	37
Figure 1-26: Hydrogrammes du Mouhoun à Samendeni 2018 et 2019	39
Figure 1-27: Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Mouhoun à Samendeni de 1955 à 2019	40
Figure 1-28: Evolution des modules du Mouhoun à Samendeni de 1955 à 2019.....	41

Figure 1-29: Indice des modules standardisés du Mouhoun à Samendeni.....	42
Figure 1-30: Hydrogrammes 2018 et 2019 du Mouhoun à Boromo.....	44
Figure 1-31: Evolution des pluies sur le bassin du Mouhoun à Boromo de 1955 à 2019.....	45
Figure 1-32: Evolution des modules du Mouhoun à Boromo de 1955 à 2019.....	46
Figure 1-33: Indices des modules standardisés du Mouhoun à Boromo de 1955 à 2019.....	47
Figure 1-34: Hydrogrammes du Mouhoun à Dapola 2018 et 2019.....	49
Figure 1-35: Evolution des pluies sur le bassin du Mouhoun à Dapola de 1955 à 2019.....	50
Figure 1-36: Evolution des modules du Mouhoun à Dapola de 1955 à 2019.....	51
Figure 1-37: Indices des modules standardisés du Mouhoun à Dapola de 1955-2019.....	52
Figure 1-38: Evolution des volumes d'eau stockés au barrage du Sourou à Yaran.....	54
Figure 1-39: Volumes maximaux du Sourou à Yaran de 2009 à 2019.....	56
Figure 1-40: Volumes minimaux du Sourou à Yaran.....	56
Figure 1-41: Evolution des pluies annuelles du bassin du Nakanbé de 1950 à 2019.....	58
Figure 1-42: Evolution des indices des pluies annuelles standardisées du bassin du Nakanbé de 1950 à 2019.....	58
Figure 1-43: Carte du réseau hydrométrique du bassin du Nakanbé.....	59
Figure 1-44: Hydrogrammes 2018 et 2019 du Nakanbé à Rambo.....	62
Figure 1-45: Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Nakanbé à Rambo de 1983 à 2019.....	62
Figure 1-46: Evolution des modules du Nakanbé à Rambo de 1983 à 2019.....	63
Figure 1-47: Indice des modules standardisés du Nakanbé à Rambo de 1983 à 2019.....	64
Figure 1-48: Hydrogrammes 2018-2019 du Nazinon à Ziou.....	66
Figure 1-49: Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Nazinon à Ziou de 1963 à 2019.....	66
Figure 1-50: Evolution des modules du Nazinon à Ziou de 1963 à 2019.....	67
Figure 1-51: Indices des modules standardisés du Nazinon à Ziou de 1963 à 2019.....	68
Figure 1-52: Situation de remplissage du barrage de Bagré en 2018 et 2019.....	69
Figure 1-53: Volumes minimaux stockés du barrage de Bagré de 2010 à 2019.....	70
Figure 1-54: Volumes maximaux stockés du barrage de Bagré de 2010 à 2019.....	71
Figure 1-55: Situation de remplissage du barrage de la Kompienga en 2018 et 2019.....	72
Figure 1-56: Volumes minimaux stockés du barrage de Kompienga de 2010 à 2019.....	73
Figure 1-57: Volumes maximaux stockés du barrage de Kompienga de 2010 à 2019.....	74
Figure 1-58: Situation de remplissage du Lac Bam à Kongoussi en 2018 et 2019.....	75
Figure 1-59: Volumes minimaux stockés du Lac Bam de 2010 à 2019.....	76
Figure 1-60: Volumes maximaux stockés du lac Bam de 2010 à 2019.....	77

Figure 1-61: Situation de remplissage du barrage de Loumbila en 2018 et 2019.....	79
Figure 1-62: Volumes minimaux du barrage de Loumbila de 2010 à 2019	80
Figure 1-63: Volumes maximaux du barrage de Loumbila de 2010 à 2019	80
Figure 1-64: Situation de remplissage du barrage Ouaga (2+3) en 2018 et 2019.....	82
Figure 1-65: Volumes minimaux stockés au barrage Ouaga (2+3) de 2010 à 2019.....	83
Figure 1-66: Volumes maximaux stockés au barrage Ouaga (2+3) de 2010 à 2019	83
Figure 1-67: Situation de remplissage du barrage de Ziga en 2018 et 2019	85
Figure 1-68: Volumes minimaux stockés au barrage de Ziga de 2010 et 2019.....	86
Figure 1-69: Volumes maximaux stockés au barrage de Ziga de 2010 et 2019	86
Figure 1-70: Evolution des pluies moyennes annuelles du bassin du Niger de 1987 à 2019...	87
Figure 1-71: Evolution des indices des pluies moyennes annuelles du bassin du Niger de 1987 à 2019	88
Figure 1-72: Carte du réseau hydrométrique du bassin du Niger	89
Figure 1-73: Hydrogrammes du Gorouol à Koriziéna 2018 et 2019.	91
Figure 1-74: Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Niger à Koriziéna.....	92
Figure 1-75: Evolution des modules du Gorouol à Koriziéna de 1970 à 2019.....	92
Figure 1-76: Indice des modules standardisés du Gorouol à Koriziéna.....	93
Figure 1-77: Hydrogrammes du Yali à Sebba 2018 et 2019	95
Figure 1-78: Pluies moyennes annuelles du bassin du Yali à Sebba de 1982 à 2019	96
Figure 1-79: Evolution des modules (1982 à 2019) du Yali à Sebba.....	96
Figure 1-80: Evolution des indices des modules standardisés du Yali à Sebba	97
Figure 1-81: Situation de remplissage du barrage de la Tapoa à Diapaga	99
Figure 1-82: Volumes maximaux stockés au barrage de Diapaga de 2010 à 2019	100
Figure 1-83: Volumes minimaux stockés au barrage de Diapaga de 2010 à 2019	100
Figure 1-84: Situation de remplissage du barrage de Seytenga 2017 et 2019	101
Figure 1-85: Volumes maximaux du barrage de Seytenga.....	102
Figure 1-86: Volumes minimaux du barrage de Seytenga	103
Figure 2-1 Carte géologique du Burkina	108
Figure 2-2 représentation du réseau piézométrique national	113
Figure 2-3 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années	115
Figure 2-4 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Sebba SE6	116

Figure 2-5 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Arbinda	117
Figure 2-6 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Katchari.....	118
Figure 2-7 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Tougou F4-2.....	119
Figure 2-8 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Boromo	120
Figure 2-9 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Kantchari.....	121
Figure 2-10 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Tibou.....	122
Figure 2-11 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Bindé.....	123
Figure 2-12 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Bassinko.....	124
Figure 2-13 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Kondibito	125
Figure 2-14 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Koalou	126
Figure 2-15 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Nouna.....	127
Figure 3-1: Localisation de la zone d'étude	140
Figure 3-2: Sites d'échantillonnage des sous Bassins.....	143
Figure 3-3 : répartition des points d'eau échantillonnés et analysés.....	148
Figure 3-5: carte du pH des eaux de surface.....	152
Figure 3-6: carte de conductivité des eaux de surface.....	154
Figure 3-7: carte de la turbidité des eaux de surface	157
Figure 3-8: distribution spatiale du pH dans les eaux souterraines.....	163
Figure 3-9: distribution spatiale de la conductivité dans les eaux souterraines	165
Figure 3-10: distribution spatiale de la turbidité dans les eaux souterraines	167
Figure 3-11: distribution spatiale des teneurs en Arsenic dans les eaux souterraines.....	170
Figure 3-12: distribution spatiale des teneurs en Plomb dans les eaux souterraines.....	171
Figure 3-13: distribution spatiale des teneurs en Cadmium dans les eaux souterraines	172

Figure 3-14: distribution spatiale des teneurs en Chrome dans les eaux souterraines	173
Figure 3-15: distribution spatiale des teneurs en Fer dans les eaux souterraines	176
Figure 3-16: distribution spatiale des teneurs en Manganèse dans les eaux souterraines	178
Figure 3-17: distribution spatiale des teneurs en nitrates dans les eaux souterraines	179
Figure 3-18: représentation des faciès chimiques des eaux de surface	181
Figure 3-19: présente la représentation des eaux de puits dans le diagramme de PIPER	184
Figure 3-20: représentation des faciès chimiques des eaux souterraines de forages	186

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1 : Bassins versants nationaux et sous-bassins du Burkina Faso et leur superficie...5	5
Tableau 1-2: Répartition des stations suivies dans les quatre bassins versants nationaux10	10
Tableau 1-3: Répartition des stations retenues par bassin11	11
Tableau 1-4: Comblement et correction des données hydrométriques12	12
Tableau 1-5: Ecoulements de la Léraba à Yendéré.....19	19
Tableau 1-6: Ecoulements à Folonzo22	22
Tableau 1-7: Volumes caractéristiques stockés du barrage de Bodiadougou en 2018 et 2019.24	24
Tableau 1-8 Volumes caractéristiques stockés du barrage de Moussodougou en 2018 et 2019.27	27
Tableau 1-9 Volumes caractéristiques stockés du barrage de Toussiana en 2018 et 2019.31	31
Tableau 1-10: Volumes caractéristiques stockés du barrage de Douna en 2018 et 2019.....33	33
Tableau 1-11: Ecoulements à la station de Samendeni40	40
Tableau 1-12: Ecoulements à la station de Boromo.....45	45
Tableau 1-13: Ecoulements à la station de Dapola50	50
Tableau 1-14: Volumes caractéristiques stockés du barrage du Sourou à Yaran entre 2017 et 201955	55
Tableau 1-15: Ecoulements du Nakanbé à Rambo63	63
Tableau 1-16: Ecoulements du Nazinon à Ziou.....67	67
Tableau 1-17: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Bagré en 2018 et 2019 (Mm ³).....70	70
Tableau 1-18: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de la Kompienga en 2018 et 2019 (Mm ³).....73	73
Tableau 1-19: Volumes caractéristiques stockés dans le Lac Bam en 2018 et 2019 (Mm ³)....76	76
Tableau 1-20: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Loumbila en 2018 et 2019 (Mm de m ³).....79	79
Tableau 1-21: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage Ouaga (2+3) en 2018 et 2019 (Mm ³).....82	82
Tableau 1-22: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Ziga en 2018 et 2019 (Mm ³).....85	85
Tableau 1-23: Ecoulements du Gorouol à Koriziéna 2018 et 201992	92

Tableau 1-24: Ecoulements du Yali à Sebba	96
Tableau 1-25: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de la Tapoa à Diapaga en 2017 et 2018 (Mm ³).....	99
Tableau 1-26: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Seytenga en 2017 et 2019	102
Tableau 1-27: Tableau de synthèse des Caractéristiques hydrologiques	104
Tableau 2-1 Ressources en eau souterraine par région ²	109
Tableau 2-2 Les ressources totales en eau souterraine par bassin.....	110
Tableau 2-3 Volumes des ressources en eau souterraine des bassins versants.....	110
Tableau 2-4 Eaux souterraines renouvelables en 10 ⁶ m ³ /an.....	111
Tableau 2-5 Situation du réseau piézométrique par bassin hydrographique national	112
Tableau 2-6 : Types d'ouvrages hydrauliques dans le bassin de la Comoé	129
Tableau 2-7: Types d'ouvrages hydrauliques dans le bassin du Mouhoun	130
Tableau 2-8 : Ecoulements de surface dans le bassin versant du Nakanbé.....	131
Tableau 2-9 : Types d'ouvrages hydrauliques dans le bassin du Niger	132
Tableau 2-10 : Ressources en eau de surface des différents bassins versants	133
Tableau 2-11 : Eaux souterraines renouvelables en 10 ⁶ m ³ /an.....	133
Tableau 2-12 : Potentiel renouvelable total des ressources en eau	134
Tableau 2-13: Volumes réellement utilisables en eaux de surface en 10 ⁹ m ³	135
Tableau 2-14: Ressources renouvelables totales utilisables (eaux de surface +eaux souterraines) en milliards de m ³ /an.....	136
Tableau 3-1: Les paramètres analysés et les méthodes d'analyse.....	145
Tableau 3-2: nombre de résultats analytiques retenu par rapport au nombre total d'échantillons prélevés	147
Tableau 3-3: statistiques sur les analyses des eaux de surface	150
Tableau 3-4:Classes de turbidité et transparence de l'eau.....	155
Tableau 3-5: concentrations en métaux lourds et métalloïdes	160
Tableau 3-6: statistiques sur les analyses de forages.....	161
Tableau 3-7: statistiques sur les analyses de Puits	161
Tableau 3-8: concentrations en métaux lourds et métalloïdes des forages.....	168
Tableau 3-9: concentrations en métaux lourds et métalloïdes des Puits	168
Tableau 3-10: matrice de corrélation des paramètres chimique, physico-chimiques, métaux lourds et métalloïdes des eaux de surface.....	182

Tableau 3-11: matrice de corrélation des paramètres chimique, physico-chimiques, métaux lourds et métalloïdes des eaux souterraines de Puits.....	185
Tableau 3-12: matrice de corrélation des paramètres chimique, physico-chimiques, métaux lourds et métalloïdes des eaux souterraines de Forages	188

SIGLES ET ABBREVIATIONS

ABN	Autorité du Bassin du Niger
ABV	Autorité du Bassin de la Volta
AOF	Afrique Occidentale Française
CBS	Compact Bubble Sensor
CIEH	Comité Inter-africain d'Etudes Hydrauliques
CILSS	Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
CFBAN	Commission des Finances et du Budget de l'Assemblée Nationale
CFE	Contribution Financière en matière d'Eau
DANIDA	Danish International Development Agency (Agence danoise pour le développement international)
DEIE	Direction des Etudes et de l'Information sur l'Eau
DGIRH	Direction Générale de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques
DGRE	Direction Générale des Ressources en Eau
DHER	Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural
DIRH	Direction de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques
DREA	Directions Régionales de l'Eau et de l'Assainissement
ENEF	Ecole Nationale des Eaux et Forêts
FIT	Front Intertropical
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
GIP	Groupement d'Intérêt Public
IOTA	Installation Ouvrage Travaux et Activité
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
JALDA	Japan Agricultural Land Development Agency (Agence japonaise pour le développement des terres agricoles)
Ke	Coefficient d'écoulement
MCA-BF	Millenium Chalenge Account Burkina Faso
NTU	Unité Néphélogométrique de Turbidité
OMM	Organisation Météorologique Mondiale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer
PAGIRE	Plan d'Action pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau
PEA	Point d'Eau Autonome
PEN	Plan d'eau normal
PCD	Plateforme de Collecte de Données

PFC	Protocole de Financement Commun
PH	Potentiel Hydrogène
PN-GIRE	Programme National pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
RPN	Réseau Piézométrique National
SNIEau	Système National d'Information sur l'Eau
SSEREU	Service Suivi et Evaluation des Ressources en Eau et des Usages
SONABEL	Société Nationale d'Electricité du Burkina Faso
SOSSUCO	Société Sucrière de la Comoé
SPE	Service de la Police de l'Eau
TA	Titre Alcalimétrique
TAC	Titre Alcalimétrique Complet
UCDIEau	Unités de Collecte et de Diffusion de l'Information sur l'Eau

AVANT PROPOS

Avec la présente édition consacrée à l'année 2019, le document synthèse du suivi des ressources en eau paraît pour la quatrième année consécutive.

Cette publication présente la situation des ressources en eau du Burkina Faso à l'aide d'indicateurs comparant la situation actuelle à une période de référence, et ce, à partir d'observations réalisées sur les réseaux météorologiques, hydrométrique, piézométrique et de qualité des eaux : précipitations, écoulements, état de remplissage des barrages-réservoirs, niveau des nappes, qualité des eaux de surface et des eaux souterraines. Le document décrit également la situation de la mise en œuvre de la réglementation en matière d'eau en 2019.

En mettant à disposition des informations sur les ressources en eau, la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) assume une mission d'intérêt général. Ce document est réalisé sous l'égide de la DGRE avec le concours des Directions Régionales de l'Eau et de l'Assainissement et des organismes fournisseurs de données (ANAM, ONEA, SONABEL, SN SOSUCO, etc.).

Il convient ici de remercier chaleureusement toutes les personnes qui, par leur compétence et leur engagement sur le terrain ou au bureau, ont permis son élaboration.

Cependant, toute œuvre humaine étant toujours perfectible, vos suggestions et critiques pouvant contribuer à l'amélioration des prochaines éditions sont les bienvenues.

Quelles que soient ces inévitables imperfections, nous osons espérer, que ce document répondra à vos attentes et constituera un instrument d'amélioration de vos connaissances sur un certain nombre d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs des ressources en eau.

Le Directeur Général des Ressources en Eau

Serge Modeste D. TRAORE

Ingénieur du génie civil

INTRODUCTION

L'eau est un élément essentiel et indispensable à la vie humaine, animale, aux activités socioéconomiques ainsi qu'à l'équilibre des écosystèmes. La méconnaissance ou la connaissance insuffisante de la ressource eau du point de vue quantitatif et qualitatif ainsi que sa dynamique dans le temps et dans l'espace du territoire constitue un handicap majeur, pouvant hypothéquer la réalisation de projets et programmes cohérents de développement ; d'où l'importance de disposer au niveau national d'un système efficace de suivi de la ressource eau, un outil essentiel de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau.

Le SNIEau (Système National d'Information sur l'Eau) est un dispositif qui s'étend de la collecte de données de base sur le terrain jusqu'à la diffusion d'informations analytiques sur l'état des ressources en eau et de leurs usages. Il passe par les étapes suivantes : collecte des données, contrôle, validation, stockage, traitement et diffusion des informations sur les ressources en eau.

L'exécution efficace et régulière de ces diverses étapes permet de disposer d'un véritable Système national d'information sur l'eau (SNIEau) qui permet de renforcer le dispositif de collecte et les réseaux de suivi hydrométrique, piézométrique et de la qualité des eaux.

Le suivi de ces réseaux est piloté par la DGRE avec l'appui des Directions Régionales de l'Eau et de l'Assainissement (DREA) qui abritent les Unités de Collecte et de Diffusion de l'Information sur l'Eau (UCDIEau). Les données collectées sont traitées et saisies dans les bases de données de la Direction Générale des Ressources en Eau. Ces données ainsi obtenues sont indispensables pour la planification des actions de développement, les choix judicieux des investissements d'aménagement du territoire et la prise de décision appropriée par les instances politiques aux différents niveaux (national, sous régional et international). Elles sont également utiles d'une part pour mener des actions d'amélioration de la santé publique et d'autre part pour la prévention des catastrophes et risques liés à l'eau que sont les inondations, les pénuries d'eau et les sécheresses.

Fruit du partenariat avec le Royaume de Danemark (DANIDA) à travers le Protocole de Financement Commun (PFC), le document est élaboré et articulé autour de quatre (04) thématiques à savoir : hydrologie, hydrogéologie, qualité des eaux et mise en œuvre de la réglementation en matière d'eau.

Pour l'hydrologie, il analyse l'écoulement des principaux cours d'eau au niveau de quelques stations témoins suffisamment représentatives et l'état de remplissage d'un certain nombre de

plans d'eau du pays. Il donne les caractéristiques de l'écoulement et les remplissages des retenues, permettant d'apprécier l'évolution du régime hydrologique.

Pour l'hydrogéologie, il analyse la fluctuation des nappes en des points d'observation. Un rapprochement avec les précipitations annuelles permet d'apprécier les liens spécifiques entre variations piézométriques et précipitations.

Pour le suivi de la qualité des eaux brutes, il présente les résultats d'analyse de laboratoire des échantillons d'eau prélevés en 2019 sur les sous bassins du Mouhoun supérieur amont, Mouhoun supérieur aval, le Mouhoun inférieur amont et le Sourou.

Ces résultats donnent des grandeurs fiables pour les paramètres analysés, permettant une meilleure appréciation de la qualité chimique, physico-chimique, métaux lourds et métalloïdes des eaux.

Pour la mise en œuvre de la réglementation en matière d'eau, il présente d'une part, la situation de mise en œuvre de la loi d'orientation relative à la gestion des ressources en eau et la loi sur la contribution financière en matière d'eau (CFE) et d'autre part la situation de mise en œuvre de la police de l'eau.

Ce document est donc destiné aux utilisateurs ayant besoin d'une vue globale de l'hydrologie du Burkina Faso, de l'information sur les cours d'eau et barrages représentatifs ou des renseignements sur les paramètres hydrogéologiques et de qualité des eaux brutes ainsi que la mise en œuvre de la réglementation sur l'eau.

PARTIE 1 : HYDROLOGIE

I. Présentation des bassins hydrographiques du Burkina Faso

Le Burkina Faso est situé sur 3 **bassins versants internationaux** : la Comoé, le Niger et la Volta (Figure 1-1). Ces trois bassins internationaux sont eux-mêmes subdivisés sur le territoire national en quatre (4) **bassins versants nationaux** : la Comoé, le Mouhoun, le Nakanbé et le Niger. Enfin, à un niveau inférieur, ces 4 bassins nationaux sont subdivisés en **sous-bassins versants nationaux** (Figure 1-2, Tableau 1-1).

La carte ci-dessous présente les différents niveaux de bassin versant.

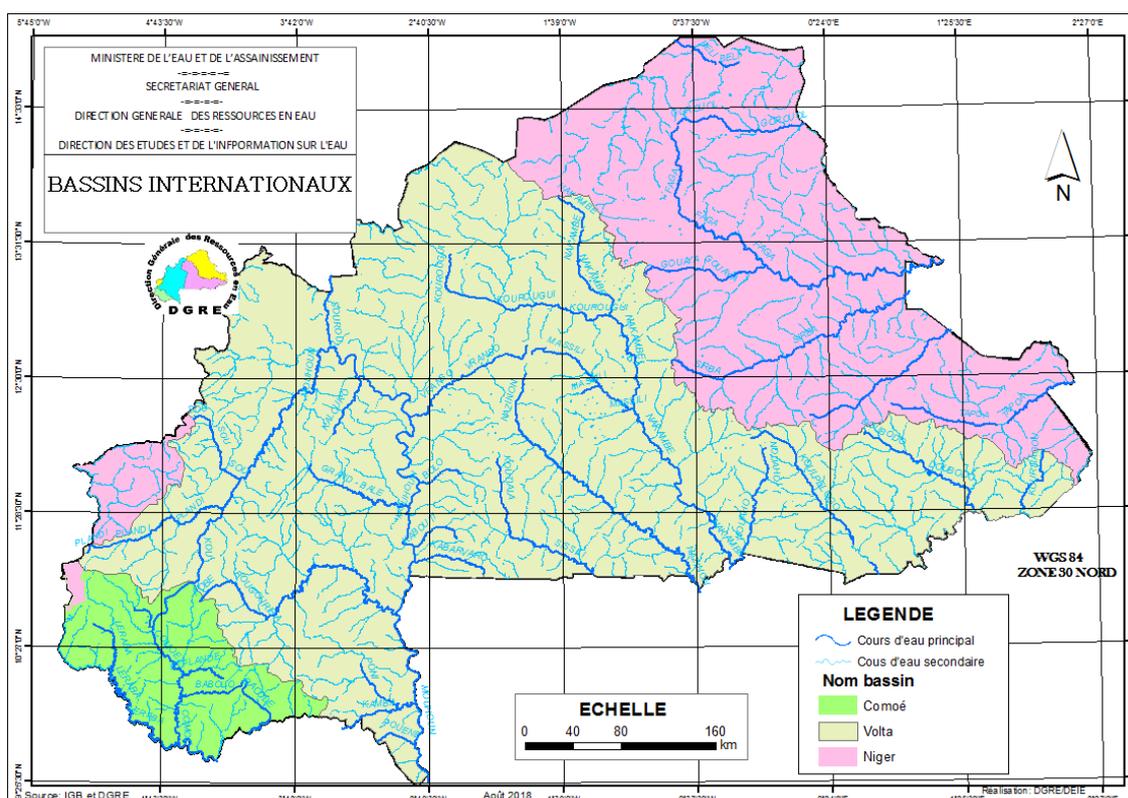


Figure 1-1: Carte des bassins internationaux du Burkina Faso

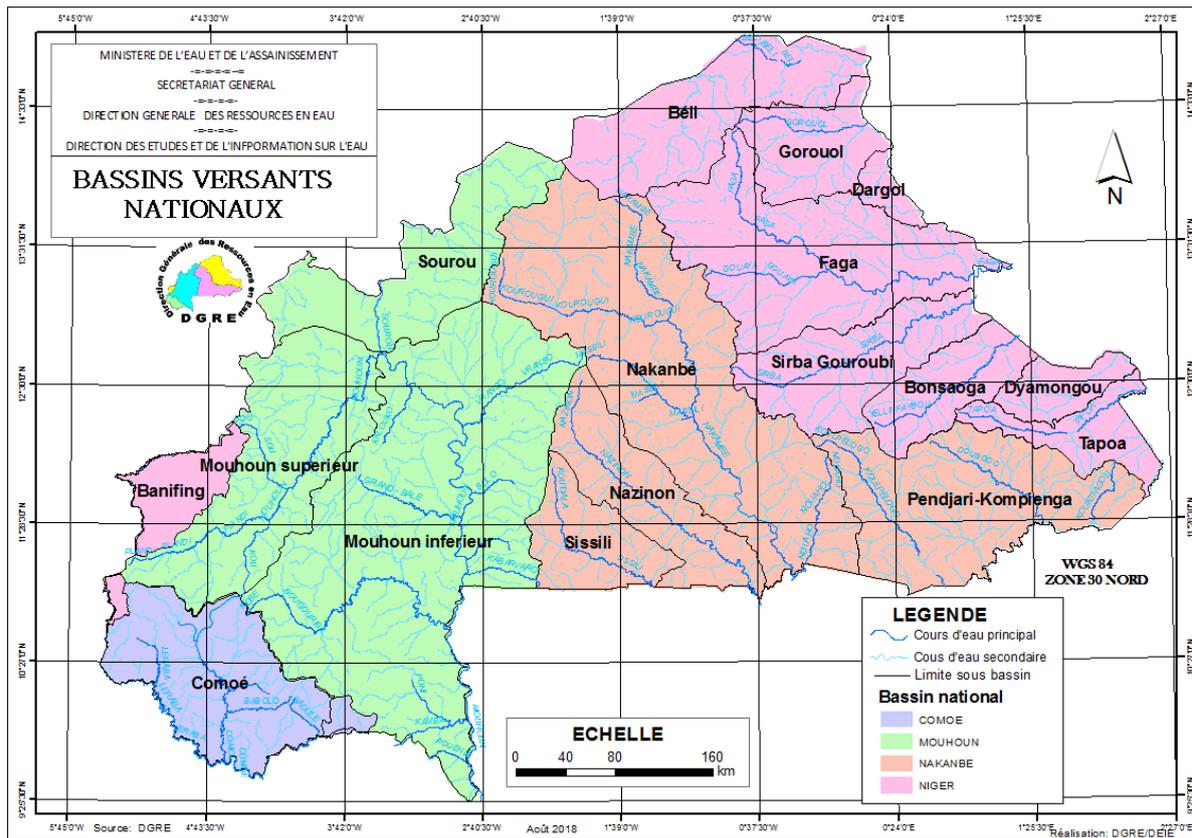


Figure 1-2: Carte des bassins hydrographiques nationaux du Burkina Faso et leurs sous-bassins.

Tableau 1-1 : Bassins versants nationaux et sous-bassins du Burkina Faso et leur superficie

Bassin international	Bassin national	Sous-bassin national	Superficie (km ²)
COMOE	COMOE	Comoé	9613
		Léraba	4505
		Kodoun	1117
		Baoué	1 555
		Iringou	830
		TOTAL COMOE	17 620
NIGER	NIGER	Beli	15 382
		Grououl	7 748
		Dargol	1 709
		Faga	24 519
		Sirba	11 946
		Bonsoaga	7 231
		Dvamangou	3 759
		Tapoa - Mekrou	5 707
		Banifing	5 441
		TOTAL NIGER	83 442
VOLTA	NAKANBE	Pendiari - Kompienga	21 595
		Nakanbé	41 407
		Nazinon	11 370
		Sissili	7 559
		TOTAL NAKANBE	81 932
	MOUHOUN	Mouhoun supérieur	20 978
		Mouhoun inférieur	54 802
		Sourou	15 256
		TOTAL MOUHOUN	91 036
	TOTAL VOLTA		172 968
BURKINA FASO		274 030	

I.1 Le bassin versant national de la Comoé

Le bassin national de la Comoé couvre une superficie de 17 620 km² (Source : IGB, SIG/COWI (EDL-Comoé, 2012)) qui représente 6,4 % de la surface totale du pays. Il contient cinq (05) sous-bassins nationaux. La Comoé est un des grands fleuves d'Afrique Occidentale. La superficie totale de son bassin versant à l'embouchure est de 76 500 km² ; il s'étend sur le Mali, le Burkina Faso, la Côte-d'Ivoire et le Ghana.

La portion burkinabè de ce bassin international est répartie sur les provinces de la Comoé, de la Léraba, du Houet, du Kéné Dougou et du Poni. Elle comprend cinq (5) sous-bassins qui sont :

- la Léraba, cours d'eau pérenne : superficie de 4505 km² ;
- la Comoé, cours d'eau pérenne : superficie de 9613 km² ;

- le Kodoun, cours d'eau temporaire : superficie de 1 117 km²;
- le Baoué, cours d'eau temporaire. : superficie de 1 555 km²;
- l'Iringou, cours d'eau temporaire : superficie de 830 km².

I.2 Le bassin versant national du Mouhoun

Le bassin du Mouhoun avec ses trois sous-bassins (le Sourou, le Mouhoun Supérieur, le Mouhoun Inférieur) couvre une superficie de 91 036 km². Il est le plus grand des quatre bassins hydrographiques nationaux et est reparti sur seize (16) provinces. Le bassin est caractérisé par les cours d'eau pérennes Mouhoun, Kou, et le Sourou. On y trouve d'autres cours d'eau permanents ainsi que des lacs : la mare aux hippopotames (Bala), la Guinguette (source du Kou) dans la province du Houet et la mare aux crocodiles de Sabou dans la province du Boulkiemdé. C'est également le bassin national qui abrite le plus grand nombre de forêts classées.

Les principaux affluents sont le Poni, la Bougouriba, le Grand Balé, le Vranso, le Sourou, le Vouhoun et le Kou.

Le bassin du Mouhoun est subdivisé en trois sous-bassins :

- le Mouhoun supérieur (20 978 km²) qui va des sources à la confluence avec le Sourou, avec pour principaux affluents la Plandi, le Kou, le Siou et le Vouhoun ;
- le Sourou (15 256 km²) est un affluent défluent du Mouhoun et pendant la crue du Mouhoun l'écoulement se fait dans le sens Mouhoun-Sourou et se fait en sens inverse à la décrue ;

Depuis 1984, les ouvrages de dérivation et de contrôle installés à l'amont de la confluence du Sourou et du Mouhoun au village de Léry permettent de stocker 360 millions de m³ dérivés des crues d'hivernage du Mouhoun dans la dépression du Sourou et de restituer le surplus dans le cours aval du Mouhoun. Dans cette dépression, de grands aménagements irrigués se développent ;

- le Mouhoun inférieur (54 802 km²) qui va du Sourou à la frontière avec le Ghana.

I.3 Le bassin versant national du Nakanbé

Le bassin national du Nakanbé occupe 81 932 km² et ses quatre sous-bassins sont : la Pendjari, le Nazinon, la Sissili et le Nakanbé.

- la Sissili (7 559 km²) ;
- le Nazinon (11 370 km²) ;
- la Pendjari (21 595 km²) ;
- le Nakanbé (41 407 km²).

I.4 Le bassin versant national du Niger

Le bassin versant du Niger au Burkina Faso, d'une superficie totale de 83 442 km², se compose de deux parties séparées :

- le bassin versant du Banifing, affluent du Bani qui est lui-même un des affluents majeurs du fleuve Niger. Ce bassin est situé à l'ouest du pays où la pluviosité moyenne interannuelle est évaluée à 950 mm. D'une superficie totale de 5 441 km², le bassin du Banifing est drainé au Sud par le Sélédogo et le Sangoué et à l'Est par une multitude de rivières (Dougo, Konga, Dougbè) dont la confluence forme le Séssé. Le Tessé ou Longo, principal affluent, reçoit les cours d'eau du sud, conflue avec le N'Gorlaka qui constitue la frontière avec le Mali sur une centaine de kilomètres.
- le bassin des affluents en rive droite du fleuve Niger au Nord du pays d'une superficie de 78 001 km² occupe tout le tiers Nord et Est du pays. Il est subdivisé en deux groupes :
 - les affluents les plus septentrionaux qui sont le Béli, le Gorouol, le Goudébo et le Dargol couvrent une superficie de 24 839 km². Ils sont en grande partie endoréiques¹ mais peuvent provoquer des crues ponctuelles importantes ;
 - les affluents soudano-sahéliens que sont la Faga, la Sirba, la Bonsoaga, la Diamongou et la Tapoa couvrent une superficie de 53 162 km². Ils ont des régimes un peu moins irréguliers et contribuent à la crue soudanienne du fleuve Niger qui se produit en septembre.

¹ Dont l'écoulement se perd dans une cuvette ou sur un relief extrêmement plat, par infiltration et par évaporation.

II. Présentation du réseau hydrométrique national

Les premières stations hydrométriques ont été créées en 1952 : le Sourou à Léry Nord et Sud, le Mouhoun à Kouri, le Mouhoun à Niompourou/Douroula, la Léraba à Yendéré et la Comoé à Karfiguela Radier. En 1955, le service hydraulique de l'Afrique Occidentale Française (AOF) créait en Haute-Volta un certain nombre de stations sur les principales rivières qui devaient constituer l'ébauche d'un réseau de base.

Les stations de la région de Bobo-Dioulasso furent maintenues en état de fonctionnement par le Génie rural de Bobo-Dioulasso qui, disposant de personnel et de matériel spécialisé pouvait entreprendre des tournées de contrôle et effectuer des mesures de débits.

Les stations créées dans le cadre de l'aménagement de la Vallée du Sourou furent reprises par le Service Hydraulique des Travaux Publics.

Cependant, des stations furent abandonnées et certaines dès 1956. C'est à partir de 1963, date d'installation de la mission de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) à Ouagadougou, en Haute Volta (actuel Burkina Faso), que celle-ci prenait progressivement en charge les stations abandonnées et d'autre part créait de nouvelles stations pour ses propres besoins d'études. C'est ainsi qu'en 1965, on pouvait déjà publier les relevés limnimétriques de 29 stations.

Ces efforts divers, importants certes, restaient néanmoins insuffisants car il manquait de continuité. Consciente de cette lacune, la Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural (DHER) confiait à l'ORSTOM en 1969, par un marché FAC N° 24/C68/F le soin d'aménager dans une phase de démarrage de trois ans (1969 à 1971) un réseau hydrométrique national de base limité à 30 stations.

Par une deuxième convention FAC N° 17/C74/F, la DHER confiait toujours à l'ORSTOM les travaux inhérents au rôle de conseiller technique pour l'ensemble du réseau hydrométrique de base pendant les années (1974 à 1976).

En 1974 une Brigade hydrologique a été créée au sein du service régional Hydraulique Ouest Volta à Bobo-Dioulasso. Elle était responsable du suivi des stations hydrométriques des Hauts-Bassins, des Cascades et du Sud-Ouest.

Parallèlement dès 1975, la Haute Volta participait pleinement au programme AGRHYMET (Renforcement des services agro météorologiques et hydrologiques des pays du Sahel) mis

en œuvre conjointement par le Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS), le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) et l'Organisation Météorologie Mondiale (OMM). Dans ce cadre, l'OMM qui est l'Agent d'exécution confiait à l'ORSTOM une fois de plus un rôle d'encadrement (équipement, formation de personnel, exécution des travaux) des premières brigades hydrologiques nationales qui constitueront désormais la section hydrologie de la Haute Volta.

Durant ces deux (02) années (1976, 1977), le réseau hydrométrique a connu une nette expansion et rassemble dans l'annuaire hydrologique 1977, des informations sur 40 stations.

A partir de 1977, l'assistance du PNUD a été cette fois-ci directe, d'abord par le Centre Régional AGRHYMET, ensuite par l'affectation d'un expert en 1979. Cette phase aura été la plus importante et la plus décisive, car elle a mis en place un service national d'hydrologie doté d'un personnel plus qualifié, d'un équipement plus important et de locaux appropriés. C'est ainsi que l'annuaire sera édité entièrement par les nationaux et rassemblera des informations sur quarante (40) stations en 1977, quarante-sept (47) en 1978 et plus de 50 à partir de 1979.

En 1978, la Section hydrologique sous la tutelle de la DHER, prenait la pleine responsabilité de l'exploitation de la majeure partie du réseau de base avec l'assistance financière et technique du Projet PNUD/OMM/AGRHYMET.

Trois brigades hydrologiques de terrain (deux à Ouagadougou et une à Bobo-Dioulasso) exploitaient en 1978, 47 stations dont 42 équipées de limnigraphes et 5 d'échelles limnimétriques simples.

A partir de 1983, le Service de l'hydrologie entreprend de suivre les barrages, lacs et mares naturelles par l'installation d'échelles limnimétriques sur environ 28 sites suivis par des observateurs entièrement pris en charge par le budget national sur recommandation des pays membres du CILSS dans le cadre du Programme AGRHYMET. Ce qui va porter le nombre de stations à plus d'une centaine.

Avec la mise en œuvre du programme de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE), la Direction Générale de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques (DGIRH) a procédé à une étude d'optimisation du réseau hydrométrique en 2004, dans l'élaboration du plan de conception et de mise en œuvre du Système National d'Information sur l'Eau (SNIEau).

Le réseau actuel se compose de 98 stations dont un réseau de base de 64 stations et un

réseau étendu de 34 stations (Tableau 1-2).

Tableau 1-2: Répartition des stations suivies dans les quatre bassins versants nationaux

Bassin versant	Barrages /Lacs	Rivières	Total
Niger	12	10	22
Nakanbé	15	21	36
Mouhoun	3	27	30
Comoé	4	6	10
Burkina Faso	34	64	98

III. Méthodologie

Pour l'élaboration du présent document une méthodologie a été définie afin de rendre disponible l'ensemble des informations nécessaires à la compréhension des utilisateurs. Elle se décrit à travers le choix des stations témoins, la critique, le comblement, la correction et traitement des données.

III.1 Choix des stations témoins

Au total, 22 stations réparties dans les quatre (4) bassins nationaux (Tableau 1-3) ont été retenues pour l'élaboration du présent document selon les critères suivants :

- la qualité de la station : la fiabilité des données, la présence et la stabilité de la relation niveau/débit ;
- la disponibilité de données historiques suffisantes pour établir des statistiques satisfaisantes concernant les probabilités de récurrence des différentes conditions hydrologiques ;
- la représentativité du bassin hydrologique définie par la station pour la surveillance du cycle de l'eau par région ;
- le caractère stratégique des retenues d'eau et la facilité d'accès à l'information ;
- le contexte sécuritaire.

Tableau 1-3: Répartition des stations retenues par bassin

Bassins	Nombre de stations hydrométriques		
	Débit	Volume	Total
Comoé	2	4	6
Mouhoun	3	1	4
Nakanbé	2	6	8
Niger	2	2	4
Total	9	13	22

III.2 Critique, comblement et correction des données

Les données hydrométriques utilisées comportaient pour certaines stations des lacunes et les techniques de comblement généralement utilisées en hydrologie ont été appliquées pour le comblement des chroniques (Tableau 1-4).

Tableau 1-4: Comblement et correction des données hydrométriques

Type de station	Techniques appliquées
A volume (Retenues d'eau)	Interpolation et corrélation avec les données d'une autre année
A débit (cours d'eau)	Utilisation de l'hydrogramme moyen pour le comblement des débits moyens mensuels

-

III.3 Traitement des données

Cette partie de la synthèse est présentée par bassin versant national : Comoé, Mouhoun, Nakanbé et Niger. On y trouvera pour chacune des stations choisies :

- un résumé de la situation de la station et de son équipement ;
- un commentaire et les mesures des écoulements observés en 2019. Les valeurs caractéristiques de l'année (module, volume écoulé, débit minimum et débit maximum) sont comparées à celles de 2018 et aux valeurs inter annuelles de la période d'observation ;
- la situation pluviométrique est faite avec une représentation graphique des différents cumuls pluviométriques annuels en fonction des années. Sur ce même graphique, la pluie moyenne interannuelle a été représenté, ce qui permet de mettre en relief les années où le cumul annuel est inférieur à celui interannuel ainsi que la baisse et la hausse des pluies annuelles ;
- le graphe des débits moyens journaliers (hydrogrammes) de 2019, superposé à celui de 2018 sur chaque station ;
- une représentation graphique des différents modules (débits annuels) en fonction des années. En ajoutant la représentation du module interannuel sur le même graphique et la courbe de tendance, on met en relief les années où le module est inférieur à celui interannuel et la baisse ou la hausse des modules.
- des représentations graphiques des indices des modules standardisés et de ceux des pluies permettent de distinguer les périodes humides et séchés.

IV. Situation hydrologique par bassin.

IV.1 Bassin de la Comoé

IV.1.1 Pluviométrie

Avec une pluviométrie moyenne interannuelle de plus de 1 000 mm, des décennales sèches de plus de 800 mm et des décennales humides de plus de 1 400 mm, le bassin de la Comoé se situe incontestablement dans la zone la mieux arrosée du Burkina Faso (*MEE, 2001*).

Cependant, on observe une tendance à la baisse du cumul pluviométrique annuel et du nombre de jours de pluie par an (Figure 1-3). Cette situation a pour conséquence le faible taux de remplissage des retenues d'eau, la baisse de la recharge des nappes et la réduction des débits environnementaux devant assurer la survie de la biodiversité et l'équilibre des écosystèmes du bassin.

Pour l'analyse de la pluviométrie, les stations météorologiques de Banfora et de Niangoloko ont été considérées.

Sur la période 1960-2019, les cumuls pluviométriques annuels ont varié entre 721,5 mm en 1983 et 1446,1 mm en 1968. La moyenne interannuelle de la période 1960-2019 est de 1112,0 mm.

On observe une grande variabilité dans la répartition des pluies et une tendance à la baisse (Figure 1-3).

Les indices des pluies annuelles font apparaître 03 périodes bien distinctes (Figure 1-4) :

- une période humide de 1960 à 1970 ;
- une persistance de la sécheresse de 1971 à 1984 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 1985 à 2019.

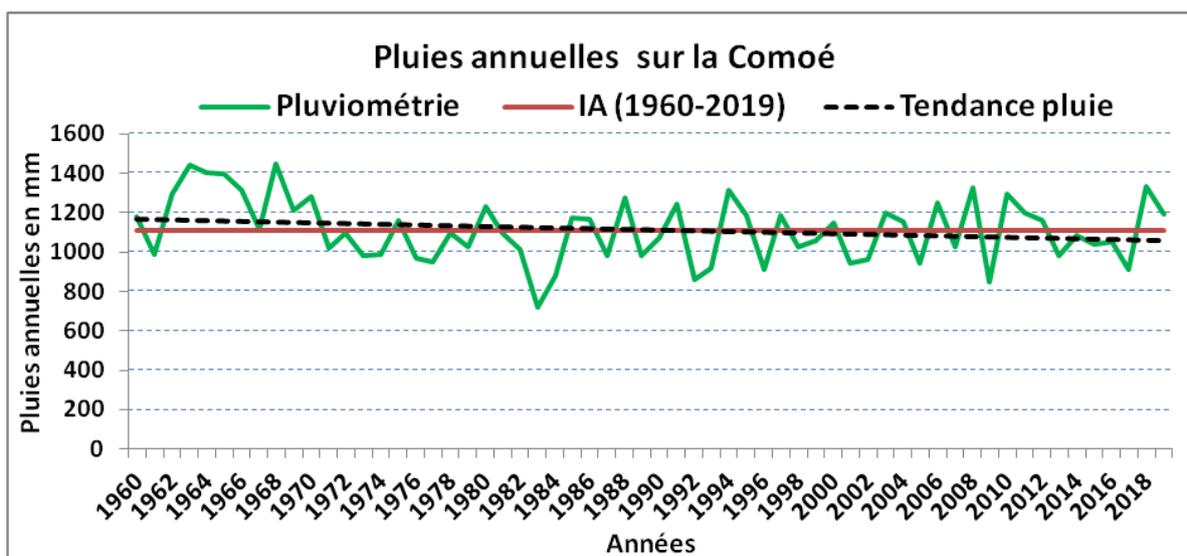


Figure 1-3 : Evolution des pluies moyennes annuelles du bassin de la Comoé de 1960 à 2019.

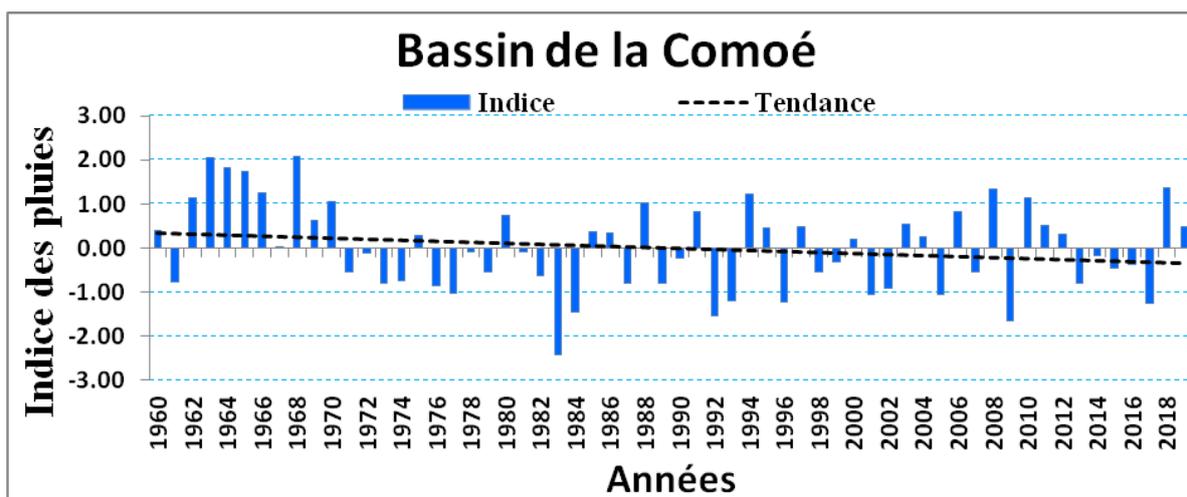


Figure 1-4 : Evolution des indices des pluies annuelles de 1960 à 2019.

IV.1.2. Présentation du réseau hydrométrique

Le bassin de la Comoé au Burkina Faso couvre une superficie de 17 620 km² soit 6,4 % de la surface du territoire national.

Le suivi hydrométrique est réalisé à partir d'un réseau de dix (10) stations dont six (06) à débits et quatre (04) à volumes (Figure 1-5). Pour les besoins de la présente publication, 06 stations ont été retenues :

- deux (2) stations à débits : la Léraba à Yéndéré et la Comoé à Folonzo ;

- Quatre (4) stations à volumes : les barrages de Bodadiougou ou Lobi sur le Lobi, de Moussodougou sur la Comoé, de Toussiana sur le Yannon et de Douna sur la Léraba Orientale.

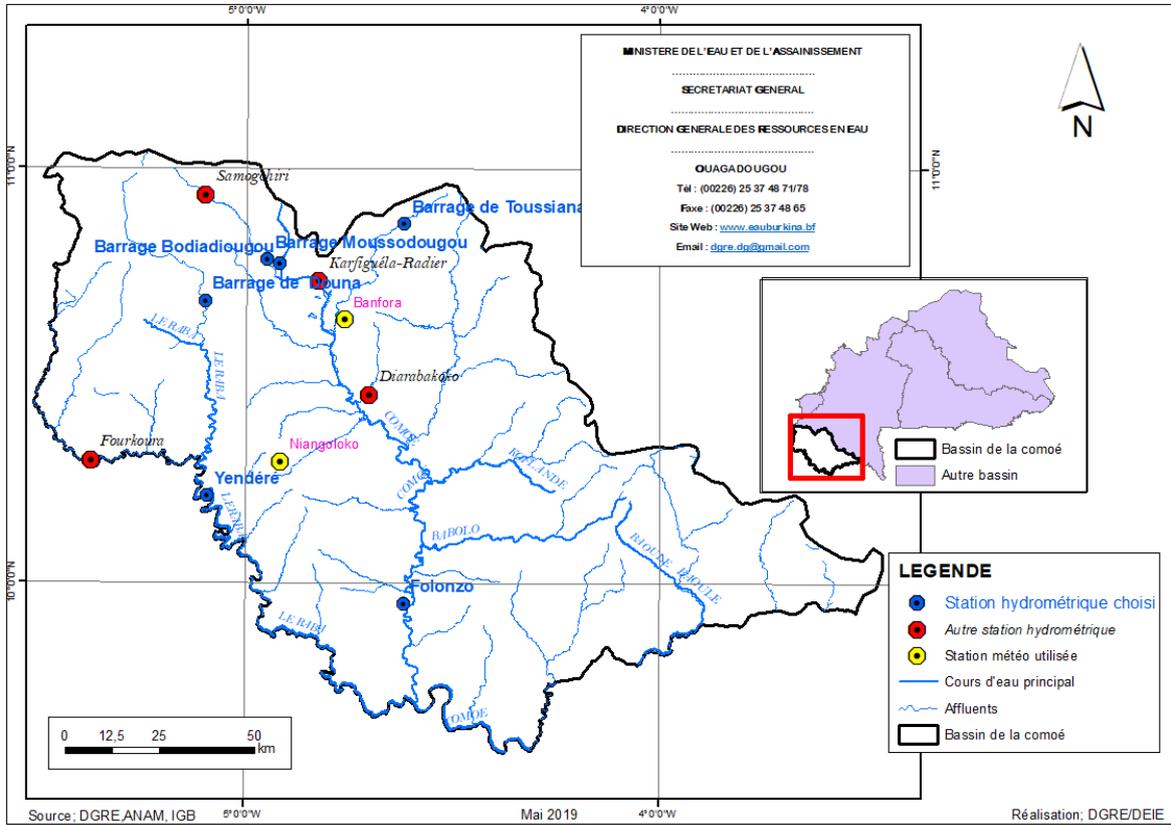


Figure 1-5: Carte du réseau hydrométrique de la Comoé

IV.1.3. Situation des écoulements dans le bassin

IV.1.3.1. La Léraba Occidentale à Yendéré

- a) Caractéristiques

Code IRD	1200401810
Coordonnées géographiques	Latitude 10° 12' 34,443 N – Longitude 05° 05' 11,057 W
Bassin Versant	5930 Km ²
Date d'installation	04 juin 1955 et réinstallation en 1984
Équipement	-Limnimètre de 1 à 11 m sur pilier de l'ancien pont et sur IPN. -Limnigraphe à tambour horizontal, rotation mensuelle, réduction 1/10 installé le 1 ^{er} juin 1976. -Enregistreur numérique OTT Thalimède (20 Avril 2013)
Repère	IGN sur culée du pont en rive droite, côté Côte d'Ivoire, altitude 279,99m.
	Repère SH en rive gauche près de E7-8 (1984).
	Repère SH en rive gauche (Janvier 2013) avec $Z_0=15,863m$.
Zéro de l'échelle	14,70 m sous le repère IGN.
	7,482 m sous le repère SH (15/05/1986).
	Altitude 264,29m.

- b) Historique

La station a été créée en 1955 par l'Arrondissement de l'Hydraulique de la Subdivision de Bobo-Dioulasso. Le limnimètre en rive gauche sous le pont était composé de deux éléments 0-1 et 1-2 sur IPN, d'une échelle 2 à 8 m sur pilier et d'une échelle 8 à 12 m sur la culée.

Les éléments supérieurs ont été progressivement remplacés par une batterie d'échelles sur IPN. Un élément négatif a été implanté dans le lit mineur sous la travée centrale du pont.

Un limnigraphe a été installé le 1^{er} juin 1976 sur un puits PVC de 17 m de hauteur pour mieux suivre les variations rapides du niveau d'eau.

En 1987, en raison de la construction d'un nouveau pont sur la Léraba, la rivière a été barrée en amont de l'ancien pont du 12 avril au 04 juin. A la suite de ces travaux, les éléments

d'échelles de 0 à 9 m ont été arrachés. Le 04 juin de la même année, une nouvelle batterie a été installée : E 1-2, E 7 à 9, E 9-10 et E 10 -11 sur IPN ; E 2 à 4 et E 4-5 à 6-7 sur le pilier de l'ancien pont. Après la réouverture du barrage on constate que la présence de batardeaux en rive gauche crée des remous autour de la gaine du limnigraphe pour les cotes inférieures à 3,00 m.

Le 20 avril 2013, un module angulaire OTT Thalimède a été installé et couplé au limnigraphe OTT X dans le cadre du programme Millenium Challenge Account Burkina Faso (MCA-BF).

- c) Jaugeage et étalonnage

De 1955 à 2019, plus de 100 jaugeages ont été effectués. La plus haute cote jaugée est de 10,52 m le 06/09/1970 pour un débit de 418 m³/s.

- d) Analyse des écoulements

- Les écoulements sont permanents à la station de Yendéré (Figure 1-6).

Du 1er janvier au 20 juin 2019, le débit moyen d'étiage est de 4,19 m³/s. Les apports ont connu une hausse sensible à partir du 21 juin.

Les écoulements ont suivi une hausse continue pour atteindre un maximum instantané de 299 m³/s les 23 et 24 septembre. A partir de cette date, on a observé une décrue qui va jusqu'à un minimum instantané de 7,88 m³/s les 30 et 31 décembre.

Le débit maximal journalier observé en 2019 est déficitaire par rapport à celui de l'année 2018 tandis que le débit minimal est excédentaire par rapport à celui de l'année précédente (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

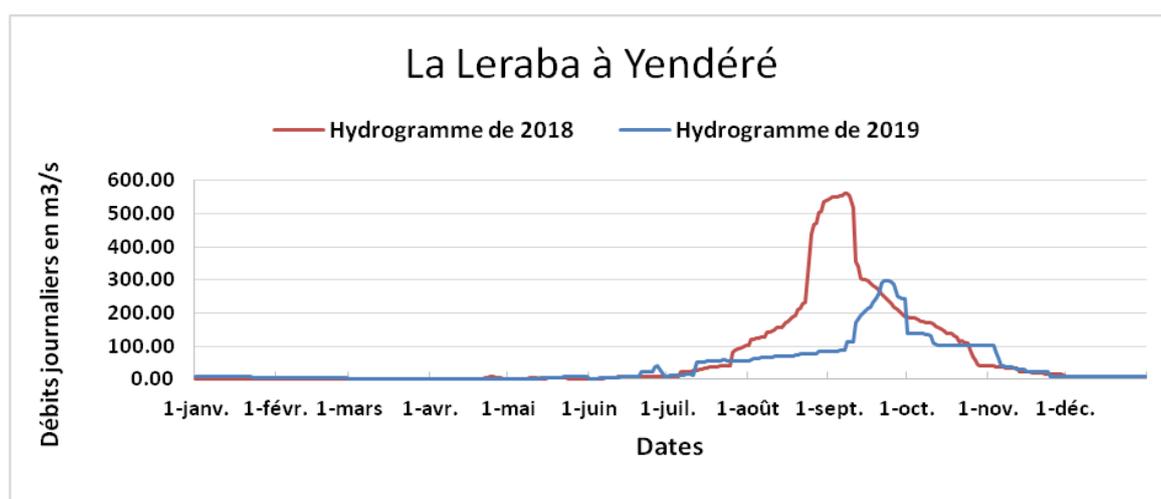


Figure 1-6: Hydrogrammes 2018 et 2019 de la Léraba Occidentale à Yendéré

Le module de 2019 est de 40,9 m³/s correspondant à un volume écoulé de 1289,2 millions

de m^3 . Il est inférieur à celui de 2018 qui est de $68,7 \text{ m}^3/\text{s}$ (2167,34 millions de m^3) et supérieur à la moyenne inter annuelle 1960-2019, qui est de $30,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (952,43 millions de m^3) (Figure 1-8 ;Tableau 1-5).

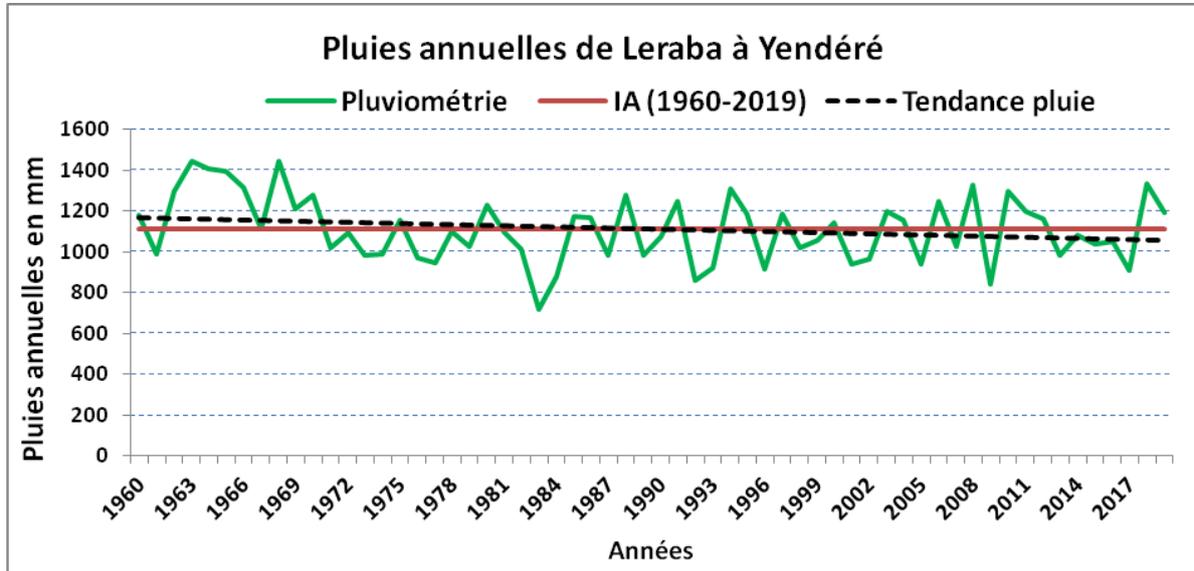


Figure 1-7: Evolution des pluies annuelles sur le bassin versant de la Léraba à Yendéré.

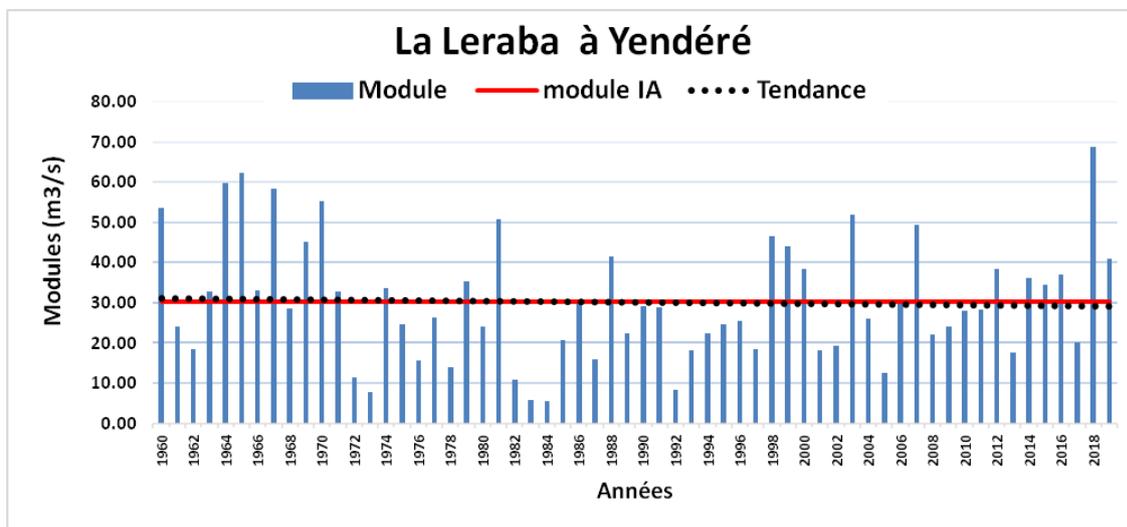


Figure 1-8: Evolution des modules de la Léraba à Yendéré de 1960 à 2019

De 1960 à 2019, les modules ont varié entre $5,39 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1984 et $68,7 \text{ m}^3/\text{s}$ en 2018. On observe une variabilité des modules interannuels avec une très légère tendance à la baisse (Figure 1-8).

Cependant la tendance observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels (Figure 1-7) est plus sensible.

La lame d'eau écoulee en 2019 est de 217,4 mm pour un coefficient d'écoulement (K_e) de 18,3 % calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1190,0 mm sur le bassin versant à la station.

Le coefficient d'écoulement de 2018 et celui de la moyenne interannuelle (1960-2019) sont respectivement de 27,4 % et 14,9 %.

Tableau 1-5: Ecoulements de la Léraba à Yendéré

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivi	Débits (m ³ /s)			Volumes écoulés (Mm ³)		
			2018	2019	IA (1960-2019)	2018	2019	IA (1960-2019)
Yendéré	5 930	60	68,7	40,9	30,2	2167,34	1289,2	952,43

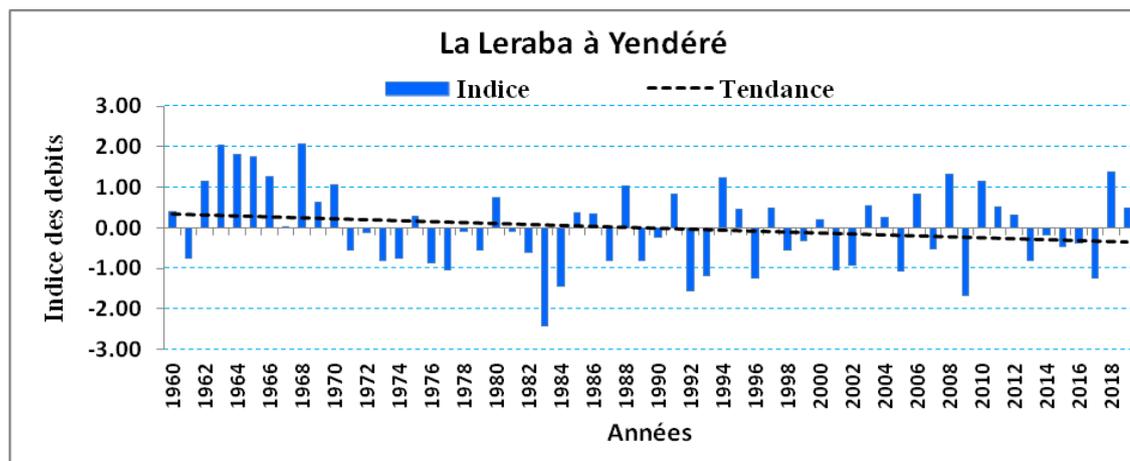


Figure 1-9: Indice des modules standardisés de la Léraba à Yendéré de 1960 à 2019

Les indices des modules standardisés (Figure 1-9) font apparaître 03 périodes bien distinctes :

- une période humide de 1960 à 1970 ;
- une persistance de la sécheresse de 1971 à 1984 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches, à dominance humide de

1985 à 2019.

IV.1.3.2. La Comoé à Folonzo

- a) Caractéristiques.

Code IRD	:	1200400113
Bassin Versant	:	9480 Km ²
Coordonnées géographiques	:	Latitude 09 ° 57' 16,467'' N – Longitude 04° 36' 49,85'' W
Zéro de l'échelle	:	11,15 m sous le repère.
Date d'installation	:	1 ^{er} avril 1969
Repère	:	Repère de nivellement SH installé le 29/04/1982.
Equipement	:	Batterie de 11 éléments d'échelles métriques sur IPN de 0 à 11 m.

- b) Historique

La station a été créée en avril 1969 par l'ORSTOM pour le compte de la Direction de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural (DHER). Elle est située en rive droite de la Comoé, en amont du gué de la route venant de Folonzo. La hauteur d'eau est relevée au minimum une fois par jour par un observateur. Un limnigraphe OTT R20 a été installé, mais son exploitation a été difficile.

Dans le cadre du programme Millenium Chalenge Account Burkina Faso (MCA-BF), un enregistreur numérique composé d'un capteur à pression OTT CBS et d'un enregistreur DuoSens a été installé le 20/04/2013 au droit des échelles limnimétriques en rive droite à environ 80 m en amont du pont et à 38 m de la berge.

- c) Jaugeage et étalonnage

De 1970 à 2019, plus de 95 jaugeages ont été effectués pour des hauteurs variant de 0,63 m à 9,88 m correspondant à des débits respectifs de 0,20 m³/s et 232 m³/s. Le tracé de la courbe a été légèrement modifié en 1979 entre 4 et 10 m.

Un détarage apparait en 1986 et se confirme avec les jaugeages de 1987 et 1988 : les points sont au-dessus de la courbe en basses eaux et en dessous en hautes eaux. Une deuxième courbe d'étalonnage a donc été établie en mars 1989 avec les jaugeages de 1986 à 1988 valable du 01/01/1986 jusqu'à nouvel ordre.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements sont permanents à la station de Folonzo (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). La période d'étiage s'étale du 1^{er} janvier au 26 mai 2019 avec un débit moyen de 4,52 m³/s. Les apports ont débuté le 27 mai et ont suivi une hausse continue pour atteindre un maximum journalier de 285 m³/s les 19 et 20 septembre 2019. A partir de cette date, on a observé une décrue qui a atteint un minimum journalier de 5,00 m³/s le 30 décembre 2019 contre 4,90 m³/s le 31 décembre 2018 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Le débit maximal journalier observé en 2019 est déficitaire par rapport à celui de l'année 2018 tandis que le débit minimal est excédentaire par rapport à celui de l'année précédente.

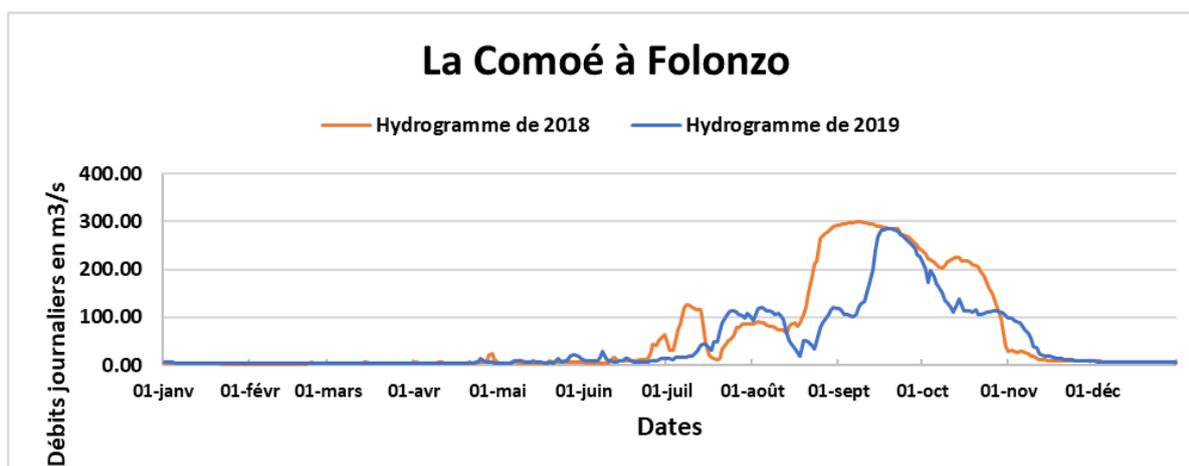


Figure 1-10: Hydrogrammes 2018 et 2019 de la Comoé à Folonzo

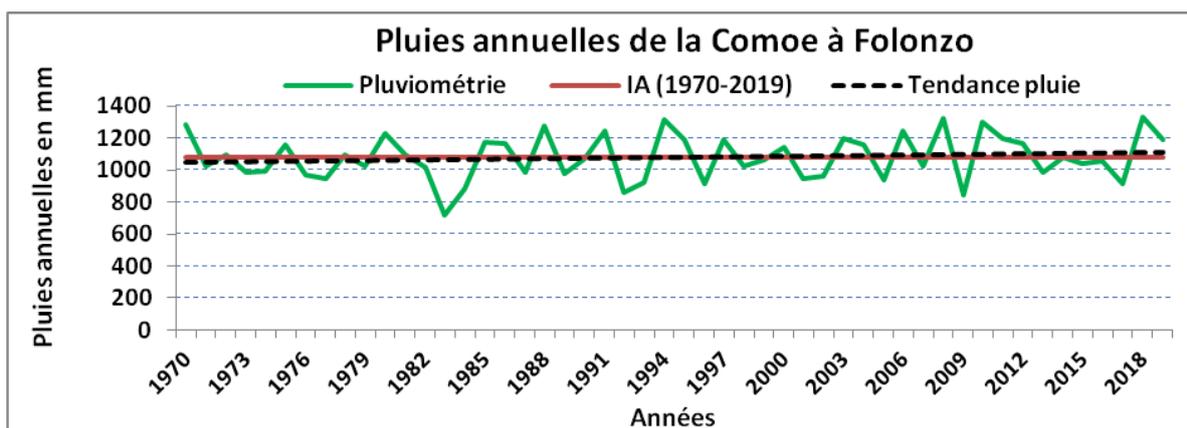


Figure 1-11: Evolution des pluies annuelles sur le bassin versant de la Comoé à Folonzo

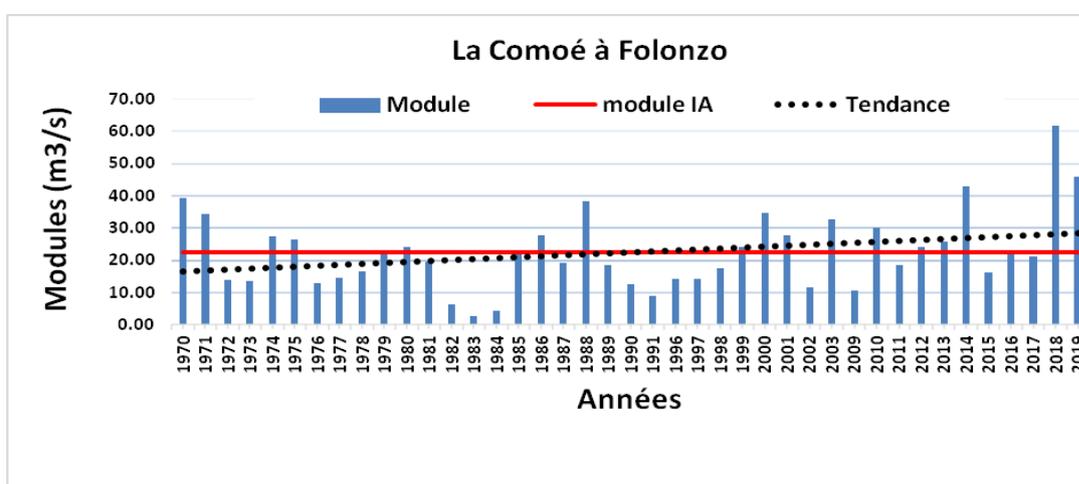


Figure 1-12: Evolution des modules de la Comoé à Folonzo de 1970 à 2019

Le module de 2019 est de 46,0 m³/s correspondant à un volume écoulé de 1450,2 millions de m³. Il est inférieur à celui de 2018 qui est de 61,8 m³/s (1,9478 milliards de m³) et supérieur au débit moyen Inter annuel (1970-2019) qui est de 22,5 m³/s (7,107 milliards de m³) (Figure 1-12, Tableau 1-6).

La lame d'eau écoulée en 2019 est de 153 mm pour un coefficient d'écoulement (Ke) de 12,9 % calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1190,0 mm sur le bassin versant à la station.

Le coefficient d'écoulement interannuel (1970 à 2019) est de 6,7 % contre 15,4 % en 2018.

Tableau 1-6: Ecoulements à Folonzo

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivi	Débits (m ³ /s)			Volumes écoulés (Mm ³)		
			2018	2019	IA (1970- 2019)	2018	2019	IA (1970- 2018)
Folonzo	9 480	48	61,8	46,0	22,5	1947,8	1450,2	710,7

De 1970 à 2019, les modules ont varié entre 2,48 m³/s en 1983 et 61,8 m³/s en 2018. On observe une variabilité des modules interannuels avec une tendance à la hausse (Figure 1-12).

Cependant une légère tendance à la hausse est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels (Figure 1-11).

Les indices des modules standardisés (Figure 1-13) font apparaître trois (03) périodes bien distinctes :

- une période humide en 1970 ;
- une persistance de la sécheresse de 1971 à 1984 ;
- une période alternée à dominance humide de 1985 à 2019.

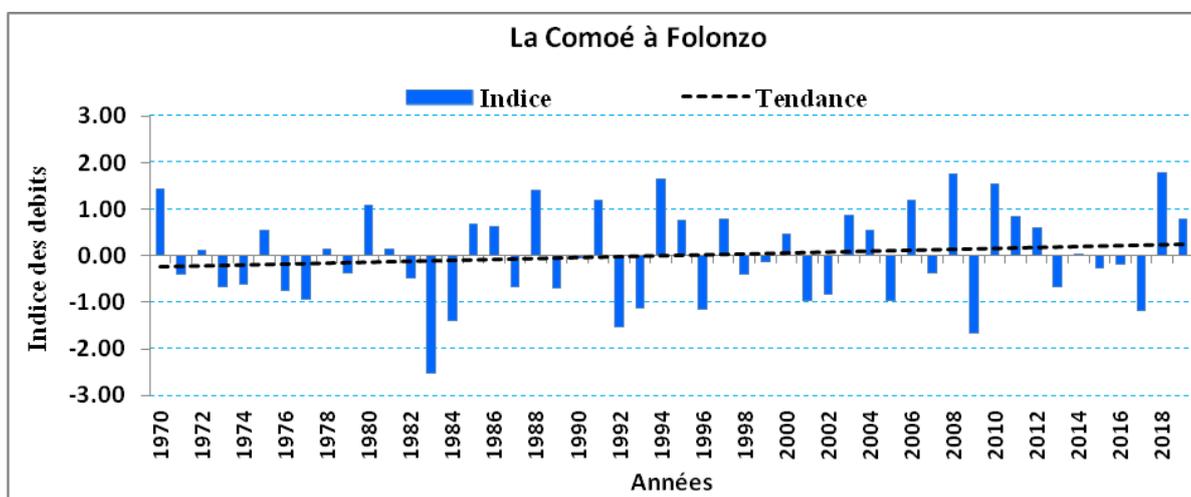


Figure 1-13: Indice des modules standardisés de la Comoé à Folonzo de 1970 à 2019.

IV.1.4 Situation de remplissage des retenues d'eau témoins

IV.1.4.1. Le barrage de Lobi ou Bodadiougou

- a) Historique

Le barrage est situé sur le Lobi à 7 km au Nord du village de Bodadiougou et est accessible par une piste en saison sèche mais inaccessible en saison pluvieuse. Ce barrage en terre d'un bassin versant de 120 km², de 17 km de long et d'une pente moyenne de 2,5 % a été réalisé en juin 1976 au compte de la Société Sucrière de la Comoé (SOSUCO). Sa capacité est de 6,057 millions de m³ pour une superficie du plan d'eau de 120 ha et une profondeur maximale de 14 m.

- b) Analyse du remplissage

Le volume du barrage à la date du 01 janvier 2019 qui était de 4,666 millions de m³ a diminué jusqu'à un minimum de 2,531 millions de m³ le 20 juillet (Figure 1-14 ;Tableau 1-7). Les premiers apports en 2019 ont été enregistrés le 21 juillet contre le 21 mai en 2018 et le barrage n'a pas connu de déversement au cours de ces deux (02) années.

Au 31 décembre 2019 le volume était de 4,836 millions de m³, soit 80 % de sa capacité au Plan d'Eau Normal (PEN) contre 4,677 millions de m³, soit 77 % en 2018. La situation au 31 décembre 2019 est jugée excédentaire par rapport à celle de 2018 à la même date (Tableau 1-7).

Pour les volumes maximaux, le coefficient de remplissage de 2019 est de 94 % contre 92 % en 2018.

La situation de 2019 est excédentaire de 126 mille m³ par rapport à celle de 2018.

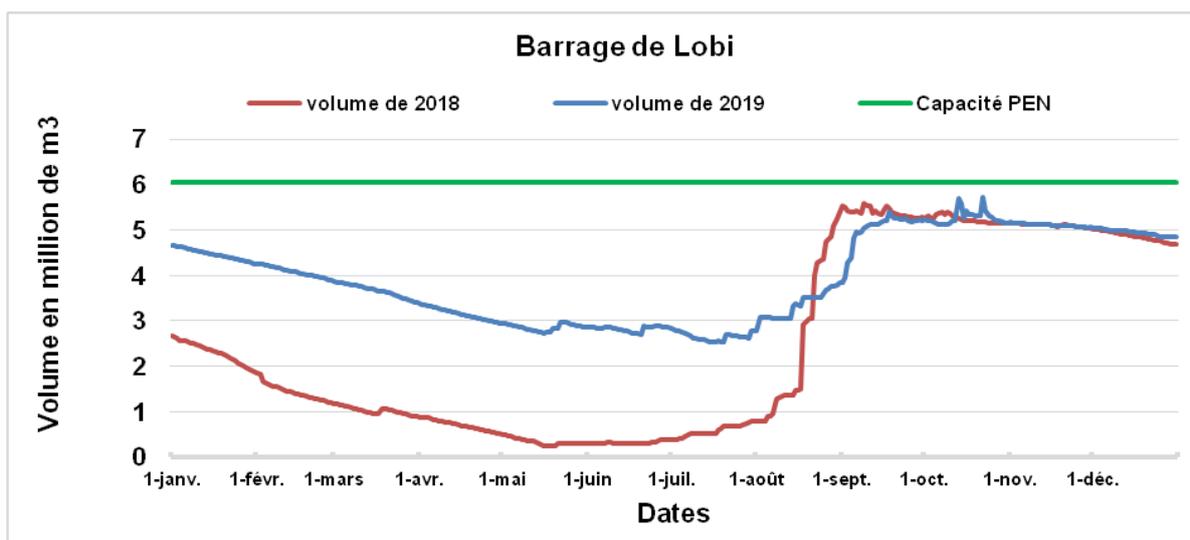


Figure 1-14: Situation de remplissage du barrage de la Bodiadougou en 2018 et 2019.

Tableau 1-7: Volumes caractéristiques stockés du barrage de Bodiadougou en 2018 et 2019.

	2018			2019			Δv 2019- 2018 (Mm ³)
	Volumes (Mm ³)	Date	Coefficients de remplissage en %	Volumes (Mm ³)	Date	Coefficients de remplissage (%)	
Situation au 1 ^{er} janvier	2,669	01/01/2018	44	4,666	01/01/2019	77	1,997
Remplissage maximal	5,589	09/09/2018	92	5,715	22/10/2019	94	0,126
Remplissage minimal	0,249	du 17 au 20 mai 2018	4	2,531	20/07/2019	42	2,282
Situation au 31 décembre	4,677	31/12/2018	77	4,836	31/12/2019	80	0,159
Nombres de jours de déversement	0			0			

De 2010 à 2019, les volumes maximaux enregistrés au barrage de Lobi présentent une tendance légèrement à la baisse (Figure 1-15). Les volumes minimaux quant à eux sont à la hausse pour la même période (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Le graphique ci-après (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) est une chronique des niveaux des plus basses eaux du barrage de Lobi sur les dix dernières années. Ces niveaux ont varié entre 37 mille m³ en 2017 et 2,531 millions de m³ en 2019.

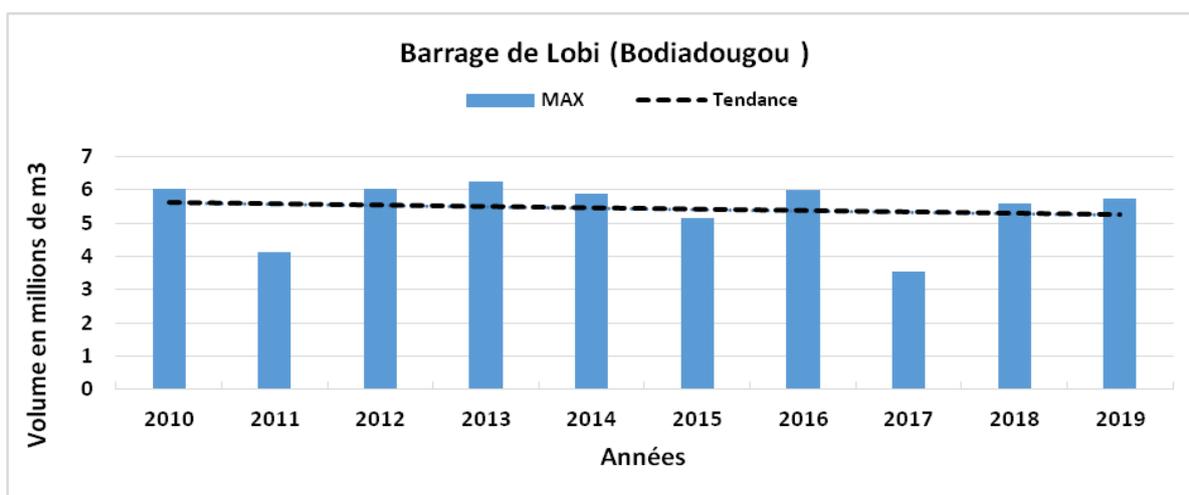


Figure 1-15 : Volumes maximaux au barrage de Bodiadougou de 2010 à 2019.

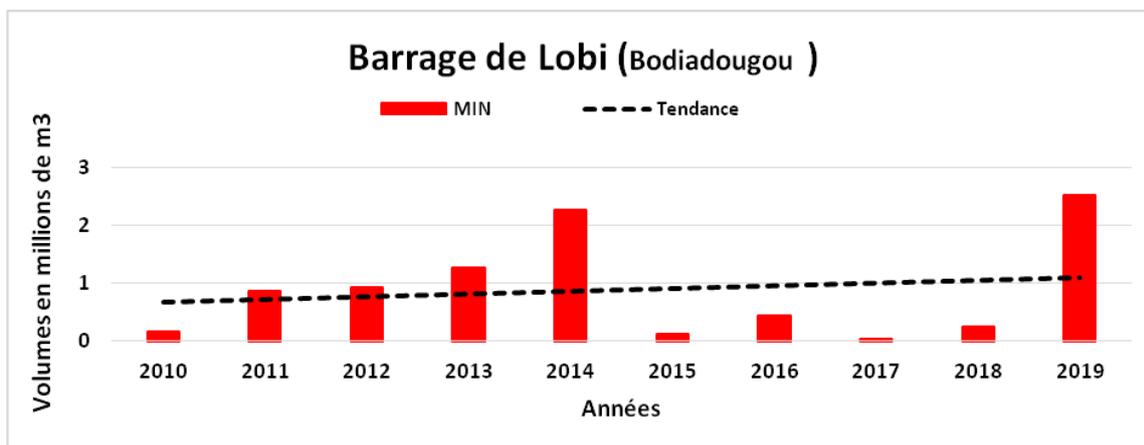


Figure 1-16: Volumes minimaux du barrage de Bodiadougou de 2010 à 2019.

IV.1.4.2. Le barrage de Moussodougou

- a) Historique

Le barrage de Moussodougou a été réalisé en 1991 avec une capacité nominale de 37,793 millions de m³. La cote au plan d'eau normale est calée à l'altitude 454 m soit 2200 cm à l'échelle et le zéro de l'échelle à 432 m. L'eau est utilisée essentiellement pour (i) l'irrigation des périmètres de la SOSUCO et du périmètre rizicole de Karfiguéla, (ii) l'alimentation de la ville de Banfora en eau potable, (iii) le maraîchage et la satisfaction du débit environnemental. Les observations datent de 1991.

- b) Analyse du remplissage

Le 01 janvier 2019, le volume qui était de 31,126 millions de m³ a diminué jusqu'à un minimum de 8,814 millions de m³ le 1er juillet (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les premiers apports ont été enregistrés le 2 juillet en 2019 et le 23 juin en 2018. Le barrage a déversé pendant 55 jours en 2019 contre 71 jours de déversement en 2018.

Au 31 décembre 2019 le volume était de 31,783 millions de m³, soit 84,1 % de sa capacité au PEN contre 31,227 millions de m³, soit 82,6 % en 2018. La situation au 31 décembre 2019 est légèrement excédentaire par rapport à celle de 2018 à la même date (Tableau 1-8).

Pour les volumes maximaux, le coefficient de remplissage de 2019 est de 105,8 % contre 106,9 % en 2018.

La situation de 2019 est déficitaire de 403 mille m³ par rapport à celle de 2018.

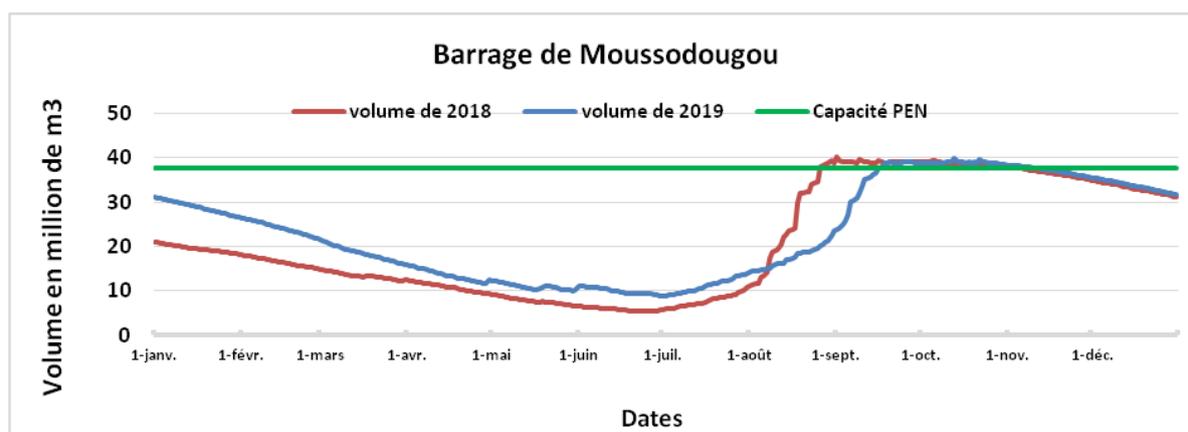


Figure 1-17: Situation de remplissage du barrage de Moussodougou en 2018 et 2019

Tableau 1-8 Volumes caractéristiques stockés du barrage de Moussodougou en 2018 et 2019.

	2018			2019			Δv 2019- 2018 (Mm ³)
	Volumes (Mm ³)	Date	Coefficients de remplissage en %	Volumes (Mm ³)	Date	Coefficients de remplissage (%)	
Situation au 1^{er} janvier	20,968	01/01/2018	55,5	31,126	01/01/2019	82,4	10,158
Remplissage maximal	40,398	01/09/2018	106,9	39,995	13/10/2019	105,8	-0,403
Remplissage minimal	5,389	23/06/2018	14,3	8,814	01/07/2019	23,3	3,425
Situation au 31 décembre	31,227	31/12/2018	82,6	31,783	31/12/2019	84,1	0,556
Nombres de jours de déversement	71			55			

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente une chronique des volumes maximaux de 2010 à 2019. La tendance des volumes maximaux sur les 10 dernières années est à la hausse.

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** est une chronique des volumes minimaux du barrage de Moussodougou sur les dix dernières années. Ces volumes ont varié entre 3,715 Millions de m³ en 2012 et 8,829 millions de m³ en 2016. La tendance des volumes minimaux est légèrement à la hausse.

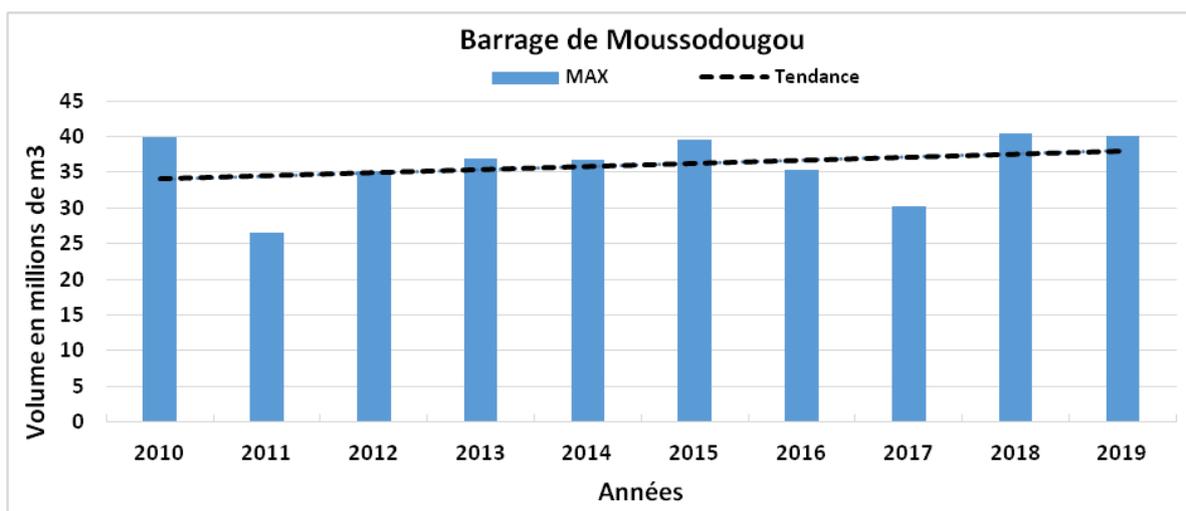


Figure 1-18: Volumes maximaux au barrage de Moussodougou de 2010 à 2019.

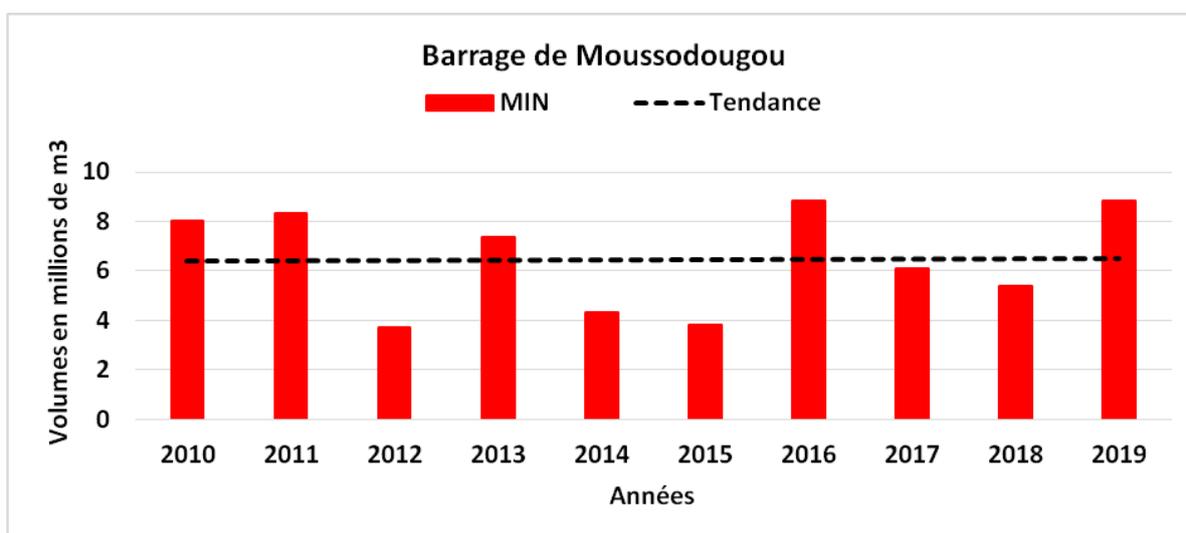


Figure 1-19: Volumes minimaux au barrage de Moussodougou de 2010 à 2019.

IV.1.4.3. Le barrage de Toussiana

- a) Historique

D'un bassin versant de 130 km², le barrage de Toussiana a été réalisé par la SOSUCO sur le Yannon en 1982 pour l'irrigation du périmètre de la canne à sucre. Il a une capacité de 6,10 millions de m³. Le suivi date de 1982 et depuis les niveaux d'eau sont relevés par un observateur (gardien du barrage) au moins une fois par jour.

- b) Analyse du remplissage

Le volume au 1^{er} janvier 2019 était de 5,94 millions de m³.

Le volume minimal enregistré dans ce barrage n'est pas connu puisqu'en dessous de 200 mille m³ (réserve morte) il n'y a plus de lecture d'échelle. En effet, à partir de ce volume, l'eau n'atteint plus le premier élément limnimétrique mais on l'estime à 200 mille m³ qui est également le volume minimal à partir duquel l'irrigation des périmètres irrigués de la canne à sucre par ce barrage est suspendue.

Le barrage a déversé pendant 103 jours en 2019 contre 85 jours de déversement en 2018 (Figure 1-20, Tableau 1-9).

Au 31 décembre 2019 le volume était de 6,03 millions de m³, soit 98,8 % de sa capacité au PEN contre 5,99 millions de m³, soit 98,1 % en 2018. La situation au 31 décembre 2019 est jugée excédentaire par rapport à celle de 2018 à la même date (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Pour les volumes maximaux, le coefficient de remplissage de 2019 est de 100,9 % contre 101,1 % en 2018.

La situation de 2019 est quasi identique à celle de 2018.

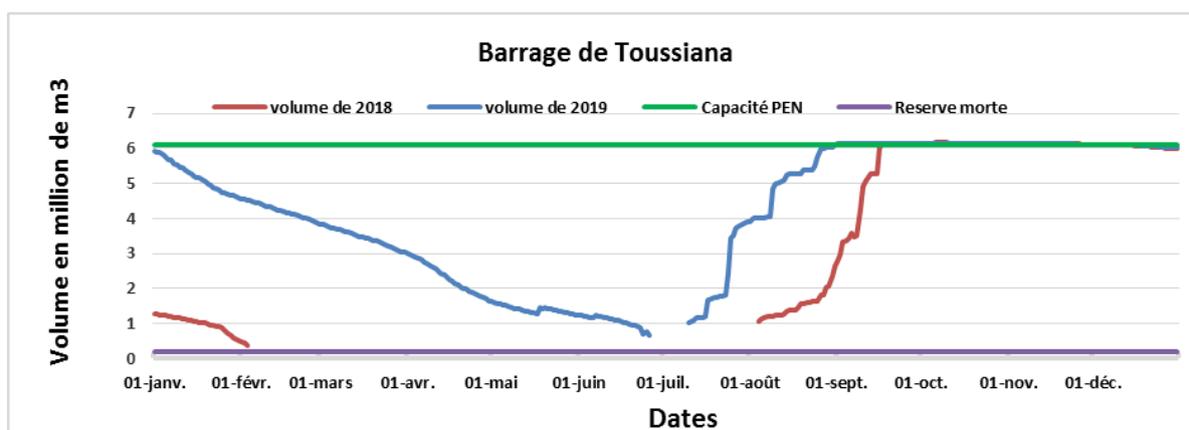


Figure 1-20 : Situation de remplissage du barrage de Toussiana en 2018 et 2019

Tableau 1-9 Volumes caractéristiques stockés du barrage de Toussiana en 2018 et 2019.

	2018			2019			Δv 2018- 2019 (Mm ³)
	Volumes (Mm ³)	Date	Coefficients de remplissage en %	Volumes (Mm ³)	Date	Coefficients de remplissage (%)	
Situation au 1^{er} janvier	1,29	01/01/2018	21,2	5,94	01/01/2019	97,3	4,64
Remplissage maximal	6,17	09/10/2018	101,1	6,16	11/10/2019	100,9	-0,01
Remplissage minimal	-	-	-	-	-	-	-
Situation au 31 décembre	5,99	31/12/2018	98,1	6,03	31/12/2019	98,8	0,04
Nombres de jours de déversement	85			103			

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente la chronique des volumes maximaux de 2010 à 2019. La tendance des volumes maximaux sur les 10 dernières années est à la hausse.

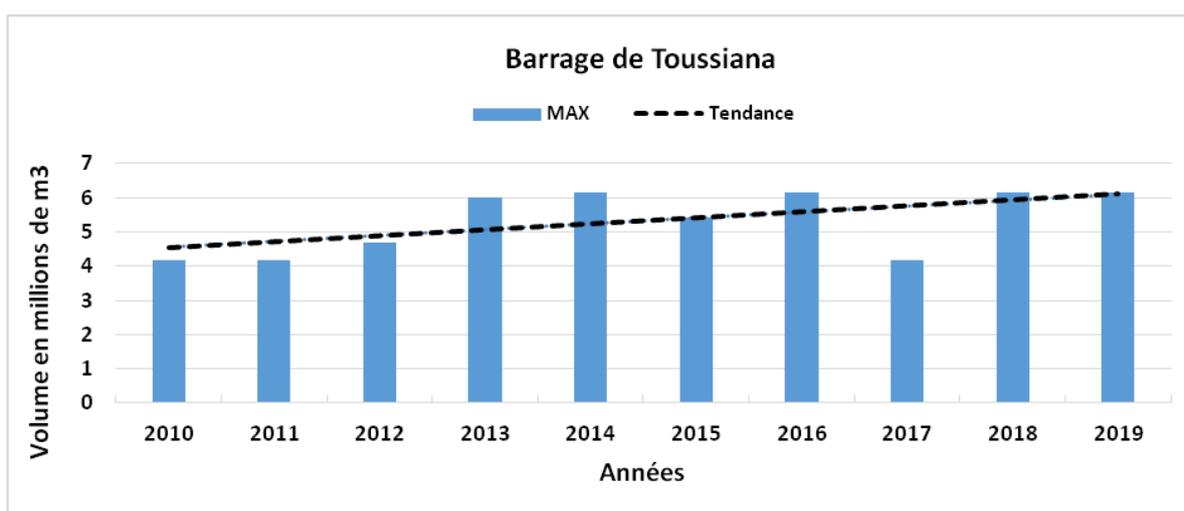


Figure 1-21: Volumes maximaux du barrage de Toussiana de 2010 à 2019.

IV.1.4.4. Le barrage de Douna

- a) Historique

D'un bassin versant de 819 km², le barrage de Douna a été réalisé en 1987 sur la Léraba Orientale, dans le but d'irriguer 1500 ha toutes cultures confondues. Il a une capacité de 50 millions de m³. La première exploitation a été faite par l'ONBAH à travers le projet FED (Fonds Européen de Développement) Douna qui a pris fin en décembre 1993. Les relevés de niveau d'eau datent de 1989 mais ont été interrompus de décembre 1993 à juillet 1995, date à laquelle la DRH/HB a procédé au recrutement d'un observateur d'échelle.

Dans le cadre du programme Millenium Chalenge Account Burkina Faso (MCA-BF), un enregistreur numérique composé d'un capteur à pression OTT CBS et d'un enregistreur DuoSens a été installé en avril 2013.

- b) Analyse du remplissage

Le 1^{er} janvier 2019, le volume qui était de 30,244 millions de m³ a diminué jusqu'à un minimum de 15,56 millions de m³ le 17 mai. Les premiers apports ont été enregistrés le 18 mai en 2019. En 2018 et 2019, le barrage n'a pas connu de déversement (Figure 1-20).

Au 31 décembre 2019, le volume était de 30,196 millions de m³, soit 60,4 % de sa capacité au PEN contre 30,772 millions de m³, soit 61,5 % en 2018. La situation au 31 décembre 2019 est jugée déficitaire par rapport à celle de 2018 à la même date.

Pour les volumes maximaux, le coefficient de remplissage de 2019 est de 85,8 % contre 86,0 % en 2018.

La situation de 2019 est quasi identique à celle de 2018.

Les volumes maximaux et minimaux de la période de 2010 à 2016 présentent des lacunes, ce qui n'a pas permis d'élaborer les graphiques y afférents.

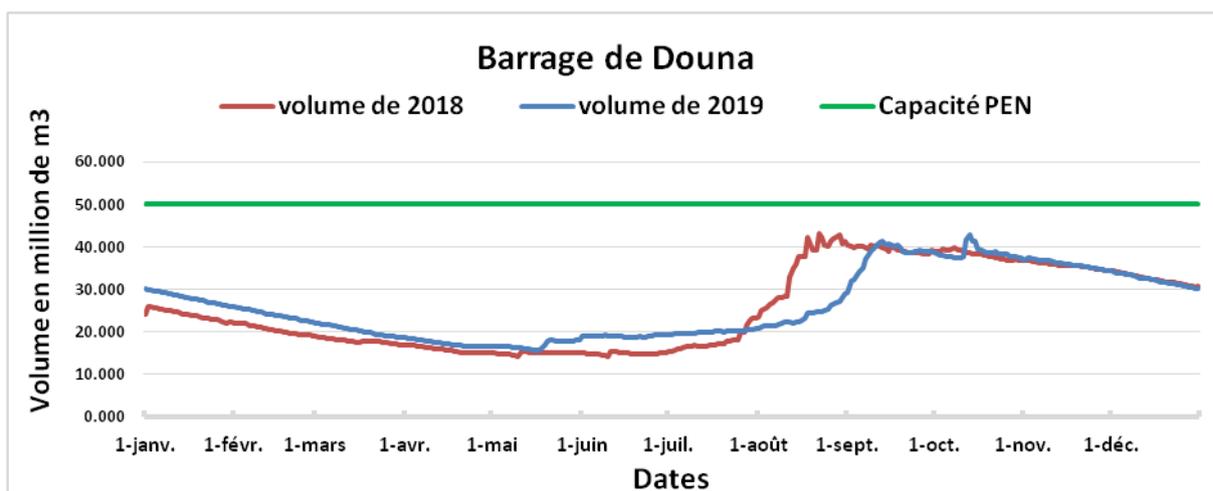


Figure 1-22 : Situation de remplissage du barrage de Douna en 2018 et 2019.

Tableau 1-10: Volumes caractéristiques stockés du barrage de Douna en 2018 et 2019.

	2018			2019			Δv 2019- 2018 (Mm ³)
	Volumes (Mm ³)	Date	Coefficients de remplissage en %	Volumes (Mm ³)	Date	Coefficients de remplissage (%)	
Situation au 1^{er} janvier	24,196	01/01/2018	48,4	30,244	01/01/2019	60,5	6,048
Remplissage maximal	43,01	22/08/2018	86,0	42,90	13/10/2019	85,8	-0,113
Remplissage minimal	14,32	10/05/2018	28,7	15,56	17/05/2019	31,1	1,234
Situation au 31 décembre	30,772	31/12/2018	61,5	30,196	31/12/2019	60,4	-0,576
Nombres de jours de déversement	0			0			

IV.2 Bassin du Mouhoun

IV.2.1 Pluviométrie

Le gradient pluviométrique nord-sud divise le bassin du Mouhoun en trois (03) zones climatiques :

- le climat soudanien avec une pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 900 mm et une saison de pluies de 6 à 7 mois. Il couvre le groupement des sous-bassins du Mouhoun supérieur et du Mouhoun inférieur.
- le climat soudano sahélien avec une pluviométrie comprise entre 600 et 900 mm et une saison de pluies de 4 à 5 mois. Il concerne la zone du Mouhoun moyen.
- le climat sahélien avec une pluviométrie inférieure à 600 mm et une saison de pluies de 3 à 4 mois dans la partie nord du bassin du Sourou.

Les températures moyennes annuelles sont croissantes du sud au nord du bassin (27,2 °C à Bobo-Dioulasso ; 28,7 °C à Dédougou) et restent inférieures à 30 °C.

Pour l'analyse de la pluviométrie sur le bassin, quatre stations météorologiques synoptiques localisées sur le bassin ont été considérées : Bobo-Dioulasso, Dédougou, Boromo et Gaoua.

L'évolution des pluies annuelles est marquée par une baisse depuis les années 1955 (Figure 1-23). Sur la période 1955-2019 les cumuls pluviométriques ont varié entre 693,7 mm en 1983 et 1275,1 mm en 1955. La moyenne interannuelle de la période 1955-2019 est de 965,0 mm. On note une légère tendance à la baisse marquée par une période plus humide entre 1955 et 1971, ainsi qu'une légère recrudescence des pluies depuis 2006.

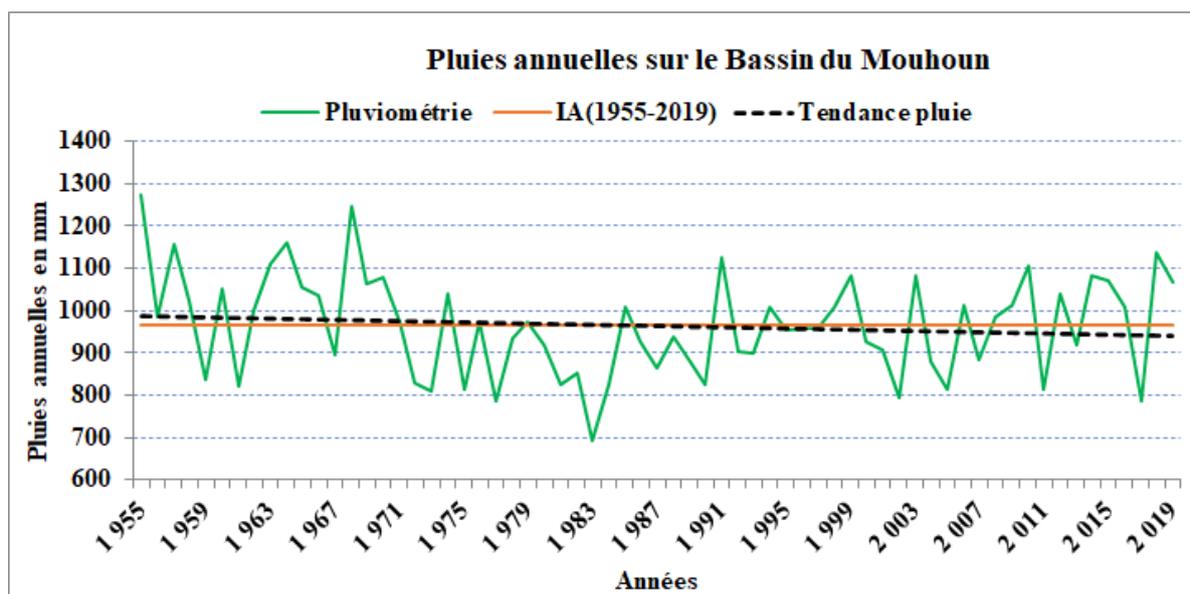


Figure 1-23: Evolution des cumuls pluviométriques annuels du bassin du Mouhoun

Les indices des pluies annuelles standardisées (Figure 1-24) font apparaître quatre (04) périodes bien distinctes :

- une période humide de 1955 à 1971 ;
- une persistance de la sécheresse de 1972 à 1990 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches à dominance humide de 1991 à 2008 ;
- une période humide de 2009 à 2019, marquant une recrudescence des pluies.

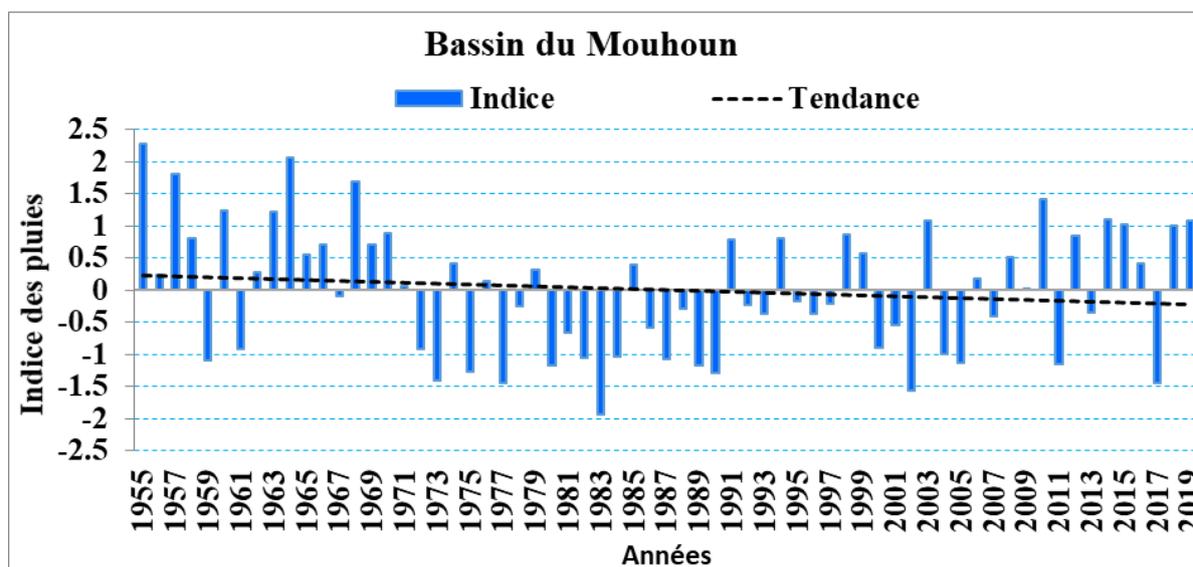


Figure 1-24: Indices des pluies annuelles standardisées sur le bassin du Mouhoun

IV.2.2 Présentation du réseau hydrométrique du Bassin

Le suivi hydrométrique est réalisé à partir d'un réseau de 30 stations dont 26 à débit et 04 à volume.

Pour les besoins de la présente publication, quatre (4) stations ont été retenues (Figure 1-25) :

- trois (3) stations à débit : Samendeni, Boromo et Dapola ;
- une (1) station à volume : Yaran.

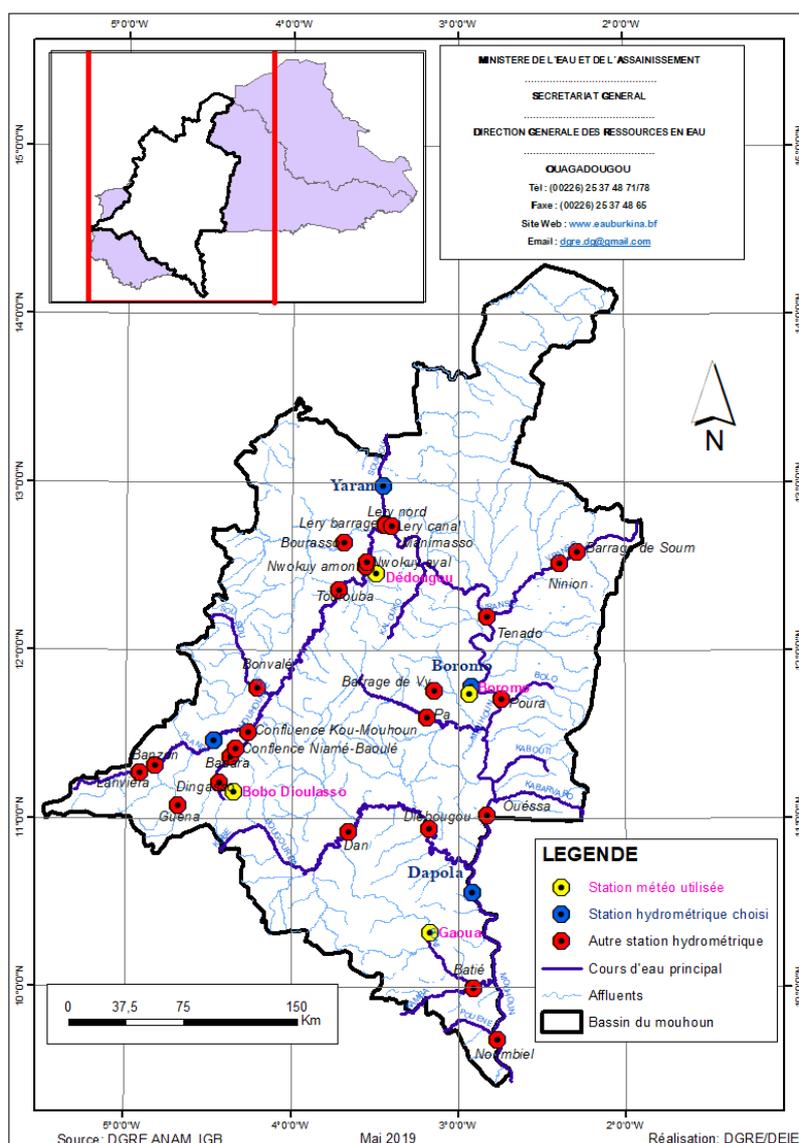


Figure 1-25: Carte du réseau hydrométrique du bassin versant du Mouhoun

IV.2.3. Situation des écoulements dans le bassin du Mouhoun

IV.2.3.1. Le Mouhoun à Samendeni

a) Caractéristiques

Code IRD	1202700232	
Coordonnées géographiques	Latitude 11° 27'48.427''N	Longitude 04° 27'42.85'' W
Repère	Chaussée du Pont côté Bobo-Dioulasso	
Superficie du Bassin versant	4580 km ²	
Date d'installation	24 Mars 1955	
Zéro de l'échelle	9,644 m sous le repère (07/03/85)	

	Altitude : 287,00 m environ
Equipement	Limnimètres de 9 éléments, un élément négatif installé en 1981, E 0-1 et E 1 à 6 sur pilier rive gauche, E 6 à 8 sur culée rive gauche, 26 juin 2015 : Plate-forme de rassemblement des données PCD SUTRON à télétransmission satellitaire METEOSAT

b) Historique

En 1955, la station hydrométrique était constituée d'une batterie d'échelles limnimétriques de 08 éléments installés en rive droite. Le 19 Avril 1969, un limnigraphe a été mis en fonctionnement. Le 18 avril 1970, le premier et le dernier élément ont été déplacés en rive gauche et calés au même zéro. Les débits d'étiages sont influencés par les prélèvements en amont pour l'irrigation du périmètre rizicole de Banzon. Les 20 et 21 mai 1987, la station a été équipée d'une plate-forme de rassemblement des données (PRD) à télétransmission satellitaire. Ce dispositif a été installé à la place du limnigraphe OTT X et comprend un limnigraphe à flotteur de réduction 1/20 avec une balise ARGOS permettant la transmission par satellite des données recueillies, l'énergie étant fournie par un panneau solaire. Depuis 1994, ce système de télétransmission satellitaire n'est plus fonctionnel.

Du 22/06 au 26/06/2015 une PCD (Plateforme de Collecte de Données) SUTRON a été installée avec l'appui de l'Autorité du Bassin de la Volta (ABV). Cette PCD est un enregistreur automatique à télétransmission satellitaire METEOSAT.

c) Jaugeages et étalonnage

De 1969 à 1981, on compte 83 jaugeages qui ont permis de tracer trois courbes d'étalonnage successives. La dernière, applicable à partir d'octobre 1974, rectifie la courbe dans les basses eaux inférieures à 1,30 m et au-dessus de 5,90 m (100 m³/s) où commencent les débordements avec des débits de crue mal connus. En 1983, sept jaugeages ont été effectués et la courbe est révisée le 31 janvier ; elle est utilisée pour traduire les débits de 1980 à 1982. A la suite des étiages sévères de 1983 et 1984 une nouvelle révision a été nécessaire pour prendre en compte les écoulements en dessous du zéro de l'échelle hydrométrique. Elle est utilisée pour traiter les données des années 1983 à 1986.

Une révision des étalonnages des stations du Mouhoun intervenue entre novembre et décembre 1995 a conduit à l'établissement d'une seule courbe de tarage valable du 01/01/1955 jusqu'à nouvel ordre et définie entre -35 cm et 650 cm.

De 1995 à 2019, le Service Hydrologique National (SHN) a effectué plus de 50 jaugeages entre les cotes -32 cm et 543 cm.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements sont permanents à la station de Samendeni (Figure 1-26). En 2019, les apports ont connu une hausse à partir du 12 juillet. Par la suite on a enregistré une crue et le maximum journalier atteint est de 78,1 m³/s le 20 août tandis que celle de 2018 était de 126 m³/s à la date du 14 Septembre.

A partir de cette date on a observé une décrue qui va jusqu'à un minimum journalier de 1,30 m³/s à partir du 08 Décembre.

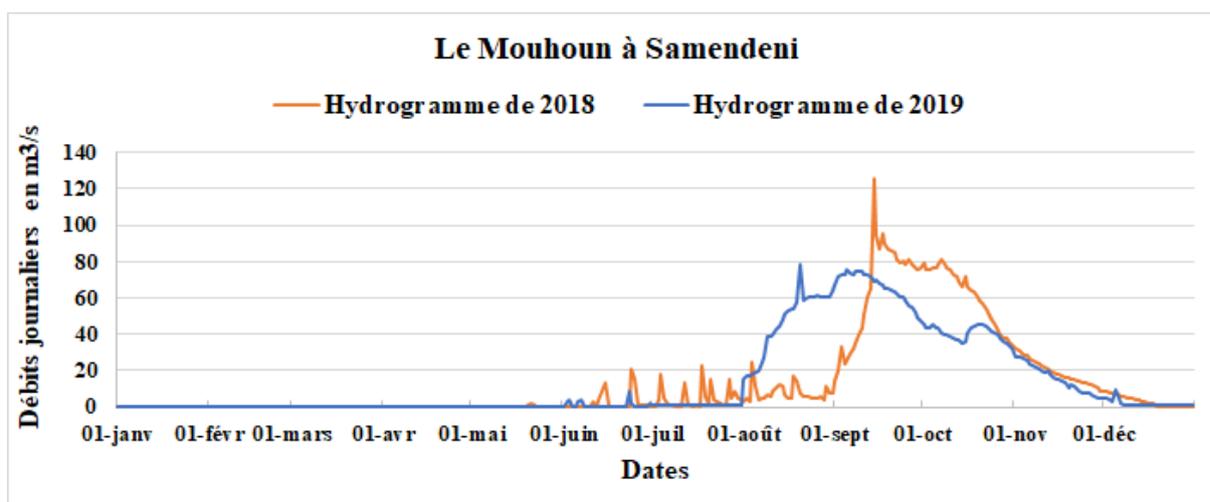


Figure 1-26: Hydrogrammes du Mouhoun à Samendeni 2018 et 2019

La lame d'eau écoulee en 2019 est de 99,2 mm pour un coefficient d'écoulement (Ke) de 7,4 % calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1335,1 mm sur le bassin versant de la station. La lame d'eau écoulee en 2018 est de 94,3 mm avec une pluviométrie annuelle de 1315,6 mm. Le coefficient d'écoulement calculé n'a pas de signification hydrologique compte tenu de la présence du barrage de Samendeni en amont et figure à titre indicatif.

Les coefficients d'écoulement de 2018 et de la moyenne interannuelle (MIA) 1955-2019

sont respectivement de 7,2 % et 9,7 %.

L'évolution des pluies annuelles et le module interannuel à la station de Samendeni sont représentés sur la Figure 1-27.

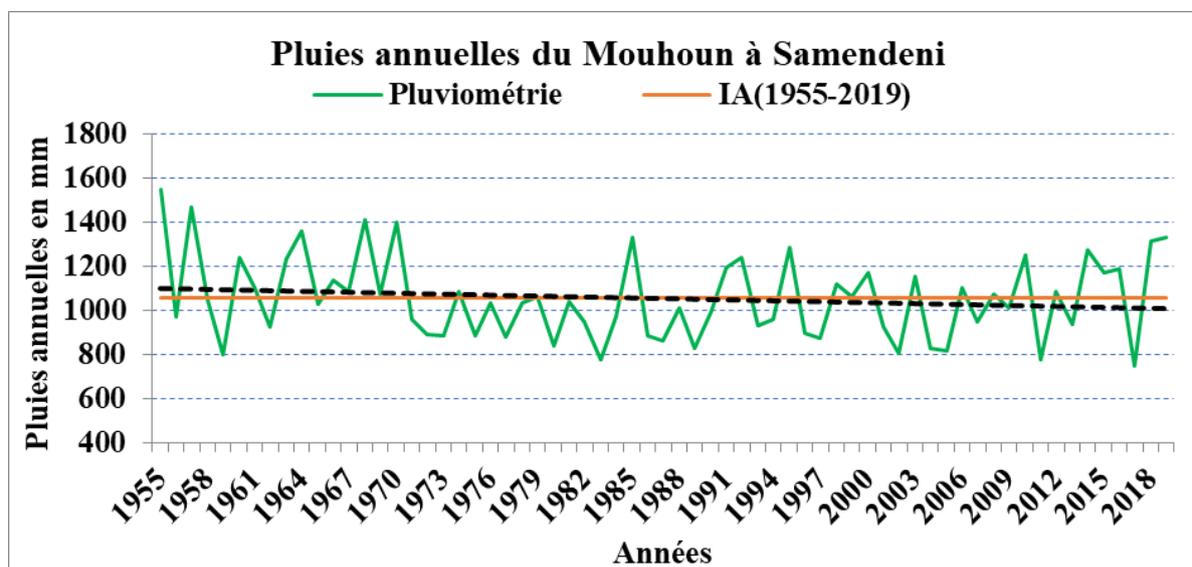


Figure 1-27: Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Mouhoun à Samendeni de 1955 à 2019

Le module de 2019 est de 14,4 m³/s correspondant à un volume écoulé de 454,12 millions de m³ (Tableau 1-11). Il est supérieur à celui de 2018 qui est de 13,7 m³/s (432,04 millions de m³) mais légèrement inférieur à la moyenne inter annuelle 1955-2019 qui est de 14,8 m³/s (466,73 millions de m³).

Tableau 1-11: Ecoulements à la station de Samendeni

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivi	Débits (m ³ /s)			Volumes écoulés (Mm ³)		
			2018	2019	IA (1955-2019)	2018	2019	IA (1955-2019)
Samendeni	4580	65	13,7	14,4	14,8	432,04	454,12	466,73

Pour les écoulements observés à la station hydrométrique, les modules annuel et interannuel sont représentés sur la Figure 1-28.

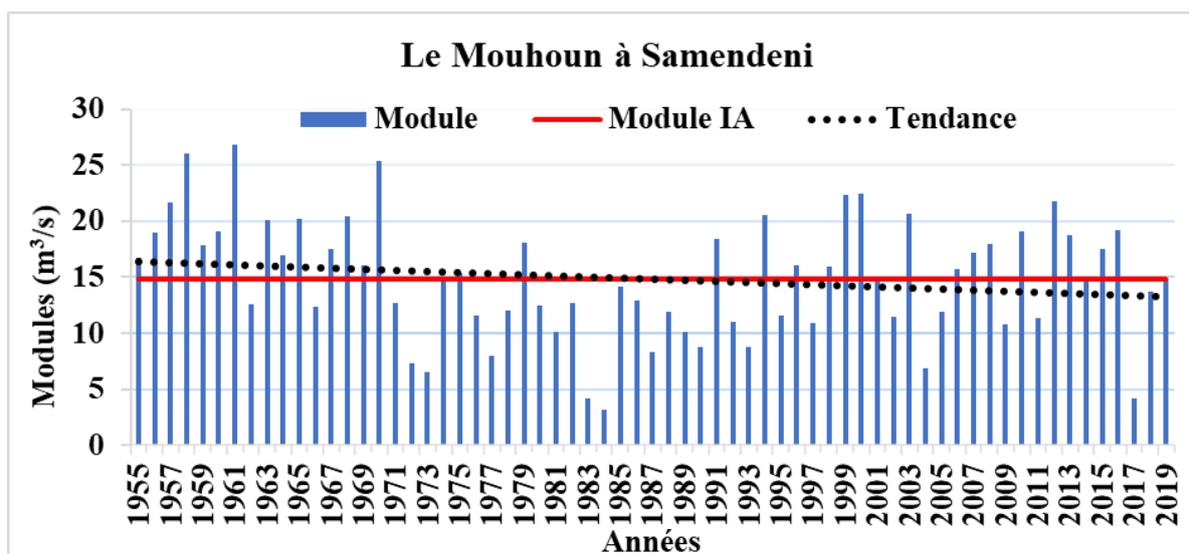


Figure 1-28: Evolution des modules du Mouhoun à Samendeni de 1955 à 2019

De 1955 à 2019, les modules ont varié entre 3,2 m³/s en 1984 et 26,8 m³/s en 1961. On observe sur la même période une légère tendance à la baisse des modules. La même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels.

Les indices des modules standardisés (Figure 1-29) font apparaître cinq (05) périodes bien distinctes :

- une période humide de 1955 à 1970 ;
- une persistance de la sécheresse de 1971 à 1993 ;
- une alternance d'années humides et sèches à dominance humide de 1994 à 2005 ;
- une période humide de 2006 à 2016 ;
- une période sèche de 2017 à 2019 due à l'impact du barrage situé en amont immédiat et mis en eau le 07 juillet 2017.

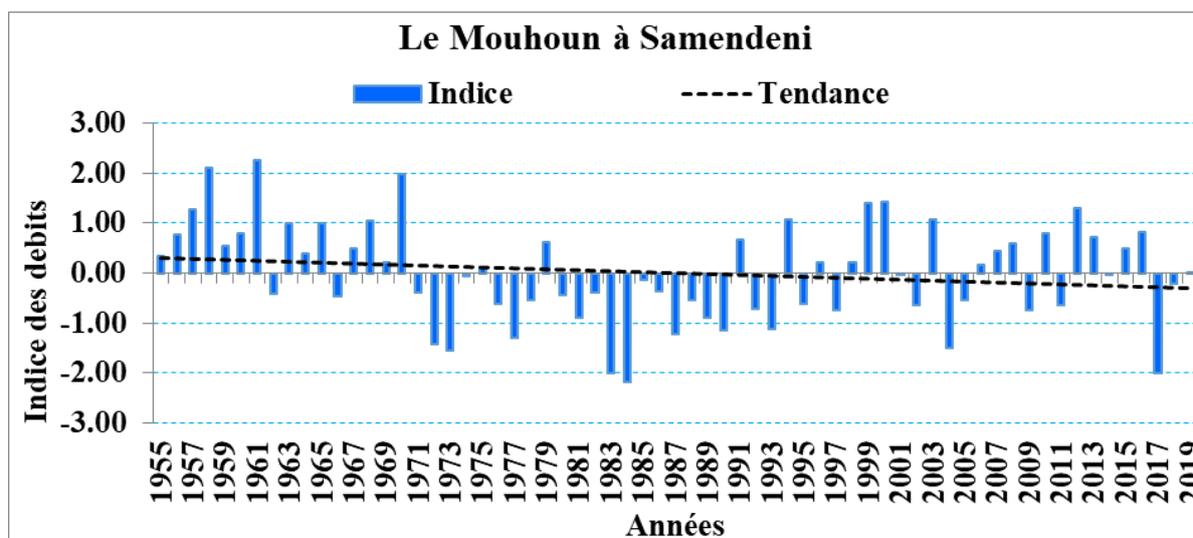


Figure 1-29: Indice des modules standardisés du Mouhoun à Samendeni

IV.2.3.2. Le Mouhoun à Boromo

a) Caractéristiques

Code IRD (ORSTOM)	1202700208
Coordonnées géographiques	Latitude 11°46'50,1"N – Longitude 02°34'48,0"W
Bassin versant	58 000 km ²
Date d'installation	28 mars 1955
Equipements	- Limnimètre composé de E 0-1 sur IPN, E 1 à 4 et E 4 à 9 sur les piliers du pont installé en 1955. -limnigraphe a été installé en mai 1976 sur une gaine PVC de 14 mètres de hauteur -Enregistreur numérique Thalimède (11 avril 2013) couplé au Limnigraphe à tambour horizontal, rotation mensuelle, réduction 1/10
Repère	IGN : rivet à l'altitude 251,459 m sur la culée rive droite du pont.
Zéro de l'échelle	13,48 m sous le repère. Altitude : 237,98 m

b) Historique

La première batterie d'échelles (1-9 m) installée en 1955 au pont de la route Ouagadougou-

Bobo Dioulasso sur le Mouhoun n'a pratiquement pas été modifiée depuis cette installation. Elle a été complétée en 1973 par un élément de basses eaux E 0-1. Un limnigraphe a été installé en mai 1976 sur une gaine PVC de 14 mètres de hauteur. En 1982, toute la batterie a été remontée de 3,00 cm après un nivellement de contrôle. Le fond du puits du limnigraphe a été abaissé et relié au lit mineur d'étiage par une conduite PVC.

Jusqu'en 1976, les débits d'étiage étaient influencés par les prélèvements des hauts bassins (Banzon, Vallée du Kou). De 1976 à juillet 1984, l'écoulement en étiage est influencé par les lâchers aux vannes de Léry. A partir du 28 juillet 1984 (mise en eau du canal du Mouhoun-Sourou), les débits sont influencés en permanence par le jeu de réserve dans le Sourou.

Le 11 avril 2013, un module angulaire OTT THALIMEDES a été installé et couplé avec le limnigraphe OTTX dans le cadre du programme Millenium Chalenge Account Burkina Faso (MCA-BF). La construction du nouveau pont en 2017 a perturbé les lectures (lacunes) au niveau de la station hydrométrique.

c) Jaugeages et étalonnages

De 1955 à 1981 on compte 90 jaugeages qui présentent peu de dispersion. La première courbe d'étalonnage a été utilisée de 1955 à 1980.

Le plus fort débit jaugé est de 151 m³/s pour une hauteur à l'échelle de 6,62 m le 25 septembre 1956. Les plus hautes eaux observées ont été enregistrées les 14 et 15 septembre 1962 à 7,94 m.

A partir de 1980, une tendance vers un léger déplacement de la courbe s'est manifestée et s'est confirmée en 1981. Une nouvelle courbe a été adoptée à partir de 1981. Elle donne des débits de 20 % inférieurs à la précédente. Onze (11) jaugeages ont permis de maintenir cette courbe en 1983.

A la suite de l'étiage 1984-1985, un nouveau barème (N° 3) a été établi ; c'est le barème N° 1 (1985) modifié pour H < 120 cm. Elle est valable à compter du 01 juillet 1984.

Douze (12) jaugeages ont été réalisés en 1985 et dix (10) en 1986.

De 1985 à 2019, 70 jaugeages ont été effectués. Le plus fort débit jaugé est de 328 m³/s pour une hauteur à l'échelle de 899 cm le 24/ 08/1999.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements sont permanents à la station de Boromo (Figure 1-30). La période d'étiage s'étale du 1^{er} janvier au 11 mai 2019 avec un débit moyen de 17,1 m³/s.

En 2019, on situe le début des apports à partir du 12 mai. Les écoulements ont suivi une hausse continue pour atteindre un maximum journalier de 194 m³/s le 04 Septembre. A partir de cette date, on a observé une décrue dont le minimum journalier de 17,2 m³/s est atteint le 31 décembre.

Le maximum journalier de 2019 est inférieur à celui de 2018 (241 m³/s) de 49 m³/s.

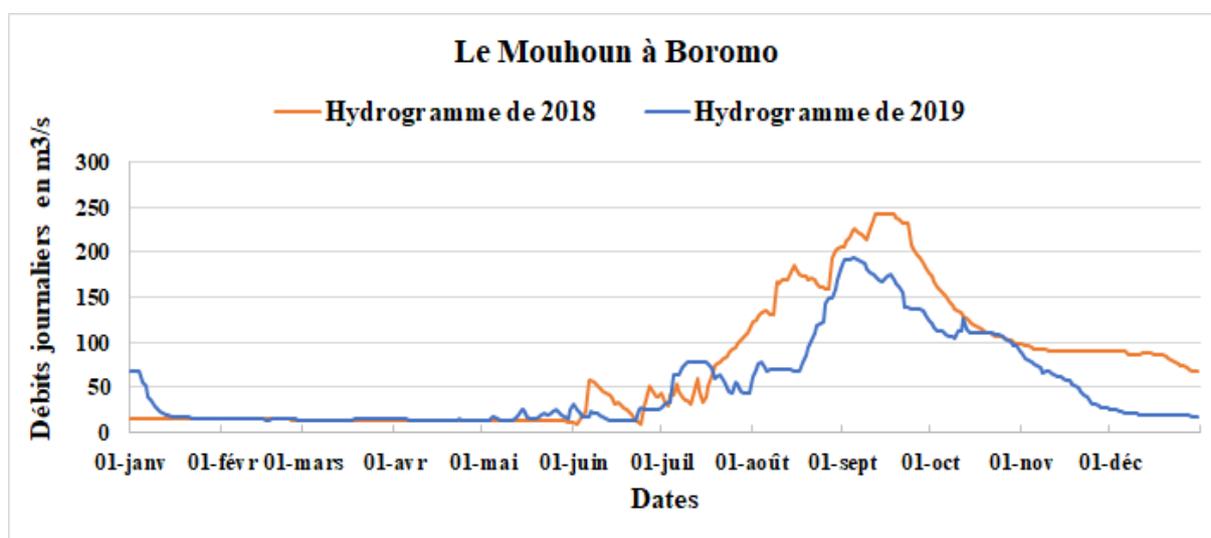


Figure 1-30: Hydrogrammes 2018 et 2019 du Mouhoun à Boromo

La lame d'eau écoulee en 2019 est de 27,8 mm pour un coefficient d'écoulement (K_e) de 2,6 % calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1060,4 mm sur le bassin versant de la station tandis que la lame écoulee de 2018 est de 37,6 mm.

NB : Il faut noter qu'en 2018 la lame d'eau écoulee était de 58,9 mm. Cette valeur a été déterminée sans tenir compte de la superficie du bassin versant du Sourou.

Les coefficients d'écoulement de 2018 et de la moyenne interannuelle 1955-2019 sont respectivement de 3,6 % et 2,1 %.

L'évolution des pluies annuelles et la pluie moyenne interannuelle à la station de Boromo sont représentées sur la Figure 1-31.

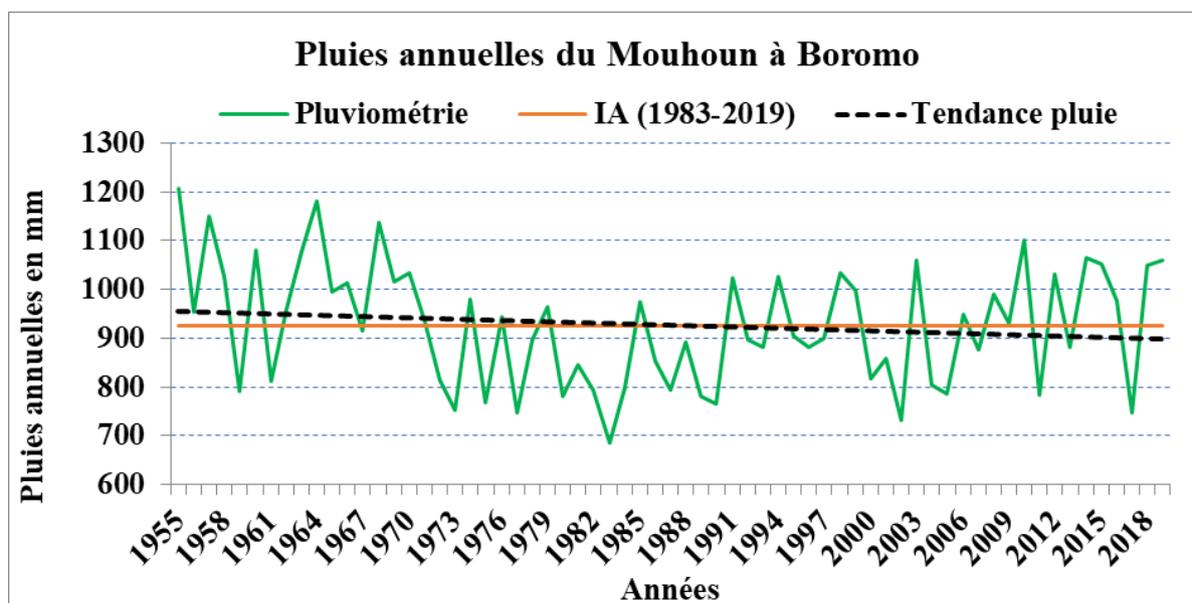


Figure 1-31: Evolution des pluies sur le bassin du Mouhoun à Boromo de 1955 à 2019

Le module de 2019 est de $51,2 \text{ m}^3/\text{s}$ et correspond à un volume écoulé de 1614,64 millions de m^3 . Ce module est inférieur à celui de 2018 qui est de $69,1 \text{ m}^3/\text{s}$ pour un volume écoulé de 2179,14 millions de m^3 . Il est supérieur à celui de la moyenne interannuelle 1955-2019 qui est de $35,6 \text{ m}^3/\text{s}$ pour un volume écoulé de 1122,68 millions de m^3 (Figure 1-32).

Tableau 1-12: Ecoulements à la station de Boromo

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivi	Débits (m ³ /s)			Volumes écoulés (Mm ³)		
			2018	2019	IA (1955-2019)	2018	2019	IA (1955-2019)
Boromo	58000	65	69,1	51,2	35,6	2179,14	1614,64	1122,68

Pour les écoulements observés à la station hydrométrique, l'évolution des modules, la tendance et le module interannuel sont représentés sur la Figure 1-32.

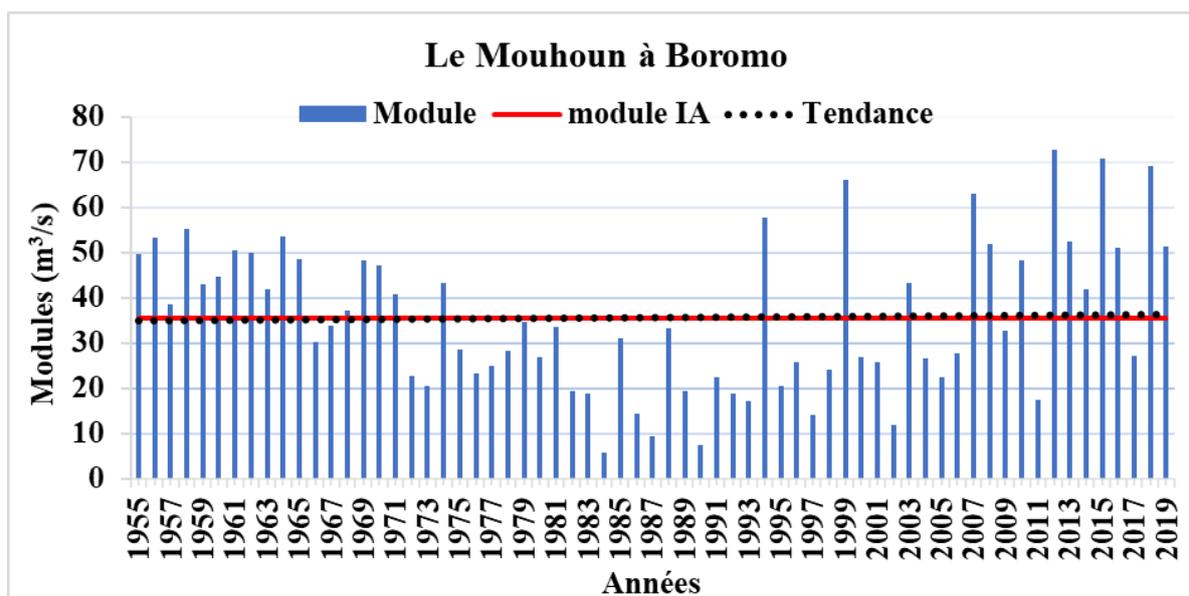


Figure 1-32: Evolution des modules du Mouhoun à Boromo de 1955 à 2019

De 1955 à 2019, les modules ont varié entre 5,71 m³/s en 1984 et 72,7 m³/s en 2012. On observe sur la même période une constance des modules tandis qu' au niveau des cumuls pluviométriques annuels, la tendance observée est légèrement à la baisse.

Les indices des modules standardisés (Figure 1-33) font apparaître 03 périodes bien distinctes :

- une période humide de 1955 à 1971 ;
- une persistance de la sécheresse sur la période de 1972 à 2006 nonobstant l'année 1999 la plus humide sur les deux périodes ;
- un retour à une période humide de 2007 à 2019 marquée par trois années sèches 2009, 2011 et 2017.

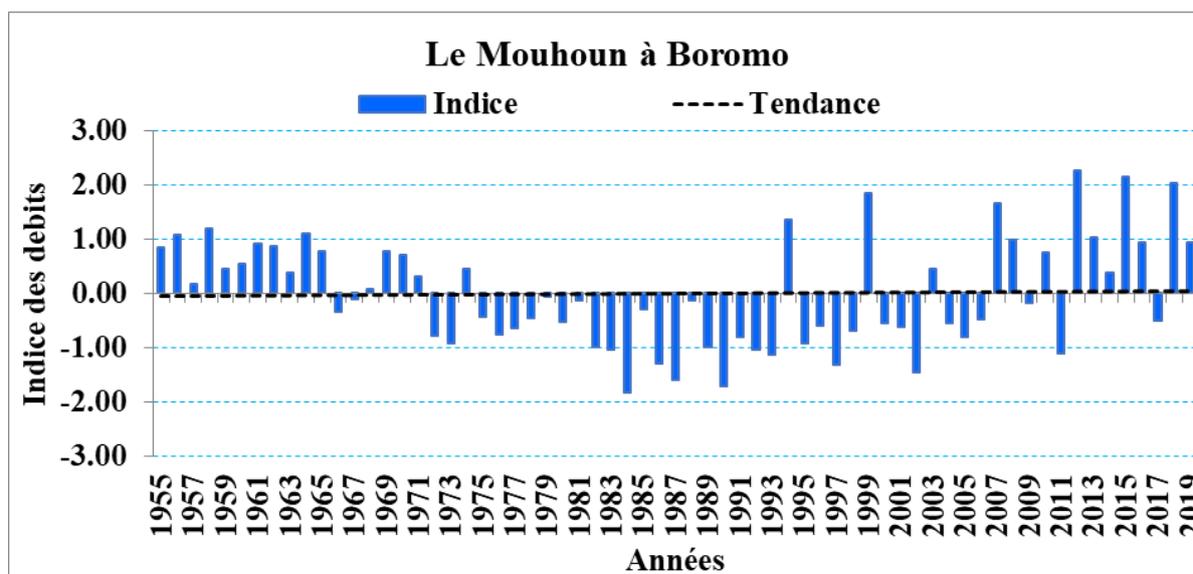


Figure 1-33: Indices des modules standardisés du Mouhoun à Boromo de 1955 à 2019

IV.2.3.3. Le Mouhoun à Dapola

a) Caractéristiques

Code IRD	120270 0211
Coordonnées géographiques	Latitude 10°33'39,1''N – Longitude 02°54'45,0" W
Bassin versant	70000 km ²
Date d'installation	1955
Equipements	Limnimètre composé de 11 éléments métriques sur 7 supports IPN de 0 à 11 m. Elément négatif installé le 16/02/1981. Nouvelle batterie de 0 à 4 m installé le 16/04/1985 sur la gaine du limnigraphe. Limnigraphe OTT X installé le 16/02/1985 a été noyé et n'a pas été réhabilité. Enregistreur numérique à pression CBS/DuoSens installé le 24/04/2013
Repère	Borne SH
Zéro de l'échelle	11,443 m sous le repère. Altitude : environ 228 m. Nouvelle borne SH (janvier 2013) avec Z ₀ =11,389 m

b) Historique

La station a été créée en juillet 1955 par le Service de l'Hydraulique et placée en rive droite du Mouhoun au bout de la piste TIANKOURA-NAKO-DAPOLA. Elle est voisine de la station Ghanéenne de LAWRA en rive gauche. Les débits moyens annuels à DAPOLA et LAWRA sont liés par la relation : $Q_{DAPOLA} = 1,05 Q_{LAWRA} + 3,5$ (Monographie du Fleuve Volta, ORSTOM 1977).

Un élément négatif a été installé le 16/02/1981.

En avril 1985, l'équipement a été complété par un limnigraphe installé au pied d'un arbre à 50 m environ de l'élément négatif, en rive droite. L'échelle étant ensablée régulièrement, un nouvel élément E 0-1 a été placé au pied de la gaine du limnigraphe et trois autres éléments (1 à 4 m) sur la gaine elle-même. Le zéro de l'élément E 0-1 a été calé sur le 600 de l'élément négatif E 5-6.

A partir du 28 juillet 1984, date de la mise en eau du canal Mouhoun-Sourou, les débits sont influencés par le jeu de réserve dans le Sourou.

Le limnigraphe placé sur une tour en avril 1986 a été noyé.

Un enregistreur numérique de capteur à pression OTT CBS avec enregistreur DuoSens a été installé le 24/04/2013 en rive droite à 100 m du passage à gué et à 50 m environ de la berge, non loin des échelles dans le cadre du programme Millenium Challenge Account Burkina Faso (MCA-BF).

Depuis 1955, les variations journalières des niveaux d'eau sont suivies par un observateur.

c) Jaugeages et étalonnage

De 1955 à 1976, 27 jaugeages ont été effectués. La section est stable et l'unique courbe d'étalonnage adoptée pour la période d'observation est assez bien définie.

Le débit maximum observé le 10 août 1963 à une cote voisine de 11 m est estimé à 1050 m³/s. Le plus grand débit jaugé est de 520 m³/s pour H= 7,045 m le 03 octobre 1956.

A partir de 1976, on observe un léger décalage de la courbe vers le bas ; il a fallu attendre plusieurs années avant de pouvoir déterminer cette nouvelle courbe qui prend effet en 1976.

Il y a eu 3 jaugeages en 1983, 7 en 1984, 5 en 1985 et 12 en 1986.

De 1987 à 2019, une trentaine de jaugeages ont été effectués. Le plus grand débit jaugé pour cette période est de 409 m³/s pour H= 7,34 m le 16 octobre 2001.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements sont permanents à la station de Dapola (Figure 1-34).

En 2019 on situe le début des apports à partir du 22 juin. Les écoulements ont suivi une hausse continue pour atteindre un maximum journalier de 806 m³/s le 19 septembre. A partir de cette date on a observé une décrue qui va jusqu'à un minimum journalier de 16,9 m³/s le 31 décembre.

Comparé au maximum journalier de l'année 2018 (838 m³/s), celui de 2019 est déficitaire de 32 m³/s.

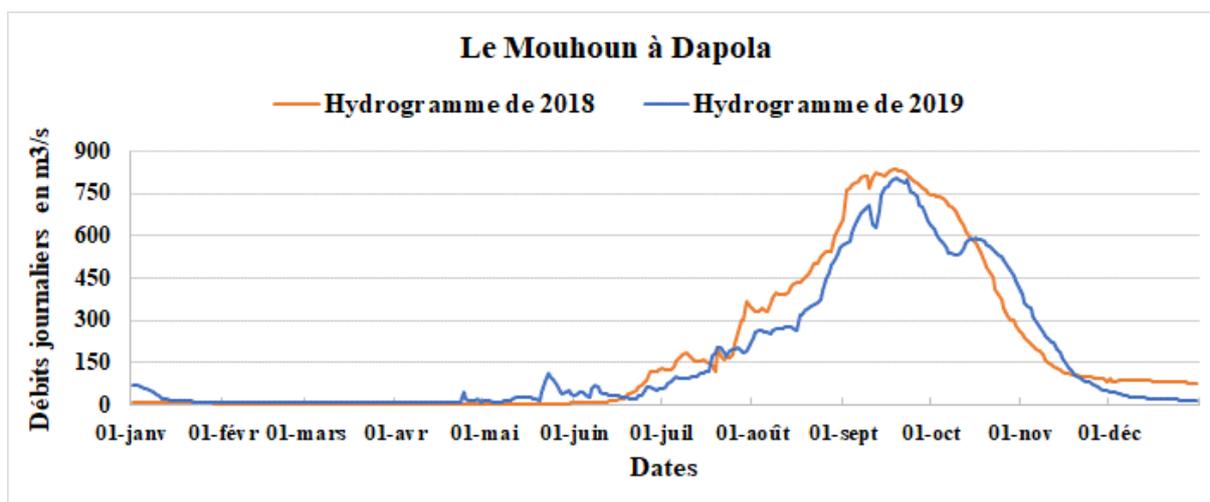


Figure 1-34: Hydrogrammes du Mouhoun à Dapola 2018 et 2019

La lame d'eau écoulee en 2019 est de 77,5 mm pour un coefficient d'écoulement (Ke) de 7,3 % calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1068,3 mm sur le bassin versant de la station tandis que la lame d'eau écoulee de 2018 est de 86,5 mm

NB : Il faut noter qu'en 2018 la lame d'eau écoulee était de 90,4 mm. Cette valeur a été déterminée sans tenir compte de la superficie du bassin versant du Sourou.

Les coefficients d'écoulement de 2018 et de la moyenne IA 1955-2019 sont respectivement

de 7,6 % et 4,8 %. L'évolution des pluies annuelles et le module interannuel à la station de Dapola sont observables sur la Figure 1-35.

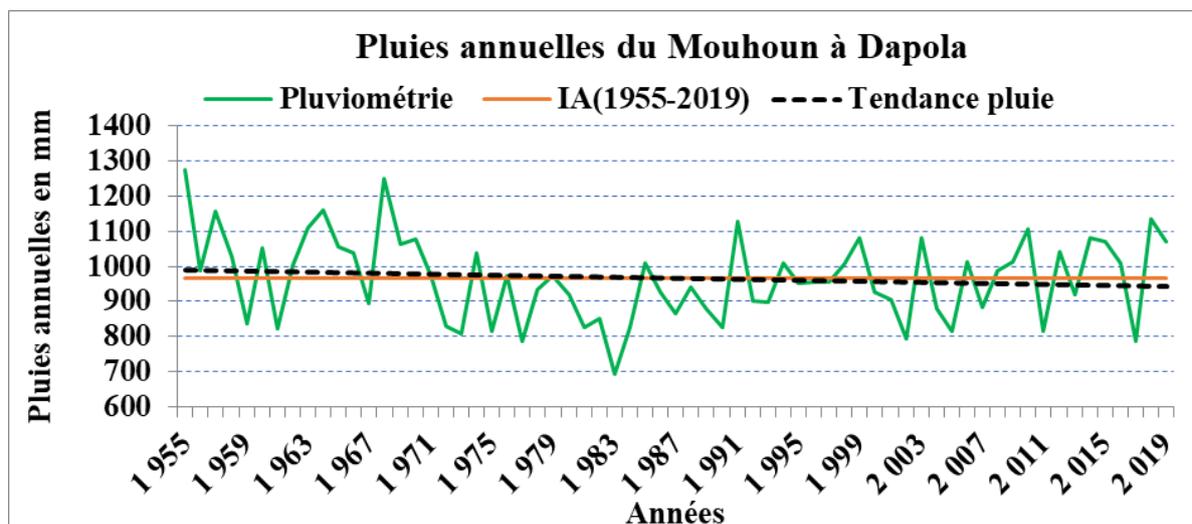


Figure 1-35: Evolution des pluies sur le bassin du Mouhoun à Dapola de 1955 à 2019

De 1955 à 2019, les modules ont varié entre 29,2 m³/s en 1984 et 204 m³/s en 1999. On observe sur la même période une légère tendance à la hausse des modules et une légère tendance à la baisse des cumuls pluviométriques annuels.

Le module de 2019 est de 172 m³/s correspondant à un volume écoulé de 5424,19 millions de m³. Il est déficitaire par rapport à celui de 2018 qui est de 192 m³/s (6054,91 millions de m³) et à la moyenne interannuelle 1955-2019 qui est de 102 m³/s (3216,67 millions de m³) (Erreur ! Référence non valide pour un signet.).

Tableau 1-13: Ecoulements à la station de Dapola

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivi	Débits (m ³ /s)			Volumes écoulés (Mm ³)		
			2018	2019	IA (1955-2019)	2018	2019	IA (1955-2019)
Dapola	70000	65	192	172	102	6054,91	5424,19	3216,67

Pour les écoulements observés à la station hydrométrique, l'évolution des modules, la tendance et le module interannuel sont représentés sur la (Figure 1-36).

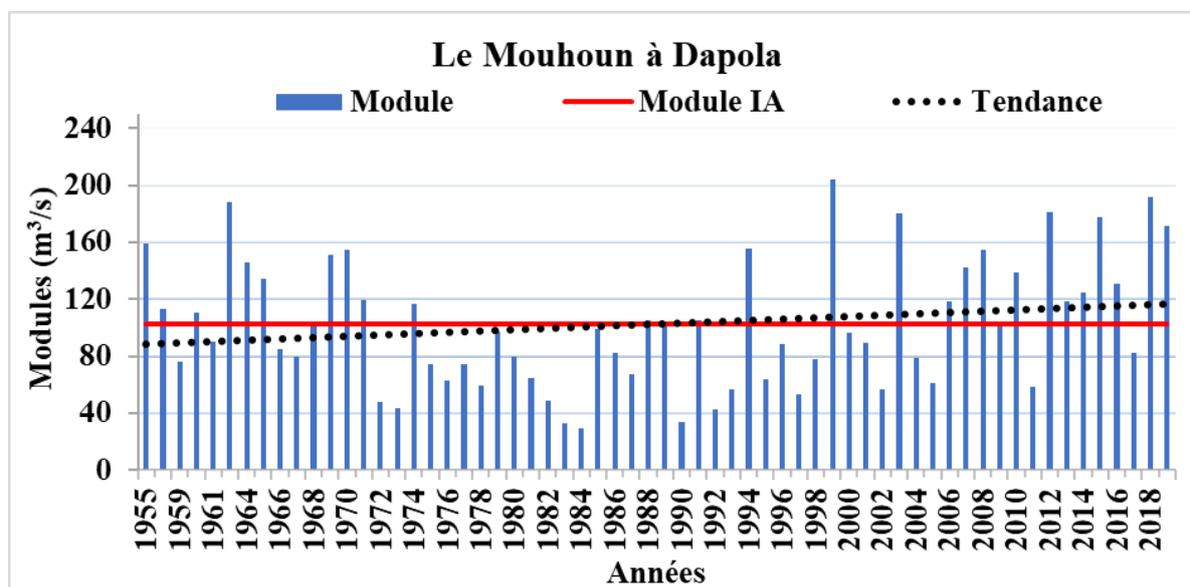


Figure 1-36: Evolution des modules du Mouhoun à Dapola de 1955 à 2019

Les indices des modules standardisés (Figure 1-37) font apparaître 04 périodes bien distinctes :

- une période humide de 1955 à 1971 ;
- une persistance de la sécheresse de 1972 à 1998 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 1999 à 2005 ;
- le retour à une période humide de 2006 à 2019 comportant deux années sèches 2011 et 2017.

L'année 1999 est la plus humide sur les quatre périodes.

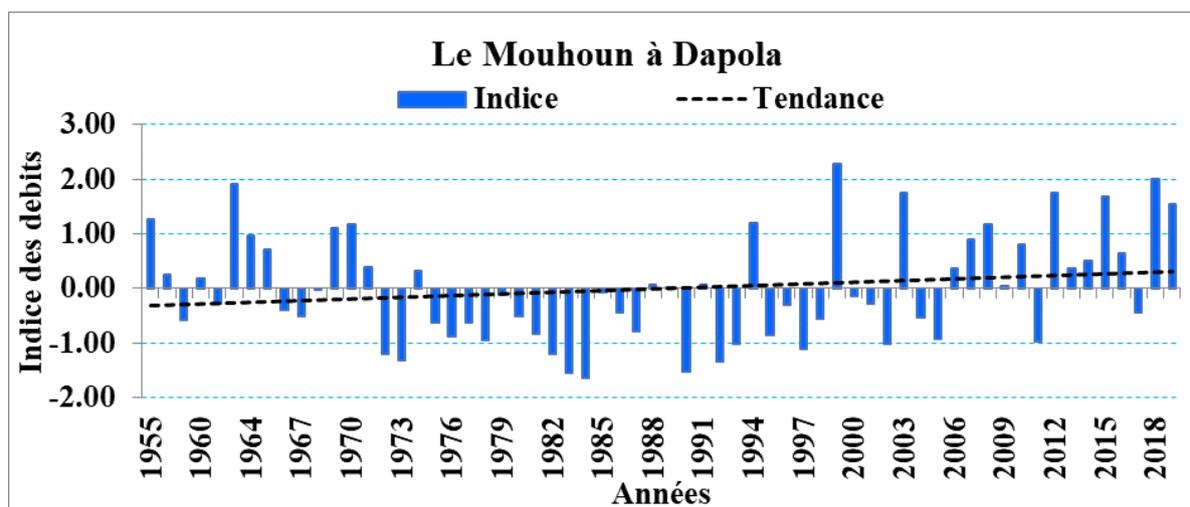


Figure 1-37: Indices des modules standardisés du Mouhoun à Dapola de 1955-2019

IV.2.4. Situation du remplissage des retenues d'eau sélectionnées

IV.2.4.1. Le Sourou à Yaran

a) Caractéristiques

Code IRD	1202702205
Coordonnées géographiques	Latitude 12° 58' 48,8''N – Longitude 03° 26'49,4'' W
Bassin Versant	20000 Km ²
Date d'installation	1955
Repère	Borne SH, 95 et 95b
Zéro de l'échelle	2,66 m sous le repère SH
	2,36 m sous le repère 95
	2,68 m sous le repère 95b
	Altitude 248,44 m (recalage de 1986)
Équipement	Limnimètre de -1 à 4 m en 5 éléments, dont un négatif installé le 08/07/1982.

b) Historique

La station est située en rive gauche près du village de Yaran. Les cotes, lues une fois par jour par un observateur, permettent de suivre le remplissage et la vidange de la retenue du

Sourou créée par le barrage de Léry.

Le 16 Février 1984, un nivellement donne une cote de 248,18 m pour le zéro contre 248,44 m auparavant. Un recalage des échelles a été effectué en 1986.

Le Sourou était à l'état naturel un affluent-défluent du Mouhoun. Pendant la crue du Mouhoun, l'écoulement se faisait dans le sens Mouhoun-Sourou et s'inversait à la décrue.

En 1976, ont été construits sur le Sourou, à environ 200 m en amont du pont de Léry, une digue en terre et un ouvrage de contrôle équipé de 4 vannes levantes. En amont de ce barrage on a ainsi créé une retenue qui submerge la vallée du Sourou en hautes eaux. A ce stade d'aménagement, le fonctionnement était le suivant :

- en saison des crues, le Mouhoun refoulait dans la vallée du Sourou. Les eaux franchissaient le barrage par les vannes grandes ouvertes ;
- lorsque la crue du Mouhoun atteignait son maximum, les niveaux d'eau au confluent, au pont de Léry et dans le Sourou étaient sensiblement identiques ; il s'agissait alors de fermer les vannes ;
- lorsque le Mouhoun amorçait sa décrue, la cuvette du Sourou ne pouvait plus se vidanger comme à l'état naturel.

En 1984 a été réalisée la deuxième phase de l'aménagement du Sourou :

- une digue a été édifiée sur le Mouhoun, en amont de la confluence avec le Sourou ;
- un canal de dérivation prend l'eau du Mouhoun et l'amène dans le Sourou en amont du barrage-vanne de Léry.

Ce dispositif qui dérive l'intégralité des eaux du Mouhoun permet donc de contrôler le débit d'alimentation de la retenue en n'étant plus tributaire des crues du Mouhoun pour établir une pente favorable. En fonction du réglage des vannes de Léry, une bipartition s'établit entre l'eau qui va vers la retenue du Sourou et celle qui rejoint le Mouhoun au confluent.

Cet aménagement a bien sûr modifié le régime de la rivière ; les débits des stations situées à l'aval du barrage seront donc maintenant influencés en permanence et non plus seulement en décrue. Cette influence décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne du Sourou, le bassin versant à l'aval de Léry prenant de plus en plus une importance dans le processus de génération de l'écoulement. Afin de répondre aux besoins des usagers situés en aval, le débit

lâché aux vannes de Léry doit être au minimum de 3 à 4 m³/s en étiage.

c) Analyse du remplissage du barrage du Sourou

Au 31 décembre 2019 le volume stocké dans le barrage du Sourou était de 511 millions de m³, soit 84,12 % de sa capacité maximale contre 618 millions de m³, soit 101,56 % de sa capacité maximale en 2018. La situation de remplissage au 31 décembre 2019 est déficitaire par rapport à celle de 2018 à la même date (Figure 1-38, Tableau 1-14).

Du point de vue des niveaux de remplissage maximum, le taux de remplissage maximum en 2019 est de 101,56 % observé le 1^{er} janvier contre 132,92 % en 2018 observé les 20 et 21 novembre.

A la date du 31 Décembre, la situation de 2019 est déficitaire de 106,04 millions de m³ par rapport à celle de 2018.

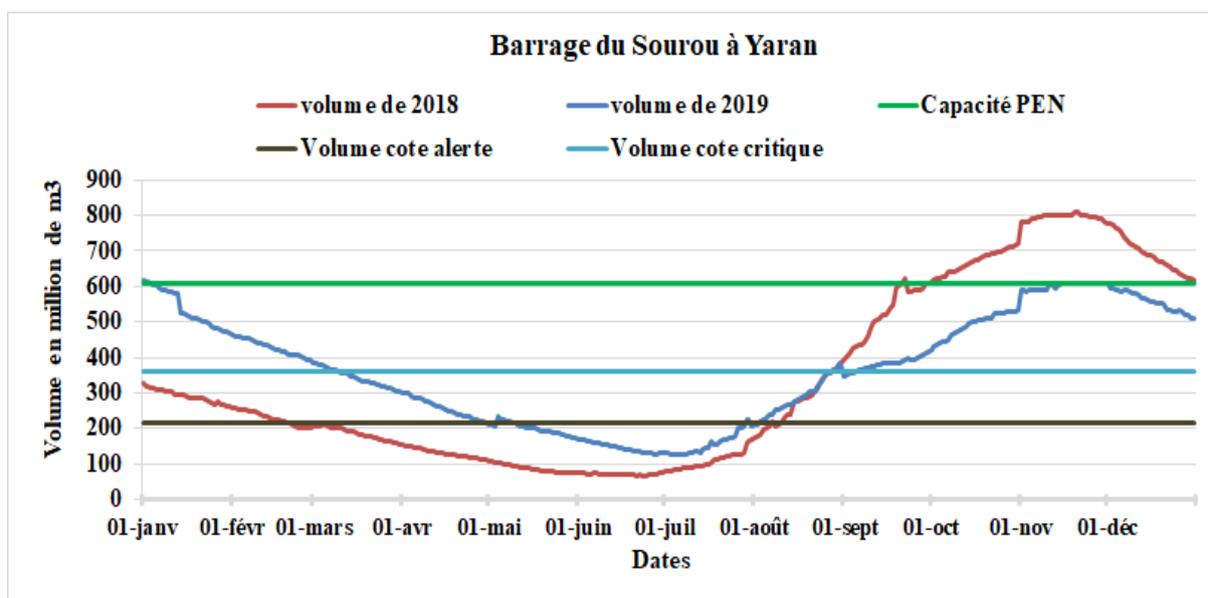


Figure 1-38: Evolution des volumes d'eau stockés au barrage du Sourou à Yaran

Le tableau ci-après (Tableau 1-14) résume les volumes stockés en début et fin d'année, les extrêmes, le nombre de jours de déversement ainsi que les coefficients de remplissage en 2018 et 2019.

Tableau 1-14: Volumes caractéristiques stockés du barrage du Sourou à Yaran entre 2017 et 2019

	2018			2019			ΔV 2019- 2018 Mm ³
	Volumes (Mm ³)	Date	Coefficients de remplissage en %	Volumes (Mm ³)	Date	Coefficients de remplissage en %	
Situation au 1^{er} janvier	327	01/01/2018	53,70	618	01/01/2019	101,56	291
Remplissage maximal	808	20 au 21/11/2018	132,92	618	01/01/2019	101,56	-191
Remplissage minimal	64	21/06/2018	10,52	127	06/07/2019	20,85	63
Situation au 31 décembre	618	31/12/2018	101,56	511	31/12/2019	84,12	-106
Nombres de jours de déversement	96			22			

La chronique des volumes maximaux de 2009 à 2019 est représentée sur le graphique (Figure 1-39). On note une légère tendance à la hausse des volumes maximaux sur les 10 dernières années. Le volume maximal atteint sur les dix dernières années est de 808,16 millions de m³ observé en 2018.

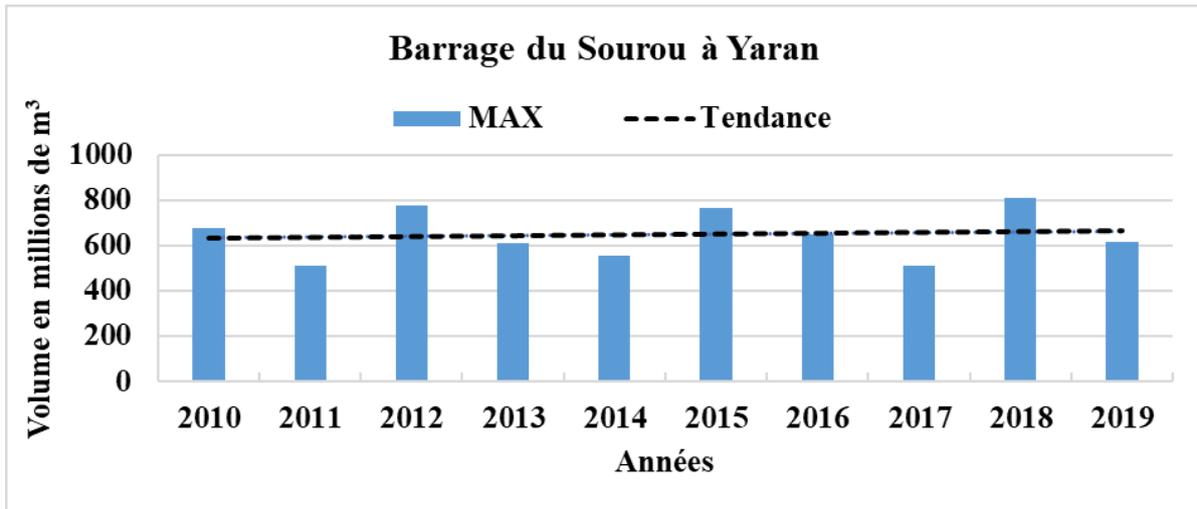


Figure 1-39: Volumes maximaux du Sourou à Yaran de 2009 à 2019

La chronique des volumes minimaux du barrage du Sourou à Yaran sur les dix dernières années est représentée sur la Figure 1-40. Ces volumes ont varié de 49,576 millions de m³ en 2012 à 134,954 millions de m³ en 2011.

La tendance des volumes minimaux est à la baisse.

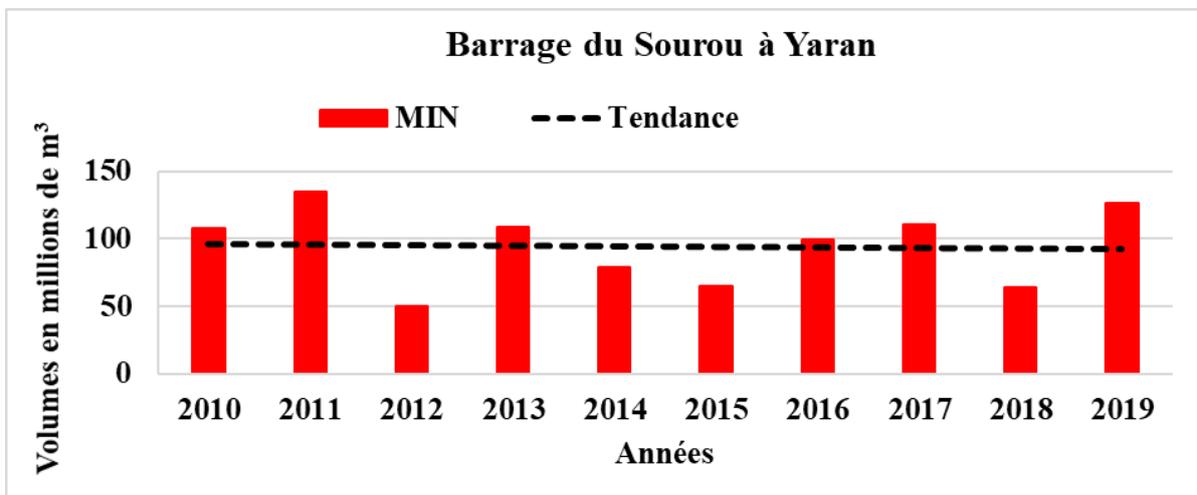


Figure 1-40: Volumes minimaux du Sourou à Yaran

IV.3 Bassin du Nakanbé

IV.3.1 Pluviométrie

Le bassin versant national du Nakanbé s'étend du Nord au Sud et traverse trois (03) zones climatiques du pays :

- La zone sahélienne : elle est située au-dessus du parallèle 14°N et a une pluviosité annuelle moyenne comprise entre 300 et 600 mm. Dans cette zone, les précipitations durent environ 3 à 4 mois ;
- La zone soudano sahélienne : elle a une pluviosité annuelle moyenne comprise entre 600 et 900 mm et est située entre les parallèles 11°30' et 14°N. Les précipitations durent 4 à 5 mois dans cette zone ;
- La zone soudanienne : elle a une pluviosité annuelle moyenne comprise entre 900 et 1200 mm et est située au sud du parallèle 11°30'N. Dans cette zone, les précipitations durent 6 à 7 mois.

On observe une grande variabilité dans la répartition des pluies et une très légère tendance à la hausse (Figure 1-41). En outre, on constate une recrudescence peu significative des pluies avec une pluviométrie moyenne de 818 mm sur le bassin.

Le graphique des indices des pluies annuelles (Figure 1-42) fait apparaître quatre (04) périodes distinctes :

- une période humide de 1950-1969 ;
- une longue période sèche de 1970-1990 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 1991-2007 ;
- une période humide de 2008 -2019.

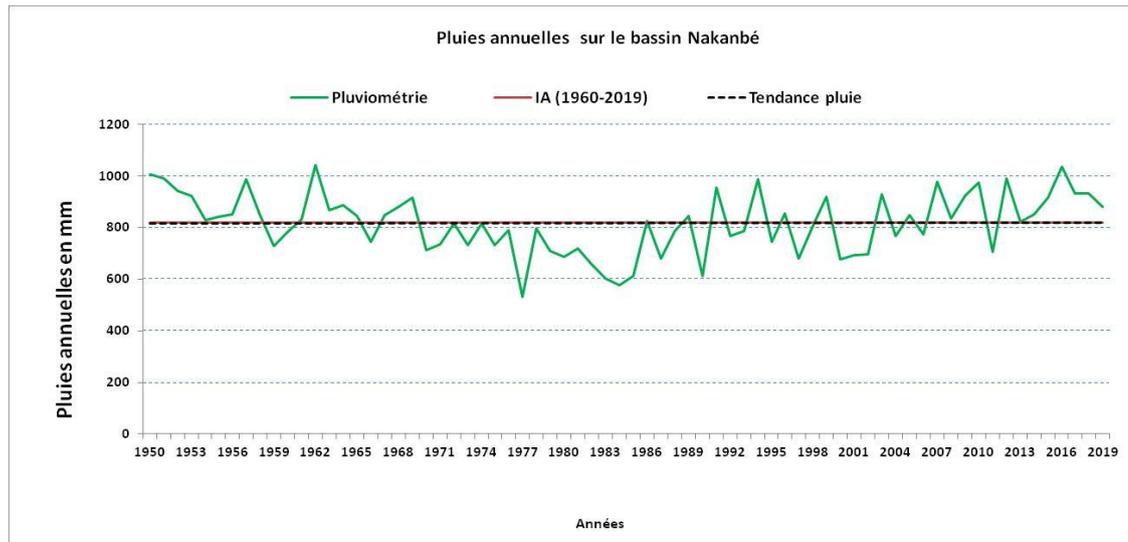


Figure 1-41: Evolution des pluies annuelles du bassin du Nakanbé de 1950 à 2019

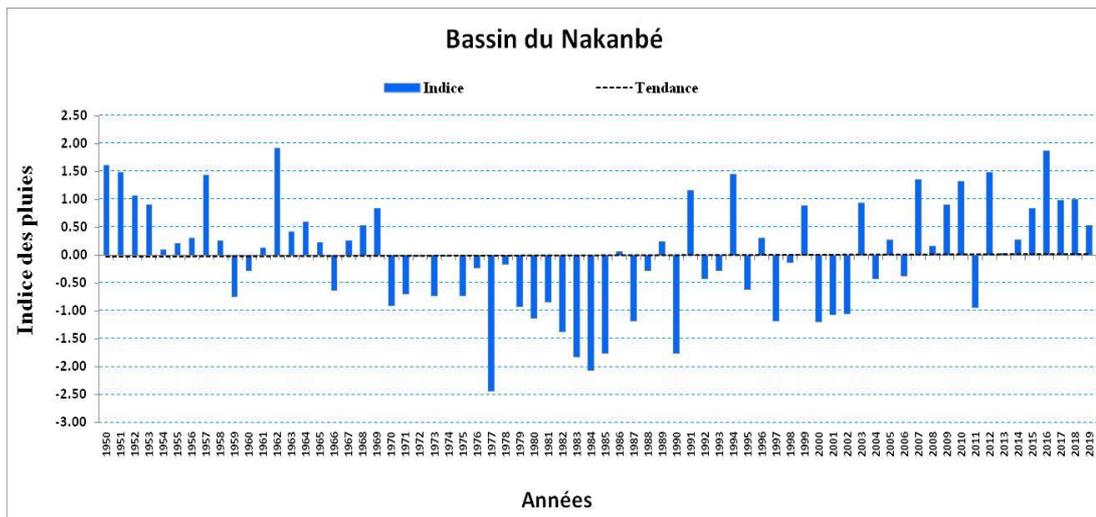


Figure 1-42: Evolution des indices des pluies annuelles standardisées du bassin du Nakanbé de 1950 à 2019

IV.3.2 Présentation du réseau hydrométrique du Bassin

Le bassin versant national du Nakanbé (Figure 1-43) couvre environ 30 % du territoire avec une superficie de 81 932 Km². C'est le bassin le plus peuplé du pays avec un nombre important d'ouvrages hydrauliques et d'unités industrielles. Ce bassin n'a pas de cours d'eau naturellement pérennes. Cependant, depuis la mise en exploitation du barrage de Bagré, le Nakanbé est devenu pérenne à l'aval de Bagré du fait de la production continue d'électricité et du débit réservé.

Le Nakanbé est subdivisé en quatre (04) sous bassins : le Nazinon, la Sissili, la Pendjari et le Nakanbé.

Le réseau hydrométrique du bassin versant national du Nakanbé compte trente-six (36) stations dont quinze (15) à volumes et vingt un (21) à débits.

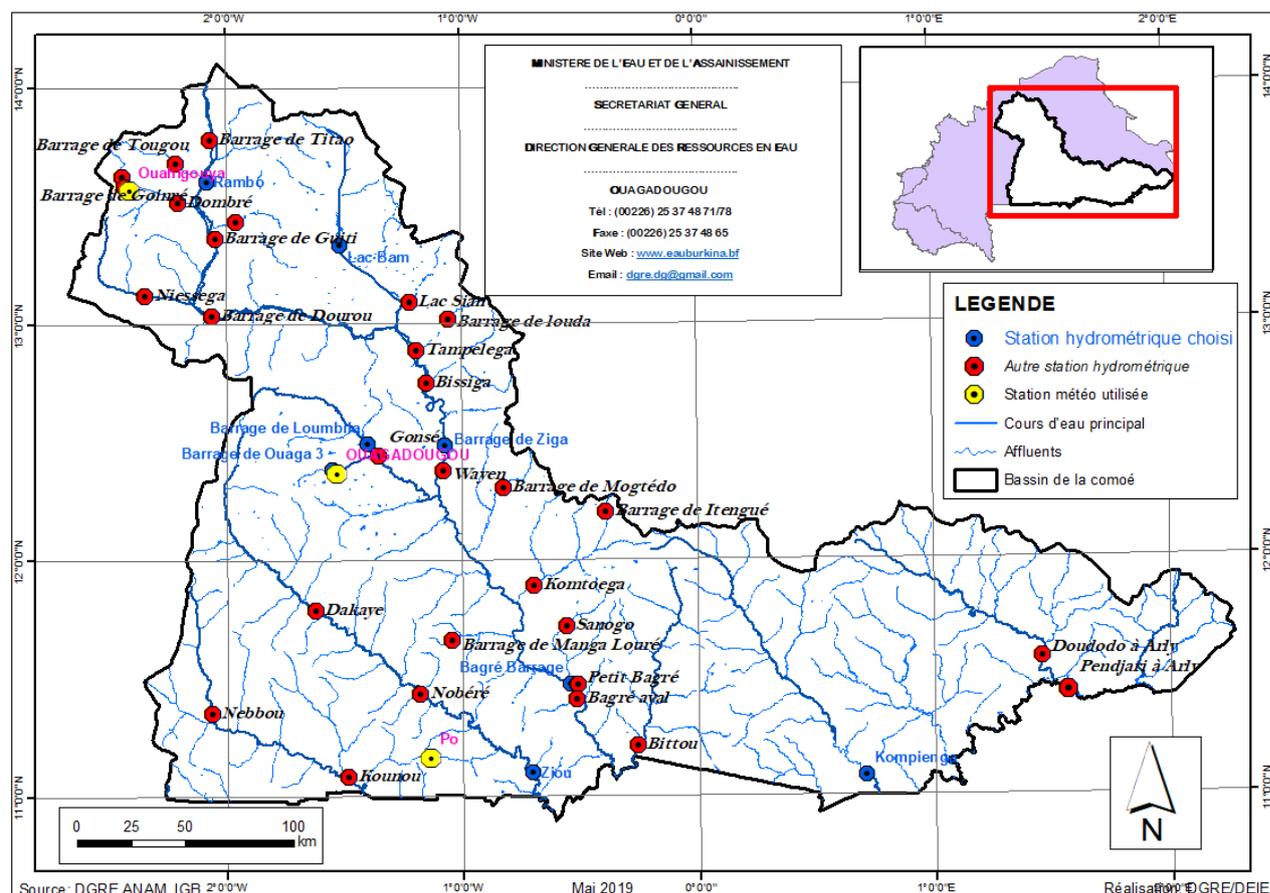


Figure 1-43: Carte du réseau hydrométrique du bassin du Nakanbé

IV.3.3 Situation des écoulements dans le bassin

IV.3.3.1 Le Nakanbé à Rambo

a) Les caractéristiques de la station

Code IRD (ORSTOM)	:	1202700114
Coordonnées GPS	:	Latitude 13° 35' 51,9''N -Longitude 02° 04' 52,4''W
Bassin Versant	:	2375 km ²
Date d'installation	:	Échelles : 1982
	:	Limnigraphe : 27/08/1982, déplacé le 03/07/1983
Repère	:	Borne SH en rive droite sous un arbre près du sentier à 80 cm de E ₃₋₄ (08/05/1982)
	:	Le 01 juin 2016 une nouvelle borne SH a été installée par la mission de réfection.
Zéro de l'échelle	:	3,347 m sous le repère (13/03/1986)
	:	Le zéro de l'échelle est à 1,858 m sous le repère de la nouvelle borne (mission 01/06/2016)
Équipement	:	Limnimètre E ₀₋₁ , E ₁₋₂ , E ₂₋₃ , E ₃₋₄ .
	:	Limnigraphe à tambour horizontal, rotation mensuelle, réduction 1/10, non fonctionnel.

b) Historique

Située en tête de bassin, en aval du radier de la route RAMBO-DONSSARE, à environ 3,5 km de Rambo, la station draine un sous bassin de 2375 km².

Le 27 août 1982, le premier limnigraphe fut installé, fixé à un arbre en rive gauche. Les échelles étaient à l'époque situées à l'aval du limnigraphe et comprenaient un E₀₋₁ au milieu du lit, un E₁₋₃ en rive gauche et un E₃₋₄ en rive droite.

Le 03 juillet 1983, le limnigraphe fut déplacé à l'aval immédiat de E₀₋₁, en rive droite et installé sur une tour de 3,90 m.

Le 07 juin 1984, l'élément E₁₋₃ a été déplacé et réimplanté dans l'alignement de E₀₋₁. Un nivellement de contrôle aboutit à la remontée de 82 mm de E₃₋₄ et donne une cote pour le zéro de 3,362 m sous le repère.

Le 13 mars 1986 a été effectué le dédoublement de E₁₋₃ en deux éléments 1-2 et 2-3 qui ont été installés en rive droite, au droit de E₀₋₁. On constate d'autre part un changement de zéro

causé par des dégâts à la borne ; le nouveau zéro de l'échelle est à 3,347 m sous le repère.

En 1987, l'enregistrement présente des lacunes en juin, juillet et août en raison de problèmes d'horloge.

Le Limnigraphe n'est plus fonctionnel à la date d'aujourd'hui. Cependant, le lecteur effectue régulièrement les lectures des niveaux d'eau à la station.

Jaugeages et étalonnage

De 1983 à 2019, une quinzaine de jaugeages a été effectuée. La plus haute cote jaugée est de 2,15 m le 04/07/1985 pour un débit de 61,2 m³/s.

En 2017, deux (02) jaugeages ont été effectués aux cotes 143 cm et 165 cm pour des débits respectifs de 3,53 m³/s et 17,1 m³/s. Ces deux (02) jaugeages sont à considérer avec beaucoup de prudence en raison de l'influence du plan d'eau du barrage de GUITTI en hautes eaux.

En 2018, une mission a été effectuée sur cette station en octobre et note qu'à cette date aucun écoulement n'a été constaté.

En 2019, aucun jaugeage n'a été effectué à cette station pour cause d'insécurité dans la zone.

NB : Il faut noter qu'habituellement, il n'y a pas d'écoulement à cette station à partir du mois d'Octobre sur toute la période d'observation. Depuis la mise en eau du barrage de Guitti, la station est influencée par la remontée du plan d'eau et on enregistre des hauteurs d'eau dans la période de non écoulement qui ne doivent pas être traduites en débits. Malheureusement, ces hauteurs ont été traduites en débit et publié dans la synthèse 2018 et la situation a été corrigée pour la synthèse 2019.

c) Analyse des écoulements

Les écoulements sont tributaires de la pluviométrie à la station de Rambo.

A partir de 2017, le plan d'eau du barrage de GUITTI influence (effets de freinage) les écoulements à la station de Rambo. Une investigation sur le terrain s'avère indispensable pour la délocalisation de cette station.

Les écoulements ont commencé le 04 juillet et ont pris fin en octobre 2019 (Figure 1-44). On note au cours de la période d'écoulement une succession de crues dont le maximum instantané de 69,0 m³/s a été observé le 24 juillet de la même année.

Par contre en 2018, les écoulements ont commencé le 23 juin et ont pris fin le 11 octobre. On note au cours de la période d'écoulement une succession de crues dont le maximum

instantané de $80,0 \text{ m}^3/\text{s}$ a été observé le 16 septembre de la même année (Figure 1-44).

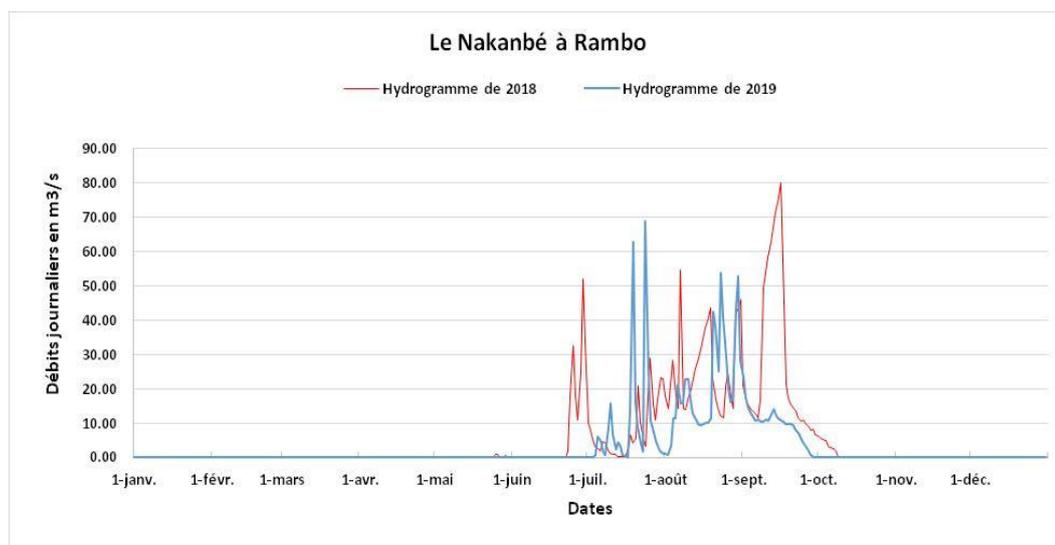


Figure 1-44: Hydrogrammes 2018 et 2019 du Nakanbé à Rambo

Le module de 2019 est de $1,88 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondant à un volume écoulé de 59,3 millions de m^3 . Il est inférieur à celui de 2018 qui était de $5,07 \text{ m}^3/\text{s}$ pour 159,9 millions de m^3 .

Comparé au module interannuel (1983-2019) qui est de $1,76 \text{ m}^3/\text{s}$ pour 55,5 millions de m^3 , le module de 2019 est supérieur avec un excédent en volumes de 3,7 millions de m^3 . (Figure 1-45, Figure 1-46, Tableau 1-15).

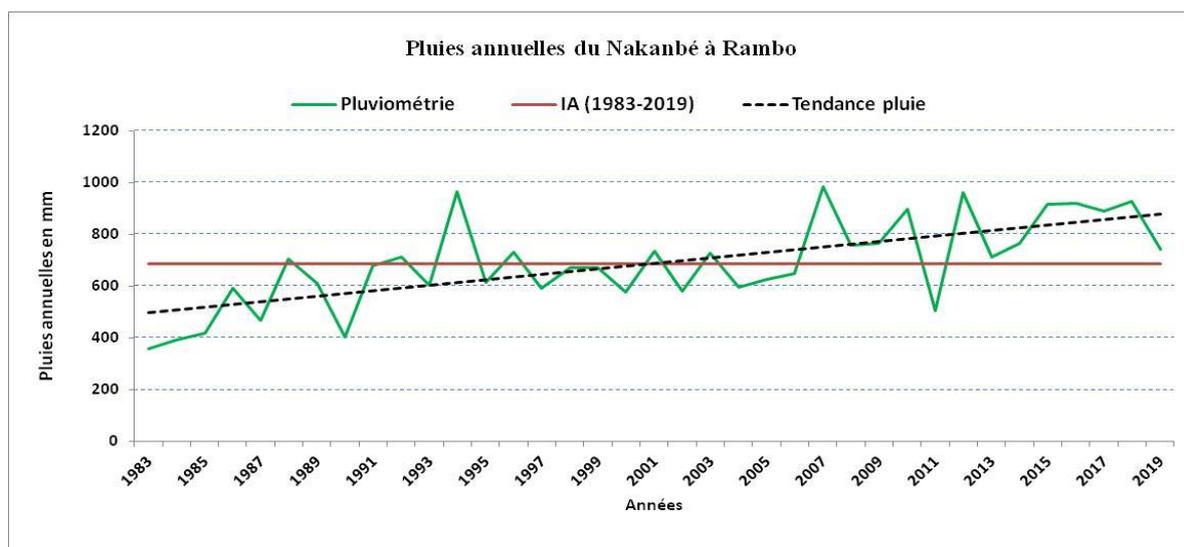


Figure 1-45: Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Nakanbé à Rambo de 1983 à 2019

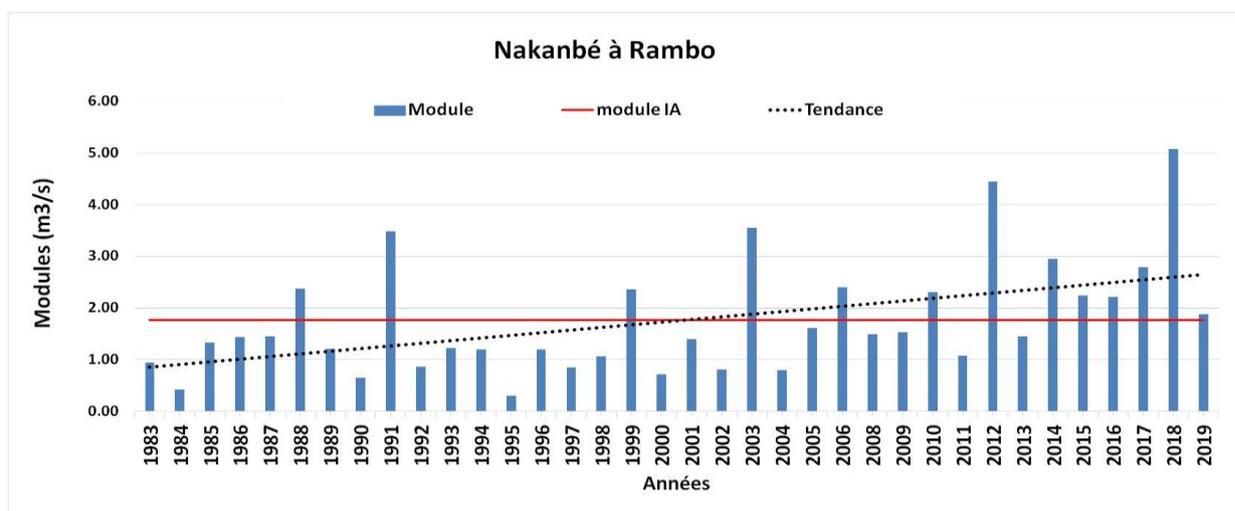


Figure 1-46: Evolution des modules du Nakanbé à Rambo de 1983 à 2019

La lame d'eau écoulee (Le) en 2019 est de 25,0 mm pour un coefficient d'écoulement (Ke) de 3,36 % calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 744 mm sur le bassin versant de la station.

Notons que les coefficients d'écoulement (Ke) de 2018 et de la moyenne IA (1983-2019) sont respectivement de 7,26 % et 3,40 %.

Tableau 1-15: Ecoulements du Nakanbé à Rambo

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivi	Débits (m ³ /s)			Volumes écoulés (Mm ³)		
			2018	2019	IA (1983-2019)	2018	2019	IA (1983-2019)
Rambo	2375	36	5,07	1,88	1,76	159,9	59,3	55,5

Les modules annuels pour la période de 1983 à 2019 ont varié entre 0,30 m³/s en 1995 et 5,07 m³/s en 2018 avec une nette tendance à la hausse. Cette même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels de la même période.

Le graphique des indices des modules standardisés (Figure 1-47), fait apparaître trois (03) périodes bien distinctes :

- une période sèche de 1983 à 2002;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 2003 à 2013;

- une période humide de 2014 à 2019.

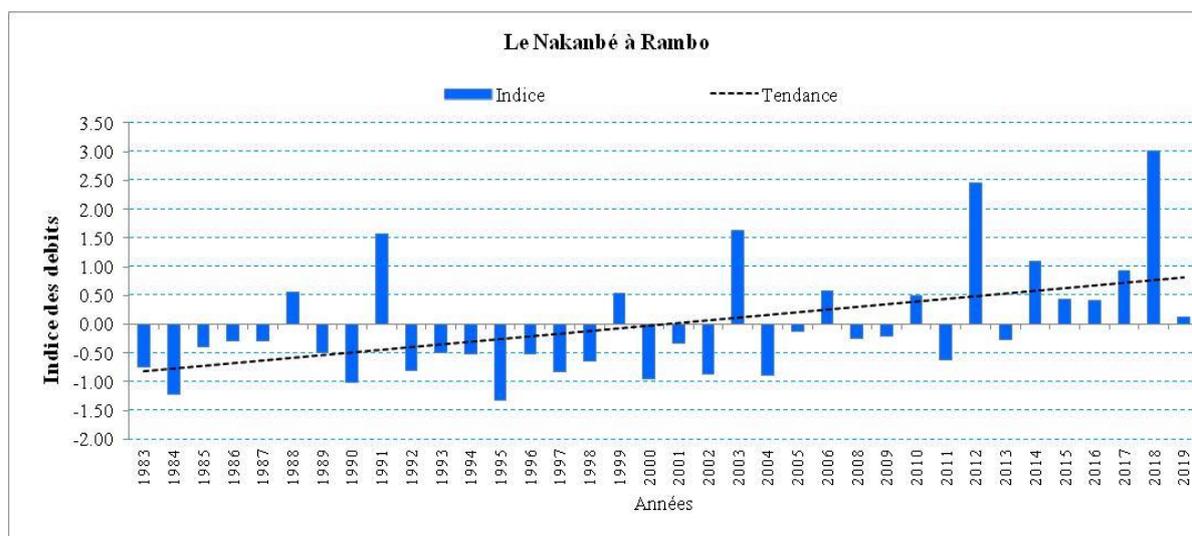


Figure 1-47: Indice des modules standardisés du Nakanbé à Rambo de 1983 à 2019

IV.3.3.2 Le Nazinon à Ziou

a) Les caractéristiques de la station

Code IRD (ORSTOM)	:	1202700340
Coordonnées GPS	:	latitude 11°05'46''N; longitude 00°42'12''W
Bassin versant	:	10.700 Km ²
Date d'installation	:	08 avril 1990
Equipement	:	Limnigraphe tambour horizontal, rotation mensuel, réduction 1/10, emporté par les crues en 2007.

b) Historique

Le premier enregistrement de la station du Nazinon à Ziou date du 08/04/1990 et la station est équipée de six (06) éléments d'échelles limnimétriques.

En 2007, les fortes crues enregistrées dans le bassin ont occasionné des inondations en Aout.

L'eau a submergé d'une hauteur de 1,5 m le pont PK 114 de la RN 05, noyant ainsi le limnigraphe OTT X de Nobéré. Le limnigraphe de Ziou a été emporté lors de ces crues.

Le fonctionnement a été interrompu de 2006 à 2012. En 2013, un lecteur a été recruté pour effectuer les relevés des niveaux d'eau.

En ce qui concerne la période non observée de 1963 à 1990, les données ont été reconstituées dans le cadre d'une étude sur les ressources en eau (PAGEV 2005) à partir du modèle SMAP, modèle hydrologique à réservoirs simplifiés qui permet la transformation des pluies en débits à partir des caractéristiques physiographiques du bassin.

Pour le calage du modèle, les données d'entrée sont au pas mensuel et se composent de :

- les précipitations mensuelles en mm ;
- l'évapotranspiration potentielle mensuelle en mm;
- les débits mensuels disponibles (issus du suivi).

c) Jaugeages et étalonnage

De 1990 à nos jours, une vingtaine de jaugeages seulement a été effectuée. La plus haute cote jaugée est de 5,52 m le 02/09/1993, pour un débit de 120 m³/s. On note que dix-huit (18) jaugeages ont servi à établir le barème le 31/07/2000 valide du 01/01/1990 jusqu'à nouvel ordre.

En 2019, aucun jaugeage n'a été effectué.

-

d) Analyse des écoulements

Les écoulements ont commencé le 02 juillet et ont pris fin le 26 novembre 2019 (Figure 1-48). On note au cours de la période d'écoulement une succession de crues dont le maximum instantané qui est de 144 m³/s a été observé le 25 Aout.

Par contre en 2018, le maximum instantané de 136 m³/s a été observé le 6 Septembre (Figure 1-49).

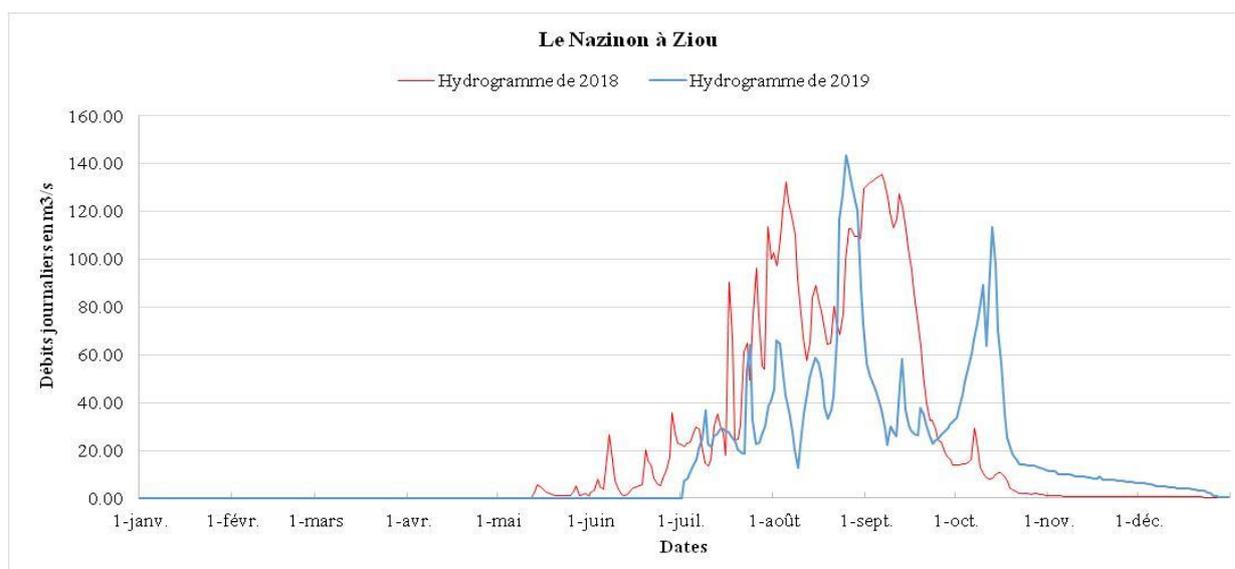


Figure 1-48: Hydrogrammes 2018-2019 du Nazinon à Ziou

Le module de 2019 est de $14,5 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondant à un volume écoulé de 458,5 millions de m^3 . Il est inférieur à celui de 2018 qui était de $20,2 \text{ m}^3/\text{s}$ pour 636,7 millions de m^3 .

Comparé au module interannuel (1963-2019) qui est de $14,0 \text{ m}^3/\text{s}$ pour 442,1 millions de m^3 , le module de 2019 est supérieur avec un excédent en volume de 16,41 millions de m^3 (Figure 1-50, La lame d'eau écoulée (Le) en 2019 est de 42,9 mm pour un coefficient d'écoulement (Ke) de 4,52 % calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 948 mm sur le bassin versant de la station.

Notons que les coefficients d'écoulement (Ke) de 2018 et la moyenne IA (1963-2019) sont respectivement de 6,34 % et 4,80 %.

Tableau 1-16).

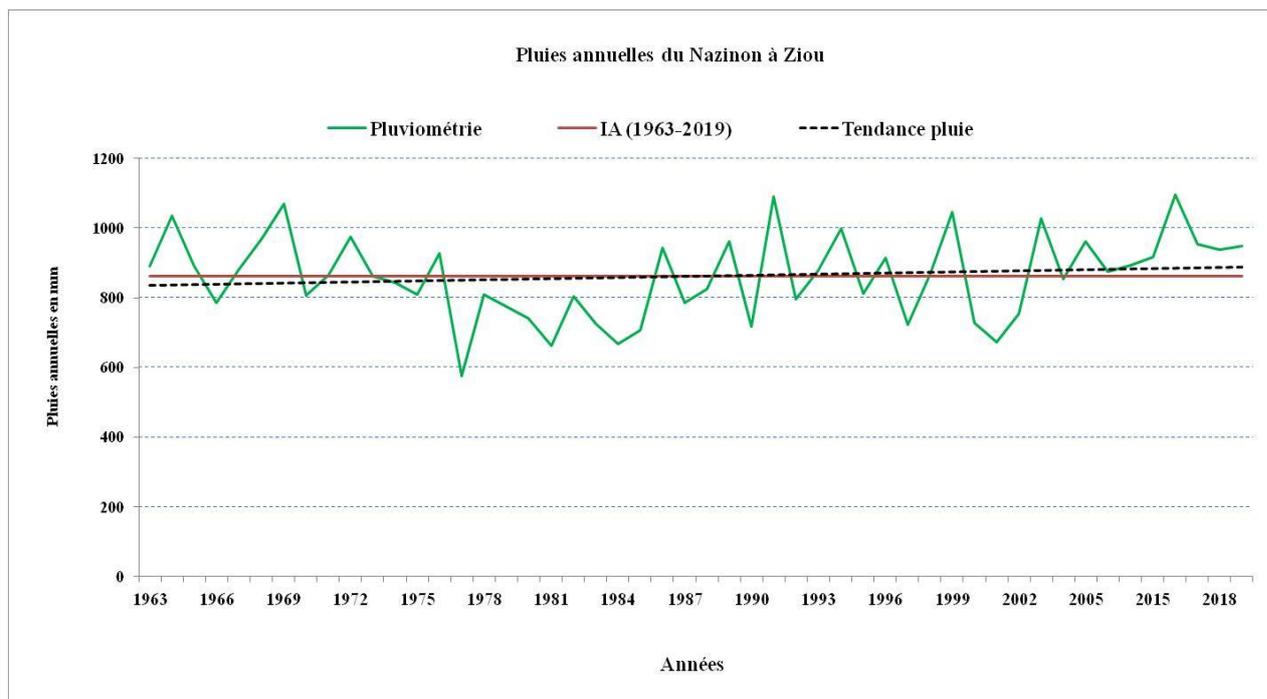


Figure 1-49: Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Nazinon à Ziou de 1963 à 2019

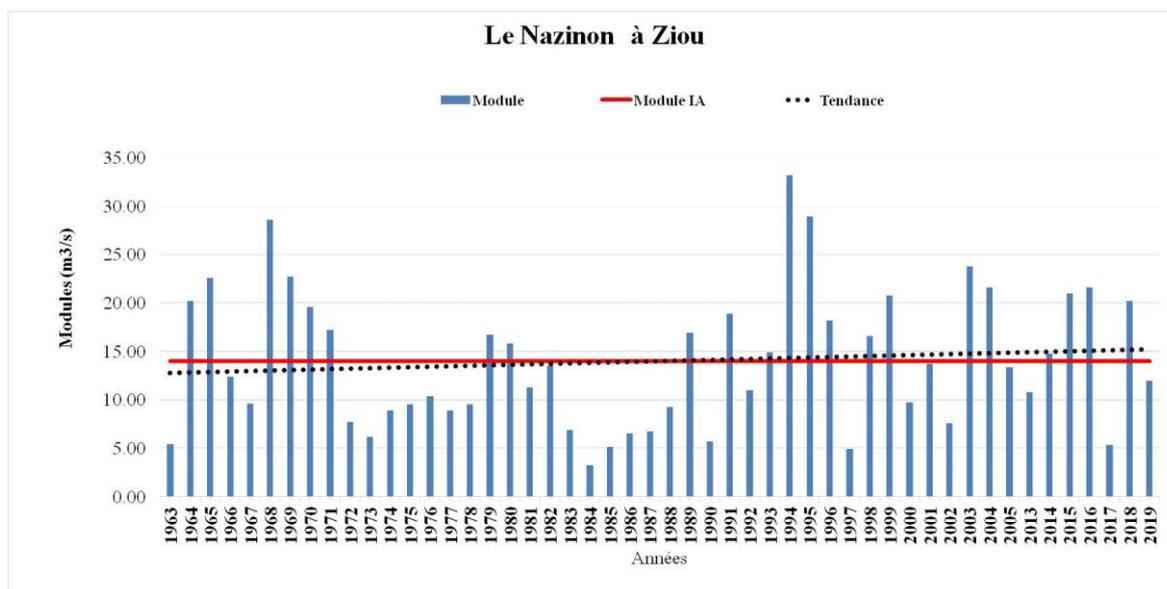


Figure 1-50: Evolution des modules du Nazinon à Ziou de 1963 à 2019

La lame d'eau écoulee (Le) en 2019 est de 42,9 mm pour un coefficient d'écoulement (Ke) de 4,52 % calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 948 mm sur le bassin versant de la station.

Notons que les coefficients d'écoulement (Ke) de 2018 et la moyenne IA (1963-2019) sont respectivement de 6,34 % et 4,80 %.

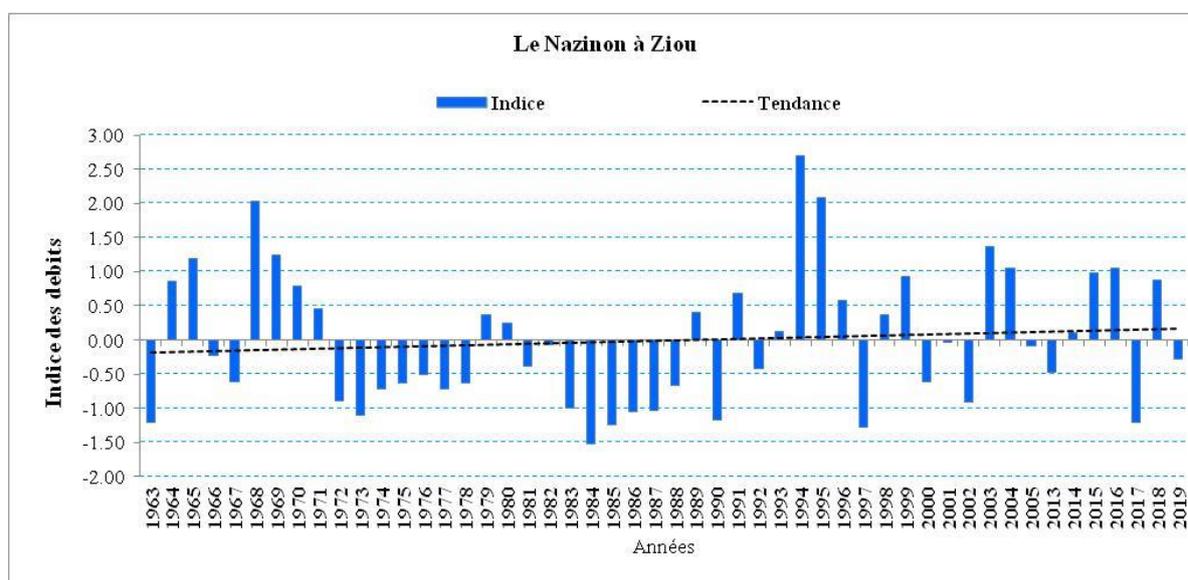
Tableau 1-16: Ecoulements du Nazinon à Ziou

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivi	Débits (m ³ /s)			Volumes écoulés (Mm ³)		
			2018	2019	IA (1963-2019)	2018	2019	IA (1963-2019)
Ziou	10700	50	20,2	14,5	14,0	636,7	458,5	442,1

Les modules annuels de 1963 à 2019 ont varié entre 3,22 m³/s en 1984 et 33,1 m³/s en 1994 avec une nette tendance à la hausse. Cette même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques.

Les indices des modules standardisés (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), font apparaitre cinq (05) périodes bien distinctes :

- une période sèche en 1963 ;
- une période humide de 1964 à 1971 ;
- une période sèche de 1972 à 1992 ;
- une période humide de 1993 à 1996 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 1997 à 2019.

**Figure 1-51: Indices des modules standardisés du Nazinon à Ziou de 1963 à 2019**

IV.3.4 Situation du remplissage des retenues d'eau témoins

IV.3.4.1 Le barrage de Bagré

- a) Historique

La mise en eau du barrage a eu lieu le 1^{er} juillet 1992. Le barrage a une capacité de 1,7 milliards de m³, soit 1,14 % de celle du barrage d'Akosombo qui lui fait 149 milliards de m³ à titre indicatif. Son bassin versant couvre une superficie de 34 000 km² et sa construction a coûté environ 50 milliards FCFA. La vocation principale du barrage de Bagré est hydroélectrique et hydro-agricole. On note cependant d'autres usages tels que la pêche et le tourisme.

Il est doté de 02 turbines de 08 MW chacune. Le débit moyen turbiné est de 30 m³/s. La réserve morte est de 417 millions m³.

- b) Analyse du remplissage

Les premiers apports ont été enregistrés le 09 juillet 2019 tandis qu'en 2018, ils sont survenus le 16 juillet (Figure 1-52).

En 2019, les déversements ont débuté le 15 octobre et ont pris fin le 30 octobre avec un total de 16 jours de déversement (Figure 1-52). Par contre en 2018, les déversements ont débuté le 31 août et ont pris fin le 02 novembre avec un total de 64 jours de déversement.

Au 31 décembre 2019, le volume était de 1429 millions de m³, soit 84,07 % de sa capacité au PEN contre 1400 millions de m³, soit 82,35 % en 2018 (Figure 1-52,

Tableau 1-17).

La situation au 31 décembre 2019 est excédentaire par rapport à celle de 2018 à la même date avec un excédent de 29 millions de m³.

Du point de vue des volumes maximaux, le coefficient de 2019 est de 102,65 % contre 104,29 % en 2018. La situation de 2019 est déficitaire de 28 millions de m³ par rapport à celle de 2018.

Les volumes maximaux des dix (10) dernières années ont varié entre 1152 millions de m³ en

2011 et 1852 millions de m³ en 2012 (Figure 1-54).

Du point de vue des volumes minimaux, le coefficient de 2019 est de 37,41 % contre 20,59 % en 2018.

Les volumes minimaux des dix (10) dernières années ont varié entre 350 millions de m³ en 2018 et 636 millions de m³ en 2019 (Figure 1-53).

La situation de 2019 est excédentaire de 286 millions de m³ par rapport à celle de 2018.

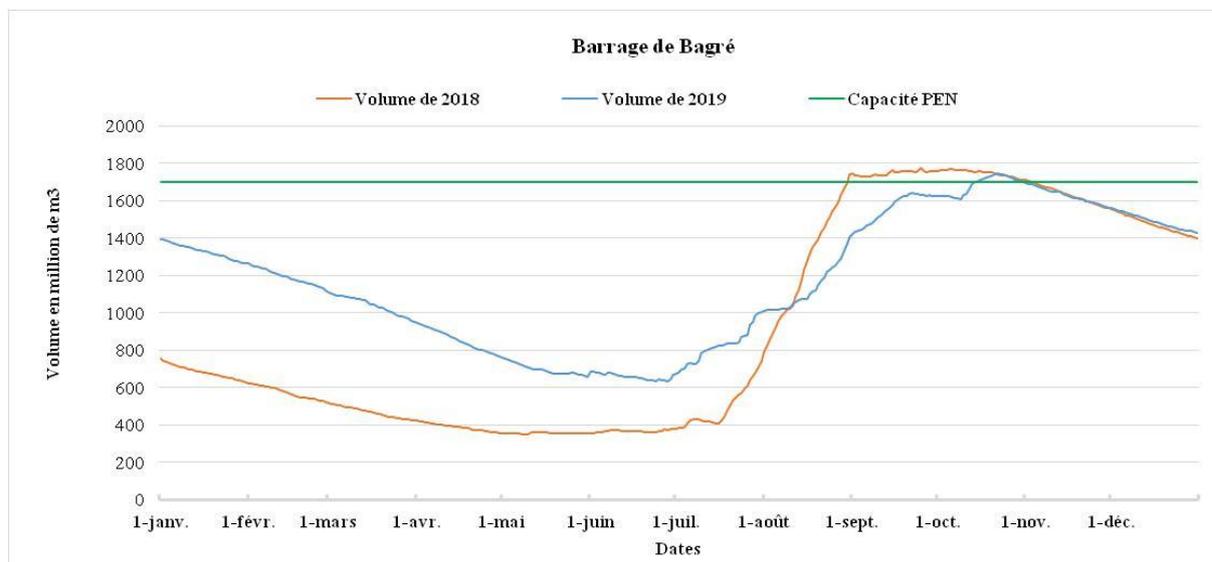


Figure 1-52: Situation de remplissage du barrage de Bagré en 2018 et 2019

Tableau 1-17: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Bagré en 2018 et 2019 (Mm³)

	2018			2019			Δv
	Volumes (Mm ³)	Date	Coefficients de remplissage en %	Volumes (Mm ³)	Date	Coefficients de remplissage (%)	2019-2018 (Mm ³)
Situation au 1^{er} janvier	755	01/01/2018	44,41	1395	01/01/2019	82,08	640
Remplissage maximal	1773	25/09/2018	104,29	1745	22/10/2019	102,65	-28

Remplissage minimal	350	10/05/201 8	20,59	636	28/06/201 9	37,41	286
Situation au 31 décembre	1400	31/12/201 8	82,35	1429	31/12/201 9	84,07	29
Nombres de jours de déversement	64			16			

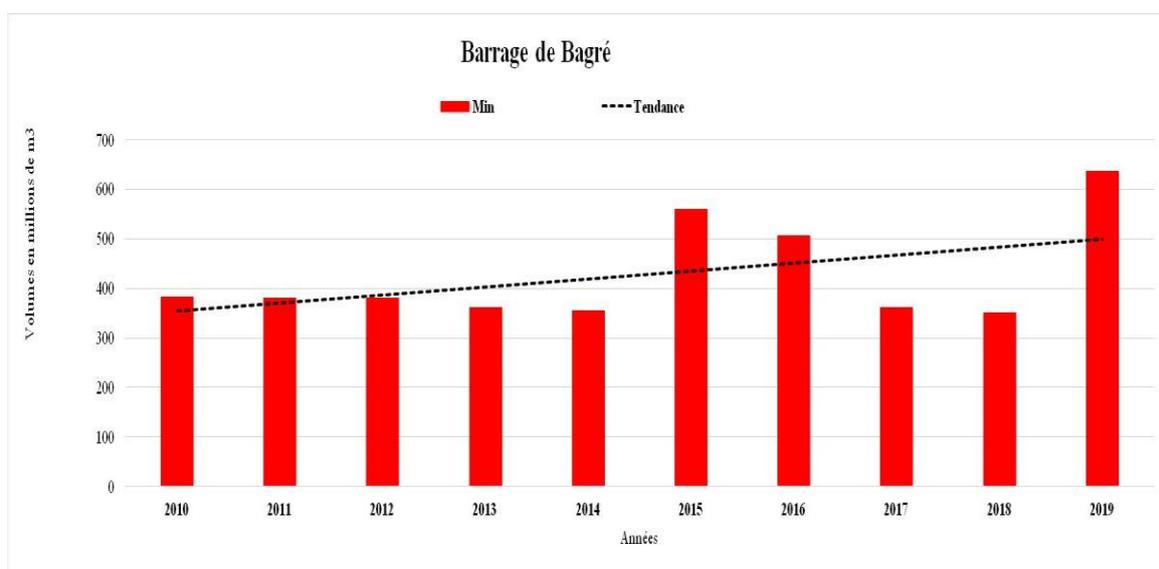


Figure 1-53: Volumes minimaux stockés du barrage de Bagré de 2010 à 2019

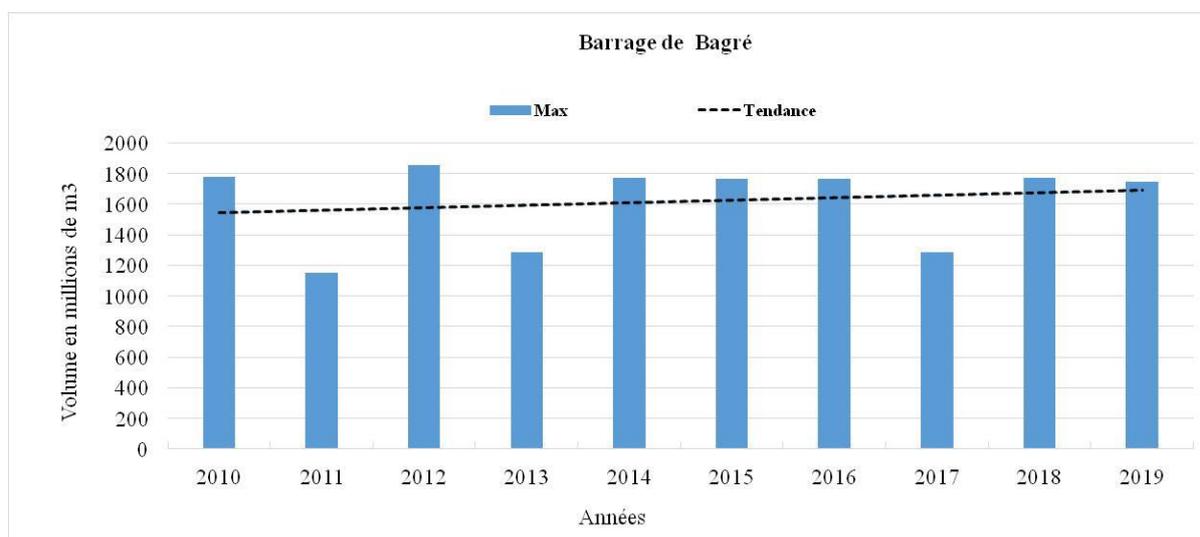


Figure 1-54: Volumes maximaux stockés du barrage de Bagré de 2010 à 2019

IV.3.4.2 Le barrage de la Kompienga

- a) Historique

Il a été mis en eau en Juillet 1988 et son bassin versant a une superficie de 5800 km². La centrale électrique et la connexion ont été achevées en 1989. Il comporte deux (02) turbines de 07 MW, chacune avec une hauteur de chute de 30 m et un débit moyen turbiné de 25 m³/s. Le productible annuel est de 45 GWH. D'une capacité de 2.050 milliards de m³, il est à vocation hydroélectrique pour l'alimentation du réseau de Ouagadougou et piscicole. L'exploitation électrique a débuté en novembre 1988. Il faut noter que le barrage est exploité pour la production maraîchère, mais celle-ci reste marginale, sporadique et non maîtrisée. L'ONEA exploite également le barrage pour l'AEP du village de Kompienga et de la cité des agents de la SONABEL, mais les volumes prélevés restent actuellement dans des proportions relativement faibles. La réserve morte est de 200 millions m³.

- b) Analyse du remplissage

Les premiers apports ont été respectivement enregistrés le 05 juillet en 2019 et le 29 juin en 2018. Le barrage n'a pas déversé durant ces deux années (Figure 1-55).

Au 31 décembre 2019, le volume était de 848 millions de m³, soit 41,37 % de sa capacité au PEN contre 780 millions de m³, soit 38,05 % en 2018 (Figure 1-55,

Tableau 1-18).

La situation au 31 décembre 2019 est excédentaire par rapport à celle de 2018 à la même date avec un excédent de 68 millions de m³.

Du point de vue des volumes maximaux, le coefficient de 2019 est de 46,29 % contre 53,22 % en 2018. La situation de 2019 est déficitaire de 142 millions de m³ par rapport à celle de

2018.

Les volumes maximaux des dix (10) dernières années ont varié entre 720 millions de m³ en 2014 et 1162 millions de m³ en 2015 (Figure 1-57).

Du point de vue des volumes minimaux, le coefficient de 2019 est de 20,49 % contre 10,05 % en 2018. La situation de 2019 est excédentaire de 214 millions de m³ par rapport à celle de 2018.

Les volumes minimaux des dix (10) dernières années ont varié entre 182 millions de m³ en 2015 et 435 millions de m³ en 2017(Figure 1-56).

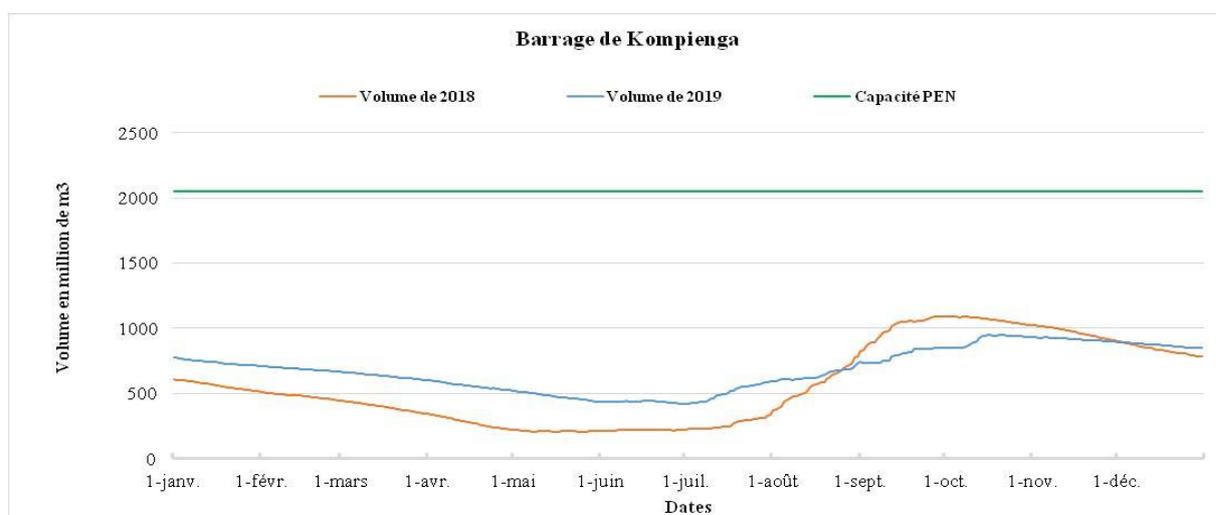


Figure 1-55: Situation de remplissage du barrage de la Kompienga en 2018 et 2019

Tableau 1-18: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de la Kompienga en 2018 et 2019 (Mm³)

	2018	2019	dv

	Volume (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage en %	Volume (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage en %	2019 ~ 2018 Mm3
Volume au 1er janvier	608	01/01/2018	29,66	776	01/01/2019	37,85	168
Volume maximal stocké	1091	02/10/2018	53,22	949	21/10/2019	46,29	-142
Volume minimal stocké	206	26/05/2018	10,05	420	30juin et 01 juillet 2019	20,49	214
Volume au 31 décembre	780	31/12/2018	38,05	848	31/12/2019	41,37	68
Nombre de jours de déversement	0			0			

N.B : Le barrage de Kompienga n'a jamais déversé depuis sa construction.

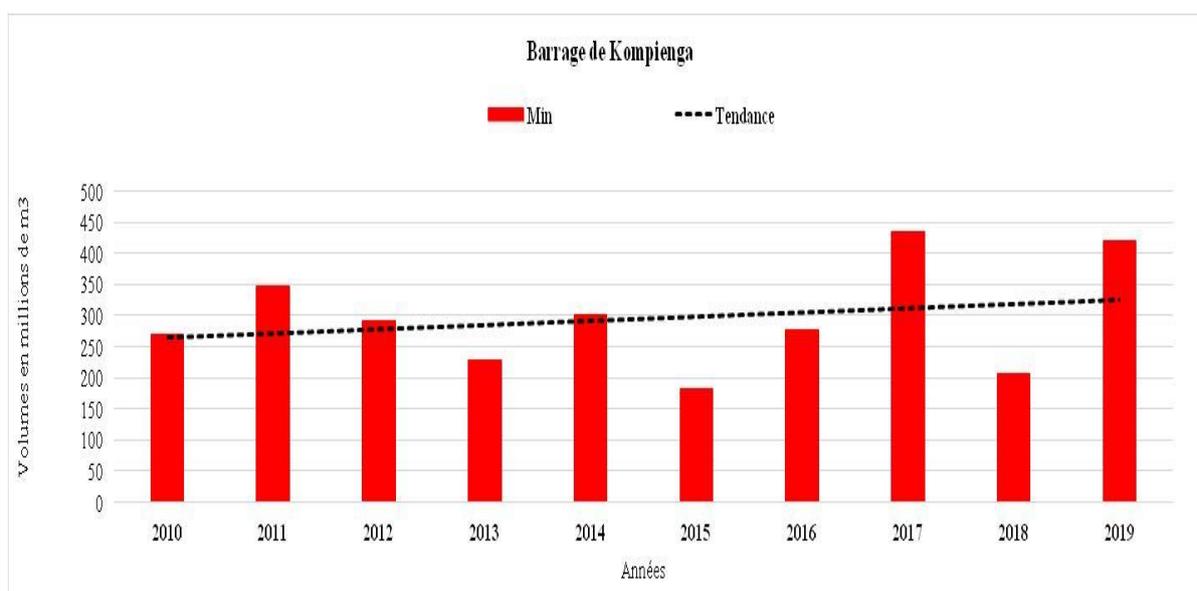


Figure 1-56: Volumes minimaux stockés du barrage de Kompienga de 2010 à 2019

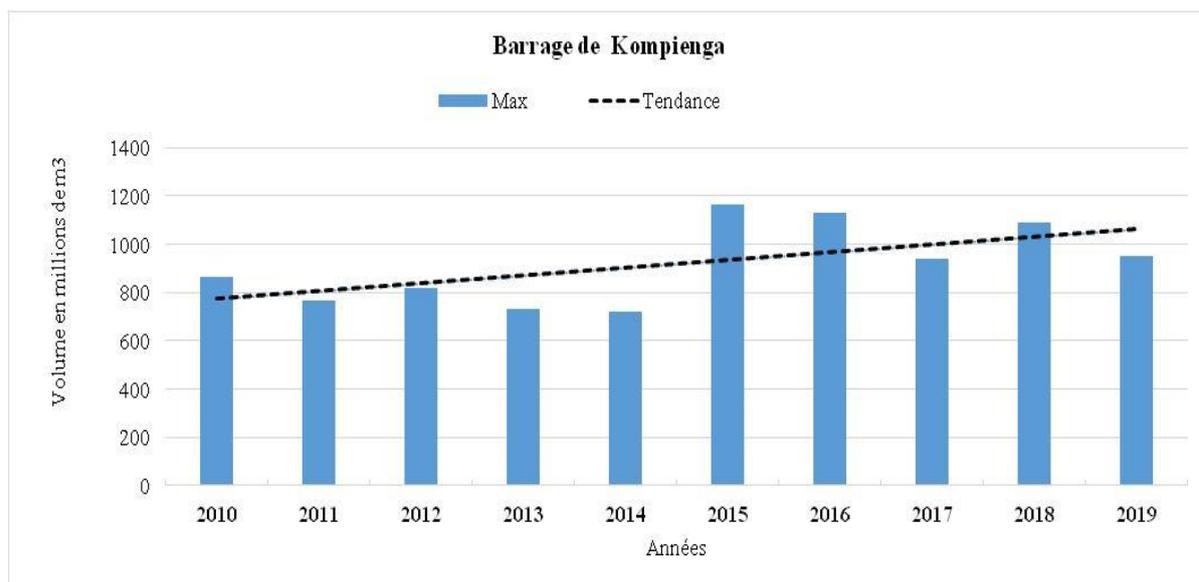


Figure 1-57: Volumes maximaux stockés du barrage de Komienga de 2010 à 2019

4.3.4.3 Le Lac Bam à Kongoussi

- a) Historique

La superficie de son bassin versant est de 2610 km² (y compris celle de Bourzanga). D'une capacité nominale initiale de 41,102 millions de m³ au plan d'eau normal (PEN), le lac Bam à Kongoussi est un ouvrage à vocation hydroagricole. Des travaux de construction du pont (l'axe routier Kongoussi - Kaya) en 2018 ont conduit au rehaussement du seuil déversant de 25 cm. La cote de déversement passe donc de 4,45m à 4,70 m à l'échelle et la capacité au plan d'eau normal de 41,102 millions de m³ à **47,7 millions de m³**.

- b) Analyse du remplissage

Les premiers apports ont été enregistrés respectivement le 02 juillet en 2019 et le 09 juin en 2018 (Figure 1-58).

En 2019, les déversements ont débuté le 22 Août et ont pris fin le 08 Octobre avec un total de 48 jours de déversement (Figure 1-58). Par contre en 2018, les déversements ont débuté le 23 juillet et ont pris fin le 11 octobre avec un total de 81 jours de déversement.

Au 31 décembre 2019, le volume était de 26,74 millions de m³, soit 56,06 % de sa capacité au PEN contre 34,11 millions de m³, soit 71,51 % (**par rapport à la nouvelle capacité**) en 2018 (Figure 1-58, Tableau 1-19).

La situation au 31 décembre 2019 est déficitaire par rapport à celle de 2018 de 7,37 millions de m³.

Du point de vue des volumes maximaux, le coefficient de 2019 est de 123,17 % contre 123,79 % en 2018. La situation de 2019 est légèrement déficitaire de 300 millions m³ par rapport à celle de 2018.

Les volumes maximaux des dix (10) dernières années ont varié entre 45,79 millions de m³ en 2013 et 59,05 millions de m³ en 2018 (Figure 1-60).

Du point de vue des volumes minimaux, le coefficient de 2019 est de 14,32 % contre 16,56 % en 2018. La situation de 2019 est déficitaire de 1,065 millions m³ par rapport à celle de 2018.

Les volumes minimaux des dix (10) dernières années ont varié entre 6,735 millions de m³ en 2015 et 11,470 millions de m³ en 2017 (Figure 1-59).

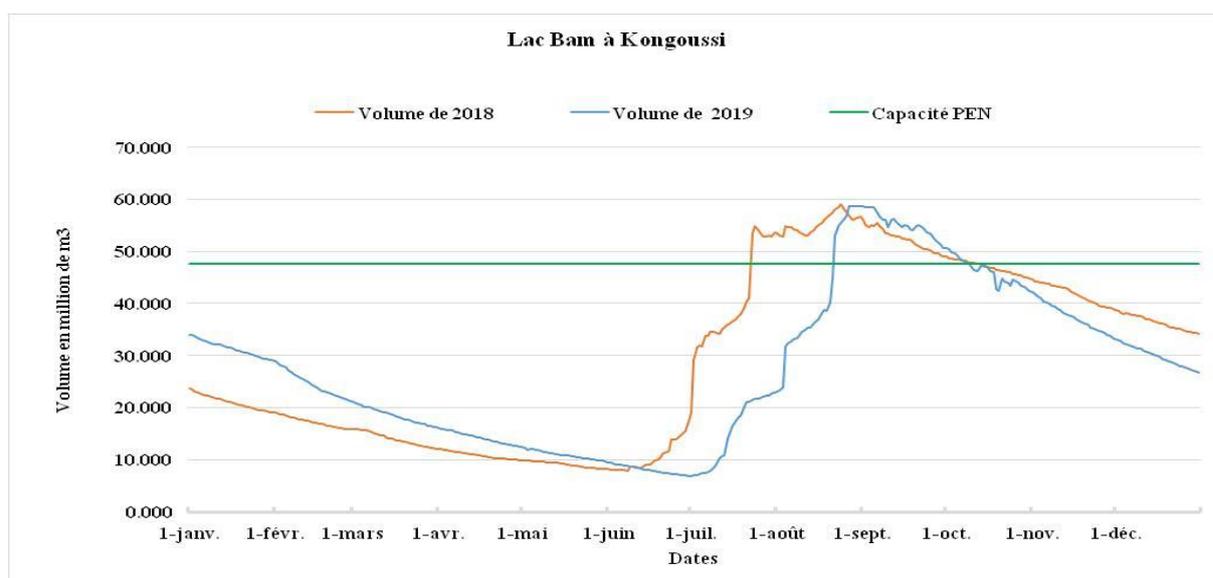


Figure 1-58: Situation de remplissage du Lac Bam à Kongoussi en 2018 et 2019

Tableau 1-19: Volumes caractéristiques stockés dans le Lac Bam en 2018 et 2019 (Mm³)

	2018			2019			dv 2019 - 2018 Mm3
	Volume (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage en %	Volume (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage en %	
Volume au 1er janvier	23,680	01/01/2018	49,64	33,890	01/01/2019	71,05	10,210
Volume maximal stocké	59,050	24/08/2018	123,79	58,750	27/08/2019	123,17	-0,300
Volume minimal stocké	7,898	08/06/2018	16,56	6,833	01/07/2019	14,32	-1,065
Volume au 31 décembre	34,110	31/12/2018	71,51	26,740	31/12/2019	56,06	-7,370
Nombre de jours de déversement	81			48			

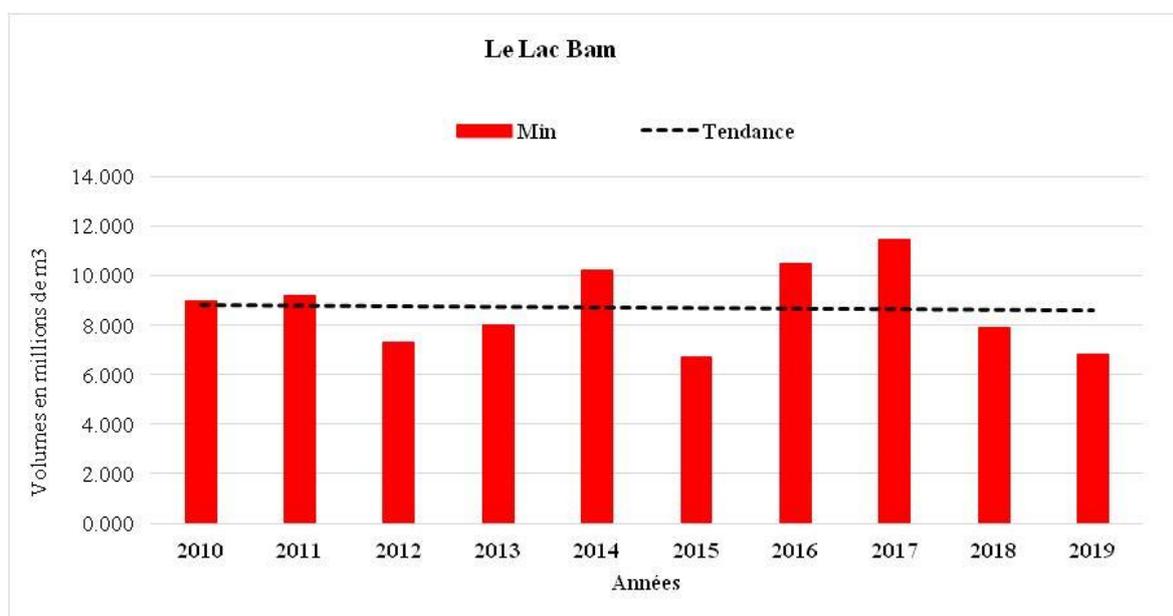


Figure 1-59: Volumes minimaux stockés du Lac Bam de 2010 à 2019

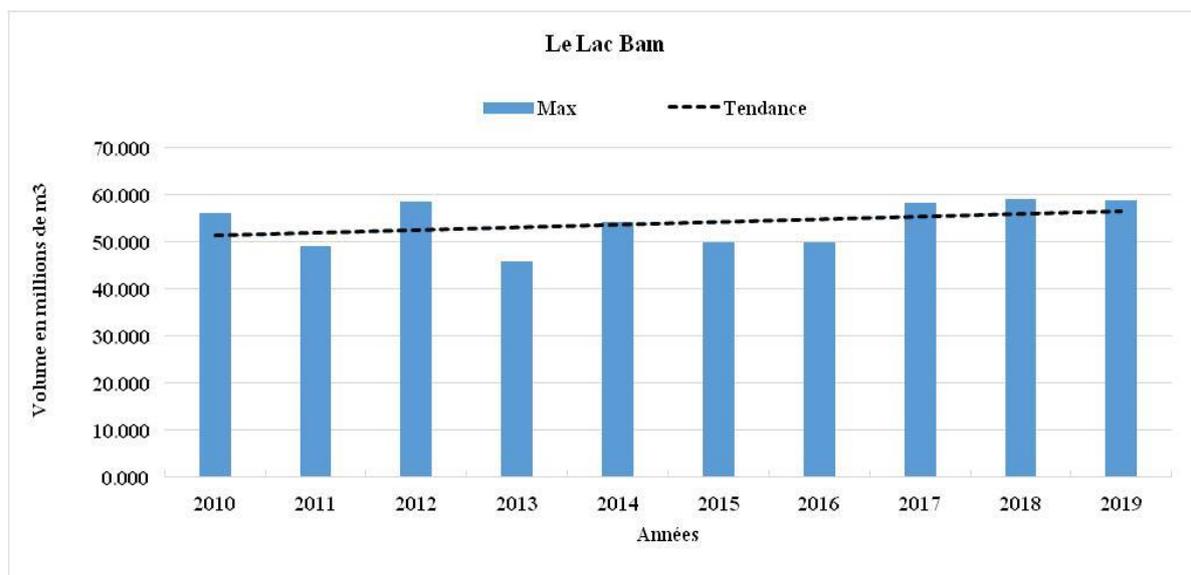


Figure 1-60: Volumes maximaux stockés du lac Bam de 2010 à 2019

IV.3.4.4 Le barrage de Loumbila

- a) Historique

La route Ouagadougou-Kaya franchit le Massili au PK 20 au pied du village de Loumbila. De 1956 à 1969, les lectures d'échelles et les enregistrements limnigraphiques ont été faits sur le plan d'eau de l'ancien barrage.

En 1970, un nouveau barrage a été construit pour augmenter la capacité de la retenue destinée à alimenter la ville de Ouagadougou. Des observations ont été faites par la Société Nationale des Eaux au cours des premières années, à l'échelle de la station de pompage. Le suivi de l'échelle a été repris par le Service de l'Hydrologie de la DHER en mai 1980 avec le recrutement d'un nouveau lecteur en remplacement de l'ancien lecteur défaillant.

En 1984, des travaux ont été effectués sur le déversoir en U : sa forme a été modifiée (il présente désormais des arêtes vives) et un rehaussement de sa crête amène celle-ci à la cote 6,43 m (altitude 278,43 m) contre 6,20 m précédemment. La crête du grand déversoir rectiligne (longueur 229,43m) est à la cote 6,80 m.

Cette modification fait passer le volume maximal de la réserve de 32,32 Mm³ à 36 Mm³.

L'altitude minimale d'exploitation est de 274,00 m soit une cote de 2,00 m à l'échelle.

En revanche, en 1985, le barrage a déversé du 05 Aout au 30 Septembre et une campagne de jaugeages a été effectuée durant cette période afin d'établir une courbe d'étalonnage du déversoir.

En 1986, il y a eu déversement du 18 Août au 03 Octobre et six (06) jaugeages ont été effectués à cette occasion.

En Mai 2004, le déversoir a été rehaussé et sa capacité passe de 36 millions de m³ à 42,2 millions de m³.

- **b) Analyse du remplissage**

Les premiers apports ont été enregistrés respectivement le 24 Mai en 2019 et le 24 Juin en 2018 (Figure 1-61).

En 2019, les déversements ont débuté le 29 Aout et ont pris fin le 19 Octobre avec un total de 22 jours de déversement (Figure 1-61). Par contre en 2018, les déversements ont débuté le 28 Juillet et ont pris fin le 10 Octobre avec un total de 56 jours de déversement.

Au 31 Décembre 2019, le volume était de 29,325 millions de m³, soit 69,49 % de sa capacité au PEN contre 30,48 millions de m³, soit 72,23 % en 2018 (Figure 1-61, Tableau 1-20)

La situation au 31 Décembre 2019 est jugée déficitaire par rapport à celle de 2018 de 1,16 millions de m³.

Du point de vue des volumes maximaux, le coefficient de 2019 est de 109,67 % contre 109,27 % en 2018. La situation de 2019 est légèrement excédentaire de 170 milles m³ par rapport à celle de 2018.

Les volumes maximaux des dix (10) dernières années ont varié entre 27,74 millions de m³ en 2017 et 49,39 millions de m³ en 2012 (Figure 1-63).

Du point de vue des volumes minimaux, le coefficient de 2018 est de 31,99 % contre 3,60 % en 2018. La situation de 2019 est excédentaire de 11,98 millions de m³ par rapport à celle de 2018.

Les volumes minimaux des dix (10) dernières années ont varié entre 1,52 millions de m³ en 2018 et 13,5 millions de m³ en 2019 (Figure 1-62).

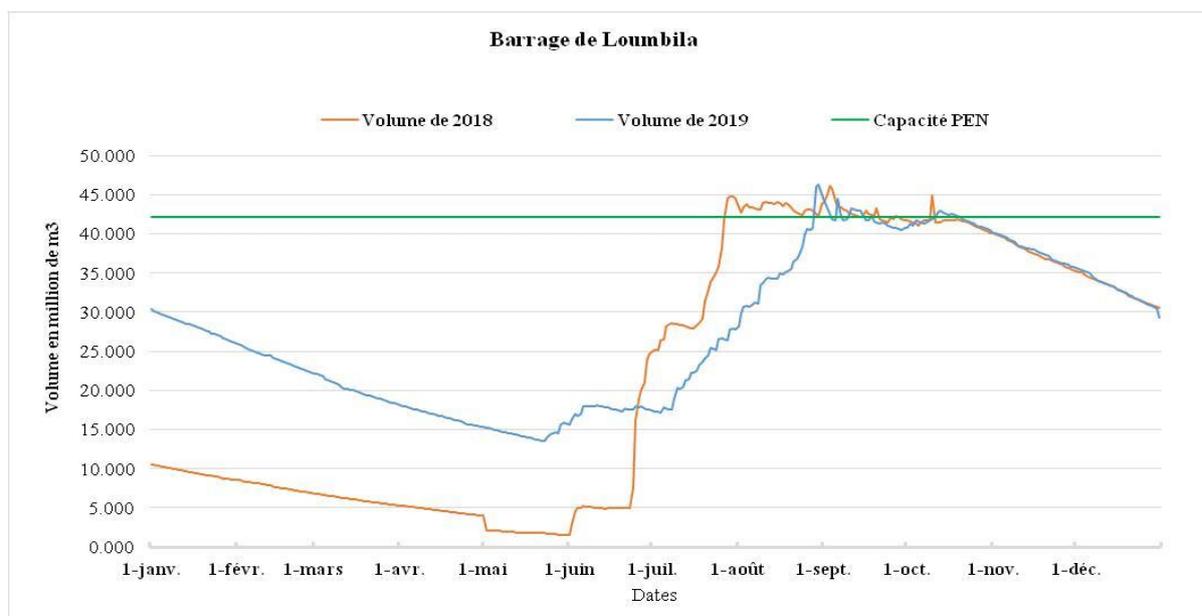


Figure 1-61: Situation de remplissage du barrage de Loumbila en 2018 et 2019

Tableau 1-20: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Loumbila en 2018 et 2019 (Mm de m³)

	2018			2019			dv 2019 - 2018 Mm3
	Volume (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage en %	Volume (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage en %	
Volume au 1er janvier	10,514	01/01/2018	24,92	30,331	01/01/2019	71,87	19,82
Volume maximal stocké	46,113	03/09/2018	109,27	46,281	30/08/2019	109,67	0,17
Volume minimal stocké	1,520	28, 30 et 31/05/2018	3,60	13,500	24/05/2019	31,99	11,98
Volume au 31 décembre	30,480	31/12/2018	72,23	29,325	31/12/2019	69,49	-1,16
Nombre de jours de déversement	56			22			

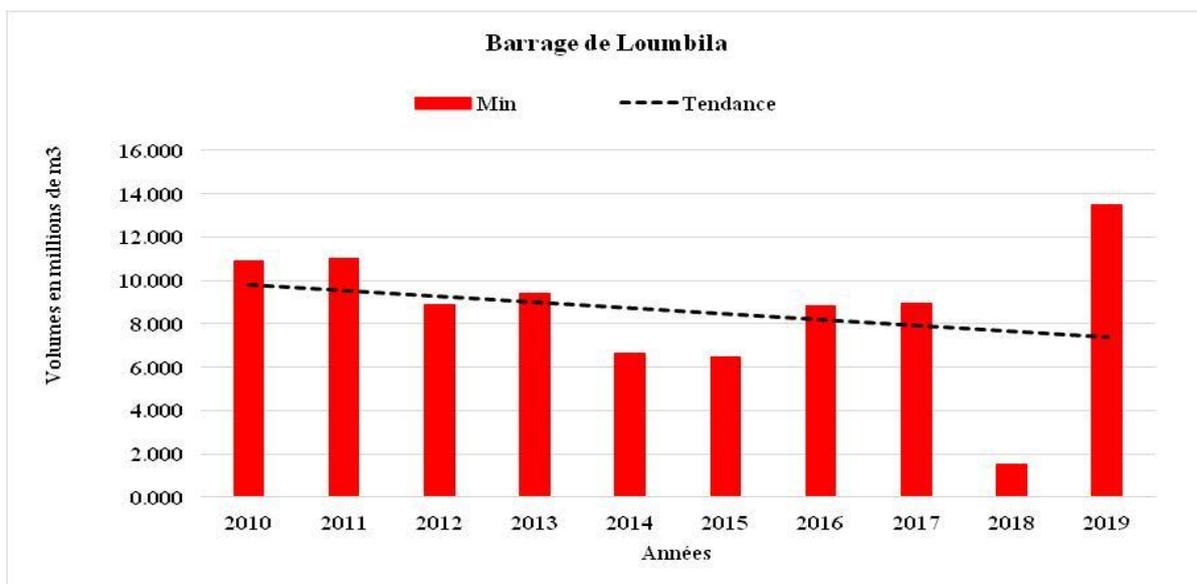


Figure 1-62: Volumes minimaux du barrage de Loumbila de 2010 à 2019

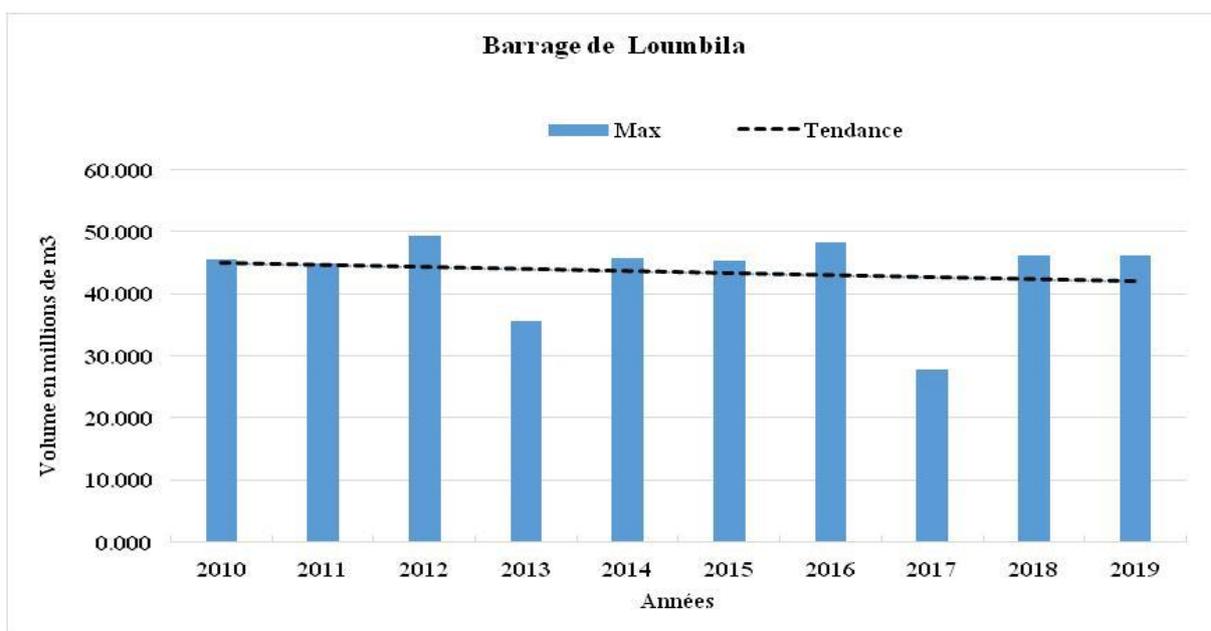


Figure 1-63: Volumes maximaux du barrage de Loumbila de 2010 à 2019

IV.3.4.5 Le barrage de Ouagadougou (2 + 3)

- a) Historique

Il a été construit en 1934 pour le n°3 et en 1962 pour le n°2. (Réf : Inventaire des barrages et Retenues d'eau au BURKINA FASO-Bilan d'eau).

C'est un ouvrage destiné à l'approvisionnement en eau potable de la ville de Ouagadougou.

Il résulte de la coalition du barrage n°2 et du barrage n°3. De multiples réfections ont été faites dont la plus récente est celle du mois d'Août 2002 qui a fait passer la capacité nominale de 5,6 millions de m³ à 6,87 millions de m³.

- **b) Analyse du remplissage**

Les premiers apports ont été enregistrés respectivement le 05 Juin en 2019 et le 02 Juin en 2018 (Figure 1-64).

En 2019, les déversements ont débuté le 05 Juillet et ont pris fin le 28 Octobre avec un total de 102 jours de déversement (Figure 1-64). Par contre en 2018, les déversements ont débuté le 04 Juin et ont pris fin le 29 Octobre avec un total de 142 jours.

Au 31 Décembre 2019, le volume était de 5,68 millions de m³, soit 82,68 % de sa capacité au PEN contre 5,52 millions de m³, soit 80,41 % en 2018 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, Tableau 1-21).

La situation au 31 Décembre 2019 est excédentaire par rapport à celle de 2018 de 156 millions m³.

Du point de vue des volumes maximaux, le coefficient de 2019 est de 111,35 % contre 120,45 % en 2018. La situation de 2019 est déficitaire de 625 millions m³ par rapport à celle de 2018.

Les volumes maximaux des dix (10) dernières années ont varié entre 6,872 millions de m³ en 2010 et 8,450 millions de m³ en 2016. (Figure 1-66).

Du point de vue des volumes minimaux, le coefficient de 2019 est de 33,57 % contre 17,22 % en 2018. La situation de 2019 est excédentaire de 1,123 millions de m³ par rapport à celle de 2018.

Les volumes minimaux des dix (10) dernières années ont varié entre 646 mille m³ en 2017 et 2,455 millions de m³ en 2016. (Figure 1-65).

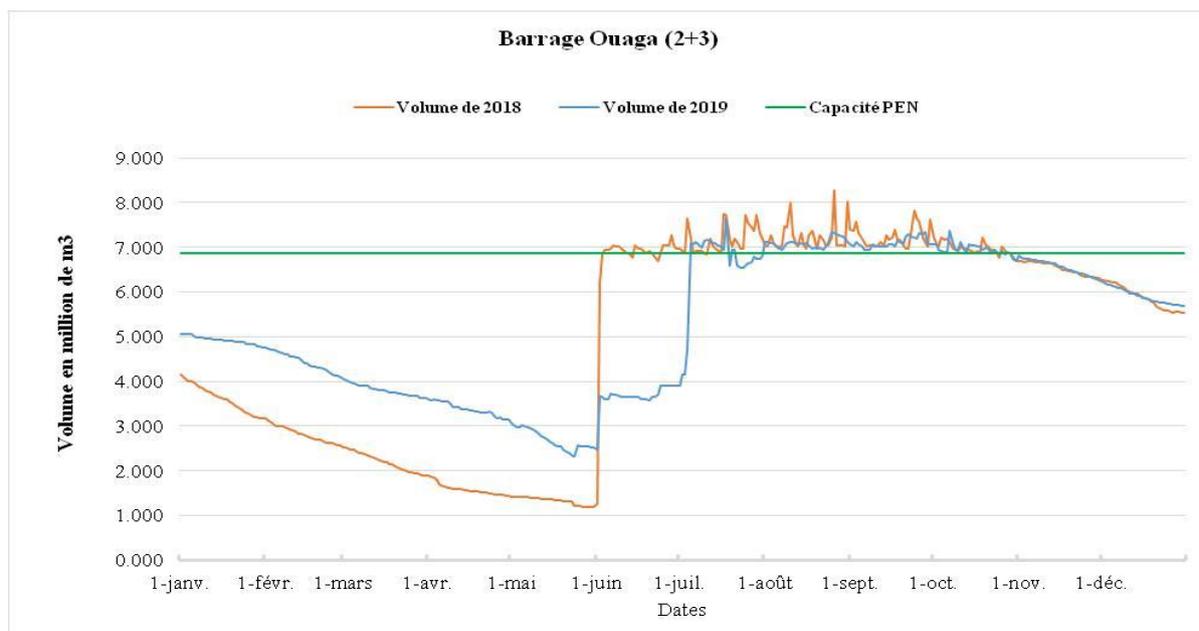


Figure 1-64: Situation de remplissage du barrage Ouaga (2+3) en 2018 et 2019

Tableau 1-21: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage Ouaga (2+3) en 2018 et 2019 (Mm³)

	2018			2019			dv 2019 - 2018 Mm ³
	Volum e (Mm ³)	Date	Coefficient de remplissag e en %	Volum e (Mm ³)	Date	Coefficient de remplissag e en %	
Volume au 1er janvier	4,154	01/01/2018	60,47	5,045	01/01/2019	73,44	0,891
Volume maximal stocké	8,275	26/08/2018	120,45	7,650	18/07/2019	111,35	-0,625
Volume minimal stocké	1,183	30 au 31/05/2018	17,22	2,306	24/05/2019	33,57	1,123
Volume au 31 décembre	5,524	31/12/2018	80,41	5,680	31/12/2019	82,68	0,156
Nombre de jours de déversement	142			102			

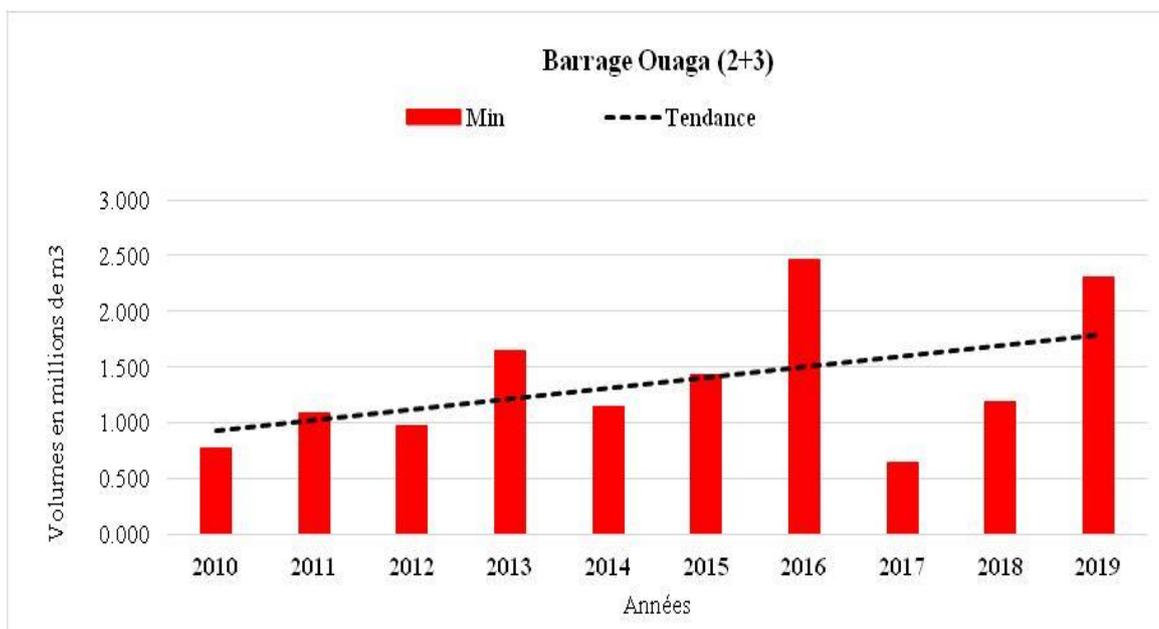


Figure 1-65: Volumes minimaux stockés au barrage Ouaga (2+3) de 2010 à 2019

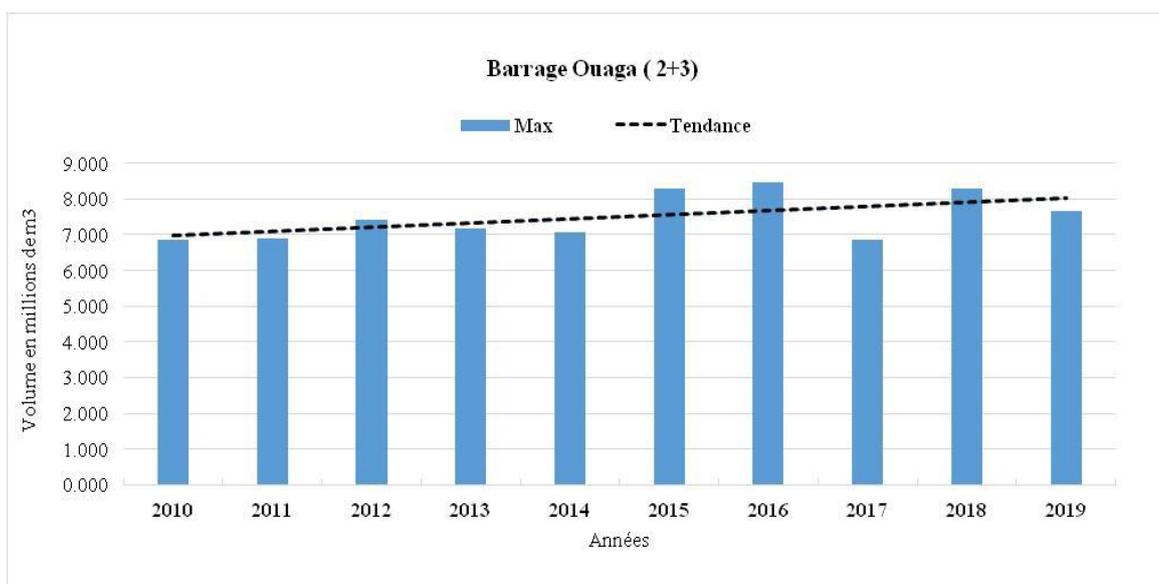


Figure 1-66: Volumes maximaux stockés au barrage Ouaga (2+3) de 2010 à 2019

IV.3.4.6 Le barrage de Ziga

a) Historique

Il est situé dans la commune de Nagréongo dans la province d'Ouhritenga. Ses coordonnées

sont en Latitude : 12°29'03,142'' Nord et en longitude : 001°03'39,832'' Ouest. Il a été mis en eau le 21 Juillet 2000. La superficie de son bassin versant est de 20 800 km² et sa capacité nominale est de 200 millions de m³ au plan d'eau normal (PEN). Il est exploité par l'ONEA pour l'alimentation en eau potable de la ville de Ouagadougou. L'exploitation du barrage a véritablement commencé à partir d'octobre 2004.

- **b) Analyse du remplissage**

Les premiers apports ont été enregistrés respectivement le 12 juillet en 2019 et le 31 mai en 2018 (Figure 1-67).

En 2019, les déversements ont débuté le 19 juillet et ont pris fin le 08 novembre avec un total de 113 jours de déversement (

Figure 1-67). En 2018, les déversements ont débuté le 12 Juillet et ont pris fin le 13 novembre avec un total de 114 jours de déversement.

Au 31 décembre 2019, le volume était de 179 millions de m³, soit 89,50 % de sa capacité au PEN contre 178 millions de m³, soit 89 % en 2018 (

Figure 1-67, Tableau 1-22).

La situation au 31 décembre 2019 est excédentaire par rapport à celle de 2018 de 1 million de m³.

Du point de vue des volumes maximaux, le coefficient de 2019 est de 126 % contre 156,50 % en 2018. La situation de 2019 est déficitaire de 61 millions de m³ par rapport à celle de 2018.

Les volumes maximaux des dix (10) dernières années ont varié entre 247 millions de m³ en 2017 et 313 millions de m³ en 2018 (Figure 1-69).

Du point de vue des volumes minimaux, le coefficient de 2019 est de 53,50 % contre 54,50 % en 2018. La situation de 2019 est déficitaire de 2 millions de m³ par rapport à celle de 2018. Les volumes minimaux des dix (10) dernières années ont varié entre 107 millions de m³ en 2019 et 123 millions de m³ en 2017 (Figure 1-68).

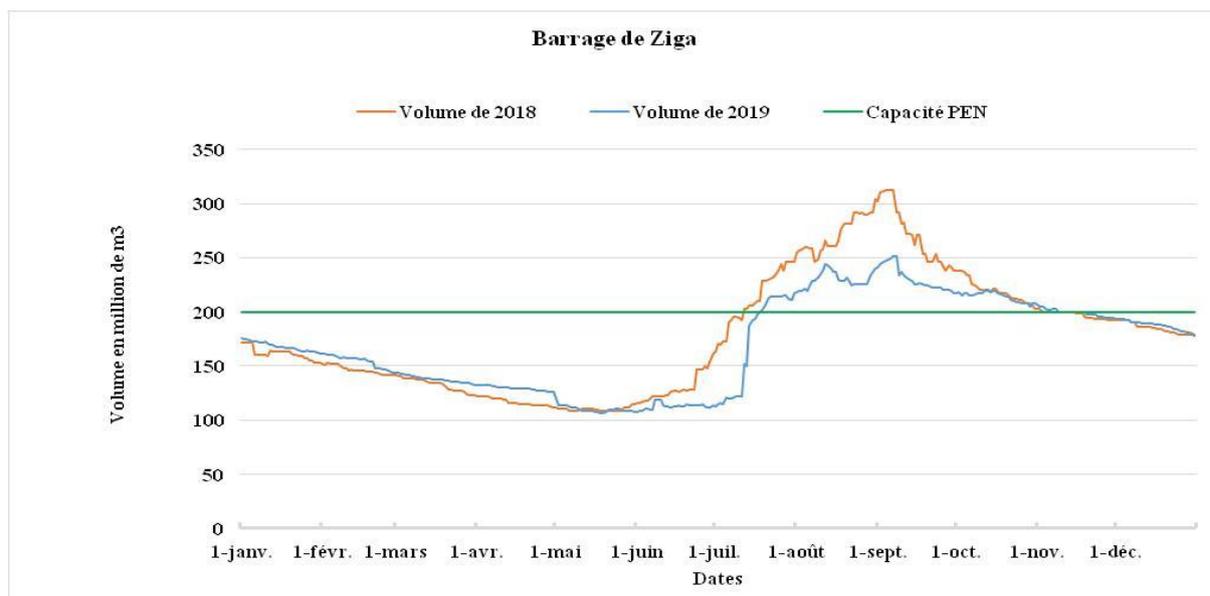


Figure 1-67: Situation de remplissage du barrage de Ziga en 2018 et 2019

Tableau 1-22: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Ziga en 2018 et 2019 (Mm3)

	2018			2019			dv 2019 - 2018 Mm3
	Volum e (Mm3)	Date	Coefficient de remplissag e en %	Volum e (Mm3)	Date	Coefficient de remplissag e en %	
Volume au 1er janvier	172	01/01/2018	86,00	176	01/01/2019	88,00	4,0
Volume maximal stocké	313	04 au 07/09/2018	156,50	252	08/09/2019	126,00	-61,0
Volume minimal stocké	109	06 au 09 /05/2018 et 16 au 26/05/2018	54,50	107	18/05 au 19/05 et 01/06/2019	53,50	-2
Volume au 31 décembre	178	31/12/2018	89,00	179	31/12/2019	89,50	1

Nombre de jours de déversement	114	113
--------------------------------	------------	------------

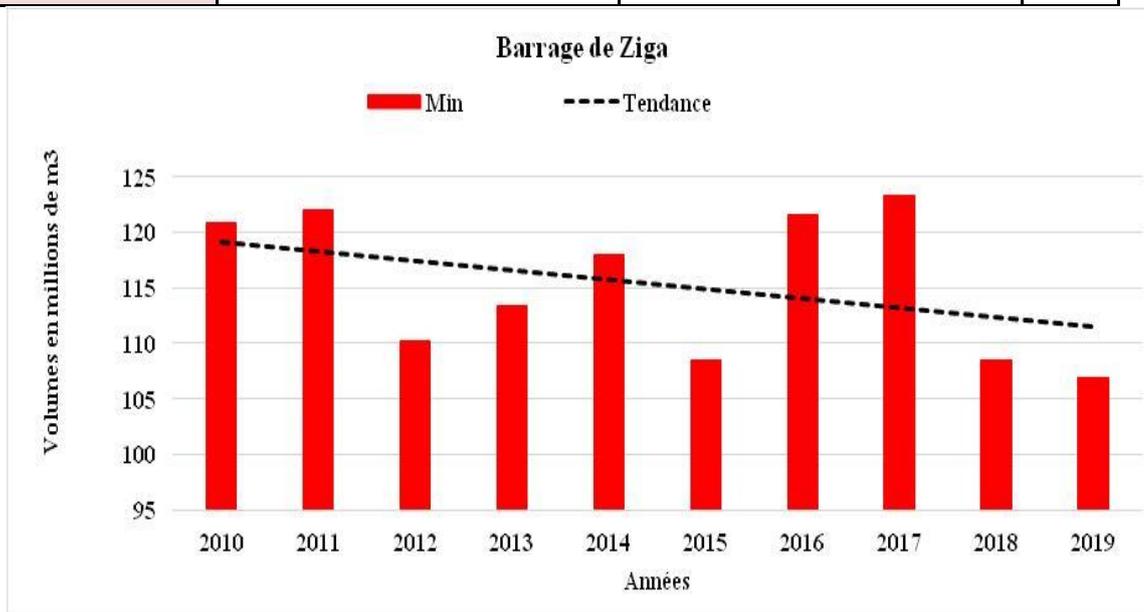


Figure 1-68: Volumes minimaux stockés au barrage de Ziga de 2010 et 2019

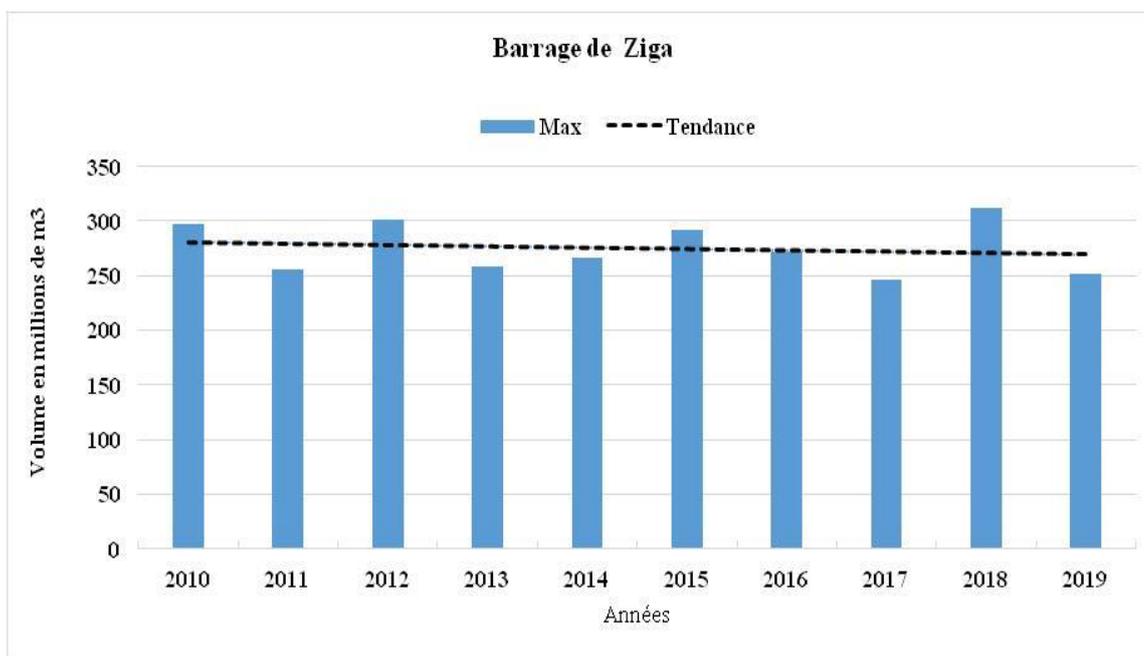


Figure 1-69: Volumes maximaux stockés au barrage de Ziga de 2010 et 2019

IV.4 Bassin du Niger

IV.4.1. Pluviométrie

Le climat du bassin national du Niger dans sa partie Nord et Nord-Est se caractérise par

l'alternance de deux saisons : la saison sèche (la plus longue) qui s'étend d'octobre à mi-juin et la saison pluvieuse qui ne dure que quatre (04) mois environ. Il est commandé par le déplacement du Front Intertropical (FIT), zone de contact entre l'air chaud et sec de Nord-Est à Est provenant de hautes pressions sahariennes (harmattan) et l'air froid et humide de Sud-Est au Sud provenant des hautes pressions océaniques de l'hémisphère Sud (mousson). Ces phénomènes schématisent de façon globale la répartition spatio-temporelle de la pluviométrie dont la moyenne interannuelle est inférieure à 600 mm ; ce qui justifie l'appartenance de ce climat au régime sahélien.

L'évaporation est importante sur le bassin, elle atteint 3 795 mm par an à Bogandé.

Les températures varient entre 18°C et 42°C (station météorologique de Dori).

Pour l'analyse de la pluviométrie, les stations météorologiques de Bogandé, de Dori et de Fada N'gourma ont été considérées.

Sur la période 1987-2019, les cumuls pluviométriques annuels ont varié entre 259,1 mm en 1987 à Dori et 1366,2 mm en 1994 à Fada N'gourma. La moyenne interannuelle de la période 1987-2019 est de 651 mm.

On observe une grande variabilité dans la répartition des pluies et une légère tendance à la hausse (Figure 1-70).

L'interprétation du graphique des indices des pluies annuelles fait apparaître une alternance d'années sèches et d'années humides (Figure 1-71) avec une prédominance d'années sèches.

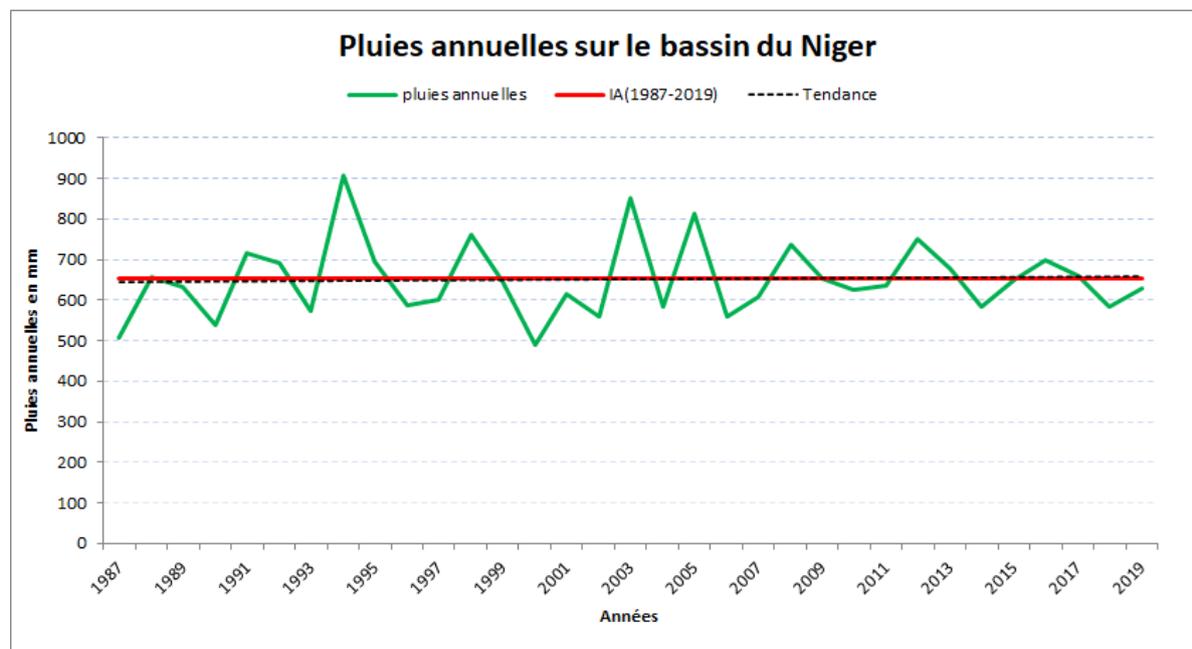


Figure 1-70: Evolution des pluies moyennes annuelles du bassin du Niger de

1987 à 2019

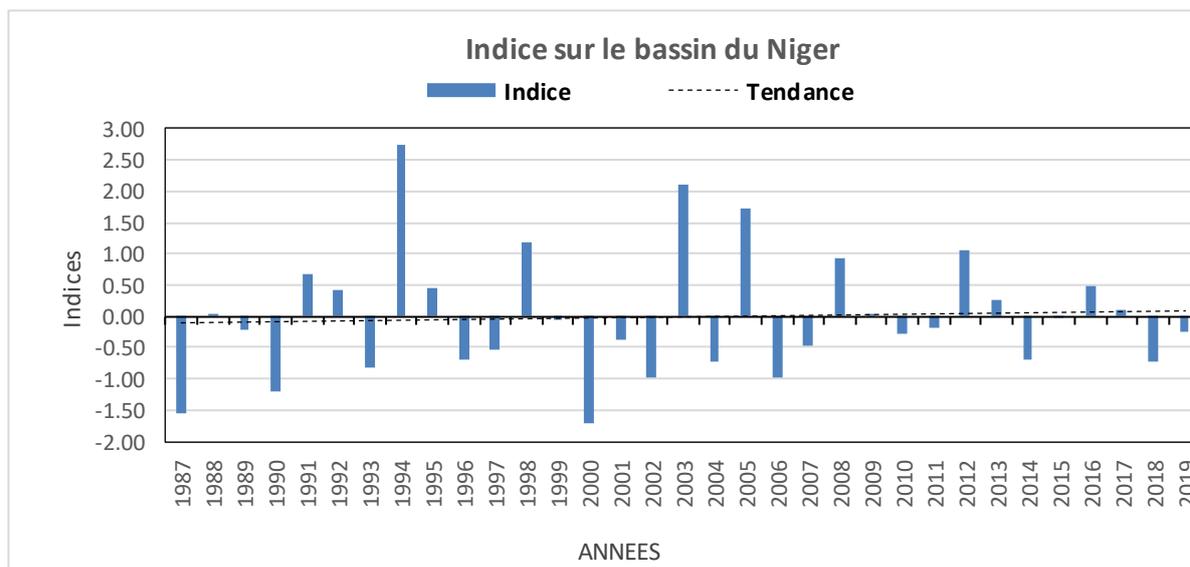


Figure 1-71: Evolution des indices des pluies moyennes annuelles du bassin du Niger de 1987 à 2019

IV.4.2 Présentation du réseau hydrométrique du bassin

Le bassin versant du Niger au Burkina Faso, couvre une superficie totale de 83 442 km². Le suivi hydrométrique de ce bassin est réalisé à partir d'un réseau de 22 stations dont 10 pour les stations à débits et 12 pour le remplissage des barrages-réservoirs (Figure 1-72). Pour les besoins de la présente publication, quatre (4) stations ont été retenues :

- deux (2) stations à débit : Le Gorouol à Koriziena et le Yali à Sebba ;
- deux (2) stations à volume : le barrage de Seytenga et celui de Diapaga.

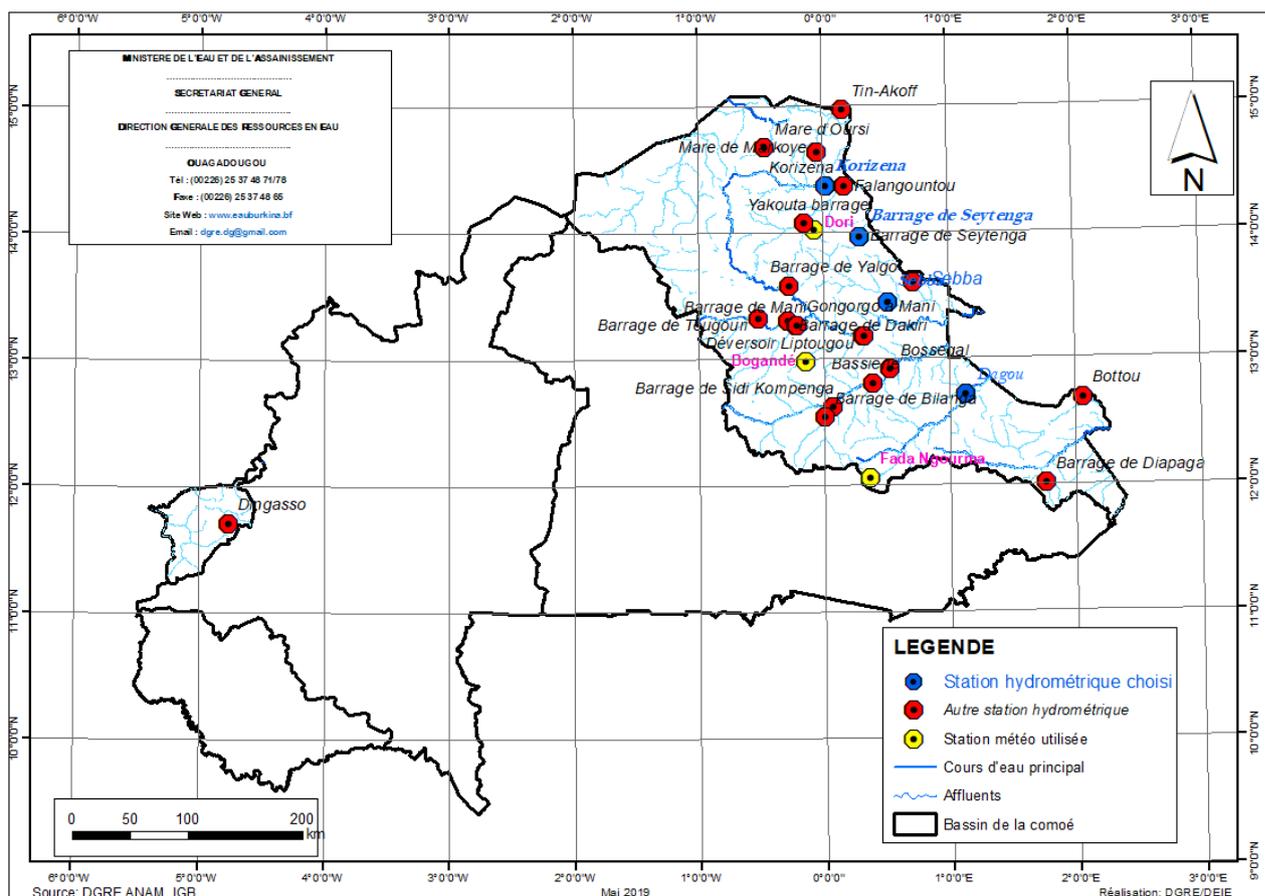


Figure 1-72: Carte du réseau hydrométrique du bassin du Niger

IV.4.3. Situation des écoulements dans le bassin

IV.4.3.1 Le Gorouol à Koriziéna

a) Caractéristiques du bassin

Code IRD	: 1201501803
Coordonnées géographique	: Latitude 14°23'41,095'' N ; Longitude 000°00'39,852''E
Bassin versant	: 2500 km ²
Date d'installation	: 1955 et réinstallation en 1984
Équipement	: batterie E0-1 à E 6-7 installée le 20/11/1984

b) Historique

La station a été installée en 1955. Le Gorouol est un sous affluent du fleuve Niger et son

bassin versant à Koriziéna est représentatif du milieu sahélien. La superficie de son sous bassin est de 2500 km². Les écoulements sont intermittents mais peuvent atteindre rapidement des valeurs exceptionnelles.

La station est réinstallée et exploitée jusqu'en 1965, lors des études hydrologiques dans la région du Nord-DORI et DJIBO entreprise par l'ORSTOM. Elle est reprise dans le réseau national en 1970.

En 1982, cette station a été exploitée pour le compte du projet Hydro-Niger (prévision des crues du fleuve Niger). La campagne a conduit à une amélioration de la courbe d'étalonnage en hautes eaux.

Le 02 juin 1984, un nouveau limnigraphe (OTT R20) a été installé.

Le 02 novembre 1984, a été implanté une nouvelle batterie d'échelle E₀₋₁ à E₆₋₇ décalée de moins 3 m par rapport à l'ancienne. Le même jour a été installé une plateforme de rassemblement des données (PRD). Ce dispositif comprend un limnigraphe à pression, un pluviomètre à auget basculeurs et une balise ARGOS assurant la transmission par satellite jusqu'à une plateforme de réception des données. L'ensemble de transmission et le limnigraphe sont abrités dans une armoire. L'énergie est fournie par des panneaux solaires couplés à une batterie.

Non fonctionnelle depuis 1992, elle a été démontée le 7 septembre 2011 lors d'une mission conjointe DGRE /ABN et remplacée par une PCD de marque SUTRON satlink appartenant au Nigeria.

En 2015, elle a été démontée et rétrocédée au Nigeria sur instruction de l'ABN. Les niveaux d'eau exploités proviennent uniquement des relevés effectués par l'observateur.

c) Jaugeages et étalonnage

De 1966 à 2010 plus d'une centaine de jaugeages ont été effectués et ont permis de tracer successivement plusieurs courbes d'étalonnage. Les différentes campagnes de jaugeage ont conduit à une amélioration de la courbe d'étalonnage en hautes eaux.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements à Koriziéna sont tributaires de la pluviométrie. Le bassin du Gorouol à Koriziéna à la station de la piste Dori-Markoye est représentatif du milieu sahélien. Les écoulements sont intermittents mais peuvent atteindre rapidement des valeurs exceptionnelles.

Les écoulements ont commencé le 13 juin 2019 et ont pris fin le 28 novembre 2019 (Figure 1-73). On note au cours de la période d'écoulement une succession de crues dont le maximum instantané de 118,8 m³/s a été observé le 08 août.

Par contre en 2018, les écoulements ont commencé le 1er juin et ont pris fin le 14 décembre (Figure 1-73) avec une succession de crues dont le maximum instantané de 81,5 m³/s a été observé le 12 août.

Le module de 2019 qui est de 5,89 m³/s correspond à un volume annuel écoulé de 185,64 millions de m³ avec une lame d'eau écoulée de 74,3 mm (Tableau 1-23).

En 2018 le module qui est de 7,85 m³/s correspond à un volume annuel écoulé de 247,55 millions de m³ avec une lame d'eau écoulée de 99,0 mm (Tableau 1-23).

Le volume annuel écoulé de 2019 comparé à celui de 2018 est déficitaire de 61,91 millions de m³.

Comparé au volume interannuel (1970-2019) écoulé qui est 129,042 millions de m³, celui de 2019 est nettement supérieur.

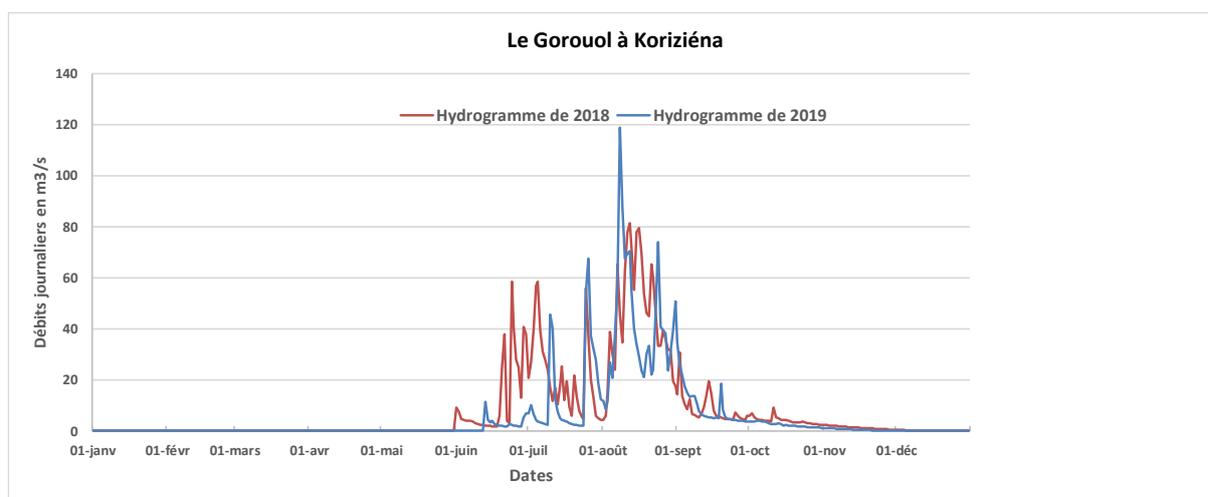


Figure 1-73: Hydrogrammes du Gorouol à Koriziéna 2018 et 2019.

La pluviométrie moyenne sur le bassin est de 570 mm en 2019 et 493,5 mm en 2018. Les coefficients d'écoulement sont de 13,03 % en 2019 et de 20,06 % en 2018.

Le coefficient d'écoulement (Ke) interannuel (1970-2019) est de 10,53 %.

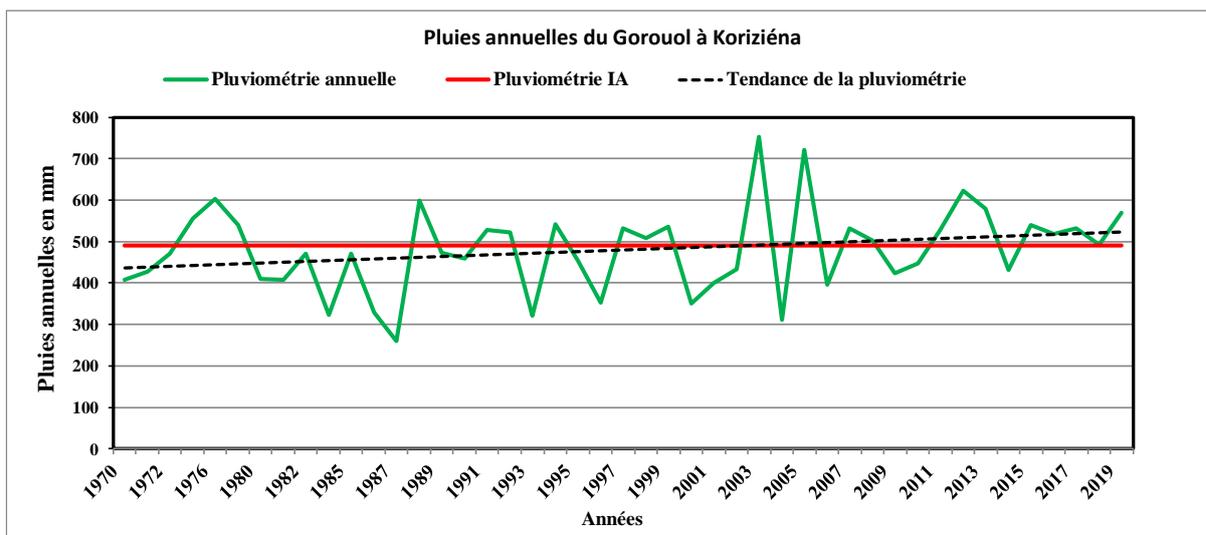


Figure 1-74: Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Niger à Koriziéna

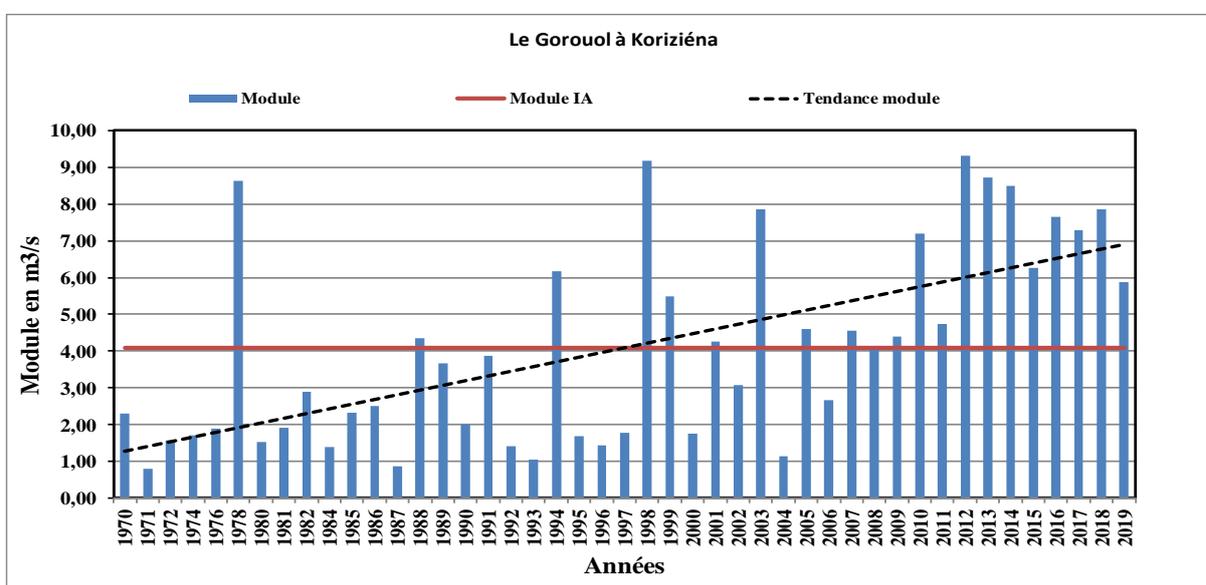


Figure 1-75: Evolution des modules du Gorouol à Koriziéna de 1970 à 2019

Tableau 1-23: Ecoulements du Gorouol à Koriziéna 2018 et 2019

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivi	Débits (m ³ /s)			Volumes écoulés (Mm ³)		
			2018	2019	IA(1970-2019)	2018	2019	IA(1970-2019)
Koriziéna	2500	45	7,85	5,89	4,09	247,55	185,64	129,042

Les modules ont varié entre 0,80 m³/s en 1971 et 9,32 m³/s en 2012. Sur le graphique de

l'évolution des modules, on observe une nette tendance à la hausse. Il faut noter que la même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels.

L'interprétation du graphique des indices des modules standardisés (Figure 1-76) fait apparaître trois périodes bien distinctes :

- une longue période sèche de 1970 à 1998 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 1999 à 2007 ;
- une période humide de 2008 à 2019.

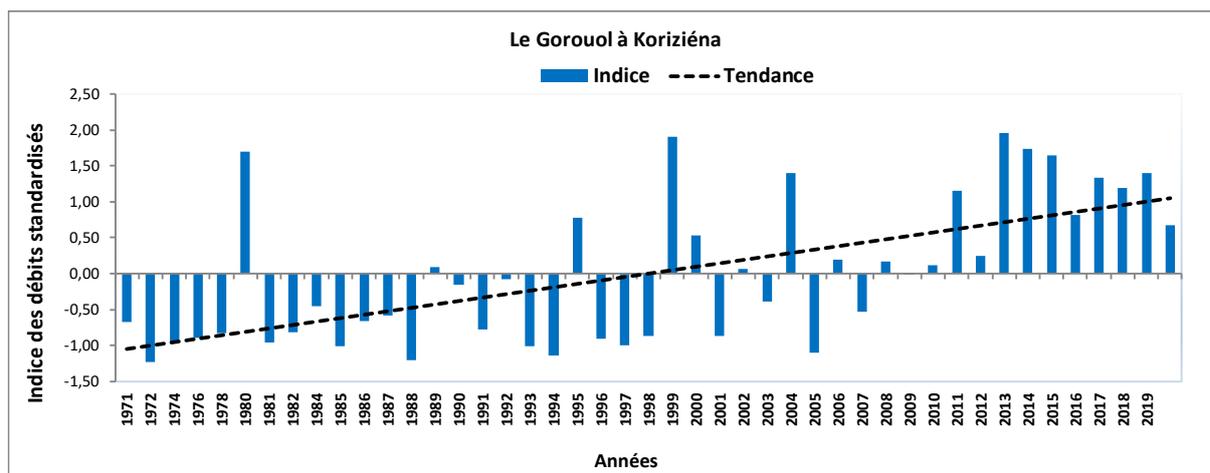


Figure 1-76: Indice des modules standardisés du Gorouol à Koriziéna

IV.4.3.2 Le Yali à Sebba

a) Caractéristiques du bassin

Code ORSTOM (IRD)	: 1201505010
Coordonnées géographiques	: Latitude 13° 26'35,649 '' N – Longitude 000° 29'42,292'' E
Bassin versant	: 2280 Km ²
Date d'installation	: Ancienne station : 28 avril 1976 – réouverture 14 mai 1981. Nouvelle station : 20 février 1985.
Équipement	: Ancienne station : Limnimètre 0-2 m en élément métriques sur IPN 80 Limnigraphe à table déroulante, réduction 1/10 : Nouvelle station : Éléments E ₀₋₁ et E ₁₋₂
Repère	: Borne SH, réinstallée le 18 juin 1981 (ancienne station)

Zéro de l'échelle	: 1,175 m à partir de 1981 (ancienne station). En 2016 une nouvelle borne a été installée en rive gauche sous un baobab situé à gauche de la voie qui mène à la station. Il faut préciser que le zéro de l'échelle n'a pas changé.
-------------------	---

b) Historique

Le bassin versant du Yali à Sebba couvre une superficie de 2280 km². La première station a été installée par l'ORSTOM pour les besoins du programme de lutte contre l'onchocercose. Les échelles sont restées sans observations régulières jusqu'en mai 1981 au moment de l'installation du limnigraphe à proximité des échelles.

Le 20 février 1985, il a été installé une nouvelle station à 5 km en aval de l'ancienne. La batterie d'échelles est composée de deux éléments E₀₋₁ et E₁₋₂.

Le 21 Février 1986 une borne a été installée en rive droite, à 1,5 km environ de la station, près de la route allant à Liptougou, afin de caler l'échelle à la nouvelle station.

La station est située en rive gauche près de Sebba, au droit du poste administratif.

Le terrain environnant est plat de sorte que le lit est peu marqué. Il est encombré d'arbres entre lesquels serpentent les chenaux mineurs ; la section n'est pas propice aux jaugeages. Un nouveau pont est construit en amont de la station sur la route Sebba Liptougou. Il serait souhaitable de déplacer la station sur ce pont.

c) Jaugeages et étalonnages

Une vingtaine (20) de jaugeages ont été exécutés entre 1976 et 2014. L'accès à la station est difficile en saison des pluies dans la mesure où les routes qui y mènent sont impraticables.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements à Sebba sont tributaires de la pluviométrie.

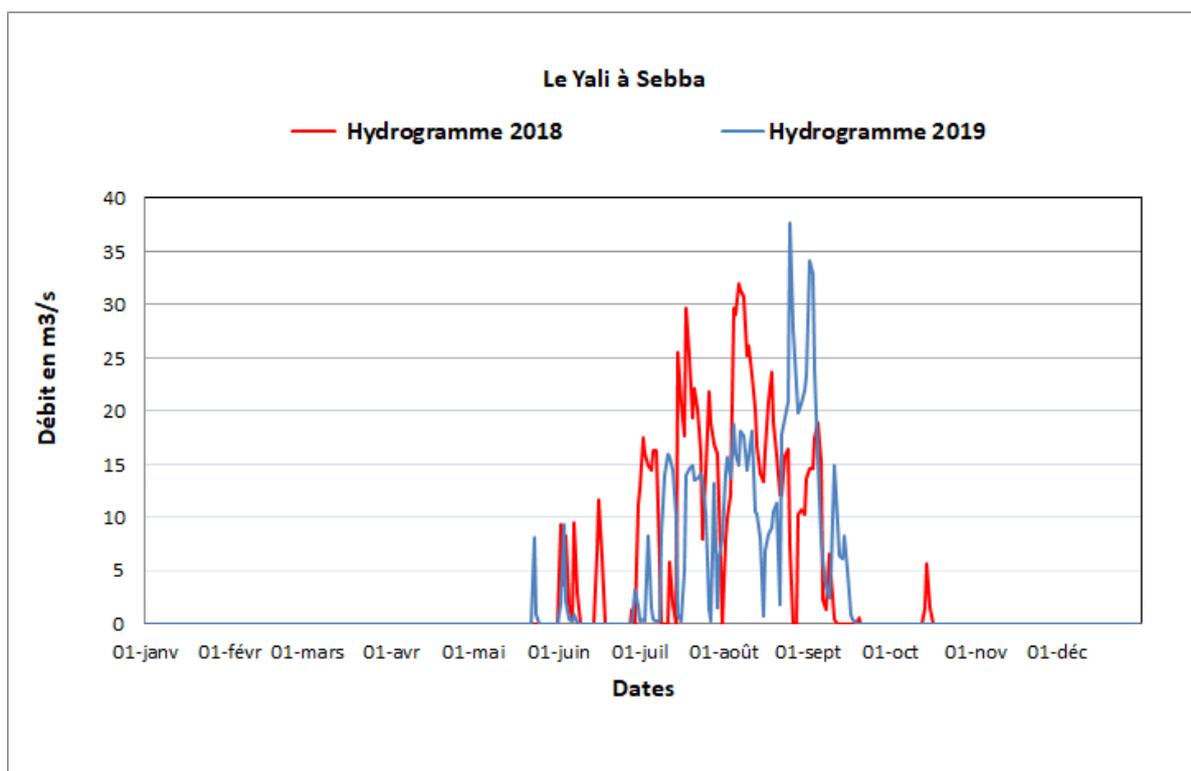


Figure 1-77: Hydrogrammes du Yali à Sebba 2018 et 2019

Les écoulements sont intermittents mais peuvent atteindre rapidement des valeurs exceptionnelles.

Ils ont commencé le 23 Mai 2019 et ont pris fin le 20 Septembre 2019 (Figure 1-77). On note au cours de la période d'écoulement une succession de crues dont le maximum instantané de $37,7 \text{ m}^3/\text{s}$ a été observé le 25 août.

Par contre en 2018, les écoulements ont commencé le 2 Juin et ont pris fin le 15 Octobre (Figure 1-77). On note au cours de la période d'écoulement une succession de crues dont le maximum instantané de $32,0 \text{ m}^3/\text{s}$ a été observé le 6 Août.

Le module de 2019 qui est de $2,56 \text{ m}^3/\text{s}$ correspond à un volume annuel écoulé de 81 millions de m^3 et à une lame d'eau écoulée de 35,4 mm (Tableau 1-24). En 2018, le module était de $3,10 \text{ m}^3/\text{s}$ pour un volume de 97,66 millions de m^3 correspondant à une lame écoulée de 42,8 mm (Tableau 1-24).

Le volume annuel écoulé de 2019 comparé à celui de 2018 est déficitaire de 16,66 millions de m^3 .

La pluviométrie moyenne sur le bassin est de 570 mm en 2019 et de 493,5 mm en 2018. Les coefficients d'écoulement sont de 6,21% en 2019 et de 8,68% en 2018. Le coefficient d'écoulement (K_e) interannuel (1982-2019) est de 8,13 %.

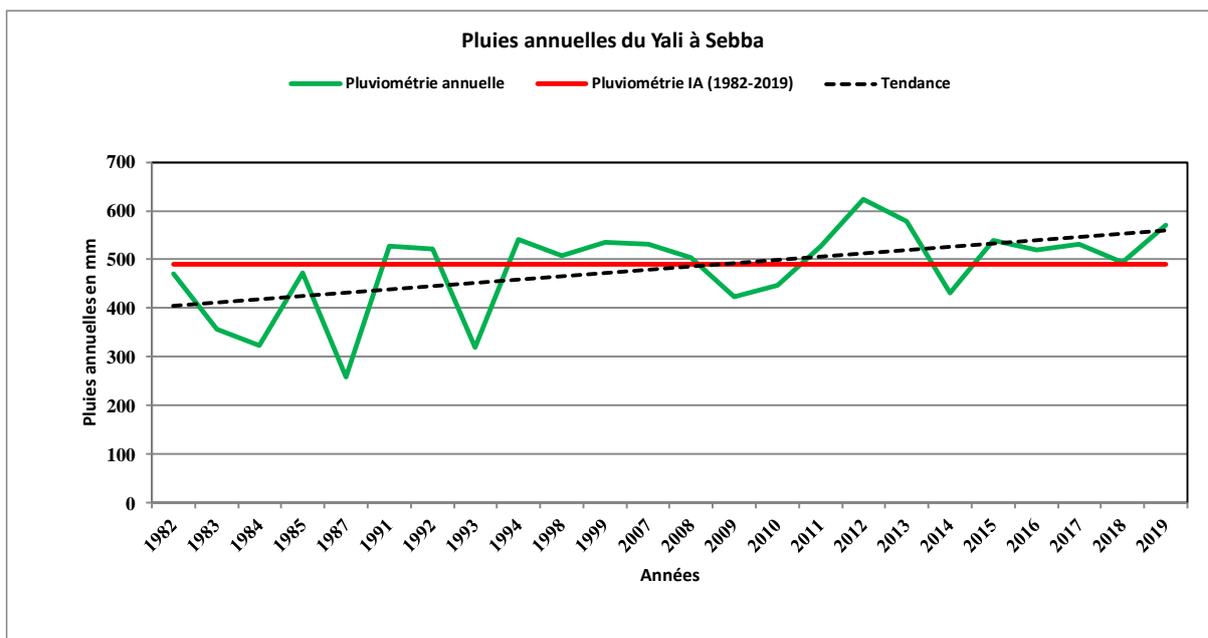


Figure 1-78: Pluies moyennes annuelles du bassin du Yali à Sebba de 1982 à 2019

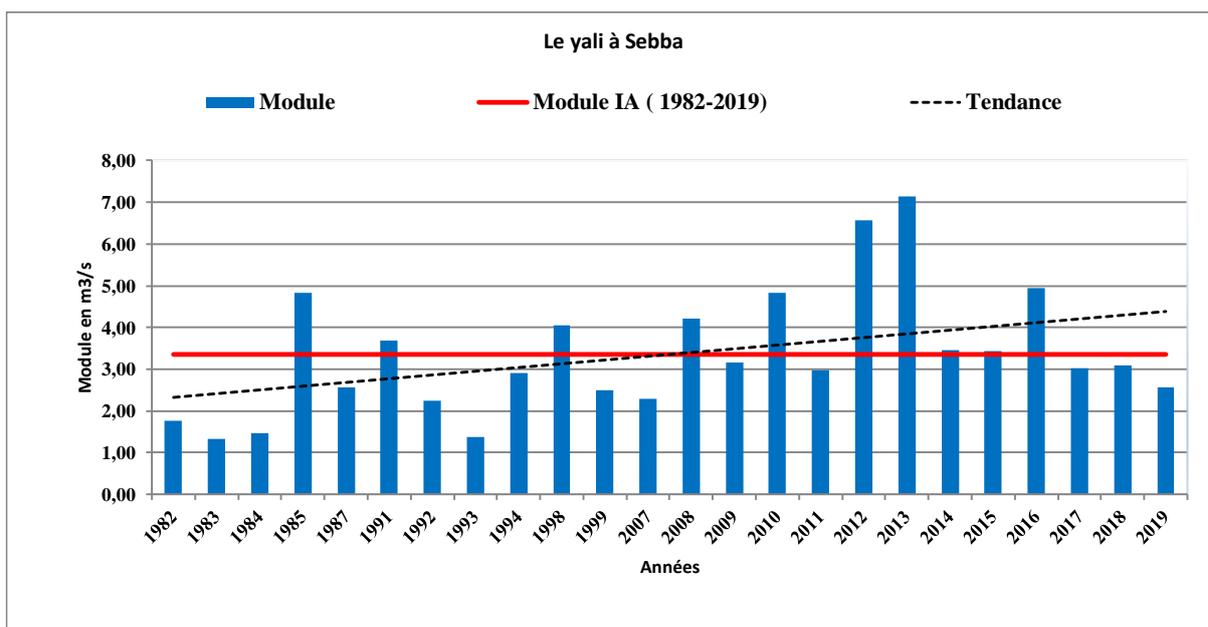


Figure 1-79: Evolution des modules (1982 à 2019) du Yali à Sebba

Tableau 1-24: Ecoulements du Yali à Sebba

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivi	Débits (m ³ /s)			Volumés écoulés (Mm ³)		
			2018	2019	IA(1982-2019)	2018	2019	IA(1982-2019)
Sebba	2280	24	3,10	2,56	3,35	97,66	81	106

Les modules ont varié entre 1,34 m³/s en 1983 et 7,14 m³/s en 2013.

Sur le graphique de l'évolution des modules, on observe une nette tendance à la hausse. Il faut noter que la même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels.

L'étude des indices des modules standardisés (Figure 1-80), fait apparaître quatre (4) périodes bien distinctes :

- une longue période sèche de 1982 à 2007 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 2008 à 2011 ;
- une période humide de 2012 à 2016;
- une période sèche de 2017 à 2019.

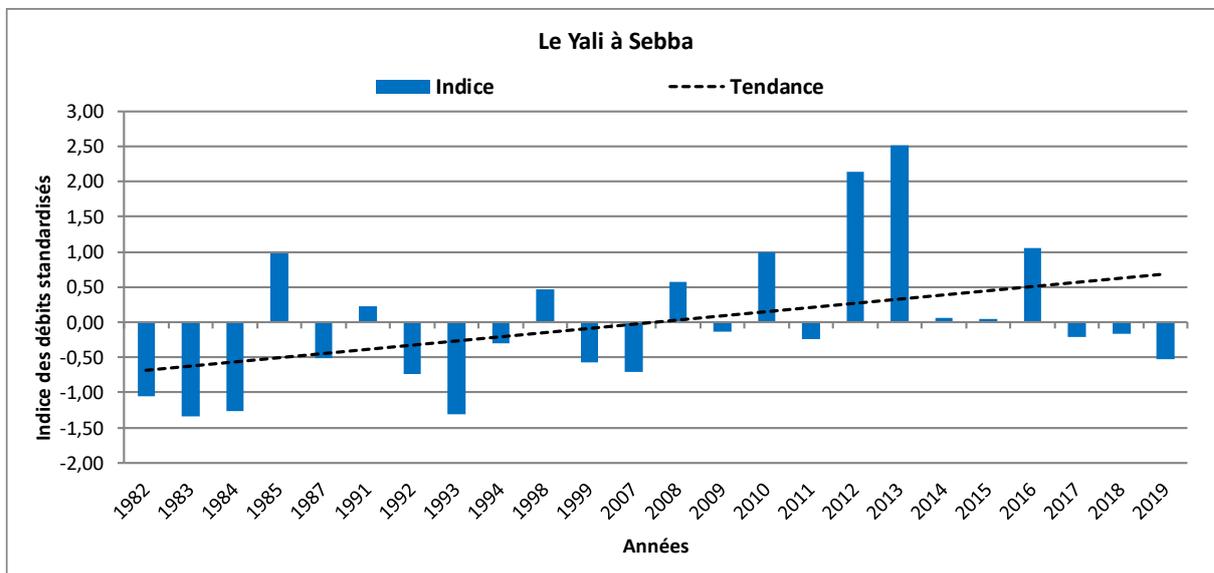


Figure 1-80: Evolution des indices des modules standardisés du Yali à Sebba

IV.4.4 Situation du remplissage des retenues d'eau témoins

IV.4.4.1 Le barrage de la Tapoa à Diapaga

a) Historique

Le barrage de la Tapoa à Diapaga est un ouvrage à vocation agropastorale. La superficie de son bassin versant est de 2 374 km² et sa capacité au Plan d'Eau Normal (PEN) est de 13,23 Mm³. La longueur digue plus déversoir fait 920 m, (la longueur du déversoir est de 246 m). La superficie du PEN est de 1 322 ha. Les échelles pour le suivi des hauteurs d'eau ont été installées en 1984 et les lectures sont faites depuis par un observateur d'échelle.

Dans le cadre de l'exécution des activités du Projet GIRE2_Niger HYCOS_ DGRE, une mission de la DGRE a sélectionné en décembre 2013 dans le bassin du Niger au Burkina, un certain nombre de stations favorables à l'installation des nouveaux équipements. Ces nouveaux équipements qui sont des enregistreurs automatiques numériques devraient permettre dès leur installation de renforcer et de moderniser le réseau de suivi hydrométrique dans le bassin du Niger au Burkina.

Ainsi, du 11 au 20 juin 2014 une mission conjointe DGRE / ABN s'est déroulée dans la Région de l'Est du Burkina et a installé deux (02) enregistreurs automatiques respectivement sur les barrages de la Tapoa à Diapaga et de la Sirba à Bilanga.

La plateforme a fonctionné mais en 2015, le barrage de la Tapoa à Diapaga a été réfectionné. L'échelle hydrométrique et le Nimbus ont été désinstallés à cet effet. Après les travaux, une nouvelle batterie d'échelle a été réinstallée avec une nouvelle borne. La borne hydrologique (SH) se trouve à 4 373 mm au-dessus du zéro de l'échelle. Elle est située sur la digue en rive droite. Cependant l'enregistreur automatique n'a pas été réinstallé.

b) Analyse du remplissage

Le 1^{er} janvier 2019, le volume qui était de 10,05 millions de m³ a diminué jusqu'à un minimum de 2,88 millions de m³ le 31 mai 2019. Les premiers apports ont été enregistrés le 1^{er} juin en 2019 et le 11 mai en 2018. Le barrage a déversé pendant 45 jours en 2019 et 48 jours en 2018.

Au 31 décembre 2019, le volume était de 10,12 millions de m³, soit 76,53 % de sa capacité maximale contre 10,05 millions de m³, soit 75,95 % de sa capacité maximale en 2018. La situation au 31 décembre 2019 est légèrement excédentaire par rapport à celle de 2018 (Figure 1-81, Tableau 1-25).

Pour les volumes maximaux, le coefficient de remplissage de 2019 est de 114 % contre 112,09 % en 2018 (Figure 1-82).

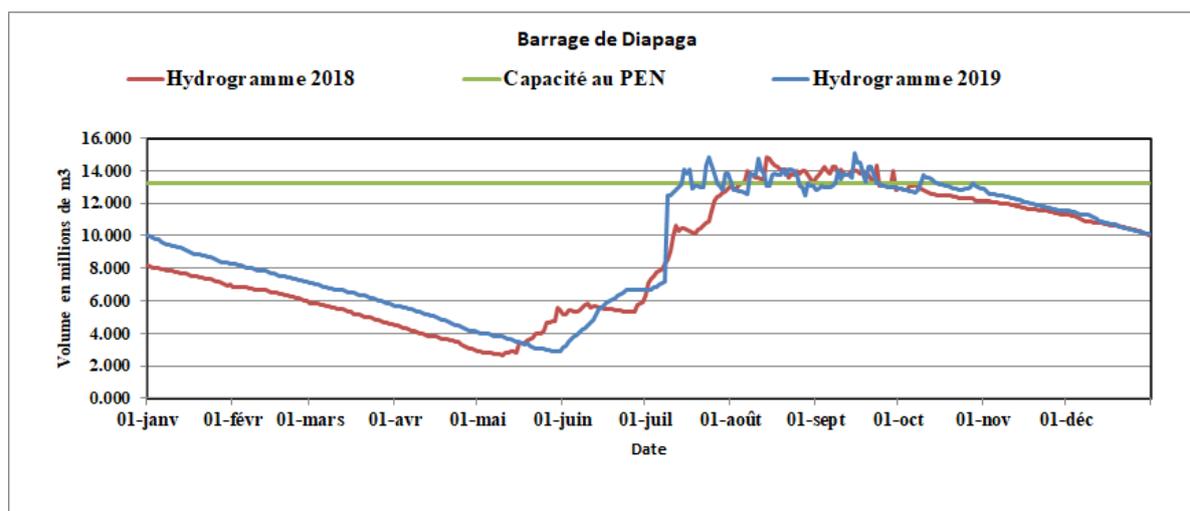


Figure 1-81: Situation de remplissage du barrage de la Tapoa à Diapaga

Tableau 1-25: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de la Tapoa à Diapaga en 2017 et 2018 (Mm³)

	2018			2019			Ecart 2019-2018 en millions de m ³
	Volumes stockés en millions de m ³	Date	Coefficient de remplissage %	Volumes stockés en millions de m ³	Date	Coefficient de remplissage %	
Volume au 1er janvier	8,15	01/01/2018	61,62	10,05	01/01/2019	75,95	1,895
Volume maximal annuel	14,83	23/07/2018	112,09	15,08	15/09/2019	114,00	0,252
Volume minimal annuel	2,661	29 au 30/05/2018	20,11	2,88	30 - 31/05/2019	21,73	0,215
Volume au 31 décembre	10,05	31/12/2018	75,95	10,12	31/12/2019	76,53	0,077
Nbre de jours de déversement	48			45			

Le graphique (Figure 1-82) présente une chronique des remplissages maximaux de 2010 à

2019.

Le graphique (Figure 1-83) représente une chronique des volumes des plus basses eaux de 2010 à 2019. Ces volumes ont varié entre 2,24 Millions de m³ en 2015 et 4,45 Millions de m³ en 2013.

Sur les dix (10) dernières années, on note une tendance constante pour les maximaux et une baisse pour les minimaux. (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et Figure 1-83).

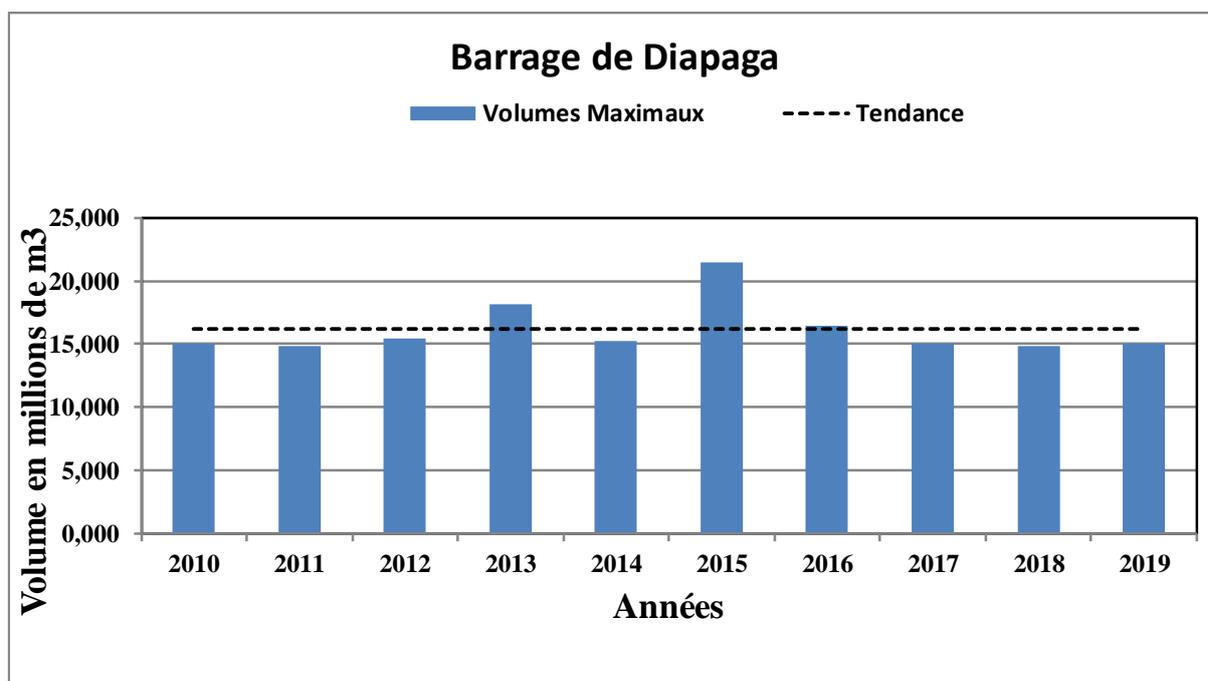


Figure 1-82: Volumes maximaux stockés au barrage de Diapaga de 2010 à 2019

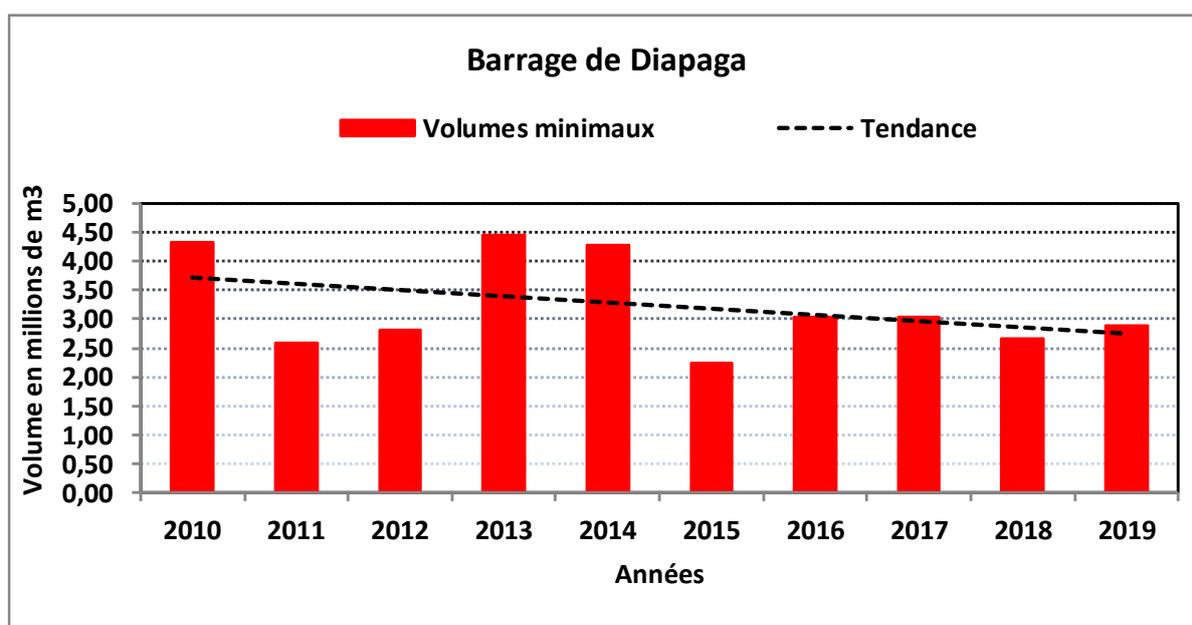


Figure 1-83: Volumes minimaux stockés au barrage de Diapaga de 2010 à 2019

IV.4.4.2. Le barrage de Seytenga

a) Historique

Le barrage de Seytenga a été construit en 1978. La superficie du bassin versant est de 390 km². C'est un barrage aux fins de consommation humaine, pastorale et agricole. La capacité du plan d'eau normal est de 7,3 millions m³ pour une superficie de 520,66 ha. La bathymétrie du réservoir a été faite par l'O.N.B.A.H en 1989 au profit de la DIRH dans le cadre de l'exécution du projet PNUD/BKF/88/002.

a) Analyse du remplissage

Le 1er janvier 2019, le volume qui était de 4,12 millions de m³ a diminué jusqu'à un minimal de 1,805 millions de m³ le 31 mai 2019 (Figure 1-84, Tableau 1-26). Les premiers apports ont été enregistrés les 1ers juin 2019 et 2018. Le barrage a déversé pendant 89 jours en 2019 et 97 jours en 2018.

Au 31 décembre 2019, le volume était de 3,75 millions de m³, soit 51,37% de sa capacité contre 4,16 millions de m³, soit 56,99 % de sa capacité en 2018. La situation au 31 décembre 2019 est jugée déficitaire par rapport à celle de 2018.

Le volume maximal enregistré en 2019 est de 13,627 millions de m³ avec un coefficient de remplissage de 186,68 % contre un volume de 14,08 millions de m³ en 2018 avec un coefficient de remplissage de 192,89%.

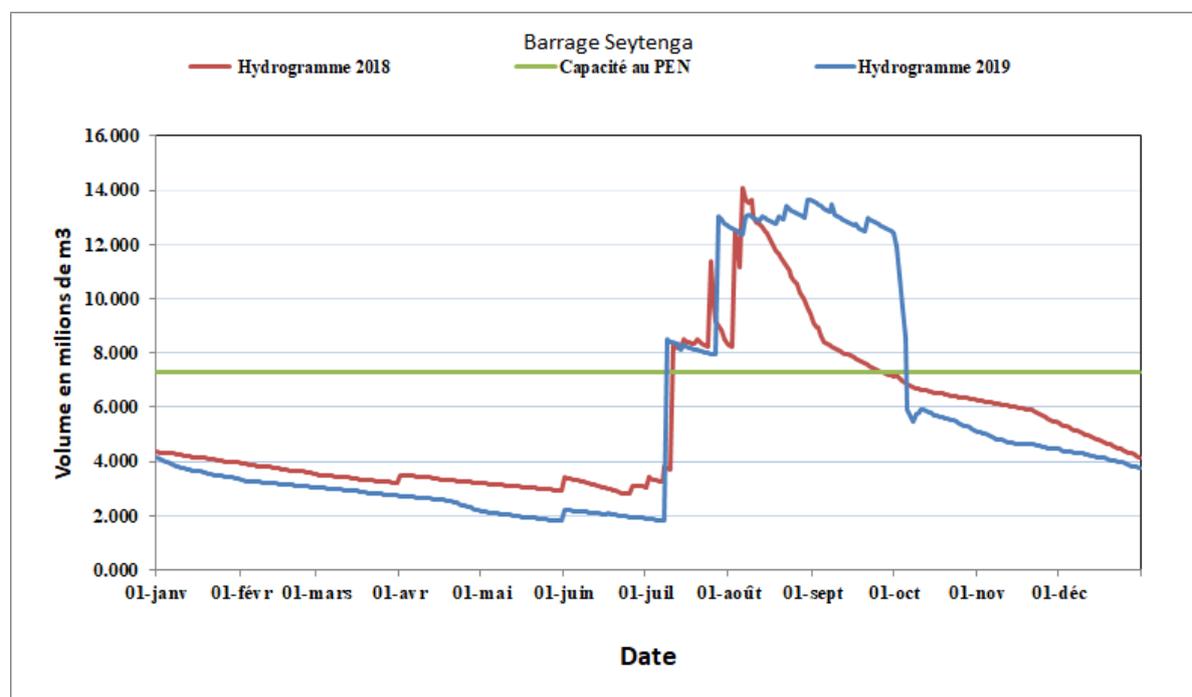


Figure 1-84: Situation de remplissage du barrage de Seytenga 2017 et 2019

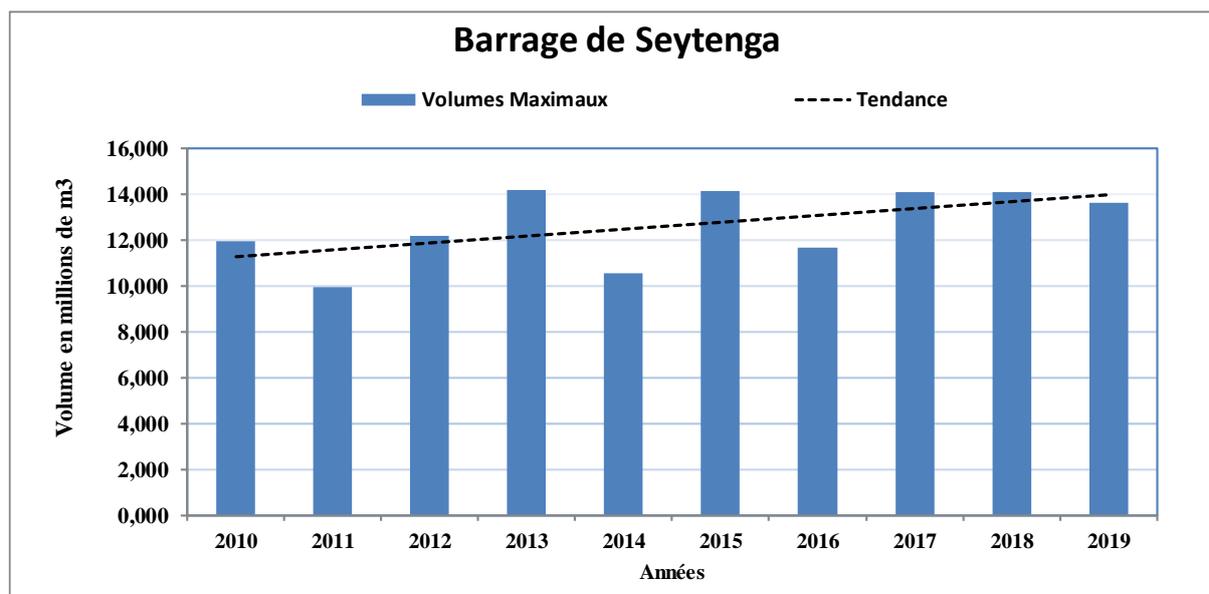
Tableau 1-26: Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Seytenga en 2017 et 2019

	2018			2019			Ecart 2019-2018 en millions de m ³
	Volumes stockés en millions de m ³	Date	Coefficient de remplissage %	Volumes stockés en millions de m ³	Date	Coefficient de remplissage %	
Volume au 1er janvier	4,37	01/01/2018	59,86	4,12	01/01/2019	56,47	-0,248
Volume maximal annuel	14,08	06/08//2018	192,89	13,63	30-31/08//2019	186,68	-0,453
Volume minimal annuel	2,81	23au 25/06//2018	38,49	1,80	30-31/05/2019	24,73	-1,005
Volume au 31 décembre	4,16	31/12//2018	56,99	3,75	31/12//2019	51,37	-0,410
Nbre de jours de déversement	97			89			

Les

graphiques

(



Figure

1-85,

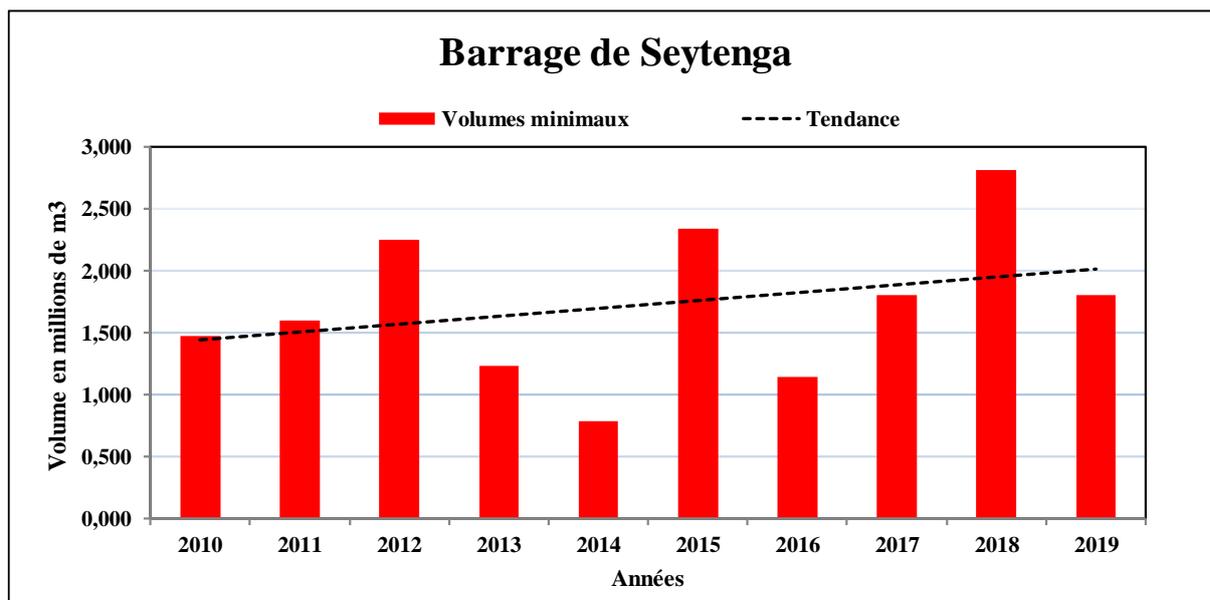


Figure 1-86) présentent respectivement des chroniques des volumes maximaux et minimaux de 2010 à 2019. Les tendances des volumes sont à la hausse sur les 10 dernières années.

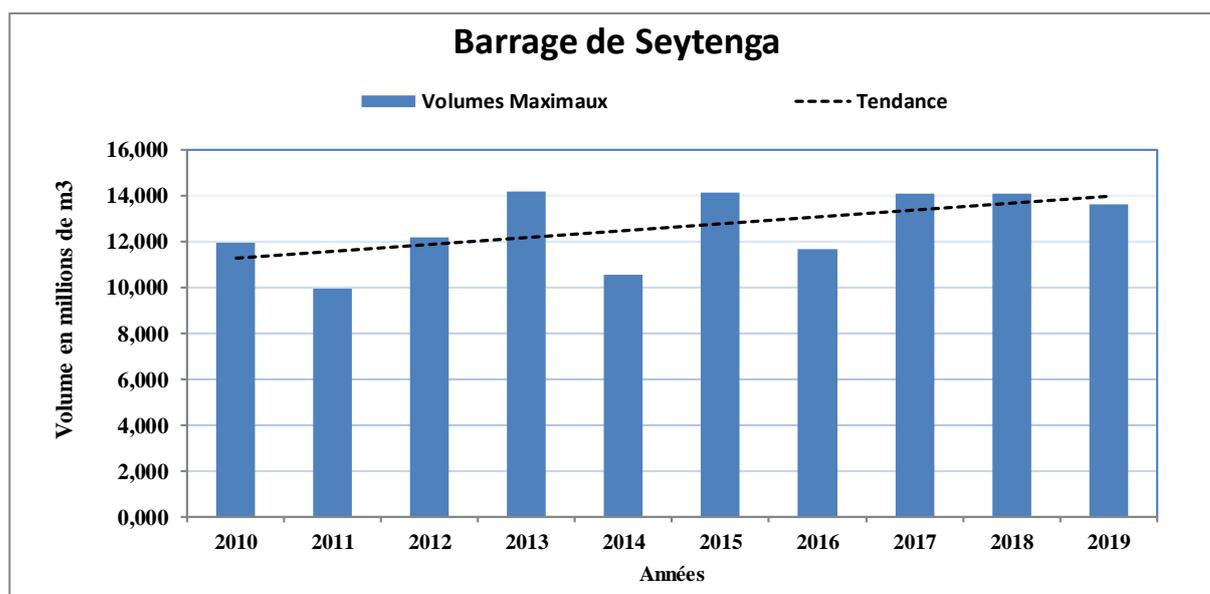


Figure 1-85: Volumes maximaux du barrage de Seytenga

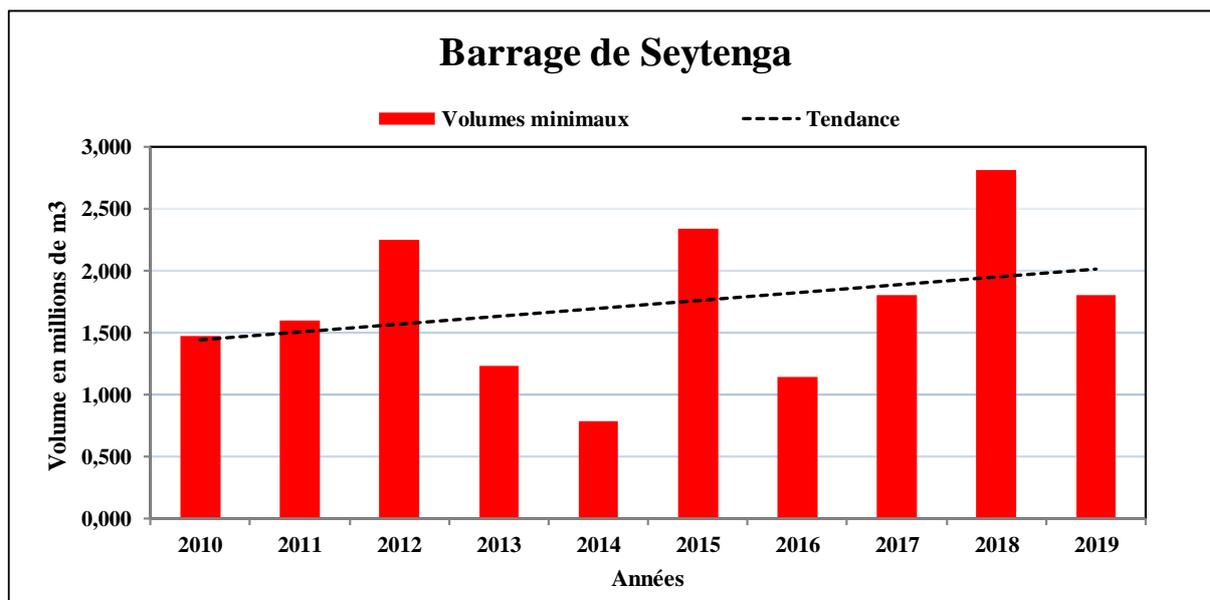


Figure 1-86: Volumes minimaux du barrage de Seytenga

Caractéristiques hydrologiques

Pour la compréhension des caractéristiques hydrologique (Tableau 1-27), il importe de faire connaissance des terminologies suivantes :

le débit moyen annuel Q (m^3/s) = $\frac{\sum Q_j}{365}$; avec Q_j le débit journalier enregistré au jour j .

le débit moyen interannuel Q_{IA} (m^3/s) = $\frac{\sum Q_i}{N}$; avec N le nombre d'années de la série de données Q_i le module à l'année i

le volume moyen annuel V (m^3) = $Q \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600$.

la lame d'eau annuelle écoulée à un exutoire :

$$Le \text{ (mm)} = \frac{1000 \cdot V(m^3)}{\text{Surface du bassin (m}^2\text{)}}$$

le coefficient d'écoulement ke (%) = $\frac{100 \cdot Le}{\text{pluie moyenne annuelle (mm)}}$

l'indice de débits standardisés est donné par $I_Q = (Q_i - Q_{IA}) / \sigma$ si $I_Q < 0$, l'année est dite sèche , elle est humide dans le cas où $I_Q > 0$;

L'indice des pluies standardisés $I_P = (P_i - P_{IA}) / \sigma$;

L'hydraulicité est donnée par $H = Q_i / Q_{IA}$ si $H < 1$ l'année est mauvaise (sèche) , bonne (humide) dans le cas contraire , si $H = 1$ l'année est normale.

Tableau 1-27: Tableau de synthèse des Caractéristiques hydrologiques

Cours d'eau	Station	Superficie du Bassin Versant (Km ²)	Nombre d'années	Débits (m ³ /s)			Hydraulicité de 2019	Volumes écoulés (Mm ³)			Lames d'eau écoulées (mm)			Coefficients d'écoulement Ke (%)		
				2018	2019	IA		2018	2019	MIA	2018	2019	IA	2018	2019	IA
COMOE	Folonz	9480	48	61,8	46,0	22,5	2,04	1947,8	1450,2	710,7	205,5	153,0	75,0	15,4	12,86	6,74
LERABA	Yendere	5930	60	68,7	40,9	30,2	1,35	2167,3	1289,2	952,4	365,5	217,4	160,6	27,4	18,27	14,90
MOUHOUN	Samendeni	4580	65	13,7	14,4	14,8	0,97	432,04	454,12	466,73	94,3	99,2	101,9	7,2	7,4	9,7
MOUHOUN	Boromo	58000	65	69,1	51,2	35,6	1,44	2179,14	1614,64	1122,68	37,6	27,8	19,4	3,6	2,6	2,1
MOUHOUN	Dapola	70000	65	192	172	102	1,69	6054,91	5424,19	3216,67	86,5	77,5	46,0	7,6	7,3	4,8
NAKANBE	Rambo	2375	36	5,07	1,88	1,76	1,07	159,9	59,29	55,5	67,32	24,96	23,39	7,26	3,36	3,4
NAZINON	Ziou	10700	50	20,2	14,54	14,01	1,04	636,7	458,5	442,1	59,51	42,85	41,32	6,34	4,52	4,8
GOROUOL	Koriziéna	2500	45	7,85	5,89	4,09	1,44	247,55	185,64	129,042	99,02	74,26	51,62	20,06	13,03	10,53
YALI	Sebba	2280	24	3,10	2,56	3,35	0,76	97,66	81	106	42,8	35,4	46,4	8,68	6,24	8,13

Conclusion partielle

Par rapport à la moyenne interannuelle, l'année hydrologique 2019 a été marquée par des écoulements excédentaires sur la majeure partie des bassins à l'exception des stations du Mouhoun à Samendeni et du Yali à Sébba.

Par rapport à l'année hydrologique 2018, les écoulements de 2019 sont déficitaires sur l'ensemble des bassins à l'exception de la station de Samendeni dans le bassin du Mouhoun.

L'analyse de l'évolution historique des ressources en eau au niveau des quatre bassins versants nationaux fait ressortir que :

Pour le bassin de la Comoé, l'écoulement de l'année 2019 a été nettement déficitaire par rapport celui de 2018. L'évolution historique est variable d'une station à l'autre. A la station de Yendéré sur la Léraba de 1960 à 2019 on note une tendance générale à la baisse des modules. Tandis qu'une très légère tendance à la baisse est observée pour les cumuls pluviométriques sur la même période. Par contre à Folonzo, une tendance à la hausse des modules est observée de 1970 à 2019. Cependant une légère tendance à la hausse est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels. Le stock cumulé des barrages pour l'année 2019 est excédentaire à celui de 2018 avec un excédent de 179 mille m³.

Dans le bassin du Mouhoun, on note pour les cumuls pluviométriques annuels sur la période 1955-2019 une tendance à la baisse sur l'ensemble des bassins des stations de Samendeni, Boromo et Dapola. Par contre, les modules affichent de 1955 à 2019 des tendances diverses du Mouhoun supérieur au Mouhoun inférieur ; au niveau de Samendeni la tendance est à la baisse, constante à Boromo et à la hausse à Dapola. Au niveau du barrage du Sourou à Yaran, sur les dix dernières années 2010-2019, l'année 2018 a enregistré le plus grand remplissage.

Pour le bassin du Nakanbé, sur la période d'observation de 1983-2019 à Rambo, les modules ont varié entre 0,30 m³/s en 1995 et 5,07 m³/s en 2018 avec une tendance au hausse. A Ziou de 1963 à 2019, les modules ont varié entre 3,23 m³/s en 1984 et 33,2 m³/s en 1994 avec une légère tendance à la baisse.

Pour le bassin du Niger, sur la période d'observation de 1970-2019 à Koriziéna. Les modules ont varié entre 0,80 m³/s en 1971 et 9,32 m³/s en 2012. A Sébba de 1982 à 2019, les modules ont varié entre 1,34 m³/s en 1983 et 7,14 m³/s en 2013. On note sur la même période une nette tendance à la hausse des modules sur les deux stations.

PARTIE 2 : HYDROGEOLOGIE

I. Introduction

La présente partie de ce document donne par ensemble géologique une situation du niveau des nappes d'eau en 2019 au Burkina Faso. Les résultats présentés sont issus de l'analyse des données collectées sur le Réseau Piézométrique National (RPN). Ce réseau a été mis en place depuis environ quatre décennies, afin d'assurer la surveillance qualitative et quantitative des nappes à travers des mesures de niveau statique (NS) et des mesures de paramètres de qualité des eaux.

Le Réseau Piézométrique National est composé d'un ensemble de piézomètres repartis sur l'ensemble du pays sur lesquels des mesures sont faites périodiquement.

Les informations collectées sur ce réseau servent entre autres à :

- Suivre l'évolution annuelle et interannuelle des niveaux des nappes dans le milieu naturel ;
- Constituer des chroniques de données continues pour déterminer sur une longue période des « **valeurs caractéristiques** » des aquifères ;
- Détecter le cas échéant d'éventuels signes de surexploitation ou déterminer les aquifères où les actions prioritaires sont à engager ;
- Examiner l'impact des changements climatiques sur les aquifères ;
- Fournir des informations adaptées et fiables aux décideurs et aux usagers sur l'état de la ressource.

Le présent module traite de l'évolution annuelle du niveau des nappes en mettant un accent particulier sur la situation de l'année 2019. Cette situation est comparée à celle des années précédentes. Aussi, un rapprochement a été effectué entre la variation de la pluviométrie et celle de la piézométrie afin d'apprécier les liens spécifiques entre pluie et niveau de la nappe.

Cette partie est articulée de la manière suivante :

- contexte géologique et hydrogéologique ;
- présentation du réseau piézométrique national ;
- situation du suivi piézométrique par ensemble aquifère.

II. Contexte géologique et hydrogéologique du Burkina

La géologie du Burkina Faso est partagée entre (i) les terrains cristallins (socle) qui occupent près de 225 000 km² soit environ 80 % de la superficie du pays ; (ii) l'extrémité sud-ouest du bassin sédimentaire ancien du Taoudéni, qui est représentée dans le pays par le bassin sédimentaire occidental s'étendant entre Banfora et la plaine du Gondo, mais aussi au nord par la bordure sud du bassin du Gourma qui en est la continuation ; (iii) le bassin sédimentaire ancien des Volta à l'est du pays (Figure 2-1).

Ces ensembles géologiques définissent deux grands types d'aquifères qui déterminent très largement la disponibilité des ressources en eau souterraine.

On distingue :

- le système aquifère sédimentaire qui recouvre la partie Ouest, Nord et Sud-Est du pays. Dans la partie occidentale, appartenant au bassin du Taoudéni, il est à dominance gréseuse. Dans sa partie Nord qui constitue le prolongement des formations sédimentaires infracambriennes de la bordure Sud-Est du Gondo et surtout dans celles de la bordure Sud du Gourma, il est constitué des formations calcaires parfois karstiques. Au Sud-Est, il y a l'aquifère Voltarien qui se prolonge au Bénin et au Ghana.
- Le système aquifère sédimentaire dans son ensemble, renferme généralement de très bons aquifères.
- le système aquifère de socle de type fissuré, discontinu, correspondant à des formations cristallines ou volcano-sédimentaires métamorphisées. Dans cette zone, la productivité des aquifères est liée à la présence de fractures mais aussi au type de roche, dont les types de fracturation et d'altération spécifiques entraînent des capacités de stockage différentes.

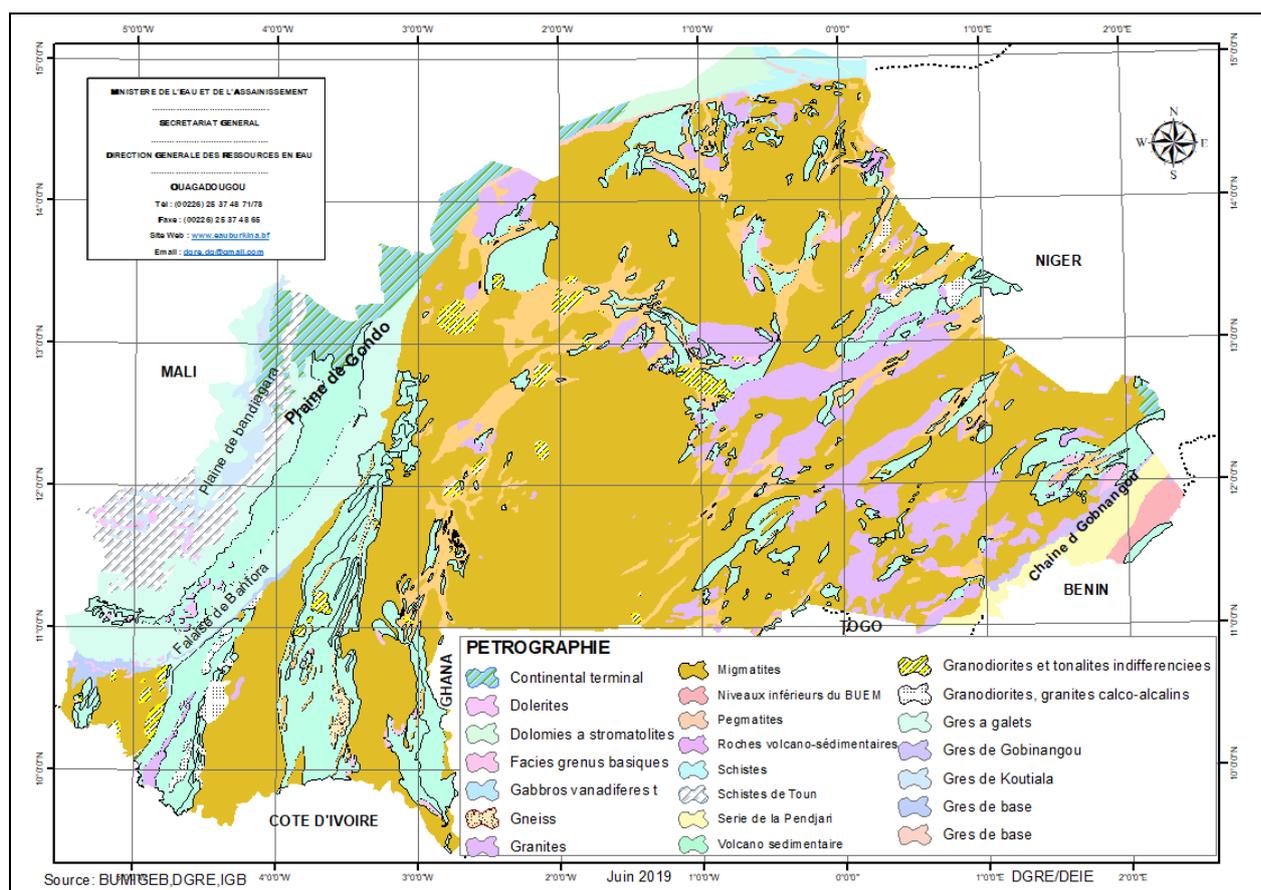


Figure 2-1 Carte géologique du Burkina

III. Historique des différentes évaluations des ressources en eau souterraine du Burkina

Plusieurs études techniques sur l'évaluation des ressources en eau souterraine ont été réalisées au Burkina Faso. Ces études avaient pour objectifs de faire une évaluation quantitative des ressources en eau souterraine et ont concerné tous les ensembles géologiques (zone sédimentaire et le socle). Parmi ces études on peut retenir essentiellement :

- **L'étude du CIEH (1987)**, qui a évalué les stocks d'eau souterraine du Continental Terminal de la plaine du Gondo (11 380 km²) à **430 millions m³**, ceux du socle (sur une superficie de 225 360 km²) à **3 370 millions m³**, et ceux des formations du bassin sédimentaire occidental (32 390 km²) à **1960 millions m³**, l'ensemble totalisant **5,76 milliards de m³** ;
- Le projet **BILAN D'EAU (IWACO, 1993)** réalisé sur tout le Burkina Faso, qui a installé la base de données BEWACO, réalisé six cartes hydrogéologiques, et proposé un nouveau calcul des stocks souterrains de l'ensemble du Burkina Faso

(113 milliards de m³), la part renouvelable annuellement est de 9,5 milliards de m³ ;

Les estimations sur le volume des réserves en eau souterraine par région sont les suivantes (marge d'incertitude élevée) :

Tableau 2-1 Ressources en eau souterraine par région²

RÉGION	Ressources renouvelables en Millions m3	Ressources totales en Millions m3
Centre	600	7 600
Centre-Est	330	3 230
Centre-Nord	250	4 050
Centre-Ouest	1 040	9 380
Est	2 200	16 190
Hauts Bassins	2 200	26 940
Boucle du Mouhoun	1 400	24 200
Nord	160	7 170
Sahel	300	9 550
Sud-Ouest	1 020	5 130
TOTAL	9 500	113 240

- **L'état des lieux de la GIRE (2001)** a focalisé ses études sur l'estimation des ressources en eau souterraine renouvelable, qui constituent la fraction des ressources en eau souterraine susceptible d'être exploitée de façon durable sans entamer le capital et sans risque d'abaisser excessivement le niveau de la nappe phréatique, avec tous les dangers que cela comporte pour l'environnement et donc pour l'homme.

Les résultats par bassin sont présentés dans le tableau (Tableau 2-2)

Tableau 2-2 Les ressources totales en eau souterraine par bassin

Bassin Versant	Estimation totale (en Millions de m ³)	Volume total (en Milliards de m ³)
Comoé	88 080	-
Mouhoun	84 550	75
Nakanbé	22 113 -138 200	80
Niger	26 620 – 90 600	59

L'eau renouvelable annuellement est évaluée à **32,4 milliards de m³** avec des valeurs intermédiaires comprises entre 13,2 et 51,5 milliards de m³ (tableau 2.3).

Tableau 2-3 Volumes des ressources en eau souterraine des bassins versants.

Bassin versant	Ressources totales			Eau utile infiltrée		
	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Valeur adoptée	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Valeur adoptée
Comoé	(88)	(88)	88	(2,53)	(2,53)	2,53
Mouhoun	131	218	175	4,9	19,9	12,4
Nakanbé	22	138	80	2,8	13,9	8,4
Niger	27	90	59	3	15,2	9,1
Burkina	268	534	402	13,23	51,53	32,43

Hypothèses et valeurs adoptées (milliards de m³). Pour la Comoé : valeurs du programme RESO (pas d'hypothèse basse ou haute).

La Banque Mondiale en 2017 a également fait des études dans l'optique d'apporter une valeur ajoutée aux différentes études qui ont été déjà réalisées dans le passé. Cette étude a été faite par une équipe associant des experts de la Banque Mondiale et des consultants nationaux et internationaux.

Ainsi, au Burkina Faso, le potentiel total des ressources en eau souterraine peut être estimé à environ **302 milliards de m³**. La part utile de ce potentiel, c'est-à-dire la part renouvelable annuellement n'est que de **12,4 milliards de m³ soit 4 %**. Les volumes renouvelables utiles pour les bassins de la Comoé et du Mouhoun ont été fortement réduits par rapport à ceux proposés par l'étude GIRE de 2001, cela suite aux études COWI et RESO.

Tableau 2-4 Eaux souterraines renouvelables en 10⁶ m³/an

Bassin	Réserves totales	Réserves renouvelables (ou utiles)
Niger	58 610*	5 072*
Nakanbé	80 173*	6 105*
Mouhoun	74 996*	494**
Comoé	88 080*	695**
Total	301 859	12 366

* Estimation GIRE 2001

** Estimation d'après COWI 2012 et RESO

IV. Présentation du Réseau Piézométrique National

IV.1 Historique

Le suivi de l'évolution du niveau des nappes souterraines du Burkina Faso a débuté en 1978 avec la réalisation du premier piézomètre par le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH).

C'est en 1992 que la Direction de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques (DIRH) avec l'appui du projet Bilan d'Eau, a mis en place un Réseau Primaire National. Ce réseau, qui avait été conçu pour suivre l'évolution naturelle du niveau des nappes était censé couvrir l'ensemble des zones climatiques, géomorphologiques, et les types d'aquifères du pays. Il comptait alors soixante-huit (68) Piézomètres réalisés par divers projets et repartis sur vingt-cinq (25) sites.

En 1996, il a été initié un projet de soutien à l'optimisation des réseaux de suivi des ressources en eau au sein de la DIRH. Ce projet a fait l'état des lieux du réseau piézométrique et la mise à jour des données existantes. Il a par ailleurs proposé un système décentralisé de la collecte des données.

En 2004, le réseau piézométrique existant a été élargi avec le rattachement au Réseau Primaire National de neuf (09) piézomètres du réseau secondaire de la Boucle du Mouhoun ; par la suite deux (02) autres du réseau secondaire de l'Est ont été intégrés portant ainsi à soixante-dix-neuf (79) le nombre des piézomètres du RPN.

Dans le cadre du Plan d'Action pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PAGIRE)

adopté en 2003, et plus spécifiquement en ce qui concerne le Système National d'Information sur l'Eau (SNIEau), une mission d'appui à la Direction Générale des Ressources en Eau en matière de suivi piézométrique a proposé en 2008 le renforcement du RPN. Ceci a conduit à la réalisation de 46 nouveaux piézomètres principalement dans les bassins du Nakanbé et du Niger. Avec ces nouvelles réalisations en 2008, le RPN comptait cent vingt-cinq (125) piézomètres repartis sur 60 sites. Certains sites peuvent comprendre plusieurs piézomètres et certains piézomètres peuvent eux-mêmes être équipés de plusieurs tubes piézométriques captant des niveaux différents (aquifères d'altérations et du socle en général).

IV.2. Situation actuelle du réseau de suivi piézométrique

Sur les 125 piézomètres du réseau, 88 piézomètres repartis sur 49 sites sont fonctionnels à ce jour (Tableau 2-5, Figure 2-2, annexe 1). Les autres sont soit bouchés, asséchés soit défectueux pour cause d'actes de vandalisme.

Tableau 2-5 Situation du réseau piézométrique par bassin hydrographique national

Bassin national	Nombre de piézomètres	Poids dans le réseau national (%)	Densité du réseau pour 1000 km ²
Comoé	6	6,82	0,34
Nakanbé	46	52,27	0,56
Niger	25	28,41	0,30
Mouhoun	11	12,50	0,12
National	88	100	0,32

On retrouve le plus grand nombre de piézomètres dans les bassins du Niger et du Nakanbé. En effet, ces deux bassins ont bénéficié d'un financement DANIDA en 2008 pour la réalisation de 46 nouveaux piézomètres. Ces réalisations ont contribué à améliorer la densité du réseau dans le bassin du Nakanbé qui est passée de 0,29 à 0,56. Les bassins de la Comoé et du Mouhoun demeurent faiblement couverts.

De manière générale, le suivi des ressources en eau souterraine a débuté en 1978 avec la réalisation du premier piézomètre par le CIEH. Sur la période allant de 1993 à 2006, une insuffisance de suivi a été constatée sur le RPN. Cela s'explique par l'indisponibilité des

ressources humaines, financières et matérielles sur la période considérée.

Les mesures sont effectuées sur le terrain par des observateurs locaux. Ils effectuent au moins deux (02) mesures par semaine pour les besoins du suivi piézométrique. Les Unités de Collecte et de Diffusion de l'Information sur l'Eau (UCDIEau) assurent le suivi du réseau et la collecte des données auprès des observateurs. Ces données sont transmises au niveau central pour capitalisation, traitement, validation, stockage dans les bases de données et valorisation.

Depuis 2017, la DGRE s'est engagée dans une série d'actions visant à renforcer et à moderniser le Réseau Piézométrique National. Dans cette dynamique, elle a acquis depuis lors sur deux années, 110 sondes automatiques de marque Héron de mesure de niveau piézométriques qui sont déployés sur le terrain et 35 barlog pour la lecture de la pression atmosphérique. A l'aide de ces outils modernes, la DGRE disposera de données plus régulières (la fréquence de mesure de ces équipements est de 24h), et plus fiables sur les niveaux de nappes.

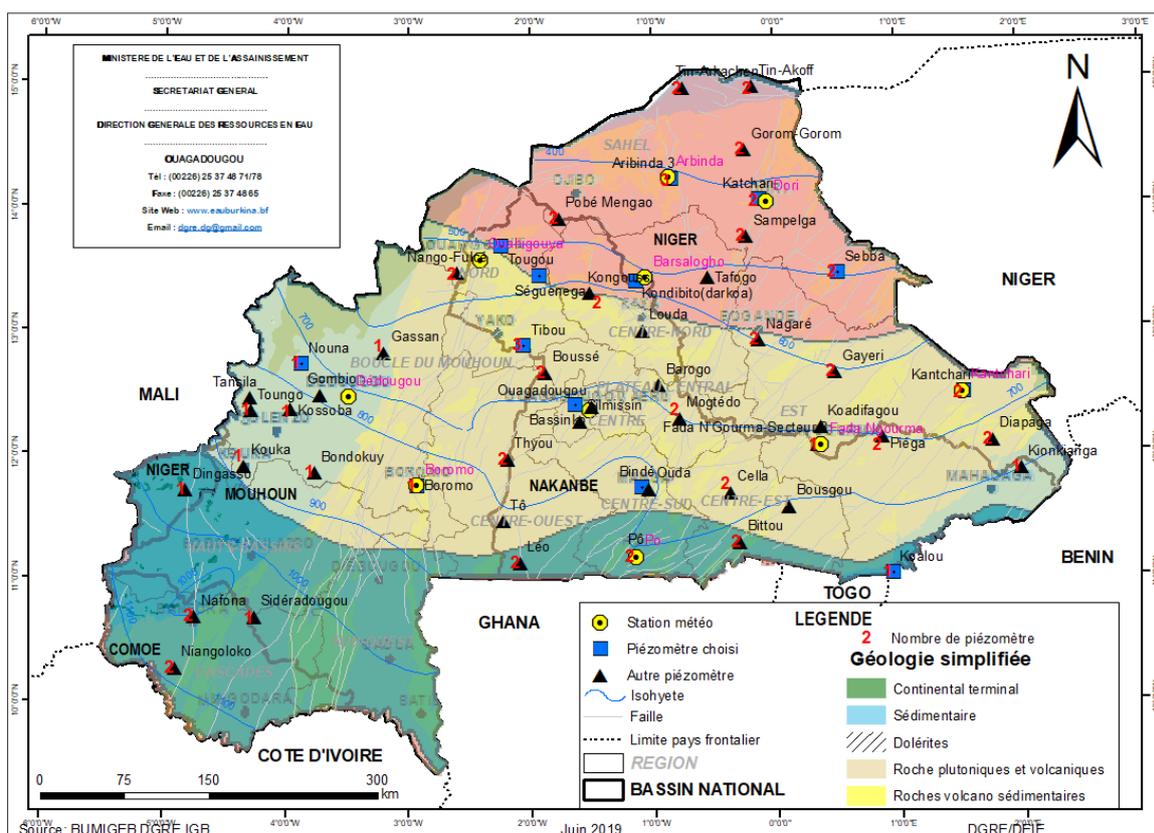


Figure 2-2 représentation du réseau piézométrique national

V. Méthodologie

Dans le cadre de l'élaboration de ce document, une méthodologie a été élaborée afin de rendre disponible l'ensemble des informations nécessaires à la compréhension du comportement des nappes. Elle se décrit à travers le choix des piézomètres et le traitement des données.

V.1. Choix des piézomètres

Les piézomètres analysés dans le cadre de la présente édition ont été sélectionnés selon les mêmes critères que les éditions précédentes. Il s'agit de :

- la régularité du suivi piézométrique et la qualité des données ;
- les unités géomorphologiques typiques (bas-fond, plateau) ;
- une bonne distribution spatiale en tenant compte des principaux aquifères captés et des zones climatiques.

V.2. Traitement des données

Pour l'ensemble des piézomètres utilisés dans la présente édition, les données des six (06) dernières années ont été extraites de la base de données « SIG PIEZO » et traitées suivant les besoins de l'analyse. Après extraction, vérification et validation des données, les niveaux piézométriques moyens mensuels ont été calculés afin de disposer de séries à pas de temps mensuel pour tous les piézomètres.

A partir de ces données, les courbes d'évolution du niveau piézométrique ont été élaborées afin d'analyser et de comparer *l'évolution du niveau piézométrique de 2019 à celles de 2018 et à la moyenne des 5 dernières années (2014-2018)*.

Par ailleurs, l'évolution des niveaux piézométriques a été analysée en rapport avec celle des précipitations de la station météorologique la plus proche afin d'apprécier les liens spécifiques.

VI. Situation des nappes en 2019 par rapport aux années précédentes

6.1 Domaine de socle

6.1.1 Piézomètre de Séguénéga

On retrouve au sein des roches volcano-sédimentaires en zone sahélienne à Séguénéga le piézomètre SE2. Celui-ci a été réalisé en 2009. Il fait partie des 46 piézomètres réalisés sur

financement PAGIRE dans le cadre du renforcement du Réseau Piézométrique National en 2008. La tendance à la hausse du niveau de cette nappe constatée dans les précédentes éditions de ce document se poursuit en 2019.

En effet, la courbe de l'évolution de la nappe en 2019 (Figure 2-3) pour la période de données disponibles se situe au-dessus de la courbe d'évolution de 2018. Aussi, le niveau piézométrique de 2018 se situe légèrement au-dessus de la moyenne des cinq (05) dernières années (2014-2018). Cette évolution peut sembler contradictoire si on se réfère à la pluviométrie de la zone, car l'année 2019 a été moins pluvieuse (environ 744,2 mm) que 2018 (927,3 m). Cependant, elle pourrait s'expliquer du fait de la nature de la nappe qui semble réagir de façon retardée aux apports pluviométriques. L'amplitude saisonnière de la nappe demeure assez faible. En effet, pour la plage de données disponibles, elle est de 0,34 m en 2019, de 0,90 m en 2018 contre 0,52 m pour la moyenne des cinq dernières années.

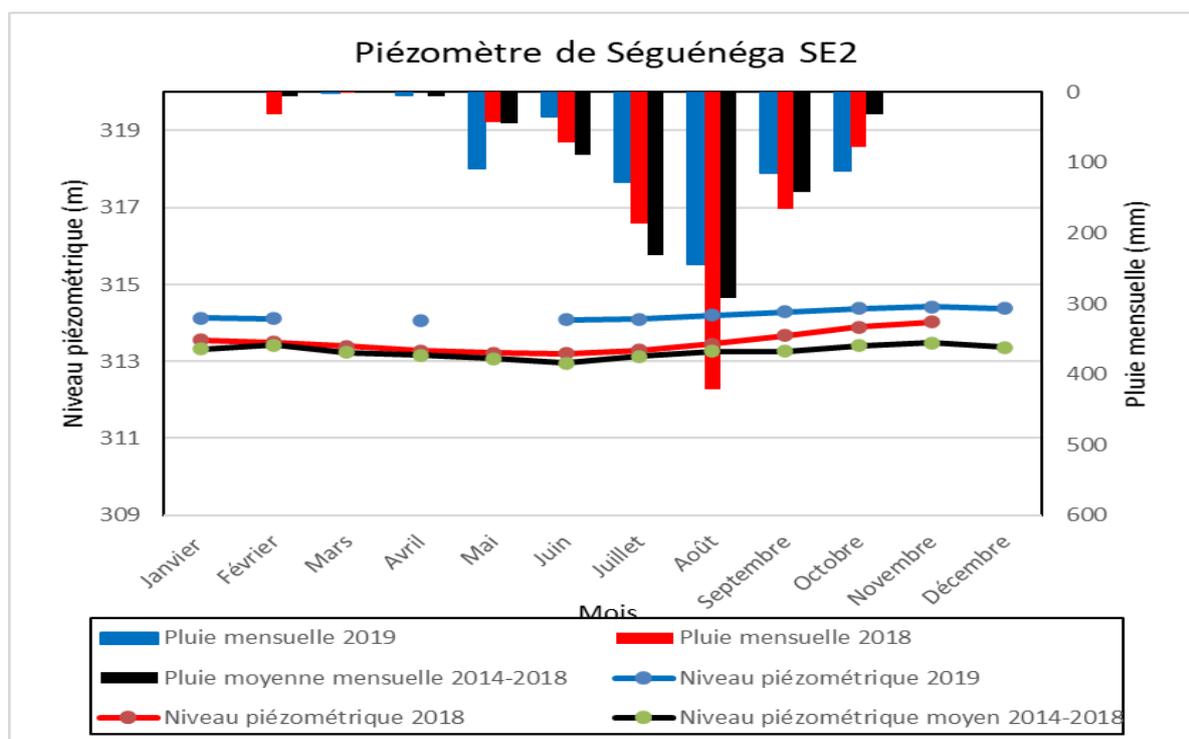


Figure 2-3 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années

6.1.2 Piézomètre de Sebba

Le piézomètre de Sebba SE6 est en service depuis 2009 et fait également partie des 46 piézomètres exécutés sur financement PAGIRE dans le cadre du renforcement du réseau piézométrique national. Situé en zone sahélienne au sein des roches plutoniques et

volcaniques, ce piézomètre capte la nappe dans des granitoïdes. On retrouvait en 2018 un niveau piézométrique largement supérieur à celui de 2017 et de la moyenne des cinq (05) dernières années (document synthèse sur le suivi des ressources en eau, 2018) et l'analyse du niveau de la nappe en 2019 présente une même tendance.

En effet, on observe sur le graphe (Figure 2-4) trois (03) courbes bien distinctes. Celle de 2019 se situe au-dessus du niveau de 2018 qui est lui-même au-dessus de la moyenne des cinq dernières années. Les extrema des cotes enregistrées en 2019 et 2018 sont respectivement de 247,0 m (en novembre 2019) et 246,63 m (en décembre 2018) pour ce qui est des maximales. Les amplitudes saisonnières de la nappe sont assez similaires. On note une amplitude de 1,00 m en 2019 contre 1,12 m en 2018 et 0,90 m sur la moyenne des cinq dernières années.

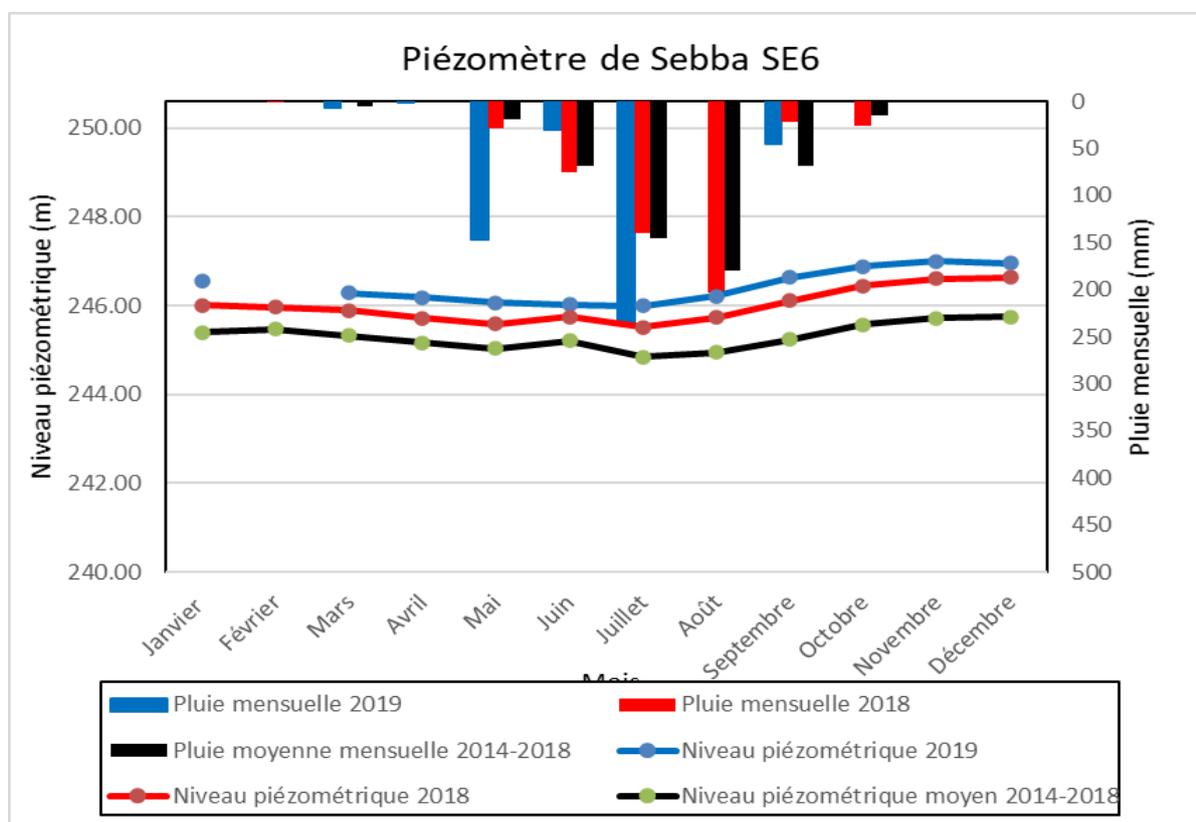


Figure 2-4 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Sebba SE6

6.1.3 Piézomètre de Arbinda

Le piézomètre de Arbinda est situé en zone sahélienne au sein des roches plutoniques et volcaniques. Il a été réalisé en 1985 et capte dans des amphibolites.

On retrouve en 2019, la tendance à la baisse amorcée depuis 2015 sur cette nappe. En effet, la

courbe représentant l'évolution annuelle du niveau de la nappe (Figure 2-5) en 2019 se situe en dessous de celle de 2018 qui est elle-même en dessous de la moyenne des cinq dernières années. La pluviométrie quant à elle semble assez constante au cours de ces dernières années. On enregistre à la station pluviométrique d'Arbinda 443,8 mm en 2019 contre 455 mm en 2018 et 502,38 mm sur la moyenne des cinq dernières années.

La cote piézométrique maximale atteinte en 2019 est de 285,94 m (en Janvier 2019) contre 288,09 m en 2018 (en Janvier 2018).

L'amplitude saisonnière de la nappe est de 3,35 m en 2019 contre 1,26m en 2018.

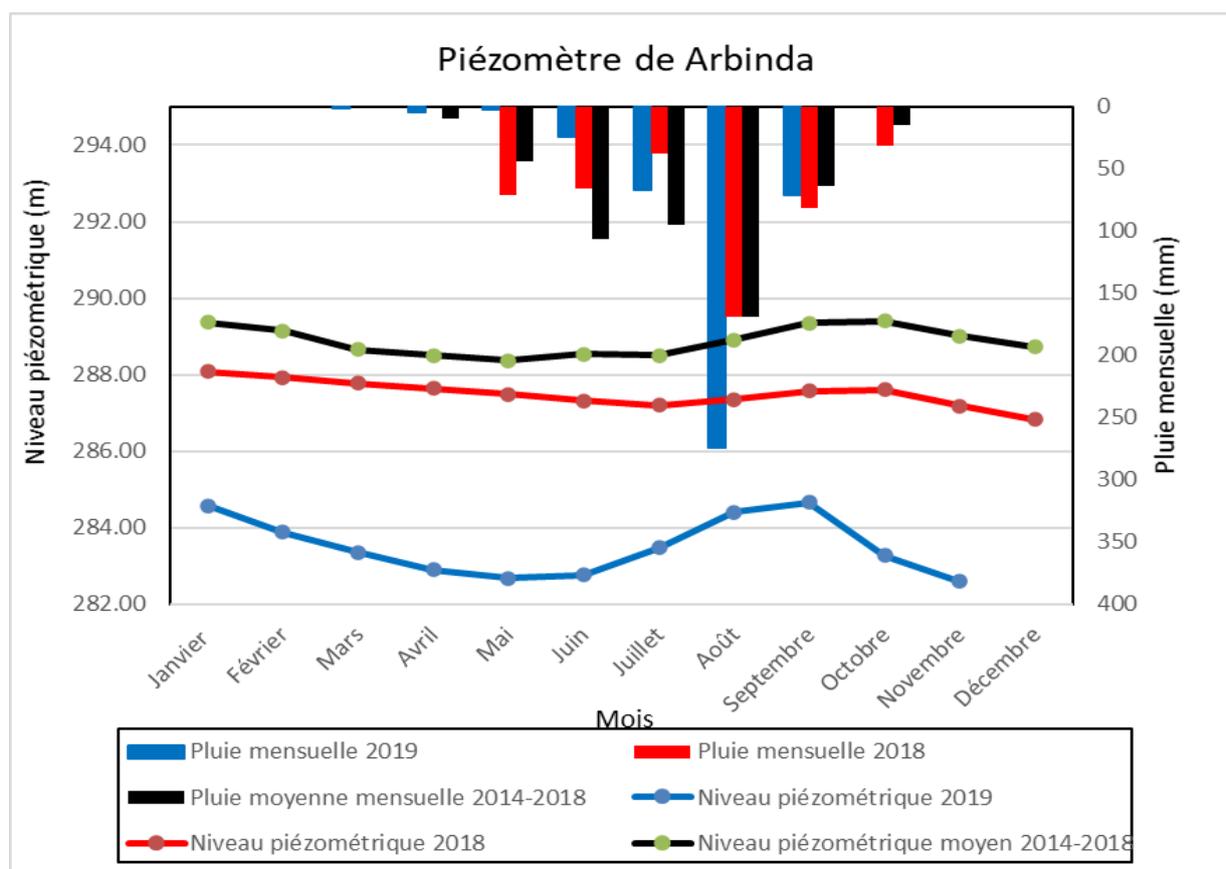


Figure 2-5 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Arbinda

6.1.4 Piézomètre de Katchari

Le piézomètre de Katchari situé dans la zone sahélienne a été réalisé depuis 1983 et capte dans une nappe de granitoïdes.

On retrouve au cours du premier semestre 2019 un niveau piézométrique qui se confond

légèrement à celui de 2018 puis un niveau de 2019 en dessus de celui de 2018 pour le deuxième semestre (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Toutefois, les trois courbes d'évolution des niveaux piézométriques sont toutes assez rapprochées sur le graphe. A la station pluviométrique de Dori, on enregistre 586,2 mm en 2019 contre 493,5 mm en 2018 et 503,22 mm sur la moyenne des cinq dernières années. La côte piézométrique maximale en 2019 est de 247,18 m (Décembre) contre 246,77 m (Novembre) en 2018. L'amplitude saisonnière reste dans la même tendance ces dernières années. Elle est de 1,42 m en 2019 contre 1,01 m en 2018 et 1,39 m sur la moyenne des cinq dernières années.

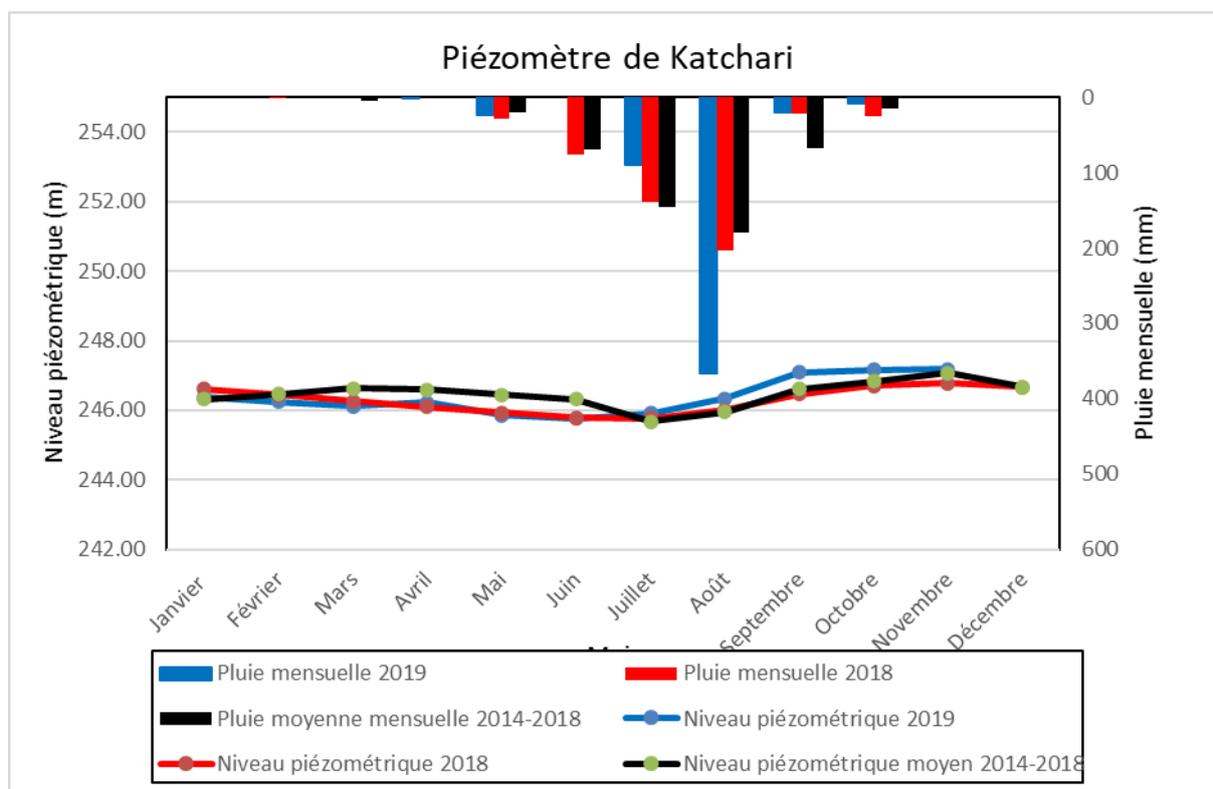


Figure 2-6 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Katchari

6.1.5. Piézomètre de Tougou

Ce piézomètre a été réalisé depuis 1988. L'analyse de la chronique de données disponibles pour ce site sur la période 2013-2017 faisait ressortir une tendance à la baisse du niveau de cette nappe d'aquifère de schistes située en zone sahélienne (document synthèse de suivi des ressources en eau, édition 2017). Pour l'année 2019, on constate une tendance confirmant cette analyse. Les niveaux piézométriques de 2018 et 2019 sont en dessous de celui de la moyenne des cinq dernières années et celui de 2019 se situe légèrement en dessous de celui de

2018 sur presque toute l'année. En effet, on observe de Juin à Septembre un niveau piézométrique qui se confond carrément à celui de 2018 puis le niveau de 2019 se situe en dessous des autres courbes. (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

Les extrema des cotes enregistrées en 2019 et 2018 sont respectivement de 315.13 m (Janvier) et 315,56 m (Novembre) pour ce qui est des maximales et 313,71 m (Juin) et 313,75 m (Juin) pour les minimales. Les amplitudes saisonnières de la nappe quant à elles sont de 1,42 m en 2019 contre 1,81 m en 2018 et 2,05 m sur la moyenne des cinq dernières années.

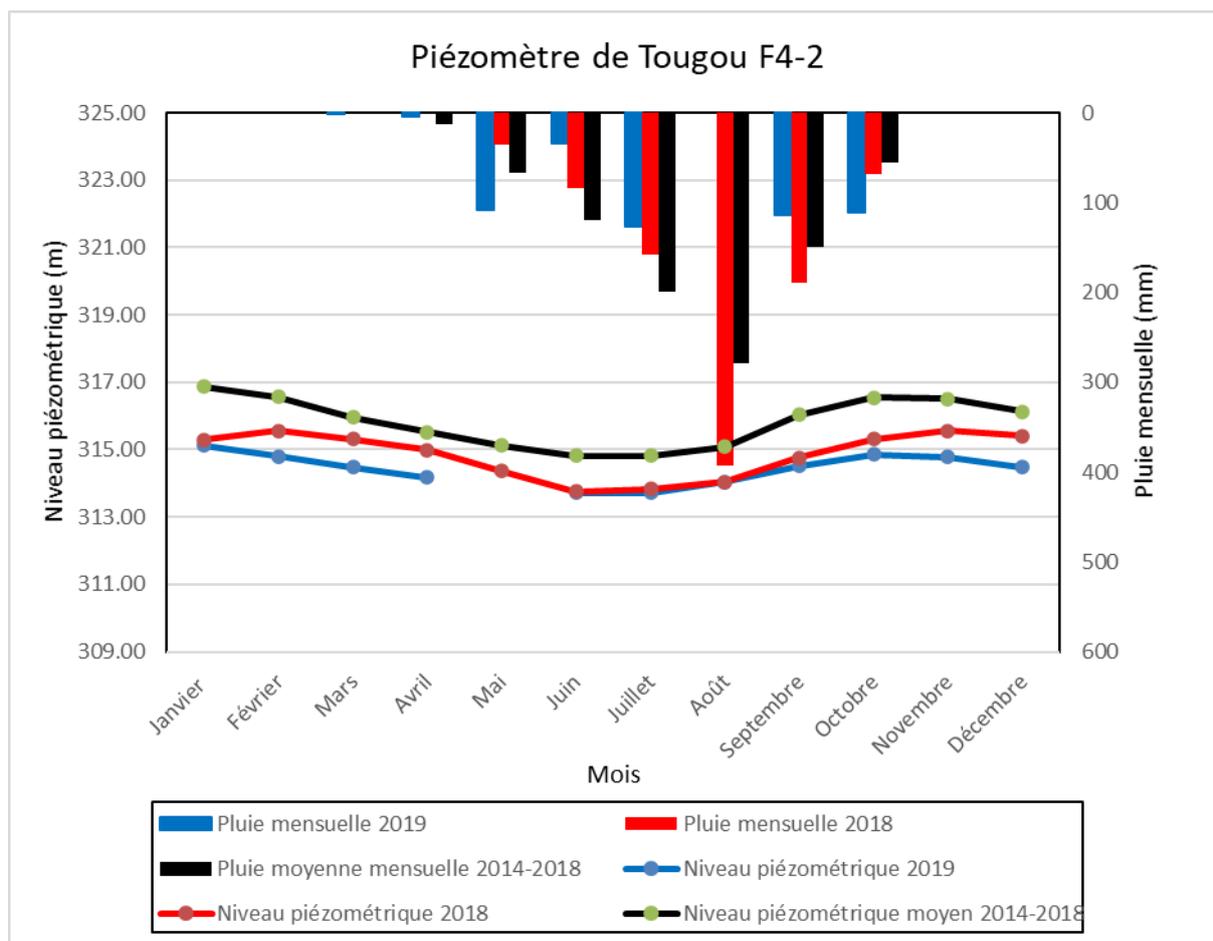


Figure 2-7 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Tougou F4-2

6.1.6 Piézomètre de Boromo

Le piézomètre de Boromo fait partie des neuf piézomètres du réseau secondaire de la Boucle du Mouhoun intégrés dans le réseau primaire en 2014. Il est situé en zone soudano-sahélienne, dans les aquifères de formation plutonique et volcanique et présente un niveau

piézométrique en hausse depuis 2014 et bien marqué par des variations saisonnières (document synthèse sur le suivi des ressources en eau, 2016). En 2018, une forte remontée avait été observée comparativement à la moyenne des cinq dernières années (2013-2017) et cette tendance se poursuit en 2019 (Figure 2-8). Notons que ces dernières années ont été très pluvieuses dans cette zone. En effet, on a enregistré à la station pluviométrique de Boromo 1007,70 mm en 2019 contre 1023,9 mm en 2018 et 957,39 mm sur la moyenne des cinq dernières années.

Les cotes piézométriques maximales et minimales atteintes en 2019 sont respectivement de 261,45 m (Octobre) et 259,63 m (Juillet) et l'amplitude saisonnière est de 5,20 m. Ces amplitudes évoluent de façon croissante ces dernières années. En effet, on note en 2019 une amplitude de 5,20 m contre 4,34 m en 2018 et 3,69 m sur la période des cinq dernières années. Cela pourrait s'expliquer par de nouvelles réalisations d'ouvrages de mobilisation des eaux souterraines.

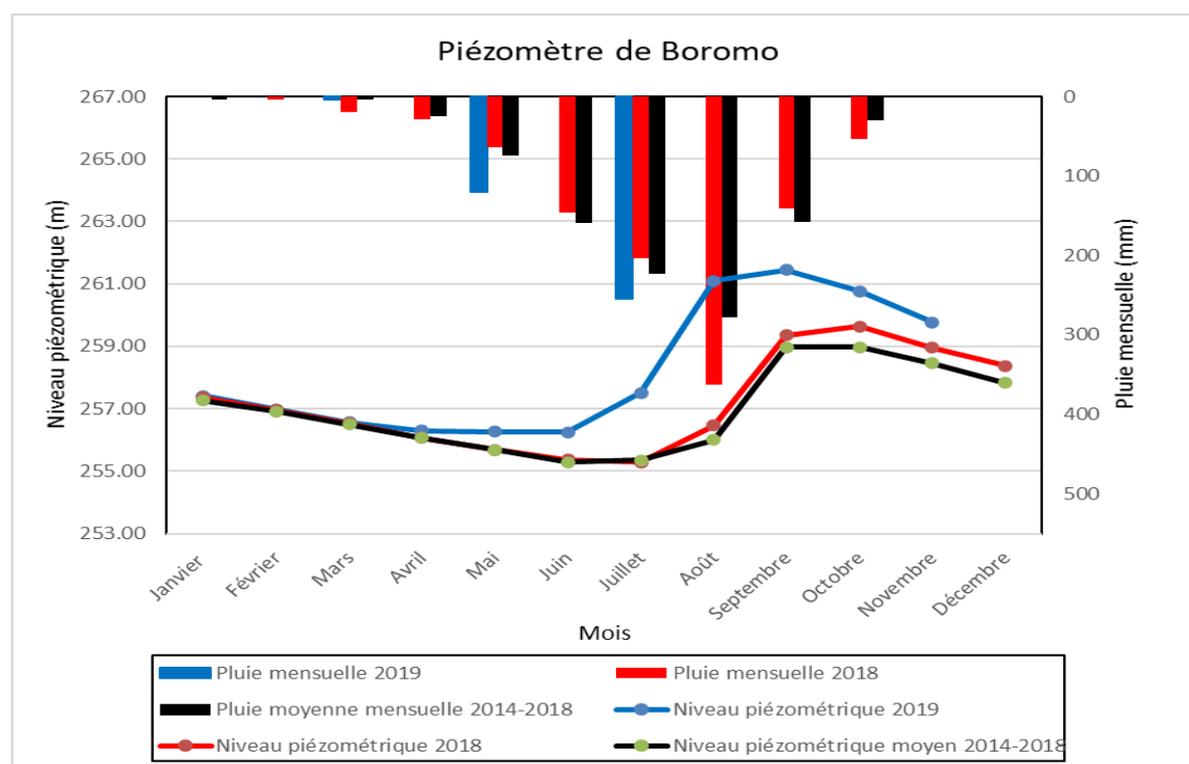


Figure 2-8 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Boromo

6.1.7 Piézomètre de Kantchari

Ce piézomètre est situé en zone soudano-sahélienne et capte dans des granites. Il a été réalisé depuis 2008 dans le cadre du renforcement du réseau piézométrique national sous

financement DANIDA. Pour l'année 2019, on observe un niveau piézométrique au-dessus de celui de 2018 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). La nappe semble avoir gagné en remontée en 2019 comparativement aux années précédentes. A la station pluviométrique de Kantchari, on enregistre en 2019 une pluviométrie de 837,7 mm contre 877,8 mm en 2018.

Les amplitudes saisonnières sont respectivement de 1,15 m en 2019 contre 1,35 m en 2018 et 0,93 m sur la moyenne des cinq dernières années. Les côtes piézométriques maximales enregistrées sont de 369,74 m en décembre 2019 contre 369,22 m en décembre 2018. Aussi, les processus de remontés et de baisse du niveau de la nappe sont visibles sur le graphe.

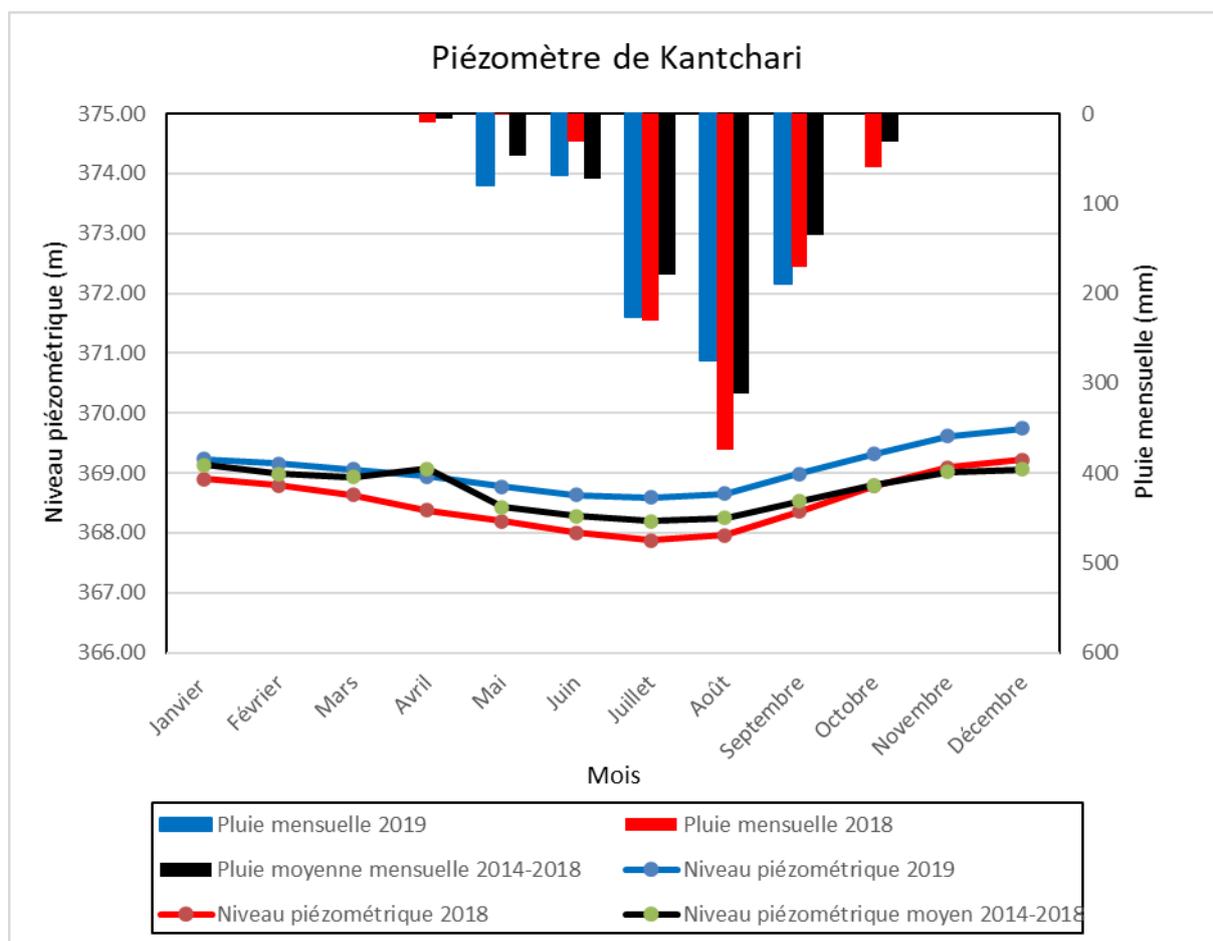


Figure 2-9 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Kantchari

6.1.8. Piézomètre de Tibou

Tibou est situé en zone soudano-sahélienne. Le piézomètre qui y est réalisé est fonctionnel depuis 1984. En 2019, on note un niveau piézométrique se confondant avec celui de 2018 en période de basses eaux (Figure 2-10) mais au-dessus de celui de la moyenne des cinq (05)

dernières années. Cette tendance à la hausse du niveau de cette nappe conforte l'analyse faite de la chronique des données piézométriques sur la période 1987 – 2016 de ce piézomètre présenté dans l'édition 2016 du document synthèse. En effet, cette analyse avait révélé que depuis 2007, cette nappe présentait une tendance générale à la hausse. Les processus de remontées/baisse du niveau de nappe sont réguliers. La côte piézométrique maximale atteinte en 2019 est de 330,22 m (Octobre 2019) contre 330,02 (Octobre 2018) en 2018 et 329,48 m (Octobre) pour la moyenne des cinq (05) dernières années.

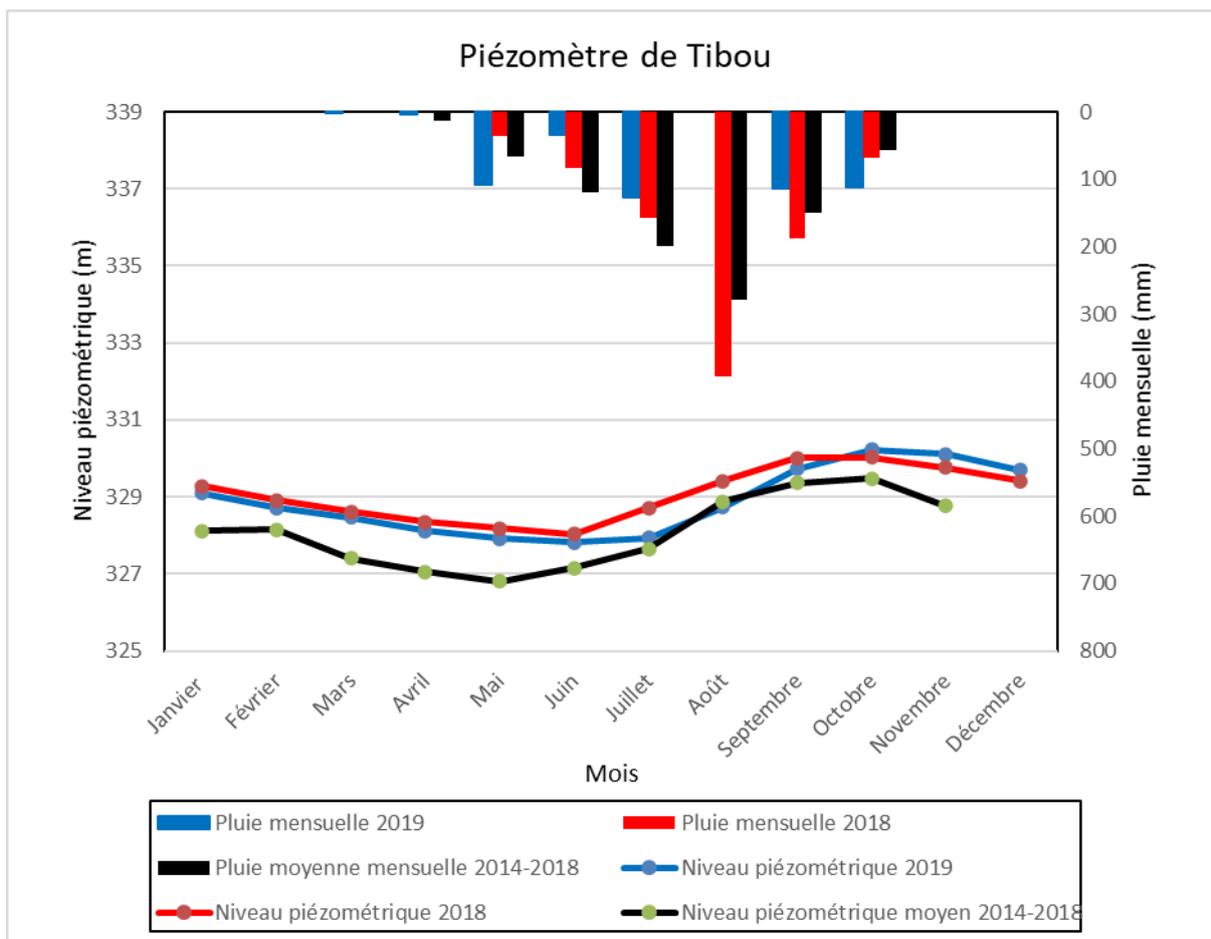


Figure 2-10 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Tibou

6.1.9. Piézomètre de Bindé

Le niveau de la nappe capté par ce piézomètre situé également en zone soudano-sahélienne est continuellement en baisse et n'indique quasiment pas de variation saisonnière (document synthèse sur le suivi des ressources en eau, 2016).

En 2019, le niveau piézométrique (Figure 2-11) se situe en dessous de celui de 2018 et de

celui de la moyenne des cinq dernières années (2014-2018) avec des fluctuations très faibles. En effet, on note une très légère remontée en Juin et Aout, puis la courbe reprend son allure quasi- statique jusqu'en fin d'année. Le comportement de cette nappe, mis en évidence dans le document synthèse de suivi des ressources en eau 2016 traduit une réaction lente à la pluie. La côte maximale (271,72 m) est enregistrée en Janvier 2019 et la côte minimale (271,60 m) en Décembre 2019 pour une amplitude saisonnière de 0,12 m.

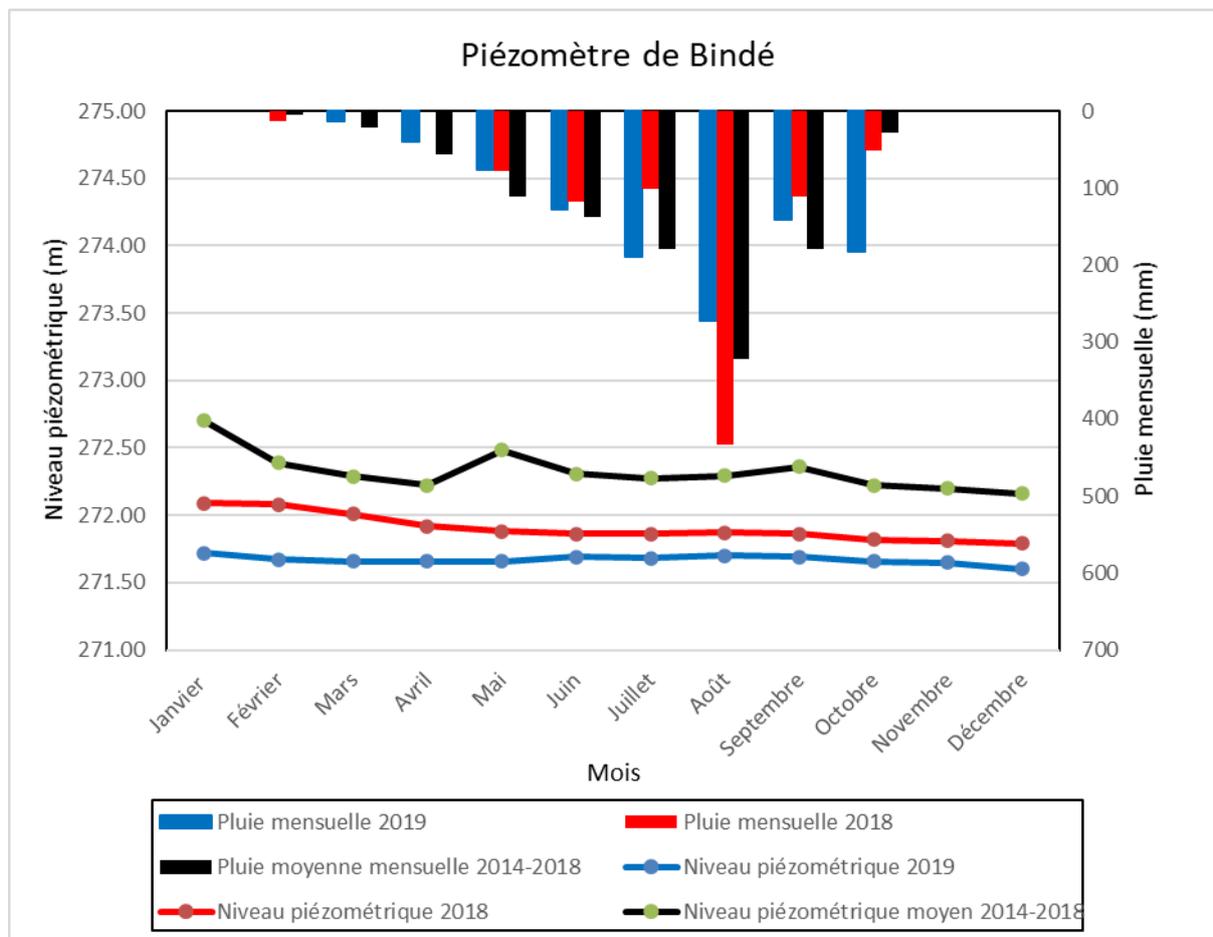


Figure 2-11 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Bindé

6.1.10. Piézomètre de Bassinko F1

Ce piézomètre situé dans les formations plutoniques et volcaniques en zone soudano-sahélienne à Bassinko est réalisé depuis Novembre 1984. On observe, en 2019 pour la plage de données disponibles, un niveau piézométrique au-dessus de celui de 2018 et de la moyenne des cinq dernières années jusqu'au mois de Juillet. Elle côtoie ensuite les autres niveaux sur le

reste de l'année (Figure 2-12).

La pluviométrie observée à la station météorologique de Ouagadougou en 2019 (852,7 mm) est légèrement inférieure à celle de 2018 (860,20 mm). L'amplitude saisonnière de niveau de cette nappe est respectivement de 1,12 m en 2019 contre 1,63 m en 2018 et 1,22 m sur la moyenne des cinq dernières années.

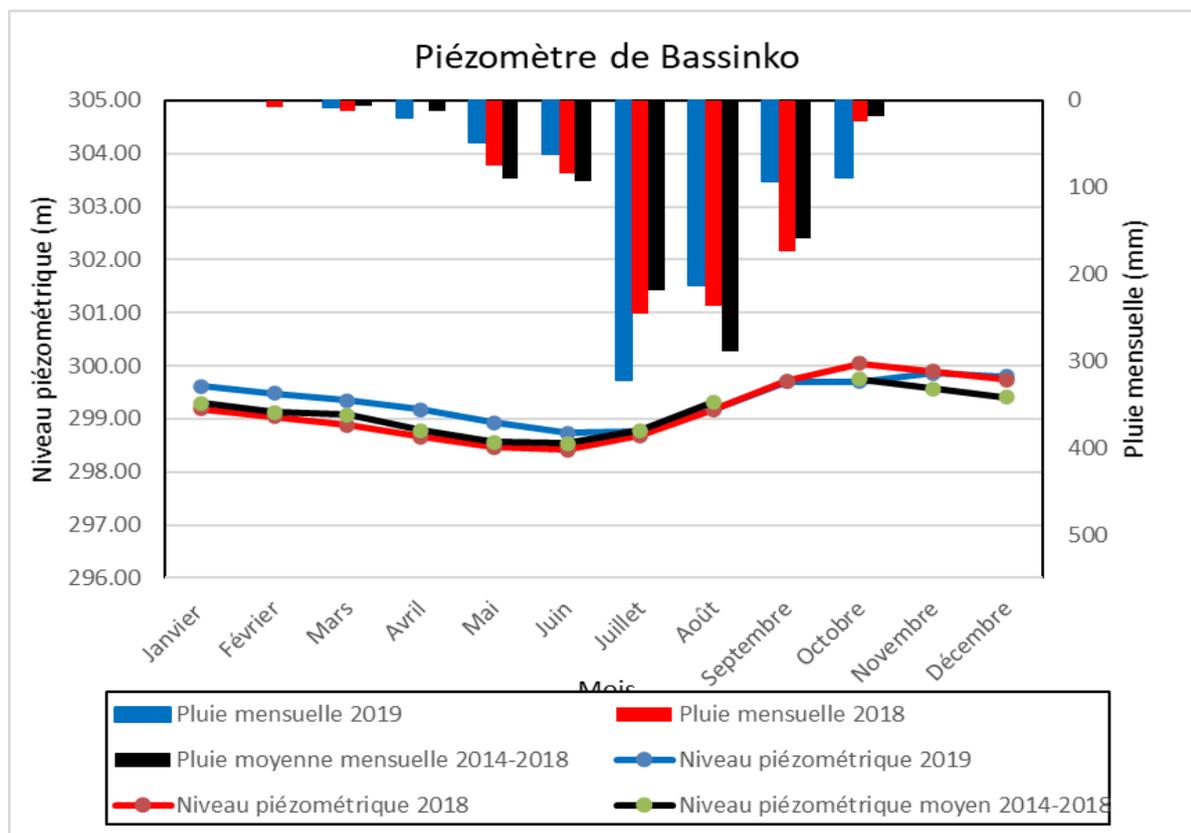


Figure 2-12 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Bassinko

6.1.11. Piézomètre de Kondibito

Le piézomètre de Kondibito est en service depuis 1988. L'analyse des données issues de ce piézomètre faite sur toute la période d'observation et pour la plage de données disponibles avait fait ressortir des tendances diverses. Une tendance à la hausse de 2007 à 2013 puis une tendance à la baisse depuis 2014. (Document synthèse de suivi des ressources en eaux, 2017). Pour ce qui concerne l'année 2019, on observe un niveau piézométrique au-dessus de celui de 2018 sur le premier semestre de l'année. Cela est dû à la bonne remontée de la nappe en 2018. La remontée de 2019 débute à partir de Juillet mais cette évolution ne permet pas à la nappe

d'atteindre le niveau de 2018. Cela se traduit donc par un niveau piézométrique en dessous de celui de 2018 pour le deuxième semestre de l'année (Figure 2-13).

Les amplitudes saisonnières de la nappe sont de 3,23 m en 2019 contre 4,82 m en 2018 et 4,38 m sur la moyenne des cinq (05) dernières années. Les courbes d'évolution du niveau piézométrique de 2018 et 2019 se situent en dessous du niveau moyen des cinq dernières années. Cela confirme la tendance à la baisse générale du niveau de cette nappe (document synthèse de suivi des ressources en eaux, 2017). Pour ce qui est des processus de remontée/baisse du niveau de la nappe, on observe une certaine régularité.

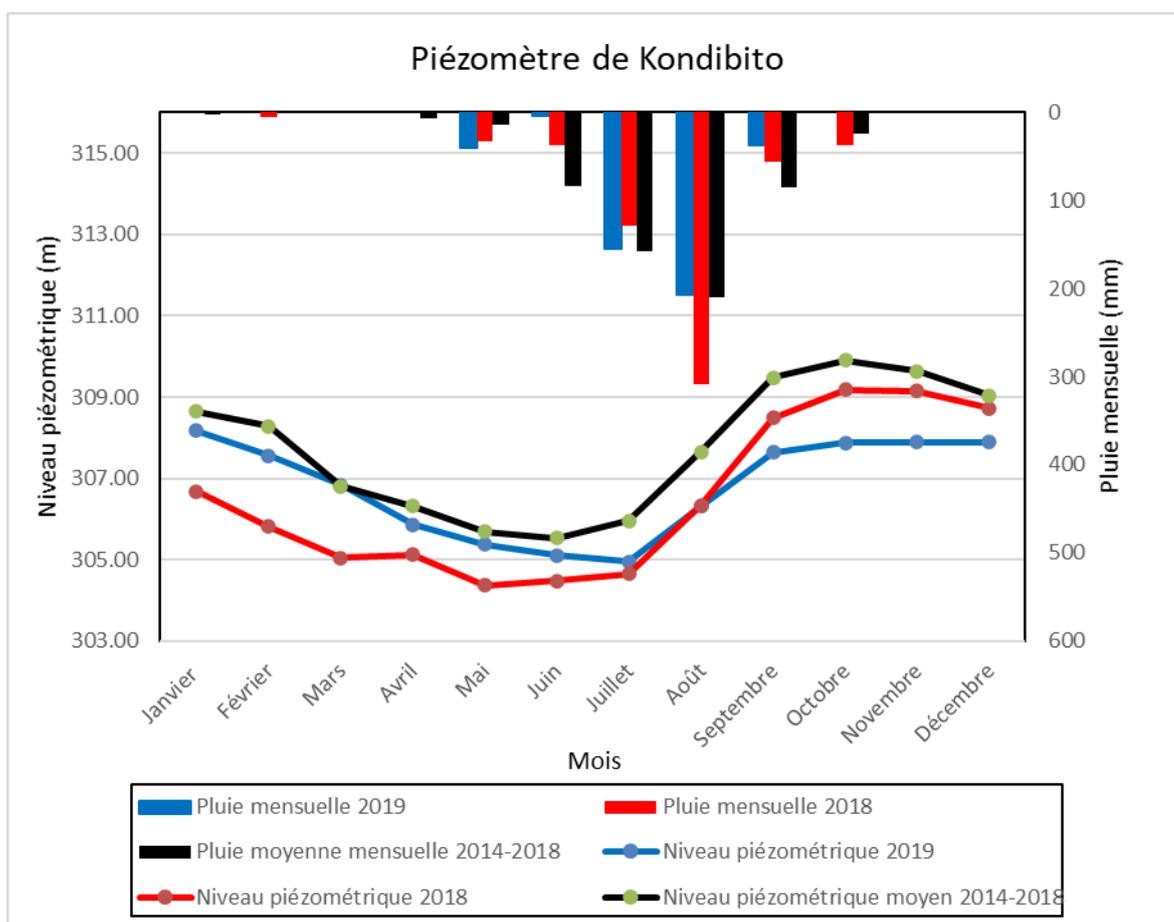


Figure 2-13 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Kondibito

6.2. Domaine du Sédimentaire

6.2.1. Piézomètre de Koalou

Situé à l'Est du Burkina dans la zone soudanienne, le comportement de la nappe captée par le piézomètre de Koalou a peu évolué de 2004 jusqu'à 2013. La tendance générale de la nappe

est à la baisse. Pour 2019, on observe un niveau piézométrique côtoyant celui de 2018 et de la moyenne des cinq dernières années (Figure 2-14). Les processus de remontée et de baisse du niveau de la nappe sont assez visibles sur le graphe. On note des amplitudes saisonnières très fortes sur cette nappe. En effet, pour l'année 2019, on enregistre une fluctuation de 7,28 m contre 7,42 m en 2018 et 5,44 m sur la moyenne des cinq dernières années. La nappe réagit bien à la pluviométrie. A la station pluviométrique de Fada, on a enregistré une pluie annuelle de 596,1 mm en 2019 contre 693,2 mm en 2018 et 791,7 mm pour la moyenne des cinq dernières années.

Les extrema des cotes enregistrées en 2019 et 2018 sont respectivement de 141,51 m (Septembre) et 141,67 m (Septembre) pour ce qui est des maximales et 134,31 m (en Avril 2019) et 134,25 m (en Avril 2018) pour les minimales.

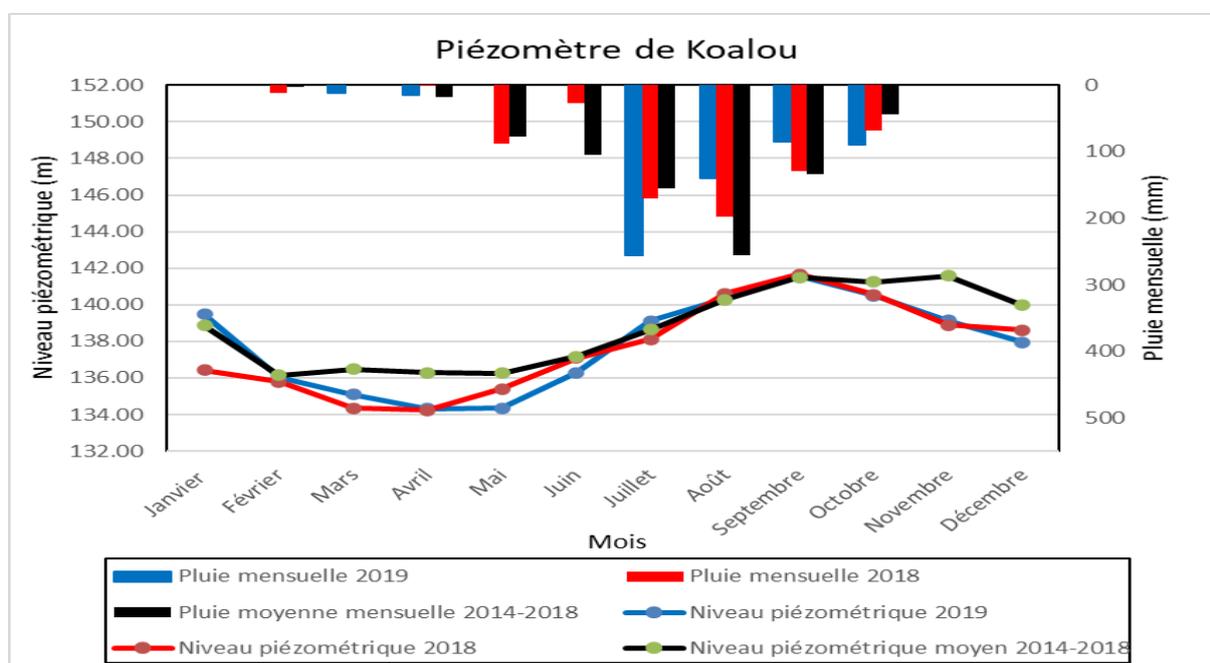


Figure 2-14 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Koalou

6.2.2. Piézomètre de Nouna

Le piézomètre de Nouna est situé dans les aquifères des grès de l'Ouest du Burkina en zone soudano-sahélienne dans le sédimentaire occidental. L'évolution interannuelle de la nappe captée par ce piézomètre est en phase avec celle de la pluie sur la période d'observation. L'allure de l'évolution mensuelle du niveau de la nappe est pratiquement identique en 2019, en 2018 et à celle de la moyenne des 5 dernières années (Figure 2-15). Le niveau

piézométrique a peu varié au cours de ces dernières années aussi bien en basses eaux qu'en hautes eaux. En termes de pluviométrie, les quantités tombées sont quasi similaires ces dernières années. En effet, on enregistre une pluie annuelle de 880,30 mm en 2019 contre 880,20 mm en 2018 et 891,10 mm sur la moyenne des cinq dernières années. Comme mentionné dans le document synthèse de suivi des ressources en eau 2018, la variation interannuelle du niveau de la nappe est très faible dans cette zone. Cependant la nappe réagit bien à la pluie avec une amplitude saisonnière de 5,78m en 2019 contre 4,75 m en 2018 et 4,58 m sur la moyenne des cinq dernières années.

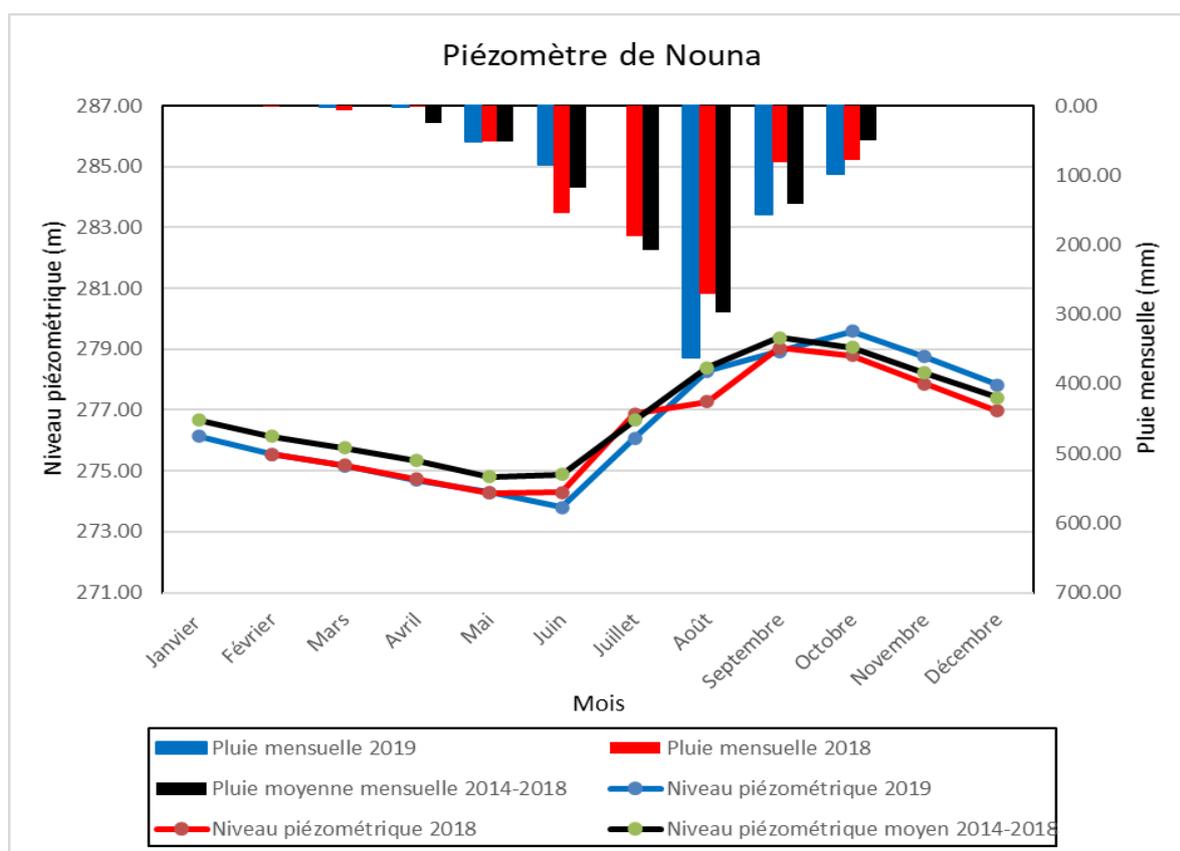


Figure 2-15 Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2019, comparé à 2018 et à celle des cinq dernières années à Nouna

Conclusion partielle

L'évolution du niveau des nappes en 2019 par rapport aux années précédentes est très variable, cette variation étant liée non seulement aux caractéristiques des aquifères (lithologie, propriétés hydrogéologiques) et à la pluviométrie.

Dans le domaine du socle, au sein des roches volcano-sédimentaires en zone sahélienne, on retrouve une certaine hétérogénéité dans le comportement des nappes. Une tendance à la

hausse est observée au niveau de Séguénéga en 2019. Dans les roches plutoniques et volcaniques en zone soudano sahélienne, on observe également une hausse au niveau de Boromo et Tibou, tandis que dans le même aquifère et dans la même zone on observe une tendance à la baisse du niveau de la nappe à Bindé. En zone sahélienne, toujours dans la même formation géologique, on note une tendance à la baisse du niveau de la nappe captée par le piézomètre de Arbinda. La même tendance est observée à Tougou situé en zone soudano sahélienne.

Dans le domaine sédimentaire, les fluctuations saisonnières de la nappe sont bien marquées et les amplitudes saisonnières (5,78 m à Nouna et 7,28 m à Koalou en 2019) semblent plus importantes que dans le domaine du socle. De manière générale, la nappe réagit à la pluie et son évolution est en accord avec celle de la pluviométrie.

Il ressort de ces analyses que l'évolution de la nappe est très variable suivant les types d'aquifères et les zones climatiques mais nous disposons de très peu de données pour caractériser chaque piézométrie. Ces détails auraient permis de pousser plus loin certaines analyses. De plus, la distribution spatiale des piézomètres n'est pas suffisante surtout en zone sédimentaire, pour permettre de bien apprécier le comportement des nappes. Des améliorations dans ce sens permettraient dans le futur de produire des informations plus représentatives et utiles.

PARTIE 3 : EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU

I. Evaluation du potentiel renouvelable total des ressources en eau du Burkina Faso en année moyenne

I.1 Évaluation des ressources en eau de surface

I.1.1. le Bassin national de la COMOÉ

I.1.1.1. Écoulements

Le coefficient d'écoulement moyen annuel (Ke) de 2019 sur le bassin est de 15,6% avec une pluie moyenne annuelle de **1190 mm** correspondant à un volume écoulé de **3,271 milliards de m³**. La pluie moyenne interannuelle de la période 1955-2019 est de 1112,0 mm pour un volume écoulé interannuel de **2,116 milliards de m³** et un coefficient d'écoulement interannuel Ke de 10, 8%.

I.1.1.2. Retenues d'eau

Le bassin versant de la Comoé compte 49 retenues réparties conformément au tableau ci-dessous.

Tableau 3-1 : Types d'ouvrages hydrauliques dans le bassin de la Comoé

Bassin Versant national	Type d'ouvrage	Nombre d'ouvrage
Comoé	Barrage	26
	Bouli	5
	Lac	2
	Mare	16
Total Comoé		49

Source DGRE/DGIH 2019

La capacité totale de stockage de ces ouvrages est de 106,8 millions de m³.

Selon les bulletins d'information de la DGRE, les taux moyens de remplissage sont de 80% pour les ouvrages du bassin de la Comoé. Ce qui donne pour ce bassin un volume moyen mobilisé de 85,44 millions de m³.

I.1.2. Le Bassin National du MOUHOUN

I.1.2.1 Écoulements

La moyenne pluviométrique annuelle de 2019 sur le bassin est de **1154,6 mm** occasionnant un volume annuel écoulé de **6,065 milliards de m³** avec un coefficient d'écoulement moyen annuel Ke de 5,77%.

La moyenne pluviométrique interannuelle de la période 1955-2019 est de **965,0 mm** pour un volume écoulé de **4,858 milliards de m³** et un coefficient d'écoulement moyen interannuel Ke de 5,53%.

I.1. 2.2 Retenues d'eau

Le bassin versant du Mouhoun compte 417 ouvrages de mobilisation des eaux de surface conformément au tableau suivant.

Tableau 3-2: Types d'ouvrages hydrauliques dans le bassin du Mouhoun

Bassin Versant national	Type d'ouvrage	Nombre d'ouvrage
Mouhoun	Barrage	297
	Bouli	42
	Lac	2
	Mare	76
Total Mouhoun		417

Source DGRE/DGIH 2019

La capacité de stockage de ces ouvrages est de 1 851, 340 millions de m³

Selon les bulletins d'information de la DGRE, les taux de remplissage moyen sont de 80% pour les ouvrages du bassin du Mouhoun. Ce qui donne pour le Mouhoun un volume moyen mobilisé de 1,481 milliards de m³.

I.1.3. Le Bassin National du NAKANBE

I.1.3.1 Les écoulements

La pluviométrie moyenne de l'année 2019 sur le bassin est de **846 mm** et le volume annuel écoulé de **3,185 milliards de m³**.

La pluviométrie moyenne interannuelle (période 1955-2019) enregistrée sur le bassin national du Nakanbé est de **818,0 mm**. Le coefficient moyen interannuel K_e est de 3,89% et correspond à un volume écoulé interannuel de **2,960 milliards de m³**.

Tableau 3-3 : Ecoulements de surface dans le bassin versant du Nakanbé

Nom du cours d'eau principal	Débit interannuel 1955-2019(m ³ /s)	Volume interannuel 1955-2019 (Mm ³)	Volume écoulé 2019 (Mm ³)
Nakanbé	33,9	1066,56	1147,40
Nouaho	12,1	382,29	411,26
Nazinon	15,0	485,08	521,85
Sissili	3,5	110,51	118,89
Pendjary et ses affluents	29,0	915,79	985,20
Total		2960,24	3184,61

I.1.3.2 Retenues d'eau

Le bassin versant du Nakanbé compte 921 retenues d'eau conformément au tableau suivant.

Tableau 22. Types d'ouvrages hydrauliques dans le bassin du Nakanbé.

Types d'ouvrages hydrauliques dans le bassin du Nakanbé

Bassin Versant national	Type d'ouvrage	Nombre d'ouvrage
Nakanbé	Barrage	550
	Bouli	328
	Lac	5
	Mare	39
Total Nakanbé		921

Source DGRE/DGIH 2019

La capacité de stockage de ces ouvrages est de **4, 5 milliards de m³**.

Selon les bulletins d'information de la DGRE, les taux de remplissage moyen sont de 50% pour le barrage de la Kompienga et de 80% pour l'ensemble des autres ouvrages dont les volumes mobilisés respectifs de **1,025 milliard de m³** et **1,945 milliard de m³**. Ce qui donne pour le Nakanbé un volume moyen mobilisé de **2,97 milliards de m³**.

I.1.4. Le Bassin National du NIGER

I.1.4.1 Les écoulements

La moyenne pluviométrique annuelle de 2019 sur le bassin est appréciée comme suit :

1154,6 mm sur le Banifing à l'extrême ouest du pays et **676,4 mm** pour la partie sahel et Nord-Est. Le volume total annuel écoulé dans les deux parties est de **6,065 milliards de m³** avec un coefficient d'écoulement moyen annuel ke de 5,77%.

Le volume écoulé interannuel (1970-2019) du bassin du Niger est de **3,93 milliards de m³** pour des coefficients d'écoulement moyens de 5,53 % pour le Banifing et 7,17% pour la partie sahel et Nord-Est.

I.1.4.2 Retenues d'eau

Le bassin versant du Niger compte 428 retenues d'eau réparties conformément au tableau suivant.

Tableau 3-4 : Types d'ouvrages hydrauliques dans le bassin du Niger

Bassin Versant national	Type d'ouvrage	Nombre d'ouvrage
Niger	Barrage	149
	Bouli	182
	Lac	1
	Mare	96
Total Niger		428

Source DGRE/DGIH 2019

La capacité de stockage de ces ouvrages est de **156,503 millions de m³**.

Selon les bulletins d'information de la DGRE, les taux de remplissage moyen sont de 80% pour l'ensemble des autres ouvrages du bassin Niger. Ce qui donne pour ce bassin un volume moyen mobilisé de **125,2 millions de m³**.

I.1.5. Récapitulatif des ressources en eau de surface des différents bassins versants nationaux

Tableau 3-5 : Ressources en eau de surface des différents bassins versants

Bassins versants	Volume moyen mobilisé des principaux barrages en Milliards de m ³	Volume écoulé aux sorties du pays en Milliards de m ³
Comoé	0,08544	2,116
Mouhoun	1,481	4,858
Nakanbé	2,97	2,96
Niger	0,1252	3,93
Total Burkina	4,66	13,87

Source : DGRE/DGIH 2019

En résumé les volumes moyens stockés dans les retenues et écoulés aux sorties du pays peuvent être évalués respectivement à **4,66** et **13,87 milliards** de m³.

I.2. Évaluation des ressources en eau souterraine

Plusieurs études techniques sur l'évaluation des ressources en eau souterraine ont été réalisées au Burkina Faso. Ces études avaient pour objectif principal de faire une évaluation quantitative des ressources en eau souterraine et ont concerné tous les ensembles géologiques (zone sédimentaire et le socle). Parmi ces études on peut retenir essentiellement :

- l'étude du Comité Inter-africain d'Etudes Hydrauliques (CIEH,1987) ;
- le projet BILAN D'EAU (IWACO, 1993) ;
- l'état des lieux des Ressources en Eau et de leur Cadre de Gestion (GIRE,2001) ;

Dans le cadre de la formulation du Programme d'Approvisionnement en Eau et d'Assainissement (PAEA), la Banque Mondiale a également fait des études en 2017 dans l'optique d'apporter une valeur ajoutée aux différentes études qui ont été déjà réalisées dans le passé. Ces études ont été faites par une équipe associant des experts de la Banque Mondiale et des consultants nationaux et internationaux.

Ainsi, à partir de ces évaluations le potentiel total des ressources en eau souterraine est estimé à environ **302 milliards de m³**, la part utile de ce potentiel, c'est-à-dire la part renouvelable annuellement n'est que de **12,4 milliards de m³ soit 4 %** (Banque Mondiale, 2017).

Tableau 3-6 : Eaux souterraines renouvelables en 10⁶ m³/an

Bassin	Réserves totales	Réserves renouvelables (ou utiles)
Niger	58 610*	5 072*
Nakanbé	80 173*	6 105*
Mouhoun	74 996*	494**
Comoé	88 080*	695**
Total	301 859	12 366

* Estimation GIRE 2001

** Estimation d'après COWI 2012 et RESO

Source : Banque Mondiale, 2017

Toutefois, il faut considérer ces chiffres avec précaution compte tenu :

- de la faible connaissance actuelle des aquifères (en termes de géométrie, de caractéristiques hydrodynamiques et de recharge)² ;
- des incertitudes pesant sur la connaissance de la partie de l'eau infiltrée qui constitue le sous-écoulement des cours d'eau et qui serait déjà prise en compte dans l'évaluation des eaux de surface³.

I.3. Le potentiel renouvelable total des ressources en eau du Burkina Faso en année moyenne

Le potentiel renouvelable total des ressources en eau (eaux de surface et eaux souterraines) du Burkina Faso en année moyenne s'élève à un volume proche de **26,33** milliards de m³.

Tableau : Ressources renouvelables totales (eaux de surface +eaux souterraines) en milliards de m³/an.

Tableau 3-7 : Potentiel renouvelable total des ressources en eau

Bassin versant	Ressource renouvelable eau de surface	Ressource renouvelable eau souterraine	Ressource renouvelable totale
Comoé	2,116	0, 695	2,81

Mouhoun	4,858	0,494	5,35
Nakanbé	2,96	6,20	9,16
Niger	3,93	5,07	9,00
Burkina	13,87	12, 46	26,33

I.4. Evaluation du volume d'eau réellement utilisable en année moyenne

1. Le calcul du volume d'eau réellement utilisable en année moyenne pour les eaux de surface est délicat. En effet, si pour les eaux souterraines on considère que le volume utilisable correspond à la recharge, pour les eaux de surface, il convient de déduire du potentiel estimé soit 13,87 milliards de m³ par an, en année normale les éléments ci-après :

- **les besoins environnementaux** : cette part est habituellement estimée à 10 % du débit des cours d'eau. Le Burkina Faso est signataire de la Convention de Ramsar sur la protection des zones humides depuis 1990. Celles-ci représentent environ 1 940 481 hectares répartis sur 25 sites protégés par cette convention.
- **la part qui sera évaporée** sur les ouvrages de mobilisation ; en supposant que l'on ait la capacité technique et financière de mobiliser toute la ressource utilisable, on doit donc encore déduire au moins 40 % du volume (minimum de l'évaporation sur les plans d'eau, ce taux peut dépasser 70 % pour les petits barrages) ;
- **la part d'écoulement** qu'il faut laisser pour les pays aval en fonction des accords internationaux de partage des eaux (15%).

Tableau 3-8: Volumes réellement utilisables en eaux de surface en 109 m³

Bassin	Potentiel (milliards m ³ /an) des eaux de surface	Part environnement 10%	Évaporation 40%	Part pays aval 15%	Total Potentiel réservé	Volume réellement utilisable des eaux de surface
Comoé	2,116	0,212	0,846	0,317	1,375	0,741

Mouhoun	4,858	0,486	1,943	0,729	3,158	1,70
Nakanbé	2,96	0,296	1,184	0,444	1,924	1,036
Niger	3,93	0,393	1,512	0,59	2,555	1,375
Burkina	13,87	1,387	5,548	2,081	9,016	4,852

2. Le potentiel renouvelable utilisable total des ressources en eau du Burkina Faso en année moyenne

Tableau 3-9: Ressources renouvelables totales utilisables (eaux de surface + eaux souterraines) en milliards de m³/an

Bassin National	versant	Ressource utilisable eau de surface	Ressource utilisable eau souterraine	Ressource utilisable totale
Comoé		0,741	0,695	1,436
Mouhoun		1,700	0,494	2,195
Nakanbe		1,036	6,200	7,236
Niger		1,375	5,072	6,447
Burkina		4,852	12,461	17,313

Conclusion sur le potentiel des ressources en eau (eaux de surface + eaux souterraines)

Le potentiel renouvelable total du Burkina Faso en année moyenne s'élève à un volume de 26,33 milliards de m³.

Le potentiel renouvelable utilisable total du Burkina Faso en année moyenne s'élève à un volume de **17,313 milliards de m³**.

PARTIE 4 : QUALITE DES EAUX

La qualité des eaux est un paramètre important qui affecte tous les aspects du bien-être des écosystèmes et de l'homme tels que la santé des populations, les denrées alimentaires à produire, les activités économiques et la biodiversité (OCDE, 2014).

Au Burkina Faso, la qualité des eaux brutes suscite de nombreuses questions du fait des rejets industriels non contrôlés, de l'exploitation artisanale des ressources minières et de l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces différentes sources de pollution contribuent à l'altération de la qualité physico-chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. Le suivi de la qualité des eaux est devenu une nécessité impérieuse en vue de la protection de l'environnement et la santé des êtres vivants. Pour cette raison, il importe donc de suivre la qualité des eaux et son évolution dans le temps et dans l'espace.

Pour ce faire, un réseau national constitué de 32 points de suivi de la qualité des eaux repartis dans les quatre (04) bassins hydrographiques, a été mis en place depuis 1992.

Ce réseau non optimum avec une densité très faible, ne pouvait répondre aux besoins en matière de suivi de la qualité des eaux dans un contexte de pollution d'origine naturelle et anthropique croissante des ressources en eau. C'est ainsi que la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) a procédé à une augmentation des points de prélèvement en 2018. Le réseau actuel de suivi de la qualité des eaux brutes, géré par le Service Qualité des Eaux (SQE) comporte 80 sites de mesures qui sont des points d'échantillonnage à l'emplacement de certains sites piézométriques et stations hydrométriques.

Malheureusement en 2018, pour des contraintes budgétaires (budget de l'état non acquis), le réseau n'a pas connu de suivi. C'est ainsi que la synthèse de 2018 a porté uniquement sur l'état des lieux de la qualité des eaux brutes du bassin du Mouhoun particulièrement sur deux sous-bassins à savoir la Bougouriba et le Mouhoun inférieur aval qui a été réalisé courant 2017-2018.

De même en 2019, le réseau n'a pas connu de suivi pour les mêmes raisons budgétaires. Ainsi, la synthèse de 2019 porte sur la suite de l'état des lieux de la qualité des eaux brutes du bassin du Mouhoun qui a concerné les quatre sous-bassins (Mouhoun Inférieur Amont ; Mouhoun Supérieur Amont ; le Mouhoun Supérieur Aval et le Sourou) du bassin du Mouhoun réalisés en 2019.

I. Présentation de la zone d'étude

Le Mouhoun est un important affluent du fleuve Volta, un cours d'eau transnational de la sous-région ouest africaine qui se jette dans le golfe de Guinée au Ghana. La superficie totale de son bassin est estimée à 407 903 km². Ce bassin est réparti de façon très inégale entre le Burkina Faso (42,9 %), le Ghana (41,6 %) d'une part, et d'autre part le Bénin (3,41 %), la Côte d'Ivoire (2,48 %), le Mali (3,12 %) et le Togo (6,41 %).

Au Burkina Faso, le bassin du Mouhoun couvre une superficie d'environ 91 036 km² à la sortie du Burkina vers le Ghana soit 33 % du territoire national. Il comprend la plus grande partie des régions de la Boucle du Mouhoun (99 %), des Hauts-Bassins (95 %) et du Sud-Ouest (93 %), des portions importantes des régions du Centre-Ouest (56 %) et du Nord (44 %). Le bassin est situé entre les latitudes 9° 30' N et 14° 20' N et les longitudes 2° 30' W et 5° 30' W. Il comporte deux (02) sous bassins que sont le Mouhoun supérieur et le Mouhoun inférieur au terme du décret N°003-285/PRES/PM/MAHRH du 09 juin 2003 portant détermination des bassins et des sous bassins hydrographiques.

Cependant, pour des fins de planification générale de la gestion des ressources en eau, ce bassin a été divisé en six (06) sous bassins que sont (Figure 4-1) :

- le Mouhoun supérieur amont et le Mouhoun supérieur aval (20 978 km²) qui vont des sources à la confluence avec le Sourou, avec pour principaux affluents le Plandi, le Kou, le Siou et le Vouhoun ;
- le Mouhoun inférieur amont, le Mouhoun inférieur aval et la Bougouriba (54 802 km²) en partant du Sourou à la frontière avec le Ghana ;
- le Sourou (15 256 km² au Burkina).

Le bassin du Mouhoun est couvert par trois zones climatiques : la zone soudanienne, avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 1000 et 1300 mm, la zone soudano-sahélienne, avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 700 et 1000 mm et la zone sahélienne, avec une pluviométrie moyenne annuelle inférieure à 600 mm (MCA- BF, 2012).

Le relief du bassin du Mouhoun est assez accidenté avec des altitudes comprises entre 275 m (cours d'eau du Mouhoun en aval de Lahirasso dans le sous bassin du Mouhoun supérieur) et 733 m.

Du point de vue géologique et hydrogéologique, le bassin du Mouhoun comporte deux grands ensembles que sont le bassin sédimentaire et le socle qui le couvrent du sud-ouest au nord-

ouest. Les formations du socle sont diversement constituées de roches à dominantes granito gneissique ou migmatitique, schisto-gréseuse ou volcano-sédimentaire (migmatite gneissiques, granites à biotite, granodiorites), couvrant au total une superficie d'environ 57 000 km² soit 62,6 % du bassin. Quant aux formations sédimentaires (grès de base, grès de Sotuba, grès de Koutiala, grès rose et grès fin rose, SAC 1, SAC 2, Continental terminal etc.) elles couvrent environ 34 000 km² soit 37,4 % du bassin et se composent de couches à forte dominance gréseuse légèrement inclinées vers le nord-ouest. Ces dépôts sédimentaires sont recoupés par des intrusions de dolérites.

La couverture pédologique du bassin est hétérogène et intimement liée à la diversité géologique et à la longue évolution géomorphologique.

Le bassin du Mouhoun dispose d'un réseau hydrographique assez dense qui figure parmi les plus importants du pays. D'une longueur totale d'environ 1900 km, le Mouhoun est caractérisé par sa forme en boucle. Il prend ses sources sur les plateaux gréseux dans la région des Hauts-Bassins. Il coule d'abord vers le nord-est et reçoit en rive gauche, d'amont en aval, le Plandi, le Siou et le Vouhoun. En rive droite, il reçoit le Kou au niveau de son bassin supérieur. Plus au nord, il forme une boucle et reçoit le Sourou qui jouait avant la réalisation en 1976 du barrage vanne de Léry, le rôle d'affluent-défluent. Il est complété en 1984 par la dérivation du Mouhoun, qui se traduit par le détournement de la totalité des débits en provenance de la partie amont de la boucle du Mouhoun. Le Mouhoun devient ainsi un bras mort jusqu'à sa confluence avec le Sourou, où il reprend la direction nord-sud et rejoint au Ghana, le lit principal de la Volta. Les autres affluents de rive droite dans la partie inférieure du cours d'eau sont le Karokuy, le petit Balé, le Grand Balé, la Bougouriba, le Poni, la Bambassou et la Pouéné. En rive gauche dans le bassin inférieur, les principaux affluents sont le Vranso sur lequel est construit le barrage de Soum, le Boulkiemdé (marigot de Koudougou), le Bolo, le Kabouti et le Kabarvaro.

La population du bassin était estimée à près de 4.692.000 habitants en 2006 d'après les résultats du Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2006 de l'Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD) appliqués à l'espace considéré. Elle est inégalement répartie et pourrait atteindre 8 millions en 2025. L'activité économique dans le bassin repose sur l'agriculture, la pêche, l'élevage, les industries, l'artisanat et le commerce.

La présente synthèse concerne l'état des lieux de la qualité des eaux des sous-bassins le Mouhoun Inférieur Amont (MIAt), le Mouhoun Supérieur Amont (MSAt), le Mouhoun

Supérieur Aval (MSA) et le Sourou (SR).

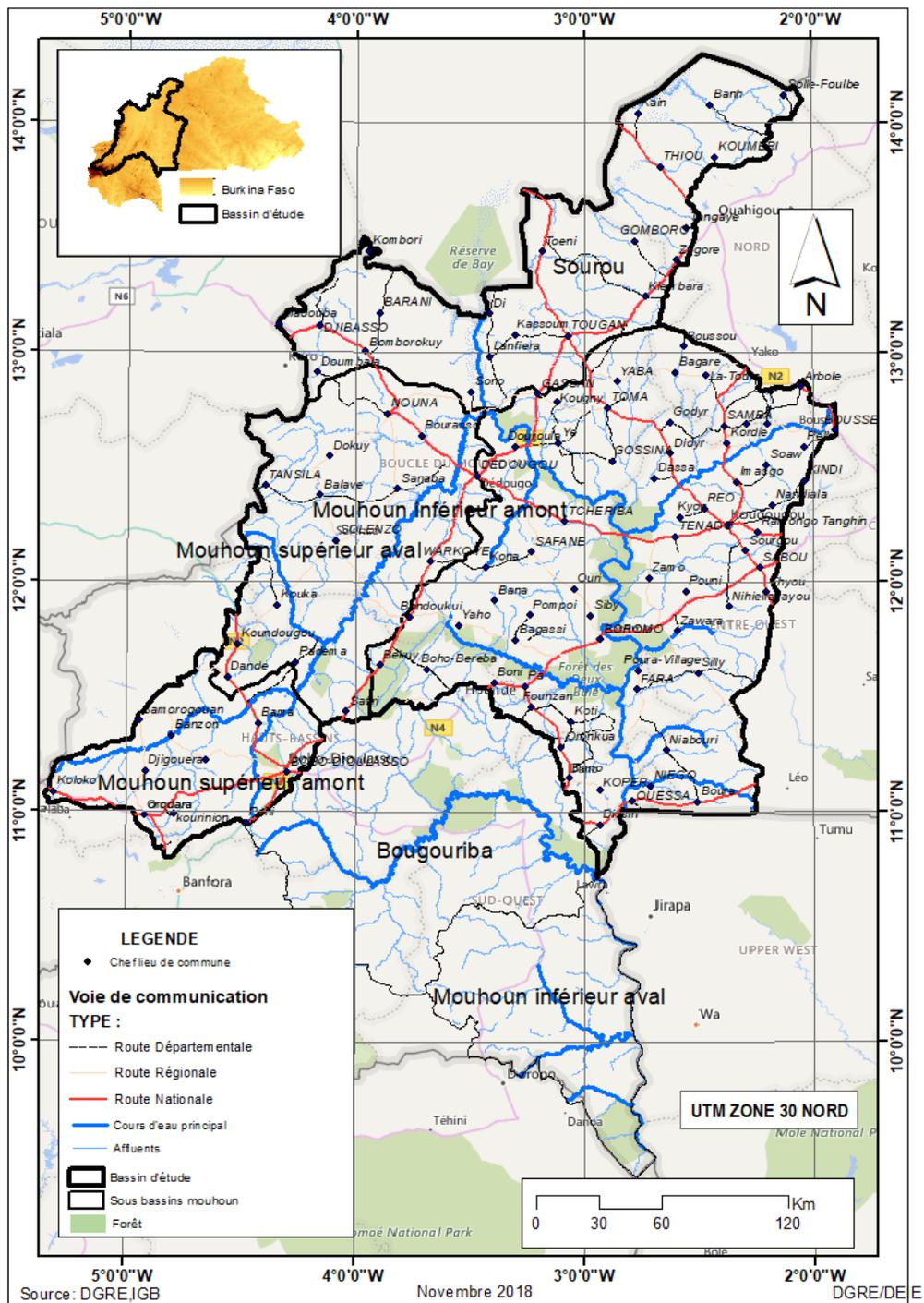


Figure 4-1: Localisation de la zone d'étude

II. La méthodologie de l'étude

Pour mener à bien cette étude, la DGRE a organisé au mois de mai 2017 un atelier à Bobo-Dioulasso afin d'identifier les sites de prélèvements et de définir les paramètres de qualité à analyser dans ladite étude.

II.1. Méthodes d'échantillonnage

L'étape d'échantillonnage a une influence directe sur la qualité des résultats analytiques. Des précautions élémentaires ont été prises pour obtenir un échantillon représentatif afin de minimiser les risques associés à la contamination de l'échantillon par le préleveur et permettre le maintien de l'intégrité des échantillons.

C'est ainsi qu'une approche a été définie lors de l'atelier de Bobo afin de faciliter la réalisation des campagnes d'échantillonnage et d'analyse des eaux dans le bassin du Mouhoun. A cet atelier, ont participé la DGRE, le Laboratoire d'Hydrogéologie, le MEEVCC (LABO et SP/ CONEDD), l'ONEA, la DGA, le LNSP, le BUMIGEB, l'AEM, la DREA des Hauts-Bassins, la DREA de la Boucle du Mouhoun et la DREA du Centre-Ouest.

Deux types d'eaux ont été retenus pour l'échantillonnage. Il s'agit des eaux de surface et des eaux souterraines.

II.2. Choix des sites de prélèvement d'eau de surface

Tous les cours d'eau et retenues pérennes ont été systématiquement retenus pour le choix des sites d'eau de surface en raison de leur faible nombre.

II.3. Choix des sites de prélèvement d'eau souterraine

L'échantillonnage des nappes d'eau souterraine s'est opéré sur les ouvrages de captage que sont principalement les forages à pompes manuelles et les puits à grand diamètre fonctionnels. Tenant compte de la très grande variabilité de la qualité des eaux souterraines dépendant de beaucoup de facteurs tels que la lithologie de l'aquifère et la pression anthropique, la procédure de sélection des ouvrages à échantillonner s'est basée sur un maillage dit stratégique ou régional qui couvre tout le bassin du Mouhoun. C'est une méthode normative d'échantillonnage habituellement utilisée en géologie et en hydrogéologie permettant une couverture systématique avec un maillage homogène régulièrement reparti. Ainsi, un maillage

carré de 10 km de côté est appliqué sur le bassin.

Dans chaque maille, quatre (4) points sont sélectionnés et repartis en fonction de la géologie. Le nombre de points d'échantillonnage peut dépasser quatre (4) selon l'occupation du sol (zones urbaines et rurales, sites industriels, zones agricoles ou de maraîchage) et plus particulièrement lorsqu'il y a un site minier ou d'orpaillage.

Sur la base de ces critères définis pour les eaux de surface et souterraines, la taille des points d'eau à échantillonner était de l'ordre de 2046 soit 757 dans le Mouhoun inférieur amont ; 144 dans le Mouhoun supérieur amont ; 295 dans le Mouhoun supérieur aval et 330 dans le Sourou. La carte (Figure 4-2) présente la distribution spatiale des sites d'eau identifiés.

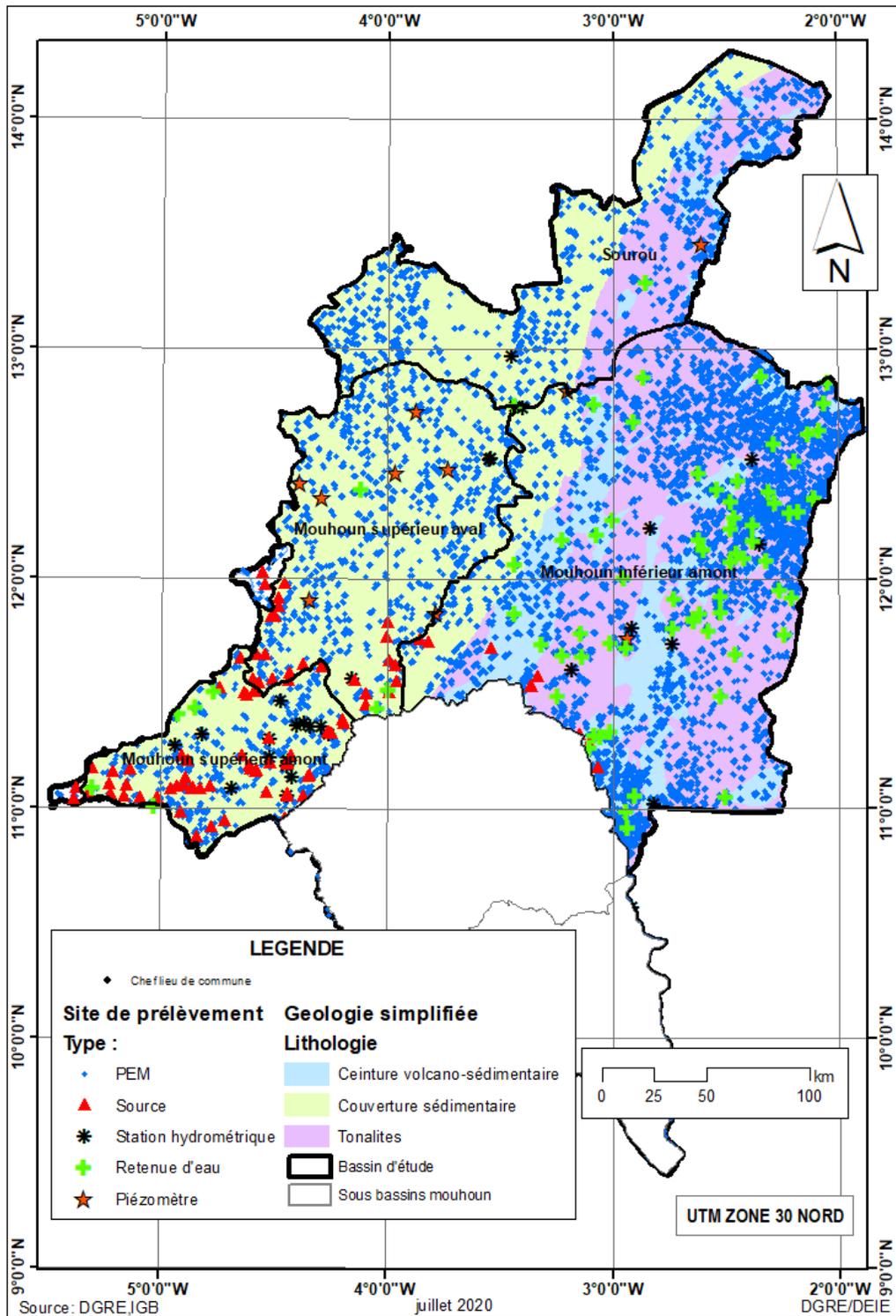


Figure 4-2: Sites d'échantillonnage des sous Bassins

II.4. Période et fréquence de prélèvements

Les prélèvements d'échantillons d'eau ont été effectués sur quelques points d'eau des sous bassins du Mouhoun inférieur amont, du Mouhoun supérieur amont, du Mouhoun supérieur aval et du Sourou (forages, puits modernes, barrages et cours d'eau) faisant partie du plan d'échantillonnage.

Aussi, dans l'optique d'appréhender l'effet de la variabilité saisonnière sur la qualité des ressources en eau, les prélèvements ont été programmés sur des périodes distinctes de l'année. Pour les eaux de surface, les périodes de hautes eaux (août /septembre) et de basses eaux (mai /juin et décembre/janvier) ont été retenues. S'agissant des eaux souterraines, les périodes de prélèvement retenues sont les mois de mai à juin et d'octobre à novembre.

II.5. Mode de prélèvement et conservation des échantillons d'eau

- Pour les sites d'eau de surface (cours d'eau et barrages) : le prélèvement d'eau est réalisé à une profondeur suffisante (au moins 30 cm) sous le plan d'eau à l'aide d'un échantillonneur à ouverture commandée à partir d'une embarcation. Suivant la taille du plan d'eau, le nombre de points de prélèvement varie entre trois et six.
- Pour les points d'eau souterraine (forages et puits) : le prélèvement de l'échantillon d'eau est effectué à l'exutoire de la pompe du forage après un pompage intensif d'environ 20 litres pour vider la colonne d'eau, ou à l'aide d'un échantillonneur à ouverture commandée si le prélèvement est effectué au niveau des puits.

Pour chaque point de prélèvement, deux (02) échantillons d'eau sont prélevés dans des flacons et trois (03) échantillons sur les sites miniers pour les analyses suivantes :

- un litre d'échantillon d'eau dans un flacon plastique pour les analyses physico-chimiques ;
- un litre d'échantillon d'eau acidifié à l'acide nitrique dans un flacon plastique pour la détermination des métaux lourds;
- un litre d'échantillon d'eau additionné de soude dans un flacon plastique pour la détermination du cyanure, si une activité minière est présente dans la zone du point de prélèvement.

Les échantillons d'eau prélevés sont maintenus au frais à l'aide d'ice-bag dans des glacières. Ils sont ensuite acheminés au laboratoire d'analyses de la DGRE dans un délai ne dépassant pas 48 heures.

II.6. Méthodes d'analyses des échantillons

L'analyse des échantillons s'est faite suivant deux étapes :

- une première étape de mesure in-situ (sur le terrain) : pH, conductivité, turbidité et température selon les méthodes électrométriques et néphélométriques ;
- la seconde au laboratoire : les ions majeurs et métalloïdes et métaux lourds selon les méthodes spectrométrique, chromatographique et volumétrique (Tableau 4-1).

Tableau 4-1: Les paramètres analysés et les méthodes d'analyse

Paramètres analysés	Lieu d'analyse	Unités	Méthodes	Normes	Appareils utilisés	Limites de détection
Température	In situ	°C	Electrochimique		Conductimètre WTW	0.0
pH	In situ		Electrochimique	NF T 90-008	pH-mètre WTW	-2.00
Conductivité	In situ	µS/cm	Electrochimique	NF EN 27888	Conductimètre WTW	0.0
Turbidité	In situ	NTU	Nephelométrique	NF EN ISO 7027	Turbidimètre WTW	0.02
Orthophosphate	Laboratoire DGRE	mg/L	Chromatographie		Chromatographie Ionique	0.1
Nitrate	Laboratoire DGRE	mg/L	Chromatographie		Chromatographie Ionique	0.1
Sulfate	Laboratoire DGRE	mg/L	Chromatographie		Chromatographie Ionique	0.1
Chlorure	Laboratoire DGRE	mg/L	Chromatographie		Chromatographie Ionique	0.1
Fer total	Laboratoire DGRE	mg/L	Spectrométrie d'absorption atomique		Spectromètre d'Absorption Atomique mode Flamme	0.05

Sodium	Laboratoire DGRE	mg/L	Spectrométrie d'absorption atomique		Spectromètre d'Absorption Atomique mode Flamme	0.5
Potassium	Laboratoire DGRE	mg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	NF T90-019	Spectromètre d'Absorption Atomique mode Flamme	0.5
Cuivre	Laboratoire DGRE	mg/L	Spectrométrie d'absorption atomique		Spectromètre d'Absorption Atomique mode Flamme	0.05
Zinc	Laboratoire DGRE	mg/L	Spectrométrie d'absorption atomique		Spectromètre d'Absorption Atomique mode Flamme	0.05
Manganèse	Laboratoire DGRE	mg/L	Spectrométrie d'absorption atomique		Spectromètre d'Absorption Atomique mode Flamme	0.05
TA	Laboratoire DGRE	méq/L	Acidimétrie	NF EN ISO 9963-1	Burette digital Brand Class A precision	0.1
TAC	Laboratoire DGRE	méq/L	Acidimétrie	NF EN ISO 9963-1	Burette digital Brand Class A precision	0.1
TH	Laboratoire DGRE	mmol/L	Titration complexométrique	NF T90-003	Burette digital Brand Class A precision	0.1
Calcium	Laboratoire DGRE	mg/L	Titration complexométrique	NF T90-016	Burette digital Brand Class A precision	0.4
Magnésium	Laboratoire DGRE	mg/L	Titration complexométrique	NF T90-003	Burette digital Brand Class A precision	0.4
Cadmium (Cd)	Laboratoire DGRE	µg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	NF EN ISO 5961	Spectromètre d'Absorption Atomique en mode Four	0.05
Arsenic As	Laboratoire DGRE	µg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	EN ISO 11969	Spectromètre d'Absorption Atomique en mode Four	0.5
Plomb (Pb)	Laboratoire DGRE	µg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	FD T90-112	Spectromètre d'Absorption Atomique en mode Four	0.5

Chrome (Cr)	Laboratoire DGRE	mg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	NF EN 1233	Spectromètre d'Absorption Atomique en mode Four	0.5
--------------	------------------	------	-------------------------------------	------------	---	------------

II.7. Traitement et analyse des données sur la qualité des eaux

Après le contrôle physique des données, il a été alors procédé à l'examen et au traitement approfondi des données (contrôle de fiabilité des résultats analytiques et calcul des paramètres supplémentaires) à l'aide du logiciel CONTRES. Ce logiciel a été mis au point dans le cadre du projet PNUD, MLI/84/B05 à la Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie (DNHE) Bamako (Mali) en 1990, par un expert hydrochimiste des Nations Unies. Il permet d'effectuer les opérations de contrôle de la fiabilité des résultats d'analyse d'un échantillon d'eau par application de la balance ionique.

Après traitement, 55,6 % des données soit 683 points ont été retenues pour l'élaboration de la plupart des cartes de teneur et pour les traitements statistiques à l'aide des logiciels SPSS et ArcGis. Le tableau (Tableau 4-2) présente le pourcentage du nombre des résultats analytiques retenus par rapport au nombre total de points d'eau prélevés ainsi que leur répartition par sous bassin ; la figure 3 en donne la représentation spatiale.

Les données non retenues ont été utilisées pour l'élaboration de certaines cartes de paramètres physico-chimiques et pourront servir pour des vérifications ultérieures.

Tableau 4-2: nombre de résultats analytiques retenu par rapport au nombre total d'échantillons prélevés

Sous-bassin	Nombre de résultats d'analyse	Nombre de résultats retenus pour les eaux souterraines	Nombre de résultats retenus pour les eaux de surface	Nombre de résultats retenus (%)
Mouhoun supérieur aval	131	14	6	15,3
Mouhoun supérieur amont	79	33	6	49,4
Mouhoun inférieur amont	395	266	19	72,3

Sourou	78	35	1	46,2
Total	683	348	32	55,6

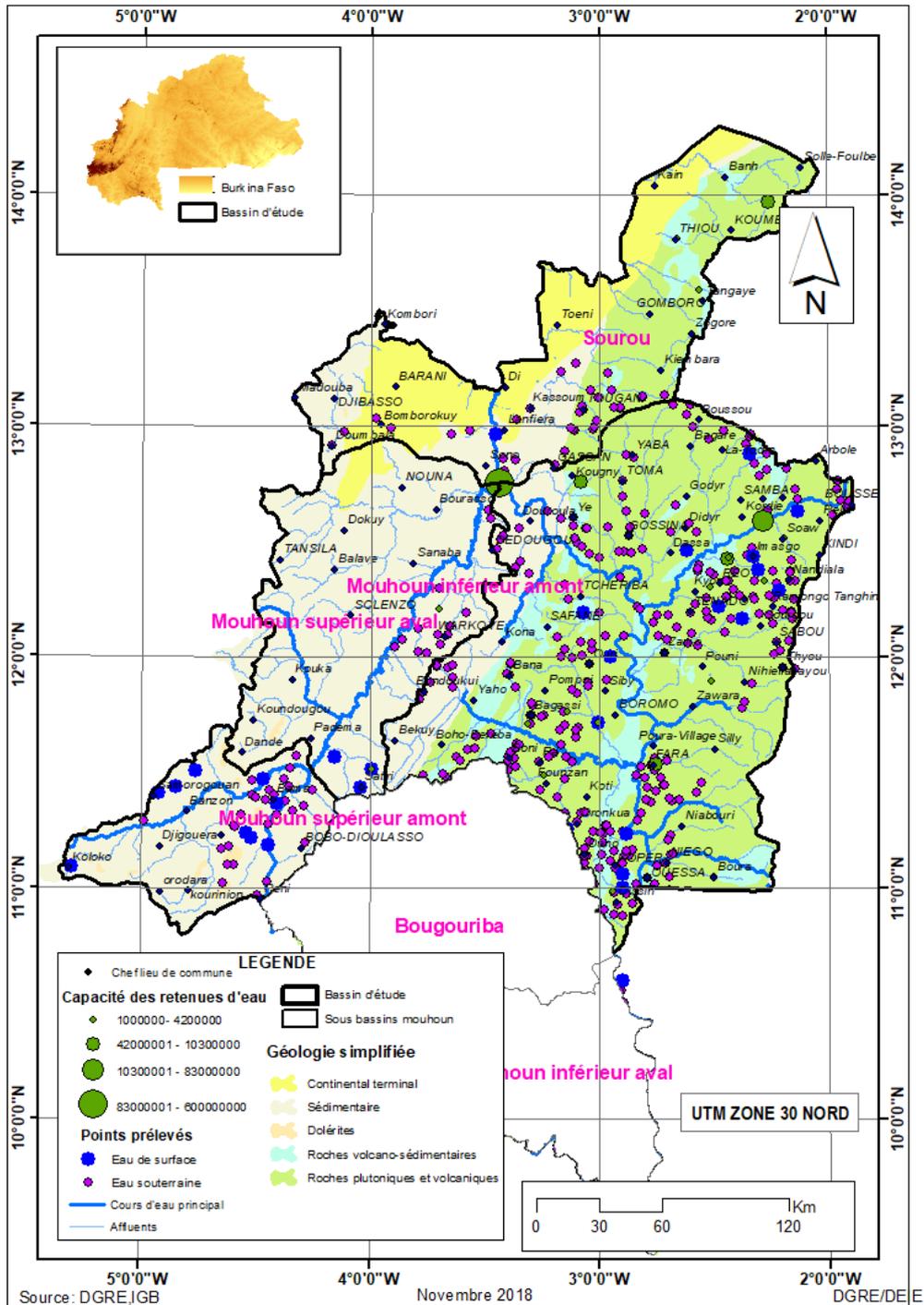


Figure 4-3 : répartition des points d'eau échantillonnés et analysés

II.8. Difficultés rencontrées

Les activités prévues dans le cadre de l'état des lieux de la qualité des ressources en eau du bassin du Mouhoun ont été fortement entravées dans leur mise en œuvre par les procédures de passation des marchés, ce qui n'a pas permis l'analyse de certains paramètres.

Ces difficultés se résument entre autres :

- au non aboutissement des marchés d'acquisition de matériels et consommables de laboratoire dont la conséquence a été la non réalisation de la maintenance des équipements pour effectuer les analyses ;
- à la faible cadence analytique des équipements (la technologie d'absorption atomique n'autorise pas l'analyse multi-élément ou simultanée) pour assurer l'analyse de gros volumes d'échantillons en un laps de temps.

III. Résultats

A l'issue de l'analyse et du traitement, tous les 32 échantillons d'eaux de surface ont été retenus indépendamment de la balance ionique ; quant aux eaux souterraines 348 échantillons d'eaux souterraines ont été retenus pour les calculs statistiques, les diagrammes hydrochimiques et l'élaboration des cartes de teneurs. Toutefois, les données de tous les échantillons (683) prélevés et analysés ont été utilisées pour l'élaboration des cartes de pH, de turbidité et de conductivité.

Les résultats obtenus ont été interprétés en les comparant aux normes de potabilité de l'OMS en vigueur au Burkina Faso.

III.1. Caractéristiques hydrochimiques des eaux

III.1.1. Les eaux de surface

Le tableau synthétique ci-dessous (Tableau 4-3) présente les valeurs statistiques descriptives des différentes variables physico-chimiques des eaux des quatre sous-bassins du bassin du Mouhoun.

Tableau 4-3: statistiques sur les analyses des eaux de surface

Paramètres	T°C	COND (µS/Cm)	pH	TURB (NTU)	TAC (méq/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	TH (mmol/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	PO ₄ ²⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)
Moyenne	30,75	160,06	6,63	261,43	1,04	61,23	0,67	17,32	9,19	2,04	4,06	0,73	7,32	2,92	4,00
Médiane	30,50	52,25	6,80	135,90	0,49	30,38	0,26	6,01	2,35	1,53	1,41	0,30	0,73	1,47	3,99
Minimum	26,30	12,90	4,80	0,14	0,05	2,93	0,05	0,17	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,03	0,12
Maximum	34,70	1459,00	8,05	1100	4,09	228,51	5,58	135,63	135,46	5,83	21,63	7,02	90,30	20,76	12,49
Ecart type	2,06	286,93	0,79	315,29	1,15	64,01	1,10	29,59	24,07	1,39	5,48	1,30	19,75	4,51	2,77
Nombre d'individus	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Normes OMS	-	-	6,5 à 8,5	5	-	-	-	-	-	250	50	-	250	200	50

a) La température

Les valeurs de température varient entre 26,3 et 34,7 °C. Ces valeurs semblent élevées et se rapprocher de celle des eaux souterraines. C'est l'échantillon du Barrage (GODIN OUALOGTINGA) qui présente des valeurs élevées de température dépassant 30 °C, pour tous les points d'échantillonnage situés à l'aval et sur les berges du plan d'eau. Les prélèvements des retenues d'eau n'étant pas faites au milieu du plan d'eau du fait du manque d'un zodiac expliqueraient ces valeurs un peu élevées pour ce type d'eau.

b) Le pH

Le pH varie de 4,8 à 8,05 montrant des termes acides et des termes basiques des eaux de surface des sous-bassins. On peut citer le cas des eaux de sources échantillonnées en pleine saison de pluies qui enregistrent des valeurs faibles de l'ordre de 4. Les secteurs sédimentaires gréseux se remarquent par des pH acides en saison sèche ou en fin de saison sèche. Mais une étude récente dans la boucle du Mouhoun montre que ces pH acides deviennent légèrement plus neutres à basiques en saison des pluies (Sako et al. 2018). Les zones de socle présentent plutôt des pH plus basiques à neutre indépendamment de la saison considérée (Figure 4-4). Ces pH ne sont pas très élevés ; ce qui va limiter les concentrations d'ammoniac qui sont toxiques pour les poissons.

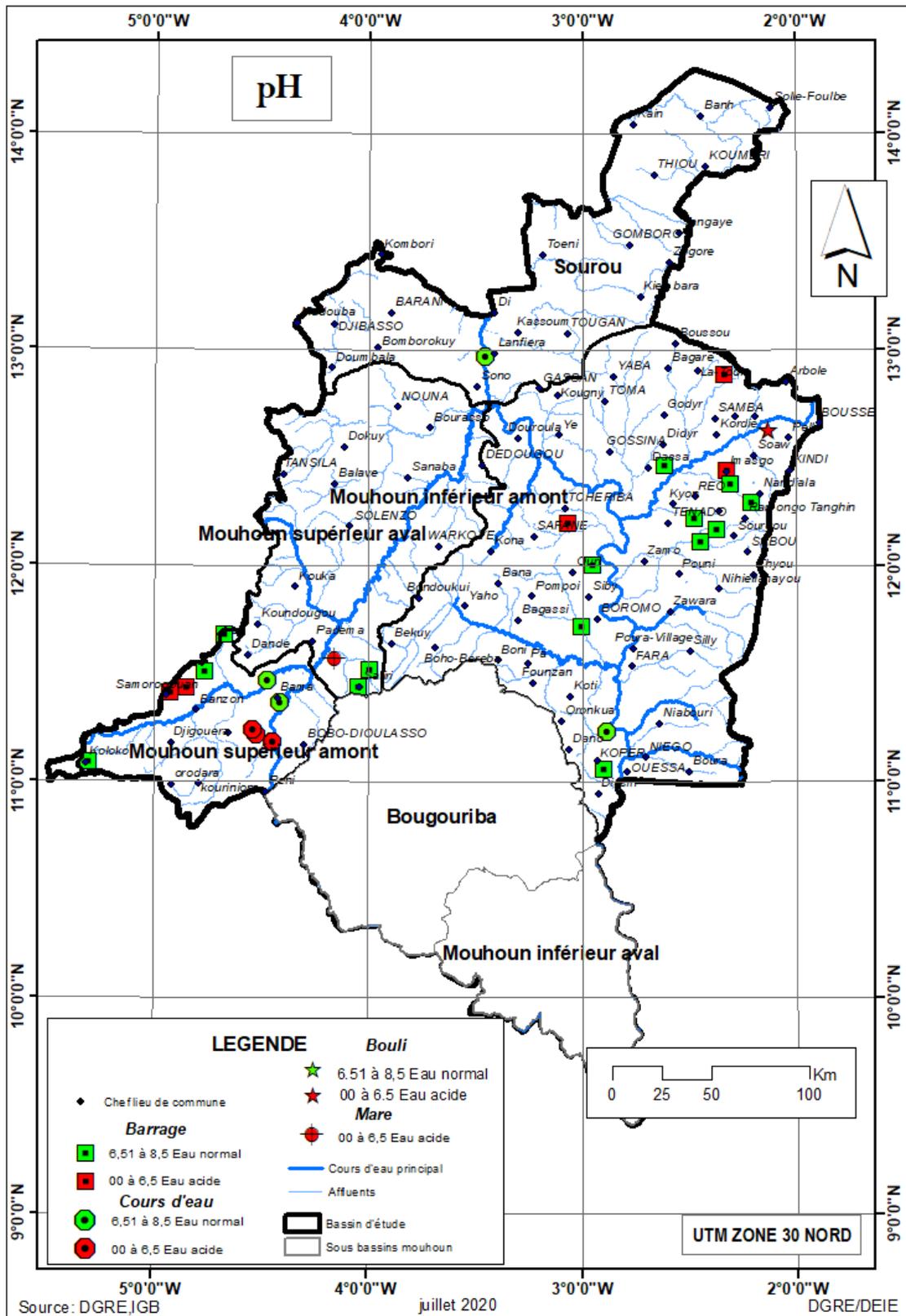


Figure 4-4: carte du pH des eaux de surface

La situation du pH par sous bassins se présente comme suit :

- le Sourou présente un point de prélèvement de cours d'eau dont le pH répond aux normes de l'OMS pour la consommation humaine ;
- le Mouhoun supérieur aval présente deux barrages dont le pH est conforme aux normes ; un point de cours d'eau et une mare dont le pH de l'eau est acide ;
- le Mouhoun supérieur amont présente (i) 5 points de cours d'eau dont deux dans les normes et trois acides ; (ii) 4 barrages dont deux acides et 2 autres dans les normes ;
- Le sous bassin du Mouhoun inférieur amont présente 13 barrages dont 3 sont d'eaux acides les autres ayant des eaux dans les normes ; 1 bouli d'eau acide et un point de cours d'eau, d'eau normale.

c) La conductivité électrique

Les gammes de conductivité électrique des eaux de surface sont très variables, allant de 12,9 (Samorogouan) à 1459 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Nadiolo). La valeur extrême de 1459 $\mu\text{S}/\text{cm}$ observée au barrage de Nadiolo, département de Sabou (province du Bulkiemdé) est exceptionnelle et pourrait être lié à une pollution anthropique. Par contre la faible valeur minimale de 12,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ est similaire à une eau de pluie (Figure 4-5).

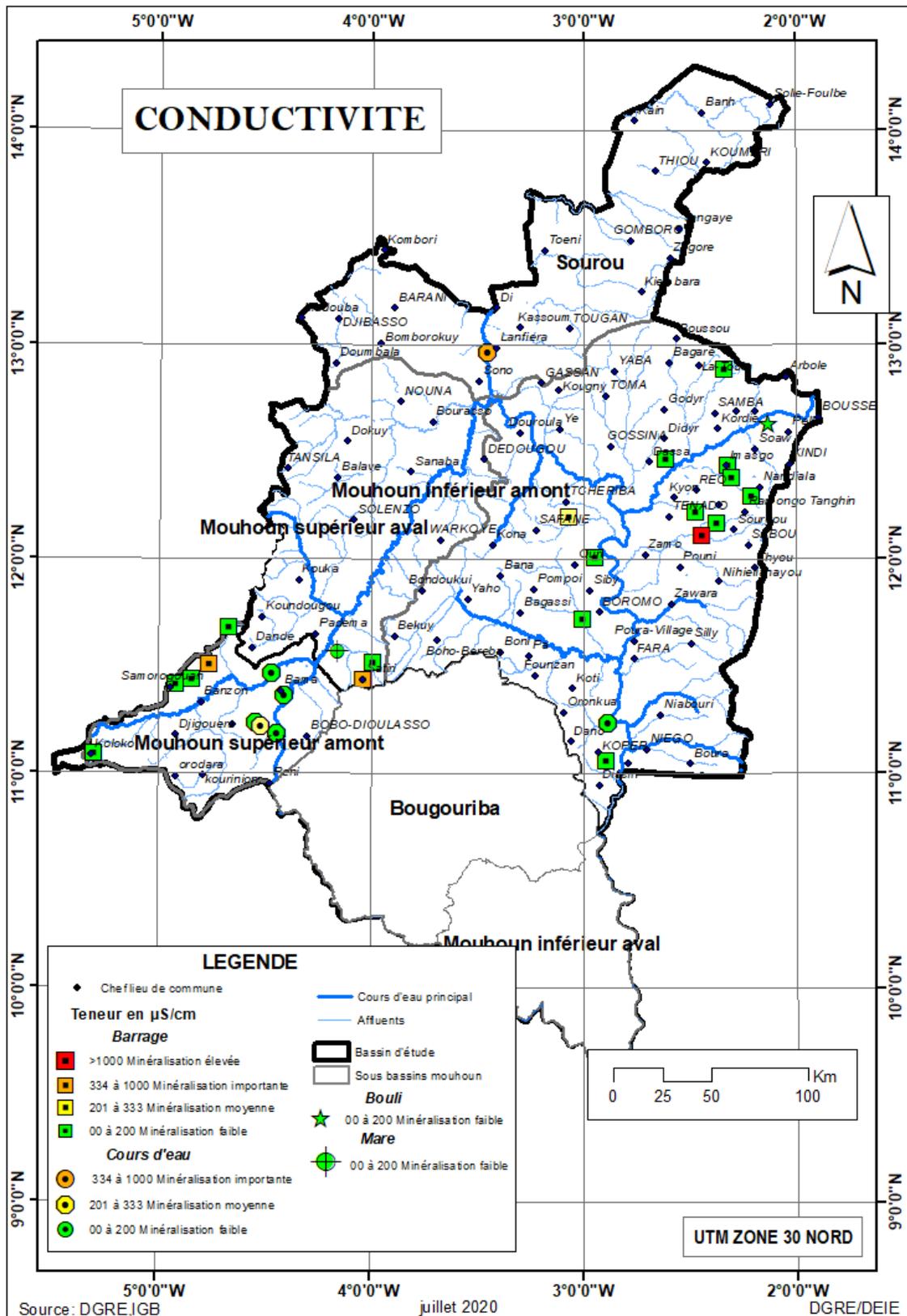


Figure 4-5: carte de conductivité des eaux de surface

La situation de la minéralisation par sous bassins se présente comme suit :

- le sous bassin du Sourou présente une très faible minéralisation à l'exception de Lanfiéra qui a une minéralisation importante ;
- le sous bassin du Mouhoun supérieur aval présente deux points : une mare et un barrage tous deux de faible minéralisation ;
- le sous bassin du Mouhoun supérieur amont présente plus de points : 4 barrages dont un est de minéralisation importante les trois autres étant de minéralisation faible, et 5 points de cours d'eau dont un est de minéralisation moyenne ;
- le sous bassin du Mouhoun inférieur amont présente 13 barrages dont 1 de minéralisation moyenne, 1 de minéralisation importante, 1 de minéralisation élevée les 10 autres étant de faible minéralisation ; il présente également 1 bouli et 1 point de cours d'eau tous deux de faible minéralisation.

d) La turbidité

La turbidité permet de préciser les informations visuelles de la couleur de l'eau. Elle est causée par les particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs : certaines populations habituées à consommer une eau très colorée n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant, une turbidité forte peut permettre à des microorganismes de se fixer sur les particules en suspension : la qualité bactériologique d'une eau turbide est donc suspecte.

Les classes de turbidités usuelles sont les suivantes :

Tableau 4-4:Classes de turbidité et transparence de l'eau

Classe de turbidité	Aspect de l'eau
NTU < 5	eau claire
5 < NTU < 30	eau légèrement trouble
NTU > 50	eau trouble
NTU > 200	eau très trouble

La turbidité d'une eau est en relation avec sa couleur. Elle indique la présence de particules fines dans l'eau. Il n'y a pas des bornes fixes imposées aux eaux naturelles.

Les valeurs de turbidité vont de 0,14 à 1100 NTU, c'est-à-dire de l'eau claire à de l'eau très turbide, de couleur rouge-ocre.

Dans la localité de Yaran par exemple, le 30 août 2019 la turbidité est la plus faible de la série, sans doute pendant une poche de sécheresse et avant l'ouverture des vannes du barrage /écluse de Léry sur le Sourou. Par contre, au barrage de Roumtenga dans la province du Passoré, on enregistre une forte turbidité de 1100 NTU le 13 juillet 2019, sans doute du fait des écoulements turbulents d'eau de ruissellement chargées de matières fines qui se sont déversés dans le plan d'eau (Figure 4-6).

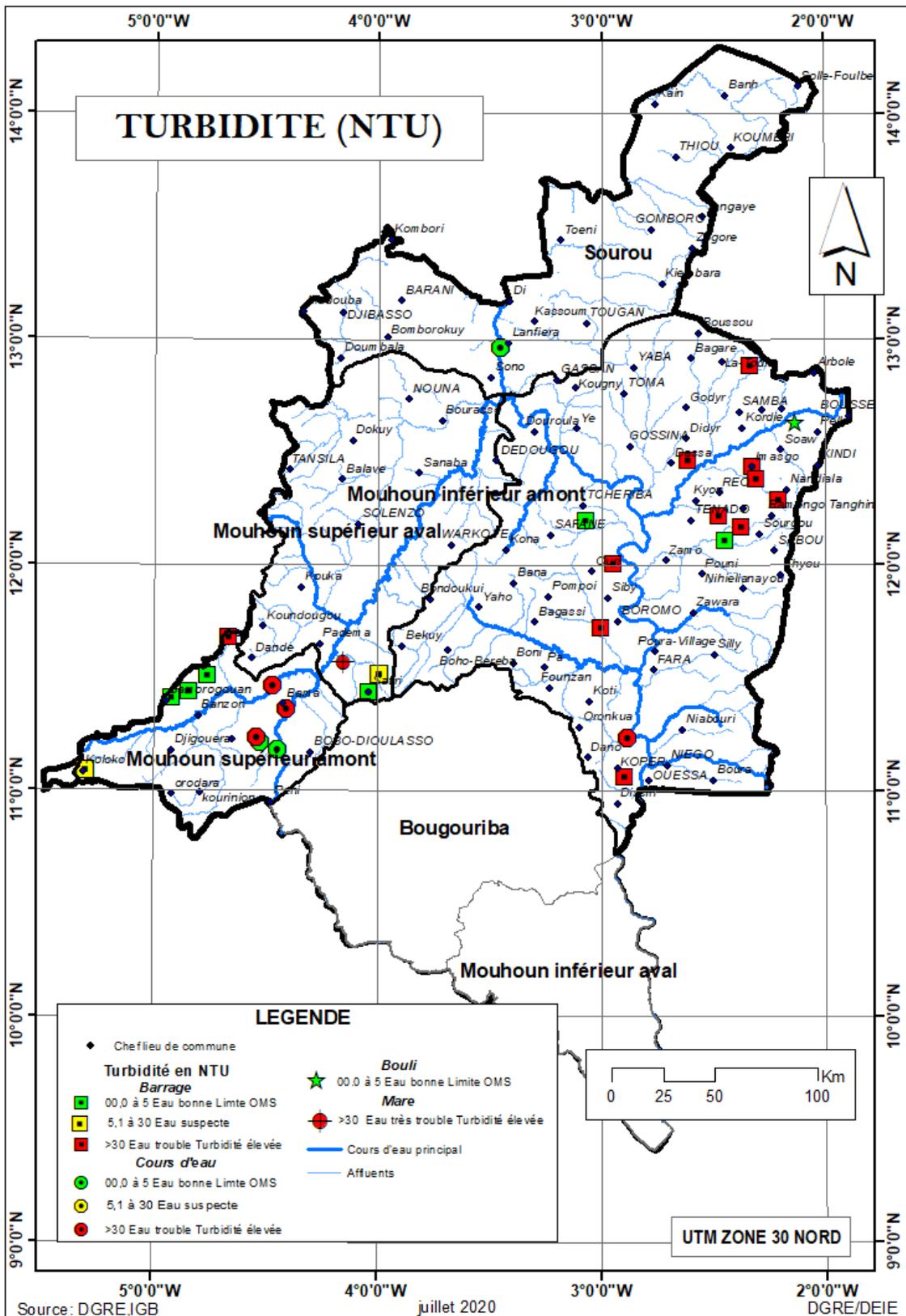


Figure 4-6: carte de la turbidité des eaux de surface

La situation de la turbidité par sous bassin se présente ainsi :

- le Sourou présente un cours d'eau dont la turbidité des eaux est conforme aux normes de l'OMS ;
- le Mouhoun supérieur aval présente : (i) une mare dont les eaux ont une turbidité conforme à la norme de l'OMS pour l'eau potable, (ii) deux barrages dont l'un a une turbidité conforme à la norme de l'OMS et l'autre supérieure à la valeur guide de ladite norme (>10 NTU) ;
- le Mouhoun supérieur amont présente : (i) quatre barrages dont un seul est hors normes, (ii) quatre points de cours d'eau dont 2 ont une turbidité conforme à la norme et les 2 autres ont une turbidité élevée (>10 NTU) ;
- le Mouhoun inférieur amont présente : (i) 12 barrages dont seulement 2 ont des eaux de turbidité conforme à la norme de l'OMS, (ii) 1 seul cours d'eau avec une turbidité élevée (>10 NTU).

e) Le TAC et le TH

Les valeurs extrêmes de TAC vont de 0,05 (barrage de Koper) à 4,09 méq/L (à Samandéni). Les valeurs de TH vont de 0,05 (à Samoroguan) à 5,58 mg/L (Nadiala près de Sabou dans la province du Boulkiemdé). La valeur moyenne est 0,67 mg/L avec une médiane de 0,26 mg/L. Ce qui montre que l'essentiel des eaux à une dureté acceptable.

f) les concentrations ioniques (cations et anions) des eaux de surface

L'ensemble des cations présente des concentrations faibles à moyennes de quelques dizaines de mg/L. Par exemple, le calcium a une valeur modale de 4 mg/L avec des valeurs extrêmes de 0,17 et de 135,63 mg/L.

Le Sodium a une valeur modale de 0,9 mg/L avec des valeurs extrêmes de 0,03 et de 20,6 mg/L.

Les eaux de surface se caractérisent par des anions à des proportions très variables ; ce qui montrent des origines variées de la minéralisation des eaux de surface.

g) Les concentrations des métaux lourds et métalloïdes des eaux de surface

Le suivi des concentrations en métaux lourds et métalloïdes (densité > à 5 g/ cm³) est particulièrement important vu leur toxicité et leur capacité de bioaccumulation le long des

chaînes alimentaires de certains d'entre eux (As, Cd, Hg, Cr). Contrairement aux polluants organiques, les métaux ne peuvent pas être dégradés biologiquement ou chimiquement.

Les métaux lourds à certaines concentrations, peuvent caractériser des types de contamination naturelle ou de pollution anthropique. A titre d'exemple, la présence de cuivre et de nickel peut être le signe des rejets provenant d'industries de traitement de surface des métaux ; le chrome dénonce la présence d'une tannerie ; le plomb est lié à des pollutions diffuses (apports dus aux transports routiers et à l'existence de sites industriels désaffectés) ; le zinc est évacué par des industries qui pratiquent la galvanisation ou la préparation d'alliages tels que le laiton et le bronze, il est également libéré lors du contact entre les eaux de ruissellement et les matériaux galvanisés (toitures métalliques, gouttières) ; le cadmium peut notamment être rejeté par des usines de galvanoplastie et des industries chimiques de textiles et de teintures.

Les métaux lourds se dissolvent très bien dans une eau acide (pH faible). Dans des eaux neutres ou basiques, ils précipitent et s'accumulent principalement dans la phase solide (boues). L'analyse de ces boues permet ainsi d'obtenir une vue de l'ensemble des déversements en métaux lourds qui ont eu lieu, tant en nature qu'en quantité.

La toxicité du zinc, influencée par la dureté de l'eau, son contenu en oxygène et la température, concerne surtout les plantes et les algues. La toxicité du cuivre pour le milieu aquatique est fortement dépendante de l'alcalinité, du pH et de la présence de matières organiques. De manière générale, les salmonidés (saumons, truites) sont très sensibles au cuivre et au zinc.

Quelles sont les caractéristiques en métaux lourds et métalloïdes des eaux de surface et souterraines dans le bassin du Mouhoun ?

L'étude dont les résultats sont présentés ici, porte sur 32 échantillons de plans d'eau de surface prélevés dans le bassin. Le tableau (

Tableau 4-5) ci-dessous présente les valeurs statistiques des concentrations en métaux lourds et métalloïdes dans le bassin du Mouhoun.

Tableau 4-5: concentrations en métaux lourds et métalloïdes

Paramètres	FeT (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	As (µg/L)	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)
Moyenne	3,19	0,00	0,02	0,23	0,94	4,24	0,26	5,71
Médiane	1,80	0,00	0,00	0,19	0,11	2,02	0,00	2,00
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	31,40	0,00	0,11	1,59	6,73	49,75	6,59	38,32
Ecart type	5,83	0,00	0,03	0,31	1,57	9,25	1,18	9,13
Nombre d'individus	32	32	32	32	32	32	32	32

Les teneurs minimales des différents éléments de métaux dosés sont en très faibles concentrations, à la limite de détection des équipements analytiques. Les teneurs maximales respectent presque toutes les normes en vigueur au Burkina Faso.

III.1.2. Les eaux souterraines

III.1.2.1. Paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, turbidité, TAC, TH)

Les tableaux synthétiques (Tableau 4-6 ;Tableau 4-7) présentent les valeurs statistiques descriptives des différentes variables physico-chimiques des eaux souterraines des quatre sous-bassins du bassin du Mouhoun.

Tableau 4-6: statistiques sur les analyses de forages

Paramètres	T°C	COND (µS/Cm)	pH	TURB (NTU)	TAC (méq/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	TH (mmol/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	PO ₄ ²⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)
Moyenne	31,55	333,59	6,72	2,85	2,96	180,61	1,59	41,35	12,53	5,11	28,32	1,23	7,34	15,11	4,10
Médiane	31,70	274,00	6,46	0,43	2,47	150,55	1,22	30,22	9,12	0,97	3,86	1,13	1,21	12,15	2,43
Minimum	23,70	2,90	4,36	0,00	0,10	0,79	0,01	0,27	-11,81	0,04	0,00	0,02	0,00	0,02	0,08
Maximum	35,60	1685,00	8,14	66,69	9,71	592,31	8,71	267,76	100,22	116,69	618,51	6,94	204,84	67,94	54,69
Ecart type	1,48	257,78	3,94	7,91	2,00	122,02	1,35	42,69	13,62	12,40	68,57	0,76	20,01	13,48	6,66
Nombre d'individus	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249
Normes OMS 2017	Non fixé	500	6,5 à 8,5	5	-	-	-	-	-	250	50	-	250	200	50

Tableau 4-7: statistiques sur les analyses de Puits

Paramètres	T°C	COND (µS/Cm)	pH	TURB (NTU)	TAC (méq/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	TH (mmol/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	PO ₄ ²⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)
Moyenne	30,70	280,32	6,41	30,58	1,99	121,47	1,35	38,45	8,79	12,00	50,60	0,91	9,88	10,49	8,78
Médiane	30,70	221,00	6,45	5,75	1,26	76,74	0,94	22,95	4,92	4,99	17,80	0,74	2,31	6,13	3,50
Minimum	25,80	2,70	4,92	0,00	0,23	0,11	0,07	0,45	0,24	0,10	0,01	0,03	0,00	-0,04	0,30
Maximum	35,30	1185,00	7,53	287,10	7,38	450,18	9,16	243,20	75,12	287,57	1241,24	4,76	323,18	58,14	96,25
Ecart type	1,74	241,02	0,57	55,04	1,82	111,01	1,39	44,71	11,92	30,92	138,39	0,79	35,15	12,75	15,12
Nombre d'individus	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
Normes OMS 2017	Non fixé	500	6,5 à 8,5	5	-	-	-	-	-	250	50	-	250	200	50

a) Température

La température des eaux souterraines varie de 25,80 (Perkouan, province du Sanguié) à 35,30°C (puits de Bandio/Bagassi, province des Balé) dans les puits et de 23,70 (Fara, province des Balés) à 35,60 (à Bokui) dans les forages. Comparativement aux eaux de surface, on ne note pas une nette différenciation thermique. La faible valeur de température observée à Perkouan pourrait être liée à un puits de bas-fonds, inondé par les premières pluies.

b) Potentiel hydrogène pH

Le minimum est de 4,36 (Bondo/Zio, commune de Bondokui) et le maximum est de 8,14 (Bobo, commune de Bama) passant ainsi d'eaux acides à des eaux basiques (Tableau 4-6 ;Tableau 4-7).

L'analyse de la distribution spatiale du pH dans les eaux souterraines du bassin du Mouhoun, montre que (Figure 4-7) :

- le sous bassin Sourou présente 14 points d'eau qui ont un pH conforme à la norme de l'OMS pour l'eau de boisson ($6,5 < \text{pH} < 8,5$). Tous les autres points d'eau prélevés du sous bassin ont des eaux acides ($\text{pH} < 6,5$) ;
- dans le Mouhoun supérieur aval il n'y a que 5 points prélevés dont le pH des eaux est conforme à la norme de l'OMS tandis que les autres présentent des eaux acides ;
- le Mouhoun supérieur amont présente 15 points d'eau souterraine prélevée dont le pH est conforme à la norme de l'OMS, et 15 points d'eau ayant un pH acide ;
- le Mouhoun inférieur amont présente en moyenne plus de points d'eau prélevés dont les eaux sont acides, surtout dans sa partie nord et centrale, que de points d'eau ayant un pH conforme à la norme de l'OMS. Cependant, les zones de Bobo-Bereba-Boni, de Dano-Koper et de Fara présentent des groupes de points d'eau où les eaux ont un pH conforme à la norme de l'OMS.

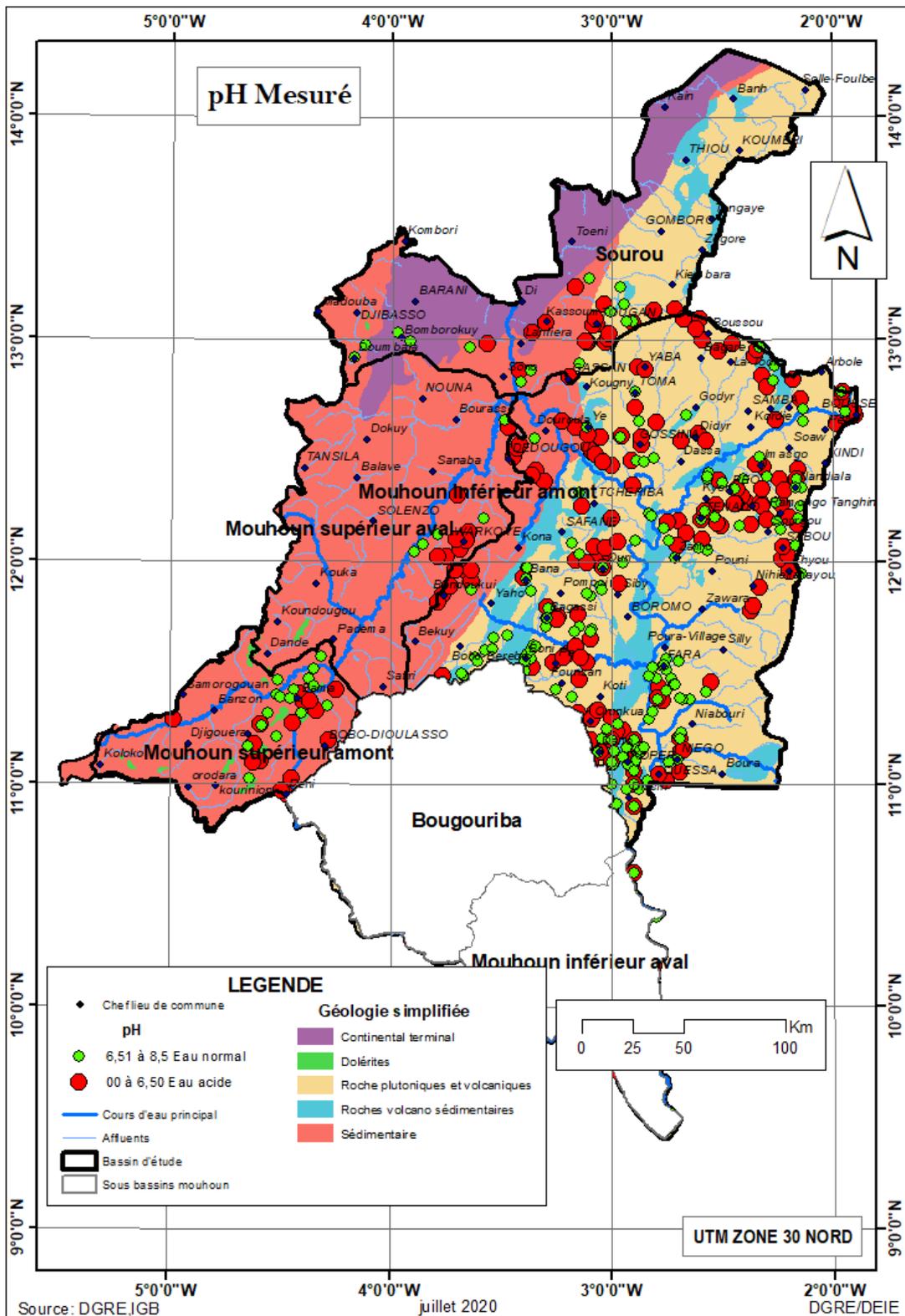


Figure 4-7: distribution spatiale du pH dans les eaux souterraines

c) Conductivité électrique

Dans les eaux souterraines, les valeurs de conductivité électrique vont de 2,70 (Puits à Ouakara) à 1185 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Puits à Goersa, commune de Yé). Le puits moderne de Goersa dans la commune de Yé, province du Nayala se singularise par une forte concentration minérale. Une pollution localisée serait responsable de cette forte minéralisation. Des soucis de santé peuvent être enregistrés par la consommation humaine de cette eau. Par contre, la faible valeur de conductivité électrique à Ouakara, pourrait résulter de la position du puits en zone de bas-fond (recharge directe), et l'échantillonnage en juillet 2019 serait fait juste après une importante pluie.

L'analyse de la distribution spatiale de la conductivité électrique des eaux souterraines du bassin du Mouhoun, montre que (Figure 4-8) :

- le sous bassin du Sourou présente (i) une douzaine de points d'eau à faible minéralisation ; (ii) cinq points d'eau de minéralisation moyenne ; (iii) les vingt-cinq autres points ont une forte minéralisation ;
- le Mouhoun supérieur aval ne présente que quelques points d'eau (6) de faible minéralisation vers Warkoye, 1 point de minéralisation moyenne et 5 points de forte minéralisation ;
- le sous bassin du Mouhoun supérieur amont présente 10 points d'eau de faible minéralisation, 2 points d'eau de minéralisation moyenne et 12 points d'eau de forte minéralisation ;
- dans le Mouhoun inférieur amont, de l'extrême-nord jusqu'à la zone de Toma, Godyr, Kordie, la minéralisation des eaux des points d'eau prélevés varie de faible à moyenne ; il n'y a que quelques points d'eau de forte minéralisation (Kougny, Kordie Pella) ; Au sud du sous bassin, dans les zones de Houndé-Boni, de Fara –Niabouri et surtout de Dano-Koper-Diéboucou, les eaux des points d'eaux souterraines prélevés présentent une minéralisation qui varie de forte à très forte ($>1000 \mu\text{S}/\text{cm}$) ; il n'y a que quelques points d'eau dont les eaux présentent des minéralisations faibles à moyennes.

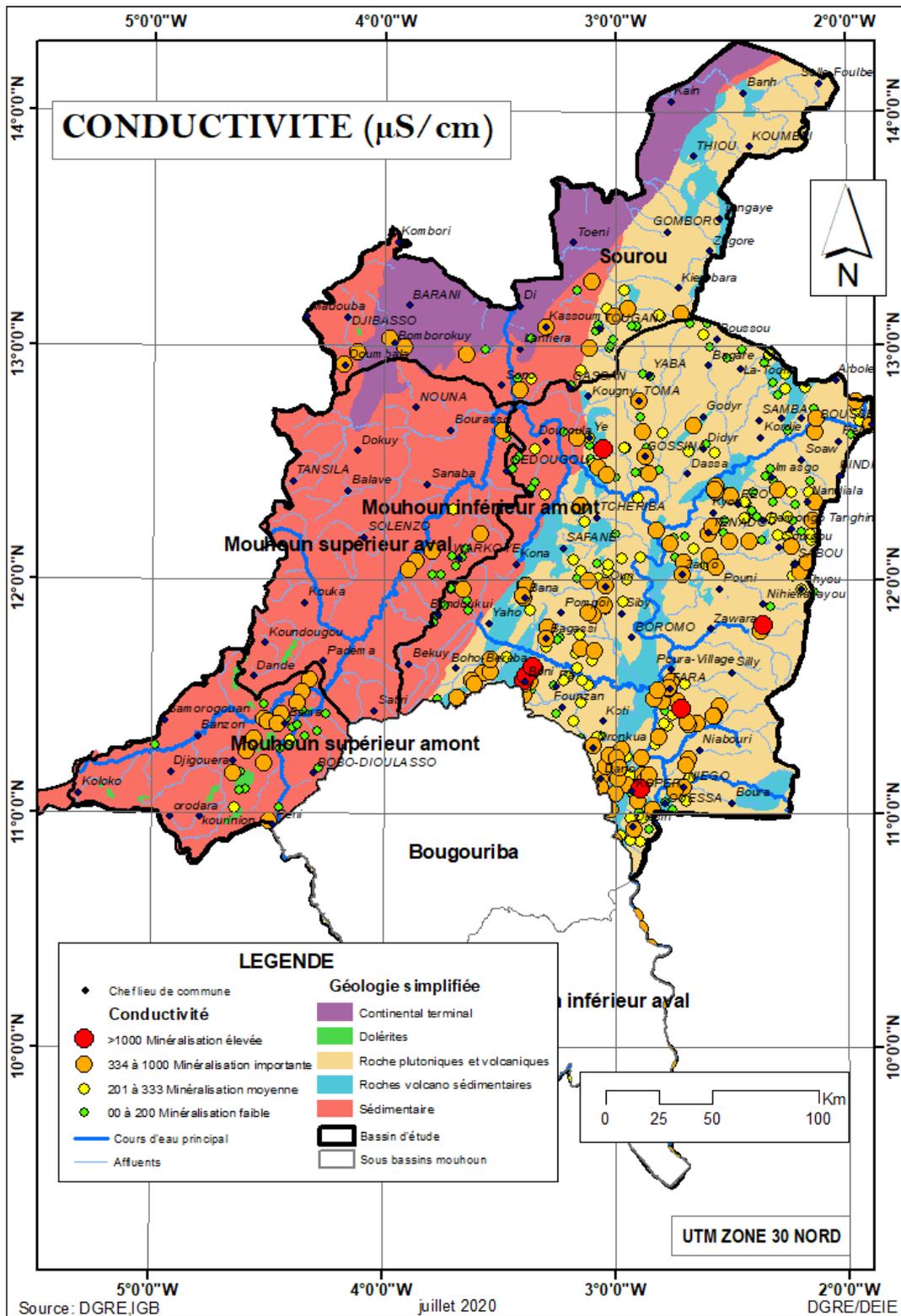


Figure 4-8: distribution spatiale de la conductivité dans les eaux souterraines

d) Turbidité

La turbidité varie entre 0 et 1100 NTU (Tableau 4-6 ;Tableau 4-7). La valeur de 1100 NTU rencontrée dans un puits situé dans un bas-fond à Koukouldi est exceptionnelle et isolée. Cette turbidité devrait permettre d'interpeller les populations sur les risques probables de contamination bactérienne.

L'analyse de la distribution spatiale de la turbidité des échantillons d'eaux souterraines du bassin du Mouhoun, montre que (Figure 4-9) :

- le sous bassin du Sourou présente seulement 5 points d'eau dont les eaux ont une turbidité élevée ; tous les autres points d'eau ont une turbidité conforme à la norme de l'OMS pour l'eau potable ;
- le Mouhoun supérieur aval présente seulement 2 points d'eau dont les eaux ont une turbidité élevée et 1 point d'eau à eaux suspectes ($5 < \text{turbidité} < 10$) ; tous les autres points d'eau ont une turbidité conforme à la norme de l'OMS pour l'eau potable ;
- le Mouhoun supérieur amont présente seulement 5 points d'eau dont les eaux ont une turbidité élevée et 1 point d'eau à eaux suspectes ($5 < \text{turbidité} < 10$) ; tous les autres points d'eau ont une turbidité conforme à la norme de l'OMS pour l'eau potable ;
- le Mouhoun inférieur amont présente en moyenne plus de points d'eau à turbidité conforme à la norme de l'OMS pour l'eau potable, que de points d'eau à turbidité élevée et de points d'eau à eaux suspectes ; ces eaux suspectes et ces eaux à turbidité élevée proviennent pour la plupart des puits.

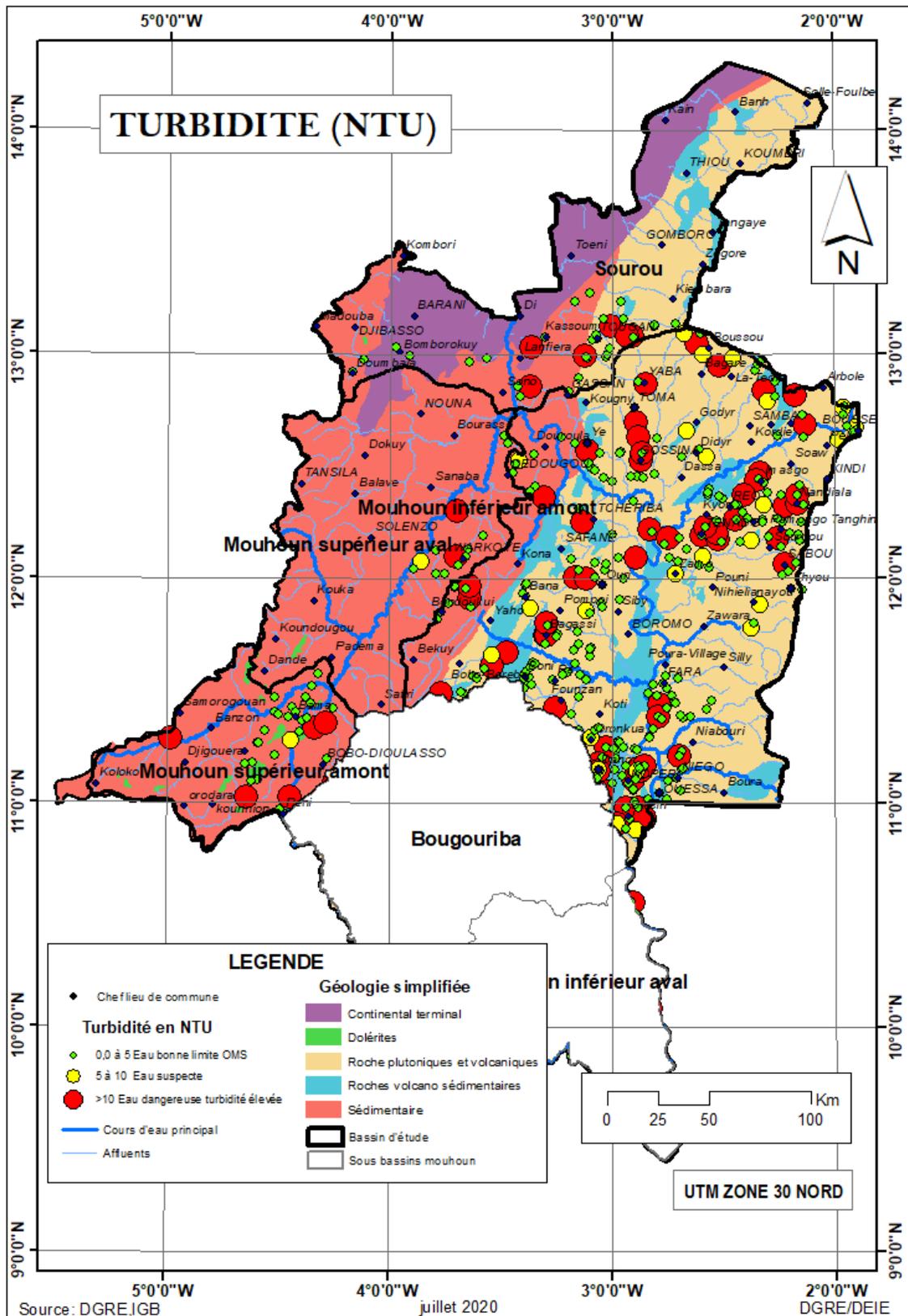


Figure 4-9: distribution spatiale de la turbidité dans les eaux souterraines

e) Titre hydrotimétrique (TH)

Les eaux dures dont le TH dépasse 50 °F entraînent des difficultés pour le savon de mousser correctement. Dans les eaux de puits du bassin du Mouhoun, le TH varie entre 0,72 (Wakuy, commune de Bondokuy) à 9,158 °F (Ouakara, commune de Bondokuy). Aucun puits échantillonné ne dépasse la valeur limite autorisée de 50 °F (Tableau 4-6 ;Tableau 4-7).

f) Concentrations des ions (anions et cations) des eaux souterraines

Dans les eaux souterraines, les cations sont dans l'ordre d'importance très variable. $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^{+} > K^{+}$. Les anions sont présents dans les proportions suivantes : $HCO_3^{-} > SO_4^{2-} > Cl^{-} > NO_3^{-}$. Les ions bicarbonates sont dominants dans l'ensemble.

g) Concentration des métaux lourds et métalloïdes

Les teneurs minimales sont toutes très faibles et sont à la limite de détection des différentes méthodes analytiques. Cependant, ce sont les valeurs maximales qui sont toutes au-delà des normes en vigueur (Tableau 4-8 ;Tableau 4-9).

Tableau 4-8: concentrations en métaux lourds et métalloïdes des forages

Paramètres	FeT (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	As (µg/L)	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)
Moyenne	0,34	0,06	0,07	0,25	1,77	1,03	0,15	0,99
Médiane	0,04	0,05	0,05	0,05	0,58	0,50	0,05	0,50
Minimum	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	-0,03
Maximum	12,26	0,95	2,04	9,51	50,67	26,88	5,29	8,89
Ecart type	1,07	0,06	0,14	0,77	4,73	2,69	0,47	1,24
Nombre d'individus	249	249	249	249	249	249	249	249

Tableau 4-9: concentrations en métaux lourds et métalloïdes des Puits

Paramètres	FeT (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	As (µg/L)	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)
Moyenne	0,66	0,05	0,14	0,27	0,76	1,11	0,14	1,01
Médiane	0,18	0,05	0,05	0,05	0,50	0,50	0,05	0,50
Minimum	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	-0,47	0,02	0,00
Maximum	14,35	0,67	8,13	9,18	18,51	20,34	1,52	8,14
Ecart type	1,61	0,06	0,83	1,00	1,93	2,28	0,23	1,51
Nombre d'individus	94	94	94	94	94	94	94	94

La teneur en As va de 0,00 à 50,67 $\mu\text{g/L}$. Les teneurs maximales en arsenic sont ici plus fortes que dans les eaux de surface et de puits.

Les sources en arsenic peuvent être les pesticides mais aussi et surtout les roches porteuses d'or des sillons birimiens. En effet les sites d'échantillonnages jouxtent des sites d'orpaillages. L'or est souvent libre dans le quartz, mais peut être logé dans le réseau cristallin de l'arsénopyrite. En cas d'hydrolyse, ou suite au traitement chimique, l'arsenic est libéré dans la frange fissurée de l'aquifère profond et productif ou dans la nature sous forme ionique +V ou +III très mobile et nocive. La figure (Figure 4-10) présente la distribution spatiale des teneurs en Arsenic dans les eaux souterraines.

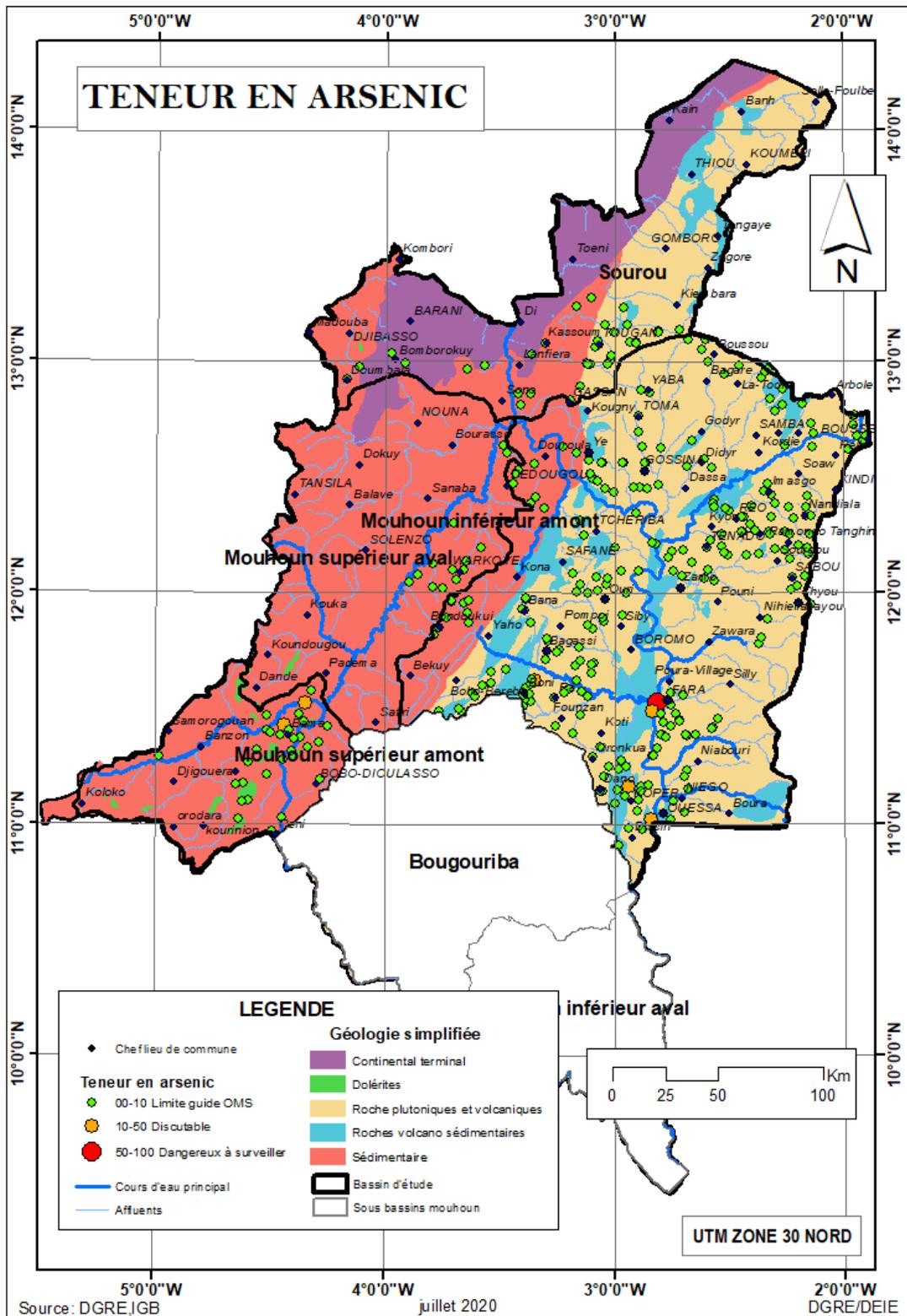


Figure 4-10: distribution spatiale des teneurs en Arsenic dans les eaux souterraines

La répartition spatiale des teneurs en plomb dans l'eau souterraines (Figure 4-11), permet d'identifier les sites qui sont dans les limites de la valeur guide de l'OMS pour la consommation humaine. On observe seulement 4 points d'eau souterraine où les eaux ont une teneur comprise entre 10 et 50 µg/L.

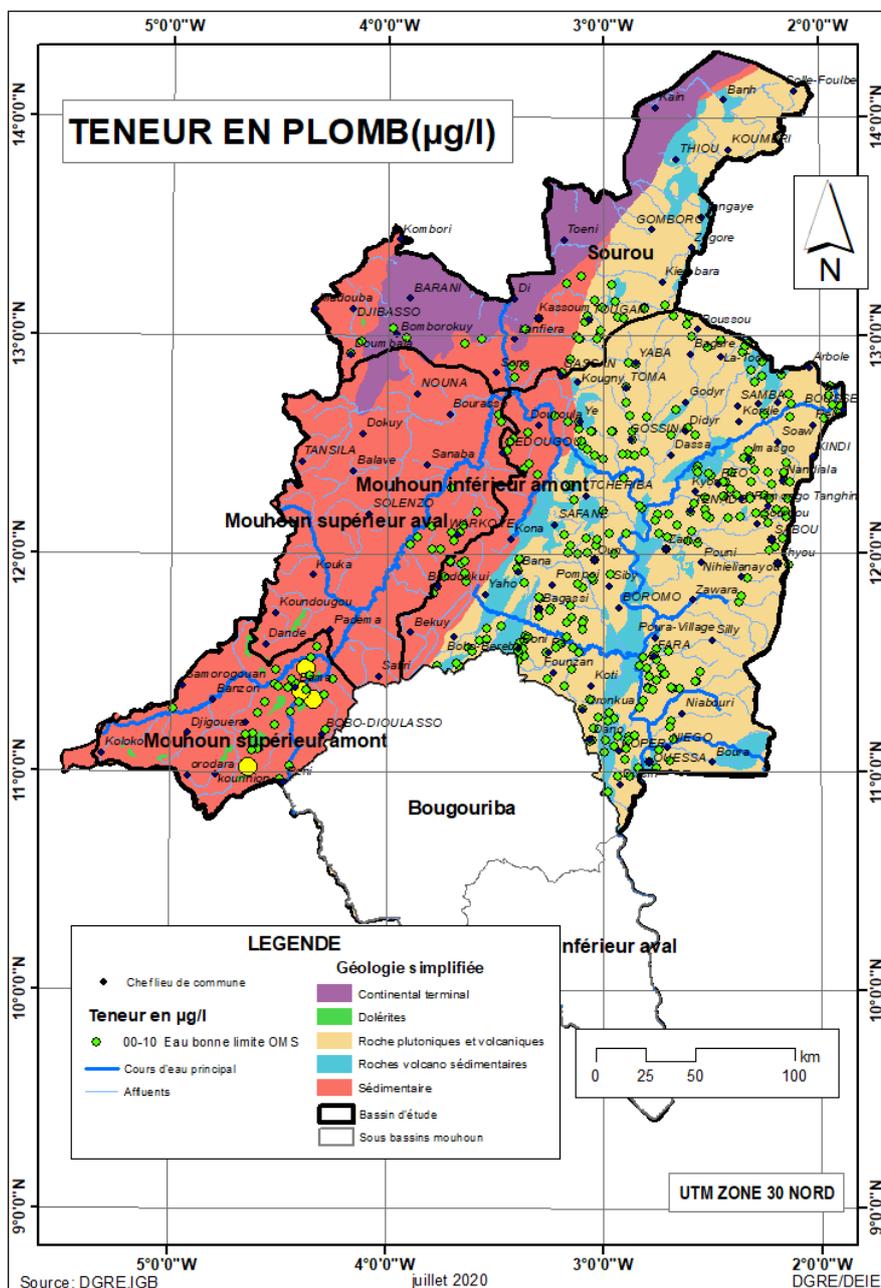


Figure 4-11: distribution spatiale des teneurs en Plomb dans les eaux souterraines

La représentation spatiale des teneurs en Cadmium des eaux souterraines (Figure 4-12)

permet d'observer 2 points d'eau présentant une teneur supérieure à 3 µg/L dont 1 de teneur supérieure à 5 µg/L. Tous les autres points d'eau présentent une teneur inférieure ou égale à la valeur limite suggérée par l'OMS à savoir 3 µg/L. Il est à noter cependant que pour ce paramètre, la grande majorité des résultats étaient notées : <0,05.

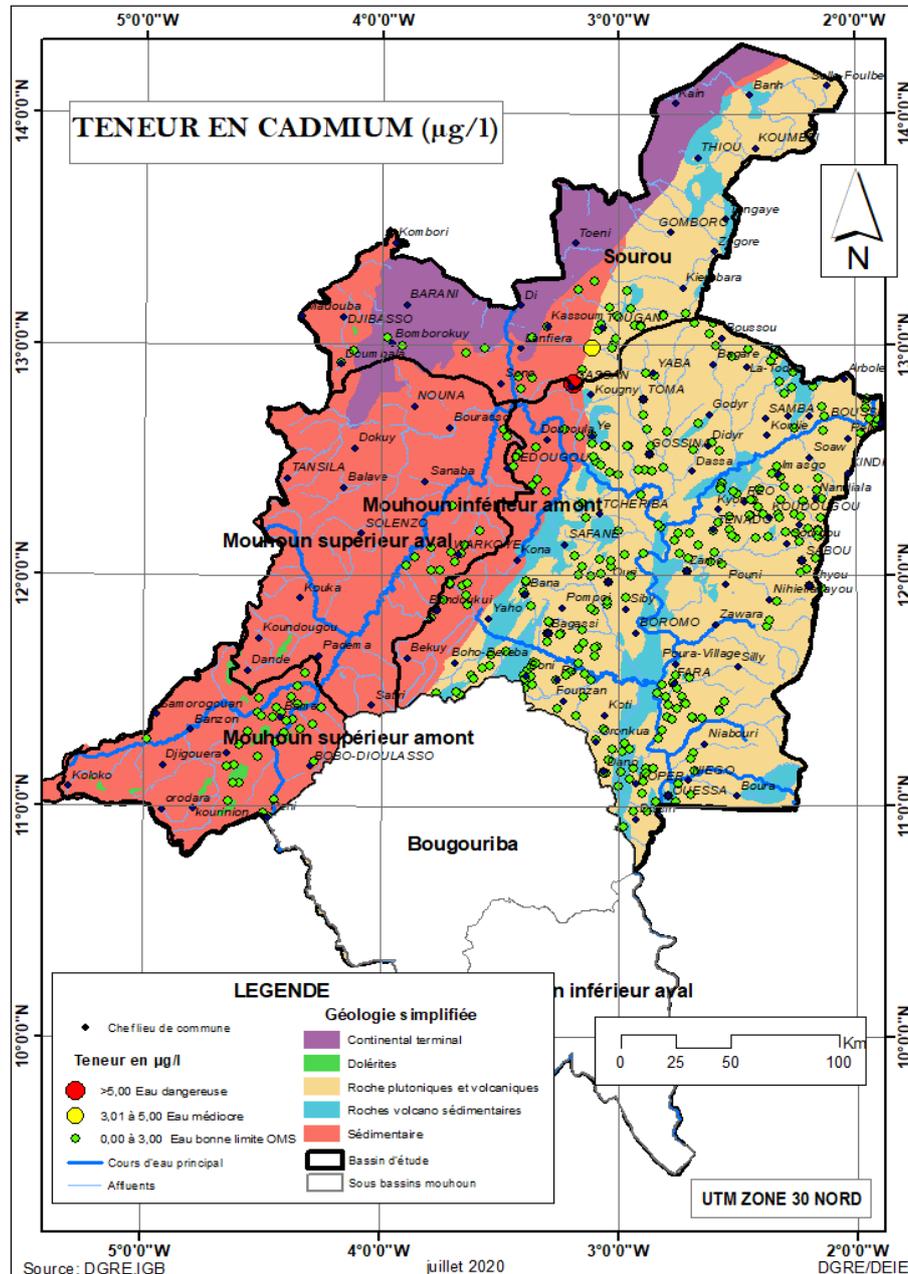


Figure 4-12: distribution spatiale des teneurs en Cadmium dans les eaux souterraines

Pour ce qui concerne le chrome (Figure 4-13), tous les points d'eau présentent une teneur inférieure ou égale à la valeur guide fixée par l'OMS pour l'eau potable, c'est-à-dire 50 µg/litre. Il est à noter cependant que, comme pour le paramètre précédent, un grand nombre de résultats étaient notées : <0,5.

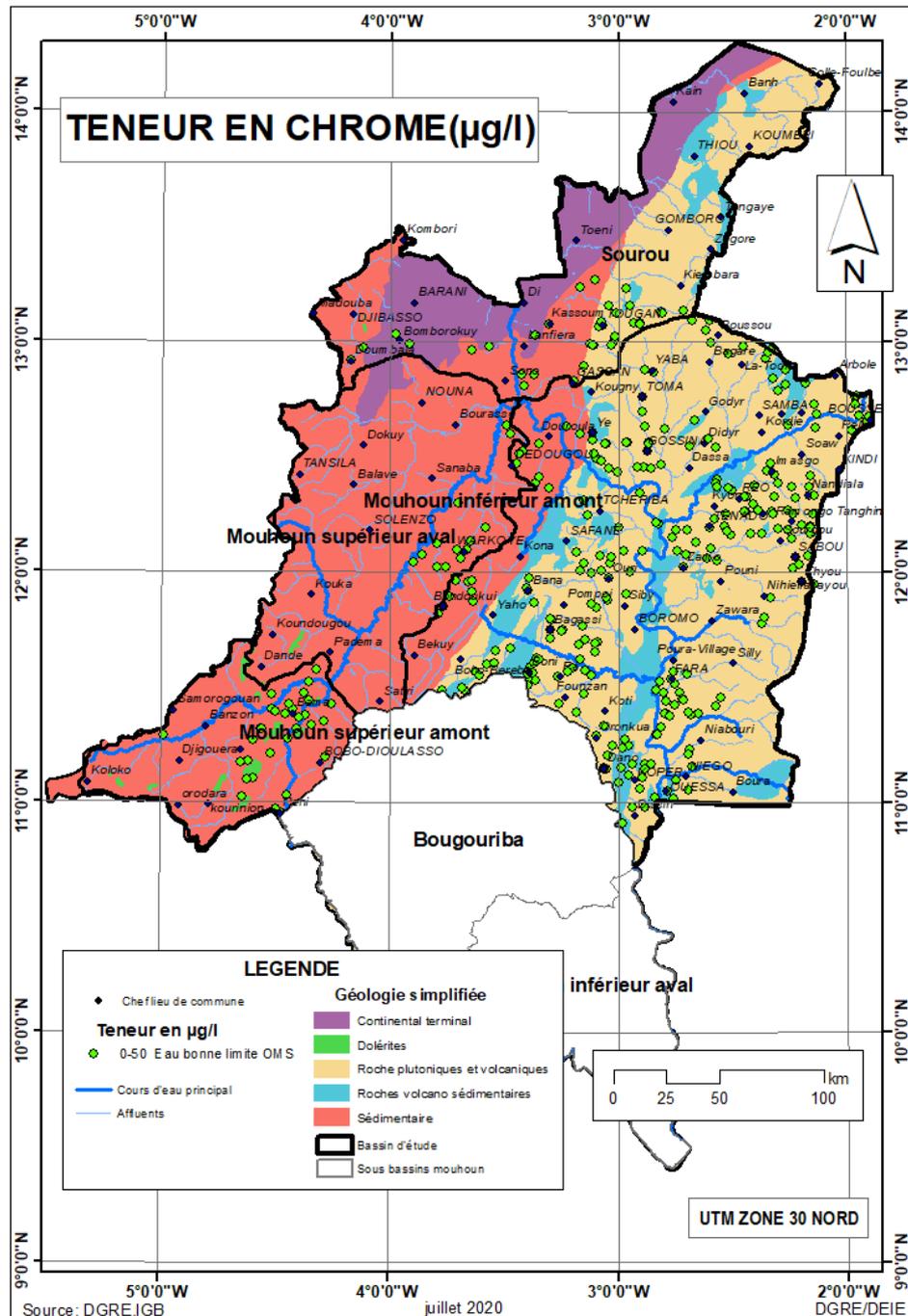


Figure 4-13: distribution spatiale des teneurs en Chrome dans les eaux

souterraines

La teneur du cuivre est conforme à la norme de l'OMS dans les eaux de tous les points d'eau souterraine échantillonnés dans les sous-bassins du Bassin du Mouhoun.

Le fer est présent dans les eaux du bassin à des teneurs variées. La figure (Figure 4-14) permet de rendre compte de cette variabilité des teneurs dans les eaux souterraines du bassin.

A l'exception d'un seul point d'eau présentant une teneur en fer conforme aux normes de l'OMS, tous les autres points d'eau souterraine (prélevés) du sous bassin du Sourou présentent des eaux qui sont soit médiocres (teneur en fer comprise entre 0,31mg/L et 1mg/L), soit ferrugineuses (teneur en fer >1mg/L).

Dans le sous bassin du Mouhoun supérieur aval, tous les points d'eau (prélevés) présentent des eaux dont la teneur en fer est dans les normes de l'OMS.

Tous les points d'eau du sous bassin du Mouhoun supérieur amont présentent des eaux dont la teneur en fer est dans les normes de l'OMS à l'exception d'un point d'eau dont les eaux sont ferrugineuses (teneur en fer >1mg/L) et de 2 points d'eau à eaux médiocres (teneur en fer comprise entre 0,31mg/L et 1mg/L).

Dans le sous bassin du Mouhoun inférieur amont, la plupart des points d'eau souterraine prélevés présente une teneur en fer conformes aux normes de l'OMS ; cependant, on compte une vingtaine de points d'eau médiocres (teneur en fer comprise entre 0,31mg/L et 1mg/L) et environ 26 points d'eau à eaux ferrugineuses (teneur en fer >1mg/L).

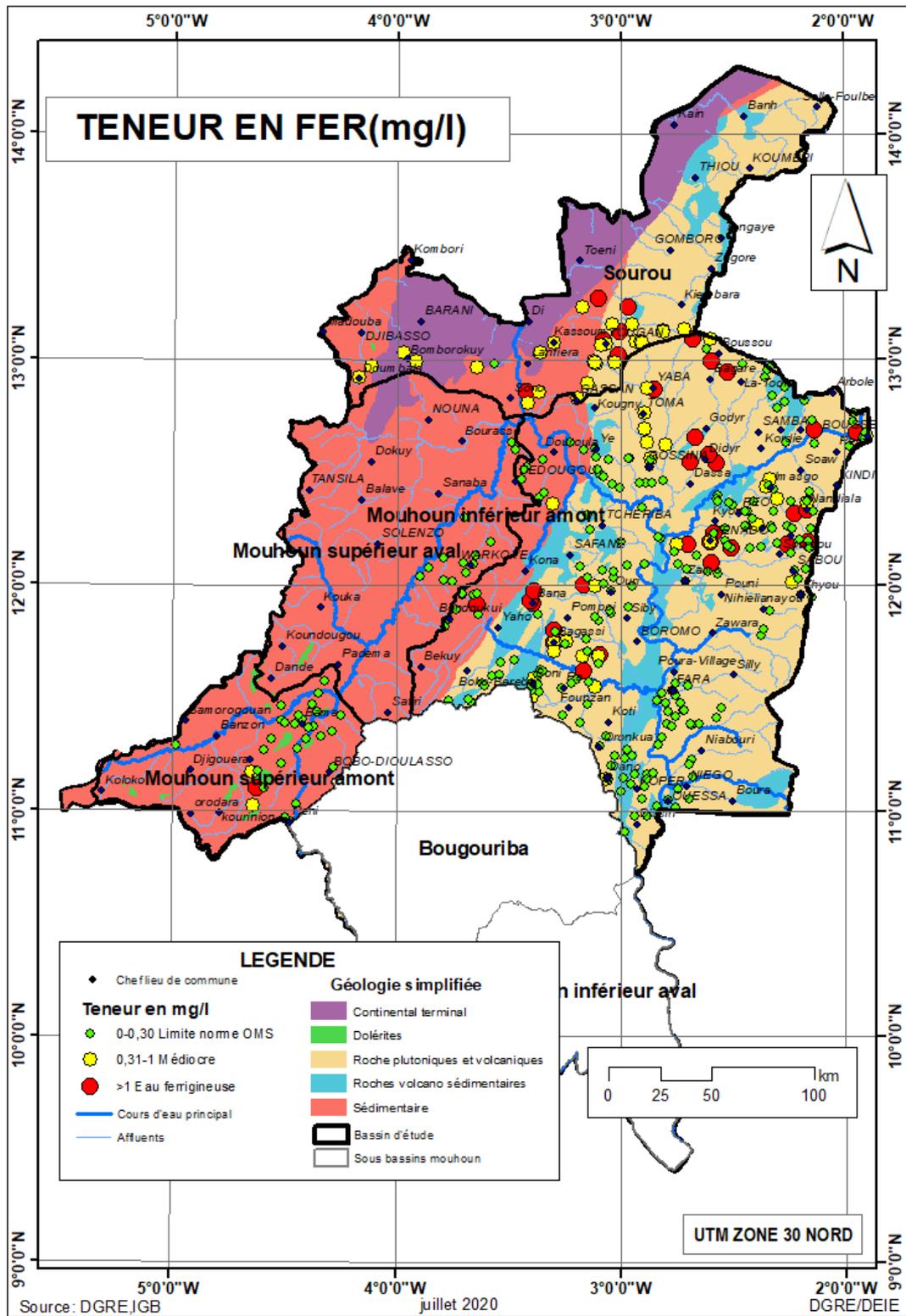


Figure 4-14: distribution spatiale des teneurs en Fer dans les eaux souterraines

Pour ce qui concerne le Manganèse, sa teneur dans les eaux souterraines du bassin du Mouhoun semble se répartir différemment suivant qu'on est en zone sédimentaire ou en zone de socle (Figure 4-15).

Les points d'eau souterraine prélevés des sous bassins du Sourou, Mouhoun supérieur aval et Mouhoun supérieur amont présentent des eaux dont la teneur en manganèse respecte la norme de l'OMS pour l'eau de consommation humaine.

C'est dans le sous bassin Mouhoun inférieur amont que l'on trouve le plus de points d'eau souterraine dont les eaux présentent une teneur en manganèse supérieure à la valeur guide de la norme OMS pour les eaux de boisson. Dans la partie nord-est du sous bassin, particulièrement l'axe Boussé, Latodin, Bagare, Roussou, les eaux des points d'eau souterraines prélevés sont manganeuses avec une teneur en manganèse supérieure à 0,5mg/L. Aussi dans les zones de Réo, Kyon, Gossina, Dassa, Didyr, Douroula et Yé, les eaux souterraines prélevées sont de qualité médiocre en ce qui concerne leur teneur en manganèse. C'est la même observation dans les zones de Ouessa, Koper, Dano, Founzan et Boni.

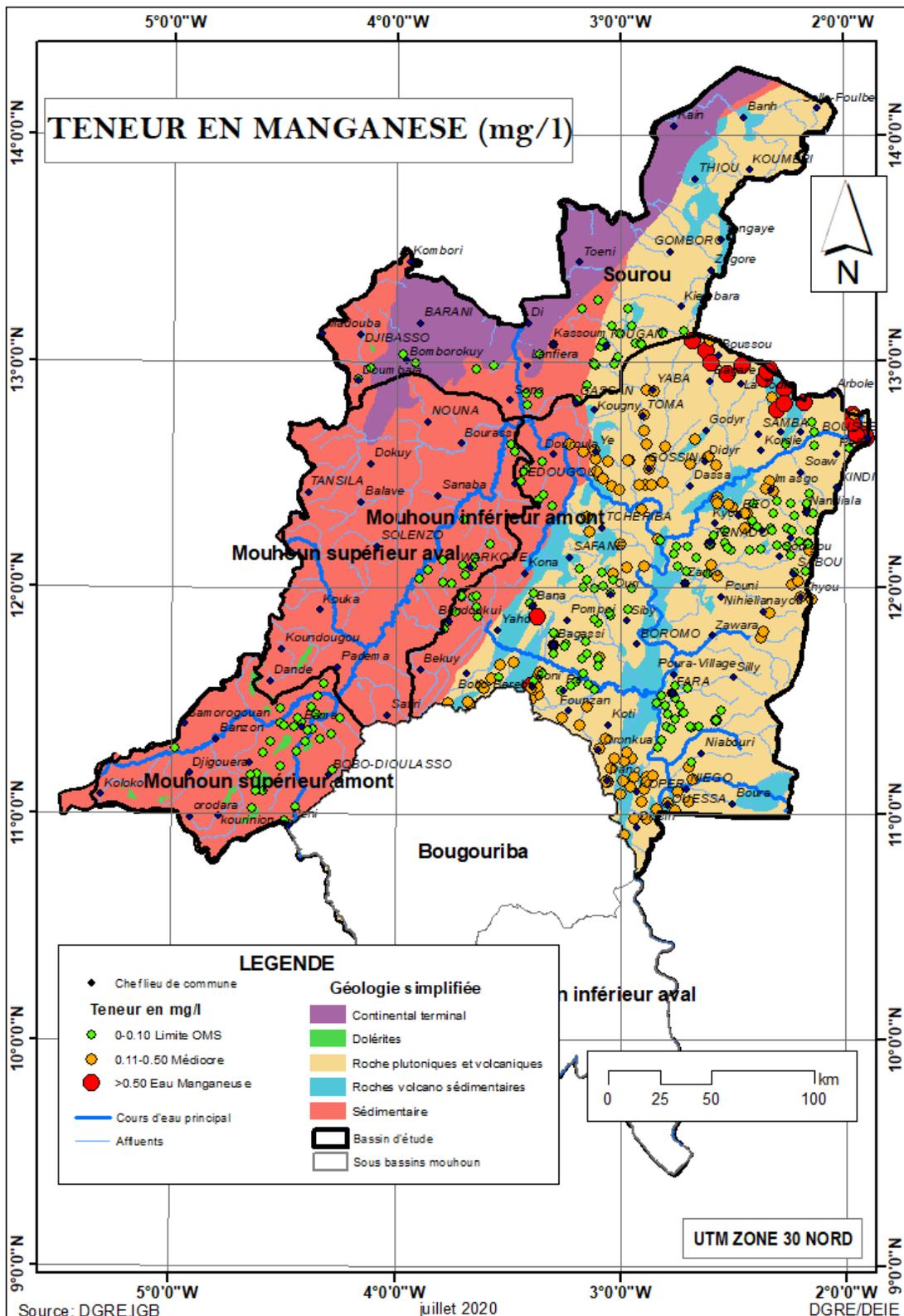


Figure 4-15: distribution spatiale des teneurs en Manganèse dans les eaux souterraines

La carte des nitrates (Figure 4-15) permet d'évaluer la pollution des eaux par les nitrates. Ces nitrates peuvent être d'origine naturelle (décomposition végétale ou animale) ou anthropique (activités agricoles, élevage...). Les nitrates sont dangereux pour la santé humaine.

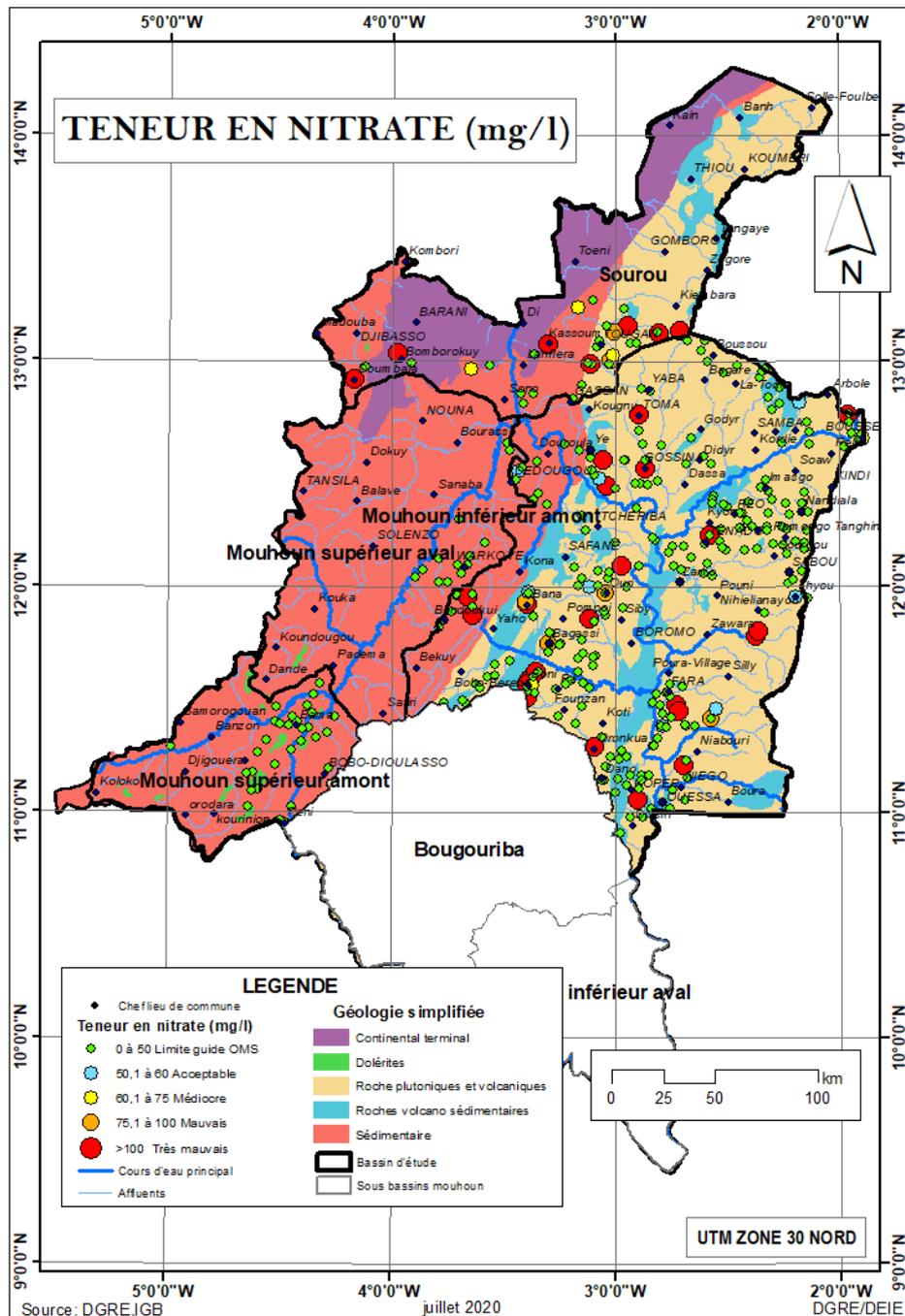


Figure 4-16: distribution spatiale des teneurs en nitrates dans les eaux souterraines

Le sous bassin Sourou présente 7 points d'eau souterraine prélevés pollués par les nitrates (teneur en nitrates supérieure à 100 mg/L). Trois points d'eau prélevés révèlent des eaux médiocres (teneur en nitrates comprise entre 60mg/L et 75 mg/L). Deux points d'eau prélevés dans ce sous bassin présentent des eaux mauvaises (teneur en nitrates comprise entre 75mg/L et 100 mg/L). Tous les autres points d'eau prélevés contiennent des eaux dont la teneur en nitrates respecte la valeur guide de la Norme de l'OMS pour l'eau potable.

Les eaux des points d'eau souterraine prélevés dans le Mouhoun supérieur aval comme amont, révèlent une teneur en nitrates conforme à la norme OMS pour l'eau potable.

C'est dans le Mouhoun inférieur amont que l'on trouve le plus de points d'eau souterraine à eaux pollués par des nitrates (teneur en nitrates supérieure à 100 mg/L). On y trouve aussi trois points d'eau souterraine prélevés dont les eaux sont mauvaises (teneur en nitrates comprise entre 75 mg/L et 100 mg/L), et deux points d'eau à eaux acceptables (teneur en nitrates comprise entre 50 mg/L et 60 mg/L). Tous les autres points d'eau souterraine prélevés présentent des eaux dont la teneur en nitrates est conforme aux normes de l'OMS pour l'eau potable (teneur en nitrates ≤ 50 mg/L).

III.2. Caractéristiques hydrogéochimiques des eaux

III.2.1. Eaux de surface

III.2.1.1. Typologie des eaux de surface selon les teneurs en ions majeurs

La représentation des échantillons dans le diagramme de PIPER permet de déterminer le type d'eau selon leurs concentrations en ions majeurs.

Dans les eaux de surface, on rencontre des faciès bicarbonatés calciques et magnésiens (Samendeni) et un faciès qui est plutôt chloruré et sulfaté calcique (Yaran). La figure (Figure 4-17) présente la représentation des eaux de surface dans le diagramme de PIPER.

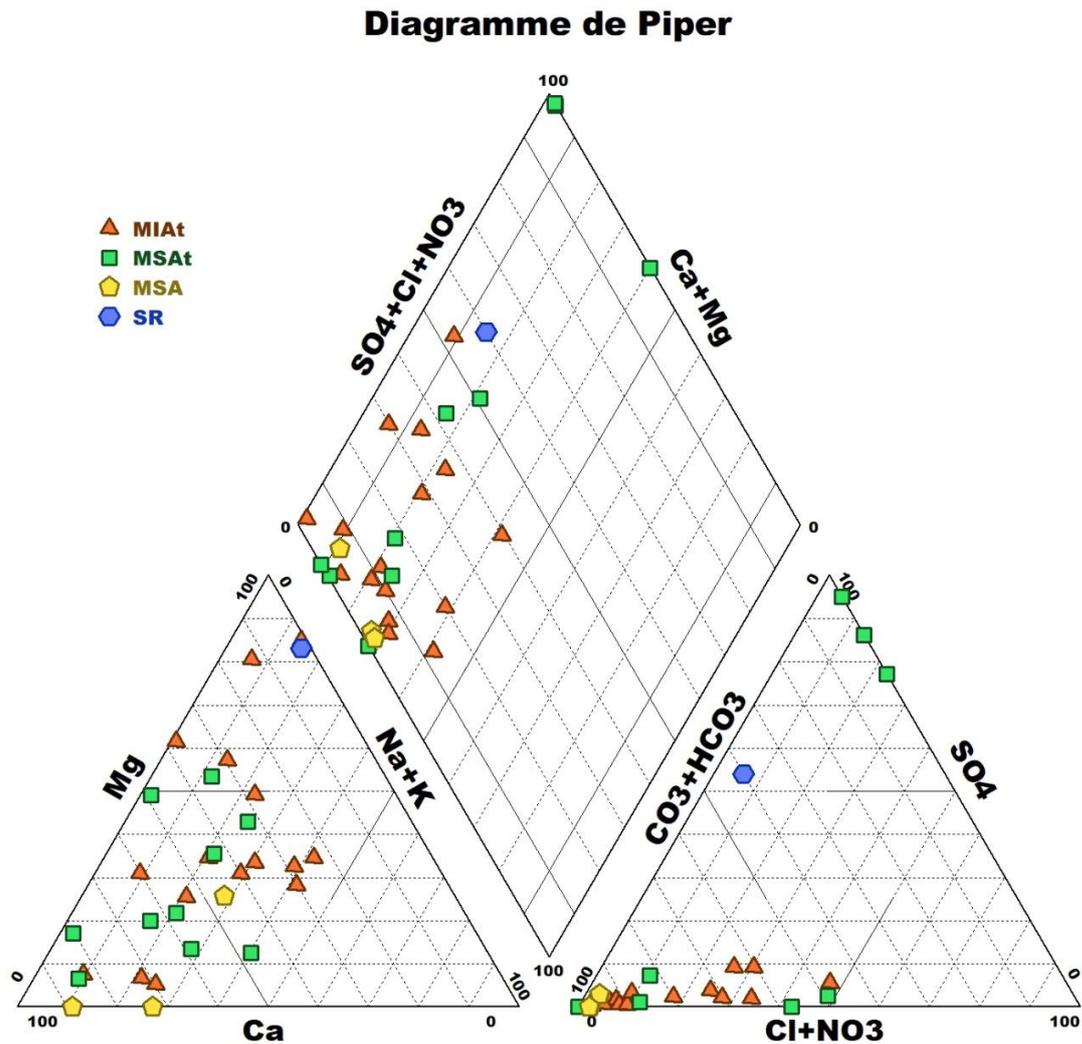


Figure 4-17: représentation des faciès chimiques des eaux de surface

III.2.1.2. Les corrélations bivariables des ions majeurs en présence dans les eaux de surface

Les matrices de corrélation ont permis de montrer l'origine des minéralisations des eaux de surface. Ainsi, on peut noter des corrélations positives entre anions ou cations pris deux à deux ou entre les ions et certains paramètres physiques (température, pH, conductivité électrique, TAC ou TH). L'ensemble de ces ions Ca, Mg, Na, HCO₃, SO₄, PO₄, NO₃ participe à la conductivité et présente de ce fait une très bonne corrélation positive (Tableau 4-10).

Tableau 4-10: matrice de corrélation des paramètres chimique, physico-chimiques, métaux lourds et métalloïdes des eaux de surface

	T°C	COND (µS/Cm)	pH	TURB (NTU)	TAC (méq/L)	HCO3- (mg/L)	TH (mmol/L)	TCa (mg/L)	TMg (mg/L)	Cl- (mg/L)	NO3- (mg/L)	PO42- (mg/L)	SO42- (mg/L)	FeT (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	As (µg/L)	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)
T°C	1,00	-0,16	,351*	-0,24	-0,14	-0,01	-0,21	-0,23	-0,17	-0,11	-0,06	0,11	-0,11	0,25	-0,25	-,459**	0,26	0,17	,386*	0,01	0,01	0,33
COND (µS/Cm)	-0,16	1,00	0,11	-0,32	,520**	,668**	,854**	,715**	,871**	-0,06	0,16	-0,02	0,29	-0,20	-0,05	-0,06	0,21	-0,04	-0,03	-0,03	-0,09	-0,16
pH	,351*	0,11	1,00	0,27	0,08	-0,01	0,08	0,02	0,06	-0,37	0,02	0,11	-0,02	0,29	-0,11	-0,21	0,12	0,04	,466**	-0,30	-0,31	,392*
TURB (NTU)	-0,24	-0,32	0,27	1,00	-0,23	-,504**	-0,17	-0,21	-0,20	0,01	-0,13	-0,18	-0,07	0,13	-0,16	0,31	-0,16	0,13	,453**	-0,07	-0,16	,561**
TAC (méq/L)	-0,14	,520**	0,08	-0,23	1,00	1,000**	,721**	,795**	,386*	-0,03	0,24	0,00	0,26	-0,25	0,01	-0,13	,477**	-0,27	-0,05	-0,24	-0,10	-0,30
HCO3- (mg/L)	-0,01	,668**	-0,01	-,504**	1,000**	1,00	,685**	,808**	,444*	-0,03	0,35	-0,02	0,09	-0,28	0,04	-0,08	,563**	-0,20	-0,04	-0,37	-0,11	-0,30
TH (mmol/L)	-0,21	,854**	0,08	-0,17	,721**	,685**	1,00	,877**	,863**	-0,09	0,11	0,02	0,31	-0,18	-0,19	-0,07	0,27	-0,15	-0,04	-0,12	-0,08	-0,16
TCa (mg/L)	-0,23	,715**	0,02	-0,21	,795**	,808**	,877**	1,00	,693**	-0,10	0,26	-0,02	0,02	-0,19	-0,11	-0,02	0,35	-0,19	-0,05	-0,08	-0,09	-0,17
TMg (mg/L)	-0,17	,871**	0,06	-0,20	,386*	,444*	,863**	,693**	1,00	-0,10	-0,03	-0,01	0,11	-0,15	-0,16	-0,05	0,01	-0,04	-0,08	-0,06	-0,05	-0,09
Cl- (mg/L)	-0,11	-0,06	-0,37	0,01	-0,03	-0,03	-0,09	-0,10	-0,10	1,00	0,15	0,26	0,27	-0,11	0,05	-0,21	0,02	-0,26	-0,09	-0,06	-0,22	0,01
NO3- (mg/L)	-0,06	0,16	0,02	-0,13	0,24	0,35	0,11	0,26	-0,03	0,15	1,00	,613**	-0,01	,460**	-0,11	0,22	,440*	-0,23	0,05	-0,03	0,04	-0,15
PO42- (mg/L)	0,11	-0,02	0,11	-0,18	0,00	-0,02	0,02	-0,02	-0,01	0,26	,613**	1,00	0,14	,764**	-0,18	-0,19	0,05	-0,15	-0,10	-0,16	-0,09	-0,19
SO42- (mg/L)	-0,11	0,29	-0,02	-0,07	0,26	0,09	0,31	0,02	0,11	0,27	-0,01	0,14	1,00	-0,10	-0,11	-0,16	0,10	-0,15	-0,01	0,01	-0,05	-0,11
FeT (mg/L)	0,25	-0,20	0,29	0,13	-0,25	-0,28	-0,18	-0,19	-0,15	-0,11	,460**	,764**	-0,10	1,00	-0,15	-0,15	-0,17	0,24	0,20	0,05	-0,12	0,24
Zn (mg/L)	-0,25	-0,05	-0,11	-0,16	0,01	0,04	-0,19	-0,11	-0,16	0,05	-0,11	-0,18	-0,11	-0,15	1,00	0,22	-0,19	0,16	-0,28	-0,02	-0,11	-0,21
Mn (mg/L)	-,459**	-0,06	-0,21	0,31	-0,13	-0,08	-0,07	-0,02	-0,05	-0,21	0,22	-0,19	-0,16	-0,15	0,22	1,00	-0,08	0,06	-0,20	0,30	-0,02	-0,23
Na (mg/L)	0,26	0,21	0,12	-0,16	,477**	,563**	0,27	0,35	0,01	0,02	,440*	0,05	0,10	-0,17	-0,19	-0,08	1,00	-0,28	0,21	-0,14	-0,09	-0,10
K (mg/L)	0,17	-0,04	0,04	0,13	-0,27	-0,20	-0,15	-0,19	-0,04	-0,26	-0,23	-0,15	-0,15	0,24	0,16	0,06	-0,28	1,00	,376*	,620**	-0,01	,589**
As (µg/L)	,386*	-0,03	,466**	,453**	-0,05	-0,04	-0,04	-0,05	-0,08	-0,09	0,05	-0,10	-0,01	0,20	-0,28	-0,20	0,21	,376*	1,00	-0,02	-0,11	,729**
Pb (µg/L)	0,01	-0,03	-0,30	-0,07	-0,24	-0,37	-0,12	-0,08	-0,06	-0,06	-0,03	-0,16	0,01	0,05	-0,02	0,30	-0,14	,620**	-0,02	1,00	0,00	,753**
Cd (µg/L)	0,01	-0,09	-0,31	-0,16	-0,10	-0,11	-0,08	-0,09	-0,05	-0,22	0,04	-0,09	-0,05	-0,12	-0,11	-0,02	-0,09	-0,01	-0,11	0,00	1,00	-0,05
Cr (µg/L)	0,33	-0,16	,392*	,561**	-0,30	-0,30	-0,16	-0,17	-0,09	0,01	-0,15	-0,19	-0,11	0,24	-0,21	-0,23	-0,10	,589**	,729**	,753**	-0,05	1,00

*. La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

III.2.2. Eaux souterraines

III.2.2.1. Typologie des eaux souterraines selon les teneurs en ions majeurs

L'analyse des teneurs des paramètres chimiques, physico-chimiques, métaux lourds et métalloïdes dans les eaux souterraines permettent de déterminer :

- le faciès hydrochimique selon les ions prédominants en présence ;
- l'origine des minéralisations (origine géogénique ou anthropogénique).

On distinguera dans ce paragraphe les puits des forages car ils se caractérisent par des aquifères des altérites argilo-ferrugineuses (nappe phréatique superficielle) pour les puits, et par des aquifères plus profonds de grès ou des arènes grenues et/ou de la frange fissurée du socle pour les forages.

III.2.2.2. Typologie des eaux de puits selon les teneurs en ions majeurs

Les eaux souterraines des puits présentent différents hydrofaciès :

- **Bicarbonatés calciques et magnésiens (Baoghin)**

Chlorurés calciques à magnésiens : les nitrates sont très présents dans certains eaux de puits, ce qui diminue l'accès des populations à l'eau potable : Niassan, Yo, Guirina. La figure (Figure 4-18) présente la représentation des eaux souterraines de Puits dans le diagramme de PIPER.

-

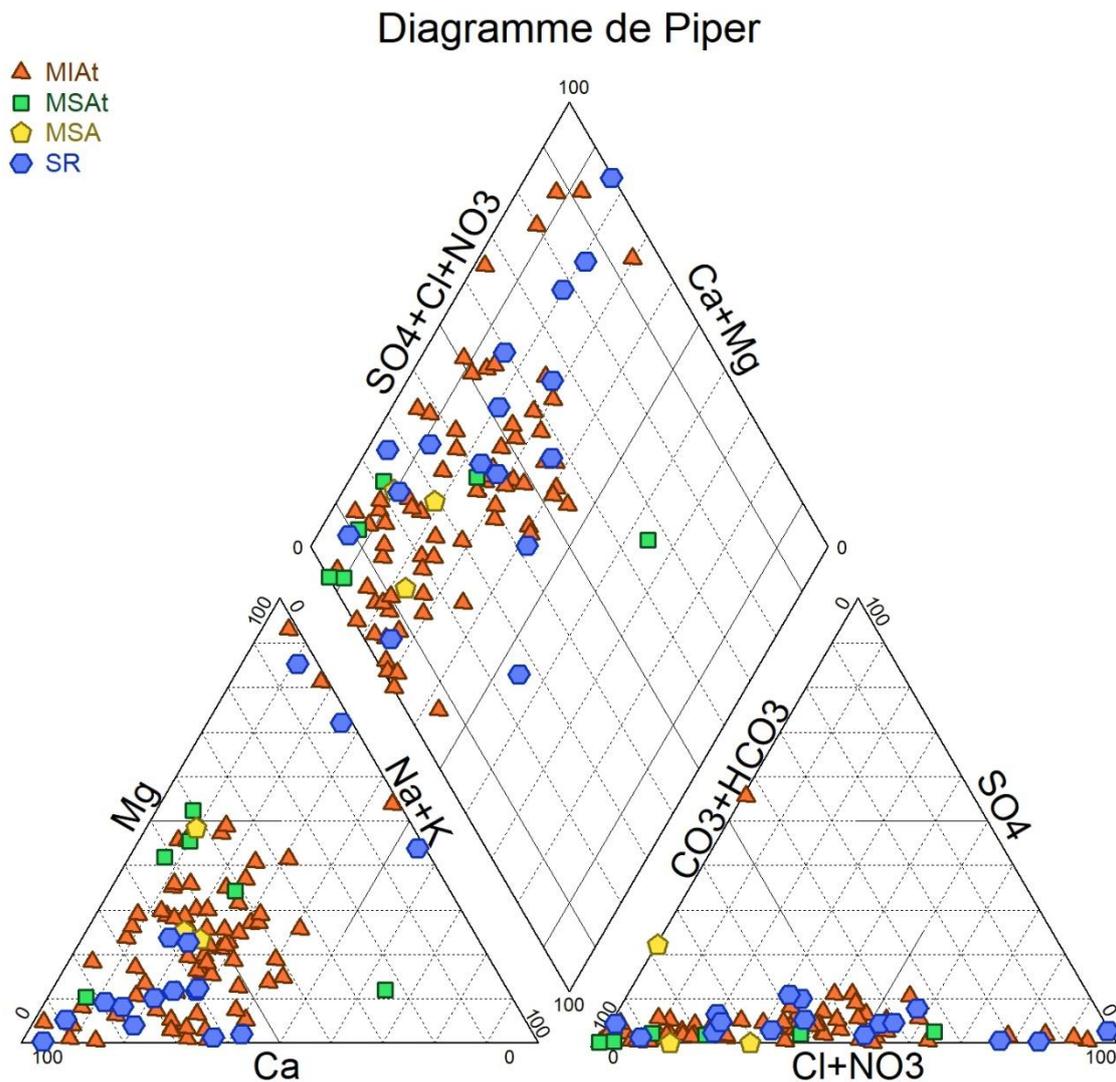


Figure 4-18: présente la représentation des eaux de puits dans le diagramme de PIPER

Les corrélations bivariables des ions majeurs en présence dans les eaux souterraines de puits

La minéralisation des eaux souterraines est essentiellement dominée par les ions bicarbonates et dans une moindre mesure par le calcium, le magnésium et le potassium. En effet, on peut observer les corrélations suivantes (Tableau 4-11).

Tableau 4-11: matrice de corrélation des paramètres chimique, physico-chimiques, métaux lourds et métalloïdes des eaux souterraines de Puits

	T°C	COND (µS/Cm)	pH	TURB (NTU)	TAC (méq/L)	HCO3- (mg/L)	TH (mmol/L)	TCa (mg/L)	TMg (mg/L)	Cl- (mg/L)	NO3- (mg/L)	PO42- (mg/L)	SO42- (mg/L)	FeT (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	As (µg/L)	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)
T°C	1	0,068	-,211*	-0,201	-0,019	-0,021	-0,064	-0,082	-0,027	-,242*	-0,187	-0,112	0,149	-0,036	-0,074	0,082	0,017	-0,108	0,013	0,027	-,218*	-0,070	-0,096
COND (µS/Cm)	0,068	1	0,459**	-,294**	0,822**	0,822**	0,661**	0,713**	0,302**	0,068	0,107	0,524**	0,540**	0,205*	-0,096	0,008	-0,018	0,463**	0,418**	0,238**	-0,098	-0,042	0,040
pH	-,211*	0,459**	1	-0,117	0,587**	0,588**	0,469**	0,419**	0,344**	0,151	0,089	0,344**	0,207*	0,145	-0,099	0,039	-0,041	0,472**	0,136	0,184	0,018	-0,063	0,051
TURB (NTU)	-0,201	-,294**	-0,117	1	-,287**	-,288**	-,232**	-,215**	-0,159	-0,099	-0,069	-0,198	-0,100	0,056	-0,018	-0,057	0,031	-,218*	-0,040	-0,074	0,235**	-0,066	0,183
TAC (méq/L)	-0,019	0,822**	0,587**	-,287**	1	1,000**	0,714**	0,711**	0,459**	0,083	0,071	0,563**	0,361**	0,152	-0,088	0,080	-0,038	0,614**	0,203	0,356**	-0,083	-0,103	-0,003
HCO3- (mg/L)	-0,021	0,822**	0,588**	-,288**	1,000**	1	0,714**	0,711**	0,459**	0,083	0,071	0,563**	0,361**	0,152	-0,087	0,080	-0,037	0,614**	0,203	0,355**	-0,083	-0,106	-0,003
TH (mmol/L)	-0,064	0,661**	0,469**	-,232**	0,714**	0,714**	1	0,906**	0,741**	0,629**	0,652**	0,694**	0,484**	0,095	-0,076	-0,012	-0,038	0,601**	0,241**	0,216**	-0,096	-0,011	-0,004
TCa (mg/L)	-0,082	0,713**	0,419**	-,215**	0,711**	0,711**	0,906**	1	0,433**	0,554**	0,594**	0,682**	0,517**	0,057	-0,082	-0,026	-0,042	0,570**	0,244**	0,196	-0,100	-0,001	0,105
TMg (mg/L)	-0,027	0,302**	0,344**	-0,159	0,459**	0,459**	0,741**	0,433**	1	0,545**	0,542**	0,466**	0,204**	0,103	-0,045	0,029	-0,007	0,445**	0,139	0,143	-0,033	-0,046	-0,134
Cl- (mg/L)	-,242*	0,068	0,151	-0,099	0,083	0,083	0,629**	0,554**	0,545**	1	0,919**	0,597**	0,046	0,037	-0,032	-0,040	-0,024	0,412**	0,242**	-0,031	0,049	0,032	-0,050
NO3- (mg/L)	-0,187	0,107	0,089	-0,069	0,071	0,071	0,652**	0,594**	0,542**	0,919**	1	0,665**	0,063	0,130	-0,023	-0,038	-0,029	0,370**	0,152	-0,019	-0,073	0,066	-0,024
PO42- (mg/L)	-0,112	0,524**	0,344**	-0,198	0,563**	0,563**	0,694**	0,682**	0,466**	0,597**	0,665**	1	0,115	0,394**	-0,061	0,122	-0,051	0,658**	0,150	0,331**	-0,087	-0,113	-0,034
SO42- (mg/L)	0,149	0,540**	0,207*	-0,100	0,361**	0,361**	0,484**	0,517**	0,204**	0,046	0,063	0,115	1	0,042	-0,023	-0,030	0,012	0,264**	0,160	0,003	-0,046	-0,054	-0,011
FeT (mg/L)	-0,036	0,205*	0,145	0,056	0,152	0,152	0,095	0,057	0,103	0,037	0,130	0,394**	0,042	1	0,002	-0,032	-0,056	0,284**	-0,063	-0,020	-0,038	0,095	0,076
Cu (mg/L)	-0,074	-0,096	-0,099	-0,018	-0,088	-0,087	-0,076	-0,082	-0,045	-0,032	-0,023	-0,061	-0,023	0,002	1	-0,006	-0,012	-0,039	-0,067	-0,022	-0,020	0,144	-0,070
Zn (mg/L)	0,082	0,008	0,039	-0,057	0,080	0,080	-0,012	-0,026	0,029	-0,040	-0,038	0,122	-0,030	-0,032	-0,006	1	-0,017	0,114	-0,049	-0,014	-0,028	-0,041	-0,035
Mn (mg/L)	0,017	-0,018	-0,041	0,031	-0,038	-0,037	-0,038	-0,042	-0,007	-0,024	-0,029	-0,051	0,012	-0,056	-0,012	-0,017	1	-0,128	0,036	-0,051	0,004	-0,071	-0,053
Na (mg/L)	-0,108	0,463**	0,472**	-,218*	0,614**	0,614**	0,601**	0,570**	0,445**	0,412**	0,370**	0,658**	0,264**	0,284**	-0,039	0,114	-0,128	1	-0,015	0,463**	-0,048	-0,070	-0,076
K (mg/L)	0,013	0,418**	0,136	-0,040	0,203	0,203*	0,241**	0,244**	0,139	0,242**	0,152	0,150	0,160	-0,063	-0,067	-0,049	0,036	-0,015	1	-0,095	0,037	-0,056	0,038
As (µg/L)	0,027	0,238**	0,184	-0,074	0,356**	0,355**	0,216**	0,196	0,143	-0,031	-0,019	0,331**	0,003	-0,020	-0,022	-0,014	-0,051	0,463**	-0,095	1	-0,008	-0,061	-0,020
Pb (µg/L)	-,218*	-0,098	0,018	0,235**	-0,083	-0,083	-0,096	-0,100	-0,033	0,049	-0,073	-0,087	-0,046	-0,038	-0,020	-0,028	0,004	-0,048	0,037	-0,008	1	-0,079	0,091
Cd (µg/L)	-0,070	-0,042	-0,063	-0,066	-0,103	-0,106	-0,011	-0,001	-0,046	0,032	0,066	-0,113	-0,054	0,095	0,144	-0,041	-0,071	-0,070	-0,056	-0,061	-0,079	1	0,075
Cr (µg/L)	-0,096	0,040	0,051	0,183	-0,003	-0,003	-0,004	0,105	-0,134	-0,050	-0,024	-0,034	-0,011	0,076	-0,070	-0,035	-0,053	-0,076	0,038	-0,020	0,091	0,075	1

*. La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).
 **. La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

III.2.2.3. Typologie des eaux de forages selon les teneurs en ions majeurs

Pour les forages, on distingue différents hydrofaciès (Figure 4-19) :

- Hyperchlorurés sodiques et calciques (Tougan, Kassoum) ;
- Bicarbonatés calciques et magnésiens (Tougan, Réo) ;
- Chlorurés et sulfatés, calciques et magnésiens (Fankuy, Dissi) ;
- Bicarbonatés sodiques et potassiques (Gassan, Toukouroussambla).

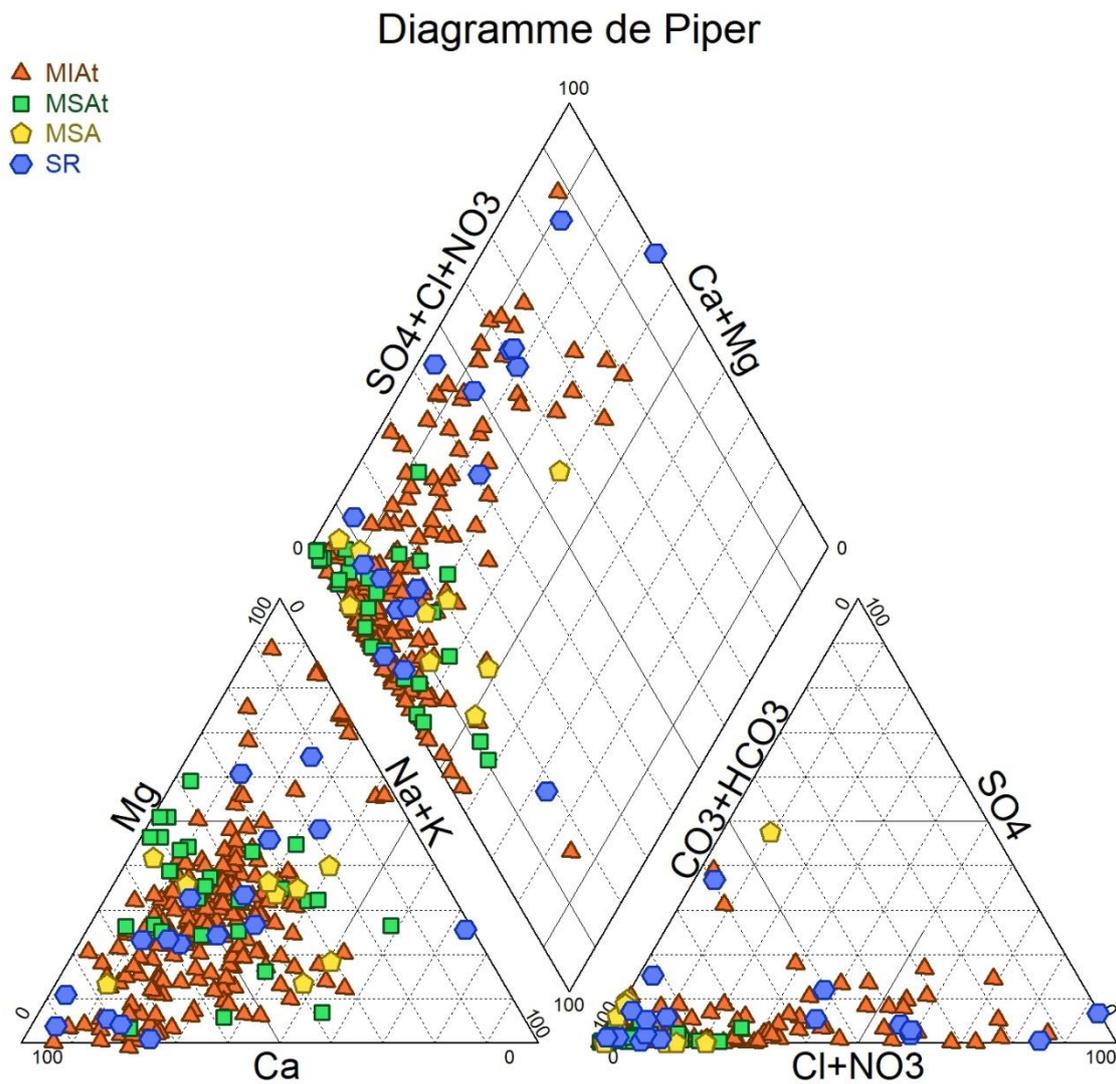


Figure 4-19: représentation des faciès chimiques des eaux souterraines de forages

Les corrélations bi-variables des ions majeurs en présence dans les eaux souterraines de forage.

Pour les forages en zone sédimentaire, les corrélations fortes et moyennes existent entre les différentes concentrations (Tableau 4-12).

Tableau 4-12: matrice de corrélation des paramètres chimique, physico-chimiques, métaux lourds et métalloïdes des eaux souterraines de Forages

	T°C	COND (µS/Cm)	pH	HCO3- (mg/L)	TCa (mg/L)	TMg (mg/L)	Cl- (mg/L)	NO3- (mg/L)	PO42- (mg/L)	SO42- (mg/L)	FeT (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	As (µg/L)	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)
T°C	1,00	-0,02	0,02	-0,04	-0,06	0,09	-0,03	0,03	-0,04	0,01	0,197**	0,08	0,03	-0,01	0,03	-0,06	0,06	-0,05	0,09	-0,09
COND (µS/Cm)	-0,02	1,00	0,05	0,788**	0,886**	0,563**	0,693**	0,691**	0,695**	0,681**	0,03	0,07	0,01	-0,01	0,539**	0,207**	0,160*	-0,04	-0,08	-0,03
pH	0,02	0,05	1,00	0,09	0,03	0,06	-0,01	-0,02	0,08	0,00	-0,01	0,00	-0,02	-0,03	0,05	-0,02	0,03	0,00	-0,03	-0,03
HCO3- (mg/L)	-0,04	0,788**	0,09	1,00	0,751**	0,553**	0,290**	0,210**	0,567**	0,405**	0,04	0,01	0,03	-0,06	0,550**	0,02	0,249**	-0,06	-0,142*	-0,04
TCa (mg/L)	-0,06	0,886**	0,03	0,751**	1,00	0,273**	0,594**	0,568**	0,643**	0,676**	-0,03	0,156*	0,00	-0,01	0,401**	0,05	0,11	-0,04	-0,11	0,00
TMg (mg/L)	0,09	0,563**	0,06	0,553**	0,273**	1,00	0,373**	0,425**	0,382**	0,301**	0,10	0,00	0,02	-0,04	0,302**	0,192**	0,156*	-0,07	0,04	-0,08
Cl- (mg/L)	-0,03	0,693**	-0,01	0,290**	0,594**	0,373**	1,00	0,772**	0,509**	0,596**	0,03	0,02	-0,02	0,09	0,265**	0,313**	-0,01	0,00	0,00	0,00
NO3- (mg/L)	0,03	0,691**	-0,02	0,210**	0,568**	0,425**	0,772**	1,00	0,562**	0,565**	0,03	0,136*	-0,03	0,04	0,240**	0,294**	-0,02	-0,01	0,01	0,00
PO42- (mg/L)	-0,04	0,695**	0,08	0,567**	0,643**	0,382**	0,509**	0,562**	1,00	0,466**	-0,10	0,00	0,02	-0,06	0,418**	0,08	0,157*	-0,09	-0,145*	0,01
SO42- (mg/L)	0,01	0,681**	0,00	0,405**	0,676**	0,301**	0,596**	0,565**	0,466**	1,00	-0,03	0,03	-0,03	0,00	0,249**	0,201**	0,03	-0,01	-0,01	0,00
FeT (mg/L)	0,197	0,03	-0,01	0,04	-0,03	0,10	0,03	0,03	-0,10	-0,03	1,00	0,07	0,06	-0,03	0,02	-0,01	-0,05	-0,01	0,12	-0,10
Cu (mg/L)	0,08	0,07	0,00	0,01	0,156*	0,00	0,02	0,136*	0,00	0,03	0,07	1,00	-0,01	-0,03	-0,06	-0,03	-0,01	0,11	0,196**	-0,05
Zn (mg/L)	0,03	0,01	-0,02	0,03	0,00	0,02	-0,02	-0,03	0,02	-0,03	0,06	-0,01	1,00	-0,01	0,10	-0,04	-0,03	0,03	-0,02	0,01
Mn (mg/L)	-0,01	-0,01	-0,03	-0,06	-0,01	-0,04	0,09	0,04	-0,06	0,00	-0,03	-0,03	-0,01	1,00	-0,162*	0,242**	-0,04	-0,01	-0,04	-0,01
Na (mg/L)	0,03	0,539**	0,05	0,550**	0,401**	0,302**	0,265**	0,240**	0,418**	0,249**	0,02	-0,06	0,10	0,162*	1,00	-0,12	0,284**	0,01	-0,09	-0,07
K (mg/L)	-0,06	0,207**	-0,02	0,02	0,05	0,192**	0,313**	0,294**	0,08	0,201**	-0,01	-0,03	-0,04	0,242**	-0,12	1,00	-0,08	0,04	0,02	-0,02
As (µg/L)	0,06	0,160*	0,03	0,249**	0,11	0,156*	-0,01	-0,02	0,157*	0,03	-0,05	-0,01	-0,03	-0,04	0,284**	-0,08	1,00	0,00	-0,05	0,11
Pb (µg/L)	-0,05	-0,04	0,00	-0,06	-0,04	-0,07	0,00	-0,01	-0,09	-0,01	-0,01	0,11	0,03	-0,01	0,01	0,04	0,00	1,00	-0,02	-0,01
Cd (µg/L)	0,09	-0,08	-0,03	-0,142*	-0,11	0,04	0,00	0,01	-0,145*	-0,01	0,12	0,196**	-0,02	-0,04	-0,09	0,02	-0,05	-0,02	1,00	-0,03
Cr (µg/L)	-0,09	-0,03	-0,03	-0,04	0,00	-0,08	0,00	0,00	0,01	0,00	-0,10	-0,05	0,01	-0,01	-0,07	-0,02	0,11	-0,01	-0,03	1,00

** La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

* La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

IV. CONCLUSION

La synthèse sur le suivi de la qualité des eaux brutes au Burkina Faso a concerné l'état des lieux de la qualité des eaux brutes du bassin du Mouhoun en particulier quatre de ses sous-bassins (Mouhoun Inférieur Amont ; Mouhoun Supérieur Amont ; le Mouhoun Supérieur Aval et le Sourou) réalisés en 2019.

Au total 375 échantillons d'eau ont été échantillonnés et analysés sur un total de 1526 points d'eau présélectionnés. Les paramètres analysés sont essentiellement les paramètres physico-chimiques (température, turbidité, pH, conductivité, TA/TAC, TH, calcium, magnésium, bicarbonate, chlorure, sulfate, nitrate, phosphate) les métaux lourds et métalloïdes (cuivre, Fer, Zinc, Manganèse, Arsenic, Plomb, Cadmium, Chrome).

L'analyse qualitative des résultats ont montré que dans la limite des paramètres étudiés, la situation de la qualité des ressources en eaux (surface et souterraines) dans les quatre sous bassins est caractérisée par une qualité généralement satisfaisante répondant aux normes de l'OMS en vigueur au Burkina Faso.

Cependant, certains forages et Puits destinés à la consommation humaine présentent des teneurs supérieures aux valeurs guides de l'OMS pour des éléments chimiques tels que les nitrates, l'arsenic, le cadmium et le fer.

Il ressort également que la minéralisation des eaux souterraines est essentiellement dominée par les ions bicarbonates et dans une moindre mesure par le calcium, le magnésium et le potassium. Les faciès hydro chimiques des eaux de surface sont le plus souvent bicarbonatés calciques. Pour les eaux souterraines, les faciès chimiques sont soit bicarbonatés calciques et magnésiens ou chlorurés calciques.

Considérant l'importance de la connaissance de la qualité de l'eau, il serait nécessaire de doter les structures de suivi en moyens matériels, humains et financiers suffisants pour une bonne exécution de l'établissement des états des lieux de la qualité des eaux du pays ainsi que le suivi permanent du réseau.

PARTIE 5 : MISE EN ŒUVRE DE LA REGLEMENTATION EN MATIERE D'EAU

I. Contexte général

Le Burkina Faso a entamé depuis quelques années des réformes visant la mise en place d'une politique de l'eau, cohérente et adaptée au contexte d'un pays sahélien. En 1998, un document de politique et stratégies en matière d'eau a été adopté avec pour objectif général de « contribuer au développement durable en apportant des solutions appropriées aux problèmes liés à l'eau afin que celle-ci ne devienne pas un facteur limitant du développement socio-économique ».

La mise en œuvre de cette politique a permis à notre pays d'atteindre des résultats significatifs dont l'adoption en 2001 d'une loi d'orientation relative à la gestion de l'eau et l'élaboration d'un plan d'actions pour la gestion intégrée des ressources en eau en 2003. Il y'a eu aussi la restructuration du cadre institutionnel par la mise en place entre 2007 et 2012 des organismes de gestion de l'eau par bassin que sont les agences de l'eau.

En 2018, une politique sectorielle « Environnement, Eau et Assainissement » a été adoptée avec pour objectif global d'« assurer un accès à l'eau, à un cadre de vie sain et renforcer la gouvernance environnementale et le développement durable dans l'optique d'améliorer les conditions économiques et sociales des populations ».

Le cadre juridique qui accompagne la mise en œuvre de cette nouvelle politique est resté le même. Dans ce rapport, l'état de mise en œuvre de la loi d'orientation sera présenté après avoir fait un rappel succinct de la loi elle-même.

II. Rappels sur la loi d'orientation relative à la gestion de l'eau

La loi d'orientation relative à la gestion de l'eau est le texte juridique de référence dans le domaine de l'eau. Elle dispose dès son article 1 que « l'eau est une ressource précieuse. Sa gestion durable constitue un impératif national ». Elle compte 70 articles répartis en 07 chapitres. Les sept (07) chapitres traitent de : (1) l'objet et du champ d'application ; (2) l'administration de l'eau ; (3) le régime de l'eau ; (4) le régime des services publics de l'eau ;

(5) la réglementation des utilisations de l'eau ; (6) le financement du secteur de l'eau et (5) les dispositions pénales.

De l'objet et du champ d'application, l'eau est un bien commun dont la protection incombe à tous. C'est un élément du patrimoine commun de la Nation. Elle fait partie du domaine public. Aux termes de l'article 6 de la loi, le domaine public de l'eau comprend l'eau dans ses divers états physiques et situations géomorphologiques ainsi que les ouvrages publics affectés ou nécessaires à sa gestion. Y sont inclus à ce titre :

- les cours d'eau ;
- les lacs naturels ou artificiels, les étangs, les mares et d'une manière générale, les étendues d'eau ;
- les espaces où la présence de l'eau, sans être permanente, est régulière et empêche ou conditionne directement l'exploitation à des fins agricoles ;
- les eaux souterraines ;
- l'eau atmosphérique ;
- les sources, puits, forages, abreuvoirs et autres points d'eau affectés à l'usage du public ou à un service public ainsi que leurs périmètres de protection immédiate, délimités en application de l'article 34, alinéa 1 ;
- les digues, les barrages, les chaussées, les écluses et leurs dépendances ou ouvrages annexes ;
- les canaux d'irrigation, d'assainissement et de drainage ;
- les aqueducs, les canalisations, les dérivations et les conduites d'eau ;
- les réservoirs, les stations de traitement d'eau potable, les stations d'épuration des eaux usées et, d'une manière générale, les ouvrages hydrauliques affectés à l'usage du public ou à un service public ainsi que les installations et les terrains qui en dépendent ;

L'administration de l'eau est composée des structures de gestion de l'eau que sont le Conseil national de l'eau et les agences de l'eau. Elle comprend également les instruments et le cadre de gestion de l'eau. Les instruments de gestion sont entre autres un Plan d'action (devenu programme national à partir de 2016) de l'eau élaboré sous l'autorité du Ministre chargé de l'eau, garant institutionnel de la gestion intégrée des ressources en eau, ainsi que les schémas directeurs d'aménagement et de gestion de l'eau (SDAGE). Le cadre approprié de

planification et de gestion de la ressource en eau est le bassin hydrographique.

Le chapitre sur le régime de l'eau traite :

- du pouvoir de contrôle et de répartition⁴ ;
- de la réglementation des utilisations de l'eau⁵ : il s'agit des principes d'autorisation et de déclaration des Installations, Ouvrages Travaux et Activités (IOTA), et des règles générales édictées en vue de préserver la santé, la sécurité et la qualité des eaux ;
- la servitude de rétention qui a pour objet de favoriser le renouvellement de la ressource en eau, par l'amélioration de son infiltration dans le sous-sol ;
- des périmètres de protection ;
- des écosystèmes aquatiques.

Le chapitre sur le régime des services publics de l'eau traite de la délégation des compétences de l'Etat à une collectivité territoriale et du champ d'application de cette délégation (gestion du service public de distribution de l'eau, utilisations de l'eau à des fins agricoles, aquacoles, pastorales, industrielles, touristiques ou de production d'énergie et assainissement). Il définit également les modes de gestion du service public : la régie, les contrats de gestion ou de gérance, la concession et l'affermage.

Du financement du secteur de l'eau, la loi pose comme principe de base que « l'utilisation de l'eau exige de chacun qu'il participe à l'effort de la Nation pour en assurer la gestion »⁶. Cela se traduit par l'application des principes « pollueur-payeur » et « préleveur/payeur ».

Les dispositions pénales de la loi d'orientation traitent de la nature des infractions (contraventions ou délits) ainsi que des types de sanctions (pécuniaires, privatives de libertés, administratives, autres).

Pour veiller au respect des dispositions de la loi, la police de l'eau est mise en place. Elle est constituée d'officiers de police judiciaire, d'agents de la police municipale et d'agents

⁴ Article 23

⁵ Articles 24 à 30

⁶ Article 47
Synthèse du suivi des ressources en eau au Burkina Faso Année 2019

assermentés appartenant aux services de l'Etat chargés de l'eau, de la santé et de l'environnement.

La mise en œuvre des dispositions de la loi entamée depuis son adoption par l'élaboration et l'adoption des textes d'application ; la mise en place des structures, des instruments et outils de gestion s'est poursuivi au cours de l'année 2019.

III. Situation de l'application de la loi d'orientation relative à la gestion de l'eau pour l'année 2019

L'application de la loi d'orientation peut être définie d'une part par l'adoption des textes et outils d'application (Décrets, Arrêtés, Fiches, etc.) et d'autre part par l'application effective sur le terrain.

Concernant la prise des textes et outils d'application, au total 20 décrets et 6 arrêtés ont été pris entre 2002 et 2015. Cependant, quelques textes réglementaires importants n'ont pas encore été adoptés (le décret sur la bande de servitudes, la classification des barrages et retenues d'eau...). Mis à part ces quelques textes, la majorité des textes d'application de la loi d'orientation a été adoptée. Toutefois, il faut noter que de 2016 à 2019 le processus d'élaboration de nouveaux textes a abouti à des projets de textes qui n'ont pas encore été adoptés. Il s'agit notamment des textes complémentaires de la Contribution Financière en matière d'Eau (CFE).

Pour ce qui est de l'application effective de la loi et de l'ensemble de ses textes d'application sur le terrain, de façon globale, on retient au titre de 2019 les actions suivantes.

III.1. Par rapport à l'administration de l'eau

Le Conseil National de l'Eau (CNEau), mis en place par le DECRET n°2002-539/PRES/PM/MAHRH portant attributions, composition, organisation et fonctionnement du Conseil National de l'Eau a tenu sa 36^{ème} session ordinaire le 20 décembre 2019.

Les structures de gestion que sont les agences de l'eau ont tous tenu leurs instances (Comité de Bassin et Conseil d'Administration).

Les schémas directeurs d'aménagement et de gestion de l'eau (SDAGE) des agences de l'eau

du Liptako et du Gourma dont l'élaboration a débuté en 2018 s'est poursuivie en 2019.

Dans le cadre de la poursuite de l'adaptation du cadre institutionnel et instruments de gestion, le rapport de l'état des lieux des textes juridiques du secteur de l'eau et de l'assainissement élaboré en 2018 a été finalisé en 2019 ainsi que deux (02) recueils de textes juridiques du secteur. Un répertoire en ligne a aussi été réalisé afin de mettre l'ensemble des textes répertoriés à l'adresse <http://legieauburkina.org>.

III.2. Par rapport au régime de l'eau

- le diagnostic des IOTA en vue de leur opérationnalisation

Conformément à l'article 24 de la loi, sont soumis à autorisation ou à déclaration les aménagements hydrauliques et, d'une manière générale, les installations, ouvrages, travaux et activités réalisés par toute personne physique ou morale, publique ou privée, et entraînant, selon le cas :

- des prélèvements d'eau superficielle ou souterraine, restitués ou non ;
- une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux ;
- des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants.

Pour mettre en œuvre cette disposition, des textes d'application ont été pris en 2005. Ce sont :

- le DECRET N°2005-187/PRES/PM/MAHRH/ MCE portant détermination de la nomenclature des installations ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration ;
- le DECRET N° 2005-188/PRES/PM/MAHRH/MCE portant conditions d'édiction des règles générales et prescriptions applicables aux installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration ;
- le DECRET N°2005-515/PRES/PM/MAHRH portant procédures d'autorisation et de déclaration des installations, ouvrages, travaux et activités
- l'ARRETE N° 2008-0004/MAHRH/MATD du 11 janvier 2008 portant fiche type, prescriptions générales et procédure de déclaration des puits modernes et forages soumis à déclaration

Cependant, après une décennie d'application de la réglementation sur les IOTA, il a été constaté que des difficultés subsistent sur le terrain. Ces difficultés vont de la méconnaissance

de la réglementation à la complexité des fiches. Ainsi, afin de trouver des solutions à ces difficultés, il a été recommandé une révision des IOTA.

Un comité technique a donc été mis en place et s'est réuni le 16 septembre 2019 à Ouagadougou afin d'adopter une démarche méthodologique. Les membres ont convenu qu'avant d'envisager une révision il est important de faire un état des lieux de la mise en œuvre des IOTA.

L'Etat des lieux devra permettre de :

1. d'identifier les difficultés dans la mise en œuvre des IOTA ;
2. Relever les insuffisances constatées dans le dispositif ;
3. Rencontrer d'autres acteurs hors du ministère et prendre leurs avis ;
4. Formuler des recommandations.

Au 31 décembre 2019, le comité avait élaboré les documents relatifs à l'état des lieux notamment l'approche méthodologique, les fiches/canevas d'échanges et de collecte de données ainsi qu'un plan de rédaction du rapport. L'état des lieux proprement dit se fera en 2020.

III.3. Par rapport au financement du secteur de l'eau

En application, des principes « pollueur-payeur » et « préleveur-payeur » et de la disposition législative « l'utilisation de l'eau exige de chacun qu'il participe à l'effort de la nation pour en assurer la gestion pour le financement du secteur de l'eau », la loi portant institution d'une taxe parafiscale au profit des agences de l'eau a été adoptée par l'Assemblée Nationale le 15 décembre 2009.

La CFE comprend :

- la taxe de prélèvement de l'eau brute;
- la taxe de modification du régime de l'eau ;
- la taxe de pollution de l'eau.

Au 31 décembre 2019, la loi sur la contribution financière en matière d'eau (CFE) n'est pas encore totalement mise en œuvre. En effet :

- **Pour la taxe de prélèvement de l'eau**

Cette taxe est déterminée en fonction de l'activité et du volume d'eau prélevé. Les activités

concernées par la taxe de prélèvement sont :

- les activités agricoles, pastorales et piscicoles;
- la production d'eau potable ;
- les activités minières et industrielles ;
- les travaux de génie civil.

Actuellement, seul le volet prélèvement est en vigueur mais partiellement. En effet la taxe sur le prélèvement de l'eau brute ne concerne que les activités de BTP, minières et industrielles. En 2015, une étude a été menée afin de proposer un projet de décret de la taxe de prélèvement d'eau brute pour les activités agricoles, pastorales et piscicoles. En 2018, des concertations nationales ont été réalisées dans les 13 régions avec les usagers concernés et les taux de la taxe ont été fixés de manière consensuelle.

Les documents relatifs à ladite taxe ont par la suite été présentés le 20 décembre 2019 au Conseil National de l'Eau. A l'issue de la prise en compte des amendements du CNEau, les documents finaux (projet de décret et rapport des concertations) ont été introduits au niveau du Secrétariat Général du MEA pour suivre le processus en vue de leur adoption.

- Pour la taxe de pollution de l'eau

L'étude technique sur la taxe de pollution a été réalisée et validée le 24 décembre 2018. Des concertations ont été organisées pour l'année 2019 avec les principaux assujettis afin d'échanger sur les taux proposés par l'étude et trouver des taux consensuels qui seront appliqués. Ces concertations ont concerné les espaces de compétence de trois (03) agences de l'eau : Mouhoun, Nakanbé et Cascades. Elles se poursuivront dans les espaces des deux autres agences c'est-à-dire le Liptako et le Gourma en 2020 avant la finalisation du projet de décret fixant les taux et les modalités de recouvrement de la taxe.

- Pour la taxe de modification du régime de l'eau

La taxe de modification du régime de l'eau est déterminée en référence aux éléments techniques définis par arrêté du Ministre chargé de l'eau. Le processus de recrutement d'un bureau d'Etudes entamé en 2019 n'a pas pu se terminer. Il se poursuivra en 2020 et le bureau d'étude retenu à cet effet réalisera l'étude sous la surveillance d'un comité technique de suivi interministériel et pluridisciplinaire.

Les ressources financières nécessaires au financement des programmes pluriannuels

d'intervention des agences de l'eau sont en partie prélevées auprès des usagers (CFE) selon les principes énoncés par la loi sur l'eau. Sa mise en œuvre à travers ses textes d'application permettra de générer des ressources propres pour une gestion durable des ressources en eau.

III.4. Suivi de la mise en œuvre de la réglementation

Conformément aux dispositions de la loi, les infractions sont constatées par les officiers de police judiciaire, les agents de la police municipale et les agents assermentés appartenant aux services de l'Etat chargés de l'eau, de la santé et de l'environnement.

Pour mettre en œuvre cette disposition, le DECRET N° 2008-423/PRES/PM/MAHRH/MEF/MECV/MS/ SECU portant définition, organisation, attribution et fonctionnement de la police de l'eau a été adopté. Au sens du décret, la police de l'eau est un moyen de coordination des actions entreprises par les services existants chargés des missions de prévention, de contrôle et de répression, dans la mise en œuvre de législation en matière d'eau.

A partir de 2014-2015, des agents de l'eau ont été formés afin d'être assermentés pour coordonner la mise en œuvre de la police de l'eau.

Cette partie du document synthèse s'articulera autour des points suivants :

- le renforcement des capacités des acteurs de la police de l'eau ;
- le financement des activités des services police de l'eau ;
- la synthèse des acquis majeurs des Services Police de l'Eau (SPE) ;
- le bilan des activités des SPE.

III.5. Renforcement des capacités

Au cours de l'année 2019, les capacités des acteurs de mise œuvre de la police de l'eau ont été renforcées à travers des ateliers de formation :

- Quatre (04) services police de l'eau ont été dotés en Kits d'analyse in situ des paramètres physicochimiques de l'eau et le personnel a été formé à l'utilisation de ces équipements.
- une rencontre de concertation avec les Procureurs du Faso sur la Police de l'Eau a été

organisée le 04 juillet 2019 à Koudougou. L'objectif de cette rencontre était d'engager la concertation entre les Services Police de l'Eau (SPE) et les procureurs du Faso en vue d'harmoniser les démarches en matière de police de l'eau et aussi de relever les insuffisances. L'atelier a connu la participation des vingt-huit (28) Procureurs du Faso, des Directeurs Régionaux de l'Eau et de l'Assainissement et des responsables des Services Police de l'Eau (SPE) ;

- une formation des directeurs régionaux de l'eau et de l'assainissement sur la police de l'eau s'est tenue les 30 et 31 aout 2019. Les modules abordés portaient sur les notions juridiques de base, les infractions et sanctions en matière d'eau, la police administrative et la police judiciaire. Le but de cette formation était de leur permettre d'assurer pleinement leur rôle de responsable du volet administratif de la police de l'eau.
- un renforcement des capacités des acteurs des autres corps impliqués dans la mise en œuvre de la police de l'eau. Le public cible de ces ateliers était les élèves de l'Ecole Nationale de Police (ENP) de Ouagadougou, de l'Ecole Nationale des Sous-Officiers de Gendarmerie (ENSOG) de Bobo-Dioulasso et de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts (ENEF) de Denderesso (Bobo-Dioulasso). L'objectif visé à travers ces ateliers était d'amener les élèves à s'approprier leur rôle et afin qu'ils puissent le jouer pleinement dans la mise en œuvre de la police de l'eau, une fois sortie de l'école de formation. L'atelier à l'ENP a connu la participation de trois cent (300) élèves (de la police nationale et de la police municipale) et de cinquante (50) cadres du commandement et de l'encadrement. Celui de l'ENSOG a connu la participation de six-cent soixante-dix-sept (677) élèves et de cinquante (50) cadres du commandement et de l'encadrement. L'atelier à l'ENEF a quant à lui connu la présence de cinq cent (500) élèves et cinquante (50) cadres du commandement et de l'encadrement. Au total, mille six cent vingt-sept (1627) élèves et personnel du commandement et de l'encadrement ont été informés et sensibilisés sur la police de l'eau.

III.6. Financement des activités des services police de l'eau

Les treize (13) services police de l'eau ont reçu un financement global de quatre-vingt-seize millions (96 000 000) de FCFA.

III.7. Synthèse des acquis majeurs menées par les SPE

Tableau 4 2: Ssynthèse des actions majeures menées dans chaque région

Type d'usager	Nature de l'infraction	Type de sanction/ ou mesure prise
Centre		
BTP	Prélèvement d'eau de surface en violation de la procédure de déclaration	Arrêt du prélèvement et mise en contact avec l'AEN pour satisfaire à l'obligation de déclaration préalable
Abattoirs	Abandon de déchets ou de substances portant atteinte à la santé ou à la diversité biologique ou à l'équilibre des systèmes éco aquatiques	Accord de délai pour procéder à l'enlèvement des déchets et à l'aménagement d'espace de stockage et de traitement
Populations (ménages)	Dépôt, jet, ou enfouissement de toute nature sur (...) les canaux d'évacuation des eaux pluviales (...)	Interpellation des autorités municipales sur la nécessité de procéder au débouchage du canal et à sa reconstruction suivant les normes en vigueur
Huileries	Rejet des eaux usées de toute origine, des graisses, des huiles de vidange, des excréments sur les voies et places publiques, dans les caniveaux et les cours d'eau	Accord de délai pour l'amélioration des dispositifs de stockage des eaux usées
Huileries	Construction des puits perdus, des puisards, des fosses septiques ou de tout autre ouvrage d'assainissement individuel en dehors de la parcelle sauf dérogation spéciale (...)	Accord de délai pour la fermeture des puits perdus
Entreprises	Construction, modification, exploitation, réalisation d'ouvrages, de travaux ou d'activités sans satisfaire à la procédure de déclaration	Arrêt immédiat du prélèvement de terre dans les barrages
Unité d'ensachage d'eau	Non-respect de la réglementation relative à la propreté des réservoirs destinés à contenir l'eau de boisson ; Construction, réalisation d'ouvrages, d'installations, de travaux ou d'activités d'IOTA en violation des prescriptions imposées par l'acte d'autorisation	Convocation du promoteur dont les réservoirs manquent de propreté ; Mise en contact avec la DGEP pour l'autorisation d'implantation des forages
Nord		
Producteurs maraîchers	Non-respect de la bande de servitude	Contravention (80 producteurs)
Sociétés de production d'eau préemballée	Non-respect de la réglementation	Fermeture de deux (02) unités
Centre-Est		
Promoteurs d'eau préemballée de Tenkodogo, Bittou, Dialgaye, Garango et Koupela	la non détention d'un certificat d'homologation des sachets plastiques en cour de validité et la non signature d'un protocole d'analyse avec un laboratoire agréé reconnu par l'état	Verbalisation de sept (07) promoteurs à payer une somme de 30.000 FCFA chacun et suspension de la production et la commercialisation de l'eau
Est		
Producteurs maraîchers	Non-respect de la bande de servitude	Sensibilisation des producteurs sur la nécessité de libérer la bande de servitude
Centre-Sud		

MISE EN OEUVRE DE LA REGLEMENTATION EN MATIERE D'EAU

Unités de production d'eau	Manque d'analyses qualité de l'eau	Suspension des activités de production
Sud-Ouest		
Producteurs d'eau préemballée	Absence des autorisations d'implantation des forages et de protocoles d'accords pour les analyses d'eau.	L'ensemble des promoteurs ont été identifiés et sensibilisés.
Promoteurs de sites de d'exploitation artisanale de l'or et d'unités industrielles	Absence des déclarations de prélèvement d'eau.	
Hauts-Bassins		
Promoteurs d'unité de production d'eau préemballée	Non-respect de la réglementation en matière de production d'eau préemballée	<ul style="list-style-type: none"> • Amende et sanction administrative • 17 unités non en règle amendées et fermées • Les amendes cumulées s'élèvent à 1 700 000 Francs CFA
Unités présentant des risques potentiels de pollution des ressources en eau	Non-respect de la réglementation en matière de gestion des déchets solides et liquides	5 unités ont payé des amendes allant de 50 000 à 4 000 000 Francs CFA pour un total de 1 000 000 Francs CFA
Producteurs agricoles	Non-respect de la réglementation sur les bandes de servitude	Destruction des champs existant à l'intérieur des bandes de servitude
Cascades		
Promoteur d'unité de production d'eau préemballée	Défaut de contrôle régulier de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine	Fermeture et amende de 100 000 Francs CFA
Promoteurs de PEA	Défaut de contrôle régulier de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine	Amende variant entre 200 000 et 300 000 Francs CFA
Plateau Central		
Promoteurs de PEA et d'unité d'ensachage d'eau	Absence de protocole pour le suivi de la qualité de l'eau et défaut d'autorisation d'implantation des forages	Le SPE après les étapes d'identification et sensibilisation est présentement dans la phase de suivi de la mise en œuvre des recommandations
Producteurs maraîchers	Occupation de la bande de servitude	
Sahel		
Producteurs agricoles et promoteurs d'hôtel	Non-respect de la réglementation sur les bandes de servitude	Interpellations et auditions Des verbalisations ont été faites
Centre-Nord		
Promoteurs d'unité de production d'eau préemballée et de PEA	Non-respect de la réglementation en matière de production d'eau préemballée	Suspension de l'activité pour un délai de 2 mois ; Destructions de stock et suspension de la production jusqu'à présentation de résultats d'analyse ;

		Dressage de PV de fermeture de 2 unités : Destructions d'installation anarchique de PEA
--	--	---

III.8. Bilan des activités des SPE

En termes de bilan, on note une mise en œuvre très satisfaisante des activités avec un taux global de 98% pour les 13 régions. Le bilan capitalisé de la mise en œuvre de la police de l'eau se présente comme suit :

	2015	2016	2017	2018	2019
BANDES DE SERVITUDE					
Nombre de barrages où il y a eu une action sur la bande de servitude	0	15	24	46	64
Nombre d'usagers sensibilisés sur la bande de servitude	500	1155	1130	2537	6985
Nombre de barrages dont les berges ont été libérées	0	0	0	0	10
RESPECT DES IOTA					
Nombre d'industries conformes à la réglementation	5	22	9	9	43
Nombre de producteurs d'eau préemballée recensés	0	50	69	136	202
Nombre de producteurs d'eau conformes à la réglementation	0	12	28	61	133
Nombre de structures sanctionnées suite au non-respect des IOTA	0	0	0	0	32
	2015	2016	2017	2018	2019
ASSAINISSEMENT					
Nombre d'industries visitées et sensibilisées	35	25	14	9	50
Nombre d'industries conformes	5	22	9	4	28
CONTRIBUTION FINANCIERE EN MATIERE D'EAU					
Nombre d'assujettis sensibilisés	34	68	69	135	233
Nombre d'assujettis qui se sont conformés suite à la sensibilisation	0	12	12	27	30
REPRESSION					

Nombres de procès-verbaux dressés	0	6	29	13	160
Nombre de sanctions	0	6	20	9	211
Nature des sanctions	Pécuniaire, judiciaire, administrative				

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- OCDE, 2014. Rapport technique DAS/CIS 68-27, 250 p.
- Agence de l'Eau du Mouhoun, juillet 2014. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE 2014-2030) de l'espace de compétence de l'Agence de l'Eau du Mouhoun, Rapport définitif, 191 pages.
- Décret n°2003-285/PRES/PM/MAHRH portant détermination des bassins et sous bassins hydrographiques.
- MCA-BF, 2012. Rapport d'état des lieux de l'espace de compétence de l'Agence de l'Eau du Mouhoun.
- Lalanne, F. 2012. Etude de la qualité des eaux le long de la chaîne d'approvisionnement au niveau des consommateurs dans 10 villages de la Province du Ganzourgou, (Région du Plateau Central, Burkina Faso). Rapport d'étude. 71:p34.
- OMS, 2004. Guidelines for Drinking-Water Quality. 2e édition, volume 1, Recommandations, Organisation mondiale de la santé, Genève 2004.
- MAKHOUKH .M, 2011. Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya. Maroc.
- Benhaddou, I., and Bouamama, M. 2007. Etude comparative entre trois coagulants utilisés dans le traitement des eaux le sulfate d'alumine, le chlorure ferrique et le polychlorosulfate basique d'aluminium (Onap Rabat: Université Sidi Mohamed Ben Abdellah).p55-56.
- Santé Canada, 1993. Les trihalométhanes. Recommandations pour la qualité des eaux potable au Canada.19:p10.
-

Annexe : Liste des 88 piézomètres du réseau national

	N° piézo	Réf.	Région	Commune	Nom du site	Code IRH	DateCréation	Prof.	Alt.	Lithologie	Zone climatique
Zone du sédimentaire	1	F1	Hauts-Bassins	N'Dorola	Dingasso	BD/05/08-11	02/08/1989	103	337,7	Grès	Soudanien
		F2	Hauts-Bassins	N'Dorola	Dingasso	BD/05/08-12	02/08/1989	103	337,7	Grès	Soudanien
	2		Mouhoun	Nouna	Nouna	DD/05/29	01/01/2004	16	281,1		Soudano-sahélien
	3		Mouhoun	Gassan	Gassan	DD/04/14	01/01/2004	15	260,4		Soudano-sahélien
	4		Mouhoun	Bondokuy	Bondokuy	HN/01/01	01/01/2004	21	361,9		Soudano-sahélien
	5		Mouhoun	Sanaba	Gombio	DD/10/02	01/01/2004	19,8			Soudano-sahélien
	6		Mouhoun	Tansila	Tansila	DK/11/03	01/01/2004	17	434,3		Soudano-sahélien
	7		Mouhoun	Sanaba	Kossoba	DD/09/16	01/01/2004	66	282,8		Soudano-sahélien
	8		Mouhoun	Kouka	Kouka	BD/03/01	01/01/2004	19	323,8		Soudano-sahélien
	9		Mouhoun	Tansila	Toungo	DK/11/08	01/01/2004	15	395,3		Soudano-sahélien
	10		Est	Diapaga	Koalou	DP/16/01-61	01/01/2004	24,5	149,7		Soudanien
	11		Est	Diapaga	Kionkianga	DP/16/01-62	01/01/2004	23,5	244,4		Soudano-sahélien
	12	SE4	Sahel	Tin-Akof	Tin-Akoff		27/01/2009	66,2	271,64	Schiste	Sahélien
	13	SE3	Sahel	Tin-Akof	Tin-Akoff		19/01/2009	66,65	274,19	Schiste	Sahélien
	14	SE5	Sahel	Déou	Tin-Arkachen		07/11/2009	151,15	279,81	Calcaire	Sahélien
15	SE4	Sahel	Déou	Tin-Arkachen		21/11/2009	122,5	274,88	Calcaire	Sahélien	
Zone du socle	16	F1	Cascades	Soubakaniedougou	Nafona	BF/05/05-11	12/01/1985	53	287,9	Alter Sch	Soudanien
	17	F2	Cascades	Soubakaniedougou	Nafona	BF/05/05-12	11/01/1985	42	288,4	Alter Sch	Soudanien
	18	F2	Cascades	Sidéradougou	Sidéradougou	BF/07/01-10	29/12/1984	38	318,9	Grabbro	Soudanien
	19	F1	Cascades	Sidéradougou	Sidéradougou	BF/07/01-9	27/12/1984	33	318,7	Grabbro	Soudanien
	20	F2	Cascades	Niangoloko	Niangoloko	BF/09/09-4	17/12/1984	53	337,4	Granite	Soudanien

	N° piézo	Réf.	Région	Commune	Nom du site	Code IRH	DateCréation	Prof.	Alt.	Lithologie	Zone climatique
	21	F1	Cascades	Niangoloko	Niangoloko	BF/09/09-5	18/12/1984	31	337	Alter	Soudanien
	22		Est	Diapaga	Diapaga	DP/16/01-58	18/05/1993	63	258,9	Granite	Soudano-sahélien
	23		Est	Diapaga	Diapaga	DP/16/01-59	19/05/1993	62	258,8	Granite	Soudano-sahélien
	24		Sahel	Aribinda	Aribinda 3	DR/13/01-21	27/01/1985	52	321,1	Amphib	Sahélien
	25		Sahel	Dori	Katchari	DR/16/14-19	07/05/1993	50	281,3	Granite	Sahélien
	26	F3	Nord	Solle	Tibou	KD/04/39-6	09/12/1984	81	340,8	Phylade	Soudano-sahélien
	27	F1	Nord	Solle	Tibou	KD/04/39-5	07/12/1984	67	336,1	Metagab	Soudano-sahélien
	28	F2	Nord	Solle	Tibou	KD/04/39-4	28/04/1993	47	336,1	Metagab	Soudano-sahélien
	29		Centre	Ouagadougou	Ouagadougou	OG/10/01-248	12/05/1978	20	294,1	Granite	Soudano-sahélien
	30	F2	Centre	Ouagadougou	Bassinko	OG/10/22-7	08/11/1984	54	302	Volcan	Soudano-sahélien
	31	F1	Centre	Ouagadougou	Bassinko	OG/10/22-8	07/11/1984	58	301,7	Granite	Soudano-sahélien
	32	F3	Centre	Tanghin-Dassouri	Silmissin	OG/14/03-2	19/11/1984	54		Granite	Soudano-sahélien
	33	F1	Centre	Tanghin-Dassouri	Silmissin	OG/14/03-3	20/11/1984	64		Granite	Soudano-sahélien
	34	F2	Centre	Tanghin-Dassouri	Silmissin	OG/14/03-5	13/03/1985	35		Granite	Soudano-sahélien
	35	F1	Nord	Namissiguima	Tougou	OH/07/12-10	23/12/1987	52	322,5	Metagab	Sahélien
	36	F3/1	Nord	Namissiguima	Tougou	OH/07/12-07	24/12/1987	41	326	Alter	Sahélien
		F(4)1	Nord	Namissiguima	Tougou	OH/07/12-12	23/01/1988	60	326	Schiste	Sahélien
	37	F3/2	Nord	Namissiguima	Tougou	OH/07/12-08	24/12/1987	61	326,6	Schiste	Sahélien
		F4/2	Nord	Namissiguima	Tougou	OH/07/12-11	28/12/1987	40	326,6	Alter	Sahélien
	38	F7/2	Nord	Zogore	Nango-Fulcé	OH/10/10-09	07/01/1988	60	304,2	Granite	Soudano-sahélien
		F7/1-(7/3)	Nord	Zogore	Nango-Fulcé	OH/10/10-10	07/01/1988	60	304,2	Granite	Soudano-sahélien
	39	F8/1	Nord	Zogore	Nango-Fulcé	OH/10/10-11	03/02/1988	24	302,9	Alter	Soudano-sahélien
		F8/2	Nord	Zogore	Nango-Fulcé	OH/10/10-12	03/02/1988	48	302,9	Granite	Soudano-sahélien

	N° piézo	Réf.	Région	Commune	Nom du site	Code IRH	DateCréation	Prof.	Alt.	Lithologie	Zone climatique
		F8/3	Nord	Zogore	Nango-Fulcé	OH/10/10-13	03/02/1988	48	302,9	Granite	Soudano-sahélien
	40	F1/2	Centre Sud	Bindé	Ouda	PO/08/26-3	30/06/1988	42	266,5	Granite	Soudano-sahélien
	41	F1/1	Centre Sud	Bindé	Ouda	PO/08/26-4	30/06/1988	18	266,9	Schiste	Soudano-sahélien
		F2	Centre Sud	Bindé	Ouda	PO/08/26-5	19/11/1988	55	266,9	Alter	Soudano-sahélien
	42		Centre Sud	Bindé	Bindé	PO/08/29-13	23/11/1989	44	303,5	Granite	Soudano-sahélien
	43		Mouhoun	Boromo	Boromo	LE/01/01	01/01/2004	22	269,3		Soudano-sahélien
	44	SE6P	Centre-Ouest	Thyou	Thyou		27/12/2008	49,1	363,01	Granite	Soudano-sahélien
		SE6G	Centre-Ouest	Thyou	Thyou		27/12/2008	49,1	363,01	Granite	Soudano-sahélien
	45	SE2G	Centre-Ouest	Thyou	Thyou		24/12/2008	43,02	372,13	Granite	Soudano-sahélien
		SE2P	Centre-Ouest	Thyou	Thyou		24/12/2008	43,02	372,13	Granite	Soudano-sahélien
	46	SE6	Centre-Ouest	Léo	Léo		19/08/2009	42,95	357,93	Granite	Soudanien
	47	SE4	Centre Sud	Po	Pô		06/10/2008	70	354,48	Granite	Soudanien
	48	SE5	Est	Bogandé	Nagaré		22/12/2008	43,2	322,15	Granite	Soudano-sahélien
	49	SE1	Centre-Nord	Kaya	Louda		01/11/2008	49	300,02	Granite	Soudano-sahélien
	50	SE5G	Centre-Nord	Kaya	Louda		31/10/2008	55,4	302,7	Granite	Soudano-sahélien
		SE5P	Centre-Nord	Kaya	Louda		31/10/2008	55,4	302,7	Granite	Soudano-sahélien
	51	SE9P	Sahel	Sampelga	Sampelga		24/12/2008	73,7	302,75	Granite	Sahélien
	52	SE4B	Sahel	Sampelga	Sampelga		24/12/2008	43,1	303,25	Schiste	Sahélien
	53	SE3	Est	Bogandé	Nagaré		22/12/2008	43,13	323,6	Granite	Soudano-sahélien
	54	SE5	Est	Piéga	Piéga		05/11/2008	43,04	252,2	Granite	Soudano-sahélien
	55	SE2	Est	Piéga	Piéga		05/11/2008	43,02	251,25	Granite	Soudano-sahélien
	56	SE5	Est	Gayeri	Gayeri		05/12/2008	48,87		Amphib	Soudano-sahélien
	57	SE6	Est	Gayeri	Gayeri		04/12/2008	49,09	275,91	Granite	Soudano-sahélien

	N° piézo	Réf.	Région	Commune	Nom du site	Code IRH	DateCréation	Prof.	Alt.	Lithologie	Zone climatique
	58	SE1G	Centre-Est	Tenkodogo	Cella		19/12/2008	55,04	279,04	Granite	Soudano-sahélien
		SE1P	Centre-Est	Tenkodogo	Cella		19/12/2008	55,04	279,04	Granite	Soudano-sahélien
	59	SE3	Centre-Est	Tenkodogo	Cella		27/10/2008	49,08	285,7	Granite	Soudano-sahélien
	60	SE3	Centre-Est	Bittou	Bittou		29/10/2008	43,02	217,2	Granite	Soudanien
	61	SE2	Centre-Est	Bittou	Bittou		28/10/2008	43,11	216,9	Granite	Soudanien
	62	SE3	Plateau Central	Mogtedo	Mogtédo		24/10/2008	55,29	288,11	Granite	Soudano-sahélien
	63	SE5B	Plateau Central	Mogtedo	Mogtédo		24/10/2008	49,19	290,4	Granite	Soudano-sahélien
	64	SE1P	Est	Kantchari	Kantchari		31/10/2008	49,21	389,33	Granite	Soudano-sahélien
	65	SE3B	Est	Kantchari	Kantchari		31/10/2008	49,14		Granite	Soudano-sahélien
	66	SE3	Centre-Est	Yonde	Bousgou		27/07/2009	49,24	305,39	Granite	Soudano-sahélien
	67	SE6	Centre-Est	Yonde	Bousgou		25/07/2009	49,24	310,04	Granite	Soudano-sahélien
	68	SE6	Sahel	Sebba	sebba		30/07/2009	55,29	276,4	Granite	Sahélien
	69	SE2	Sahel	Sebba	sebba		29/07/2009	79,64	275,7	granodiorite	Sahélien
	70	SE3	Centre Sud	Po	Pô		04/10/2280	43,15	321,67	Granite	Soudanien
	71	SE3	Centre-Ouest	To	Tô		28/12/2008	49,14	349,69	Granite	Soudano-sahélien
	72	SE5	Centre-Ouest	To	Tô		28/12/2008	85,78	346,62	Granite	Soudano-sahélien
	73	SE1P	Centre-Ouest	Léo	Léo		18/08/2009	55,35	359,87	Granite	Soudanien
		SE1G	Centre-Ouest	Léo	Léo		18/08/2009	55,35	359,87	Granite	Soudanien
74	SE3B	Centre-Nord	Kongoussi	Kongoussi		22/10/2008	0	330,89		Soudano-sahélien	
75	SE1P	Centre-Nord	Kongoussi	Kongoussi		23/10/2008	40	334,18	Schiste	Soudano-sahélien	
76	SE6	Nord	Seguenega	Séguenega		04/08/2009	91,84	344,19	Schiste	Sahélien	
77	SE2	Nord	Seguenega	Séguenega		08/08/2009	98,2	341,58	Schiste	Sahélien	
78	SE11B	Sahel	Pobé-Mengao	PobéMengao		02/02/2009	55,35	258,1	Granite	Sahélien	

	N° piézo	Réf.	Région	Commune	Nom du site	Code IRH	DateCréation	Prof.	Alt.	Lithologie	Zone climatique
	79	SE15P	Sahel	Pobé-Mengao	PobéMengao		31/01/2009	61,45	258,8	Amphib	Sahélien
	80	SE1G	Plateau Central	Boussé	Boussé		11/10/2008	52,28	367,89	Granite	Soudano-sahélien
		SE1P2	Plateau Central	Boussé	Boussé		11/10/2008	52,28	367,89	Granite	Soudano-sahélien
	81	SE5G	Plateau Central	Boussé	Boussé		16/10/2008	61,55	366,34	Granite	Soudano-sahélien
		SE5P	Plateau Central	Boussé	Boussé		16/10/2008	61,55	366,34	Granite	Soudano-sahélien
	82	SE6	Centre-Nord	Tougouri	Tafogo		03/11/2008	43	309,94	Amphib	Sahélien
	83	SE2G	Centre-Nord	Tougouri	Tafogo		21/12/2008	61,5	308,73	Granite	Sahélien
		SE2P	Centre-Nord	Tougouri	Tafogo		21/12/2008	61,5	315,99	Granite	Sahélien
	84	F2	Centre Sud	Manga	kazanga			44	272,8		Soudano-sahélien
	85	F2	Centre-Nord	Kongoussi	Kondibito(darkoa)			14	317		Sahélien
	86	F1	Centre-Nord	Kongoussi	Kondibito(darkoa)			18	319	Migmat	Sahélien
	87	SE1	Plateau Central	Absouya	Barogo		05/12/2009	43,13		Schiste	Soudano-sahélien
	88	SE6	Plateau Central	Absouya	Barogo		05/12/2009	43,1		Schiste	Soudano-sahélien

GLOSSAIRE

Alcalinité : Capacité de l'eau à neutraliser des acides. L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogénocarbonates (HCO_3^-), de carbonates (CO_3^{2-}), d'ions hydroxydes (OH^-) et d'une façon plus limitée, aux ions silicates (HSiO_3^{2-}), phosphates (PO_4^{3-}) ou encore aux espèces moléculaires des acides faibles.

Aquifère : formation géologique ou roche, fissurée (fracturée) ou suffisamment poreuse pour stocker de l'eau, et perméable pour laisser l'eau circuler.

Assainissement : système visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement en supprimant toute cause d'insalubrité. Il désigne l'ensemble des moyens de collecte, de transport et de traitement d'épuration des eaux usées avant leur rejet dans les rivières ou dans le sol. Afin d'assainir des eaux usées, on peut combiner des traitements physico-chimiques et biologiques.

Barrage : ouvrage construit à travers un cours d'eau, destiné à stocker de l'eau ou à dériver le débit d'un cours d'eau.

Bassin hydrographique : zone qui reçoit des eaux superficiels ou souterraines qui déversent dans un collecteur principal (fleuve, rivière, lac mare...) et délimité par une ligne de partage des eaux.

Bassin versant : Surface topographique drainée par un cours d'eau et ses affluents. L'ensemble des eaux qui tombent dans cette surface convergent vers un même point de sortie appelé exutoire : cours d'eau, lac, mer, océan.

Besoin en eau : quantité d'eau théorique nécessaire pour un usage.

Bouli : Bassin de captage des eaux de ruissellement.

Coefficient d'écoulement : c'est le ratio entre la quantité d'eau écoulee et la quantité d'eau précipitée pendant une période donnée et un bassin donné. Cette notion n'implique pas que toute l'eau écoulee provienne des précipitations considérées. Une partie peut provenir de précipitations antérieures ou tombées hors du bassin (s'il existe des transferts, de surface ou souterrains), ni réciproquement que toutes les précipitations non évapotranspirées se soient écoulees (différences de stock et sorties souterraines).

Coefficient de ruissellement : c'est la part de l'eau qui a exclusivement circulé en surface lors d'une crue. Historiquement, il a été confondu avec le coefficient d'écoulement rapide et

demeure parfois abusivement utilisé dans ce sens ; or le coefficient d'écoulement rapide représente le ratio entre le volume d'écoulement rapide, c'est à dire celui qui provoque le gonflement de l'hydrogramme – et qui incluse le plus souvent une part d'eau souterraine " poussée " par l'eau de la pluie considérée – et la pluie à l'origine de la crue. Le terme de coefficient de ruissellement fait référence à des processus de transfert, et celui de coefficient d'écoulement rapide à des volumes transférés. Le terme anglais " runoff " a une signification plus générale ; il recouvre les deux sens (quoiqu'on parle de plus en plus souvent de " surface runoff " pour le ruissellement).

Consommation en eau : quantité d'eau effectivement utilisée pour un usage donné. C'est donc une valeur constatée et mesurée.

Cours d'eau : chenal superficiel ou souterrain dans lequel s'écoule un flux d'eau continu ou temporaire. Généralement, ce terme s'applique aux chenaux naturels.

Demande consommatrice : demande des secteurs qui prélèvent l'eau et qui l'absorbent ou la transforment. C'est l'eau utilisée pour la boisson, l'irrigation, l'abreuvement du bétail, etc.

Demande en eau : besoin réel évalué, connu et exprimé par l'utilisateur. Il vise un objectif précis à atteindre et pour lequel l'eau à pourvoir (en quantité, en qualité) constitue une des contraintes.

Demande non consommatrice : demande des secteurs où l'eau utilisée peut encore être exploitée ensuite à d'autres fins.

Eau de surface : les eaux de surfaces sont constituées par les eaux de récupérations provenant de la pluie, mais également par tous les lacs et océans et rivières.

Eau souterraine : les eaux souterraines sont contenues dans les nappes phréatiques et les aquifères souterraines. Ces eaux sont le plus souvent stockées dans les pores des sédiments ou des roches.

Eutrophisation : apport en excès de substances nutritives (nitrates et phosphates) dans un milieu aquatique pouvant entraîner la prolifération des végétaux aquatiques.

Fleuve : cours d'eau important, long et au débit élevé, comptant de nombreux affluents et se jetant dans la mer (ou parfois dans une mer intérieure).

Hydraulicité : C'est le rapport du débit annuel au débit interannuel destiné à caractériser l'abondance de l'écoulement de l'année considérée.

Hydrogramme : Courbe représentant le débit en fonction du temps.

Hydrologie de surface : étude des eaux à la surface de la terre.

Hydrologie : l'Hydrologie est la science qui traite des eaux que l'on trouve à la surface de la Terre, ainsi qu'au-dessus et en-dessous, de leur formation, de leur circulation et de leur distribution dans le temps et dans l'espace, de leurs propriétés biologiques, physiques et chimiques et de leur interaction avec leur environnement, y compris avec les êtres vivants (Glossaire international d'Hydrologie en 2001).

Hydrométrie : méthodologie et technique de mesure des hauteurs d'eau et des débits dans les cours d'eau.

Jaugeage : Ensemble des opérations, des mesures et des calculs destinés à déterminer le débit d'un cours d'eau, d'un canal, d'une conduite, d'une source en un point donné. Sur un cours d'eau ce point est appelé Station de Jaugeage.

Lac de barrage (ou réservoir): aménagement à la surface du sol accumulant l'eau de ruissellement d'un cours d'eau à l'aide d'un barrage. Ces réservoirs ont divers usages, dont: assurer la disponibilité de l'eau potable, réguler le débit des cours d'eau aval, assurer l'irrigation, permettre l'installation d'une centrale hydroélectrique.

Lame d'eau écoulee (mm) : c'est le rapport entre le volume écoulé et la superficie du bassin.

La lame d'eau $L_e(mm) = \frac{V(m^3)}{S(m^2) \times 1000}$

Mare : étendue d'eau (pérenne ou non, naturelle ou non), de faibles importance et profondeur.

Métaux lourds : éléments métalliques naturels dont la masse volumique dépasse $5g/cm^3$. Ceux-ci sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces : mercure, plomb, cadmium, cuivre, arsenic, nickel, zinc, cobalt, manganèse. Les plus **toxiques** d'entre eux sont le plomb, le cadmium et le mercure.

Méthémoglobinémie : La méthémoglobinémie est une diminution héréditaire ou acquise (par un toxique) de la capacité des globules rouges à transporter l'oxygène.

Minéralisation : processus de transformation de certains éléments (azote, soufre, etc.) en substances minérales dissoutes (nitrates, sulfates, etc.) au cours d'un traitement chimique en vue d'une analyse ou d'une épuration des eaux résiduaires.

Module inter annuel : débit moyen d'un cours d'eau calculé sur une longue période (idéalement sur toute la période d'observation).

Nappe phréatique : ce sont des nappes d'eau souterraines peu profondes. On distingue les nappes libres (non recouvertes, alimentées sur toute leur surface) des nappes captives (recouvertes, totalement ou partiellement, par une couche de terrain imperméable, nappes sous pression).

Paramètre : Grandeur ou substance mesurée.

Paramètre physico-chimique : est l'ensemble des paramètres physiques (température, turbidité, pH, conductivité, la dureté) et chimiques (les chlorures, nitrates, nitrites, les orthophosphates, les sulfates, le fer, les fluorures, le sodium, le potassium) présents dans l'eau.

Percolation : c'est le fait pour un fluide (eau) de traverser lentement un milieu (sédiment) dans lequel existent des vides, généralement de haut en bas.

Pluviométrie : elle est l'évaluation quantitative des précipitations, de leur nature (pluie, neige, grésil, brouillard) et distribution.

Polluants : les paramètres physiques, chimiques, ou organoleptiques qui au-delà d'un certain seuil dans l'eau, et parfois dans certaines conditions, développe des impacts négatifs sur son usage.

Pollution de l'eau : Une pollution aquatique, ou la pollution de l'eau, se constate lors de la présence, dans l'eau, de matières nuisibles ou repoussantes provenant des égouts, des rejets industriels ou du ruissellement des eaux de pluie en concentrations suffisantes pour rendre cette eau inutilisable.

Précipitation inter annuelle : moyenne des précipitations annuelles calculée pour un certain nombre d'années.

Qualité de l'eau : aptitude de l'eau, déterminé par ses caractéristiques physiques, chimiques, biotiques ou organoleptiques, à servir à un usage défini ou à permettre le fonctionnement d'un milieu aquatique donné.

Réseau de base ou primaire: permettant de suivre les ressources en eau de surface du pays de façon générale (stations avec des longues séries d'observations, représentant les bassins et les zones climatiques du pays), de nature patrimoniale.

Réseau étendu (secondaire et tertiaire) composé de différents réseaux de stations établis pour des objectifs spécifiques liés à des usages (surveillance de l'exploitation, études, etc.).

Réseau hydrographique : Ensemble des cours d'eau naturels ou artificiels, permanents ou temporaires qui participent à l'écoulement.

Ressources en eau : la quantité d'eau dont dispose, ou peut disposer, un utilisateur ou un ensemble d'utilisateurs pour couvrir ses besoins.

Retenue d'eau : bassin naturel ou artificiel dans lequel une grande quantité d'eau est accumulée. Dans le cas d'un barrage, c'est l'ouvrage (barrage) qui crée la retenue d'eau. Et, contrairement à un usage courant au Burkina Faso, la retenue d'eau n'est pas un petit barrage.

Rivière : en hydrologie, ce terme désigne un cours d'eau moyennement important, à l'écoulement continu ou intermittent, suivant un tracé défini et se jetant dans un autre cours d'eau, un lac, une mer, une dépression ou un marais. En géographie physique, ce terme désigne un cours d'eau faiblement ou moyennement important, recevant de l'eau d'autres cours d'eau tributaires (les affluents), et se jetant dans un cours d'eau de plus grande importance.

Seuil : petit ouvrage déversant utilisé généralement pour élever le niveau d'une rivière généralement destiné à l'agriculture.

Station de mesure : Lieu physique sur lequel on effectue un ou plusieurs échantillonnage(s). Ce lieu peut être, selon la thématique : un tronçon de rivière, une source, un forage, un puits, un lieu géo-référencé au sein d'un plan d'eau, etc.

Station hydrométrique : Section d'un cours d'eau où sont mesurées : La cote de la surface d'eau libre (limnimétrie) h (en mètre) et le débit du cours d'eau (débitmètre) : Q (l/s ou m^3/s).

Station synoptique : stations collectant des observations météorologiques de surface de façon régulière, à toutes les 6 heures ou sur une base plus fréquente.

Document rédigé sous la supervision de :

- **Serge Modeste D. TRAORE, Directeur Général des Ressources en Eau ;**
- **Lokou Pascal NAKOHOUN, Directeur des Etudes et de l'Information sur l'Eau ;**
- **KABORE/YANOOGO N. Florence, Directrice de la réglementation et du Suivi des Organismes de Bassins Transfrontaliers.**

L'équipe de rédaction est composée de :

- **Emmanuel SANHOUIDI, Agent Technique de l'hydraulique ;**
- **Gérard ZONGO, Géographe-Géomaticien ;**
- **Moustapha OUEDRAOGO, Technicien Supérieur de l'HER.**
- **Jamal NEBIE, Technicien Supérieur de l'HER ;**
- **Japhet OUEDRAOGO, Ingénieur du Génie Rural ;**
- **ZAN Maurice, Technicien Supérieur Hydrologue ;**
- **Mahamadi OUEDRAOGO, Chimiste ;**
- **Mme OUEDRAOGO/KONATE Hazara, Technicien Supérieur Hydrologue ;**
- **ROUAMBA Mahamoudou, Agent Technique de l'hydraulique ;**
- **NABALOUM Kouassi Eric Lamine, Géologue ;**
- **KARAMA B. Ahmed, Juriste ;**
- **GUIRO Oumarou ; Technicien Supérieur de l'HER ;**
- **BAMBARA/YAMEOGO T. V. Sonia, Ingénieur du Génie Rural ;**
- **COMPAORE/SIMPORE Régina, Juriste.**

Elle a été appuyée par :

- **Jean Pierre MIHIN, Ingénieur Hydrologue ;**