

Dynamique Locale et Impact des Besoins en Eau des Populations dans le Bassin Versant du Zou à l'Exutoire d'Atchérigbé au Bénin

Christian Gildas M. APLOGAN^{1,3*}, José E. GNELE², KOUDJEGA K. Hervé,^{1,3} VISSIN W. Expédit^{1,3}

¹Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou Bénin

²Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Université de Parakou, BP 2849 Abomey-Calavi-Bénin

³Laboratoire Pierre PAGNEY : Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement, Université d'Abomey-Calavi 03 BP 1122, Cotonou, Bénin



Résumé – L'eau, considérée désormais comme une ressource épuisable à l'échelle humaine, fait l'objet d'une régulation spécifique appelée gouvernance ou politique de gestion. L'approvisionnement en eau potable est une priorité pour tous les pays et ceux en développement. La présente étude s'intéresse aux besoins en eau de la population en pleine extension démographique. Les données mises à contribution pour le compte de ce travail sont à la fois qualitatives et quantitatives. Elles concernent les statistiques démographiques et cartographiques. Les résultats obtenus montrent que les communes du bassin du Zou à Atchérigbé connaîtront naturellement une augmentation de leur besoin en eau dans les années 2050. Cependant, la dynamique de la population n'étant pas la même au niveau de chaque commune, les besoins en eau ne seront pas non plus les mêmes. Elle montre que la population croît plus rapidement dans les communes situées au centre (communes de Glazoué et de Savalou) que dans les communes situées en périphérie (Bantè, Dassa et Djidja).

Mots clés – Dynamique locale, besoin en eau, populations, bassin versant, Atchérigbé

Abstract – Water, now considered to be an exhaustible resource on a human scale, is subject to specific regulation called governance or management policy. Providing safe drinking water is a priority for all countries and developing countries. This study focuses on the water needs of the population in full demographic expansion. The data used for this work are both qualitative and quantitative. They concern demographic and cartographic statistics. The results obtained show that the municipalities of the Zou basin in Atchérigbé will naturally experience an increase in their water requirements in the 2050s. However, the population dynamics are not the same at the level of each municipality, the water requirements will not be the same either. It shows that the population is growing faster in the municipalities located in the center (municipalities of Glazoué and Savalou) than in the municipalities located on the outskirts (Bantè, Dassa and Djidja).

Keywords – Local dynamics, water need, populations, watershed, Atchérigbé

I. INTRODUCTION

La problématique des ressources en eau a toujours été la préoccupation des leaders mondiaux qui n'ont jamais cessé de prendre des décisions stratégiques relatifs à la bonne gouvernance de la ressource en eau pour un développement durable, un développement qui intègre les trois dimensions environnementale, économique et social [1].

Cependant, depuis quelques années, on assiste à la diminution de la disponibilité en ressource en eau du fait des effets combinés de la poussée démographique, des activités humaines et de la variabilité climatique [2]. A cela vient s'ajouter l'urbanisation qui accroît le niveau de vie des populations. Et plus le niveau de vie croît, plus les besoins augmentent, et plus les besoins plus est forte la pression exercée sur les ressources naturelles en général et sur l'eau en particulier. La gestion rationnelle des ressources en eau est devenue l'une des principales préoccupations des gouvernements et de certains organismes privés en vue d'assurer une bonne qualité de vie de la planète et un bon développement économique de la société. Pour s'engager dans la voie du développement durable, la prise en compte du secteur de l'eau s'avère indispensable du fait de la place qu'occupe ce secteur dans la vie économique du Bénin voire les communes du bassin du Zou à Atchérigbé.

Situé à cheval sur les départements du Zou et des Collines, le bassin du Zou (figure 1) est localisé entièrement dans la partie centre ouest du Bénin, avec un léger débordement sur le territoire togolais. Le bassin du Zou à Atchérigbé couvre en moyenne une superficie de 6950 Km². Il est compris entre 7°14'30'' et 8°33'52'' de latitude nord et 1°30'58'' et 2°13'32'' de longitude est (IMPETUS : Atlas hydrographique du Bénin). Sur le plan administratif, il s'étend de l'arrondissement de Zoukou (commune de Djidja) à la hauteur de Pira (Commune de Bantè) et de l'arrondissement de Tchetté (commune de Savalou) jusqu'au centre urbain de Glazoué (commune de Glazoué). Avec une superficie d'environ 8920 km², il couvre dans sa partie amont (la station de Atchérigbé), presque la totalité de la commune de Bantè (notamment les arrondissements de Pira, Akpassi, Loughba, Koko, Agoua, Atokolibé et Gouka, le centre urbain de Bantè et très largement la forêt d'Agoua). Au centre il regroupe entièrement la commune de Savalou, la partie ouest de la commune de Glazoué (arrondissements de : Ouèdèmè ; Magoumi ; Kpakpaza ; Gomé ; Sokponta et le centre urbain de glazoué), la partie ouest de Dassa-Zoumè (arrondissement de : Kèrè et de Trè et le centre urbain de Dassa-Zoumè) et enfin la partie nord de la commune de Djidja (arrondissement de Monsourou et de Zoukou et le centre urbain de Djidja).

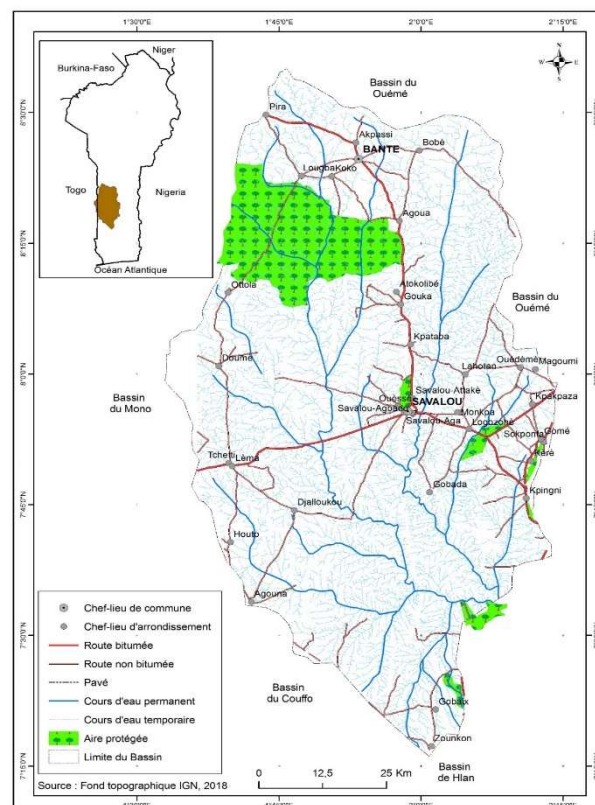


Figure 1 : Localisation géographique du secteur d'étude.

L'ensemble de ce cadre de vie présente des particularités géologiques, pédologiques, hydrographiques et climatiques qui conditionnent la disponibilité ou non en partie des ressources en eau de surface et souterraines dans le bassin versant de la rivière Zou. Le bassin versant du Zou s'étend sur une surface modelée par des roches très anciennes datant du précambrien (le socle granito-gneissique). Sur ce modelé de socle d'altitude moyenne variant entre 200 et 300 m, s'individualise une série d'affleurement rocheux (inselbergs) ou chaînes de collines, isolées et dénudées : c'est surtout le cas des collines de Savalou et de Dassa [3].

D'une vue globale, les altitudes varient entre -51 et 548 m, offrant ainsi des pentes allant largement au-delà de 8% (Figure 2), ce qui prédispose le bassin à une érosion hydrique très intense (altitudes et pentes dérivées des MNT de résolution 90m du "Shuttle Radar Topography Mission" de la Nasa). Il s'agit en réalité, pour ce qui est de l'essentiel, d'une plaine érodée développée sur du gneiss et laissant en relief les éléments granitiques ou des carapaces ferrugineuses les plus résistantes [4]. Il faut reconnaître que les bas et moyens plateaux recouverts de sols ferrugineux tropicaux de couleur rouge et ocre, sableux ou argileux sont favorables à une diversité d'activités agricoles. Le bassin-versant du Zou, dispose d'un réseau hydrographique relativement dense. Il

sépare le réseau Nord-ouest par un alignement de relief d'axe Ouest-est en passant par la latitude de Banté. Le réseau hydrographique du bassin du Zou constitué de deux axes qui sont sensiblement parallèles : le Zou (8 440 km² pour une longueur de 250 km) et l'Agbado (2 703 km² pour 109 km de longueur) qui suivent une direction N-S puis NW-SE. Après 120 km de parcours, le Zou longe sur 15 km les collines quartzitiques de Badagba avant de les traverser. Il reçoit l'Agbado et suit une direction NNW-SSE pour rejoindre l'Ouémé à 107 km plus loin.

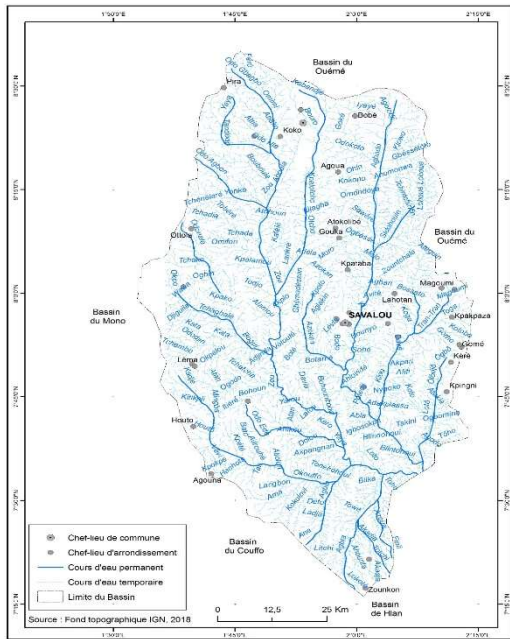


Figure 2 : Hydrographie du secteur d'étude

Au nombre de ses affluents d'amont en aval on a : l'Otio (442km²), la Bogui (1450km²), le Kouffo (806 km²).

Il est, sur le plan géologique installé sur le socle précambrien, dahoméen composé du gneiss et du granite avec des formations du Continental terminal (sablo-argileux) à l'aval du bassin. Il présente un relief dont la structure du socle influence fortement l'écoulement. Les cours d'eau sont fortement encaissés, avec une pente faible qui témoigne du comblement du lit du cours d'eau.

II. DONNEES ET METHODE

A. DONNEES

Les données de cette étude sont composées de données Climatiques, des données démographique et des données cartographiques. Il s'agit des séries climatologiques relatives aux chroniques de pluies journalières, mensuelles, annuelles, extraites des fichiers de la Direction Nationale de la Météorologie (DNM) de l'Agence Nationale pour la Sécurité,

de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA) de Cotonou et complétées par celles de la base de données du Système d'Informations Environnementales sur les Ressources en Eaux et leur Modélisation (SIEREM), Unité Mixte de Recherche 5569, Hydrosociétés Montpellier (HSM) et de la GHNC (Global Historical Climate Network sur la période 1960-2017.

Le choix de cette période se justifie par la nécessité de considérer un maximum de stations sur les réseaux d'observation et de disposer d'une longue série d'analyse pour mieux analyser la variabilité hydroclimatique du secteur d'étude [5]. Du fait de la situation géographique du bassin, les données hydroclimatiques des stations des régions limitrophes ont été utilisées en vue de mieux appréhender l'influence extérieure et cerner l'évolution spatiale des pluies.

Pour cette étude, les statistiques démographiques considérées sont celles des différents Recensements Généraux de la population et de l'Habitat (RGPH 1, 2, 3, 4) de 2002, et 2013 [6]. Elles sont complétées par des projections à l'horizon 2050, afin d'apprécier le degré d'influence des activités humaines sur les ressources en eau dans le bassin du zou à atchérigbé.

Les données collectées ont été traitées à l'aide des logiciels et des techniques appropriés. Le traitement statistique a été réalisé à l'aide du tableur Excel, le logiciel SPSS et le logiciel Khronostat. Le traitement cartographique a été réalisé avec le logiciel Arc Gis 10.3.

B. METHODE

1. Méthode d'étude du bilan hydrologique

L'étude du bilan hydrologique est indispensable pour estimer les ressources en eau du bassin, évaluer l'impact des fluctuations pluviométriques sur les autres termes du bilan [7]. Le bilan hydrologique permet de mettre aussi en évidence la relation existante entre la sécheresse pluviométrique observée depuis 1970 et la sécheresse hydrologique au cours de ces dernières décennies et leur impact sur les eaux souterraines. De même, il permet de quantifier l'écoulement qui est l'un des mécanismes générateurs des inondations. La dynamique des écoulements permet de suivre aussi l'évolution de la réponse hydrologique dans le bassin.

L'équation du bilan hydrologique utilisée pour cette étude est celle de Le Barbé *et al.*, (1993). Elle s'écrit :

$$P = E + L + I + (S_1 - S_0)$$

Avec :

P = pluie, en mm

E = évaporation, en mm

L = écoulement, en mm

I = infiltration, en mm

$S_1 - S_0$ = variation du stock d'eau présent sur le bassin versant, en mm

Des cinq (5) termes de cette équation, deux (2) (I et $S_1 - S_0$) ne sont pas quantifiables par des mesures directes.

Pour diminuer, le nombre d'inconnues ($S_1 - S_0$) est supposé négligeable. C'est pourquoi nous avons décidé de travailler en année hydrologique, déterminée par la date des étiages absolus, dans cette région. Travailler sur une année hydrologique permet de minimiser des erreurs dans la variation du stock d'eau du bassin et cela facilite l'estimation de l'infiltration.

Celle-ci n'étant pas mesurée, elle doit donc être déduite à partir des autres termes. Toutefois, l'évaluation des autres termes pose également certains problèmes.

2. Projection démographique à l'horizon 2050

La projection démographique est faite, sur la base de données des recensements de 2002,

et 2013 et à l'aide de la formule :

$$P_n = P_{n-1} (1 + r)^n$$

Avec : P_n et P_{n-1} respectivement les populations projetées et d'une période précédente connue et r , le taux d'accroissement et n , le temps entre les périodes considérées. Le nombre d'habitants est multiplié par les besoins journaliers d'eau par personne pour estimer la demande totale dans le bassin du zou à Atchérigbé.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

A. Caractéristiques sociodémographiques

Avec une croissance moyenne de 4,8 %, le bassin du zou à Atchérigbé comptait au recensement général de la population et de l'habitation (RGPH₃) de 2002 un total de 428731 habitants qui passe à 553130 habitants en 2013 (RGPH₄) soit une augmentation de 7 301 habitants en 11 ans. Les projections faites à partir des recensements de l'INSAE de 2013 indiquent cette population va plus que doubler en 2050 pour atteindre 1323136 habitations. La figure 3 présente l'évolution du poids démographique.

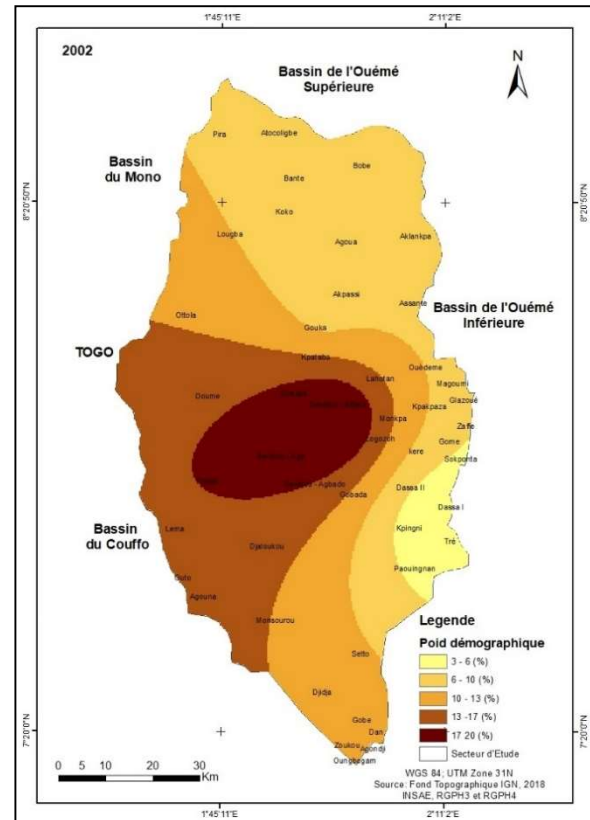


Figure 3. Evolution du poids démographique dans le bassin du zou à Atchérigbé en 2002

La figure 3 montre l'état de la population suivant le RGPH₃. Elle montre que la population croît plus rapidement dans les communes situées au centre (communes de Glazoué et de savalou) que dans les communes situées en périphérie (Bantè, Dassa et Djidja).

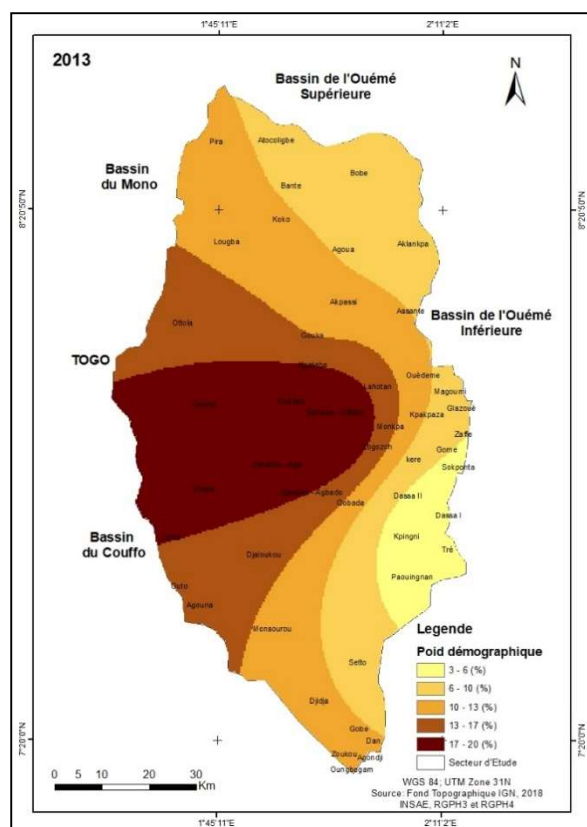


Figure 4. Evolution du poids démographique dans le bassin du zou à Atchérigbé en 2013

La figure 4 présente la population des communes en 2013 suivant le RGPH4. La croissance est de plus en plus accentuée par rapport en 2002.

Face à la croissance de la population des perspectives dérivées sont indispensables pour prévoir approximativement les besoins en eau. La croissance de la population dépend du taux de natalité encore élevé (du fait de l'ISF élevé et de la polygamie), du taux de mortalité (en baisse relative) et de la croissance naturelle de la localité considérée, mais aussi du taux d'immigration, du taux d'émigration et du solde migratoire. La forte concentration humaine dans ces communes induit l'occupation, des marécages, les lits majeurs des plans et cours d'eaux et les couloirs naturels d'écoulement des eaux pluviales, de certaines zones impropres à l'habitation. Cette situation expose les populations aux problèmes environnementaux : hygiène et d'assainissement, inondations récurrentes, promiscuité, ainsi qu'à la cohabitation surtout dans la commune de Djidja des hommes avec les animaux) et aux problèmes sanitaires qui en découlent.

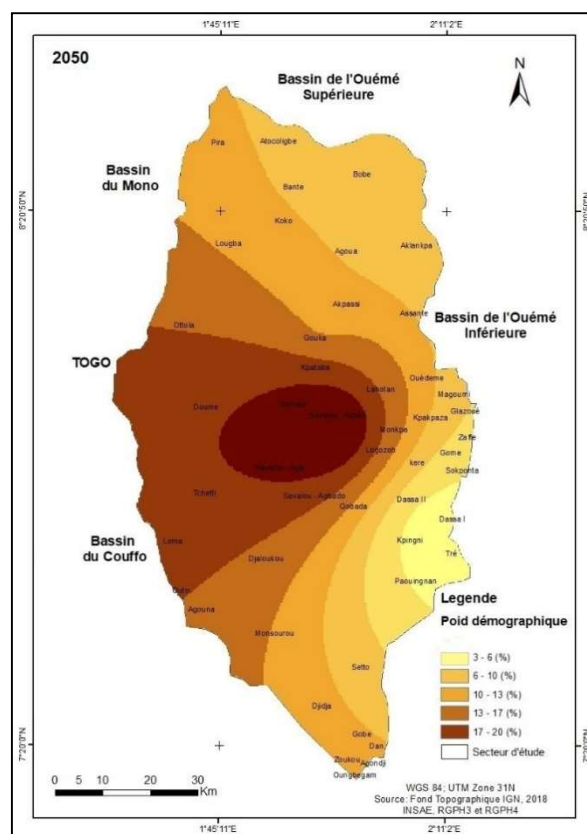


Figure 5. Evolution du poids démographique dans le bassin du zou à Atchérigbé suivant une projection en 2050

Le poids démographique dont l'emprise des plus fortes valeurs se limitait uniquement dans les terroirs en 2002 a évolué et traverser les limites des terroirs pour s'étendre en 2013. La densité de la population est en forte croissance dans tous les arrondissements à ces différentes dates. L'influence de ces densités se note également au niveau de l'inexistence ou de l'insuffisance de réserves administratives au niveau des communes pour le bien-être des populations à l'avenir.

Les projections démographiques de l'INSAE nous ont permis de connaître la tendance de la population en 2050 compte tenu de l'évolution observée des indicateurs démographiques. La demande en eau dans le secteur de l'AEP est basée sur l'évolution de la population dans le temps et dans l'espace. La politique d'approvisionnement en eau potable n'est pas la même en milieu rural ou urbain car les besoins et les réalités diffèrent. Les travaux de RIVERTWIN effectués sur l'étude de la disponibilité en eau à l'horizon 2050 suivant un scénario optimiste envisagent une grande consommation en milieu urbain tout en considérant que la norme d'eau elle aussi croît en fonction de l'augmentation des besoins. Les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) prévoient pour 2050 la réduction

de moitié de la population non desservie en 2000 soit un taux de desserte d'environ 73% en 2020 (Source, SONEB).

Les projections démographiques ont été effectuées suivant les résultats des recensements au plan national et agrégées jusqu'au niveau communal de 1979, 1992, 2002 et 2013. Mais, le dernier recensement en date est celui effectué en 2013. C'est dans un but d'intégrer les nouveaux facteurs pouvant influencer les tendances qui étaient présagées que notre étude reprend la projection de la population du bassin. La projection a été faite par année en tenant compte de la proportion urbaine et rurale de tout le bassin. La période de projection retenue est 2002-2050. La population de l'année de référence est celle du RGPH3 répartie par groupes d'âges. La figure 6 présente les résultats de la projection de la population dans le bassin de 2002 à 2050.

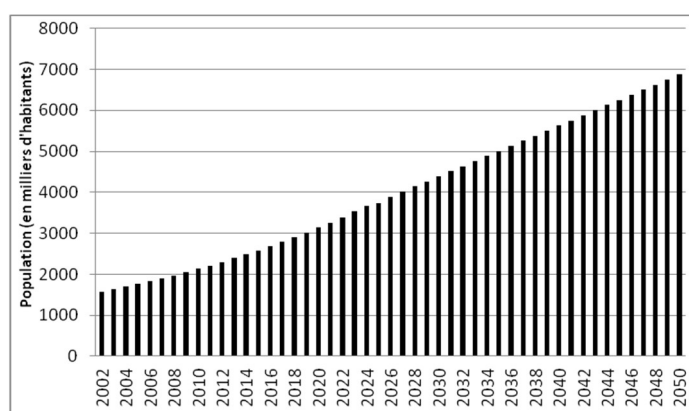


Figure 6: Estimation de la population du bassin de 2002 à 2050

Source : Résultats d'enquêtes, 2019

L'analyse de la figure 6 montre que la population du bassin a connu une évolution exponentielle de 2002 à 2050. Le bassin dépassera le cap de 6 millions d'habitants en 2050. Ce qui représente pratiquement 5 fois la population du bassin en 2002. La croissance rapide de la population enregistrée entre 1979 et 2002 se poursuivra encore pendant quelques décennies. Il s'agit donc d'une forte concentration humaine qui implicitement conduira à d'énormes besoins en eau potable supplémentaires à satisfaire dans le bassin.

B. Impact de la croissance de la population sur les besoins en eau dans le bassin

Répondre à une demande continue et sans cesse croissante en eau requiert des efforts pour pallier la variabilité naturelle et améliorer la qualité et la quantité de l'eau disponible. La conséquence directe de l'accroissement de l'effectif des habitants du bassin, dans le cadre de cette étude, est une hausse progressive des besoins en eau potable. Pour mieux

apprécier cet effet, il a été procédé à l'estimation des volumes d'eau à utiliser sur la période 2002 à 2050.

C. Evaluation des besoins en eau à l'horizon 2050

Le mode d'évaluation des besoins en eau potable a été déterminé à partir des travaux scientifiques ayant abordé l'évolution de la consommation en eau potable par personne en milieu urbain et ce dans le contexte béninois.

En effet, les projections des besoins en eau à l'horizon 2050 s'est faite sur la base de l'option de l'amélioration progressive des doses journalières au fil des années pour les porter de leurs niveaux actuels de 50 litres et de 20 litres d'eau par tête et par jour en milieu urbain et en milieu rural à respectivement 100 litres et 50 litres par tête et par jour et ce malgré les considérations suivantes : (i) les difficultés et les contraintes de divers ordres ayant amené les responsables béninois à réviser à la baisse les ambitions affichées dans le document de la Vision Eau Bénin 2025, (ii) l'option faite dans les documents de stratégie d'approvisionnement en eau potable en milieux urbain et rural pour la décennie 2005-2015 de maintenir des doses journalières respectives de 40 litres et de 20 litres.

Ainsi, après une analyse des différents scénarii élaborés dans ces travaux, le scénario optimiste de Rivertwin [9] a été préféré à l'hypothèse de [10]. En effet, ils préconisent dans leurs travaux une consommation journalière de 100 litres d'eau par personne d'ici 2050. Cette hypothèse semble beaucoup exagérée contrairement aux travaux de [11], qui préconisent quant à eux une consommation journalière de 45 litres d'eau par personne. En conséquence, l'option de l'amélioration progressive des doses journalières est d'autant plus justifiée qu'il s'agit d'une projection dans un contexte marqué par la péjoration climatique et la dépréciation de la qualité des ressources en eau. Le scénario retenu pour l'estimation des besoins en eau des populations du bassin du Zou à Atchérigbé est celui de 45 litres d'eau par personne par jour. Les besoins ont donc été calculés sur la base des 45 litres d'eau par personne par jour prévu par le scénario retenu. La figure 3.18 présente les estimations des besoins totaux de la population dans le bassin d'ici 2050.

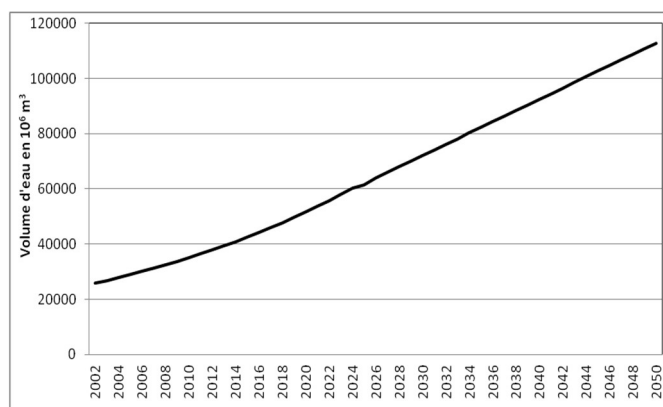


Figure 7: Evolution des besoins totaux en eau dans le bassin de 2002 à 2050

La figure 7 montre une augmentation exponentielle des besoins totaux en eau potable dans le bassin de 2002 à 2050. Les besoins de consommation d'eau potable sont passés de 25854 millions en 2002 à 112903 millions en 2050. Ce qui représente le quadruple des besoins en eau de 2002. Cette estimation ne reflète en réalité que les besoins nets en eau potable. Les besoins réels en eau sont supérieurs à ces quantités.

Compte tenu des pertes d'eau enregistrées lors de la production de l'eau potable, les effets de la croissance de l'effectif de la population seront mieux quantifiés par le volume d'eau brut nécessaire à la production surtout en prenant la station de Parakou comme référence.

D. Potentialités en eau du bassin du Zou à Atchérigbé

La connaissance des ressources en eau disponibles aussi bien que celle des besoins à satisfaire sur une période donnée constitue des déterminants stratégiques de suivi quantitatif pour une gestion pérenne et efficiente [12]. L'estimation des ressources en eau d'un bassin se fait par la quantification du bilan hydrologique dans le bassin. Le bilan hydrologique rend compte des entrées et des sorties d'eau à l'échelle du bassin-versant en fonction des précipitations P , du débit à l'exutoire Q , de l'évapotranspiration ETR et de la variation du stock d'eau de la nappe. La figure 8 présente les différents termes du bilan hydrologique (%) en lame d'eau dans le bassin du Zou à Atchérigbé.

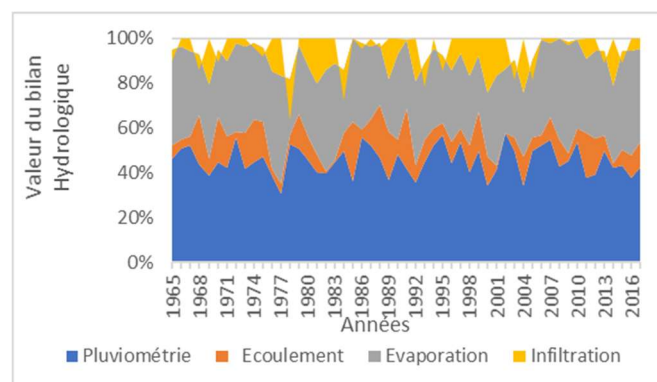


Figure 8 : Bilan hydrologique du bassin du Zou à Atchérigbé en % de 1960 à 2017

Le bilan hydrologique montre à l'échelle annuelle que l'évapotranspiration réelle représente à elle seule plus de 50 % du bilan hydrologique tandis que le stockage avoisine les 35-40 %.

Ainsi, la plus grosse part de la pluie tombée s'évapore tandis que 41-43 % se transforme en écoulement. Les résultats de Atchérigbé sont en accord avec ceux de la modélisation (Topamma) obtenus par Le Lay (2006) et Zannou (2006) à savoir : évapotranspiration = 50 % ; écoulement = 62 % et variation de stock souterrain = 58 %. Ceci justifie la crédibilité de l'estimation grossière de l'ETR utilisée dans ces études. Toutefois, il est important de valider ce calcul de la variation de stock souterrain dans une approche de bilan car, d'une part cette variation est estimée comme résidu (il n'y a pas d'observations directes et il est possible qu'il y ait un effet de compensation entre ETR et ΔS) et d'autre part, elle constitue un élément important dans la problématique AEP (Approvisionnement en Eau Potable) d'une localité. En effet, les écoulements annuels sont estimés à environ 50-65 % des précipitations et l'évaporation ne dépasse guère les 55 %. Le terme prépondérant du bilan d'eau sur cette période est donc l'ETR, ensuite vient l'infiltration. Par ailleurs, l'évapotranspiration domine le budget (40 à 60 % de la pluviométrie annuelle). Ceci conduit donc à des incertitudes en termes de répartition de l'eau. La dynamique des réservoirs souterrains peuvent expliquer les effets sur la mousson continentale diagnostique à l'échelle régionale.

La part de la percolation dans le bilan reste toutefois assez importante pendant la période d'étude, avec des valeurs proches de 32 %. En effet, d'une année à une autre, la percolation alimentant les nappes d'altérite augmente d'environ 2 %. La dynamique des écoulements est nettement meilleure avec une bonne simulation de l'apparition des crues. La part du flux de percolation dans le bilan total est d'environ 30 %. Ces mêmes résultats obtenus par

modélisation [13] et [14] démontrent la justesse des approches considérées dans le cadre de cette étude.

De façon générale, le bassin versant est donc plus sensible aux situations de stress qu'à celle de la recharge hydrique. Ceci est donc une des conséquences de la modification sensible des états de surface et des investigations scientifiques en cours sur cet aspect en vue d'une intégration dans les modèles hydrologiques.

Les modifications éco-climatiques (récessions pluviométriques, déforestation et dégradation des sols) survenues au cours de ces dernières années, ont impactées les ressources en eau du bassin. Toutefois, une analyse multicritère révèle que les paramètres tels que l'évaporation, la forme de la surface du bassin, la nature des formations géologiques (degré de perméabilité), le jeu de recharge/décharge des nappes souterraines et le couvert végétal influencent fortement la variabilité hydrologique et par conséquent la disponibilité en eau [15]. Tout ceci confirme qu'il y a une relation étroite entre ces différents paramètres.

Il apparaît clairement que les fluctuations pluviométriques ont des conséquences directes sur les ressources en eau de surface dans le bassin. La simulation des volumes de lame d'eau écoulée dans le bassin à l'horizon 2050, devra alors être faite en intégrant la variabilité climatique observée dans le bassin. Cette simulation permettre d'évaluer, avec une certaine précision, la disponibilité de la ressource dans le bassin à cette échéance.

IV. CONCLUSION

Dans une vision de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE), l'utilisation rationnelle des ressources disponibles dans le temps et dans l'espace d'un bassin nécessite l'évaluation à long terme des besoins en eau à couvrir. La projection démographique dans le bassin a été effectuée et a permis d'estimer l'évolution des besoins en eau de la population.

En effet, l'alimentation en eau potable des réseaux municipaux et autres (réseaux privés, etc.) se fait soit à partir d'eau de surface (lac, rivière, étang, fleuve) ou d'eau souterraine [10]. Les volumes disponibles aux sites d'alimentation (prise d'eau et ouvrage de captage) sont évidemment fonction des précipitations et aussi des températures.

De même pour l'alimentation à partir des eaux souterraines, l'historique de précipitations a une incidence directe sur les volumes d'eau servant à la recharge des nappes phréatiques. La température est aussi à considérer

puisqu'elle intervient dans le bilan hydrique d'un bassin versant à travers l'évaporation et l'évapotranspiration [7]. Enfin, même si les volumes disponibles dans le cours d'eau ou l'aquifère demeurent, en principe, suffisants pour assurer une alimentation adéquate, il est possible d'envisager qu'une diminution des niveaux dans ce cours d'eau ou cet aquifère conduise à une diminution de la capacité de prélèvement attribuable à la configuration des ouvrages de captage. Dans le secteur d'étude, il faudrait penser à une extension de ces ouvrages et ce dans le contexte de la variabilité climatique actuelle.

REFERENCES

- [1] Hountangni B. (2014) : Gestion des ressources en eau dans le contexte de la décentralisation dans la Commune d'Agbangnizoun, Mémoire de Maîtrise, FLASH/UAC, 75p
- [2] MMEE 2008, politique national de l'eau 51p.
- [3] Bio Bigou B. L. (1990): Equipements et infrastructure dans le département du Zou : Ousse-Savè-Glazoué-Savalou-Djidja-Zakpota. Service d'Etudes Régionales d'Habitat et d'Aménagement Urbain.
- [4] Fahala A. A. (1988): Etude de la performance technique et de rentabilité économique de la culture attelée ; cas de district rural de Savalou, FSA/UAC Boko *et al.*, 2007
- [5] Boko M., (2009) : Les changements climatiques en Afrique : opportunités et contraintes pour l'adaptation et la mitigation, International workshop on adaptation to Climate change in West African agriculture. Ouagadougou, Burkina Faso, 27-30 April 2009, pp 23-29.
- [6] INSAE / RGP3 (2004) : Cahier des villages et quartiers de villes, Département de l'Atlantique 36 p.
- [7] Vissin E. W., 2007. Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de Doctorat de l'Université de Bourgogne, Centre de Recherches de Climatologie CNRS - UMR 5210, 286 p.
- [8] Le Barbe L., Ale G., Millet B., Texier H., Borel Y., Gualde R., 1993.
- [9] Götzinger J., Bárdossy A., (2006) Adapted model for surface water resources in the Ouémé river basin,

- RIVERTWIN Deliverable D26, University of Stuttgart, Institute for Hydraulic Engineering,
- Supérieur de l'Ouémé, In Climat et Développement pp 46-56.
- [10] Azonsi F. Et Depraeterre C., 2001. Aspects prospectifs généraux sur la gestion intégrée des ressources en eau du Bénin et quelques pays limitrophes ; paper presented at international seminary PRELUDE (Programme de Recherche et de Liaisons Universitaires pour le Développement) sur « L'eau, patrimoine mondial commun : pratiques innovatrices locales et gouvernance, réalités statistiques, actions interculturelles et dynamiques socio-économiques », 15-19 Octobre 2001, Cotonou (Bénin) éd, 22p.
- [11] Götzinger J., Bárdossy A., (2006) Adapted model for surface water resources in the Ouémé river basin, RIVERTWIN Deliverable D26, University of Stuttgart, Institute for Hydraulic Engineering
- [12] Assouma, 2008 : ASSOUMA K., 2008. Disponibilité de l'eau pour l'approvisionnement en eau potable du centre urbain de Parakou à l'horizon 2025. Programme Inter facultaire de Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées en Populations et Dynamiques Urbaines, ENEAM/UAC, 70p.
- [13] Topamma) par Le Lay (2006) Modélisation hydrologique dans un contexte de variabilité hydroclimatique. Une approche comparative pour l'étude du cycle hydrologique à méso-échelle au Bénin ; PhD thesis, LTHE/UJF/INPG, Grenoble (France), 251p Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, LTHE, UMR 5564, CNRS-INPG-IRD-UJF, 251 p.
- [14] Métadier (2006) Bilan hydrologique du bassin de la Donga (zone soudanienne centre-Bénin) et d'un de ses sous-bassins par modélisation (Topamma). Etude du réalisme, Rapport de Master Recherche Eau et Environnement, ENSAM (Sup-Agro)/IRD/UM II, Montpellier (France), 89 p.
- [15] Totin V. S. H., Boko M., Ogouwalé E., 2007. Dynamique de la mousson ouest africaine, régime hydrologique et gestion de l'eau dans le Bassin Supérieur de l'Ouémé, In Climat et Développement pp 46-56.
- [16] Totin V. S. H., Boko M., Ogouwale E., 2007. Dynamique de la mousson ouest africaine, régime hydrologique et gestion de l'eau dans le Bassin
- [17] Vissin E. W., Houssou C. S., Houndénou C., 2006. Péjoration pluviométrique et vulnérabilité des écoulements dans le bassin béninois du fleuve Niger. " Sciences de l'Environnement", LaRBE, Lomé. pp. 75-92.