

## **ÉVALUATION DU RÉGIME HYDRIQUE DU BASSIN VERSANT DU FLEUVE DIANI, RÉPUBLIQUE DE GUINÉE**

**Simon Pierre LAMAH<sup>1\*</sup>, Koly BEAVOGUI<sup>1</sup>  
et Koly Prospère GUILAVOGUI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Université de N'Zérékoré, Département Hydrologie, BP 50,  
République de Guinée*

<sup>2</sup> *Université de N'Zérékoré, Département Météorologie, BP 50,  
République de Guinée*

---

\* Correspondance, e-mail : [simonpierrelamah@gmail.com](mailto:simonpierrelamah@gmail.com)

### **RÉSUMÉ**

Les sources essentielles pour les besoins d'alimentation en eau des communautés vivant dans le Bassin Versant du fleuve Diani constituent les eaux de surface et celles souterraines. Ainsi, le présent article s'inscrit dans la problématique majeure de la compréhension de la dynamique des processus hydrologiques dans ce Bassin Versant. Les perturbations du régime d'écoulement du fleuve Diani constituent un véritable problème hydrologique auquel nous devons faire face dans le but de la gestion durable des ressources en eau. Le traitement des données hydrométéorologiques et hydrogéologiques recueillies respectivement aux Directions Nationales d'Hydraulique et de Météorologie ainsi qu'à la Direction Régionale du Service National d'Aménagement des Points d'Eau de N'Zérékoré, nous ont permis d'aboutir aux résultats essentiels suivants : le bilan hydrologique du Bassin Versant de Diani évalué à  $1480,71 \times 10^6 \text{ m}^3 \times \text{An}^{-1}$ , n'est qu'indicatif et nous conduit à l'analyse de la pluviométrie avec les débits dans ce bassin. Il a été observé de faibles précipitations (*1994,9 mm en 1986 et 1939,7 mm en 1995*) pendant que le débit est croissant ( *$306 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1986 et  $369 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1995*). Il a également été observé une pluviométrie très abondante durant les années 1998, 2002, 2003, 2005, 2010 et 2012 (*2519,2 mm en 1998 et 2559,7 mm en 2012*) pendant que le débit décroît très considérablement ( *$495 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1998 et  $60,10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 2012*). En outre, pendant les années 1988, 1989, 1993, 1994, 2008 et 2009, la pluviométrie et le débit varient dans les mêmes proportions ; plus la pluviométrie est abondante, plus le débit croît et vis-versa (*2431,6 mm contre  $554 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1994 et 2080,5mm contre  $273,3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 2009*).

**Mots-clés :** *évaluation, régime, hydrique, bassin versant, fleuve.*

**ABSTRACT****Assessment of the hydrological balance of the Diani River Basin, Republic of Guinea**

The essential sources for the water supply needs of communities living in the Diani River Watershed are surface and groundwater. Thus, this article is part of the major problem of understanding the dynamics of hydrological processes in this watershed. The disturbances in the flow regime of the Diani River constitute a real hydrological problem which we must face in order to achieve the sustainable management of water resources. The processing of hydro meteorological and hydrogeological data collected respectively at the National Hydraulic and Meteorological Directions as well as at the Regional Direction of the National Service of Development of Water Points of N'Zérékoré, allowed us to achieve the essential results following: the hydrological balance of the Diani Watershed evaluated at  $1480,71 \times 10^6 \text{ m}^3 \times \text{Year}^{-1}$ , is only indicative and leads us to the analysis of the pluviometry with the flows in this basin. Low precipitation was observed (1994, 9mm in 1986 and 1939, 7mm in 1995) while the flow was increasing ( $306 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in 1986 and  $369 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in 1995). Very abundant rainfall was also observed during the years 1998, 2002, 2003, 2005, 2010 and 2012 (2519, 2mm in 1998 and 2559, 7mm in 2012) while the flow decreases very considerably ( $495 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in 1998 and  $60,10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in 2012). In addition, during the years 1988, 1989, 1993, 1994, 2008 and 2009, the rainfall and the flow varied in the same proportions; the more abundant the rainfall, the more the flow increases and vice versa (2431,6mm against  $554 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in 1994 and 2080,5mm against  $273,3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in 2009).

**Keywords :** *assessment, diet, hydric, watershed, river.*

**I - INTRODUCTION**

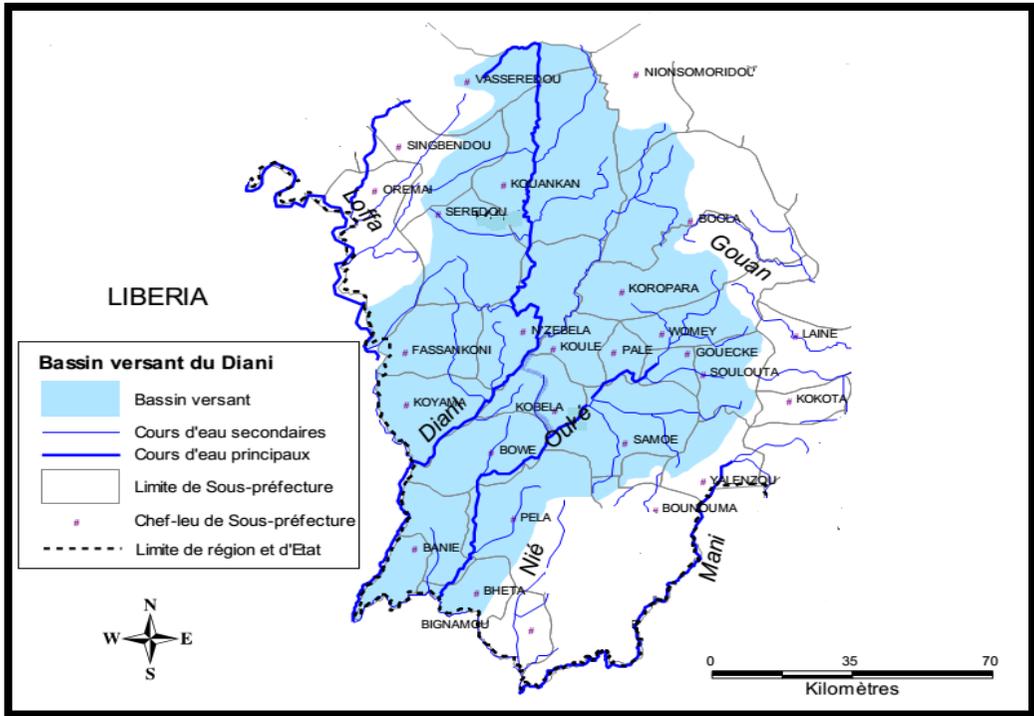
Aujourd'hui on estime en effet qu'un habitant sur cinq de la planète n'a pas accès à l'eau en suffisance et un sur trois a une eau de qualité [1, 2]. Dans les zones arides et semi-arides d'Afrique de l'Ouest, la notion de précarité de la ressource en eau n'est pas récente. Cependant, la sécheresse qui affecte les régions tropicales africaines depuis les deux dernières décennies présente tout à la fois une sévérité, une persistance et une extension remarquables [3 - 7]. Dans ce contexte, il peut être utile de rappeler selon la Déclaration de Dublin de 1992 que la mesure quantitative et qualitative des éléments du cycle hydrologique et la mesure des autres caractéristiques de l'environnement qui influent sur l'eau constituent une base essentielle pour une gestion efficace de l'eau. En Guinée, le régime hydrologique des cours d'eau se détériore à un

rythme inquiétant. Cette détérioration est due généralement aux activités anthropiques et à l'érosion [8]. Il s'ensuit que l'estimation des quantités d'eau passant par chacune des étapes du cycle hydrologique peut se faire à l'aide d'une équation appelée "*Bilan hydrologique*" qui est le bilan des quantités d'eau entrant et sortant d'un système défini dans l'espace et dans le temps. Il est à noter que plus de la moitié de l'eau souterraine se trouve à plus de 800 mètres de profondeur et que son captage demeure en conséquence difficile [9]. En outre, son exploitation abusive entraîne souvent un abaissement irréversible des nappes phréatiques et parfois leur remplacement graduel par de l'eau salée. Selon la seconde communication nationale à la convention cadre des Nations Unies sur le Plan d'Action Nationale d'Adaptation aux Changements Climatiques (*PANA CC-2007*), en République de Guinée, les eaux souterraines sont mal connues. Elles sont cependant déjà en cours d'exploitation et sont même bien sollicitées avec les nombreux forages réalisés ou en cours de réalisation ; ce qui pose la problématique de leur gestion efficiente et durable. Ainsi l'objectif de cette étude est d'évaluer le Bilan Hydrologique du Bassin versant de Diani en vue de l'Approvisionnement en Eau Potable des habitants du Bassin d'une part et de faire face aux aménagements futurs d'autre part.

## II - MÉTHODOLOGIE

### II-1. Présentation de la zone d'étude

Le Bassin Versant du fleuve Diani s'étend principalement en Guinée, avec une continuité longitudinale de l'amont vers l'aval et atteint une superficie de 5200 km<sup>2</sup>. Son apport moyen annuel est de 4 400mm<sup>3</sup> d'eau sur une pente moyenne de 1/1000 (**Figure 1**). Le fleuve Diani qui sert de limite entre la préfecture de Macenta et celle de N'Zérékoré prend sa source dans la forêt classée qui longe le fleuve Milo, à l'est entre Kassiadou et Balladou à 4 km de Vasséridou centre (*Préfecture de Macenta*). C'est le fleuve le plus important de la Guinée forestière et le seul à posséder une station de jaugeage fiable qui se trouve au pont du Diani au niveau de laquelle les observations hydrologiques ont été faites, à 6 km de Koulé (*Préfecture de N'Zérékoré*) sur la route nationale reliant Macenta à N'Zérékoré. Le Diani délimite la Guinée du Liberia sur un parcours de 50 km avant de passer en territoire Libérien près de Banié, préfecture de Yomou où il prend le nom de Saint Paul River [10 - 12].



**Figure 1 :** Localisation du bassin versant de Diani [13]

## II-2. Collecte des données

### II-2-1. Données pluvio-débitométriques des eaux de surface

Pour une période d'une trentaine d'années (1983 à 2012), les données pluviométriques de la région Forestière (*N'Zérékoré et Macenta*) et débitométriques du fleuve Diani (à la section du Pont) ont été collectées à la Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH) de Conakry (**Tableau 1**).

**Tableau 1 :** Total pluviométrique moyen dans le BV du Diani et débits du fleuve à la section du Pont (1983 à 2012)

Années	Précipitations / N'Z (mm)	Précipitations / Macenta (mm)	Précip. Moy du Bassin Versant (mm)	Débits moyens ( $m^3 s^{-1}$ )
1983	1626,2	2571,3	2098,8	495
1984	1754,8	2322,9	2038,9	283
1985	1776,2	2953,3	2364,8	548
1986	1553,4	2436,4	1994,9	306
1987	1862,7	2080,7	1971,7	313
1988	1910,4	2823	2366,7	430
1989	1943,9	2493,9	2218,9	347
1990	1699,4	2226,5	1963,0	263
1991	1780,1	2159	1969,6	310
1992	1768,4	2728,7	2248,6	412
1993	1712,2	2953,3	2332,8	417
1994	2199,4	2663,7	2431,6	554
1995	1873,3	2000,1	1936,7	369
1996	1917,5	2707,3	2312,4	495
1997	2104,3	2663	2383,7	495
1998	2118,7	2919,7	2519,2	495
1999	1680,1	2706,9	2193,5	466
2000	1878,9	2133,8	2006,4	44,8
2001	1623,5	2610,5	2117,0	120,2
2002	2001,6	2824,3	2413,0	137,4
2003	2092,5	2576,7	2334,6	126,6
2004	1880,7	2268,4	2074,6	129,1
2005	1896,5	3103,2	2499,9	168,2
2006	1511	2370,2	1940,6	132
2007	1978,2	2399	2188,6	207,5
2008	1635,1	2565,7	2100,4	347
2009	1583,1	2577,8	2080,5	275,3
2010	2126,3	2474	2300,2	203,6
2011	2003,8	1929,8	1966,8	131,9
2012	2279,5	2839,9	2559,7	60,1

**Source :** Direction Nationale de l'Hydraulique, Conakry, Décembre 2011

### **II-2-2. Données débitométriques des eaux Souterraines**

Les données débitométriques de quelques forages dans le Bassin versant de Diani ont été fournies par la Direction Régionale du Service National d'Aménagement des Points d'Eau (SNAPE) de N'Zérékoré.

**Tableau 2 :** *Quelques quantités d'eau souterraine extraite dans le Bassin versant du fleuve Diani*

N <sup>o</sup> D	Villages	N <sup>o</sup> Forages	Prof.	Debit (10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> x s <sup>-1</sup> )
1	Komata	NZ238F	71	1,3
2	Komata	NZ240F	73	2,5
3	Kolakpata	NZ243F	79	4
4	Kolakpata	NZ245F	79	7
5	Kolakpata	NZ246F	61	3
6	Bénouata	NZ247F	79	1,2
7	Kpaghalaye	NZ248F	55	4
8	Kpoulo	NZ250F	73	10
9	Kpoulo	NZ252F	84	4
10	Soulouta Centre	NZ257F	85	10
11	Gouh	NZ258F	67	1,3
12	Souhoulé	NZ259F	61	12
13	Bahaita	NZ231F	91	3
14	Zènèmouta	NZ237F	64	2,4
15	Zènèmouta	NZ241F	64	12
16	Zènèmouta	NZ242F	85	0,8
17	Womey Helokoly	NZ249F	52	5,6
18	Womey Centre	NZ251F	67	2
19	Nionta	NZ261F	49	2
20	Suokpoyai	NZ272F	79	6
21	Takoléta	NZ220F	64	12
22	Takoléta	NZ222F	73	2
23	Noona	NZ224F	55	2
24	Noona	NZ226F	61	1,8
25	Gouécké S/Préf	NZ229F	82	12
26	Gouécké kéoyéba	NZ234F	73	1,3
27	Gouécké	NZ235F	76	12
28	Nianakpalaye	NZ203F	60	2,5
29	Palé/sous- préf	NZ204F	46	9
30	Bénéhouly	NZ207F	73	2,4
31	Boita	NZ212F	43	3,6
32	Nyinéta	NZ216F	61	1,8
33	Diécké F1	YO 139F	57	18
34	Diécké F2	YO 140F	60	6
35	Diécké F3	YO 141F	57	12
36	Diécké F4	YO 142F	63	18
37	Yowa	YO 144F	60	2,5
38	Guépa	YO 145F	52	2
39	Madina	YO 146F	67	6
40	Gbein	YO 147F	43	12
41	Koïmpa	YO 148F	43	4,5
42	Zimpa	YO 149F	58	1,33
43	Véah	YO 152F	61	8
44	Diécké F5	YO 153F	61	8
45	Gbein	YO 139F	57	18
	Total			668,83

Source : Direction Régionale du SNAPE, Février 2018

### II-3. Méthodes de traitement

Sur la base du logiciel Excel, les formules de la moyenne arithmétique, d'écart type, d'indice pluviométrique et d'évapotranspiration réelle ci-dessous sont entre autres formules utilisées pour le calcul des données de la série. Ces formules nous ont permis d'apprécier et de caractériser la dispersion des séries statistiques et de distinguer les années excédentaires des années déficitaires puis de déterminer l'évapotranspiration réelle dans le Bassin versant de Diani.

✓ *Moyenne arithmétique*

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

$\bar{x}$  : Moyenne arithmétique des valeurs observées ;  $x_i$  : Variable ;  
 $n$  : Nombre d'observations

✓ *Ecart type*

$$\delta = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{n} \quad (2)$$

✓ *Indice pluviométrique*

$$T = \frac{x_i - \bar{x}}{\delta} \quad (3)$$

✓ *Evapotranspiration réelle*

$$ETR = p - \lambda p^2 \quad (4)$$

$$\lambda = \frac{1}{0,84 + 0,14T}$$

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad (5)$$

### III - RÉSULTATS ET DISCUSSION

Sur la base des données recueillies et des méthodes de traitement de ces données, nous présentons les résultats auxquels nous avons abouti assortis d'une conclusion.

- **Calcul du bilan hydrique**

Pour effectuer le calcul du bilan hydrologique dans le Bassin Versant, il faudra estimer les rentrées et les sorties dans le bassin constituant les termes du bilan [14 - 17] :

$$E = I - O \quad (6)$$

avec,  $E$  - Variation du volume d'eau emmagasinée [ $m^3$ ] ;  $I$  - Volume d'eau entrant [ $m^3$ ],  $O$  - Volume d'eau sortant [ $m^3$ ].

- **Les entrées dans le bassin versant (I)**

Les précipitations sont les seules origines d'alimentation des eaux dans le bassin. Elles varient de 1936,7 mm en 1995 à 2559,7 mm en 2012 (**Tableau 1**). Suite au manque d'information sur les pertes alimentant le bassin ainsi que sur l'alimentation par d'autres aquifères, nous avons considéré les précipitations comme étant les seules entrées dans le Bassin versant de Diani. Ainsi, le volume moyen annuel des précipitations est de :

$$2,248m \times 1\ 100 \times 10^6 = 2472 \times 10^6 m^3 \times An^{-1}$$

- **Les sorties dans le Bassin versant (O)**

Les sources retenues dans les sorties sont les suivantes :

✓ Le débit extrait de la nappe au niveau des forages.

Le débit total annuel est de :

668,83 l x s<sup>-1</sup> (**Tableau 2**), soit un volume moyen annuel extrait de la nappe égal à : 668 ,83 x 86400 x 365/1000 = 21,09 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> x An<sup>-1</sup>

#### **L'Evapotranspiration Réelle (ETR)**

Deux (2) principales **Formules** sont utilisées pour le calcul de l'ETR ; ce sont :

1-Formule de COUTAGNE

$$ETR = p - \lambda p^2 \quad (7a)$$

$$\lambda = \frac{1}{0,84 + 0,14T} \quad (7b)$$

avec,  $P = 2248,2 mm$  ;  $T = 24,8^{\circ}C$ .

Les résultats donnent les valeurs suivantes :  $\lambda = 0,232$  ;  
 ETR=1,07557m=1075,57 mm

La **Formule** de COUTAGNE n'est pas valable car cette condition :

$$\frac{1}{8\lambda} < p < \frac{1}{2\lambda} \tag{8}$$

(0,538 < 2,248 < 2,155) n'est pas remplie.

2-Formule de TURC

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}} \tag{9}$$

avec, L : Paramètre exprimant le pouvoir évaporant de l'atmosphère, il a pour expression :

$$L = 300 + 25 T + 0.05 T^3 \tag{10}$$

P = 2248,2mm (*Précipitation moyenne*)

T = 24,8°C (*Température moyenne*)

Les résultats donnent les valeurs suivantes :

L = 1682,65

ETR = 882,35 mm

Cette valeur se rapproche de celles des études similaires dans les bassins versants de N'Zi et de N'Zo de la Côte D'Ivoire [18 - 20]. Ainsi, le volume moyen annuel de l'ETR est de : 0,882 m x 1100 x 10<sup>6</sup> = 970,2 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> x An<sup>-1</sup>

**Tableau 3 : Récapitulatif des méthodes de calcul**

Méthodes de calcul	ETR (mm)	Observations
Formules de COUTAGNE	-	Pas valable
Formules de TURC	882,35	Valable

*ETR : Evapotranspiration Réelle*

Ainsi, les rentrées sont le volume entrant (I) et le volume sortant constitue les sorties(O).

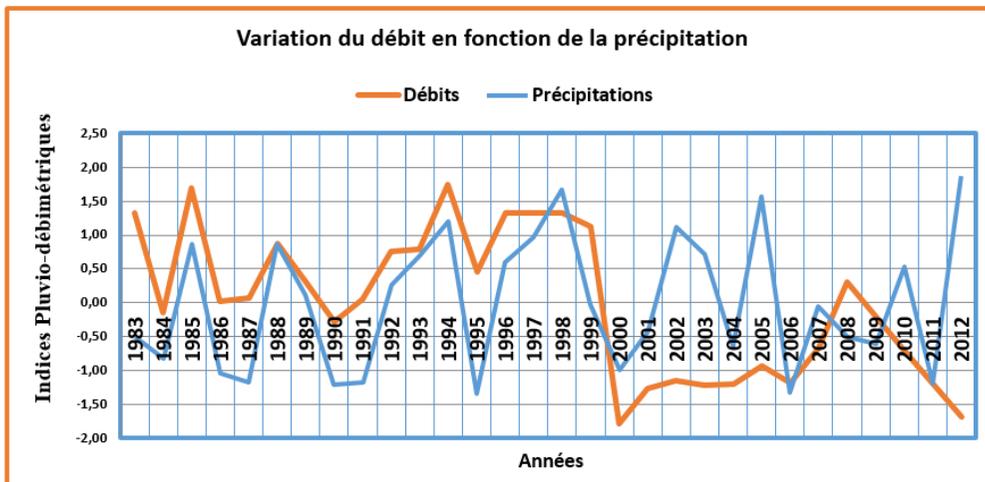
D'où :

$$E = 2472 \times 10^6 \text{ m}^3 - (21,09 + 970,2) \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$E = 1480,71 \times 10^6 \text{ m}^3 \times \text{An}^{-1}$$

Ce bilan positif n'est qu'indicatif et qui sous-entend que la pluviométrie est élevée dans le Bassin Versant de Diani qu'il faut nécessairement analyser son impact avec les débits dans ce bassin.

- ✓ Les variations interannuelles de la pluviométrie et du débit dans le Bassin du fleuve Diani sont caractérisées par une alternance d'années humides, normales et irrégulières.
- ✓ Durant les années 1983, 1986, 1987, 1990, 1991, 1995 et 1999, le débit est croissant pendant que les précipitations sont faibles.
- ✓ Il a été également observé une pluviométrie très abondante durant les années 1998, 2002, 2003, 2005, 2010 et 2012 pendant que le débit est resté déficitaire.
- ✓ En outre, pendant les années 1988, 1993, 1994, 2008 et 2009, la pluviométrie et le débit varient dans les mêmes proportions ; plus la pluviométrie est abondante, plus le débit croit et vis-versa (*Figure 2*).



**Figure 2 :** Variation comparée du débit et de la précipitation

De ces résultats, nous soulignons que durant les années 1983, 1984, 1986, 1987, 1990, 1991, 1995 et 1999, nous avons observé de faibles précipitations (194,9mm en 1986 et 139,7mm en 1995) pendant que le débit est croissant ( $306 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1986 et  $369 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1995). Ce qui dénote que les sédimentations exerceraient peu d'influence sur l'écoulement du fleuve. Nous avons également observé une pluviométrie très abondante durant les années

1998, 2002, 2003, 2005, 2010 et 2012 (2519,2mm en 1998 et 2559,7 mm en 2012) pendant que le débit décroît très considérablement ( $495 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1998 et  $60,10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 2012). Cette baisse du débit serait due à l'observation de la pluviométrie à l'aval du bassin dont les effets sont peu remarquables au niveau de la station de jaugeage, de l'évaporation par suite de la forte dégradation des berges, de l'ensablement des lits, du taux d'infiltration élevé à travers le système racinaire des végétaux et de la nature du sol et de la forte sédimentation du lit du cours d'eau. En outre, pendant les années 1988, 1989, 1993, 1994, 2008 et 2009, la pluviométrie et le débit varient dans les mêmes proportions ; plus la pluviométrie est abondante, plus le débit croît et vis-versa ( $2431,6\text{mm}$  contre  $554 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1994 et  $2080,5\text{mm}$  contre  $273,3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 2009). Ce qui dénote la régularité et la répartition uniforme de ces paramètres favorisant un meilleur aménagement hydro agricole dans le bassin versant du Diani durant ces années.

#### IV - CONCLUSION

L'établissement du bilan hydrique et l'estimation de ses paramètres nous permettent de ressortir les résultats essentiels suivants :

- Le volume moyen annuel des précipitations est de  $2472 \times 10^6 \text{ m}^3 \times \text{An}^{-1}$  qui contribue complètement à l'évapotranspiration réelle d'une valeur de  $970,2 \times 10^6 \text{ m}^3 \times \text{An}^{-1}$ .
- Le débit total annuel est de  $668,83 \text{ l} \times \text{s}^{-1}$ , avec un volume moyen annuel extrait de la nappe égal à  $21,09 \times 10^6 \text{ m}^3 \times \text{An}^{-1}$  qui assure l'alimentation en eau potable des populations dans le Bassin Versant de Diani.
- Le Bilan hydrologique du Bassin Versant est de  $1480,71 \times 10^6 \text{ m}^3 \times \text{An}^{-1}$ .
- Durant les années 1983,1984, 1986, 1987, 1990, 1991, 1995 et 1999, nous avons observé de faibles précipitations ( $1994,9\text{mm}$  en 1986 et  $1939,7\text{mm}$  en 1995) pendant que le débit est croissant ( $306 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1986 et  $369 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1995).
- Nous avons également observé une pluviométrie très abondante durant les années 1998, 2002, 2003, 2005, 2010 et 2012 ( $2519,2\text{mm}$  en 1998 et  $2559,7\text{mm}$  en 2012) pendant que le débit décroît très considérablement ( $495 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1998 et  $60.10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 2012).
- En outre, pendant les années 1988, 1989, 1993, 1994, 2008 et 2009, la pluviométrie et le débit varient dans les mêmes proportions ; plus la pluviométrie est abondante, plus le débit croît et vis-versa ( $2431,6 \text{ mm}$  contre  $554 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1994 et  $2080,5\text{mm}$  contre  $273,3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 2009)

## RÉFÉRENCES

- [1] - UN WATER, L'eau, une responsabilité partagée. Résumé du 2<sup>ème</sup> Rapport Mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau, (2006) 52 p.
- [2] - J. BURTON, La gestion intégrée des ressources en eau. Manuel de formation. IEPF/AUF. Paris, (2001) 261 p.
- [3] - L. AMRAOUI, Caractérisation du tournant climatique des années 1970 en Afrique du Nord-Ouest. Publication IAHS, Vol. 340, (2010) 513 - 520 p.
- [4] - M. A. SARR, *Évolution climatique récente et dynamique de la végétation par l'imagerie satellitaire (Ferlo, Sénégal)*. Thèse en cotutelle de l'Université Jean Moulin - Lyon III et de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (2009-a) 403 p.
- [5] - E. W. VISSIN, "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. Hydroclimatologie. Université de Bourgogne Centre de Recherches de Climatologie - CNRS - UMR 5210. Tel-00456097, 2007, version 1 – 11, (Feb 2010) 285 p.
- [6] - F. J. ACERO, J. A. GRACIA et M. C. GALLEGRO *Peaks-over-threshold study of trends in extreme rainfall over the Iberian Peninsula. Journal of Climate*, Vol. 24, N° 4 (2011) 1089 - 1105 p.
- [7] - G. MAHÉ, Y. L'HÔTE, J. OLIVRY, G. WOTLING, "Trends and discontinuities in regional rainfall of west and central Africa," *J. Sci. Hydrol.*, Vol. 46, N° 2 (2001) 211 - 226 p.
- [8] - G. E. AKE, "Impacts de la variabilité climatique et des pressions anthropiques sur les ressources hydriques de la région de Bonoua (Sud-Est de la Côte d'Ivoire)," Thèse Unique, Université de Cocody, Côte d'Ivoire, (2010) 200 p.
- [9] - S. H. MKHANDI, *Discharge Measurement*. Principles of Hydrology Module, Department of Water Resources Engineering, College of Engineering and Technology, Dar es Salaam, Tanzania. Article, (2012)
- [10] - Annuaire hydrologique 1994 du Service National de l'Hydraulique de Guinée, édition, (1997)
- [11] - Plan Général d'Aménagement Hydraulique de la Guinée Forestière, Rapport Général, Vol. 2, (2006)
- [12] - Plan Général d'Aménagement Hydraulique de la Guinée Forestière, Rapport Général, Vol. 1, (2006)
- [13] - LANDSAT 1999-2002, Adaptation et reproduction : Simon Pierre Lamah, assisté de Dr. Daniel Lamah. Université Sonfonia /Ckry, Mémoire master, (Août 2014)
- [14] - CLAIRE LANG-DELUS, DIDIER FRANÇOIS et EMMANUEL GILLE, *Quel est le débit le plus fréquent d'un cours d'eau ?* Article, (2010)
- [15] - A. MUSY, Cours d'hydrologie générale. Laboratoire d'hydrologie et Aménagements (HYDRAM), Ecole Polytechnique Fédérale, Lausanne (Suisse), (2004)
- [16] - M. R. TSHIMANGA, *Hydrologie Générale*, Cours inédit., 1<sup>er</sup> Grade, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, (2013)
- [17] - M. F. A. E, Mémento de l'Agronome, France, (2002)

- [18] - B. T. GOULA, I. SAVANE, B. KONAN, V. FADIKA, G. B. KOUADIO, “Etude comparative de l’impact de la variabilité climatique sur les ressources en eau des bassins du N’zo et du N’zi en Côte d’Ivoire,” Poster AOC, Séminaire International, 23-24, (novembre 2005) 5 - 36 p.
- [19] - A. M. KOUASSI, K. F. KOUAME, B. T. A. GOULA, T. LASM, J. E. PATUREL, J. BIEMI, « Influence de la variabilité climatique et de la modification de l’occupation du sol sur la relation pluie-débit à partir d’une modélisation globale du bassin versant du N’zi (Bandama) en Côte d’Ivoire,», *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, Vol. 11, (2008) 207 - 229
- [20] - K. F. KOUAME, “Influences de la variabilité climatique et de la dégradation environnementale sur le fonctionnement de l’hydrosystème du N’zo dans la région guinéenne humide et semi-montagneuse de la Côte d’Ivoire. Contribution de la télédétection, des Systèmes d’Informations Géographiques et du modèle hydrologique HYDROTEL,”. Thèse d’Etat ès sciences naturelles. Université de Cocody, Abidjan, (2011) 379 p.