

**Diminution observée des ressources en eau, une conséquence de la variabilité climatique ?  
Étude basée sur une approche participative à Bambey (Sénégal)**

**Observed decrease of water resources, a consequence of climate variability ?  
Study based on a local perception of the problem at Bambey (Senegal)**

Galiné YANON<sup>1</sup> et Aminata NDIAYE<sup>2</sup>

**Abstract:** The evolution of climatic parameters raises the question of regularity in the distribution of inter-annual rainfall inputs. However, It should be noted that this chaotic evolution of rainfall has many consequences which are most evident at the local level. The analysis of rainfall data over 1947-2010 periods in the Department of Bambey (Central Senegal), reveals a bad distribution of water supplies at the spatial and temporal scale. Henceforth, it appeared important deficits of water, and especially on 1960s with a change point average noted on 1967. These deficits or reducing inputs, in many cases lead to an imbalance or even decline or depletion of reserves, in particular for wells, ponds and backwaters with regard to the study area. It should be added that this observed stress is well perceived by the local population who manifest now its inability to define reliable measures of adaptation.

Key words: Senegal, Bambey, Observation, Participatory approach. Decrease of water resources, Climate variability

**Résumé :** L'évolution des paramètres climatiques pose aujourd'hui la question de régularité dans la distribution des apports pluviométriques interannuels. Il faut toutefois noter que cette évolution chaotique de la pluviométrie entraîne de nombreuses conséquences dont la mesure est plus manifeste à l'échelle locale. Une analyse basée sur une approche participative, combinant analyse statistique des données de la pluviométrie sur la période 1947-2012 et enquêtes auprès des ménages d'un réseau de 8 villages du département de Bambey, a permis de constater une mal distribution, à l'échelle spatio-temporelle, des apports en eau. Dès lors, il apparaît des déficits importants d'eau, et ce surtout à partir des années 1960. Ces déficits ou encore réduction des apports (seuil de significativité 95 % pour un taux de -0,32 % pour la série considérée), conduisent dans bien des cas, à une situation de déséquilibre, voire de baisse ou de tarissement des réserves, notamment des puits, des mares et des marigots dans la zone étudiée. Il faut ajouter que cette situation de stress est bien perçue par la population locale qui manifeste cependant son incapacité à définir des mesures fiables d'adaptation.

Mots clés : Sénégal, Bambey, Observation, Approche participative, Diminution ressources en eau, Variabilité Climatique

## INTRODUCTION

La localité de Bambey évolue aujourd'hui dans un contexte climatique en pleine dégradation. Celle-ci subit fortement les influences néfastes des aléas climatiques. Les résultats de nos précédents travaux (YANON & NDIAYE, 2011) nous ont davantage poussés à nous pencher sur ces questions, avec toutefois un regard particulier porté sur les perceptions paysannes de la variabilité pluviométrique et du déficit hydrique qui en découle. Le présent papier permettra, à terme, une meilleure compréhension de la situation dans laquelle les populations paysannes vivent, et les mutations qui interviennent sur les différentes activités, principalement l'agriculture. L'objectif principal de cet article est de voir, au regard des données pluviométriques à la station de Bambey et des données d'enquêtes de terrain, comment apprécier l'influence de la variabilité climatique sur la satisfaction des besoins, voire la disponibilité en eau.

---

<sup>1,2.</sup> Laboratoire de Climatologie et d'études Environnementales - Université Cheikh Anta DIOP de DAKAR, Département de géographie B.P. 5005, Dakar-Fann, Sénégal. – Emails : [galileo.galine@hotmail.com](mailto:galileo.galine@hotmail.com) ; [aminata.ndiaye@ucad.edu.sn](mailto:aminata.ndiaye@ucad.edu.sn)

## DONNEES ET METHODES

### Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans le Département de Bambey à quelques 120 km de Dakar, capitale du Sénégal. Bambey, au cœur de l'ancien Bassin Arachidier, couvre une superficie de 1357 km<sup>2</sup>. Il est limité au Nord par le Département de Tivaouane à l'Est par le Département de Diourbel à l'Ouest par le Département de Thiès, au sud-ouest par le Département de Mbour et au Sud par le Département de Fatick (Fig. 1).

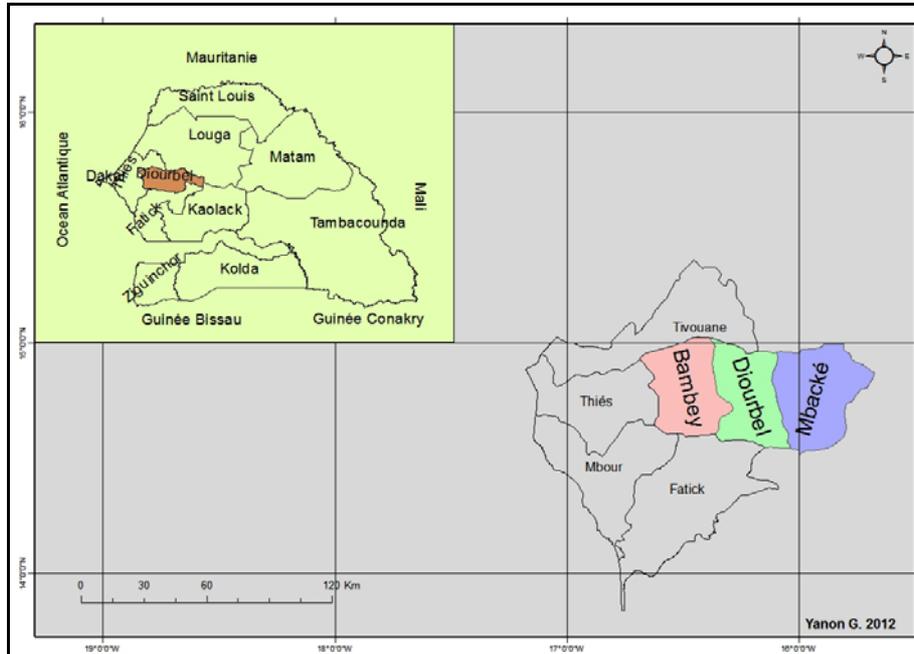


Fig. 1. Localisation du Département de Bambey (YANON & NDIAYE, 2011)

### Données météorologiques et observations

Les démarches suivantes ont été réalisées :

- Collecte et mise à jour des données pluviométriques journalières de 1947 à 2010 à la station météorologique de Bambey. A partir de 1947, on a des données pluviométriques régulières, sans lacune.
- Contrôle de la qualité des données à l'aide du logiciel R-ClimDex ;
- Analyse des tendances sur la série temporelle des pluies (calcul des indices d'anomalies centrées réduites de Lamb, test de corrélation de Mann-Kendall (niveau de significativité au seuil  $P < 0,05$ ) à l'aide du logiciel statistique R.

### Données d'enquêtes de terrain

Un total de 106 concessions réparties sur 8 villages avec comme unité d'enquête le ménage et la concession comme unité d'échantillonnage ont été renseignées. Le questionnaire administré aux chefs de ménages, a comporté 3 grandes parties : (i) Les caractéristiques socio-économiques du ménage; (ii) les perceptions paysannes relatives aux risques et au changement climatiques ; (iii) les impacts de la variabilité pluviométrique et du changement climatique. Le traitement des données d'enquête a été fait avec le logiciel SPSS (Statistical Packages for Social Sciences) et a essentiellement porté sur des statistiques descriptives : les moyennes, les fréquences, des comparaisons entre variables.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Perceptions paysannes de l'évolution de la pluviométrie à Bambey

73,58 % des ménages considère que la saison des pluies à Bambey est de plus en plus sèche contre 13,21% qui affirme qu'elle est de plus en plus pluvieuse ou encore qu'elle reste à un état normal (Fig. 2). Cette observation rejoint parfaitement celle sur la longueur de la saison pluvieuse qui est considérée par 80,19 % de la population comme étant de plus en plus courte et par 13,21 % des enquêtés comme étant de plus en plus longue (Fig. 3).

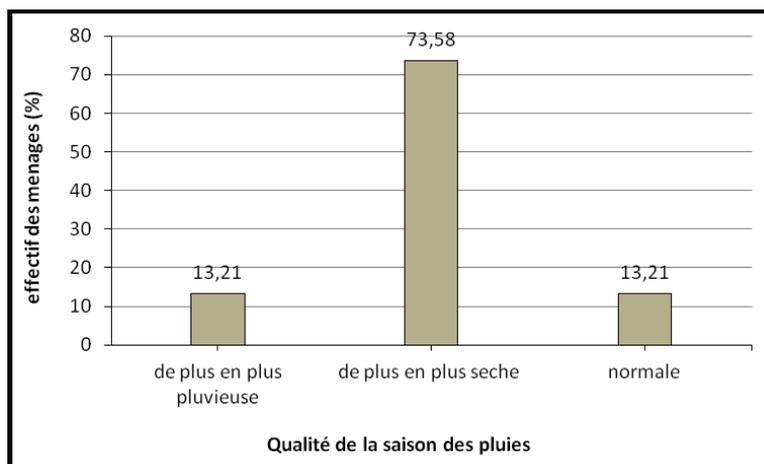


Fig. 2. Perceptions des ménages sur la qualité de la saison des pluies à Bambey

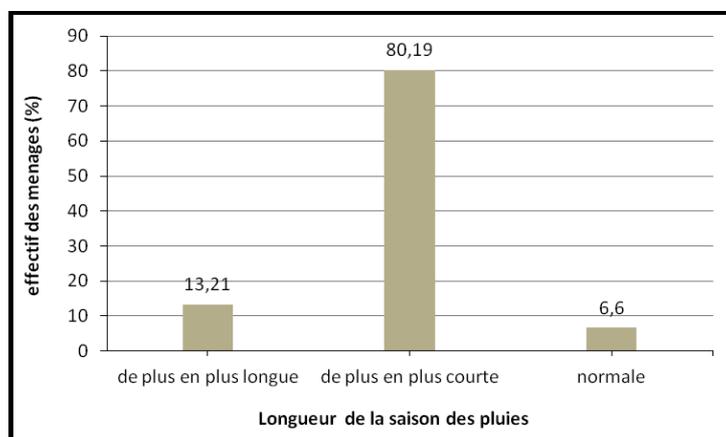
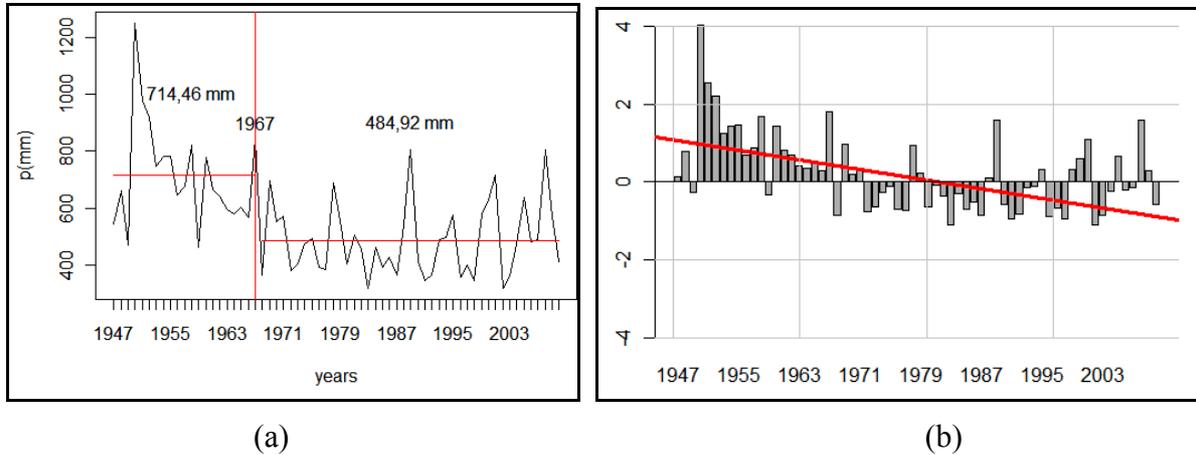


Fig. 3. Perceptions des ménages sur la longueur de la saison des pluies à Bambey ;

Les populations paysannes perçoivent donc une réduction de la longueur de la saison des pluies (80,19 % des ménages) et surtout son caractère de plus en plus sec, au cours de ces dernières années (1947 – 2010). 13,21% seulement des ménages, considère que l'hivernage à Bambey est de plus en plus long contre 6,6 % des ménages qui pensent que sa durée n'a pas évolué. Ces résultats révèlent, par ailleurs, la bonne perception des paysans de l'évolution de la saison pluvieuse à Bambey mais surtout la diminution des apports pluviométriques interannuels. Les résultats obtenus sur la perception paysanne de la dynamique pluviométrique à Bambey sont, par ailleurs, confirmés par les données des stations au sol, en l'occurrence la station de la même localité.

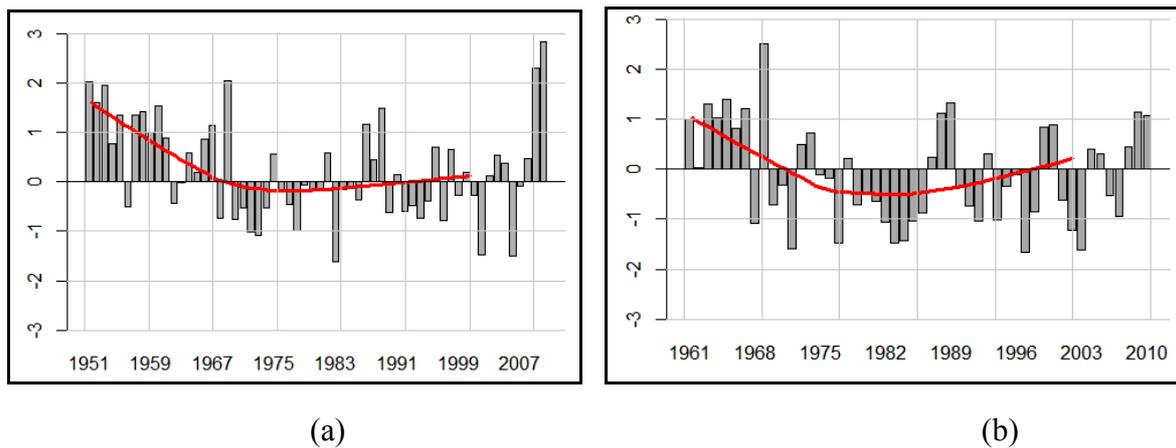
## Analyse des données pluviométriques observées à la station de Bambey

A partir de données pluviométriques disponibles, nous nous sommes intéressés à la mise en évidence de la non stationnarité de la série pluviométrique, entre la période 1947-2010 à la station de Bambey. A partir de ce constat, et comme le souligne OZER *et al.* (2005), il est possible d'isoler les périodes d'anomalies pluviométriques (figure 4, a et b)

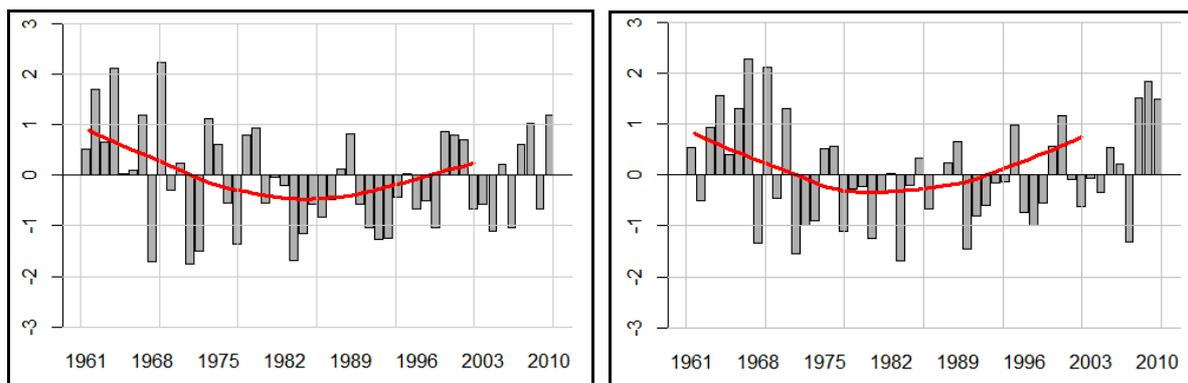


**Fig. 4.** (a) Point de rupture dans la série de données pluviométrique à Bambey (1967), et moyenne de chaque période sur la série 1947 – 2010, (b) expression de l'indice d'anomalies centrées réduites à Bambey sur la 1947-2010 (taux =  $-0.322$ ,  $p$ -value =  $0.00086813$ ) ; YANON & NDIAYE., 2011

Il ressort de l'observation que la sécheresse actuelle (celle depuis la période 1967-1968) apparaît comme la plus importante tant sur le plan de la durée que du déficit pluviométrique (MAHE & OLIVRY, 1995 ; NDONG, 2003, LEBEL & VISCHEL, 2005) qu'elle présente (Fig. 4). On assiste dès lors à une baisse, statistiquement significative de la pluviométrie à Bambey (seuil de significativité de 95 %) avec un taux de  $-0,32$  % sur la série 1947-2010. Cela témoigne encore une fois de la réduction de la ressource eau. Les autres stations du Bassin arachidier (Kaolack, Kaffrine, Fatick, Thiès, Louga et Linguère) affichent les mêmes tendances qu'à Bambey : une extension spatiale de la sécheresse accompagnée d'une nette réduction des apports pluviométriques (Fig. 5, 6 et 7).



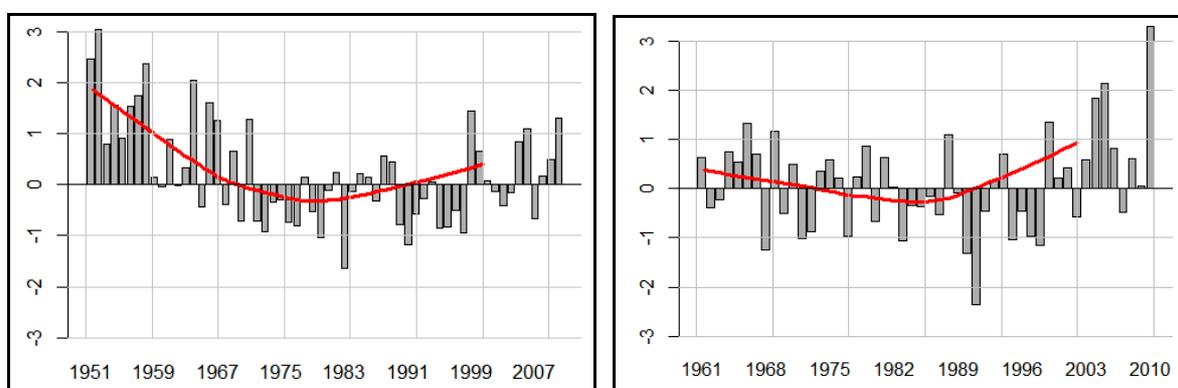
**Fig. 5.** Evolution de l'indice pluviométrique à Linguère (a) de 1951 à 2010 (taux =  $-0.174$ ,  $p$ -value =  $0.050227$ ) et à Louga (b) de 1961 à 2010 (taux =  $-0.1061$ ,  $p$ -value =  $0.278$ )



(a)

(b)

**Fig. 6.** Evolution de l'indice pluviométrique à Thiès (a) de 1961 à 2010 ( $\tau = -0.0040$ ,  $p\text{-value} = 0.3035$ ) et à Fatick (b) de 1961 à 2010 ( $\tau = 0.0220$ ,  $p\text{-value} = 0.8213$ )

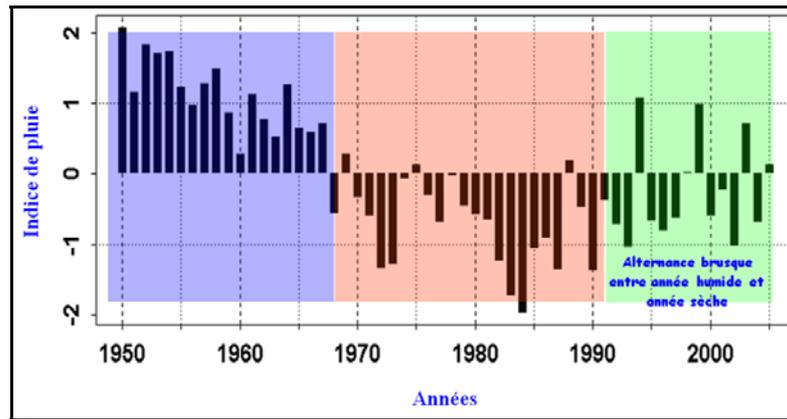


(a)

(b)

**Fig. 7.** Evolution de l'indice pluviométrique à Kaolack (a) de 1951 à 2010 ( $\tau = -0.225$ ,  $p\text{-value} = 0.001$ ) et à Kaffrine (b) de 1961 à 2010 ( $\tau = 0.3020$ ,  $p\text{-value} = 0.7569$ )

Cette tendance généralisée à la baisse pluviométrique par station considérée intervient dans le Bassin arachidier, dès la fin des années 1960 (diminution significative au seuil de 95 % à Kaolack, Thiès, Louga et non significative à Kaffrine, Linguère, Fatick) sur la période considérée (Fig. 5, 6, 7 et 8). Ainsi, les résultats dans ces stations confortent les conclusions des travaux réalisés dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest (Fig. 8). Ainsi des travaux de SIVAKUMAR *et al.*, (1993), MAHE & OLIVRY (1995), ABDOU *et al.*, (2008), DAO *et al.*, (2010) et autres, les aspects typiques de la variabilité des pluies au Sahel sont leur persistance et leur amplitude. Car la dernière sécheresse au Sahel a commencé vers les années 1966–1968 et le déficit pluviométrique a atteint 50 % selon NICHOLSON (1983, cité par M. FODE & ADAMOU, 1996). L'importance de cette variabilité interannuelle des pluies est marquée par une descente de 100 à 150 km vers le sud des isohyètes correspondant à la période 1945–1969 par rapport aux isohyètes de la période 1969–1990 (SIVAKUMAR *et al.* 1993).



**Fig. 8.** Evolution de l'Indice pluviométrique de la zone sahel sur la période 1950 - 2006 (ABDOU dans Centre régional Agrhymet, 2009)

Ce déficit pluviométrique prononcé, et malgré un retour sporadique des pluies noté ces dernières années (OZER *et al*, 2005), n'épargne pas Bambey, où la grande variabilité interannuelle de son régime est notable (Fig. 4b). Depuis les années 1960, des périodes de sévères sécheresses (moins de 400 mm par an) ont sévi aux cours des années 1968, 1973, 1977, 1980-83, 1986, 1991, 1996 et 1998 (FAYE *et al*. 2000). L'évolution de la hauteur d'eau tombée par année est marquée par une tendance à la baisse par rapport à la période 1947-1967, période pendant laquelle la moyenne pluviométrique est de 714,46 mm. Entre 1968 et 2010, la pluviométrie a régulièrement baissé atteignant une moyenne de 484,92 mm, soit une réduction de 229,54 mm entre les deux périodes. En 1968, le département de Bambey est passé d'une période humide à pluviométrie excédentaire à une période sèche caractérisée par une sécheresse sans précédent (Fig. 4a). Les incidences de ce phénomène ont été non seulement observées sur l'alimentation hydrique des cultures, mais aussi sur la recharge des aquifères pour les besoins de l'homme et du bétail.

### Un Déficit en eau croissant

Les changements intervenus dans la distribution des apports pluviométriques ont des répercussions très importantes sur les ressources en eau du département de Bambey. Si de telles conditions climatiques perdurent, pourrait-on arriver à une situation de tarissement complet de celles-ci ?

### Principales ressources en eau présentes dans le département de Bambey

La zone d'étude englobe les vallées actuellement fossilisées du Car-Car au nord et du Sine au sud-est. La non-fonctionnalité de ces deux principaux réseaux hydrographiques traduit surtout la péjoration de conditions pluviométriques antérieures. L'analyse de l'évolution de la pluviométrie à Bambey montre que ce phénomène de tarissement pourrait être une caractéristique de la zone sachant que l'eau de pluie constitue le seul apport en eau de recharge des réserves. Aujourd'hui, les ressources en eau de Bambey sont essentiellement constituées par les eaux souterraines (nappes) et accessoirement par les eaux de surface (mares). On note l'absence totale de réseau hydrographique permanent ou même de cours d'eau temporaires.

### Eaux souterraines

Elles représentent la principale source d'approvisionnement en eau et se composent essentiellement des nappes du Lutétien et du Maastrichtien, qui sont généralement de bonne qualité. La première, située à des profondeurs autour de 30 à 70 m, est exploitée par les puits qui ont une profondeur moyenne de 35 m. La seconde, plus profonde, n'est accessible qu'entre 95 et 240 m à partir des forages.

## Eaux de surface

Les quelques mares qui existent à la faveur des conditions pluviométriques, topographiques et pédologiques sont saisonnières car alimentées par les seules eaux de pluie. Elles tarissent juste à la fin de l'hivernage, c'est-à-dire, 2 à 3 mois après la fin de la saison. Il est donc clair que l'alimentation de réserves d'eaux, soutenue par les apports pluviométriques annuels, connaît d'importantes irrégularités.

## Un important déficit hydrique à Bambey

L'eau est le facteur limitant majeur, aussi bien pour l'alimentation humaine que pour les différents systèmes de production (productions végétale et animale). Cela résulte essentiellement de conditions climatiques défavorables. Les apports pluviométriques, au cours de la seule saison des pluies d'une durée de 3 à 4 mois, sont de plus en plus insuffisants pour satisfaire aux besoins d'une population sans cesse croissante. Les sécheresses fréquentes au cours des 4 dernières décennies ont causé le glissement des isohyètes vers le sud (BADIANE *et al.* 2000). En conséquence, même si on admet, par ailleurs, une recharge des aquifères correspondants aux nappes profondes à partir des réseaux hydrographiques fonctionnels (fleuves Sénégal, Gambie et Casamance), la satisfaction des besoins en eau tant sur le plan quantitatif que qualitatif est de plus en plus aléatoire. De fait, l'analyse des ressources en eau pour cette zone porte sur les potentialités et leur évolution aussi bien quantitativement que qualitativement. Dès lors, il s'agit de mettre en évidence les atouts et les contraintes eu égard à cette ressource vitale, en vue d'un meilleur investissement dans les activités agricoles (HUBERT, 2009).

## CONCLUSION

La configuration actuelle de la pluviométrie à Bambey affecte non seulement l'alimentation en eau des cultures, mais n'est pas favorable à la recharge des nappes phréatiques. La forte pression sur cette ressource exercée par une population en croissance a entraîné un abaissement réel de ce potentiel, et poussé aussi à une surexploitation des nappes profondes. Il est donc bien certain que la forte irrégularité de la pluviométrie, comme l'ont d'ailleurs remarqué les populations locales, soit le facteur déterminant de ce déficit en eau. Dès lors, elle affecte directement le renouvellement de la ressource et en conséquence la satisfaction des besoins en eau de la population.

## REFERENCES

- ABDOU A., LEBEL T. & AMANI A., 2008. Signification et usage de l'indice pluviométrique au sahel. *Sécheresse*, 19, 4 : 227-235
- CENTRE REGIONAL AGRHYMET. 2009. Prévisions saisonnières des pluies en Afrique de l'Ouest, au Tchad et au Cameroun pour la période de Juillet à Septembre 2009. 8p.
- BADIANE A., KHOUMA M. & SENE M., 2000. Région de Diourbel : Gestion des eaux, Drylands Research Working Paper 14. Drylands Research. Crewkerne, 15 p.
- DAO A., KAMAGATE B., MARIKO A., GOULA B.T.A., SEGUI S., MAIGA H.B. & SAVANE I., 2010. variabilité climatique et réponse hydrologique du bassin versant transfrontalier de Kolondiéba au sud du Mali, *European Journal of Scientific Research*, 43, 4 : 435-444
- FAYE A., FALL A. & COULIBALY D., 2000. Région de Diourbel: Evolution de la production agricole, Drylands Research Working Paper 16. Drylands Research. Crewkerne, 27 p.
- FODE M. & ADAMO O. M., 1996. Analyse des séquences sèches au Niger de 1950 à 1991, Université Abdou Moumouni, Dépt de Physique, Niamey-Niger, 36 p.
- HUBERT N. O., 2009. Vulnérabilité, impacts et stratégies d'adaptation des populations locales à la variabilité et aux changements climatiques. Centre Régional AgrhyMET, document pdf, 28 p.
- MAHE G. & OLIVRY J.C., 1995. Variations des précipitations et des écoulements en Afrique de l'ouest et centrale de 1951 à 1989. *Sécheresse*, 6: 109-117.
- NDONG JP., 2003, caractérisation de la saison des pluies dans le centre-ouest du Sénégal, *Publication de l'Association Internationale de Climatologie*, Vol. 15.

- NICHOLSON S. E., 1983. Sub-Saharan Rainfall in the years 1976-1980. Evidence of continued drought. *Mon Wea. Rev.*, II: 1646-1654.
- OZER P., BODART C. & TYCHON B., 2005. Analyse climatique de la région de Gouré, Niger oriental : récentes modifications et impacts environnementaux, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, article 308, mis en ligne le 02 mai 2005, consulté le 02 mars 2012. URL : <http://cybergeo.revues.org/3338> ; DOI : 10.4000/Cybergeo.3338
- SIVAKUMAR M.V.K., MAIDOUKIA A., & STERN R.D., 1993. Agro-climatologie de l'Afrique de l'Ouest : le Niger, deuxième Edition, *Bulletin d'information* n° 5, Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides, ICRISAT, Niamey, 108 pp
- YANON G. & NDIAYE A., 2011. Variabilité climatique et mobilité géographique : impact dans le terroir villageois de Réfane au Sénégal, actes du XXIV<sup>ème</sup> colloque de l'AIC, Rovereto 2011, pages 603-608.