

## **Vulnérabilité et adaptation à la variabilité hydro climatique dans le Bassin Versant du fleuve Diani, République de Guinée**

**Simon Pierre LAMAH<sup>1\*</sup>, Koly BEAVOGUI<sup>2</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, courriel : [simonpierrelamah@gmail.com](mailto:simonpierrelamah@gmail.com)

### **Résumé**

Le présent article porte sur la vulnérabilité et l'adaptation à la variabilité hydro climatique des communautés vivant dans le Bassin Versant du fleuve Diani-République de Guinée. La méthodologie utilisée dans ce travail s'articule autour de la localisation du site, des enquêtes menées auprès des paysans et des données satellitaires. Ce qui nous a permis d'aboutir aux résultats essentiels suivants : 70 % des 250 paysans enquêtés perçoivent clairement les changements des précipitations au niveau de la zone tandis que les 30 % n'ont pas répondu au questionnaire. Ainsi, 25 % de ceux qui perçoivent ces changements, constatent la baisse des précipitations, 18 % un dérèglement de saison, 12 % la fréquence de poches de sécheresses et 15 % la baisse de la production. D'où, les principales stratégies d'adaptation à cette variabilité hydro climatique mises en œuvre par les populations du Bassin Versant de Diani sont : l'adaptation variétale (45 %), l'utilisation de la fumure organique (5 %), la modification de la date de semis (25 %), l'utilisation des bas-fonds (30 %), la diversification des cultures et des activités (15 %). Ainsi cet article s'inscrit en droite ligne avec la vision de la communauté scientifique dans la problématique majeure de l'adaptation des populations à toute variabilité hydro climatique.

**Mots-clés :** *vulnérabilité, adaptation, variabilité hydro climatique, Bassin versant, fleuve.*

### **Abstract**

#### **Vulnerability and adaptation to hydro climatic variability in the Diani River Basin-Republic of Guinea**

This article focuses on the vulnerability and adaptation to hydro climatic variability of communities living in the Diani River Basin of the Republic of Guinea. The methodology used in this work revolves around the location of the site, surveys of farmers and satellite data. This allowed us to reach the following essential results : 70 % of the 250 peasants surveyed clearly perceive changes in precipitation at the level of the area while the 30 % did not respond to the questionnaire. Thus, 25 % of those who perceive these changes notice the decrease in precipitation, 18 % a seasonal disturbance, 12 % the frequency of drought pockets and 15 % the decrease in production. Hence, the main strategies of adaptation to this hydro climatic variability implemented by the populations of the Diani Watershed are : varietal adaptation (45 %), the use of organic manure (5 %), the modification of the sowing date (25 %), use of lowlands (30 %), diversification of crops and activities (15 %). This article is therefore in line with the vision of the scientific community in the major problem of adapting populations to all hydro climatic variability.

**Keywords :** *vulnerability, adaptation, hydro climatic variability, Watershed, river.*

## 1. Introduction

La variabilité et le changement climatiques, ainsi que l'accroissement des besoins en eau entraînent une dégradation de la qualité des eaux et des conflits d'usages de cette ressource [1 - 7]. Pour faire face à ces préoccupations, une meilleure gestion des ressources en eau doit être envisagée. Pour cela, il faut une approche intégrée de gestion des ressources en eau. Les questions de changement et de variabilité climatiques sont placées depuis quelques temps au centre des préoccupations des scientifiques et des décideurs politiques dans le monde suite à leurs répercussions immédiates et durables sur le milieu naturel et sur l'homme [8, 9]. Une sensibilisation à ce niveau est d'actualité, pour une meilleure compréhension des phénomènes et de leurs conséquences sur les ressources en eau. Les débats sur le développement durable et l'accès à la ressource en eau ont sensibilisé davantage la communauté scientifique sur les impacts du changement climatique, comme en témoignent de nombreux programmes de recherches internationaux mis en œuvre ces dernières années, sur cette problématique [10, 11]. Selon l'estimation des Nations Unies, 40 % des terres émergées du globe seraient touchées par le phénomène de désertification [12]. Certains changements dans les paysages reflètent le changement climatique global [13, 14]. Les paysans perçoivent les changements du cycle pluviométrique à travers la dégradation des terres et du couvert végétal. Ce qui, à coût sûr provoque l'abaissement de la productivité agricole dans le Bassin Versant de Diani. Il faut souligner que toute activité qui change la perméabilité, le type et la couverture végétale, la quantité, la qualité et le débit de l'eau à n'importe quel endroit d'un bassin versant peut changer les caractéristiques d'un fleuve en aval [15 - 17]. Ainsi, la préservation de la ressource en eau devient un des enjeux fondamentaux de notre époque. Ainsi, l'objectif principal de cette étude est de comprendre la vulnérabilité, d'identifier ou de révéler les stratégies d'adaptation à la variabilité hydro climatique dans le Bassin Versant de Diani pour le bien être de cette population.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. 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 4 400 mm<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 [18, 19].



Figure 1 : Localisation du bassin versant de Diani [20]

### 2-2. Collecte des données

L'unité d'étude est l'exploitation agricole par ménage, car c'est à ce niveau que se prennent les décisions techniques et de gestion, relatives à l'adaptation aux changements des périodes de précipitations. Les données ont été collectées pendant les mois de Juin et juillet 2017, à partir d'un questionnaire structuré comportant à la fois des questions fermées et des questions ouvertes. Les perceptions des changements des périodes pluviométriques relèvent du passé vécu des paysans. Les questionnaires ont été administrés à passage unique par l'enquêteur et traduit dans les langues des terroirs. Au total deux cent cinquante (250) paysans ont été l'objet d'enquête dans le Bassin versant dont soixante-dix (70) dans la Préfecture de Macenta, cent (100) dans la Préfecture de N'Zérékoré et quatre-vingt (80) dans la Préfecture de Yomou (Figure 2).

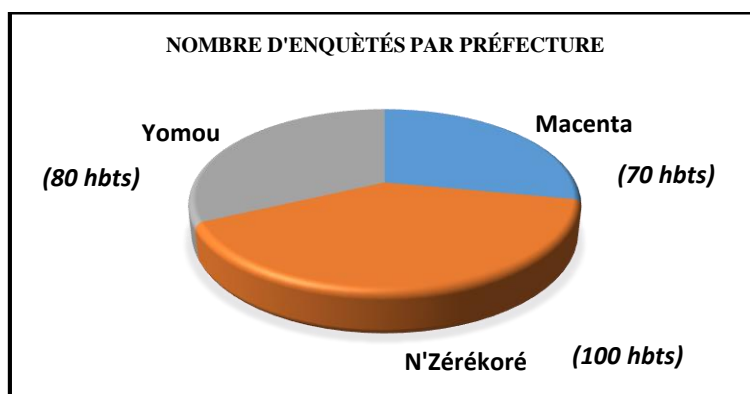


Figure 2 : Nombre d'enquêtés par Préfecture

Pendant cette étape, nous nous sommes intéressés aux caractéristiques socioéconomiques des exploitants et les perceptions des paysans face au cycle des précipitations dans le Bassin versant.

➤ *Caractéristiques socio-économiques des exploitations*

Dans le Bassin versant, les exploitants sont en majorité analphabètes (80 %) en moyenne. L'agriculture constitue la principale activité pour 90 % des exploitants de l'échantillon. Environ 70 % des exploitants disposent de terres personnelles. L'âge moyen des exploitants est de 35 ans, avec une expérience moyenne en agriculture d'au moins 10 ans.

➤ *Perceptions paysannes des changements du cycle des précipitations*

Cette partie analyse les perceptions y afférentes à partir des réponses des paysans aux questions suivantes : « Avez-vous constaté des changements dans les précipitations au cours des 10 dernières années, au niveau de votre exploitation agricole ? Si oui, en quoi consistent ces changements ? » Nous avons recensé les différentes réponses et avons fait une typologie des manifestations des changements observés. À titre d'exemple, lorsqu'un paysan dit : « Avant, il pleuvait beaucoup mais maintenant, il pleut moins », cela est traduit comme une baisse des précipitations ; « Avant, on n'avait 8 à 9 mois de pluies mais maintenant on n'en a que 8 à 7 mois », cela est traduit comme une diminution de la durée de la saison des pluies. Sur la base des différentes réponses, nous avons pu comprendre les perceptions des paysans et les différentes manifestations des changements climatiques (voir fiche d'enquête).

**THEME : Vulnérabilité et adaptation à la variabilité hydro climatique dans le Bassin Versant de Diani-République de Guinée**

**I-Identification des enquêtés**

Prénoms et nom : \_\_\_\_\_ Sexe : \_\_\_\_\_

Profession : \_\_\_\_\_ Tel : \_\_\_\_\_

Email : \_\_\_\_\_

Village : \_\_\_\_\_ CR \_\_\_\_\_

**II-Perceptions des populations**

Avez-vous constaté des changements dans les précipitations au cours des 10 dernières années, au niveau de votre exploitation agricole ? \_\_\_\_\_

Si oui, en quoi consistent ces changements ?

\_\_\_\_\_

Pouvez-vous donner quelques causes de ces changements ? \_\_\_\_\_

Si oui lesquelles ?

\_\_\_\_\_

**III-Stratégies d'adaptation**

Quelles sont les stratégies d'adaptation que vous envisagez ?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fait à \_\_\_\_\_ le \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_

L'Intéressé

### 3. Résultats

De la méthodologie utilisée dans le présent travail, nous avons abouti aux résultats essentiels suivants :

#### 3-1. Vulnérabilité dans le Bassin Versant du Diani

L'augmentation de la consommation des ressources naturelles soulève des interrogations importantes liées à la vulnérabilité et aux risques climatiques futurs. Ainsi, plusieurs cas de dégradations sérieuses de l'environnement, sont causés par l'exploitation des énergies fossiles, des minerais et autres ressources. Dans le bassin versant de Diani, des activités anthropiques favorisent la forte dégradation de l'écosystème et de l'environnement en général (*Figures 7 et 8*). Ce sont entre autres :

✓ *L'agriculture sur brûlis et la coupe abusive du bois*

Pratiquées par la majorité des habitants (à Niampara par exemple, voir *Figure 3*), elles favorisent la destruction et la fragilisation du sol, ainsi que la perturbation du régime hydrologique dans le Bassin.



**Figure 3 :** *Coupe de bois à Niampara*

✓ *L'extraction des matériaux locaux*

Les activités d'extraction des matériaux locaux, pratiquées dans les fleuves du Bassin Versant de Diani (à l'amont du pont par exemple, voir *Figure 4*), ainsi que l'orpaillage artisanal dégagent les lits des cours d'eau en partie et accélèrent le phénomène d'érosion et de sédimentation de ces fleuves. Ce qui augmente les risques d'ensablement des lits. Par ailleurs, l'extraction de l'or dans les villages de Kéréma et de Tokpata, bien que non poursuivie, a laissé des séquelles en termes de destruction de l'environnement.



**Figure 4 :** *Carrière d'extraction du sable dans le lit du fleuve Diani*



✓ *L'implantation anarchique des habitations*

Dans la zone, les habitants construisent parfois leurs habitations le long des cours d'eau (en aval du pont Diani par exemple, voir **Figure 5**). Ce qui favorise fortement la dégradation des berges, pouvant contribuer ainsi à l'obstruction des lits des cours d'eau.



**Figure 5 :** *Habitations aux berges du fleuve Diani*

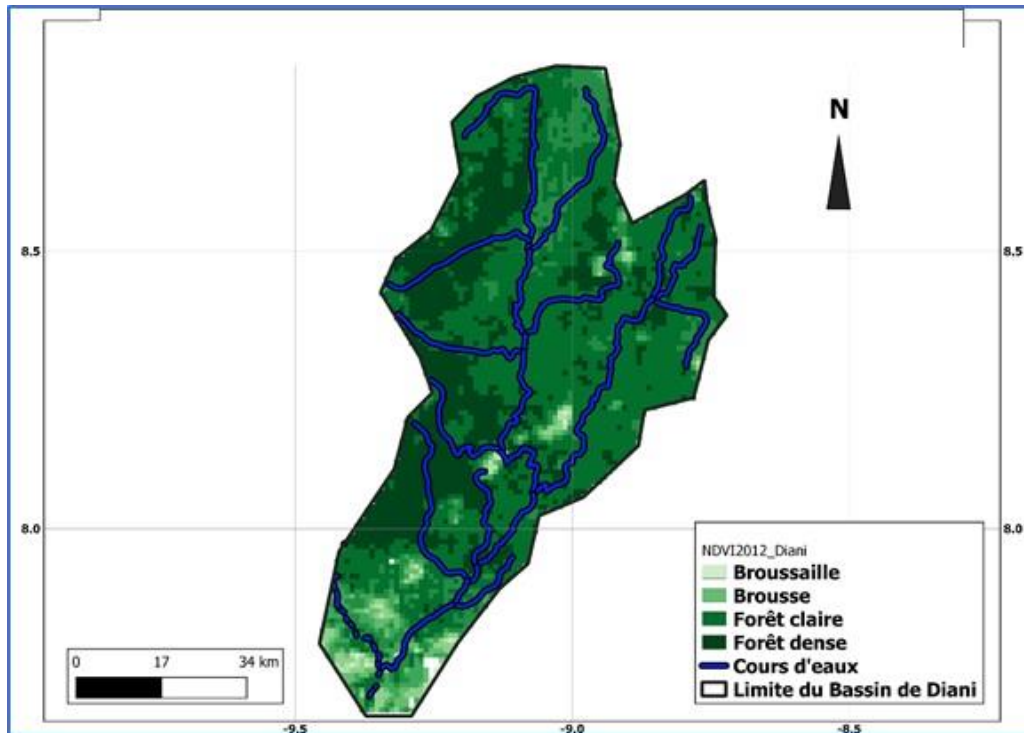
• *L'élevage extensif*

Cette activité est beaucoup pratiquée au Nord du Bassin, dans la sous-préfecture de Vasséridou, préfecture de Macenta (**Figure 6**). Elle contribue également à la dégradation des forêts, de la biodiversité et par extension, de tout l'environnement. Toutes les pratiques mentionnées ci-haut augmentent les risques d'érosion des rives et d'ensablement du lit des cours d'eau.

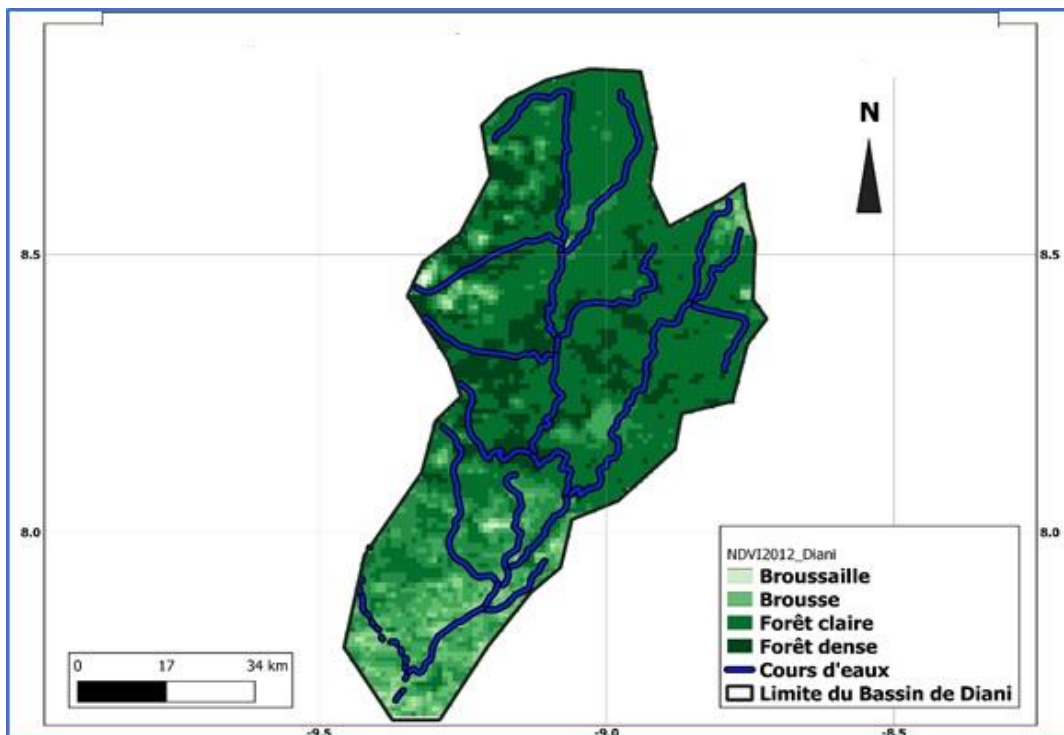


**Figure 6 :** *Pratique de l'élevage extensif à Balladou*

En outre, le traitement des données satellitaires nous ont également permis de connaître avec précision l'état de la végétation du Bassin Versant en 1998 et en 2012.



**Figure 7 :** État de la végétation du Bassin Versant en 1998 (GOEPOGUI M., LAMAH SP, 13/9/2019)

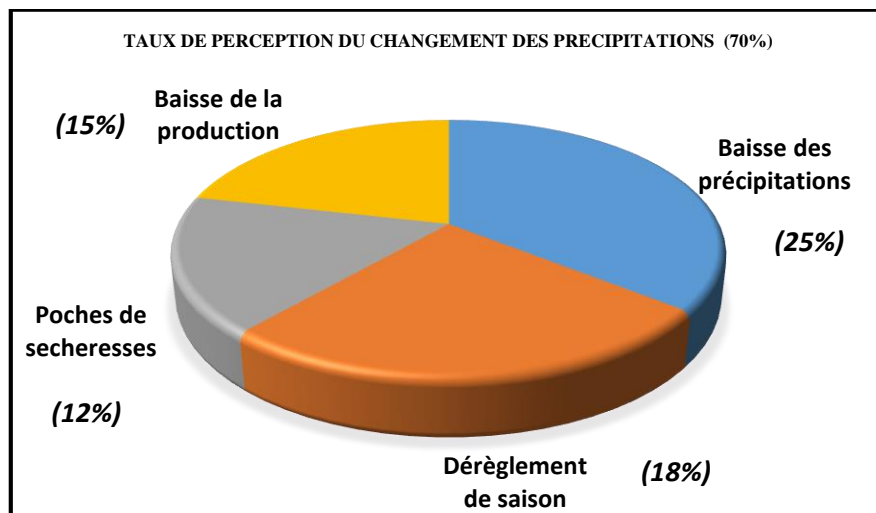


**Figure 8 :** État de la végétation du Bassin Versant en 2012 (GOEPOGUI M., LAMAH SP, 13/9/2019)

Des **Figures 7 et 8**, nous soulignons que le Nord-Ouest et le Sud-Ouest du Bassin Versant de Diani étaient couverts de forêts denses et claires avec peu de broussailles en 1998. Par contre en 2012, les forêts denses et claires ont cédé de l'espace respectivement aux forêts claires et aux broussailles. Ce qui dénote une forte menace de l'environnement du Bassin Versant due aux activités anthropiques.

### 3-2. Adaptation

L'analyse des données montre que les paysans perçoivent clairement les changements du cycle des précipitations. Environ 70 % des paysans de l'échantillon estiment que le cycle pluviométrique a changé avec pour principales manifestations la baisse des précipitations (25 %), le dérèglement de la saison des pluies (18 %), la plus grande fréquence de poches de sécheresse durant le cycle végétatif des cultures (12 %) et la baisse de la production agricole (15%) voir **Figure 9**. Nous soulignons que les 30 % des enquêtés n'ont pas répondu aux questions.



**Figure 9 :** Taux de manifestation du changement des précipitations par les enquêtés

La population est très dense cette zone (41,9habitants par kilomètre carré) et exerce une pression sur les terres agricoles aboutissant à une dégradation des sols qui rend plus perceptible la baisse des précipitations. Ce qui engendre des poches de sécheresse en certaine période de l'année et expose les sols aux processus d'érosion éolienne et hydrique entraînant le départ de la partie arable et fertile des sols et entraîne notablement une baisse de leur productivité. L'agriculture sur brulis, la coupe abusive des bois pour la carbonisation et la commercialisation sont entre autres les causes du changement des précipitations évoquées par les enquêtés dans cette zone. Ainsi, suite à l'enquête menée auprès des paysans, nous nous sommes rendus compte que certaines stratégies d'adaptation au changement des périodes de précipitations étaient pratiquées mais non révélées tandis que d'autres étaient méconnues des paysans. Ce sont :

➤ *Adaptation variétale*

Elle est pratiquée par environ 45 % des exploitants de l'échantillon. Du fait de la plus grande vulnérabilité de cette zone à l'abaissement pluviométrique, de nouvelles variétés ou améliorées (*riz et maïs*), à potentiel de rendement acceptable sont cultivées. Les variétés à cycle court sont plus adaptées dans le Bassin Versant de Diani. L'adaptation variétale est d'autant plus importante que des projets de développement se sont imposé la nécessité d'intensifier la production agricole dans cette zone en vue de satisfaire cette population.

➤ *L'utilisation des techniques de Conservation des Eaux et des Sols (CES)*

Ces techniques permettent de conserver les eaux et les sols et de restaurer la fertilité des sols (digues, diguettes et cordons pierreux). L'utilisation des techniques de CES croît avec la vulnérabilité du milieu. Elle dépend des caractéristiques du paysage. Les digues sont utilisées en traitement des ravins, tandis que le choix de la diguette ou du cordon pierreux dépend de la topographie. Plusieurs études ont montré l'efficacité



des techniques de CES. Les cordons pierreux peuvent induire respectivement une augmentation des rendements de 60 % et 25 % par rapport au champ sans aménagement [21]. L'effet de ces aménagements est particulièrement intéressant quand la pluviométrie est déficitaire [22]. Malheureusement, cette stratégie n'est pas pratiquée par la population enquêtée mais que nous leur avons révélée. Ce qui nécessite une formation appropriée des paysans par les services techniques.

➤ *Utilisation de la fumure organique*

Elle consiste en un apport de fumier et/ou de compost. Certains paysans (5 %) parquent les animaux dans leurs champs pour profiter des déjections. La dégradation des sols est plus ressentie par les paysans de cette zone entraînant une baisse de la productivité agricole. C'est pourquoi la fumure organique doit être utilisée en réponse à la baisse de la fertilité et révélée aux paysans comme une stratégie d'adaptation au changement du cycle des précipitations.

➤ *Modification de la date de semis*

La date des semis et la durée de la saison pluvieuse sont deux paramètres essentiels pour l'agriculture pluviale, car ils déterminent, d'une part, la date de semis et donc la position des cycles culturaux, et, d'autre part, la durée de la période pendant laquelle les cultures peuvent bénéficier des précipitations. Suite au dérèglement de la saison des pluies, les paysans modifient les dates de semis afin de réaliser le cycle des cultures pendant une période favorable. Les semis précoces permettent d'éviter les effets des arrêts précoces des pluies. Environ 25 % des exploitants enquêtés utilisent cette stratégie.

➤ *Utilisation des bas-fonds*

Pratiquée par 30 % des exploitants, les paysans utilisent de plus en plus les bas-fonds naturellement rizicoles pour la culture de riz en saison pluvieuse et le maraîchage en saison sèche.

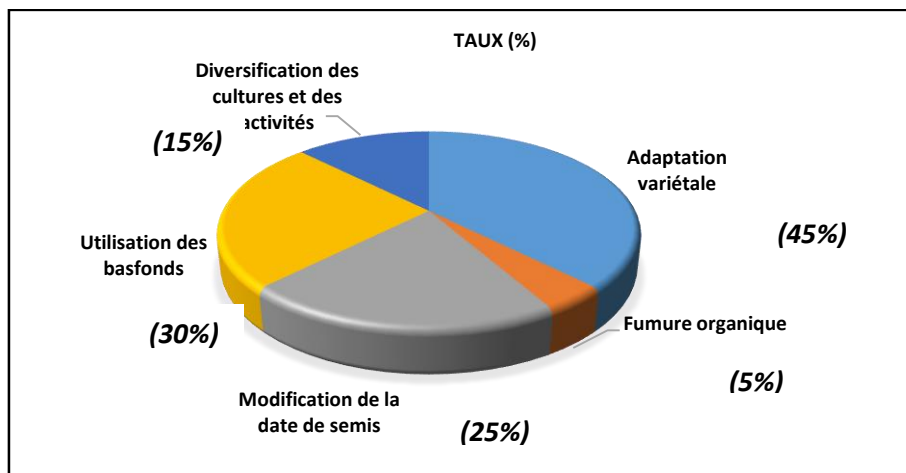
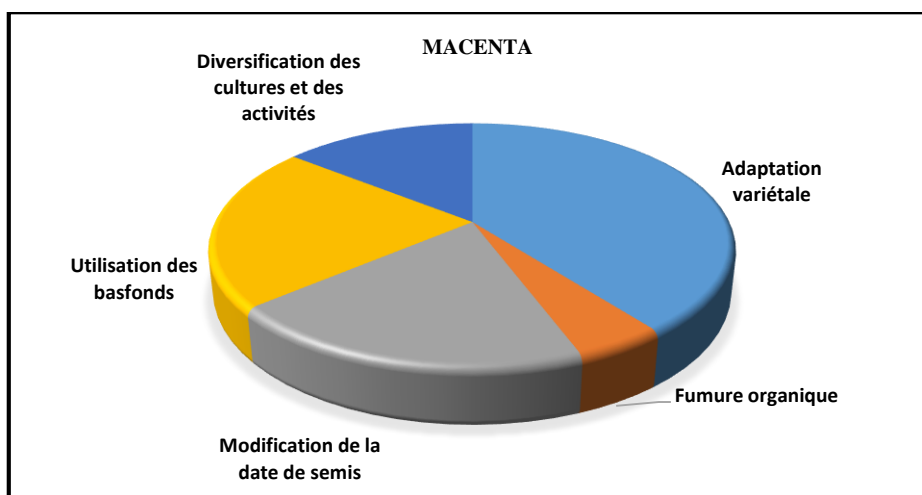
➤ *Autres stratégies d'adaptation*

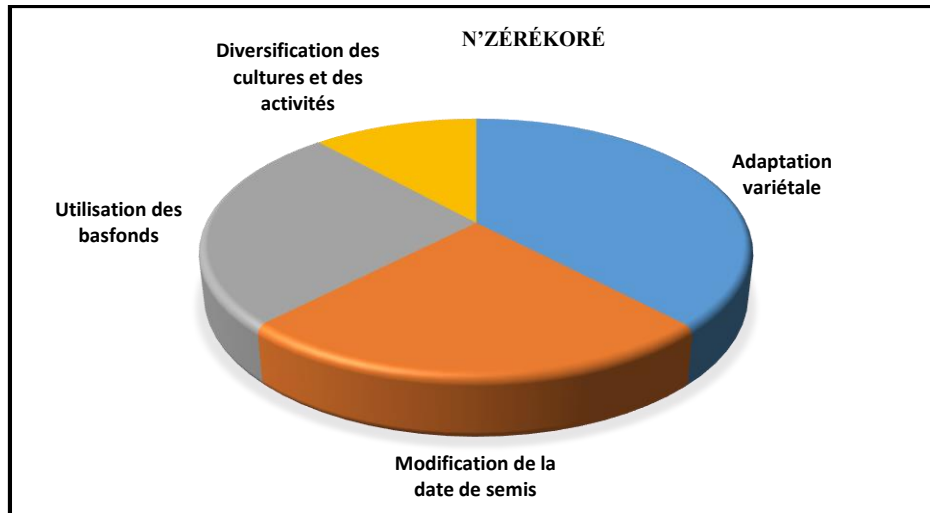
La diversification des cultures et des activités, pratiquée par 15 % des exploitants ainsi que l'irrigation non pratiquée mais révélée aux exploitants enquêtés sont des stratégies d'adaptation faiblement utilisées par les paysans. En somme, les principales stratégies d'adaptation à la variation des précipitations mises en œuvre par les populations du Bassin Versant de Diani s'intègrent dans les options d'adaptation rencontrées dans la littérature [23]. La modification des dates de semis et des variétés cultivées, le transfert des cultures (cas de l'utilisation des bas-fonds), une meilleure gestion des terres (lutte contre l'érosion) constituent, selon le GIEC, des mesures d'adaptation aux changements climatiques pour le secteur de l'agriculture [24, 25]. En effet, l'utilisation de plantes à cycle court et l'utilisation des bas-fonds sont des stratégies d'adaptations aux variations saisonnières des pluies dans le Bassin Versant du Diani. Il est donc évident que la diminution de la pluviométrie entraîne l'adoption par les paysans des variétés à cycles plus courts. Le **Tableau 1** et la **Figure 10** donnent respectivement les résultats du dépouillement et le taux d'adaptation des enquêtés à la variabilité pluviométrique.

**Tableau 1 : Tableau des résultats du dépouillement**

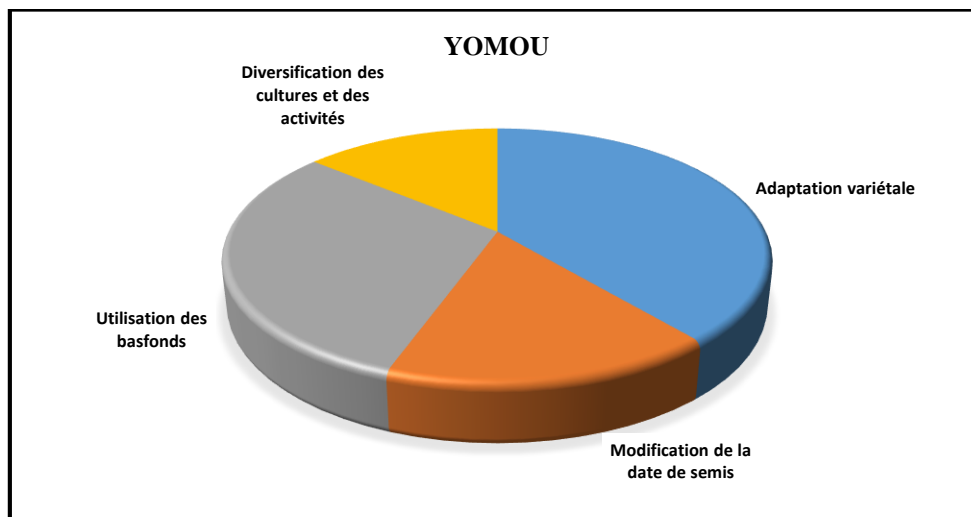
Localités	Échantillons			Causes (%)				Stratégies d'adaptation (%)				
	Enquêtés	A. rép	N. rép	B. Préc	D.S	P.S	B.P	A.V	F.O	M.D.S	Basfond	D.C.A
Macenta	70	49	21	5	5	3	4	41,50	5	20,5	23	15
N'Zérékoré	100	70	30	18	10	7	8	65,50	-	42	45	20,15
Yomou	80	56	24	2	3	2	3	28	-	12	22	10,05
Total	250	175	75	25	18	12	15	-	-	-	-	-
Taux Moyens	-	-	-	-	-	-	-	45	5	25	30	15

*Légende : B. Préc = Baisse de la Précipitation ; A.V = Adaptation Variétale ; D.S = Dérèglement de la Saison des Pluies ; F.O = Fumure Organique ; P.S = Poches de Sécheresse ; M.D.S = Modification de la Date de Semis ; B.P = Baisse de Production Agricole ; D.C.A = Diversification des Cultures et des Activités.*

**Figure 10 : Taux d'adaptation des enquêtés à la variabilité pluviométrique****Figure 11 : Stratégies d'adaptation des enquêtés de Macenta**



**Figure 12 :** *Stratégies d'adaptation des enquêtés de N'Zérékoré*



**Figure 13 :** *Stratégies d'adaptation des enquêtés de Yomou*

#### 4. Conclusion

Au terme de cette recherche, nous avons abouti aux résultats suivants : Le Nord-Ouest et le Sud-Ouest du Bassin Versant de Diani étaient couverts de forêts denses et claires avec peu de broussailles en 1998. Par contre en 2012, les forêts denses et claires ont cédé de l'espace respectivement aux forêts claires et aux broussailles. Des 70 % des 250 paysans enquêtés percevant clairement les changements du cycle des précipitations, 25 % constatent la baisse des précipitations, 18 % un dérèglement de saisons, 12 % la fréquence de poches de sécheresses et 15% la baisse de la production. Ainsi, l'adaptation variétale (45 %), l'utilisation de la fumure organique (5 %), la modification de la date de semis (25 %), l'utilisation des bas-fonds (30 %), la diversification des cultures et des activités (15 %) sont les principales stratégies d'adaptation à cette variabilité hydro climatique dans le Bassin Versant de Diani. En outre, l'irrigation et les techniques de conservations des eaux et des sols constituent des stratégies non pratiquées mais ayant été révélées aux enquêtés.

## Références

- [1] - B. S. ARDOIN, Variabilité hydro climatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano sahélienne, "Thèse Université de Montpellier II, France, (2004) 330 p.
- [2] - 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.
- [3] - 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.
- [4] - D. X. BANGABUTU, Impact de changement et variabilité climatique sur le régime pluviométrique de la ville province de Kinshasa. (Profil et perspective à l'horizon 2050), (2010), <http://www.memoireonline.com> 05/10/3457
- [5] - M. G ADJA, Etude de l'état hydrique saisonnier du bassin versant de la Bagoé dans un contexte de variabilité climatique. Département de Boundiali et Tengrela (milieux soudano-sahéliens au Nord-Ouest de la cote d'ivoire), Thèse Unique de Doctorat, Université de Cocody, (2009) 184 p.
- [6] - S. H. MKHANDI, Discharge Measurement. Principles of Hydrology Module, Department of Water Resources Engineering, College of Engineering and Technology, Dar es Salaam, Tanzania, (2012)
- [7] - Z. NOUACEUR, Évolution des précipitations depuis plus d'un demi-siècle en Mauritanie. Publications de l'Association Internationale de Climatologie, Vol. 22, (2009) 361 - 366 p.
- [8] - L. AMRAOUI, Caractérisation du tournant climatique des années 1970 en Afrique du Nord-Ouest. Publication IAHS, Vol. 340, (2010) 513 - 520 p.
- [9] - 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.
- [10] - ANSOUMANA BODIAN, HONORE DACOSTA et ALAIN DEZETTER, Caractérisation spatio-temporelle du régime pluviométrique du haut bassin du fleuve Sénégal dans un contexte de variabilité climatique, article, (2014)
- [11] - F. DRIOUECH, Distribution des précipitations hivernales sur le Maroc dans le cadre d'un changement climatique. Thèse de Doctorat de l'Institut national polytechnique de Toulouse, (2010) 163 p.
- [12] - 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.
- [13] - 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.
- [14] - 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.
- [15] - FLORINA GRECU, ION ZAVOIANU, LILIANA ZAHARIA et LAURA COMANESCU, Analyse quantitative du réseau hydrographique du bassin versant du Slănic (Roumanie), article, (2015)
- [16] - M. R. TSHIMANGA, Hydrologie Générale, Cours inédit., 1<sup>er</sup> Grade, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, (2013)
- [17] - CLAIRE LANG-DELUS, DIDIER FRANÇOIS et EMMANUEL GILLE, Quel est le débit le plus fréquent d'un cours d'eau ? Article, (2010)

- [18] - Plan Général d'Aménagement Hydraulique de la Guinée Forestière, Rapport Général, Vol. 2, (2006)
- [19] - Plan Général d'Aménagement Hydraulique de la Guinée Forestière, Rapport Général, Vol. 1, (2006)
- [20] - SIMON PIERRE LAMAH, assisté de DR. DANIEL LAMAH, Université Sonfonia Landsat 1999-2002, *Adaptation et reproduction* : /Ckry, Août, (2014)
- [21] - J. BOE, Changement global et cycle hydrologique : une étude de régionalisation sur la France. Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, (2007) 67 p.
- [22] - 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
- [23] - FRANÇOIS LAURENT, Outils de modélisation spéciale pour la gestion intégrée des ressources en eau : application aux schémas d'aménagement et de gestion des eaux. Thèse de doctorat, 24 Mai 2013
- [24] - B. C. BATES, Z. W. KUNDZEWICZ, S. WU et J. P. PALUTIKOF, Le changement climatique et l'eau, document technique publié par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Secrétariat du GIEC, Genève, (2008) 236 p.
- [25] - M. R. TSHIMANGA, Hydrological uncertainty analysis and scenario-based stream flow modelling for the Congo River Basin. Online PhD thesis, [www.ru.ac.za](http://www.ru.ac.za), Rhodes University, South Africa, (2012)