

Article original

Stratégies d'adaptation aux changements climatiques des pêcheurs de la Sous-préfecture de Béti en zone soudanienne tchadienne

DJANGRANG Man-Na¹, MADJADINGAR Téblé Wolwai²

1. Université de Doba (Tchad), Tél : 66 29 37 29 / 98 60 45 32, E-mail : teblewolwai@yahoo.fr

2. Université de Moundou (Tchad), Tél : 66375029, E-mail : djangrangmanna@gmail.com

Article soumis le 16/07/2017 et accepté le 19/09/2017

Résumé : Les marigots ont toujours constitué jusqu'à nos jours un réservoir important de poissons d'eau douce d'Afrique Centrale. C'est le cas de Ngandab, l'un des 13 marigots les plus poissonneux de la Sous-préfecture de Béti au Tchad. Mais depuis 1984, ces eaux de surface perdent leur superficie. Leur niveau le plus bas a été observé en 2015 en lien avec le changement climatique. Dans le marigot Ngandab, les captures se font de plus en plus rares. L'objectif visé par cette étude est de répertorier les stratégies d'adaptation aux changements climatiques des pêcheurs de la Sous-préfecture Béti en zone soudanienne tchadienne. La collecte des données est réalisée grâce à une approche fondée sur l'organisation d'une assemblée générale élargie à toutes les couches de la société au cours de laquelle deux types d'activités sont développés : une communication sur la notion de changement climatique et des *focus groups* pour mesurer la vulnérabilité des principaux moyens d'existence de la communauté. Les résultats de cette étude présentent un aperçu de la vulnérabilité actuelle de l'un des moyens d'existence de la communauté de la Sous-préfecture de Béti en l'occurrence la pêche et rendent compte d'un répertoire non exhaustif de stratégies locales disponibles.

Mots clés : changement climatique, vulnérabilité, stratégies, pêche, Béti.

Abstract: The backwaters always constituted until our days fresh water a significant fish tank of Central Africa. It is the case of Ngandab, one of 13 backwaters in Béti Sub-prefecture in Chad. But since 1984, this backwater loses of their surface and

their level low was observed in 2015 because of the climatic change. In Ngandab backwater, the fish captures are done increasingly rare. The aim had by this study is to check the assumption according to which the knowledge traditional of the fishermen adaptation exist. The data-gathering is carried out thanks to an approach based on the organization of a general assembly extended to all layers of company during which two types of activities are developed: a communication on the notion of change climatic and the focus groups to measure the vulnerability of the principal means of existence of the community. The results of this study present an outline current vulnerability of the one of the means of existence community of Béti in fact fishing and give an account of a enough repertory of local strategies available.

Keywords: *climatic change, vulnerability, strategies, fishing, Béti.*

Introduction

Les nombreuses études réalisées depuis la parution du troisième Rapport d'évaluation (Albergel J., 1987 ; FAO, 1981 ; Girard G. et Rodier J. A., 1979), ont traité des tendances de l'écoulement fluvial au XX^e siècle, à des échelles allant des bassins hydrographiques au monde entier.

Certaines de ces études ont décelé des évolutions significatives de certains indicateurs de l'écoulement fluvial en Chine (Hyvarinen, 2003) et en Finlande (Walter *et al.*, 2004) ; d'autres ont mis en évidence des liens statistiquement significatifs avec les tendances de la température ou des précipitations ; toutefois, aucune tendance globalement homogène n'a été rapportée, notamment aux hautes latitudes dans certaines régions d'Afrique, d'Europe méridionale et du sud de l'Amérique latine (Milly *et al.*, 2005). Néanmoins, de nombreuses études n'ont ni fait état de tendance de capacité à faire une distinction entre les effets des variations de température et des précipitations, et les effets des activités humaines sur les bassins hydrographiques, comme le changement d'affectation des terres et la construction de réservoirs. De toute évidence, les variations de l'écoulement des rivières d'une année sur l'autre à l'exemple du système Chari-Logone sont très fortement influencées par les modes de la circulation atmosphérique à grande échelle (Jacques H.A. Sircoulon (1987) .

Les déficits de l'ensemble Logone-Chari dès 1965 expliquent la diminution du niveau du Lac Tchad depuis 1963-1964 et son quasi assèchement actuel. Jacques H.A. Sircoulon (1987) et Moupeng B. (2006) estiment que ces déficits sont de l'ordre de 40% pour la période 1968 à 1985 et qu'ils ont atteint 83% pour la seule année 1984. Dans le Lac Tchad comme dans les autres eaux de surface (Fitri, Iro, Fianga et Léré), ces évolutions ont affecté les écosystèmes marins (Moupeng B., 2006).

Dans le Logone Oriental, un effet analogue a été observé pour le marigot Ngandab formé sur une plaine alluvionnaire de la Sous-préfecture de Béti (fig. 1). Les premières manifestations du changement climatique en relation avec la pêche dans cette marre sont, entre autres, la prolifération des plantes aquatiques : le *typha Australis*, la jacinthe d'eau douce (*garwain*) et les épineux aquatiques (*gagué*). Les conséquences majeures constatées sont la réduction des zones de pêche et la diminution de la capture de poissons. Pourtant, la pêche constitue pour ces paysans, l'une des activités socio-économiques les plus importantes. La pêche rassemble chaque année plus de 300 personnes de la Sous-préfecture de Béti et génèrent un chiffre d'affaire de plus d'un million de nos francs (Madjandingar, 2012).

L'assèchement progressif et irréversible de cette marre a conduit inéluctablement à la perte des capacités de production et plonge indirectement les populations dans la famine et la pauvreté. Pour faire face à cette nouvelle difficulté liée en partie aux changements climatiques, les pêcheurs ont adopté des stratégies de survie. Des nouvelles techniques de pêches ont donc été adoptées. Ces changements eux-mêmes ne sont pas négatifs, puisqu'ils débouchent parfois sur de nouvelles possibilités d'activités de pêche. Mais leurs effets sur l'équilibre fragile des écosystèmes marins et sur les espèces actuelles qui y vivent sont manifestes.

L'objectif visé par cette étude est de vérifier l'hypothèse selon laquelle les savoirs traditionnels sur la pêche existe (*goura malien*, pêche à la ligne, utilisation de filet polystyrène, nasse, etc.) et se

1. Matériels et méthodes

Les principaux moyens d'existence de la communauté sont répertoriés au cours des différentes rencontres et entretiens préalables réalisés dans les différentes localités ainsi que par le biais des observations. Les principaux risques climatiques sont ceux que les paysans ont identifiés (les sécheresses, les vents forts, les fortes températures et tempêtes de sable et de poussière). Le traitement des informations collectées est assuré grâce à l'utilisation de la matrice de sensibilité. Par ailleurs, un barème de

notation a aussi servi à faciliter l'analyse des données. Cette matrice a permis de déterminer l'exposition des secteurs à risque climatique aux risques climatiques majeurs enregistrés au niveau de la localité, en l'occurrence les sécheresses, les vents forts, les fortes températures et tempêtes de sable et de poussière.

Le classement des risques climatiques en fonction de l'indicateur d'impact est rendu possible par le biais d'une légère modification de la matrice de sensibilité. Une ligne pour le classement y est ajoutée à l'image de la colonne de classement des secteurs en fonction de leur exposition aux risques. Ces risques sont, en fonction des secteurs, faibles, assez faibles, moyens, assez forts ou forts. L'ampleur est notée de 1 à 5 soit que l'on va d'une faible ampleur à une ampleur forte.

Les données planimétriques qui constituent les supports de base de cette étude concernent les cartes topographiques au 1/200 000 de 1956 : feuilles NC 33-V et NC 33-VI et les images satellitaires Landsat acquises en 2000 et 2013. Un questionnaire portant sur l'historique du village Béti, chef-lieu de la Sous-préfecture de Béti, l'organisation et la gestion des ressources halieutiques a été soumis à 178 paysans choisis de manière aléatoire parmi les plus âgés.

2. Résultats et discussion

2.1. Les fluctuations climatiques récentes et la baisse des niveaux d'eau à Ngandab

Les fluctuations climatiques qui sont observées à l'échelle de la décennie se sont manifestées de différentes manières : sécheresse, pluviosité abondantes, aléas plus fréquents en Afrique depuis les années 1950. Elles ont constitué une très grande menace pour la zone soudano-sahélienne tchadienne, amplifiant la grande variabilité spatiale et temporelle, caractéristique de la pluviométrie de la sous région. Leurs différents impacts recouvrent un grand nombre de domaines, mais les plus manifestes sont l'agriculture, l'élevage et dans une moindre mesure les ressources en eau de surface.

L'étude réalisée, sur le Sous-préfecture Bongor (Andigué, 1999), souligne une baisse généralisée du nombre de jours de pluie depuis 1977 et une diminution des totaux annuels depuis cette date. L'auteur s'est appuyé sur la période 1963-1986 pour évaluer la variabilité à la station de Bongor. Cependant, sur une période plus longue (1975-2005), cette affirmation est contestable. La décennie 1990-2000 pourrait marquer une recrudescence des précipitations. L'exemple de Bongor démontre l'importance des précipitations de la décennie 1990-2000 ainsi que l'intérêt de leur prise en compte en termes de variabilité depuis 1950 pour la zone Sahélo-soudanienne tchadienne.

A la station de Doba, située sur la latitude 8°40'N, la rupture se situe entre 1968 et 1972 avec 1970 comme année charnière (fig. 2). La baisse de près de 15% de la pluviosité sur la zone entraîna un décalage des isohyètes de 200 kilomètres vers le sud et la chute des débits sur la plupart des bassins versants est estimée de l'ordre de 40% comme partout ailleurs dans la zone sahélo-soudanienne. Entre 1970 et 1990, Jacques H.A. Sircoulon (1987) estime que le delta intérieur du Niger est passé de 37 000 à 15 000 km². Entre ces deux dates, le Lac Tchad s'est, lui aussi, divisé entre les cuvettes Nord et Sud, les marres et marigots du Sud du Tchad ont vu leur superficie réduite. Le marigot mythique Ngamdab constitue l'exemple le plus achevé.

La fin des années 1970 et le début des années 1990 font apparaître des discontinuités notables à la station de Doba avant et après 1973 et 1990. La pluviométrie annuelle a notablement changé durant les vingt dernières années. Elles ont augmenté de façon importante, mais tout aussi irrégulière depuis le début des années 1990. La poussée vers le nord de la mousson peut être un élément d'explication mais certainement pas le seul selon les opinions de plus de 38,98% des paysans.

La comparaison, même relative, des volumes des pluies actuelles et de ceux des pluies des périodes passées n'est guère possible. Des commentaires sur la diminution consécutive des étendues d'eau de surface aux déficits pluviométriques passés auraient pu aider à se

faire une idée des sécheresses passées, mais les repères quantitatifs touchant aux ressources en eau de surface, dans de telles circonstances, même dans le passé récent, ne semblent guère nombreux. En tous cas, il n'en a pas été trouvé. Et même s'il y en avait, seraient-ils significatifs ? Par exemple, ce n'est pas parce qu'à divers signes rapportés par l'histoire qui permettront d'identifier une certaine année comme «pluvieuse» et qu'il est possible d'en déduire que cette année fut hydrologiquement bonne, synonyme d'une bonne pêche.

On a, par exemple, pu entendre, après 1983-84, des pêcheurs se féliciter qu'une année soit bonne pour la pêche, alors que la pluviométrie était réellement déficitaire et le niveau d'eau le plus bas. On ne peut pas, non plus, en juger, en se basant sur les effets des mauvaises années de pêche par une éventuelle année pluviométrique déficitaire comme en 1972 et 1973. Et pourtant, toute mauvaise pêche dans les cours d'eau et marigot laisse, d'habitude, une trace marquée dans l'histoire. Mais jusqu'à des temps récents, 13,8% des paysans enquêtés estiment que les mauvaises années de captures sont dues à l'utilisation des pesticides dans les champs et même dans les eaux que ceux pouvant résulter de la sécheresse.

L'analyse diachronique de l'évolution de la superficie du marigot Ngandab montre une tendance à la régression (Tableau 1). Cette diminution serait-elle influencée par le climat ? Du point de vue climatique, la zone présente les tendances suivantes :

- la décade 1980-1989 est caractérisée par un fort déficit hydrique ; elle présente des épisodes de sécheresse très accentués en 1984-1985, coïncidant avec ceux observés en Afrique de l'Ouest par Nicholson (1983), Biémi (1992), Paturel *et al.*, (1995) et Savané *et al.*, (2001), rendant les cours d'eau et les marigots intermittents. L'érosion rapide due à la dégradation de la couverture ligneuse par des pratiques anthropiques aurait entraîné un comblement de la Pendé, lit principal et principale source de Ngandab. Ce comblement rapide a affecté aussi les marres et les

marigots (Baohoutou L., 2010). 76,54% des pêcheurs affirment qu'avant 1970, l'on comptait treize (13) marigots très profonds au lieu de neuf (09) aujourd'hui qui ont, en moyenne, une profondeur de moins de 1,50 m en période d'étiage.

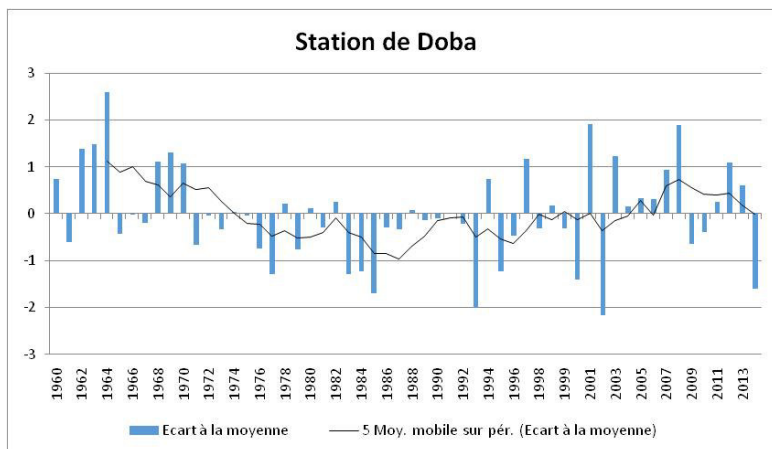


Figure 2 : Ecart de la pluviométrie moyenne annuelle/normale de 1960 à 2014

Source : DREM, 2016

- la période qui va de 1990-2000 est caractérisée par une légère reprise de la pluviométrie qui n'a pas été accompagnée d'une augmentation des étendues d'eau. De 1956 à nos jours, Ngandab n'a jamais retrouvé son étendu des années 1950, soit 218,5 hectares. Sa superficie actuelle n'est que le septième de ce qu'il était il y a 50 ans soit seulement environ 30,50 hectares (fig. 4). Entre Juillet et Septembre de chaque année, Ngandab s'enfle mais déborde très rarement pour atteindre la Pendé, son principal affluent. Ce qui lui est dommageable, puisque la perte de son eau est excessive par évaporation entre Mars et Juin à l'instar du Lac Fitri (Moupeng B., 2006), rendant ainsi les activités de pêche très aléatoire.

Tableau 1 : Variation de la superficie de Ngandab entre 1956 et 2013

Années	Superficie (ha)
1956	218,5
2000	78,11
2013	30,50

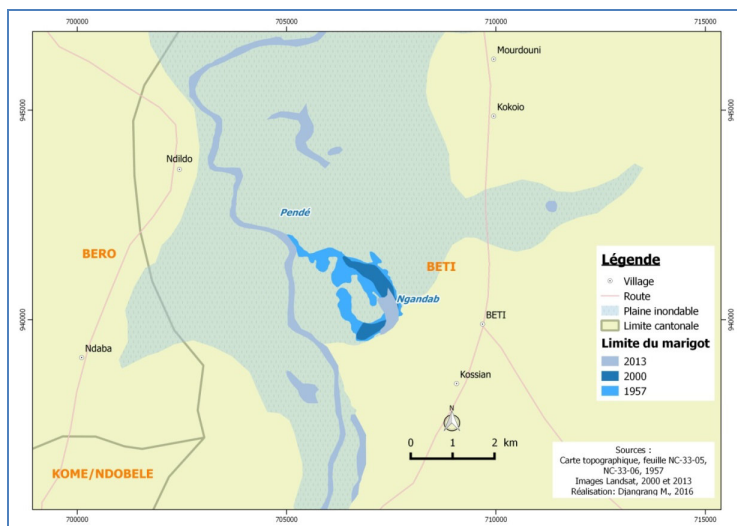


Figure 3 : Evolution de la superficie de Ngandab de 1956 à 2013

Le secteur d'activités le plus exposé aux risques climatiques au niveau de la communauté est l'élevage. Il est suivi de l'agriculture, du maraîchage et de la pêche. Les risques climatiques sont relativement peu dommageables pour les ressources en eau. Cet avis exprimé par les membres de la communauté, situés en bordure du Lac Tchad dont l'assèchement est décrié à travers le monde, démontre que les populations locales du milieu rural ne cernent pas forcément les conséquences et les enjeux des grands phénomènes à caractère climatique (Yamingué B., 2009). Ceci vient renforcer un avis exprimé il y a quelques années en ce qui concerne les conséquences de l'assèchement du Lac Tchad :

«Sècheresse, dégradation de l'environnement, vents forts du fait de la déforestation, températures élevées, évapotranspiration... ont entraîné une diminution de la surface du lac (...) mais aussi une

dégradation de la biodiversité et surtout une avancée très nette du désert » (Brun, 2006).

Le risque climatique dont les impacts sont les plus ressentis sur les secteurs d'activités dans la communauté rurale de Bédi est principalement les sécheresses suivi de fortes températures (Tableau 2). De l'avis de la population de Bédi, les secteurs d'activités les plus exposés aux risques climatiques sont essentiellement l'agriculture et l'élevage, deux mamelles de leur économie. Cette même communauté admet que le degré d'exposition de la pêche aux risques climatiques est relativement peu élevé. Toutefois, l'effet indirect observé par les pêcheurs est la rareté de certaines espèces de poissons et la diminution de la capture (Photo 1).

Tableau 2 : Vulnérabilités des secteurs d'activités aux risques climatiques

Secteurs à risques climatiques	Risques climatiques				Indicateur d'exposition
	Sécheresses	Fortes températures	Vents forts	Tempêtes de sable ou de poussière	
Agriculture	5	5	3	2	15
Elevage	5	4	2	2	13
Pêche	4	4	1	1	10
Commerce	2	2	1	1	6
Maraîchage	3	3	1	1	8
Artisanat	2	2	1	1	6
Indicateur d'impact	21	20	9	8	

Source : Enquête de terrain, 2016.



Photo 1 : pêche moins achalandée à Ngandab

Cliché : Djangrang M., Avril 2016

Les stratégies d'adaptation aux changements climatiques s'appuient sur le maraîchage¹⁴, le commerce et l'artisanat. Toutefois, un capital de savoir traditionnel est disponible au niveau des principaux secteurs d'activités en l'occurrence la pêche et a pu être utilisé dans l'élaboration des actions d'adaptation communautaire aux changements climatiques en milieu soudanien tchadien.

2.2. Savoir traditionnel dans le secteur de la pêche

Le répertoire du savoir traditionnel disponible pour l'adaptation du secteur de la pêche aux changements climatiques à partir du site de Béti rend compte de 8 stratégies, connaissances et technologies locales dont 5 principales et 3 secondaires.

2.2.1. Le dépôt des appâts dans l'eau : les pêcheurs opèrent essentiellement dans les marres, marigots et le fleuve Logone. Ces pêcheurs déposent toutes sortes d'appâts dans l'eau pour attirer

¹⁴ Le maraîchage pratiqué dans la vallée de la Pendé apparaît comme l'activité principale pendant toute l'année. Les produits issus du maraîchage tels que les légumes feuilles (oseille, laitue, gombo, etc.), les légumes fruits (Piment, Poivron...) et les légumes racines (Carotte, Oignon, etc.) sont vendus dans les différents marchés de Doba.

les poissons. Ces dépôts sont notamment les déchets de cuisine, les termites, le drêche d'une bière locale appelée *bili bili*, les petites branches d'arbres, les feuilles d'arbres coupées que les pêcheurs mélangent avec le son de céréales et le plus souvent le son de mil. Selon les conditions climatiques le temps peut être favorable ou non à la pêche. Et les pêcheurs emploient généralement ce savoir traditionnel au cas où les conditions climatiques sont justement défavorables à la pêche. Ce qui révèle son utilité dans un contexte de changement climatique.

2.2.2. Le dépôt des appâts dans les nasses : pour les mêmes raisons que celles qui motivent l'utilisation de la stratégie de dépôt des appâts dans l'eau, certains pêcheurs du Sahel tchadien déposent directement les appâts dans les nasses pour attirer les poissons. Ces appâts, contrairement à ceux qui sont déposés dans l'eau, sont essentiellement les boules de son de céréales et le drêche de *bili bili*.

2.2.3. La construction des micro-barrages : les pêcheurs construisent des petits barrages dans l'eau à l'aide des branchages, des mottes de terre ou du bois. De leur avis, lorsque ces barrages, qui peuvent rester pendant une dizaine de jours, constituent de véritables ouvrages pour empêcher aux poissons de s'éloigner de leur zone de pêche.

2.2.4. La préservation et la restauration des espèces végétales aquatiques : dans le marigot Ngandab, quelques herbes aquatiques sont de véritables abris pour les poissons et autres ressources halieutiques. Il s'agit des nénuphars et des branches des arbres situés en bordure du fleuve qui s'étendent sur l'eau y créant de l'ombre. Les pêcheurs s'ingénient de façon traditionnelle à la protection de ces espèces végétales à travers une politique locale de défense de les couper. Ce savoir traditionnel est porteur de deux vertus majeures notamment celle de l'amélioration des rendements de la pêche en dépit des conditions climatiques et celle de la sauvegarde des écosystèmes aquatiques.

2.2.5. La pose des « pièges à poissons » et la pêche en ligne : pour réaliser la pêche durant la saison sèche, les pêcheurs fabriquent et

posent des «pièges à poissons»). En effet, comme les pêcheurs le savent, sous quelques touffes d'herbes et d'espèces végétales, les poissons et les autres ressources halieutiques élisent domicile, ils construisent donc eux-mêmes des ouvrages avec ces mêmes espèces végétales qu'ils posent. Au bout de quelques jours, les poissons et ressources halieutiques viennent justement y élire domicile. Lorsqu'ils reviennent, les pêcheurs réalisent généralement une bonne pêche grâce aux «pièges» qu'ils ont posés. Entre la date de pose de pièges à poissons et le jour de leur lever, les pêcheurs optent pour la pêche en ligne (photo 2).



Photo 2 : Pêche à la ligne le long de Ngandab de la Sous-préfecture Bédi

Les berges de Ngandab sont en grande partie occupées par des plantes aquatiques. Cliché : Djangrang M., avril 2016

2.2.6. La construction des « chambres de capture » : à l'image des «pièges à poissons», les pêcheurs aménagent également sur l'eau des petits abris faits d'herbes au dessus des «chambres de capture» pour réaliser la pêche durant la saison sèche. Ces «chambres» attirent les poissons à cause de l'ombre qu'elles produisent et permettent d'améliorer les rendements de la pêche même si les conditions climatiques de la saison sèche ne sont généralement pas propices à une telle activité.



Photo 3 : chambre de capture

2.2.7. La délimitation des sites et la programmation des périodes de pêche : en vue d'éviter une pression intense sur certaines espèces de poissons et ressources halieutiques, l'autorité locale compétente qui assure la réglementation de la pêche à l'échelle communautaire appelée le «*Wah mann*» (littéralement, «chef de l'eau») délimite traditionnellement les zones de pêche et programme les activités de pêche sur les différents sites en fonction des périodes bien déterminées. Un tel savoir traditionnel s'avère utile pour la sauvegarde des ressources et des espèces dans un contexte de changements climatiques.

Les autres connaissances et technologies traditionnelles disponibles pour l'adaptation du secteur de la pêche aux changements climatiques sont, entre autres, la fabrication des nasses et le «goura», plus développée dans les communautés riveraines du Lac Tchad, l'utilisation de «taro» (photo 4) et de filet en polystyrène à maille très serrée, et la technologie de la construction des mangeoires pour les poissons.



Photo 4 : « Taro », nouveau engin de pêche à maille serrée
Clichés : Djangrang M., avril 2016

2.2.8. La diminution de la fréquence des pêches collectives : selon 53,73% des pêcheurs, le rendement de la pêche a considérablement baissé durant ces deux dernières décennies. 23,99% estiment que cela est lié à l'augmentation du nombre de pêcheurs occasionnels, 12,13% trouvent que c'est le fait que de nouveaux pêcheurs venus des Sous-préfectures voisines emploient des produits chimiques pour réaliser une pêche «déloyale à grande échelle » et 10,15% enfin estiment que c'est à cause de la colère des dieux qui ne reçoivent plus autant de sacrifices qu'ils ne le méritent de la part des pêcheurs. S'ils n'arrivent pas à se l'expliquer de manière rigoureuse, les pêcheurs développent des stratégies locales pour faire face à cette situation dont la principale est celle qui consiste à diminuer la fréquence des pêches collectives et à n'organiser finalement qu'une seule pêche collective par an.

Conclusion

La présente étude a montré la disponibilité d'un savoir traditionnel riche et diversifié au niveau des principaux moyens d'existence de la communauté de la Sous-préfecture de Bédi, susceptibles de contribuer efficacement à l'élaboration des stratégies locales d'adaptation aux changements climatiques. L'étude a aussi montré

que les pêcheurs de cette Sous-préfecture sont particulièrement vulnérables, non seulement du fait des sécheresses, mais aussi de l'assèchement progressif de l'un des marigots les plus poissonneux : Ngandab en lien avec des fortes températures. En conséquence, le potentiel halieutique de Ngandab ne motive guère le déplacement et l'installation des pêcheurs professionnels, mais plutôt des pêcheurs occasionnels qui intensifient une activité de pêche de moins en moins contrôlée par le chef de l'eau et les agents des eaux et forêts de l'Etat. Les techniques actuellement mises en place pour augmenter la captures démontrent le savoir-faire traditionnel d'adaptation des pêcheurs face aux risques de changement climatique.

Les recherches menées ont permis de faire la lumière sur la disponibilité de 8 stratégies, connaissances, technologies, règles et lois traditionnelles connues et appliquées par les populations locales dans le secteur de la pêche pour faire face aux variations et à la variabilité climatiques. Le répertoire du savoir traditionnel disponible ainsi dressé apporte la preuve que les populations rurales sont dépositaires d'une «autre science du climat» dont les acquis doivent être nécessairement associés à l'expertise scientifique pour développer des réponses appropriées contre les changements climatiques.

Références bibliographiques

Albergel J., 1987. Sécheresse, désertification et ressources en eau de surface. Application aux petits bassins du Burkina Faso. *Symposium AISH* n° 168, Vancouver: 355-365.

Andigué J., 1999. Mise en place d'un système d'information géographique comme base d'une stratégie pour une meilleure gestion des espaces ruraux : cas du Sous-préfecture Bongor rural au sud-ouest du Tchad. Thèse de doctorat de géographie, Université de Paris I, 761p.

Baohoutou L., 2010. Communication au Forum pour le développement de la Nya- Pende, 2010, 27 – 29 décembre 2010, 12 p ;

Biemi J., 1992. Contribution à l'étude géologique, hydrogéologique et par télédétection des bassins versants subsahariens du socle précambrien d'Afrique de l'Ouest : Hydrostructurale, hydrodynamique, hydrochimique et isotopie des aquifères discontinus de sillons et aire granitique de la Haute Marahoué (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat ès Sc. Nat., Université de Cocody, Côte d'Ivoire, 479 p.

Brun, M., 2006. Menaces sur la Planète. Article en ligne.

FAO, 1981. Arid Zone Hydrology, FAO Irrigation and Drainage, paper n°37, 271 p. + 96 p. (annexes), Rome.

Girard G. et Rodier J. A., 1979. Application de modèles mathématiques déterministes à l'étude des crues et de l'écoulement annuel en zone sahélienne. AISH, Canberra, Publication n° 128 : 65-78.

Hyvarinen, 2003. Trends and Characteristics of Hydrological Times Series in Finland. Nordic Hydrology 34:71-90

Jacques H.A. Sircoulon, 1987. Variation des débits des cours d'eau et des niveaux des lacs en Afrique de l'ouest depuis le début du 20ème siècle. The Influence of Climate Change and Climatic Variability on the Hydrologic Regime and Water Resources (Proceedings of the Vancouver Symposium, August 1987). IAHS Publ. no. 168, 1987.

Madjadingar Téblé Wolwaï et al., 2012. Péjorations climatiques et évolution des galeries forestières dans les Départements de Kouh au Tchad, 2012, Annales de l'Université de N'Gaoundéré au Cameroun

Milly P. C. D, Dunne K. A, Vecchia A. V., 2005. Global pattern of trends in stream flow and water availability in a changing climate. Nature 438: 347-350

Moupeng B., 2006. Le Lac Fitri : dynamique du système hydrographique quaternaire et actuel (Sahel tchadien). Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille I, 176p

Nicholson, S. E., 1985. Subsaharan rainfall 1981-84.1. *Clim. Appl. Met.* 24, p.1388-1399.

Paturel, J. E., Servat, E., Kouame, B., Boyer, I. F., Lubes, H. & Masson, I. M. 1995. Manifestations de la sécheresse en Afrique de l'ouest non sahélienne. Cas de la Cote d'Ivoire, du Togo et du Bénin. *Sécheresse* 6(1)

Savané I., Coulibaly K. M., Gioan P., 2001. Variabilité climatique et ressources en eaux souterraines dans la région semi-montagneuse de Man. *Sécheresse*, vol. 12, n° 4, p. 231-237.

Walter, M. T., D. S. Wilks, J. Y. Parlange, and R. L. Schneider, 2004: Increasing evapotranspiration from the conterminous United States. *J. Hydrometeor.*, 5, 405–408

Yamingué B., 2009. Utilisation du savoir traditionnel pour l'adaptation aux changements climatiques en zone sahélienne du Tchad. Rapport technique, International Start, Secrétariat, 39 p.