

Perceptions de la Variabilité Hydro-Climatique et Stratégies d'Adaptation Développées par les Agriculteurs et Eleveurs Bovins des sous Bassins Versants de la Mékrou et de l'Alibori

Sabi. TASSIGUI SIO^{1&2} ; ABDOULAYE Djafarou² ; Gui Y. OROU YOROU BASSE¹ ; Janvier. GUEDENON¹ ; Arsène J. S. AKOGBONGBE² ; Gervais. A. ATCHADE²

Département de Géographie et Aménagement du Territoire/Fashs/UAC

¹Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole (LaGREA /FASHS/UAC/Bénin.) Université d'Abomey-Calavi,

²Laboratoire Pierre Pagney Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi, 03 BP 1122, Cotonou, Bénin.



Résumé – Les changements climatiques sévissent à l'échelle planétaire et viennent s'ajouter aux nombreux défis auxquels doit déjà faire face l'agriculture pluviale. La présente étude est une contribution à une meilleure compréhension des perceptions de la variabilité hydroclimatique et les stratégies d'adaptation développées par les agriculteurs et éleveurs bovin des sous bassin versants de la Mékrou et de l'Alibori.

Pour atteindre cet objectif, des méthodes d'analyse statistique et des graphiques ont été utilisées pour le traitement, l'analyse et l'interprétation des données sur la période 1960 à 2018. Le travail de terrain mené auprès des producteurs s'est voulu du type quantitatif et qualitatif. 15 villages ont été choisis. Les enquêtes de terrain sont déroulées à l'aide d'un questionnaire structuré à raison de 15 agriculteurs et 15 éleveurs bovin par communes. Un modèle conceptuel (*scénario fiction*) a permis de réfléchir sur stratégies d'adaptation possibles d'un agriculteur ou éleveur en cas de situations problématiques.

Les résultats montrent que le climat a connu de fortes fluctuations interannuelles avec une succession de périodes sèches et humides. L'évolution entre 1960 et 2018 se caractérise par une tendance à la baisse, même si les précipitations ont varié en intensité et en étendue suivant les années. Le test de Pettitt a permis de détecter une rupture de stationnarité dans la série pluviométrique régionalisée en 1972. Sur la série hydrométrique les ruptures ont été détectées respectivement 1970 et 2006 (Mékrou à Kompongou) et en 1970 et 1993 (Alibori à Yakin). Il est noté une baisse remarquable des débits au cours de la décennie 1980-1990. Cette tendance persiste malgré un retour à de meilleures conditions de précipitations à partir des années 1990. Les effets majeurs de ce phénomène sur le quotidien des agriculteurs et éleveurs bovin sont entre autres le manque de fourrage (61 %), l'exaspération de la pauvreté (53 %), les conflits et migrations accrus (48 %), la baisse de rendement et de motivation (45 %), la rupture de la solidarité (22 %) etc. Pour faire face à tous ces impacts, les agriculteurs et éleveurs bovins développent des stratégies telles que : choix variétal, semis tardif/précoce, modification du calendrier agricole et système culturaux, diversification/association de culture, mécanisation, usage des fertilisants organiques et chimiques etc.

Mots clés – adaptation, agriculteurs, éleveurs bovins, Mékrou-Alibori, variabilité.

Abstract – The climatic changes rage on a global scale and come to be added to the numerous challenges to which must make face already the pluvial agriculture. The present survey is a contribution to a better understanding of the perceptions of the variability hydroclimatique and the strategies of adaptation developed by the agriculturists and breeders bovine of the coins pouring basin of the Mékrou and the Alibori.

To reach this objective, methods of statistical analysis and diagrams have been used for the treatment, the analysis and the interpretation of the data on the period 1960 to 2018. The work of land led by the producers wanted to be of the quantitative and qualitative type. 15 villages have been chosen. The investigations of land are unwound with the help of a questionnaire structured at the rate of 15 agriculturists and 15 breeders bovine by townships. A conceptual model (script fiction) permitted to think on strategies of adaptation possible of an agriculturist or breeder in case of problematic situations.

The results show that the climate knew strong fluctuations interannuelles with a succession of dry and humid periods. The evolution between 1960 and 2018 is characterized by a tendency to the decrease, even though the precipitations varied in intensity and in extent following the years. The test of Pettitt permitted to detect a rupture of stationnarité in the set pluviométrique regionalized in 1972. On the set hydrométrique the ruptures have been detected 1970 and 2006 respectively (Mékrou in Kompongou) and in 1970 and 1993 (Alibori in Yakin). He/it is noted a decrease remarkable of the debits during the decade 1980-1990. This tendency persists in spite of a return to better conditions of precipitations from the years 1990. The major effects of this phenomenon on the daily of the agriculturists and breeders bovine are among others the lack of fodder (61%), the exasperation of poverty (53%), the conflicts and migrations increased (48%), the decrease of output and incentive (45%), the rupture of solidarity (22%) etc. some strategies develop to face all these impacts, the agriculturists and bovine breeders as: choice variétal, seedling tardif/précoce, modification of the agricultural calendar and system culturaux, diversification/association of culture, mechanization, use of the fertilizing organic and chemical etc.

Keywords – Adaptation, Agriculturists, Bovine Breeders, Mékrou-Alibori, Variability.

I. INTRODUCTION

Depuis le début des années 70, il est observé de grandes transformations du régime des précipitations en Afrique de l'ouest. Cette situation a eu des répercussions sur les ressources en eau superficielle et souterraine, et les productions qui en dépendent (Olivry, 1993, p.187) Selon la Banque Mondiale (2008, p.241.), cinq grands facteurs influenceront la productivité agricole : les changements de température, les précipitations, la fertilisation carbonique, la variabilité des conditions climatiques et l'écoulement des eaux de surface. Ainsi, la baisse des rendements des cultures vivrières a entraîné, certaines années, des pénuries alimentaires (Vissin, 2007, p.3). Dans plusieurs pays d'Afrique, les cultures d'exportation qui étaient rentables avant 1970, ne l'ont bien souvent plus été après. Les cas de l'arachide au Niger et du palmier à huile au Bénin sont exemplaires, même si, là aussi, d'autres éléments de la conjoncture ont joué.

Dans ce contexte continental, le Bénin a connu une récession pluviométrique aux ampleurs parfois très accusées doublée d'une augmentation significative du nombre d'années sèches (Allé et al., 2013, p.13). Le déficit hydrique observé ces dernières décennies dans les exploitations agricoles du Bénin central et septentrional, résulterait de la précocité de la fin de la saison des pluies qui se traduit par une incidence négative sur la productivité agricole.

Dans ce contexte national, les sous bassin versants de la Mékrou et de l'Alibori, où la quasi-totalité de la population a une économie fondée sur le secteur primaire, en particulier sur l'agriculture pluviale, apparaît comme une région

particulièrement sensible. Ces sous bassins versants, alimentent environ 1 223 480 habitants (INSAE, 2013), soit environ 12.22 % de la population béninoise et couvre dix communes sur les soixante-dix-sept (12 %). Le diagnostic fait sur les effets de la variabilité hydro-climatique de cette région, montre que la sécheresse, les pluies tardives et violentes, les inondations etc. y demeurent les risques hydro-climatiques majeurs (Dimon R. 2008 ; Baco et al., 2012 ; Koumassi H. 2014). Dans ce contexte contraignant et du fait de leurs contraintes/limites, la plupart des stratégies d'adaptation, ne permettent pas aux agriculteurs et éleveurs bovins de riposter convenablement et durablement aux effets négatifs de la variabilité hydro-climatiques sur l'agriculture. Cette étude vise en un premier temps à caractériser les perceptions et les stratégies d'adaptation développées par les agriculteurs et éleveurs bovins des sous bassin versants de la Mékrou et de l'Alibori.

1. Présentation de la zone de la recherche

Les sous bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori se situent à l'extrême nord du Bénin (figure 1). Il couvre une superficie d'environ 24430 km², soit 21,29 % de la superficie totale du Bénin (114763 km²). Situé entre les latitudes 10°02' et 12°30' nord et les longitudes 1°33' et 3°17' est. Il regroupe les sous bassins de la Mékrou et de l'Alibori, et est orienté en général SSW-NNE comme l'indique la figure 1.

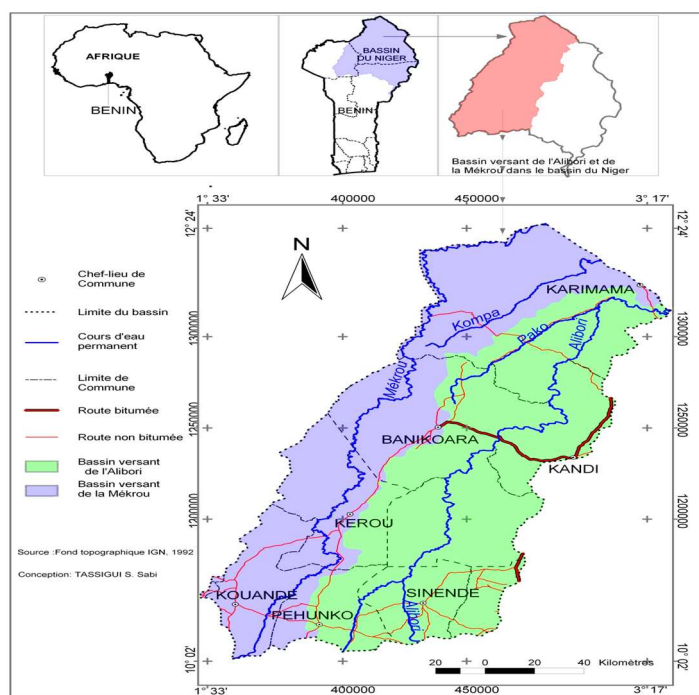


Figure 1 : Situation géographique des sous bassins de la Mékrou et de l'Alibori

Source : LABEE, FASHS, UAC, 2019

De l'observation de cette figure 1 il est constaté que les sous bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori s'étendent sur dix communes : Kérou, Pehunco, Kouandé, Banikoara, Gogounou, Kandi, Karimama, Malanville, Bembéréké et Sinendé. Le climat de la région est un climat tropical de type soudano-sahélien caractérisé par deux saisons bien tranchées : une saison sèche (novembre-avril) et une saison des pluies ou hivernage (mai-octobre). Les températures moyennes mensuelles variant de 16,1° à 38,7°C (Vissin W. E. 2007, p.167; Baco M.N. et al., 2012, p.32). Le réseau hydrographique est très peu dense sauf la partie amont constituée de plusieurs cours d'eau à régime d'écoulement variable, le long desquels se développent des forêts galeries.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Collecte des données climatiques et socioculturelles

La caractérisation des perceptions et stratégies d'adaptation à la variabilité hydro-climatique nécessitent l'usage de deux types de données : des données primaires obtenues auprès des populations par des méthodes participatives impliquant des « focus groups » et des enquêtes ménages d'une part ; des données secondaires notamment météorologiques pour servir à une comparaison d'autre part. Notre étude a donc adopté cette démarche. En effet, les données climatiques relatives à la hauteur de pluie, la température moyenne, l'humidité relative, l'insolation et le

nombre annuel de jours de pluie ont été analysées de 1960 à 2018 pour 20 stations géographiquement réparties dans l'ensemble des deux sous bassins versant (données fournies par Météo Bénin, 2018).

2.2. Enquêtes de ménages

Elle a consisté en une interview individuelle avec une liste de questions et a permis d'évaluer les taux de perceptions (niveau de perception ou nombre de fois où l'indicateur a été cité ou encore fréquence des réponses positives) des indicateurs des manifestations des changements et d'ajustement des pratiques développées par l'agriculteur ou l'éleveur bovin. L'enquête formelle s'est déroulée à domicile et dans les champs selon la disponibilité de l'enquête. Les interviews ont été réalisées en septembre 2019 et en octobre-novembre 2019. Toutefois il n'a pas été possible d'avoir la même personne présélectionnée lors de l'enquête informelle au cours du deuxième passage pour plusieurs raisons (absence, voyage, santé etc.). Ainsi, dans chaque village d'enquête, y compris les hameaux, un échantillon de concessions (ou carrés) qui sont les unités collectives d'habitat a été choisi sur la base des suggestions de personnes ressources dans le village ou en concertation avec le chef du hameau, du fait de sa bonne connaissance des familles pratiquant l'agriculture et l'élevage bovin. Inscrit dans l'espace, le carré regroupe les membres d'une famille plus ou moins vaste sous la direction du plus ancien : le chef de famille (Bouquillion-Vaugelade et al., 1972, p.358). Dans chaque concession, un ménage est choisi. Le choix des personnes enquêtées dans le ménage s'est référé à l'âge, au sexe et à l'implication dans les activités agricoles ou pastorales. Ainsi le chef de ménage (homme ou femme), le chef d'exploitation ou une personne s'activant dans le domaine agricole (d'une manière générale l'aîné) étaient privilégiés. Les services techniques déconcentrés de l'État, notamment les agents des DDAEP et ATDA et les autorités municipales des communes concernées ont été également ciblés. La méthode d'échantillonnage utilisée est une méthode raisonnée (Méthode des quotas). La liste des villages choisis dans les dix (10) communes a servi de base de sondage pour les unités primaires (campements, hameaux et villages), et des unités secondaires constituées de foyers d'agriculteurs et d'éleveurs bovin. Les producteurs privilégiés sont des chefs d'exploitation (CE) ayant au moins 40 ans d'âge. Cette barrière d'âge s'explique par le souci de remonter à 30 ans en arrière pour analyser les faits liés à la variabilité hydro-climatiques dans leur terroir. Au total 300 personnes ont été individuellement enquêtées dans 23 localités des sous-bassins versants de la Mékrou et de

l'Alibori. Les enquêtes sont déroulées à l'aide d'un questionnaire structuré à raison de 15 agriculteurs et 15 éleveurs bovin par communes. En plus, deux (02) "Focus group" ont été réalisés par village d'enquête : 10 agriculteurs

et 10 éleveurs bovins réunis séparément pour des entretiens collectifs. La planche 2 présente quelque image des focus group réalisés à Sombouan II (Bembèrèkè), à Sonsoro (Kandi).



Planche 1 : focus group tenus à Sombouan II (photo 1) et à Sonsoro (photo 2)
Prise de vue : OUOBA Bassirou 2018

Par ailleurs l’observation participante a permis de vivre les réalités des localités parcourues et a également favorisé la confrontation des pratiques avec les discours, le vécu avec les déclarations des personnes interrogées.

Les techniques utilisées sont essentiellement basées sur des approches agro-climatologiques et socio-anthropologiques, l’interview et l’observation directe du terrain à l’aide d’une grille d’observation.

2.3. Traitement des données et analyse des résultats

Il est également important de rappeler que pour le traitement des données et la réalisation de certaines cartes, les logiciels suivants : Map-info, Excel, Arc view, R-3.5.3 et SPSS 21 ont été utilisés ou combinés. Un modèle conceptuel (*scénario fiction*) a été utilisé pour l’analyse résultats.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Indicateurs de la variabilité interannuelle des pluies, des températures et débits

Dans les sous-bassins versants de la Mékrou et de l’Alibori, la pluviométrie et la température sont marquée par des fluctuations interannuelles très remarquables avec une succession de périodes sèches et de périodes humides pour les précipitations. Les segmentations ont été obtenues au niveau de signification 0,05 du test de Scheffé comme l’indique le tableau III. L’analyse statistique met en évidence une tendance à la hausse dans les températures avec deux rupture en 1978 et en 2004 (Tableau III).

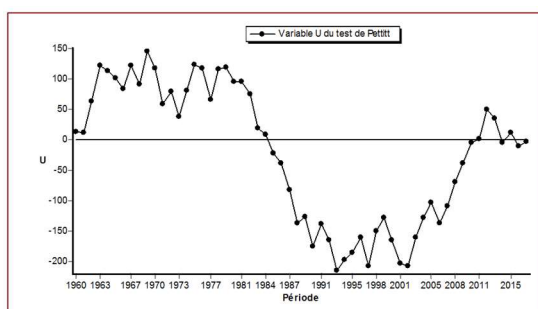


Figure 3: Rupture de stationnarité par test de Pettit dans les séries pluviométriques régionalisées des sous bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori (1960 à 2018)
Source : Traitement de données Météo-Bénin, juillet 2019

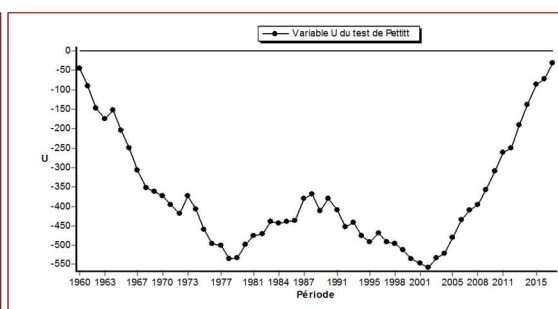


Figure 2: Rupture de stationnarité par test de Pettit dans la série des températures à Kandi (1960 à 2018)
Source : Traitement de données Météo-Bénin, juillet 2019

Tableau I : Niveau de signification du test de Scheffé 1%.

Précipitation				Température			
Début	Fin	Moyenne	Ecart type	Début	Fin	Moyenne	Ecart type

1960	1972	1425,983	275,809
1973	2018	1035,910	86,562

1960	1978	34,116	0,403
1979	2004	34,546	0,387
2005	2018	35,086	0,291

Source : Traitement de données Météo-Bénin, 2019

Dans l'ensemble du complexe Mékrou-Alibori, il est défini une période humide entre 1960 et 1972 avec une moyenne interannuelle de 1425,983 mm et un écart-type de 275,809 mm (tableau VIII). Une période sèche est observée de 1973 à 2018, avec une moyenne interannuelle de 1035,910 mm et un écart-type de 86,562 mm, comportant une période de sécheresse très marquée entre 1981 et 1983.

Au niveau des températures, l'étude menée à la station de Kandi a permis d'observer plusieurs tendances (figure 4). D'abord, une période humide entre 1960 et 197 caractérisée par une moyenne interannuelle de 34,116 °C et un écart-type de 0,403 °C est mise en évidence. Elle est succédée par une période normale allant de 1979 à 2004, avec une pluviométrie moyenne de 34,546 °C et un écart-type de 0,387 °C. La dernière phase est caractérisée par une période chaude allant de 2005 à 2018 avec une pluviométrie moyenne de 35,086 °C

et un écart-type de 0,291 °C. L'analyse temporelle au complexe Mékrou-Alibori montre pour données régionalisées que les années 1980 connaissent les baisses les plus marquées des précipitations. Toutefois, dans l'ensemble les sous-bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori ont connu une légère reprise de leur pluviométrie annuelle au cours des deux dernières décennies, même si celle-ci a varié en intensité dans l'espace et dans le temps.

Les résultats de l'application des tests non paramétriques sur les séries hydrométriques montrent que l'ensemble des débits annuels analysés présente des ruptures. Ces ruptures très significatives ont été identifiées au seuil de confiance variant entre 95 % et 99 % par le test de Pettitt. Les dates de rupture détectées sont essentiellement en 1970 (tableau III et figure 5a, b).

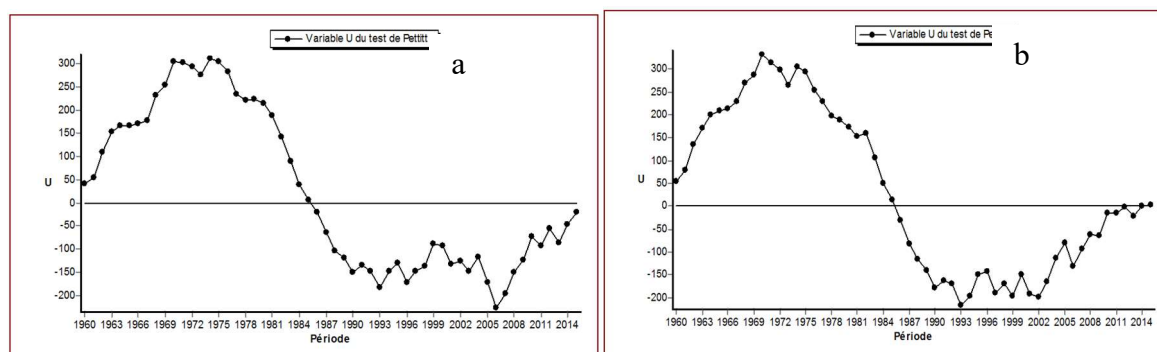


Figure 4: Ruptures identifiées par le test de Pettitt au niveau des sous-bassins versants de la Mékrou (figure a) et de l'Alibori (figure b)

Source : Traitement de données DG-eau, 2019

Tableau II: Résultats des tests de rupture appliqués aux données de débits annuels (1960 2018)

Station	Début	Fin	Moyenne	Ecart type
Mékrou	1960	1970	146,036	46,058
	1971	2006	73,950	43,485
	2007	2016	130,380	43,917
Alibori	1960	1970	127,227	35,399
	1971	1993	65,274	25,397
	1994	2016	101,422	38,180

Source : Traitement de données Météo-Bénin, 2019

L'analyse des indices hydrométriques annuels des cours d'eau met en évidence une forte diminution de l'hydraulicité

des sous-bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori, depuis les années 1970 (figure 6 a et b). Ces résultats confirment

ceux obtenus à partir des tests de rupture (test de Pettitt et procédure de segmentation). En effet, depuis le début des années 1970, les modules des différents cours d'eau sont

inférieurs à la moyenne générale. L'effondrement des débits des cours d'eau a atteint son paroxysme au cours de la sécheresse de 1982-1983.

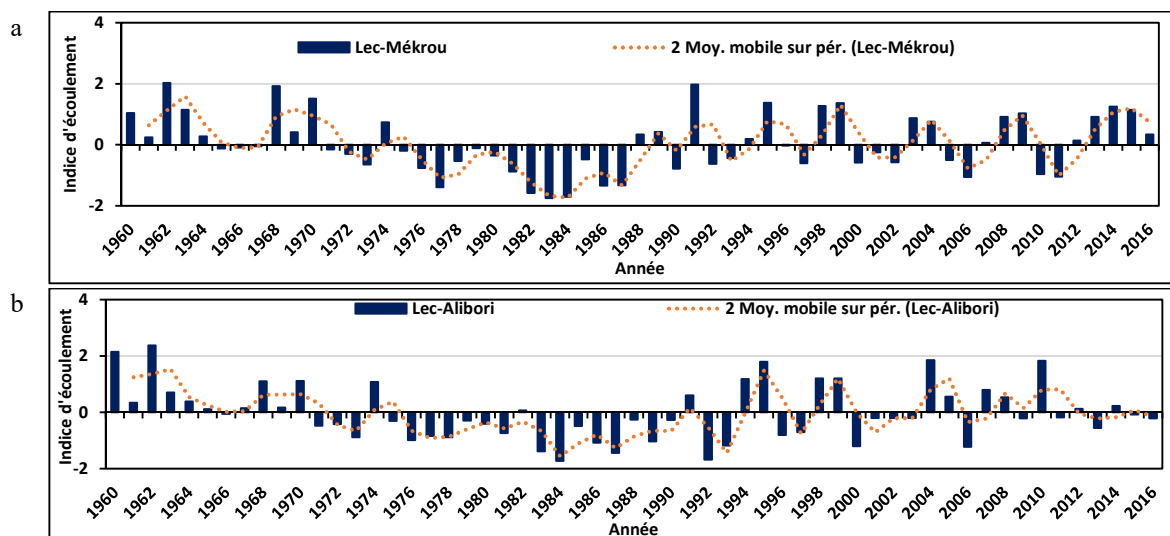


Figure 5 : Évolution des indices centrés réduits des débits annuels sur les rivières Mékrou et Alibori (1960-2018): station de Kompongou (a) ; b- station de Yankin

Source : Traitement de données DG-eau, 2019

L'analyse de la variabilité interannuelle des séries débits de la Mékrou à Kompongou et de l'Alibori à Yankin, a permis de noter qu'au niveau des stations l'écoulement est important au cours des années 1960 caractérisée par les crues de 1960, 1962, 1967 et 1969 (figure 6 a et b). Il connaît une baisse au cours de la période 1970 -1987 où sont observées des années de grands déficits d'écoulement comme 1976, 1983, 1984, 1987. Cette tendance persistante correspond à la phase de récession pluviométrique (décennie 1970 et 1980), malgré un retour à de meilleures conditions de précipitations vers la fin des années 1980. Cependant les années 2000 marquent la phase effective de reprise de l'écoulement. Les inondations observées pendant les dernières décennies dans la région, illustrent bien la situation. Au regard des indices hydrométriques négatifs observés, contrairement aux

périodes de 1960-1972 et 2000-2015, celle de 1973-1999 sont globalement déficitaires sur l'ensemble des sous-bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori. Ils connaissent une baisse au cours de la période 1970 -1987 où sont observées des années de grands déficits d'écoulement comme 1976, 1983, 1984, 1987. Cette tendance persistante correspond à la phase de récession pluviométrique (décennie 1970 et 1980), malgré un retour à de meilleures conditions de précipitations vers la fin des années 1980.

Les mois des saisons pluvieuses ont été séparés de ceux des saisons sèches, afin de mieux percevoir les variations de 1960 à 2018. Pendant cette période, presque tous les mois de l'année connaissent un changement de leur pluviométrie depuis la décennie 1970 (figure 7).

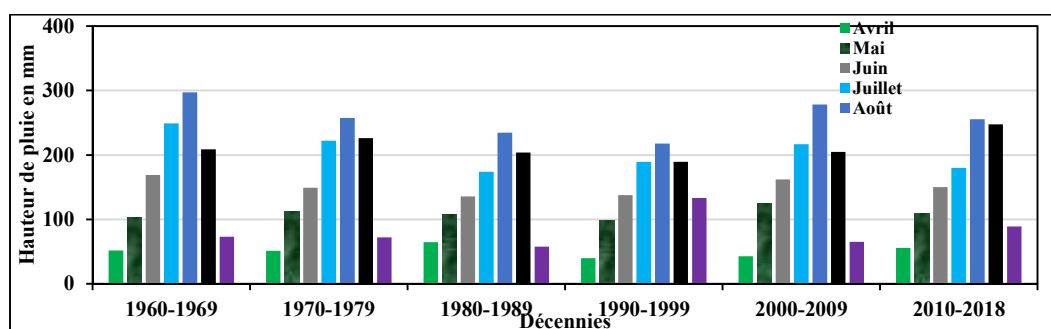


Figure 6 : Variations mensuelles des précipitations (1960-2018) : a- au cours de la saison pluvieuse ; b- au cours de la saison sèche

Source : Traitement de données Météo-Bénin, 2019

La décennie 1960-1969 a été la plus humide pour l'ensemble des stations d'étude. Les décennies 1970, 1980 et 1990 ont été déficitaires par rapport à la période de référence (1960-2018) sur l'ensemble des sous bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori. Une baisse plus forte de la pluviométrie est mise en évidence en septembre et octobre à l'exception de la dernière décennie (2010-2018). La réduction généralisée de la pluviométrie mensuelle et en particulier pendant les mois de transition est mise en évidence. En effet, la saison sèche peut aller au-delà des mois habituellement secs. Ce qui engendre d'une part la réduction de la saison pluvieuse et le prolongement de la saison sèche

et d'autres part un début tardif et un arrêt précoce de la saison des pluies. Cette variabilité saisonnière de la pluviométrie a, bien entendu, des conséquences importantes sur les cultures pluviales et l'élevage des bovins.

3.2. Principaux indicateurs des manifestations de la variabilité hydro-climatique perçus par les agriculteurs et éleveurs bovins

Les questions ont porté sur la perception des indicateurs des manifestations/conséquences de la variabilité hydro-climatique. Le tableau I présente les perceptions des communautés locales des effets de l'évolution des climats.

Tableau III: Synthèse sur les perceptions paysannes des manifestations/ conséquences de la variabilité hydro-climatiques.

risques climatiques enregistrés	Manifestations/ conséquences de la variabilité hydro-climatiques.
Démarrage tardif et/ou mauvaise répartition des pluies	L'arrivée tardive des pluies associées à leur fin précoce ont occasionné un rétrécissement de la saison pluvieuse : « <i>Avant, dans les années 1970 voire 1980, on n'avait 5 à 6 mois de pluies mais maintenant, on n'a que 3 à 4 mois</i> ». Selon 67 % des enquêtés, les cultures locales généralement ayant un long cycle ne tiennent plus ceci conduit à l'invasion des zones humides tels que les bas-fonds et la culture des berges. 83,1% des enquêtés sur le fait que les pluies s'installent actuellement dans la deuxième décennie du mois de mai au lieu d'avril. « <i>Auparavant, lorsque nous constatons le matin que le ciel est nuageux, nous étions sûrs qu'il allait pleuvoir dans la journée</i> ».
Diminution des hauteurs pluviométriques	Ces quinze (15) dernières années, les hauteurs pluviométriques sont en baisse comparativement aux quinze (15) années précédentes selon 79,6% des enquêtés. Pour ces derniers, les pluies baissent au fil des ans et les cours, plans et points d'eau connaissent un retard d'entrée d'eau chaque année.
Diminution du nombre de jours de pluies	Pour 81,4% des enquêtés, le nombre de jours de pluies a baissé au cours des quinze (15) dernières années comparativement aux quinze précédentes. Les pluies se concentrent sur un temps court et du coup, les cultures ne tirent pas profit de toutes les quantités d'eau tombées au cours de la saison pluvieuse.
Poches de sécheresse plus nombreuses et persistance de la sécheresse	Les périodes où sont souvent observées ces poches de sécheresse sont mai-juin, juillet et fin septembre selon les dires des paysans. D'après 87 % des populations note la concentration de la pluie sur courte période et une rupture précoce ou tardive de plus en plus nombreuses ces quinze (15) dernières années. 99 % des interviewés estime que les pluies avortées traduisent en partie cette irrégularité et ont induit des pertes de récolte. « <i>Il manque souvent deux à trois pluies bien réparties dans le temps pour permettre aux cultures pluviales de boucler leur cycle</i> » Pour 91,7 % des enquêtés, la sécheresse s'étend sur une période plus longue allant de octobre à avril au lieu de novembre à avril.
Occurrence des vents violents	L'apparition des grands vents est un phénomène nouveau pour les populations locales. Lorsqu'on remonte à trente (30) ans en arrière, les vents violents étaient observés en début de la saison pluvieuse et on en comptait en moyenne que deux, causant le décoiffement des toitures des maisons ; mais ces quinze (15) dernières années les vents violents sont enregistrés à la fois en début et fin de la saison pluvieuse (67,8 % des enquêtés). Selon 87,8 % des personnes enquêtées, les vents sont devenus plus violents et plus fréquents. Ils se manifestent sous forme de tornades pendant la saison des pluies et provoquent d'importants dégâts sur les habitations et les cultures.

Chaleur excessive	Les temps sont devenus de plus en plus chauds selon 88,3 % des enquêtés, et même sous les arbres la chaleur est insupportable. Les fortes températures des mois de mars, avril et mai influencent la préparation des champs (épandage de la fumure organique, ramassage des moellons pour la réalisation des cordons pierreux, réalisation des trous de <i>zai</i>, etc.). Le flétrissement des plantes cultivées dans les champs est exhibé par les paysans (81,3 %) comme entre autre la conséquence d'une forte et persistante chaleur au cours de la campagne agricole. Pour eux, les temps nuageux ont baissé au détriment des temps très ensoleillés. <i>Le tarissement précoce des retenues d'eau est en partie lié aux hausses de températures qui provoquent leur évaporation.</i>
Tarissement précoce	La raréfaction des ressources en eau se fait beaucoup sentir quelques mois après l'arrêt des dernières pluies (73,8 % des enquêtés). L'ensablement et disparition des plans et points d'eau ou ressources stagnantes, Dégradation des terres, l'augmentation des inondations, surpâturage et conflits et migrations accrus (69,3 %).

Source : Enquête de terrain (septembre-octobre, 2019)

Il ressort de ce tableau que les paysans perçoivent les indicateurs locaux liés aux manifestations et les conséquences de la variabilité hydro-climatiques :

- ✓ retard des pluies, il a été identifié un décalage de la campagne qui se traduit par une modification du calendrier agricole.
- ✓ mauvaises répartitions des pluies et aux nombreuses poches de sécheresse au cours de la saison pluvieuse. Il provoque le flétrissement des cultures et des pertes occasionnées par le manque d'eau ou le jaunissement des plants suite à un excès d'eau sur un temps court. Par ailleurs, le tarissement précoce des mares et cours au fil des années

pour les paysans est un indicateur de persistance de la sécheresse.

- ✓ En ce qui concerne les températures et l'ensoleillement, la forte chaleur ressentie même sous l'arbre. L'intensité des rayons solaires et leur durée sont des indicateurs respectifs de la chaleur excessive et de l'intensité de l'ensoleillement. La quasi-totalité de la population (93,8 %) rapporte que les vents violents sont plus fréquents à l'approche de la saison des pluies et de plus en plus fréquents suivis d'avortement des pluies et peuvent persister plusieurs jours. La figure 8 présente les perceptions des effets de la variabilité hydro-climatique sur le quotidien des agriculteurs et éleveurs bovins.

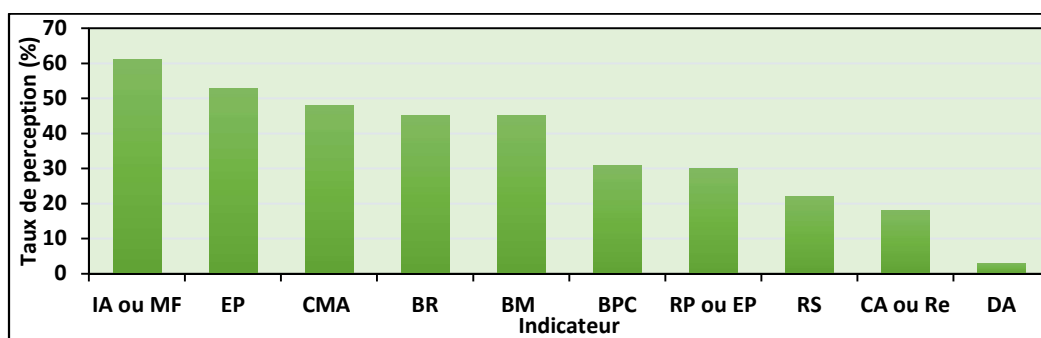


Figure 7: Perceptions des effets de la variabilité hydro-climatique sur le quotidien des agriculteurs et éleveurs bovin

Légende : IA ou MF Insécurité alimentaire ou manque de fourrage, EP : Exaspération de la pauvreté, CMA : Conflits et migrations accrus, BPC : Baisse de la productivité du cheptel, BR : Baisse de rendement, BM : Baisse de motivation, RP ou EP : Recherche de prêt ou endettement des producteurs, RS : Rupture de la solidarité, CA ou Re : Changement d'activité ou reconversion, DA : Demande d'assistance pour couvrir l'année.

Source : enquête de terrain 2019

De l'observation de la figure 8 il est à retenir que des effets majeurs de la variabilité hydro- De l'observation cette figure, il est à retenir que des effets majeurs de la variabilité

hydro-climatique sur le quotidien des agriculteurs et éleveurs bovin sont entre autres l'insécurité alimentaire ou manque de fourrage (61 %), l'exaspération de la pauvreté (53 %), les

conflits et migrations accrus (48 %), la baisse de rendement et de motivation (45 %), le changement d'activité ou reconversion (18 %), la rupture de la solidarité (22 %) etc.

L'affaiblissement et amaigrissement des animaux (82,4 %) sont les principaux indicateurs d'impacts sur les troupeaux bovins de la zone d'étude. Devant la dégradation continue de leurs conditions de vie dans le contexte actuel de variabilité hydro-climatique, les agriculteurs et éleveurs bovin ont développé diverses stratégies d'adaptation.

3.2.1. Stratégies/pratiques d'adaptations développées par agriculteurs et éleveurs bovins

Les stratégies d'adaptation aux effets de la variabilité hydro-climatique répertoriées au niveau des agriculteurs sont diverses. Il s'agit principalement des adaptations réalisées dans la conduite des cultures et des troupeaux bovins, l'utilisation et la gestion des sols. La figure 9 présente les éléments de l'itinéraire technique ayant fait l'objet d'adaptation des pratiques.

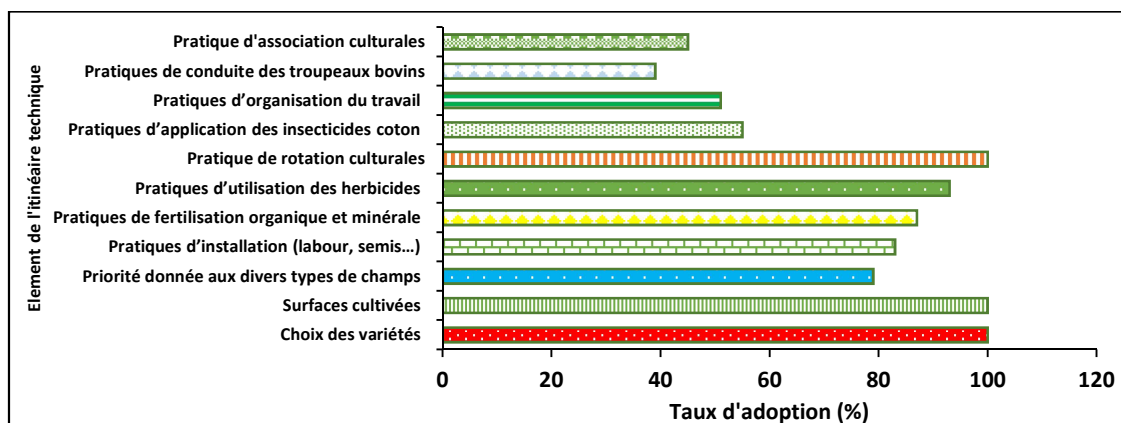


Figure 8 : éléments de l'itinéraire technique ayant fait l'objet des pratiques d'adaptation.

Source : enquête de terrain 2019

L'observation de la figure 9 montre que face au dérèglement de la saison des pluies, les agriculteurs sont sans cesse contraints de procéder à des ajustements des éléments de l'itinéraire technique pour parvenir à une installation un tant soit peu satisfaisante des cultures ce qui les conduit à mobiliser une gamme de techniques : d'association culturale, des modalités d'application des pesticides ou herbicides, modification des surfaces cultivées et des dates de semis, de révision du choix des variétés de cultures, de restauration de la fertilité des sols.

3.2.2. Adaptations réalisées dans la conduite des cultures

Les adaptations réalisées dans la conduite des cultures sont diverses et variées. Comme adaptations réalisées dans la conduite des cultures il faut retenir : les stratégies de diversification des cultures et l'ajustement des pratiques culturales tels que l'abandon des variétés de cultures (73 %), l'adoption de nouvelles cultures (97 %), le déplacement des cultures vers les unités de paysage de moyenne ou de bas de pente (67 %), les modifications des emblavures (100 %), les modifications de date et ordre de semis (61 %), les semis multiples (43 %), les semis échelonnés (70 %) et les semis répétés (51 %) (figure 10).

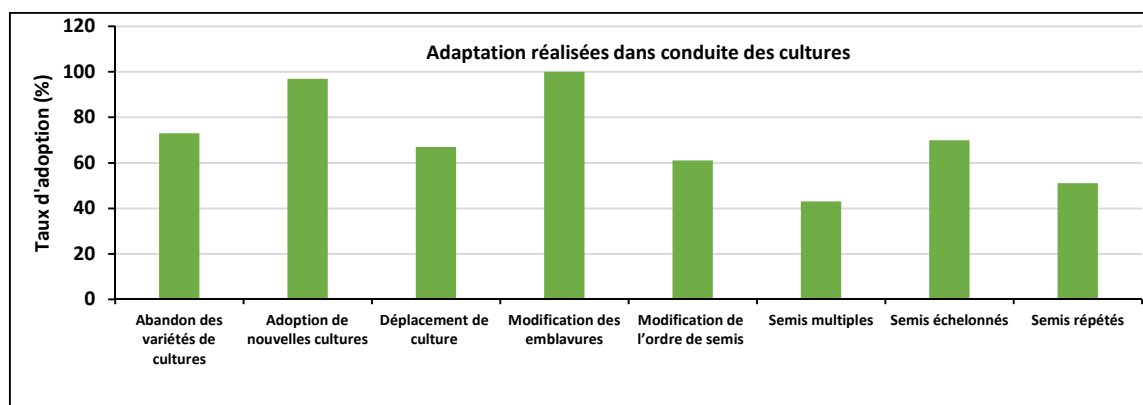


Figure 9: stratégies de diversification des cultures et l'ajustement des pratiques culturales

Source : enquête de terrain 2019

De l'observation de la figure 10, l'ajustement des pratiques culturales s'opère notamment par l'abandon/adoption de nouvelles cultures ou nouvelles variétés de culture, le déplacement des cultures d'une unité de paysage à une autre, la modification des emblavures et les changements d'itinéraires techniques.

Il y a essentiellement deux types de mesures développées par les producteurs dans la gestion du sol : stratégies d'exploitation des terres agricoles et les mesures de restauration de la fertilité des sols. Pour mieux apprécier la mise en œuvre des pratiques inventoriées, ces derniers ont été caractérisés (tableau IV).

3.2.3. Adaptations réalisées dans la gestion des sols

Tableau IV: Classification par catégories des pratiques de restauration des sols dans les sous bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori.

Pratiques mécaniques	Pratiques culturales	Pratiques Biologiques
Cordons pierreux	Assolement et rotation	Jachère
Compost	Association	Soja
Engrais chimiques	paillage	Mucuna et Stylosanthes
Aménagement hydro-agricole	Parcage	Poids d'Angole (Cajanuscajan)

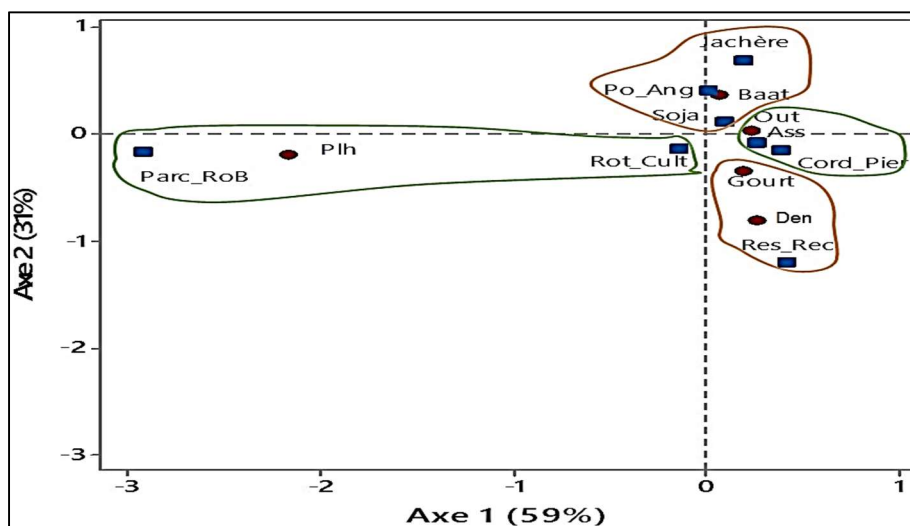
Source : Résultats des travaux de terrain, 2019

Il ressort de ce tableau que, la restauration des sols dans la zone de l'étude se fait par les pratiques biologiques et les pratiques culturales et dans une moindre mesure par les pratiques mécaniques. A cet effet, l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) des groupes socio-culturels en fonction des pratiques des restaurations de la fertilité des sols a été réalisée. Ainsi, les variables : les Peulhs, les Outamari, la hauteur des plants, l'association, la rotation culturale, les cordons pierreux et le parcage rotatif des bœufs ont contribué à la formation de l'axe 1, tandis que les Baatonu, les Peulhs, les Goumantché, les Dendi, la jachère, les résidus de récolte, le soja, et le pois d'angole ont contribué à la formation du deuxième axe. La figure 11 présente les résultats de l'Analyse Factorielle des Correspondances des stratégies endogènes de restauration de la fertilité des sols en fonction des groupes socio-culturels.

De l'analyse de la figure 11, il est constaté que l'axe 1 détient environ 59 % des informations projetées sur le plan factoriel, alors que 31 % des informations projetées se retrouvent au niveau de l'axe 2. Les deux axes détiennent 90 % des informations projetées sur le plan factoriel. Ce qui est largement suffisant pour garantir une meilleure interprétation des pratiques endogènes de restauration de la fertilité des sols dans les communes traversant les sous bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori. Il ressort donc de l'analyse de la figure 11 que l'association culturale, et les cordons pierreux sont perçues par les Outamari comme des pratiques endogènes qui restaurent la fertilité des sols à l'opposé des Peuls qui pensent que c'est le parcage rotatif des bœufs et la rotation culturale. Les Baatonu quant à eux, la culture du soja, du pois d'angole et la jachère sont des pratiques endogènes de restauration de la fertilité des sols contrairement aux

Gourmantché et Dendi qui indiquent les résidus de récolte comme pratique endogène de restauration de la fertilité des sols. Par ailleurs, l'Analyse Factorielle des Correspondances des stratégies améliorées de restauration de la fertilité des sols en fonction des groupes socio-culturels a été réalisée. La

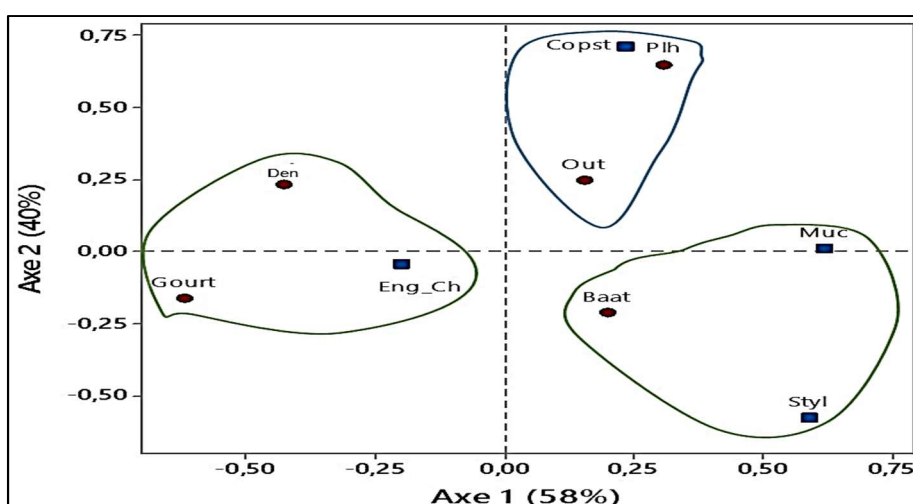
Figure 12 présente les résultats de l'Analyse Factorielle des Correspondances des stratégies améliorées de restauration de la fertilité des sols en fonction des groupes socio-culturels.



Notes : Baat= Baatonu, Pih= Peulh, Out= Outamari, Gourt= Gourmantché, Den= Dendi.

Jach = Jachère, Res_Rec = résidus de récolte ; Ass = Association, Rot_Cult = Rotation culturale, Soj = Soja, Po_Ang = Pois d'angle, Parc_RoB = Parcage rotatif des bœufs, Cord_Pier = Cordon pierreux

Figure 10 : Positionnement des groupes socio-culturels et des pratiques endogènes de restauration de la fertilité des sols dans un système d'axes de l'Analyse Factorielle des Correspondances.



Notes : Baat= Baatonu, Pih= Peulh, Out= Outamari, Gourt= Gourmantché, Den= Dendi.

Eng_Ch = Engrais Chimiques, Muc = Mucuna, Styl = stylosanthès, Copst = compost

Figure 11: Positionnement des groupes socio-culturels et des pratiques améliorées de restauration de la fertilité des sols dans un système d'axes de l'Analyse Factorielle des Correspondances.

De l'analyse de la figure 12 il est à noter que l'axe 1 détient environ 58 % des informations projetées sur le plan factoriel, alors que 39 % des informations projetées se retrouve au niveau de l'axe 2. Les deux axes détiennent 96 % des informations projetées sur le plan factoriel. Ce qui est largement suffisant pour garantir une meilleure interprétation des pratiques améliorées de restauration de la fertilité des sols dans les communes des sous bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori. Ainsi, le mucuna, et le stylosanthès sont perçues par les Baatonu comme des pratiques améliorées qui

restaurent la fertilité des sols à l'opposé des Goumantché et des Dendi, qui estime que les engrais chimiques sont des pratiques améliorées de restaurent la fertilité des sols. Par contre, les Peulhs et Outamari considèrent le compost comme la pratique améliorée qui restaure la fertilité des sols. Dans toutes les communes du secteur d'étude, la mise en jachère des terres a connu une modification. Elle se pratique de plus en plus avec la plantation des plantes servant d'engrais verts comme : le *mucuna*, le pois d'angole, le soja (planche 2).



Planche 2 : Photo : jachère au pois d'angole à Nassoukou (Kouandé) le mucuna à Yara (Sinendé) et le soja à Kérérou (Banikoara)

Prises de vue : TASSIGUI SIO S. 2019

La diminution et/ou la disparition des jachères et la forte pression sur les terres arables sont à l'origine de la baisse de fertilité des sols dans la région. Outre l'emploi de la jachère, il importe aussi de considérer sa durée. *Avant la jachère était le moyen majoritairement utilisé pour la restauration de la fertilité des sols. Aujourd'hui, sa durée connaît un fort raccourcissement depuis quelques années de 2 à 4 ans en moyenne, alors qu'elle variait entre 15 et 20 ans à la fin des années 50* (SABI MARE, 68 ans, agent d'encadrement à la retraite à Sombouan II, arrondissement de Beroubouey commune de Bembèrèkè.). Une jachère d'une durée inférieure à cinq ans est considérée courte car le sol n'a pas eu le temps de se reconstituer suffisamment (De Haan, 1997).

3.3. Un exemple de scénario « fiction » pour illustrer l'intérêt du modèle utilisé

Ce modèle conceptuel est un outil permettant de réfléchir aux stratégies d'adaptation possibles d'un agriculteur ou éleveur en cas de situations problématiques. Au fait, Variabilité hydro-climatique induit des modifications au niveau des hydrosystèmes/écosystèmes cultivé et pâturés ces dernières décennies. Pour illustrer le modèle, prenons le cas d'un agriculteur/éleveur confronté à une l'installation tardive et retrait précoce des pluies avec des poches de sécheresse (figure 47). En effet, au fil des années, l'agriculteur/éleveur

perçoit les effets néfastes des évènement hydro-climatiques à partir des indicateurs (*arrivée tardif et retrait précoce des pluies avec des poches de sécheresse plus fréquentes et de longue durée*) (*flèche 2.1*) via les indicateurs observés sur les écosystèmes et la transformation progressive de son environnement (dégradation des terres sur la végétation naturelle : réduction des herbacées, dessèchement et la mortalité des ligneux ; dégradation des terres agricoles : sols dénudés, les ravines d'érosion, la prolifération du *Striga sp* dans les champs ; la baisse des rendements des cultures ; le manque de fourrage ; l'assèchement rapide ou disparition des plans et points d'eau et une baisse du niveau des nappes phréatiques (*flèche 2.2*) comme l'indique la figure 47.

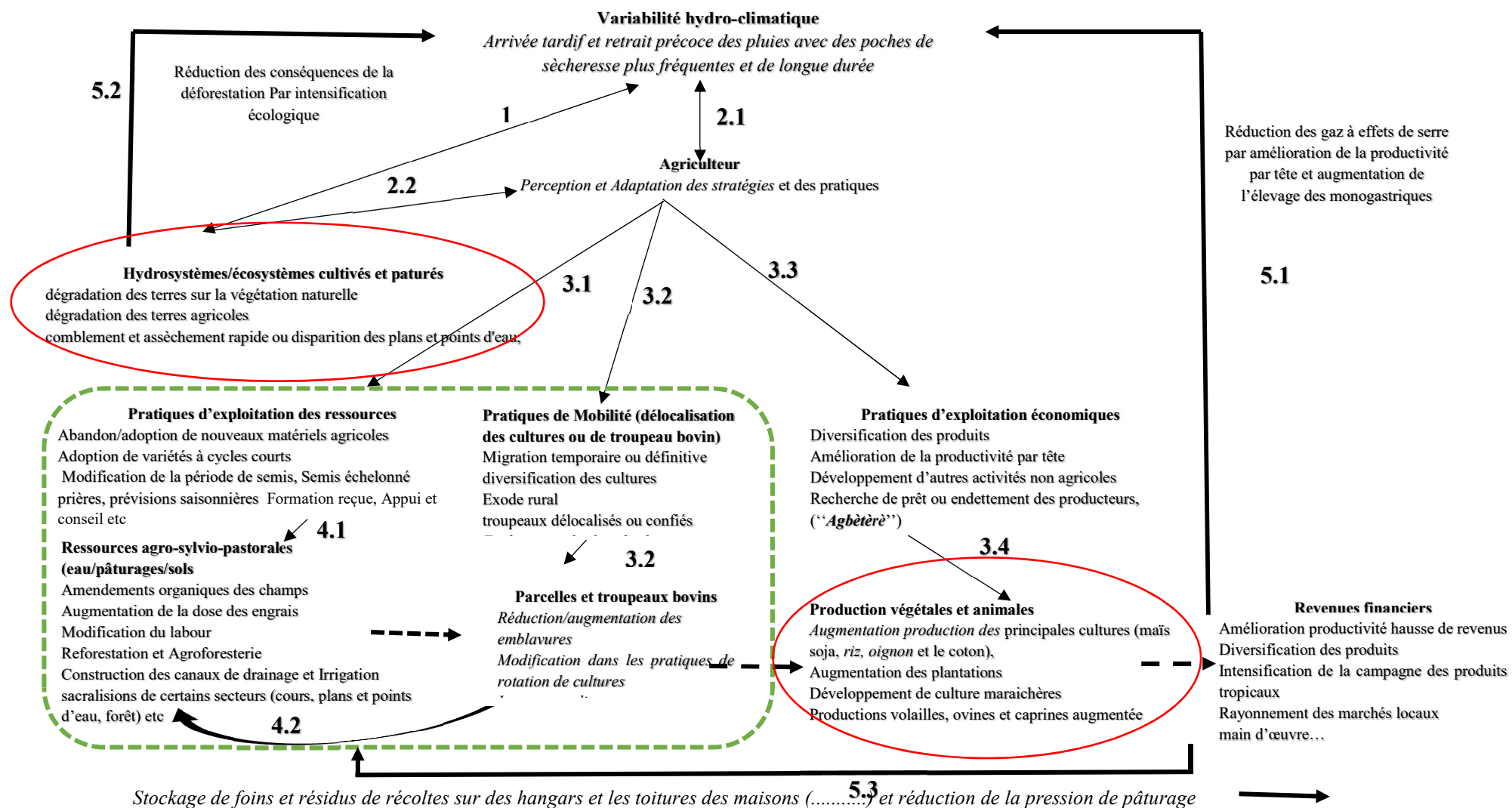


Figure 12: Scénario « fiction » des interactions climat-écosystèmes-systèmes de production agricole en cas en cas de situations problématiques (installation tardive des pluies et des poches de sécheresse).

Source : enquête de terrain 2019

Pour lui, les sols dénudés et épuisés, puis la faiblesse des rendements agricoles, réduction des herbacées, ensablement et assèchement rapide ou disparition des cours, plans et points d'eau etc. sont des indicateurs ou signes visibles de la dégradation des ressources agro-sylvio-pastorales (eau/pâturages/sols) dans les sous bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori.

Face à cette situation et à partir des perceptions qu'il a des effets de ce phénomène, l'agriculteur/éleveur bovin modifie ses pratiques d'exploitation des ressources en développant des stratégies endogènes ou se référant aux technologies. Ainsi il révisé le choix des variétés de cultures en adoptant de nouvelles cultures à cycle court.

Les agriculteurs disposent en général de plusieurs variétés de la même espèce culture. Cette diversité, qui inclut des variétés photopériodiques, leur permet de s'adapter à la variabilité des pluies et à la diversité des terrains de culture. L'arrivée tardive et retrait précoce des pluies avec des poches de sécheresse l'amène à modifier les superficies cultivées et de l'ordre de semis des deux principales cultures (maïs et le coton) et à faire des semis multiples, des semis échelonnés et des semis répétés, des cérémonies et prières, prévisions saisonnières, formation reçue, appui et conseil etc.) (*flèche 3.1*).

La migration définitive, diversification des cultures, Exode rural, exploitation des bas-fonds, troupeaux délocalisés ou confiés etc. sont entre autres des signes visibles d'adaptation par la mobilité chez l'agriculteur. En cas de situations problématiques (installation tardive des pluies et des poches de sécheresse. Deux pratiques adaptations réalisées dans la conduite des troupeaux bovins, semblent être les plus importantes : diversification des productions (agroélevage) et la mobilité spatiale (transhumance et migration temporaire ou définitive). L'éleveur scinde son troupeau et délocalise une grande partie de l'effectif dans des zones mieux arrosées, il modifie la composition spécifique du troupeau pour mieux exploiter les différentes strates de la végétation (émondage), choisit des espèces (ovin, caprin) et des races mieux adaptées aux climats secs (*race Borgou, race métisse Somba × Borgou*), enfin la transhumance de saison sèche est de plus en plus fréquente d'années en années. Les autres formes d'adaptation portent sur le conditionnement et de stockage des fourrages, la réduction du troupeau, le changement de parcours, la culture des plantes fourragères etc. (*flèche 3.2*).

Cette situation conduit également l'agriculteur à remanier ses pratiques d'utilisation et de gestion des sols (déplacement

des cultures vers les unités de paysage de moyenne ou de bas de pente, l'association et la rotation de cultures, le parage direct, la culture de pois *d'engol*, *de moudoua*, *stylolissantes*, la jachère, les pratiques de fertilisation organique et minérale etc. afin de restaurer la fertilité des sols). L'emploi des herbicides et de nouvelles machines agricoles lui permet d'étendre son exploitation agricole ce qui est un moyen pour maintenir à un niveau acceptable la production annuelle en dépit de la baisse des rendements (*flèche 4.1*). En effet, la culture attelée, l'emploi des herbicides et de nouveaux outils ou matériels ont révolutionné le système de production agricole dans le secteur d'étude, ce qui facilite les emblavures de milliers d'hectares, l'augmentation de la production et la diminution de la pénibilité du travail surtout au démarrage de la saison des pluies (*flèche 4.2*).

Face à l'arrivée tardive et retrait précoce des pluies, à une instabilité de ses récoltes et revenus agricoles, de la contrainte de liquidité pour mener les activités agricoles, l'agriculteur opte pour une stratégie de diversification des activités productives mais aussi, plus largement, des activités génératrices de revenu. Ils se réfèrent surtout aux IMF, groupements ou ONG pour les demandes de crédit dont le montant varie entre 100.000 et 5.000.000 Fcfa selon sa capacitation. Face à la contrainte de crédit et la taille de son exploitation, il peut se tourner vers le marché informel de crédit (*groupes de tontines, les caisses villageoises informelles, les usuriers ou « Agbètèrè » etc. avec des taux d'intérêt très élevés 50 à 100 %*) pour faire face à son problème de liquidité temporelle. Sa stratégie économique et ses revenus sont affectés par l'ensemble de ses changements de pratiques (*diversification des produits, amélioration de la productivité par tête, développement d'autres activités non agricoles, coûts liés à la gestion collective des ressources, à la transformation des pratiques de conduites de culture ou de troupeau bovin, la recherche de prêt ou endettement des producteurs « Agbètèrè » etc.*) etc. (*flèche 3.3*).

Dans l'ensemble, les activités de l'agriculteur produisent des externalités (augmentation production des principales cultures (maïs soja, riz, oignon et le coton). Tous agriculteurs comme éleveur, optent par principe de précaution à la construction des abris, à la plantation et préservation des arbres à valeur économique (Karité, néré, l'anacardier, le teck, les agrumes et le manguié). Par ailleurs, le développement de culture maraichères, productions volailles, ovines et caprines augmentée etc.) lui permet d'améliorer sa productivité, de diversifier ses produits et accroître ses revenus à travers la vente de produits et rayonnement des marchés locaux, main d'œuvre etc.) La production agricole

intensive lui permet de valoriser les surplus de production sur les marchés locaux selon la technicité et le niveau de ses investissements (*flèche 3.3*).

Cependant, les marchés des produits agricoles sont caractérisés par une « une kyrielle d'acteurs, allant du producteur à la base au très grand commerçant importateur et / ou exportateur de produits agricoles. Cela se traduit par un nombre important d'intermédiaires, ce qui augmente généralement les frais de commercialisation. Selon, Ba, (2005, p.12), ce système a fini de montrer ses limites avec la récurrence des déficits alimentaires et la vulnérabilité des revenus particulièrement à cause des problèmes climatiques, structurels et de l'instabilité des marchés (baisse des prix au producteur). (*Flèche 3.4*).

Dans ce cas, l'agriculteur n'a d'autres objectifs que de produire davantage des vivriers et cultures d'exportation notamment le coton et accessoirement le maïs, le soja, le riz, l'oignon etc. De ce fait, la durabilité environnementale est précaire vu le caractère erratique et de plus en plus imprévisible des événements hydro-climatiques qui induisent une modification de l'écosystème cultivés ou pâturés. Dans un tel contexte, les autorités politiques peuvent mettre en place des mesures incitatives pour tenter de tamponner les effets des activités agricoles et de l'élevage bovin sur le climat et les écosystèmes en voie d'aridification : *réduire les défrichages, la dégradation des terres, du couvert végétal et la perte ou l'amenuisement de la biodiversité, le comblement et assèchement rapide ou disparition des plans et points d'eau* en encourageant les pratiques d'intensification écologique (*flèche 5.2*), réduire les émissions de gaz à effets de serre en encourageant la diminution des effectifs de ruminants par unité de production associée à une augmentation de la productivité/tête, ou bien en encourageant l'élevage des monogastriques (*flèche 5.1*), développer la culture fourragère et la construction des barrages hydroagricoles ou agropastorale selon le principe de la territorialité, le recyclage des coproduits de l'agriculture (entreposage de de foin et résidus de récoltes sur des hangars et les toitures des maisons) afin de réduire la pression sur les ressources agro-sylvopastorales (*flèche 5.3*).

IV. DISCUSSION ET CONCLUSION

Il est constaté qu'entre 1960 et 2018, la pluviométrie et la température sont marquées par des fluctuations interannuelles avec une succession de périodes sèches et humides. L'analyse statistique met en évidence une tendance à la hausse dans les températures avec deux ruptures en 1978 et en 2004. Une rupture est observée au niveau de la série pluviométrique en

1972. Selon l'UICN (2003), la zone ouest-africaine a connu une baisse importante et une rupture nette des séries pluviométriques a été observée autour des années 1968-1972, avec l'année 1970 comme année charnière. Ces résultats confirment la rupture de stationnarité des années 1970, 1971 et 1972 soulignée par de nombreux auteurs au Bénin (Boko M., 1988 ; Perard et Bokonon-Ganta E., 1993 ; Houndenou C., 1999) et dans le bassin versant béninois du fleuve Niger (Vissin, 2001 ; Vissin et al., 2003 ; Vissin et al., 2004, Vissin 2007 et Koumassi H. 2014 ; Tassigui S. S. 2018, p.61).

Les agriculteurs et éleveurs bovins des sous bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori perçoivent la variabilité hydro-climatique et développent diverses stratégies pour s'y adapter. Pour ces producteurs en effet, le changement climatique se traduit par des perturbations pluviométriques et thermiques, des vents violents etc.. Les agriculteurs et éleveurs bovins des sous bassins versant de la Mékrou s'accordent sur l'arrivée tardive et le retrait précoce des pluies, l'agressivité et la fréquence de l'avortement des pluies et le bouleversement des dates de semis, la contamination, le comblement l'assèchement rapide ou/et disparition des points d'eau, l'affaiblissement et amaigrissement des animaux comme étant les principaux indicateurs des contraintes climatiques les plus observés dans leur terroir. Ces perceptions identifiées corroborent celles trouvées par d'autres auteurs tels que Dimon, 2008 : 8p. Djenontin (2010 : 103p. PANA1-Bénin, 2014 32p. Paolo Dodji Lessi, 2016 : 101p.) qui ont montré que les populations locales du Nord-Bénin perçoivent la variabilité et les changements climatiques à travers les poches de sécheresse, les vents violents et la chaleur excessive. Pour les agriculteurs et éleveurs bovin du secteur d'étude, la déforestation et le non-respect des valeurs ancestrales demeurent les principales causes de ces perturbations climatiques qui ont eu des effets multiples sur le quotidien des agriculteurs et éleveurs bovin. Dimon (2008 : 8p.) trouve que les pertes de récolte pouvant aller à plus de 50 % de la production, baisses de rendement, baisse de revenu agricole caractérisent actuellement l'agriculture dans cette partie du Bénin.

Pour faire face à ces effets néfastes de la variabilité hydro-climatique dans le terroir, les agriculteurs adoptent le labour superficiel à la charrue, semis précoces, les semis échelonnés et répétés et le réaménagement du calendrier agricole. Par ailleurs, les cérémonies et prières collectives, la mise en valeur des bas-fonds, l'usage intensif des engrais chimiques, mobilité spatiale, la production et stockage de foin puis le respect des campagnes de vaccination de même que le changement d'activité ou reconversion sont au tant des

stratégies qui permettent de limiter les contraintes climatique hautement d'actualité dans la zone d'étude comme partout ailleurs. Ces résultats corroborent ceux de Zakari S. *et al.*, (2015: 403 p.) qui montré que face à la variabilité hydroclimatique, les agroéleveurs ont mis au point des stratégies d'adaptation telles que le respect des campagnes de vaccination des troupeaux, l'extension des surfaces cultivées et la modification des trajectoires de transhumance.

REFERENCES

- [1] Zakari S. ; Tente B.A.H. ;Yabi I ; Toko Imorou I. (2015) : Evolution hydroclimatique, perceptions et adaptation des agroéleveurs dans l'extrême Nord du Bénin (Afrique de l'Ouest), XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège 2015, 399-406 pp.
- [2] Bouquillion-Vaugelade C., Vignac-Buttin B. et Lacombe B. (1982) : les unités collectives et l'urbanisation au sénégal étude de la famille wolof, colloques internationaux du C.N.R.S ; NO 539 - la croissance urbaine en Afrique Noire et Madagascar, pp. 358-372
- [3] Olivry J. C., (1993) : Evolution récente des régimes hydrologiques en Afrique intertropicale. In l'eau, la terre et les hommes, hommage à René Frécaut Ed. Presses Universitaires de Nancy, pp 181-190.
- [4] Vissin W.E. (2007) : Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger, 310p.
- [5] Baco M. N., Akponikpe P. B. I., Djaouga M. M., Egah M. J., (2012) : Documentation de la problématique et de la pratique de gestion durable des ressources en eau dans la portion nationale du bassin du Niger au Bénin, rapport final, 137p.
- [6] Koumassi D.H., 2014. Risques hydro climatiques et vulnérabilités des écosystèmes dans le bassin versant de la Sota à l'exutoire de Coubéri. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, 245p
- [7] Allé Ulrich C.S. Y., Vissoh Pierre V., Guibert Hervé., Agbossou Euloge K and Afouda Abel A. (2013) : Relation entre perceptions paysannes de la variabilité climatique et observations climatiques au Sud-Bénin, 20p.
- [8] Dodji Lessi Paolo (2016) : gestion et modélisation de la dynamique des parcours de transhumance dans un contexte de variabilités climatiques au nord-est du Benin. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, 304p.
- [9] Dimon O. R., (2008) : Adaptation aux changements climatiques : perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation développées par les producteurs des Communes de Kandi et de Banikoara, au Nord du Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 130 p.
- [10] Jonas André Djenontin (2010) : Dynamique des stratégies et des pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'alimentation des troupeaux bovins au Nord-Est du Bénin. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, 274p.
- [11] Olivry J. C., (1993) : Evolution récente des régimes hydrologiques en Afrique intertropicale. In l'eau, la terre et les hommes, hommage à René Frécaut Ed. Presses Universitaires de Nancy, pp 181-190.
- [12] PANA 1 Bénin, PNUD, 2014. Choix des technologies agricoles pour l'adaptation aux changements climatiques dans les communes d'intervention du PANA1
- [13] Banque mondiale (2008) : L'agriculture au service du développement. Rapport 2008 sur le développement dans le monde, 456p.
- [14] Vall, E., Andrieu N., Dugué P. Richard D., Tou Z., Diallo M., 2008 : Evolutions des pratiques agropastorales et changements climatiques en zone soudano-sahélienne d'Afrique de l'Ouest : proposition d'un modèle conceptuel de l'interaction climat-écosystème-systèmes de production agropastoraux, Atelier sous régional : « changements climatiques et interactions élevage environnement en Afrique de l'Ouest », 11-15 février 2008, Niamey (Niger), 15p.