



REPUBLIQUE DU BENIN  
**UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI**  
FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES



# **PERCEPTIONS PAYSANNES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE, STRATEGIES D'ADAPTATION DANS LA GESTION DES PARCS A KARITE AU BENIN**

OPTION : AMENAGEMENT ET GESTION DES RESSOURCES NATURELLES

**Césaire Paul Gnanglè**

**Thèse de Doctorat unique en Sciences Agronomiques  
de l'Université d'Abomey-Calavi**

## **JURY**

- Président: Professeur Titulaire Dansou Kossou, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- Rapporteur 1 : Professeur Patrice Toe, Maître de conférences, Université de Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso
- Rapporteur 2 : Professeur Kossi Badaméli, Maître de conférences, Université de Kara, Togo
- Rapporteur 3 : Professeur Roch Mongbo, Maître de conférences, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- Examineur : Professeur Romain Glèlè Kakaï, Maître de conférences, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- Directeur de thèse : Professeur Titulaire Nestor Sokpon, Université de Parakou, Bénin

Thèse défendue publiquement sous l'autorité du Professeur Titulaire en Sciences Forestières Nestor Sokpon,  
Directeur du Laboratoire d'Etudes et de Recherches Forestières (LERF), le 26 Juillet 2012





REPUBLIQUE DU BENIN  
**UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI**  
FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES



# **PERCEPTIONS PAYSANNES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE, STRATEGIES D'ADAPTATION DANS LA GESTION DES PARCS A KARITE AU BENIN**

OPTION : AMENAGEMENT ET GESTION DES RESSOURCES NATURELLES

**Césaire Paul Gnanglè**

**Thèse de Doctorat unique en Sciences Agronomiques  
de l'Université d'Abomey-Calavi**

## **JURY**

- Président: Professeur Titulaire Dansou Kossou, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- Rapporteur 1 : Professeur Patrice Toe, Maître de conférences, Université de Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso
- Rapporteur 2 : Professeur Kossi Badaméli, Maître de conférences, Université de Kara, Togo
- Rapporteur 3 : Professeur Roch Mongbo, Maître de conférences, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- Examineur : Professeur Romain Glèlè Kakaï, Maître de conférences, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- Directeur de thèse : Professeur Titulaire Nestor Sokpon, Université de Parakou, Bénin

Thèse défendue publiquement sous l'autorité du Professeur Titulaire en Sciences Forestières Nestor Sokpon,  
Directeur du Laboratoire d'Etudes et de Recherches Forestières (LERF), le 26 Juillet 2012



# Table des matières

Dédicaces	8
Remerciements	9
Liste des abréviations	11
Liste des cartes	13
Liste des figures	14
Liste des tableaux	16
Résumé	18
Abstract	20
<b>Introduction Générale</b>	<b>22</b>
Introduction	23
1. Tendances climatiques et impact sur la production du karité	26
2. Perceptions du changement climatique	27
3. Stratégies d'adaptation au changement climatique	29
4. Dynamique des systèmes agraires des parcs à karité	31
5. Productivité du karité associé aux cultures	31
6. Problématique et Justification	33
7. Objectifs et Hypothèses	35
7.1 Objectif	35
7.2 Hypothèses	35
8. Plan de la thèse	36
Bibliographie	38

## **Chapitre 1. Tendance climatique passée, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin** **44**

Résumé	45
Abstract	45
Introduction	46
1.1 Matériel et méthodes	47
1.1.1 Collecte des données climatiques et socioculturelles	47
1.1.2 Caractérisation de la tendance des paramètres climatiques au Bénin	49
1.1.3 Analyse des perceptions locales et adaptations face aux changements climatiques	50
1.2 Résultats	51
1.2.1 Tendance évolutive des paramètres climatiques au Bénin	51
1.2.2 Perceptions locales liées aux changements climatiques	55
1.2.3 Adaptation face aux changements climatiques	58
1.3 Discussion	59
Conclusion	61
Remerciements	62
Bibliographie	62

## **Chapitre 2. Perceptions locales du changement climatique et mesures d'adaptation dans la gestion des parcs à karité au Nord Bénin** **65**

Résumé	66
Abstract	66
Introduction	67
2.1 Méthodologie	68
2.2 Résultats	70
2.2.1 Perceptions paysannes du changement climatique	70
2.2.2 Stratégies d'adaptation au changement climatique dans la gestion des parcs à karité	72

2.2.3 Relation entre les stratégies d'adaptation et les perceptions du changement climatique dans la gestion des parcs à karité	72
2.3 Discussions	77
2.3.1 Perceptions paysannes du changement climatique	77
2.3.2 Stratégies d'adaptation, relations perceptions-stratégies face au changement climatique	78
Conclusion	79
Remerciements	79

## **Chapitre 3. Efficacité des adaptations aux changements climatiques des systèmes de production de parcs à karité au Nord-Bénin** 82

Résumé	83
Abstract	83
3.1 Matériel et méthodes	85
3.1.1 Milieu d'étude et base de données	85
3.1.2 Théorie économique du comportement des producteurs sur les parcs à karité	86
3.1.3 Modélisation empirique de la rentabilité des parcs	87
3.2 Résultats	89
3.2.1 Caractéristiques socio-économiques et démographiques des producteurs	89
3.2.2 Stratégies d'adaptation au changement climatique	89
3.2.3 Efficacité des stratégies d'adaptation	90
3.2.4 Déterminants du profit net du producteur	91
3.3 Discussions	91
Conclusion	93
Remerciements	93
Références bibliographiques	93

## **Chapitre 4. Dynamique des systèmes agraires des parcs à karité au Nord Bénin** **103**

Résumé	104
Abstract	104
Introduction	105
4.1 Matériel et Méthodes	106
4.1.1 Matériel végétal	106
4.1.2 Milieu d'étude	107
4.1.3 Méthode d'échantillonnage	108
4.1.4 Collecte des données	109
4.1.5 Traitement des données	110
4.2 Résultats	111
4.2.1 Connaissances endogènes sur le karité et historiques des peuplements	111
4.2.2 Dynamique des systèmes agraires des parcs à karité au nord du Bénin	111
4.2.3 Facteurs déterminants les changements observés au niveau des systèmes agraires des parcs à karité.	115
4.3 Discussions	116
4.3.1 Historique de création des villages et tenure de la terre	116
4.3.2 Connaissances locales dans la gestion des parcs à karité	116
4.3.3 Changements dans la gestion des parcs à karité et de la tenure de la terre	118
4.3.4 Changement dans le mode de vie des populations et régénération de l'arbre	119
Conclusion	120
Remerciements	120

## **Chapitre 5. Productivity of cotton and sorghum in an agroforestry system of shea trees (*Vitellaria paradoxa* Gaertn) in northern Benin** **124**

Résumé	125
Abstract	125
Introduction	126
5.1 Methodology	127

5.1.1 Study environment	127
5.1.2 Influence of shea on productivity of cotton and sorghum	127
5.2 Results	129
5.2.1 Influence of the tree crown on sorghum productivity	129
5.2.1 Influence of the tree crown on cotton productivity	131
5.3 Discussion	135
5.3.1 Comparison of sorghum and cotton productivity under and outside the shea tree crown	135
Conclusion	136
Acknowledgments	136
References	136

## **Chapitre 6. Discussion Générale et Conclusion 139**

Discussion Générale	140
Conclusion	145
Bibliographie	149
Publications	150

## Dédicaces

Le présent travail est dédié :

- A notre jeune frère Fortuné Gnglè, notre grand frère Corneille Gnglè, notre père Paul Gnglè et notre mère Dèhogbé Bénédicte Solange Gnglè née Ahanhanzo-Glèlè tous fauchés prématurément par la mort. Que vos mémoires soient à jamais gravés dans nos actes et tâches quotidiens.
- A notre très cher regretté Marius Michel Loukpey, les yeux qui vous ont vus vous pleurent toujours.
- A notre très chère épouse Léontine, et à nos très chers enfants Bérenger, Lewis Spencer et Laurène Yabo pour votre grande souffrance durant nos longues périodes d'absence du foyer.
- A nos sœurs et frères, pour votre amour filial.
- A nos neveux et nièces, Arnaud, Mathéoti, Ronaldo, Eric, Ariane, Mellon, Jacquelin, Marlène, Rosen, Murielle, Fadelle, Lionel, Ruth, Thibault, Brunel, Rolland, Précienne, et Anne. Trouvez ici la preuve de mieux faire. Mon message pour vous, c'est celui du poète dramaturge, nouvelliste nigérian, prix Nobel de littérature en 1986, Wole Soyinka. Il disait: nous citons « Partir à l'aube ».
- Aux valeureuses collectrices de noix de karité et producteurs agricoles sans le concours de qui, le présent travail ne pourrait se réaliser.

## Remerciements

- Nous rendons gloire à Dieu. Qu'il soit loué pour toutes ses grâces pour le travail accompli malgré nos imperfections et nos sautes d'humeur. Qu'il nous soutienne davantage dans notre cheminement intérieur. Qu'il en soit ainsi !
- Au Professeur Titulaire en Sciences Forestières des Universités du CAMES Nestor Sokpon, Directeur de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire et Directeur du Laboratoire d'Etudes et des Recherches Forestières (LERF) de l'Université de Parakou qui malgré ses multiples occupations a accepté diriger ce travail. Cette thèse est certainement la première au Bénin sur la filière karité relative au changement climatique et la gestion d'un écosystème si important pour l'économie sociale de notre pays. Nous louons ici votre rigueur pour le travail bien fait et votre souci de nous voir réussir par des efforts soutenus.
- A tous les Honorables membres de jury pour votre précieux temps sacrifié à l'évaluation de cette thèse.
- Au Ministère français des Affaires Etrangères et de la Coopération, le Fonds de Solidarité Prioritaire (FSP) et l'Equipe de Recherche Interdisciplinaire et Participative sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés d'Afrique de l'Ouest (RIPIECSA) pour avoir financé cette thèse de doctorat.
- Au Dr Arona Diedhiou, Chef de Projet RIPIECSA (climate change) et du Bureau Exécutif AMMA, Directeur de recherche à l'IRD pour vos orientations et conseils utiles à l'avancement de cette thèse de doctorat.
- A Monsieur Antoine Bricout, Chargé de mission du projet FSP-RIPIECSA, pour la célérité dans le traitement des dossiers comptables du projet Innovation karité et néré et Adaptation aux changements climatiques (INNOVKAR-ACC) et pour vos divers encouragements.
- Au Directeur Général de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Dr David Y. Arodokoun, pour avoir accepté abriter le projet « Contribution à l'amélioration de la gestion des parcs à karité et néré pour une adaptation au changement climatique » dont nous étions le porteur et sans lequel le présent travail ne saurait aboutir.
- Au Dr Ir. Sébastien Adjolohoun, Maître-assistant des Universités (CAMES) pour nous avoir avancé des fonds au cours de notre inscription en première année de thèse de doctorat. Voici le fruit de votre aide très appréciée.
- Au Professeur Dr Ir. Romain Glèlè Kakaï, Maître de Conférences en bio-statistique et modélisation forestière (CAMES), pour vos conseils dans l'analyse statistique des données sans lesquelles cette thèse n'aurait pu être rédigée. Que l'amour du prochain que vous cultivez soit un modèle pour les générations présentes et à venir.

- Au Dr Ir. Jacob Afouda Yabi, Maître-assistant des Universités (CAMES), Agroéconomiste pour avoir appuyé les premiers pas de l'évolution de cette recherche. Trouvez ici la marque de votre grande contribution.
- Au Maître de Recherches (CAMES) Mensah Guy Apollinaire, que votre perspicacité et votre caractère conciliant soit un modèle pour les jeunes scientifiques de la nation béninoise.
- A Monsieur Ahanhanzo-Glèle Adrien, Représentant Permanent du Président de la République au sein du Conseil Permanent de la Francophonie, vous qui avez toujours œuvré pour notre promotion. Voici le fruit du soulagement des efforts et sacrifices de tous ordres que vous avez tant ambitionnés pour nous et pour notre grande famille. Que Dieu Tout Puissant vous comble de ses bénédictions.
- Au Prof Ahanhanzo-Glèle Corneille, Maître de Conférences des Universités (CAMES), après cette thèse, vos pas et sens d'humilité seront maintenant suivis et constitueront notre boussole pour l'acquisition de nouvelles connaissances.
- A Monsieur Gouton Pascal, Coordonnateur du Programme d'Appui aux Dynamiques Productives (PADYP) et Coordonnateur National de l'ex - Projet d'Amélioration et de Diversification des Systèmes d'Exploitation (PADSE) au Bénin. C'est bien sous votre impulsion et dans l'exécution de nos activités du PADSE à Kandi que le diagnostic du karité a été posé vers les années 2000. Voici le témoignage de nos différentes réflexions.
- Au Dr Ir. Agbahungba A. Georges qui de loin tirait la ficelle pour un heureux aboutissement de cette thèse. Voici le couronnement tant souhaité.
- Au Dr Ir. Aïhou Kouèssi, Chargé de Recherches (CAMES), Directeur du CRA-Centre avec qui toute la thèse a été conduite et rédigée, soyez en remercié pour votre attachement à notre réussite.
- A tout le personnel d'appui du CRA-Centre, notamment à Mademoiselle Foussénatou Touré pour tous les services rendus au sein du projet INNOVKAR-ACC.
- Aux Ir. Msc. Colonel Dah-Dovonon Z. Jean, Responsable du Programme de Recherches Forestières (PRF/CRAC/INRAB) et Gbèmavo D.S.J.Charlemagne, nos compagnons d'infortune, trouvez ici le fruit de votre labeur.
- Enfin, à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail, nous adressons toute notre profonde gratitude. Qu'ils reçoivent ici, le vivant témoignage d'un travail bien exécuté.

## Liste des abréviations

<b>ACP</b>	Analyse en Composantes Principales
<b>AFC</b>	Analyse Factorielle des Correspondances Simples
<b>AGK</b>	Alliance Globale du Karité
<b>AIC</b>	Association Interprofessionnelle de Coton
<b>AIRD</b>	Agence Inter – Etablissements pour la Recherche et le Développement
<b>AMMA</b>	Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine
<b>ASECNA</b>	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne
<b>CAMES</b>	Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur
<b>CBRST</b>	Centre Béninois de la Recherche Scientifique et Technique
<b>CIRAD</b>	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
<b>CLCAM</b>	Caisse Locale de Crédit Agricole et Mutuelle
<b>CORAF/WECARD</b>	Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricoles / West and Central African Council for Agriculture Research and Development
<b>CRA-A</b>	Centre de Recherches Agricoles à Vocation Nationale basé à Agonkanmey
<b>CRA-C</b>	Centre de Recherches Agricoles du Centre
<b>DES</b>	Diplôme d'Etudes Spécialisées
<b>DGE</b>	Directeur Général de l'Environnement
<b>F CFA</b>	Franc de la Communauté Financière Africaine
<b>FSA</b>	Faculté des Sciences Agronomiques
<b>FSP</b>	Fonds Prioritaire de Solidarité
<b>FUL</b>	Fondation Universitaire Luxembourgeoise
<b>GES</b>	Gaz à Effet de Serre
<b>GRET</b>	Groupe de Recherche et d'Échanges Technologiques
<b>IAVS</b>	l'Institut d'Applications de Vulgarisation en Sciences
<b>INBAR</b>	International Network for Bamboo and Rattan
<b>INNOVKAR-ACC</b>	Projet Innovation Karité-Néré pour une Adaptation aux Changements Climatiques

<b>INRAB</b>	Institut National des Recherches Agricoles du Bénin
<b>IRD</b>	Institut de Recherche pour le Développement
<b>IUCN</b>	International Union for Conservation of Nature
<b>UN CC : LEARN</b>	Renforcement des Ressources Humaines, de l'Apprentissage et du Développement des Compétences en Changement Climatique
<b>LERF</b>	Laboratoire d'Etudes et des Recherches Forestières
<b>LSSEE</b>	Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement
<b>MAD</b>	Déviation Moyenne Absolue
<b>MAE</b>	Ministère des Affaires Etrangères
<b>MAEP</b>	Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche
<b>MAPE</b>	Erreur Moyenne Absolue en Pourcentage
<b>MCO</b>	Moindre Carrés Ordinaires
<b>MEHU</b>	Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme
<b>MSD</b>	Déviation Moyenne Quadratique
<b>OAPI</b>	Organisation Africaine de la Propriété Intellectuelle
<b>ONG</b>	Organisation Non Gouvernementale
<b>PADSE</b>	Projet d'Amélioration des Systèmes d'Exploitation
<b>PADYP</b>	Programme d'Appui aux Dynamiques Productives
<b>PANA1</b>	Programme d'Action Nationale d'Adaptation aux Changements Climatiques dans le secteur agricole et pour la sécurité alimentaire
<b>PANA-BENIN</b>	Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques du Bénin.
<b>PAPNGE</b>	Projet d'Appui à la mise en œuvre du Programme National de Gestion de l'Environnement
<b>PIB</b>	Produit Intérieur Brut
<b>PRF</b>	Programme de Recherche Forestière
<b>PTF</b>	Productivité Totale des Facteurs
<b>RIPIECSA</b>	Recherche Interdisciplinaire et Participative sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés, d'Afrique de l'Ouest
<b>UFR</b>	Unité de Formation et Recherche
<b>USAID</b>	United States Agency for International Development

## Liste des cartes

<b>Carte 1. :</b>	Parcs à karité et néré au Bénin	<b>25</b>
<b>Carte 2. :</b>	Matérialisation des trois principales zones climatiques au Bénin. Location of the three climatic zones of Benin.	<b>48</b>
<b>Carte 3. :</b>	Parcs à karité et néré au Bénin	<b>75</b>
<b>Carte 4. :</b>	Localisation de la zone d'étude	<b>96</b>
<b>Carte 5 :</b>	Localisation des villages d'étude	<b>109</b>

## Liste des figures

<b>Figure 1.1 :</b>	Courbes de tendance de l'évolution du nombre annuel de jours de pluie des trois zones climatiques du Bénin entre 1960 et 2008. Trend curves of rainy days per year for the three climatic zones on 1960-2008 period.	<b>52</b>
<b>Figure 1.2 :</b>	Idem que la carte 1, mais pour la courbe de tendance de l'évolution de la hauteur annuelle moyenne de précipitations. Same as card 1 for the averaged annual rainfall.	<b>53</b>
<b>Figure 1.3 :</b>	Idem que la carte 1, mais pour la courbe de tendance de l'évolution de température moyenne annuelle. Same as card 1 for the averaged annual temperature.	<b>54</b>
<b>Figure 1.4 :</b>	Idem que la carte 1, mais pour la courbe de tendance de l'évolution de l'humidité relative moyenne annuelle. Same as card 1 for the averaged annual relative humidity.	<b>56</b>
<b>Figure 1.5 :</b>	Perceptions locales sur les changements climatiques étudiées à partir d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) : projection des événements climatiques et des groupes socio-culturels dans le système d'axes factoriels. <i>Local perceptions on climate changes in Benin from Principal Component Analysis (PCA): projection of climatic events and the socio-cultural groups in the factorial axes system.</i>	<b>57</b>
<b>Figure 1.6 :</b>	Adaptations face aux changements climatiques : projection des groupes socioculturels dans le système d'axes factoriels à l'issue d'une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) ; les codes sont les mêmes que ceux utilisés en figure 1.4. <i>Adaptations face to climate changes: projection of the socio-cultural groups in the factorial systems axes from a factorial correspondence analysis (same codes as figure 1.4).</i>	<b>59</b>
<b>Figure 2.1.</b>	Positionnement des perceptions paysannes et des niveaux de prospérité dans un système d'axes (Analyse Factorielle des Correspondances).	<b>76</b>
<b>Figure 2.2.</b>	Positionnement des perceptions paysannes et des classes d'âge dans un système d'axes (Analyse Factorielle des Correspondances).	<b>76</b>
<b>Figure 3.</b>	Répartition des producteurs (%) selon qu'ils adoptent ou non des stratégies d'adaptation et le parc à karité	<b>99</b>

<b>Figure 4.1.</b>	<b>Calendrier culturel de Kpali des années 1960 et 2010</b>	<b>112</b>
<b>Figure 5.1 :</b>	<b>Experimental design for data collection</b>	<b>128</b>
<b>Figure 5.2 :</b>	<b>Interaction plot for fresh biomass for sorghum</b>	<b>131</b>
<b>Figure 5.3 :</b>	<b>Interaction plots for height of cotton plants (cm)</b>	<b>133</b>
<b>Figure 5.4 :</b>	<b>Interaction plot for fresh biomass for cotton</b>	<b>134</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.1 :</b>	Effectifs associés aux 20 principaux groupes socioculturels étudiés (N = 1045). <i>The 20 socio-cultural groups analysed (N = 1045).</i>	<b>50</b>
<b>Tableau 1.2 :</b>	Proportion (%) de réponses liées à l'augmentation ou la diminution des évènements climatiques selon le groupe culturel, l'âge et le sexe. <i>Proportion (%) of answers related to the increase or decrease of the climatic events according to the cultural group, age and sex</i>	<b>56</b>
<b>Tableau 2.1 :</b>	Perceptions paysannes du changement climatique	<b>73</b>
<b>Tableau 2.2 :</b>	Stratégies d'adaptation dans la gestion des parcs à karité face au changement	<b>73</b>
<b>Tableau 2.3 :</b>	Stratégies d'adaptation en fonction des perceptions du changement climatique dans la gestion des parcs à karité.	<b>74</b>
<b>Tableau 3.1 :</b>	Description des différentes variables du modèle	<b>97</b>
<b>Tableau 3.2 :</b>	Caractéristiques socio-économiques et démographiques des producteurs enquêtés (N=466)	<b>98</b>
<b>Tableau 3.3 :</b>	Répartition des producteurs selon le type d'adaptation adoptée et le parc à karité	<b>99</b>
<b>Tableau 3.4 :</b>	Quelques éléments du compte d'exploitation du producteur selon le type d'adaptation (N=466)	<b>100</b>
<b>Tableau 3.5 :</b>	Tendances évolutives de quelques éléments du compte d'exploitation sous les différents types d'adaptation	<b>101</b>
<b>Tableau 3.6 :</b>	Déterminants du profit net du producteur	<b>101</b>
<b>Tableau 4 :</b>	Caractéristiques agronomiques et socio-économiques des villages d'étude	<b>107</b>
<b>Table 5.1 :</b>	Results of the five-factor analysis of variance for sorghum plant height and fresh biomass	<b>129</b>

<b>Table 5.2 :</b>	Adjusted mean and standard error (se) of plant height and fresh biomass for sorghum according to the position.	<b>130</b>
<b>Table 5.3 :</b>	Adjusted mean and standard error (se) of plant height for sorghum (H in cm) according to the crown diameter and position.	<b>130</b>
<b>Table 5.4 :</b>	Results of five-factor analysis of variance for five plant height, number of buds and fresh biomass for cotton	<b>132</b>
<b>Table 5.5 :</b>	Adjusted mean (m) and standard error (se) for plant height and fresh biomass of sorghum according to position.	<b>133</b>

# Résumé

L'évaluation des perceptions paysannes du changement climatique et les stratégies d'adaptation dans la gestion des parcs à karité (*Vitellaria paradoxa*) du Bénin est étudiée au Nord-Bénin. Le karité est un fruitier semi-domestiqué d'Afrique subsaharienne très utile sur les plans alimentaire, agricole, thérapeutique, climatique et environnemental. C'est une importante source oléagineuse pour les populations du Centre et du Nord du Bénin. Les parcs dans lesquels ces arbres se retrouvent, se dégradent de jour en jour sous l'influence combinée des facteurs humains et naturels. La dégradation des parcs à karité se traduit à la fois par la diminution de la densité moyenne des arbres et par leur vieillissement assez généralisé. Les objectifs spécifiques de l'étude sont les suivantes : (i) modéliser les tendances climatiques passées au Bénin suivant 3 zones climatiques [(la zone Soudanienne ( $9^{\circ}45'-12^{\circ}25'N$ ), la zone Soudano-Guinéenne ( $7^{\circ}30'-9^{\circ}45'N$ ), et la zone Guinéenne ( $6^{\circ}25'-7^{\circ}30'N$ )] ; (ii) analyser les perceptions locales par rapport à ces tendances climatiques ; (iii) identifier et analyser les mesures locales d'adaptation développées par les gestionnaires des parcs à karité face à ces changements climatiques ; (iv) caractériser la dynamique des systèmes agraires des parcs à karité. Les principaux paramètres climatiques entre 1960 et 2008 ont été modélisés suivant les séries chronologiques. Les perceptions locales ont été évaluées dans 8 principaux groupes socioculturels à travers tout le pays. Dans chaque groupe, les sujets ont été regroupés suivant deux catégories d'âge : (adulte = 50 à 70 ans ; vieux > 70 ans) et de sexe. Le tableau de contingence obtenu a été soumis à l'analyse factorielle des correspondances simples. Les mesures d'adaptation développées par les producteurs ont été examinées à travers un entretien de groupe et individuel portant sur les perceptions liées aux changements d'intensité de différents événements climatiques et leur efficacité analysée. La dynamique des systèmes agraires des parcs à karité a été également analysée. De même, la productivité du coton et du sorgho dans le système agroforestier à karité a été évaluée. Les résultats ont indiqué une augmentation significative de la température moyenne annuelle de plus de  $1^{\circ}C$  dans les 3 zones climatiques du Bénin, une diminution perceptible de la hauteur d'eau de  $-5,5$  mm/ an en moyenne et du nombre moyen annuel de jours de pluie de 105 jours à 65 jours. L'évolution dans le temps de l'humidité relative avait une allure parabolique. Le dérèglement du climat a été précisé par les données issues des stations météorologiques en accord avec celles issues des perceptions paysannes. Une diversité de 17 perceptions liées aux changements climatiques et de 16 stratégies d'adaptation ont été identifiées. Ces stratégies sont diversement adoptées par les producteurs. Comparés aux non-adoptants, les adoptants des stratégies d'adaptation avaient un profit annuel moyen de 1.002.367,5 Francs CFA contre 648.537,5 Francs CFA pour les non-adoptants. Les modifications intervenues dans le système agraire étaient notamment le changement dans le

début et la fin des opérations culturales, la durée de ces opérations, la poussée démographique, la baisse de la fertilité du sol et l'introduction de nouvelles cultures ; ce qui traduisait une bonne option d'intensification des cultures. Le renforcement de l'introduction de la culture attelée due à l'avènement des projets de développement agricole Borgou1 et Borgou2 a traduit un changement important qu'il faille préciser. Les changements sociaux liés aux relations de travail, à l'accès à la terre, à l'arbre, au foncier et au système agraire en général ne sont pas dus aux effets du changement climatique.

S'agissant de l'association du sorgho et du coton aux espaces agroforestiers à karité, les paramètres de productivité du sorgho à savoir la hauteur moyenne des plants et la biomasse fraîche moyenne étaient réduites sous la couronne du karité respectivement de 10% et de 29%. Les cotonniers sous couronne du karité diminuent en moyenne en hauteur de 7% comparativement à ceux hors couronne. La production capsulaire moyenne et la biomasse fraîche moyenne des plants de coton sont en baisse respectivement de 13% et 36% sous couronne du karité dans les parcs à karité.

Enfin, l'adaptation doit être préventive et prise en compte dans nos comportements et prises de décisions quotidiennes.

**Mots clés :** Perceptions, adaptation, systèmes agraires, changement climatique, gestion, parcs à karité, Bénin.

# Abstract

Assessment of farmer's perceptions of climate change and the adaptation strategies for the management of shea (*Vitellaria paradoxa*) parklands in Benin were assessed in Northern Benin. The shea tree is a semi-domesticated fruit tree from Sub Saharan Africa, which is used for various purposes : food, agricultural, environmental and medicinal needs. It is an important oil source for the populations in Central and Northern Benin. Shea plantations are subjected to both human and climatic pressures. As a result, there is a decrease of the average density of shea trees and the ageing of its populations. The present study aimed at : (i) modeling the climate trends in three climate zones, (ii) analyzing local perceptions of these climate trends, (iii) identifying local adaptation strategies developed by managers of Shea parklands to the climate changes and (iv) characterizing the dynamics of the agricultural systems shea parklands.

Key climate parameters between 1960 and 2008 were modeled using chronological series. Local perceptions were assessed within the eight major socio-cultural groups in the country. The parameters age (adult = 50 to 70 years; old  $\square$  to 70 years) and sex were used to group respondents in each socio-cultural group. The obtained contingency table was submitted to simple factorial analysis. Group and individual discussions were used to assess adaptations strategies developed by producers. Discussions focused on perceptions of changes in intensity of different climatic events and their efficiency. The dynamics of the agricultural systems of the shea parklands were also analyzed. Finally, the productivity of cotton and sorghum in the agroforestry system was assessed. The results indicate a significant increase in the average annual temperature (more than 1 ° C) in the 3 climatic zones of Benin, a noticeable decrease in the average rainfall (5.5 mm/year) and the average annual number of days of rain (105 days to 65 days). Relative humidity followed a parabolic trend.

The disruption of the climate was confirmed by data obtained from weather stations and was in accordance with farmer's perceptions. A diversity of farmer's perceptions (17) related to climate change and adaptation strategies (16) were identified. These strategies are variously adopted by producers. Compared to the non-adopters, adopters of coping strategies have an average annual profit of 1002367,5 C FA Francs against 648537,5 CFA Francs CFA Francs for the non-adopters.

Changes in the agrarian system include the change in the beginning and the end of the farming operations, the duration of these operations, the over population, the decline in the fertility of the soil and the introduction of new crops which reflected a good option of intensification of crops. Strengthening of the introduction of new crops started due to the advent of agriculture Borgou1

and Borgou2 development projects reflects a significant change that should clarify.

Social changes in the relations of labor, access to land, access to shea tree and to the agrarian system in general are not due to the effects of climate change. The productivity parameters of sorghum namely the average height of the plants and the mean fresh biomass are reduced under the crown of the shea trees by 10% and 29% respectively. The cotton under crown of shea trees decreased on average by 7% compared to that non-crown. Middle capsular production and the average fresh biomass of cotton plants declined by 13% and 36% under crown of shea trees and in the parklands respectively.

Finally, adaptation must be preventive and taken into account in our behaviour and daily decision-making.

**Key words:** Perceptions, adaptation, agrarian systems, climate change, management, shea parklands, Benin.

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

Césaire Paul Gnanglè<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey – Calavi, 01BP 526 Tri Postal, Cotonou, Bénin

<sup>2</sup> Laboratoire d'Etudes et des Recherches Forestières, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou,  
BP 123, Parakou, Bénin

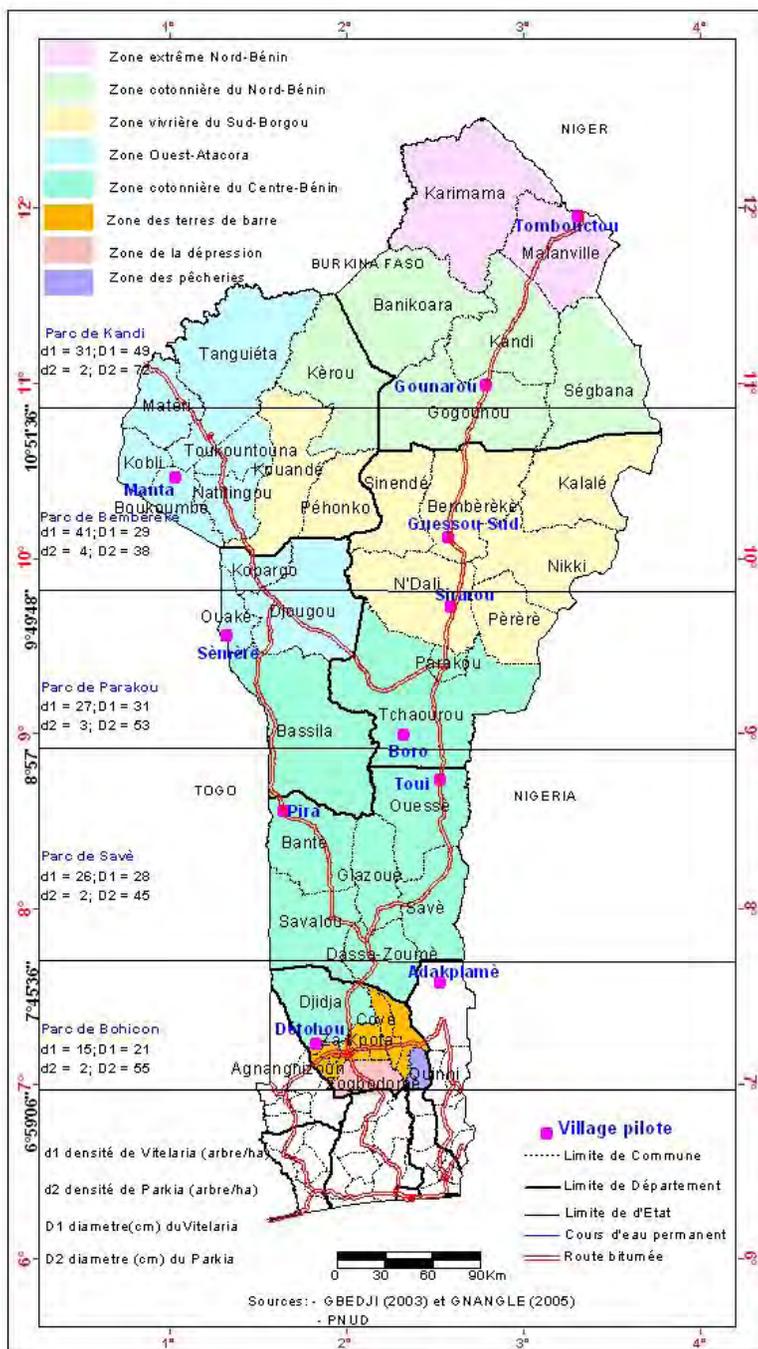
## Introduction

Le monde entier est caractérisé par une variation du climat ces 30 dernières années. Selon l'Institut d'Application et de Vulgarisation en Sciences (IAVS, 2011), c'est un bouleversement du climat caractérisé principalement par une augmentation significative de la fréquence et de l'intensité des chocs climatiques (sécheresses, inondations, vagues de chaleurs, vents violents). Le besoin de comprendre ce phénomène n'a jamais été aussi urgent et important qu'au 21<sup>ème</sup> siècle, surtout en zone tropicale où la déforestation et l'extinction des espèces sont relativement plus importantes et les conditions de vie plus précaires (Bush et Flenley, 2009). Globalement, la tendance est à la hausse des températures moyennes annuelles et à la baisse des précipitations moyennes annuelles. Les modèles du climat sont en accord avec l'accroissement de la température mais en désaccord concernant les changements dans la précipitation (D'Orgeval, 2008; Guibert *et al.*, 2010), suggérant une augmentation (Haarsmaa *et al.*, 2005) ou une diminution (Held *et al.*, 2005). En effet, basée sur 21 sorties de modèles globaux, la quatrième évaluation de l'Intergouvernemental Panel on Climate Change (IPCC) indique qu'il n'est pas clair de comprendre comment les précipitations du Sahel, de la côte guinéenne et du Sahara méridional vont évoluer (Christensen *et al.*, 2007). Guibert *et al.* (2010) ont aussi montré que l'analyse conventionnelle des séries de pluviométrie, de température et de vitesse du vent confirme l'augmentation des températures maximales et minimales mais ne permet pas la mise en évidence de différence dans les répartitions des pluies ni de l'augmentation des vents violents au Nord Bénin.

Le climat subit alors des variations importantes, tant temporelles que spatiales en Afrique (Hulme *et al.*, 2001). La variabilité spatiale du climat tient du fait qu'il évolue d'un régime équatorial humide (centre de l'Afrique) à un régime sub-tropical méditerranéen en passant par des régimes tropicaux saisonniers (Hulme *et al.*, 2001). Il y a une évidence importante que le changement climatique affecte fortement le continent africain et sera un défi des issus pour le développement futur, particulièrement dans les régions plus sèches (Huq *et al.*, 2004; Haile 2005; Kurukulasuriya *et al.*, 2006; Adger *et al.*, 2007). Les impacts probables du climat sur les services écosystémiques, la production agricole, et les conditions d'existence vont caractériser les régions dominées par une économie de pauvreté, une production alimentaire de subsistance, et un faible potentiel de production fortement variable (Odada *et al.*, 2008; Sivakumar *et al.*, 2005).

Pour l'Afrique de l'Ouest, les impacts projetés des changements climatiques sur les températures, les régimes des précipitations (Verhagen *et al.*, 2001) et leurs effets sur les écosystèmes sont en effet de nature à exacerber à court et moyen termes les contraintes pour la production agricole et à conduire à long terme à un déclin de l'agriculture. Les projections établies par la communauté scientifique internationale donnent la mesure des risques liés aux changements climatiques pour l'agriculture et les écosystèmes, qui sont notamment une chute du rendement de l'agriculture pluviale de 50% d'ici 2020 et une augmentation, selon plusieurs scénarios climatiques, de la superficie des terres arides et semi-arides de 5 à 8% d'ici à 2080 (IPCC, 2007a). Les services

écosystémiques les plus présents et en bouleversement du fait des chocs climatiques en zone soudano - sahélienne sont des paysages agrosylvicoles. Ces espaces agrosylvicoles sont appelés parcs caractérisés par la présence des arbres au milieu des zones de cultures (Traoré, 2003; Gbédji, 2003; Gnanglè, 2005; Zomboudré *et al.*, 2005 ; Gnanglè, 2010). En zone soudano-sahélienne, les parcs agroforestiers sont pour la plupart dominés par le karité (*Vitellaria paradoxa*) et le néré (*Parkia biglobosa*), fruitiers semi - domestiqués des savanes semi-arides et subhumides d'Afrique subsaharienne. Ces espèces sont très utiles pour les populations rurales et urbaines sur plusieurs plans : alimentaire, médicinal, climatique et environnemental. Malgré l'importance de ces deux espèces pour des millions de populations et de ménages en Afrique, les parcs dans lesquels ces arbres se retrouvent se dégradent de jour en jour sous l'influence combinée des facteurs naturels, technologiques et anthropogéniques. Les changements globaux représentent une menace certaine pour le devenir des écosystèmes forestiers tropicaux. Selon les études menées par Gbédji (2003) et Gnanglè (2005), cinq types de parcs à karité et néré ont été identifiés au Bénin selon le gradient pluviométrique Sud-Nord et Est-Ouest (Carte 1.). Jusqu'ici, peu d'études ont abordé la gestion de ces parcs, surtout au cours de ces dernières décennies où les effets des changements climatiques se font sentir de plus en plus (chaleur excessive, vents violents, pluies violentes tardives et mal réparties, sécheresse, inondation) avec pour conséquence une réduction quantitative du rendement de ces arbres. Face aux conséquences des changements climatiques sur ces écosystèmes forestiers et les mutations possibles de cette forme d'agriculture, il devient nécessaire et urgent de mieux comprendre et caractériser les variations climatiques temporelles, analyser les perceptions locales des producteurs liées à ces écosystèmes. De même, l'appréciation des adaptations des populations locales dans le contexte de changement climatique permettra de mieux comprendre, analyser et vulgariser les meilleures types d'adaptation, tenant compte des spécificités climatiques locales. Enfin, il faudra aussi apprécier les changements non climatiques intervenus dans les structures des systèmes socio-agraires des parcs à karité et montrer l'impact des arbres de karité sur les cultures associées.



Carte 1. : Parcs à karité et néré au Bénin

## 1. Tendances climatiques et impact sur la production du karité

Des progrès considérables sont faits ces dernières années pour évaluer les concepts et tendances des changements globaux du climat (Bryant 1997; IPCC, 1998; 2001a,b,c) et leurs impacts potentiels sur l'agriculture et la foresterie (Rosenzweig et Parry, 1994; Mendelsohn et Williams, 2004; Kurukulasuriya *et al.*, 2006). Au Bénin, des études antérieures existent et ont caractérisé le climat local (Aho *et al.*, 2008). Mais celle-ci est la première qui fait le lien entre les variations climatiques selon les zones agroécologiques (la zone guinéenne, la zone soudano- guinéenne et la zone soudanienne) du Bénin.

La modélisation de la tendance évolutive des paramètres climatiques (nombre de jours de pluie par an, hauteur de pluie, température moyenne, minimale et maximale, humidité relative moyenne, insolation et tension de vapeur) des zones écologiques du Nord, du Centre et du Sud Bénin entre 1960 et 2008 est présentée.

On note que le nombre moyen de jours de pluie connaît une tendance régressive dans les trois régions, la chute étant plus prononcée au Sud (128 jours de pluie / an en 1960 à 80 jours de pluie en 2008) et qu'au Nord (120 jours de pluie en 1960 à 65 jours de pluie en 2008).

La tendance évolutive de la hauteur moyenne de pluie entre 1960 et 2008 pour les zones écologiques du Nord, du Centre et du Sud présente une tendance régressive. La chute étant nettement plus prononcée au Nord (1220 mm de pluie en 1962 à 1100 mm en 2008) avec un taux de régression de 5,5 mm de hauteur de pluie en moyenne par an. Au Centre et au Sud du pays, la tendance est moins linéaire et ne présente pas une allure définie.

La tendance évolutive de la température minimale présente une allure linéaire croissante dans les trois zones climatiques avec un taux de croissance élevé de 0,03 °C par an au Nord et au Centre et relativement faible au Sud (0,027 °C par an). La température maximale présente une allure croissante avec un taux de croissance relativement plus élevé au Centre (0,03 °C par an) qu'au Nord et au Sud (0,024 °C par an).

En ce qui concerne l'humidité relative, la tendance évolutive a connu une allure quadratique convexe avec une chute dans les années 1980 à 1990 (52%) dans les trois zones climatiques. La tendance est plus à la hausse à partir de 1990 au Nord du pays mais moins prononcée dans les deux autres zones. S'agissant du vent, si les producteurs mettent en avant l'augmentation d'occurrence de vents violents, mais peu d'études scientifiques s'intéressent à ce phénomène dans ces régions (Guibert *et al.*, 2010).

Des études ont montré que les variations climatiques peuvent avoir des impacts significatifs sur la production agricole (PANA-BENIN, 2008). On retient la péjoration pluviométrique, la réduction de

la durée de la saison agricole, la persistance des anomalies négatives, la hausse des températures minimales caractérisent désormais les climats du Bénin et modifient les régimes pluviométriques et les systèmes de production agricoles.

Selon le CIRAD-MAE-GRET (2009) dans Mémento de l'Agronome, l'optimum de production du karité est obtenu sous climat soudanien avec une pluviométrie annuelle de 500 à 1000 mm et une période sèche de 5 à 8 mois. Dans les parcs à karité de Bembéréké et de Kandi en zone soudanienne (carte 1), on peut avoir une période sèche continue de 5 à 8 mois. Il apparaît alors que dans le contexte actuel du changement climatique, les parcs à karité de ces régions se retrouvent dans un cadre favorable au développement de l'espèce contrairement aux parcs à karité de Savè et de Parakou (zone soudano-guinéenne). Selon Glèlè Kakaï *et al.* (2011), les conditions climatiques de plus en plus sèches pourraient induire une meilleure production du karité dans un avenir proche en zone soudano-guinéenne. Avec l'augmentation de la température couplée à une pluviométrie plus faible, le rendement des cultures associées peut connaître une diminution du fait de la forte variabilité pluviométrique et de la réduction du nombre de jours de pluie. De même, l'augmentation de la température et de l'insolation peut être favorable à certaines cultures, mais cela peut amener à des résultats désastreux sur d'autres si elle est associée à un fort déficit pluviométrique. Le vent a été aussi cité par les producteurs des parcs à karité comme induisant des effets destructeurs sur la production du karité. Les réponses ont été données selon les groupes socioculturels, le sexe et l'âge (Gnanglè *et al.*, 2011). Au Sahel, les ménages se rendent compte de la variabilité du climat et identifient les précipitations excessives occasionnelles ainsi que le vent comme les facteurs les plus destructifs du climat (Mertz *et al.*, 2009). En la matière, la réponse des producteurs est plus tranchée que celle des scientifiques. En effet, l'évaluation du régime des vitesses du vent à la station de Kandi au Bénin de 1970 à 2008, est caractérisée par une variabilité pluriannuelle forte dont la longueur des séquences varie de l'interannuelle à la décennale (Guibert *et al.*, 2010). Une anomalie positive exprime une année de forts vents et une anomalie négative exprime une année de faibles vents. Les années 1990 ont été particulièrement marquées par de fortes vitesses moyennes du vent contrairement aux années 2000.

La matérialisation des trois zones climatiques du Bénin nous révèle des zones agro-climatiques au prise avec les mutations climatiques du moment. Ces mutations climatiques sont-elles liées avec ce que savent les paysans ou ce qu'ils font ou bien ce qu'ils pensent ?

## 2. Perceptions du changement climatique

Pour évaluer les perceptions des paysans du changement climatique, il faut d'abord s'assurer si les données climatiques enregistrées sur les stations météorologiques (tendances et variabilité) sont conformes aux tendances des perceptions obtenues au niveau paysan (Maddison, 2006; Mertz

*et al.*, 2009; Guibert *et al.*, 2010; Gnganglè *et al.*, 2011). Des statistiques descriptives basées sur des questionnaires semi-structurés puis combinées à des focus group (Hassan et Nhemechena, 2008; Gbetibouo, 2009; Mertz *et al.*, 2009; Guibert *et al.*, 2010 ; Gnganglè *et al.*, 2011) sont aussi utilisées pour fournir des informations sur les perceptions des producteurs du changement climatique et de sa variabilité. Dans la littérature, plusieurs études ont emprunté le même type d'analyse.

Par exemple, Vedwan et Rhoades (2001) ont examiné comment des producteurs de pomme à l'Himalaya occidental en Inde perçoivent le changement climatique. Cette étude a comparé le cycle traditionnel localement idéalisé du temps par les producteurs de la région utilisant des chutes de neige et des données de précipitation pour mesurer l'exactitude des perceptions. Hageback *et al.*, (2005) ont évalué les perceptions du changement climatique des petits exploitants dans la ligne de partage de Danagou en Chine en comparant la tendance locale de données de précipitation et de température aux réponses données par des exploitants à la question « Sentez-vous un quelconque changement du temps maintenant comparé à il y a 20 ans ? ». Ils ont conclu que les perceptions des producteurs de la variabilité climatique correspondent aux tendances scientifiques des données climatiques.

Gbetibouo (2009) a constaté que 95 pour cent (contre seulement 1,5 pour cent) des 624 paysans interviewés sur les changements à long terme de la température et des précipitations perçoivent que la température dans le bassin de Limpopo en Afrique du Sud a augmenté. S'agissant des précipitations, 81 pour cent des producteurs ont indiqué que la quantité de pluie a diminué et les saisons agricoles sont devenues plus courtes, ces 20 dernières années.

Au niveau de la savane du Sénégal central, les ménages se sont rendus compte de la variabilité du climat et ont identifié le vent et les précipitations excessives occasionnelles comme les facteurs les plus destructifs du climat (Mertz *et al.*, 2009). Les ménages sont conscients de la variabilité climatique et attribuent la mauvaise santé du bétail, la réduction des rendements de récolte et une gamme d'autres problèmes aux facteurs de climat, particulièrement le vent. Quand aux questions du bien être, le changement dans l'utilisation de la terre n'est pas directement lié au changement climatique; les ménages et les groupes socio professionnels considèrent l'économie, la politique, et le social plutôt comme raisons principales du changement climatique. On conclut que les communautés étudiées ont une haute conscience des problèmes climatiques.

Au Bénin, les variations observées au niveau des paramètres climatiques sont également perceptibles par les populations locales qui arrivent non seulement à confirmer avec beaucoup de certitude les tendances observées et les causes mais aussi à évaluer les conséquences qui en découlent. Ainsi, pour les communautés rurales, les changements climatiques sont à la base de la durée des saisons sèches, de la période de floraison des arbres et des vents violents, des inondations, de la chaleur excessive, de la sécheresse, de la baisse des rendements au niveau agricole, de la prolifération de nouvelles maladies, des baisses de fertilité des sols et de l'exode rural (PANA-BENIN, 2008, Gnganglè *et al.*, 2009, Gnganglè *et al.*, 2011).

D'autres études menées au Bénin (Guibert *et al.*, 2010) indiquent que les informations les plus fréquentes ont trait à la mauvaise répartition des pluies et au raccourcissement de la saison des pluies (retard des pluies le plus souvent cité et par arrêt précoce des pluies, moins souvent cité). Il est à noter aussi que l'existence de poches de sécheresse au cours de la saison pluvieuse a été citée plusieurs fois. Enfin, l'accroissement de vents violents est souvent cité ainsi que la chaleur excessive. Mertz *et al.* (2009), qui ont obtenu des tendances similaires dans les réponses à une enquête au Mali et au Sénégal.

Les perceptions sont différentes selon les communautés, les milieux étudiés et les ressources concernées. Elles peuvent dépendre aussi des conditions socioéconomiques des populations. Des études antérieures ont montré que ces variations peuvent avoir des impacts significatifs sur la production agricole conduisant les communautés locales à adopter des stratégies d'adaptation comme réponses aux conditions d'altération du milieu (Molua, 2008). Face à ces menaces qui pèsent sur la survie des communautés rurales, assiste-t-on vraiment au niveau local à des stratégies d'adaptation développées par les producteurs pour faire face à ces menaces ?

### 3. Stratégies d'adaptation au changement climatique

Le changement climatique se produit et continuera bien dans le futur indépendamment de l'efficacité des mesures de réduction (Christensen *et al.*, 2007). Il y a donc nécessité de comprendre comment les producteurs font face à la variabilité du climat dans la gestion des ressources naturelles en vue de proposer des stratégies d'adaptation. L'étude des stratégies adaptatives de la gestion des ressources n'est pas nouvelle. Les études récentes indiquent que les populations marginalisées des régions sèches sont les plus exposées écologiquement, socialement, et politiquement (Reynolds *et al.*, 2007) et le changement climatique sera encore un facteur de stress dans un système vulnérable (Verchot *et al.*, 2007). D'autres soulignent la résilience des producteurs et leur capacité éprouvée de faire face même aux crises les plus dures, telles que les sécheresses des années 70 et des années 80 et remettant en cause la notion de la crise persistante dans les ménages (Mortimore et Adams 2001; Snrech 1995). D'ailleurs, il est retenu que la valeur de la connaissance locale dans les études de changement du climat a connu peu d'attention. Les producteurs possèdent des stratégies d'adaptation locales valables qui incluent des systèmes précoces de prévention d'augmentation de la température (Ajibade et Shokemi 2003; Nyong *et al.*, 2007) puis reconnaissent et répondent à des changements des paramètres du climat (Thomas *et al.*, 2007), par exemple, en maintenant des stratégies flexibles avec des variétés à cycles longs ou courts (Lacy *et al.*, 2006).

Les grandes différences entre les régions, les villages, et les ménages existent comme illustrées par Elmqvist et Olsson (2006), qui ont trouvé que dans une communauté du Soudan, la sécheresse

était perçue comme un principal responsable de changement dans la production de la gomme arabique, pendant qu'une autre communauté était relativement moins affectée et supposée plus résiliente au Sahel (Mortimore *et al.*, 2005; Reenberg 2001; Tschakert 2007; Wardell *et al.*, 2003). En Afrique australe, plusieurs études l'ont aussi indiqué (Thomas *et al.*, 2007; Ziervogel *et al.*, 2006). Selon Gnganglè *et al.* (2011), les stratégies d'adaptation observées se traduisent par un changement des pratiques agricoles (utilisation d'engrais pour faire face aux baisses de production) et techniques culturales (semis précoces pour anticiper sur les pluies précoces à durée plus réduite qu'auparavant). Les tendances observées le plus souvent varient selon les groupes ethniques, l'âge, le sexe et les activités socio-économiques des ménages. Toutefois, des études antérieures (Hassan et Nhemachena, 2008) ont montré que l'âge et le sexe ne sont pas forcément les facteurs déterminant les stratégies adaptatives développées au niveau local mais plutôt l'expérience des paysans en matière d'agriculture, la taille des ménages (les familles nombreuses s'adaptent mieux que les familles moins nombreuses) et les capacités des ménages à avoir accès au crédit et au marché. Le resemis, le relabour, les prières, les rites fétichistes, la diversification des activités génératrices de revenu et le reboisement ont été identifiés comme stratégies d'adaptation aux changements climatiques dans la gestion des parcs à karité au Nord Bénin (Noma, 2011). Les stratégies sont déterminées par l'âge du chef de ménage, le nombre d'actifs agricoles, le niveau de prospérité, le sexe, la religion, l'expérience agricole, le nombre d'années d'observation et le nombre de pieds de karité/ha sur le champ.

D'autres études ont identifié la diversification des cultures agricoles, l'utilisation de différentes variétés plus adaptées aux variations du climat, l'accroissement de l'utilisation des techniques d'irrigation, de protection des sols et de maîtrise de l'eau, la combinaison davantage de l'agriculture et de l'élevage, le développement davantage des techniques de culture mixte, la réduction des longueurs des périodes de culture et la diversification des activités non champêtres (Dixon *et al.*, 2001; Hassan et Nhemachena, 2008; Guibert *et al.*, 2010). Si certaines stratégies sont bien adaptées aux changements décrits (i.e. l'adoption de variétés à cycle court), d'autres apparaissent comme des réponses générales (extension des cultures et du cheptel) dénotant l'insuffisance d'efficacité des premières mesures (Guibert *et al.*, 2010). Le nombre élevé et la diversité des adaptations mises en place par les producteurs indiquent une réelle volonté de ces derniers de minimiser les impacts des changements climatiques.

Les changements climatiques sont-ils les seuls phénomènes responsables des modifications observées dans la gestion des parcs à karité au Bénin?

Les structures socio-agraires auxquelles les paysans sont désormais confrontées face aux effets adverses du changement climatique sur l'agriculture et la sécurité alimentaire connaissent-elles des mutations ?

## 4. Dynamique des systèmes agraires des parcs à karité

Le concept de système agraire est précisément l'outil intellectuel qui permet d'appréhender la complexité de chaque forme d'agriculture par l'analyse méthodique de l'organisation et du fonctionnement de son écosystème cultivé, de son système social productif, et de leurs interrelations (Mazoert & Roudart, 1997). L'agriculture pratiquée dans les différentes parties du monde à différentes époques se présente comme une multitude de formes locales variables dans l'espace et dans le temps (Mazoert & Roudart, 1997). De plus, chacune de ces formes apparaît comme un objet écologique et socio - économique très compliqué. C'est le cas des paysages agroforestiers en général et des parcs à karité en particulier. Selon Mazoert & Roudart (1997), la théorie des systèmes agraires permet ainsi de distinguer et de classer les innombrables formes d'agricultures passées et présentes en un nombre limité de systèmes, chacun occupant une place déterminée dans le temps et dans l'espace. Partant, la théorie de l'évolution des systèmes agraires est l'outil qui permet de représenter les transformations de l'agriculture d'une région comme une succession de systèmes distincts, constituant autant d'étapes d'une série historique définie. Et la théorie de la différenciation des systèmes agraires est l'outil qui permet d'appréhender dans ses grandes lignes, et d'expliquer, la diversité géographique de l'agriculture de chaque époque. Ainsi, le concept et la théorie des systèmes agraires offrent un référentiel éprouvé pour analyser toute agriculture particulière et pour fonder les projets et les politiques la concernant. Pour autant, concept et théorie ne dispensent jamais de l'enquête et de l'observation d'une forme d'agriculture particulière : la théorie n'est pas un dogme. Dans le cadre de cette thèse, cette approche est utilisée pour examiner la dynamique des systèmes agraires des parcs à karité au Nord Bénin, mais ensuite séparer les événements qui sont dus aux conséquences néfastes du changement climatique et ceux relatifs à la pression démographique croissante, au raccourcissement (voire de l'abandon actuel) de longues jachères arborées ou arbustives) à l'introduction d'innovations technologiques et de l'adoption des technologies éprouvées par la recherche développement et la vulgarisation. Il faudra décrire la dynamique des systèmes agraires sous karité, renseigner sur les changements intervenus entre les années 1960 et 2000 et étudier l'impact des arbres de karité sur les cultures associées en matière de production.

## 5. Productivité du karité associé aux cultures

La présence des arbres au milieu des zones de cultures crée des paysages appelés parcs ou "paysages agrosylvicoles". Ces paysages agrosylvicoles sont des systèmes d'utilisation des terres qui associent l'arbre et les cultures dans un arrangement spatial aléatoire. C'est précisément le cas au Bénin des espèces bien connues des populations telles que (*Elaeis guineensis* Jacqu.

Arecaceae) dans le sud du Bénin, (*Parkia biglobosa* Jacq. Benth., Mimosoideae) et (*Vitellaria paradoxa* Gaertn), espèces compagnes qui ouvrent les paysages végétaux du Centre et du Nord Bénin. Ces arbres sont conservés au milieu des champs de cultures vivrière et industrielle on parle de palmeraie jachère (Gnanglè, 1992) et parcs à karité et néré (Gbédji, 2003 & Gnanglè, 2005). L'avantage de l'intégration de l'arbre dans les systèmes de production par les paysans a été souligné par plusieurs auteurs. Le parc arboré permet de maintenir la fertilité des terres et la durabilité des systèmes de culture. En effet, la biomasse produite par les arbres est décomposée, ce qui permet un recyclage des nutriments pompés par l'arbre des horizons de profondeur vers les horizons de surface. Par contre, les effets de l'arbre sur les cultures en association semblent être contradictoires. Selon certains auteurs (Young, 1986 ; Kater, 1992; Zomboudré et al., 2005), dans la zone d'influence de l'arbre, les rendements des cultures sont tantôt meilleurs (Zomboudré et al., 2005) et tantôt réduits (Libert & Eyog-Matig, 1996). Dans ce dernier cas, la compétition entre l'arbre et la culture pour l'utilisation de l'eau, des nutriments et de la lumière a été souvent mise en cause. La compétition pour l'eau et la lumière dépend du type de houppier et surtout son diamètre qui peut influencer la production de la culture annuelle sous-jacente (Zomboudré et al., 2005). L'association de la culture du cotonnier et du karité constitue l'un des systèmes agricoles répandu au nord du Bénin (Agbahungba & Depommier 1989). Dans ce système riche en engrais minéral (intransit coton) et organique (biomasse foliaire du karité et résidus de récolte du cotonnier) pour les deux plantes, le coton et le karité sont produits. Ces deux espèces constituent une source de revenu pour les populations locales. La culture du cotonnier et les produits du karité notamment l'amande de karité et le beurre de karité) contribuent énormément au budget national du Bénin. Le cotonnier représente plus de 30 % des recettes d'exportation du Bénin et vient en tête parmi les produits exportés au Bénin. Ainsi, le coton et le karité occupent respectivement la première et la troisième position parmi les produits d'exportation, l'anacarde se classant entre ces deux spéculations. Une étude de 2010 de l'USAID a montré que pour chaque millier de USD (1000\$) de karité vendu au départ de l'exploitation un revenu des ménages additionnels de 1580\$ est généré dans l'économie locale rapporté par l'Alliance Globale du Karité (AGK, 2011). Depuis l'origine des temps, le karité a été toujours associé aux cultures. Une des cultures vivrières la plus rencontrée dans le paysage des départements septentrionaux du pays est le sorgho. Il contribue à la réduction de la pauvreté et à la sécurité alimentaire. Il est alors très important d'évaluer l'interaction entre cet arbre et les cultures associées dans le cadre de la gestion du système. Ainsi la recherche pourra contribuer à la conservation de ce système arbre-culture et à l'amélioration de leur productivité, puis à des recommandations au service national de vulgarisation. En Afrique, certains travaux ont été réalisés sur le sujet notamment ceux de Zombouré et al. (2005) au Burkina Faso, de Louppe et Ouattara (1997) en Côte d'Ivoire sur l'influence du karité sur les rendements agricoles et celui de Libert & Eyog-Matig (1997) sur l'influence du *Faidherbia albida* sur la culture du coton au Cameroun. Au Bénin, Gbemavo et al., (2010) ont étudié l'influence des arbres de karité sur le rendement capsulaire du cotonnier. Cette thèse complète cette étude en s'intéressant à l'association karité / Coton et Karité / Sorgho.

## 6. Problématique et Justification

Le karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn f. - *Sapotaceae* - Dicotylédones), est un fruitier semi-domestiqué d'Afrique subsaharienne très utile aux plans alimentaire et culinaire (graines, écorce, fruits, feuilles), agricole, pastoral et vétérinaire (feuilles, fruits, fleurs), thérapeutique (fruits, racines, écorce, feuilles, graines) climatique et environnemental (Gnanglè, 2008 ; Bonnet *et al.*, 2008). Bonnet *et al.* (2008) évoquent aussi des usages domestiques, artisanaux et industriels (bois, cendre et graines). Au Nord-Ouest du Bénin, les ménages ruraux tirent 46% de leurs revenus du karité (Dah-Dovonon et Gnanglè, 2006 ; Sokpon et Yabi, 2006). C'est une importante source oléagineuse pour les populations du nord du Bénin contrairement à l'huile de palme dans le sud. Au Bénin, le karité est le troisième produit en importance en termes de recette monétaire et de volume d'exportation. Malgré l'importance de cette espèce, les parcs dans lesquels elle se retrouve se dégradent de jour en jour sous l'influence combinée des facteurs humains et naturels (Gnanglè, 2010). La dégradation se traduit à la fois par la diminution de la densité moyenne des arbres de même que par leur vieillissement assez généralisé. Dans les années 1940, la zone de la savane soudanaise avait la plus grande densité de karité avec une population moyenne de 230 arbres/hectare alors qu'aujourd'hui, cette même densité n'est que de 11 arbres/hectare (Kalinganire *et al.*, 2008). Au Bénin, la densité varie en moyenne entre 15 et 41 arbres/hectare dans les jachères et les champs cultivés (Gnanglè, 2005). Cette situation est le résultat de la combinaison de plusieurs facteurs. La première cause identifiée est celle des conditions climatiques. En effet, Maranz et Wiesman (2003) ont observé des différences régionales dans des populations de karité au Mali et au Burkina Faso et l'ont attribué aux facteurs climatiques que sont les précipitations et la température. Au Bénin, l'évolution des facteurs climatiques entre 1960 et 2008 indique clairement une diminution drastique de la pluviométrie (-5,5 mm/an), une augmentation de la température de plus de 1°C, un nombre de jour de pluie allant de 105 à 65 jours (Gnanglè *et al.*, 2011). Les travaux portant sur les changements climatiques et en particulier sur les modifications pluviométriques des années 70 montrent que le Bénin a subi une réduction de 20 % des précipitations entre 1970 et 1990 impliquant une diminution de 40 % des écoulements (Le Barbe *et al.*, 1993). Ces perturbations climatiques ont donc des répercussions majeures sur la structure, la gestion, le fonctionnement et la productivité des parcs à karité. Les parcs à karité sont aussi menacés par certains changements intervenus dans les pratiques culturelles et l'utilisation des terres. La régénération naturelle du karité n'est possible que grâce à l'alternance de périodes de jachères d'au moins 10 ans et de cultures qui permettent l'établissement et la croissance initiale des jeunes arbres (Gnanglè, 2005; Kalinganire *et al.*, 2008). Or, en raison de la croissance démographique et des changements de pratiques culturelles qu'elle entraîne, il y a une diminution importante de la période de jachère, allant parfois jusqu'à une disparition complète de celle-ci (Cas du parc à karité de Kandi). En outre, l'augmentation du nombre de têtes de bétail présentes dans les parcs à karité se traduit par un pâturage plus intensif, amplifiée par la transhumance transfrontalière. Les feux de végétation menacent aussi les parcs à karité et les cultures associées. Les pieds de karité sont reconnus pour leur bonne tolérance

au feu de végétation en raison de l'épaisseur de leur écorce, mais si l'arbre est exposé trop jeune, il peut mourir ou sa fructification pourra être retardée significativement (Kalinganire *et al.*, 2008). L'évolution de l'outillage agricole a aussi des conséquences néfastes. En effet, si la culture attelée a permis l'augmentation de la production agricole, elle est souvent reconnue comme responsable de la dégradation de l'ensemble des parcs agroforestiers. Les relations entre karité et cultures dans les champs sont par ailleurs complexes, mal connues et donc mal maîtrisées. Toutes ces pratiques peu durables des terres augmentent les gaz à effet de serre dans les parcs à karités par des émissions de CH<sub>4</sub> (0,3 Gg soit 6,3 Gg Eq-CO<sub>2</sub>) et du N<sub>2</sub>O (1,3 Gg soit 399,9 Gg Eq-CO<sub>2</sub>). Les émissions totales du parc sont de l'ordre de 406 200 tonnes Eq CO<sub>2</sub> pour les gaz à effet de serre (GES) directs et 1770 tonnes pour les gaz à effet de serre indirects. Le gaz le plus émis parmi les principaux GES et qui participe le plus au réchauffement climatique est le N<sub>2</sub>O (Dossa, 2010). De même, l'obstacle principal à la réintroduction du karité dans les champs paysans est constitué par sa lenteur de croissance, sa fructification tardive (15 à 20 ans). Il n'atteint sa production maximale qu'entre 40 et 50 ans (Gnanglè, 2005 ; Kalinganire *et al.*, 2008). Sachant que les avantages économiques du karité ne viendront que dans plusieurs années, certains agriculteurs évitent des fois de protéger les arbres qui sont situés dans leurs champs et utilisent plutôt ceux-ci pour des cultures de rentes, comme le coton, ou pour des vergers d'arbres fruitiers, comme le manguier et l'anacardier. Les arbres de karité continuent d'être gérés par les populations riveraines avec des méthodes peu modernes. L'administration forestière a surtout cherché à protéger ces arbres dans les champs en interdisant leur coupe. Cette politique de conservation, a eu un effet contre-productif. Les agriculteurs se sont sentis aussi dépossédés de la gestion de leur patrimoine, abandonnant ainsi les peuplements existants dans un état de dégradation et de vieillissement très avancé. Les réflexions sur l'aménagement des forêts ignorent cette composante des peuplements arborés pour laquelle aucune méthode d'aménagement spécifique n'a été pensée.

Dans le contexte actuel d'accroissement démographique et du changement climatique, l'on assiste à des dérèglements tels que : les poches de sécheresse, la rareté des pluies, les inondations, les vents violents, la chute des rendements des cultures (karité et cultures associées). Ces dérèglements notamment du climat ont eu des conséquences telles que le bouleversement dans la phénologie du karité, la pullulation d'insectes thermophiles; des foreurs de troncs (*Neoplocaederus sp*) qui tuent jusqu'à 10 arbres par ha et par an dans les zones infestées, abstraction faite des dégâts liés à l'infestation par les épiphytes du genre *Tapinanthus sp.* (gui) sur les arbres de karité.

L'objectif de cette étude est de comprendre comment les paysans perçoivent ces changements climatiques et analyser si leurs perceptions sont en accord avec les tendances des paramètres climatiques issus des stations météorologiques. Face à cet avenir incertain, les populations s'adaptent-elles au changement climatique dans leur gestion des parcs à karité ?

Si les populations s'adaptent, ces adaptations sont-elles efficaces et vulgarisables ?

Existe-t-il des mutations dans les structures socio-agraires auxquelles les paysans sont confrontées face aux effets adverses du changement climatique sur l'agriculture et la sécurité alimentaire ?

## 7. Objectifs et Hypothèses

### 7.1 Objectif

L'objectif global de cette étude est d'analyser ce que font et pensent les producteurs face aux effets adverses du changement climatique dans la gestion des parcs à karité au Bénin pour une lutte efficace contre la pauvreté rurale et l'insécurité alimentaire.

Plus spécifiquement, il s'agira de :

- caractériser la variabilité temporelle des paramètres climatiques à l'aide des séries chronologiques entre 1960 et 2008 ;
- analyser les perceptions des producteurs dans la gestion des parcs à karités; ces perceptions sont-elles en accord avec les tendances des paramètres climatiques issus des stations météorologiques ;
- évaluer l'efficacité économique des adaptations au changement climatique du système de production des parcs à karités ;
- faire ressortir les éléments de dynamique dans la gestion des parcs à karité, et;
- évaluer l'impact du karité sur les cultures associées.

### 7.2 Hypothèses

1. La tendance des paramètres climatiques entre 1960 et 2008 varie en fonction des zones climatiques du Bénin ;
2. Les perceptions locales et adaptations au changement climatique diffèrent selon les groupes socio-culturelles ;
3. Les adaptations développées par les producteurs des exploitations agricoles des parcs à karités sont efficaces ;
4. Les mutations intervenues dans le système agraire des parcs à karité sont dues au changement climatique ;
5. Le karité réduit les rendements des cultures associées.

## 8. Plan de la thèse

Cette thèse est composée des **Chapitres 1 à 6**.

Dans le **Chapitre 1** intitulé : « Tendance climatique passée, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin », nous avons évalué les tendances climatiques des zones agro-climatiques du Bénin en relation avec les perceptions et adaptations locales au niveau des producteurs. Nous avons considéré les évènements climatiques des années 1960 à 1970 et après 2000 et les déterminants des perceptions et adaptations. On a noté une augmentation significative de la température moyenne (plus de 1°C sur la période de 1960 à 2008) et une diminution perceptible de la pluviométrie (5,5 mm/ an en moyenne) et du nombre moyen annuel de jours de pluie dans les trois zones. Les perceptions liées aux changements climatiques sont fonction des catégories socio-culturelles des enquêtés. La même remarque a été notée en ce qui concerne les adaptations qui sont principalement les semis précoces, l'utilisation d'engrais minéral ou une non-adaptation d'une innovation. Cet article est une porte d'entrée générale sur les questions de perception et d'adaptation au changement climatique au Bénin. Les questions spécifiques à la gestion des parcs à karité sont abordées par la suite.

Dans le **Chapitre 2** intitulé : « Perceptions paysannes, stratégies d'adaptation dans la gestion des parcs à karité face au changement climatique », il a été examiné les perceptions et stratégies d'adaptation développées par les producteurs dans la gestion des parcs à karité dans le contexte de changement climatique. A ce propos, 17 perceptions liées aux changements climatiques et 16 stratégies d'adaptation ont été identifiées. Ces dernières dépendent des niveaux de prospérité, mais n'ont pas de relation avec l'appartenance aux classes d'âges. Les paysans perçoivent le changement climatique dans les parcs à karité et mettent en pratique des stratégies d'adaptation face au changement climatique dans la gestion des parcs à karité. Enfin, il a été noté que certaines stratégies d'adaptation sont en relation avec les perceptions du changement climatique. Quatre des stratégies développées dans la lutte contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire sont efficaces.

Dans le **Chapitre 3** intitulé : « Efficacité des adaptations aux changements climatiques des systèmes de production de parcs à karité du nord-Bénin », des résultats que le coût financier moyen de la mise en œuvre du trois quart des stratégies d'adaptation au changement climatique développées par les producteurs dans la gestion des parcs à karité est faible. L'étude a été réalisée auprès de 466 chefs d'exploitations des parcs à karités de Parakou (Commune de Bassila), de Bembèrèkè (Commune de Bembèrèkè), et de Kandi (Commune de Banikoara) au Nord Bénin (Carte 4). D'une manière générale, les producteurs adoptant des stratégies d'adaptation enregistrent à l'hectare un coût total moyen (FCFA) de production plus faible à l'hectare et/an ( $379660 \pm 42768$ ) avec un produit brut moyen, une marge nette moyenne et un profit annuel moyen élevés ( $1002367,5 \pm 95137$ ) contre ( $648537,5 \pm 43210$ ) pour les producteurs n'adoptant aucune des stratégies. Les stratégies qui ont un coût financier intéressant doivent être évaluées.

Dans le **Chapitre 4** nous avons analysé la « Dynamique des systèmes agraires des parcs à karité au nord-Bénin », il s'en suit que les systèmes agraires des parcs à karité connaissent dans leur évolution des mutations qui sont dues notamment aux phénomènes démographiques et à l'introduction d'innovation technologique dans les systèmes de production. Ainsi, des changements sociaux sont intervenus dans les relations de travail, de l'accès à la terre, à l'arbre et au foncier, du système agraire en général des parcs à karité. Ces différents changements observés ne sont pas le fait du changement climatique mais sont dus à l'introduction de la technologie agricole du fait de l'avènement des projets de développement rural intégré Borgou I et Borgou II et l'accroissement démographique.

Dans le **Chapitre 5** qui concerne la « Productivité du coton et du sorgho dans un système agroforestier à karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn) au Nord Bénin », nous avons abordé la question liée à l'impact des arbres de karité sur deux principales cultures associées de la zone du nord Bénin. Il a été noté une différence très significative des variables dendrométriques et du nombre de capsules de coton entre les placettes sous houppier et hors houppier ( $P < 0,01$ ). Les paramètres de productivité du sorgho à savoir la hauteur moyenne des plants et la biomasse fraîche moyenne sont réduites sous la couronne du karité respectivement de 9,75% et de 29,31%. Les cotonniers sous couronne du karité diminuent en moyenne en hauteur de 6,58% comparativement à ceux hors couronne. La production capsulaire moyenne et la biomasse fraîche moyenne des plants de coton sont en baisse respectivement de 13,06% et 36,06% sous couronne du karité dans les parcs à karité.

Dans le **Chapitre 6** nous avons fait une discussion générale des principaux résultats. Ils stipulent clairement que la température est en hausse sur la période. Les scientifiques et les producteurs ont constaté les mêmes tendances. S'agissant du vent, beaucoup d'efforts restent à faire au niveau des chercheurs pour véritablement mesurer l'impact de cette variable climatique sur les écosystèmes notamment les parcs à karité. Ainsi, les paysans perçoivent le changement du climat et son impact sur la productivité des parcs à karité. Ils développent des adaptations. Les résultats liés à l'adaptation des populations sont nombreux et font suggérer que les services de vulgarisation doivent adapter leurs outils d'intervention selon les cas. La gestion des parcs à karité est rentable du point de vue du Revenu Net Moyen annuel, du Taux de Rentabilité Interne, de la Productivité Marginale. La croissance démographique et l'introduction de nouvelles technologies ont induit les principaux changements dans les systèmes agraires des parcs à karité. S'agissant de l'association karité cultures vivrières il est clairement noté une différence très significative des variables (hauteur du sorgho et du coton, biomasse du coton et du sorgho, nombre de capsules de coton) entre les placettes sous houppier et hors houppier ( $P < 0,01$ ). Les paramètres de productivité du sorgho à savoir la hauteur moyenne des plants et la biomasse fraîche moyenne sont réduites sous la couronne du karité respectivement de 9,75% et de 29,31%. Par contre, les cotonniers sous couronne du karité diminuent en moyenne en hauteur de 6,58% comparativement à ceux hors couronne. La production capsulaire moyenne et la biomasse fraîche moyenne des plants de coton sont en baisse respectivement de 13,06% et 36,06% sous couronne du karité dans les parcs à karité.

## Bibliographie

- Adger N., Agrawala S., Mirza MMQ., Conde C., O'Brien K., Pulhin J., Pulwarty R., Smit B., Takahashi T. 2007. Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. In: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE (eds) *Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 717-743
- Agbahungba, G., and D. Depommier. 1989. Aspects du parc à karité-néré (*Vitellaria paradoxa* Gaertn. f. *Parkia biglobosa* jacq. benth) dans le sud du Borgou (Bénin). *Bois For. Trop.* 222:41-54.
- Agk, 2011. Rapport annuel 2011. 16 p.
- Aho N., Boko M., Afouda A. 2008. Evaluation concertée de la vulnérabilité aux variations actuelles du climat et aux phénomènes météorologiques extrêmes. PANA/Bénin. 93 p
- Ajibade L.T., Shokemi O.O. 2003. Indigenous approach to weather forecasting in ASA L.G.A., Kwara State, Nigeria. *Indilinga-African Journal of Indigenous Knowledge Systems* 2:37-44
- Baldy & Stigter, 1993. Agrométéorologie des cultures multiples en régions chaudes. CTA/INRA/. Paris. 246 p.
- Bonnet M., Arbonnier M., & Grard P. 2008. Ligneux du Sahel. Outil graphique d'identification. CD-Rom. Editions Quae, Versailles, France.
- Bryant E., 1997. Climate processes and change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Bush M., Flenley J. 2009. Tropical rainforest responses to climatic change. Springer, 225 p.
- CIRAD-GRET-MAE, 2009. Le Mémento de l'Agronome. 1691 p. 06/2009. ISBN 10 : 2759203573 ISBN 13 : 9782759203574
- Christensen J.H., Hewitson B., Busuioc A., Chen A., Gao X., Held I., Jones R., Kolli R.K., Kwon W-T., Laprise R., Magana Rueda V., Mearns L., Menendez C.G., Raïsanen J., Rinke A., Sarr A., Whetton P. 2007. Regional climate projections. In: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (eds) *Climate Change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 847-940
- D'Orgeval T. 2008. Impact du changement climatique sur la saison des pluies en Afrique de l'Ouest : que nous disent les modèles de climat actuels ?, *Sécheresse*, 19(2), 79-85.
- Dah - Dovonon J.Z. & Gnanglè C.P., 2006. Evaluation des potentialités de développement de la filière karité dans les départements de l'Atacora et de la Donga. GTZ/MAEP/MEPN/ProCGRN. 93p

- Dixon J., A. Gulliver D. Gibbon, 2001. Farming systems and poverty: Improving farmers' livelihoods in a changing world. FAO (Food and Agriculture Organization), Rome, and World Bank, Washington, DC., 41 p.
- Dossa, A.F.E. 2010. *Stock de carbone et émissions de Gaz à Effet de serre dans le parc à karité (Vitellaria paradoxa L.) et néré (Parkia biglobosa Jacq. G. Don) de Bembèrèkè en zone soudanienne du Bénin*. Mémoire de DESS/AGRN. UAC/FSA. 64 p.
- Elmqvist B., Olsson L. 2006. Livelihood diversification: continuity and change in the Sahel. *GeoJournal* **67**:167-180
- Gbédji E.K.Y. 2003. *Caractérisation morphologique et structurale des parcs à néré (Parkia biglobosa (Jack;) R. Br. Ex. G. Dom.) au Bénin*. Thèse d'Ingénieur Agronome. Université d'Abomey - Calavi. Bénin. 124 p.
- Gbemavo D.S.J.C. 2010. *Evaluation écologique et ethnobotanique des agroécosystèmes coton-karité dans le Nord Bénin*. Mémoire de DEA, FSA, 74p.
- Gbetibouo G., A. 2009. Understanding Farmers' Perceptions and Adaptations to Climate Change and Variability The Case of the Limpopo Basin, South Africa. IFPRI Discussion Paper 00849. 41p.
- Glèlè Kakaï R., Akpona T. J. D., Assogbadjo A. E., Gaoue ´ O. G., Chakeredza S. P., Gnganglè C.P., Mensah G. A., Sinsin B. 2011. Ecological adaptation of the shea butter tree (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) along climatic gradient in Benin, West Africa. . 2011 Blackwell Publishing Ltd, *Afr. J. Ecol.*, **49**, 440-449. doi: 10.1111/j.1365-2028.2011.01279.x
- Gnganglè P. C. 1992. Étude du fonctionnement de la jachère à palmier sur le plateau Adja. Thèse d'Ingénieur Agronome/Option Économie et Sociologie Rurale, 113 pages, 1992, UNB/FSA, Abomey Calavi, Bénin.
- Gnganglè P. C. 2005. *Parcs à karité (Vitellaria paradoxa) (Gaertn. C. F.) (Sapotaceae) au Bénin: Importance socio-culturelle, caractérisations morphologique, structurale et régénération naturelle*. Mémoire de DEA. Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles. UAC/FSA. 113 p.
- Gnganglè P. C. 2008. Contribution à l'amélioration de la gestion des parcs à karité et néré pour une adaptation aux changements climatiques au Bénin. Appel à proposition réussie de projet pour financement. FSP/RIPIECSA. 19 p
- Gnganglè P. C. Yabi, J. A., Glèlè Kakaï, J.L.R & Sokpon. N. 2009. Changements climatiques: Perceptions et stratégies d'adaptations des paysans face à la gestion des parcs à karité au Centre-Bénin. Communication au SIFEE 2009. Niger. [www.sifee.org/Actes/actes\\_niamey.../1\\_GNANGLE\\_comm.pdf](http://www.sifee.org/Actes/actes_niamey.../1_GNANGLE_comm.pdf)
- Gnganglè, P.C. 2010. Management of shea butter tree in the context of climate change. *International Innovation*. Disseminating science, research and technology. Environment: October 2010. P 54-55. ISSN 2041-4552.

- Gnanglè P. C., Glèlè Kakai R., Assogbadjo A. E., Vodounon S., Yabi J., Sokpon N. 2011. Tendances climatiques : Modélisation, perceptions locales et adaptations locales au Bénin. *Climatologie*, vol. 8, 26–40, 2011.
- Gnanglè C. P., Yabi J.A., Dassou A., Yègbèmey R.N., Sokpon N. 2012. Gestion des parcs à karité pour une adaptation au changement climatique au Nord Bénin (Accepté pour publication dans le journal *Agronomie Africaine*).
- Guibert H., Allé U. C., Dimon R.O., Dédéhouanou H., Vissoh P. V., Vodouhé S.D., Tossou R.C. Agbossou E.K. 2010. Correspondance entre savoirs locaux et scientifiques : Perceptions des changements climatiques et Adaptations: Etude en région cotonnière du Nord Bénin. ISDA 2010, Montpellier 28-30 Juin 2010. 12 p
- Haarsmaa R.J., Selten F.M., Weber S.L., Kliphuis M. 2005. Sahel rainfall variability and response to greenhouse warming. *Geophysical Research Letters* 32:1–4
- Haarsmaa R.J., Selten F.M., Weber S.L., Kliphuis M. 2005. Sahel rainfall variability and response to greenhouse warming. *Geophysical Research Letters* 32:1–4
- Hageback J., Sundberg M., Ostwald D., Chen X., Yun and Knutsson P. 2005. Climate variability and land use change in Danagou, watershed, China—Examples of small scale farmers' adaptation. *Climatic Change* 72: 189–212.
- Haile M. 2005. Weather patterns, food security and humanitarian response in sub-Saharan Africa. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360:2169–2182
- Hassan R., Nhemachena C. 2008. Determinants of African farmers' strategies for adapting to climate change: multinomial choice analysis. *AfJARE* Vol 2 No 1 March 2008. 83-104 p.
- Held I.M., Delworth T.L., Lu J., Findell K.L., Knutson T.R. 2005. Inaugural Article: Simulation of Sahel drought in the 20th and 21st centuries. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102:17891–17896
- Hulme M., R. Doherty, T. Ngara, M. New, Lister D. 2001. African climate change: 1900–2100. *Climate research*, 17, 145–168.
- Huq S., Reid H., Konate M., Rahman A., Sokona Y., Crick F. 2004. Mainstreaming adaptation to climate change in Least Developed Countries (LDCs). *Climate Policy*, 4:25–43
- IAVS, 2011. Etude exploratoire de modèles d'agriculture en réponse aux changements du climat au Sahel. Note de recherche No. 1. Catégorie 1 : Gouvernance et changements climatiques Juillet 2011. Notes de recherche de l'IAVS. [www.iavs.info](http://www.iavs.info) p 8
- IPCC, 2001a. Climate Change 2001: The scientific basis. Report of IPCC Working Group I. IPCC, Geneva. <http://www.ipcc.ch>. Accessed 23 April 2002.
- IPCC, 2001b. Africa (Chapter Ten). Climate Change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability. Report of IPCC Working Group II. IPCC, Geneva. <http://www.ipcc.ch>. Accessed 23 April 2002.

- IPCC, 2001c. Climate Change 2001: Mitigation. Report of IPCC Working Group III. IPCC, Geneva. <http://www.ipcc.ch>. Accessed 23 April 2002.
- IPCC, 2007a. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 996 pp
- IPCC, 1998 : *The regional impact of climate change: An assessment of vulnerability*. A special report of IPCC, Working Group 11, Summary for policy makers, IPCC, Geneva.
- Kalinganire A., Bandiaky S., Roy-Macauley H., Weber J.C., et Tchoundjeu Z. 2008. Gros plan sur les parcs agroforestiers. Sahel Agroforesterie n° 11 et 12 – Janvier & Décembre 2008. 16 p.
- Kater L.J.M., Kante S. & Budelman A., 1992, Karite (*Vitellaria paradoxa*) and nere (*Parkia biglobosa*) associated with crops in South Mali. *AgroforSyst.* 18, 89-106.
- Kurukulasuriya P., Mendelsohn R., Hassan R., Benhin J., Deressa T., Diop M., Eid H.M., Fosu K.Y., Gbetibouo G., Jain S., Mahamadou A., Mano R., Kabubo-Mariara J., El Marsafawy S., Molua E., Ouda S., Ouedraogo M., Sene I., Maddison D., Seo S.N., Dinar A. 2006. Will African agriculture survive climate change? *World Bank Economic Review* 20:367–388
- Lacy S., Cleveland D., Soleri D. 2006. Farmer choice of sorghum varieties in Southern Mali. *Human Ecology* 34:331–353
- Le Barbe & Al, 1993. Les ressources en eaux superficielles de la République du Bénin, Edition de l'ORSTOM, Paris, 392 p.
- Libert C. & Eyog-Matig O. 1996. *Faidherbia albida* et production ottonnière. in: Les Parcs à *Faidherbia*» (*Acacia albida* Parklands), Cahiers scientifiques du Cirad-Forêt, 12, 103-122.
- Maddison D. 2006. The perception of and adaptation to climate change in Africa. CEEPA Discussion Paper No. 10. Centre for Environmental Economics and Policy in Africa, University of Pretoria, South Africa.
- Mazoyer M., & Roudart L. 1997. Pourquoi une théorie des systèmes agraires? v.6 n° 6, p. 591-595
- Mendelsohn R., Williams L. 2004. Comparing forecasts of the global impacts of climate change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 9, 315–333.
- Mertz O., Mbow C., Reenberg A., Diouf A. 2009. Farmers' Perceptions of Climate Change and Agricultural Adaptation Strategies in Rural Sahel Springer Science+Business Media, LLC 2008, Environmental Management (2009) 43:804–816 DOI 10.1007/s00267-008-9197-0
- Molua E. L., 2008. Turning up the heat on African agriculture: The impact of climate change on Cameroon's agriculture. *AfJARE*, 2, 48-64.

- Mortimore M. J. ., Adams W. M. 2001. Farmer adaptation, change and “crisis” in the Sahel. *Global Environmental Change*. **11** 49-57.
- Noma, F. 2011. *Efficacité des stratégies d'adaptation au changement climatique dans la gestion des parcs à karité : Cas de la commune de Bembèrèkè*. Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome. UP/FA. 101p
- Nyong A., Adesina F., Osman Elasha B. 2007. The value of indigenous knowledge in climate change mitigation and adaptation strategies in the African Sahel. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **12**:787–797
- Odada E.O., Scholes R.J., Noone K., Mbow C., Ochola W.O. 2008. A strategy for Global Environmental Change Research in Africa. Science Plan and Implementation Strategy. IGBP Secretariat, Stockholm
- PANA-BENIN, 2008. *Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques du Bénin*. MEPN/UNDP. 81p.
- Reenberg A. 2001. Agricultural land use pattern dynamics in the Sudan-Sahel-towards an event-driven framework. *Land Use Policy* **18**:309–319
- Reynolds J.F., Smith D.M.S., Lambin E.F., Turner B.L., Mortimore M., Batterbury S.P.J., Downing T.E., Dowlatabadi H., Fernandez R.J., Herrick J.E., Huber-Sannwald E., Jiang H., Leemans R., Lynam T., Maestre F.T., Ayarza M., Walker B. 2007. Global desertification: building a science for dryland development. *Science* **316**:847–851
- Rosenzweig C., Parry M. 1994. Potential Impact of climate change on world food supply. *Nature*, **367**, 133–138.
- Sivakumar M.V.K ., Das HP., Brunini O. 2005. Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics. *Climatic Change* **70**:31–72
- Snrech S. 1995. Preparing for the future: a vision of West Africa in the year 2020. Summary Report of the West Africa Long Term Perspective Study. OECD–Club du Sahel and CILSS, Paris
- Sokpon N. & Yabi J.A., 2006. Gestion des systèmes de production de commercialisation et de transformation du karité au Bénin. Rapport technique. 48p.
- Thomas D., Twyman C., Osbahr H., Hewitson B. 2007. Adaptation to climate change and variability: farmer responses to intraseasonal precipitation trends in South Africa. *Climatic Change* **83**:301–322
- Traoré KB., 2003, Le parc à karité: sa contribution à la durabilité de l'agrosystème. Cas d'une toposéquence à Konobougou (Mali-Sud). Thèse de doctorat: Sciences du sol Montpellier. CIRAD, pp. 216 p.
- Tschakert P. 2007. Views from the vulnerable: understanding climatic and other stressors in the

Sahel. *Global Environmental Change* **17**:381–396

- Vedwan N., and Rhoades. R.E. 2001. Climate change in the Western Himalayas of India: a study of local perception and response. *Climate Research*. **19**: 109–117.
- Verchot L., van Noordwijk M., Kandji S., Tomich T., Ong C., Albrecht A., Mackensen J., Bantilan C., Anupama K., Palm C. 2007. Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **12**:901–918
- Verhagen A., A.J. Dietz and Ruben R. 2001. Impact of climate change on water availability, agriculture and food security in semi-arid regions, with special focus on West Africa. Global Change NOP-NRP Report 410200076. Dutch National Institute for Public Health and Environment, Bilthoven, 140 pp.
- Wardell D.A., Reenberg A., Tøttrup C. 2003. Historical footprints in contemporary land use systems: forest cover changes in savannah woodlands in the Sudano-Sahelian zone. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions* **13**:235–254
- Young A., 1986, Effects of trees on soils. *In*: Prinsley R.T., Swift M.J. (eds). *Amelioration of soil by trees*. London: Commonwealth Science Council, 10-15.
- Ziervogel G., Bharwani S., Downing T.E. 2006. Adapting to climate variability: pumpkins, people and policy. *Natural Resources*
- Zomboudré G., Zombré G., Ouedraogo M., Guinko S., & Macauley H.R., 2005. Réponse physiologique et productivité des cultures dans un système agroforestier traditionnel: cas du maïs (*Zea mays* L.) associé au karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn. C. F.) dans la zone est du Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, **9**

# Chapitre 1.

## Tendance climatique passée, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin

Césaire P. GNANGLÈ <sup>1</sup>, Romain GLÈLÈ KAKAÏ <sup>2</sup>, Achille E. ASSOGBADJO <sup>2</sup>, Samuel VODOUNON <sup>1</sup>,  
Jacob Afouda YABI <sup>3</sup> et Nestor SOKPON <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut National des Recherches Agricoles du Bénin

01 BP 884

Cotonou, Bénin

*gnampaces@yahoo.fr*

<sup>2</sup> Faculté des sciences agronomiques, Université d'Abomey-Calavi

01 BP 526

Cotonou, Bénin

*gleleromain@yahoo.fr*

<sup>3</sup> Faculté d'agronomie, Université de Parakou

BP 123

Parakou, Bénin

Climatologie, vol. 8, 26-40, 2011

## Résumé

La présente étude examine l'évolution des facteurs climatiques entre 1960 et 2008 des trois zones climatiques du Bénin, les perceptions locales face aux changements climatiques ainsi que les adaptations développées par les communautés locales pour faire face aux variations notées. À cet effet, les données climatiques ont été soumises à l'analyse des séries chronologiques et les équations des différentes tendances ont été établies. En ce qui concerne les perceptions et adaptations, des enquêtes individuelles appuyées par des entretiens de groupes ont été effectuées sur 1045 chefs de ménages répartis dans les zones climatiques soudaniennes, soudano-guinéennes et guinéennes. Les données liées à la perception locale de l'intensité des événements climatiques dans les années 1960 à 1970 et après 2000 ont été soumises à une analyse en composantes principales, et celles liées aux formes d'adaptation à une analyse factorielle des correspondances. Les résultats obtenus indiquent une augmentation significative de la température moyenne (plus de 1 °C) dans les trois zones, ainsi qu'une diminution perceptible de la pluviométrie (-5,5 mm/an en moyenne) et du nombre moyen annuel de jours de pluie. Les autres résultats indiquent une variation des perceptions liées aux changements climatiques en fonction des catégories socioculturelles des sujets. La même remarque peut être faite pour les adaptations qui sont principalement les semis précoces, l'utilisation d'engrais minéral ou une non-adaptation.

**Mots-clés :** *Changements climatiques, zones climatiques, perceptions locales, adaptation, Bénin.*

## Abstract

### Past climate trends: modeling, local perceptions and adaptation in Benin

The present study has examined the evolution trend of climatic patterns between 1960 and 2008 of the 3 climatic zones of Benin and the local perceptions on the climate changes as well as the adaptation noted in the agricultural practices. Thus, climate data were submitted to the trend analysis and the equations of the different trends were also established. As far as the local perceptions on climate changes were concerned, an individual survey, supported by group discussion was done, using 1045 informants dispatched up into the Sudanian, Sudano-Guinean and Guinean zones. Data linked to the intensity of climatic events between 1960 and 1970 and after 2000 were submitted to Principal Component Analysis and those linked to adaptation to Correspondence analysis. Results indicated a significant increase of the mean temperature (more than 1 °C) in the 3 climatic zones and a perceptible decrease of the rainfall (5.5 mm/year) and the number of rainy days per year. Other results revealed variability in the perceptions on climate

changes according to socio-cultural groups of individuals. The same conclusions were made as far as the adaptations were concerned. These adaptations were mainly the use of mineral fertilizers, precocious sowing or a non-adaptation.

**Keywords:** Climate changes, climatic zones, perceptions, adaptations, Bénin.

## *Introduction*

Dans l'histoire humaine, le besoin de comprendre les changements climatiques n'a jamais été aussi urgent et important qu'au 21<sup>ème</sup> siècle, surtout en zone tropicale où la déforestation et l'extinction des espèces sont relativement plus importantes et les conditions de vie, plus précaires (Bush et Flenley, 2007). Ces phénomènes sont encore plus accentués en Afrique où la déforestation est très importante. L'importance de la variabilité temporelle en Afrique tient au fait que les paramètres climatiques, censés varier dans le temps du fait du cycle saisonnier global de la planète, présentent également différentes évolutions selon les régions. Comprendre et prédire ces variations annuelles, décennales ou multi-décennales dans un passé récent est devenu un défi pour les spécialistes africains du climat (AMMA ISSC, 2005 ; Janicot *et al.*, 2008). Le développement des méthodes de prédiction des variations climatiques sur le long terme a connu un développement prodigieux (Folland *et al.*, 1991 ; Stockdale *et al.*, 1998 ; Washington et Downing, 1999). Mais cela n'a pas permis de cerner les causes fondamentales de la baisse drastique de la pluviométrie en Afrique, surtout en zone sahélienne (Rowell *et al.*, 1995 ; Xue et Shukla, 1998). Ce changement pluviométrique a entraîné naturellement des changements dans la variabilité des autres paramètres climatiques comme la température, l'humidité relative et la tension de vapeur. Les changements climatiques continuent d'affecter non seulement les écosystèmes forestiers, à travers une fréquence accrue des feux de végétation, mais aussi les écosystèmes aquatiques à travers des inondations plus fréquentes et les activités agricoles des populations africaines (IPCC, 2007). De même, les changements climatiques ont pour effet une fréquence accrue de nouvelles maladies infectieuses. Dans les régions sahéliennes de l'Afrique par exemple, les conditions de plus en plus sèches et chaudes ont finalement conduit à la réduction de la saison des pluies, avec un effet négatif direct sur le rendement des cultures et la fréquence des périodes de famine (IPCC, 2007).

Ces changements climatiques sont perçus et compris de façons diverses par les populations africaines selon leurs caractéristiques socioculturelles. Les différences de perception des changements climatiques ont induit une variabilité dans les formes d'adaptation pour minimiser les effets de ces changements climatiques. En effet, l'adaptation des populations rurales est un aspect critique en ce qui concerne les pays en développement où la vulnérabilité est élevée à cause des faibles moyens des communautés locales. L'adaptation est une sorte d'ajustement écologique, social ou économique en réponse à des changements climatiques observés ou à

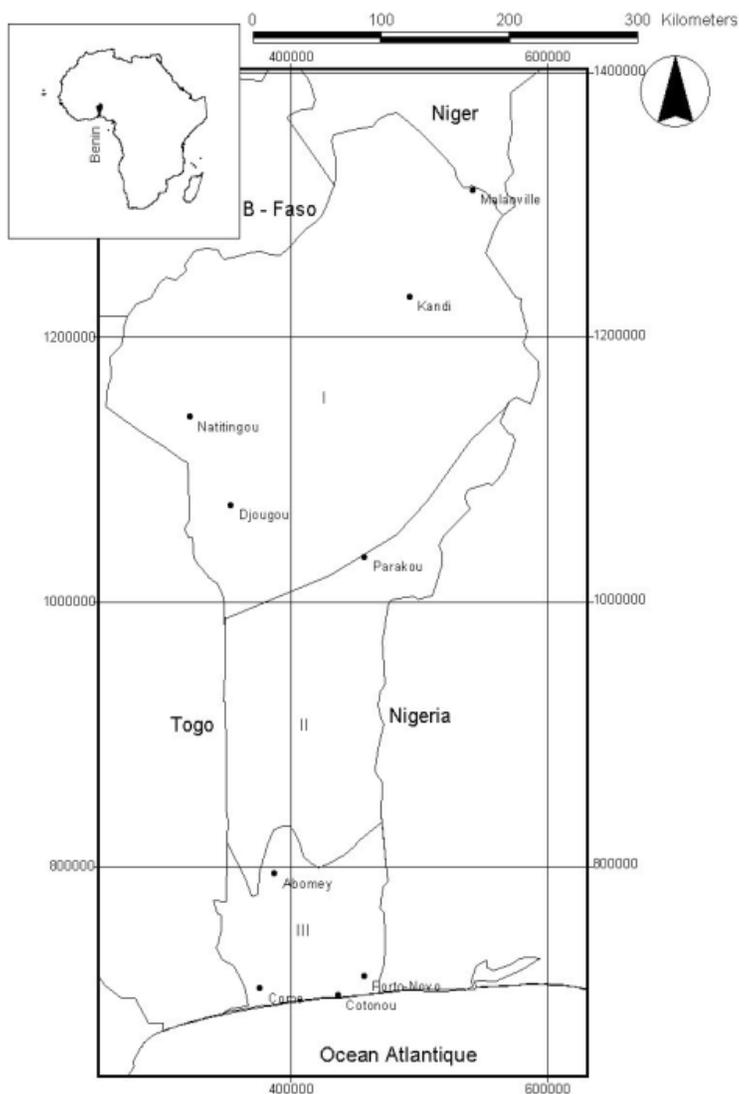
venir pour atténuer leurs impacts (IPCC, 2001 ; Adger *et al.*, 2005). Ces adaptations sont notées au niveau individuel comme au niveau des communautés et sont motivées par une multitude de facteurs comme les échanges commerciaux (Smit *et al.*, 2000), les réseaux sociaux (Adger, 2005) ou par des actions individuelles surtout au niveau des pratiques agricoles, en ce qui concerne les populations rurales. De ce fait, l'adaptation pourrait aider les populations à garantir leur alimentation, leur revenu et sécuriser leur bien-être dans le contexte actuel des changements climatiques et des conditions socio-économiques se traduisant par les variations du climat, les sécheresses ou les inondations (Kandlinkar et Risbey, 2000).

Face à ces changements climatiques, leurs effets sur les écosystèmes et les adaptations des populations, il devient nécessaire et urgent en Afrique de mieux comprendre et caractériser ces variations climatiques et surtout, d'analyser les perceptions locales à ce sujet. La caractérisation des adaptations des populations locales dans un contexte de changements climatiques permettra de mieux analyser, comprendre et vulgariser les meilleures adaptations, tenant compte des spécificités climatiques régionales. La présente étude est préliminaire et a pour objectif principal de caractériser la variabilité de paramètres climatiques à l'aide de séries chronologiques et d'analyser les perceptions locales et les adaptations au Bénin. Les deux principales hypothèses testées dans cette étude sont 1) la tendance évolutive des paramètres climatiques de 1960 à 2000 en fonction des zones climatiques du Bénin, 2) les perceptions locales et les adaptations aux changements climatiques selon les groupes socioculturels.

## **1.1 Matériel et méthodes**

### **1.1.1 Collecte des données climatiques et socioculturelles**

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 supérieure à 0,85 mm (Sivakumar, 1988) ont été analysées de 1960 à 2008 pour 34 stations géographiquement réparties dans tout le Bénin (Carte 2), données fournies par l'ASCENA (Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne).



**Carte 2. :** Matérialisation des trois principales zones climatiques au Bénin. Location of the three climatic zones of Benin.

En ce qui concerne les données socioculturelles, un échantillonnage aléatoire de 55 chefs de ménages a été effectué en avril 2009 dans chacun des 19 villages aléatoirement retenus dans les trois zones climatiques du Bénin. Au total, 1045 chefs de ménage ont été considérés et soumis à un questionnaire individuel. Des entretiens semi-structurés ont aussi été effectués dans chacun des villages pour mieux cerner les informations fournies lors des entretiens individuels. Les données

collectées concernaient les catégories socioculturelles (ethnie, âge et sexe), leur perception par rapport à l'intensité des événements climatiques dans les années 1960 et après 2000, sur une échelle de valeurs de 1 (très faible intensité) à 5 (très forte intensité), les autres valeurs d'échelle étant faible intensité (2), moyenne intensité (3) et forte intensité (4). Ces événements sont liés aux vents, inondations, apparition de nouvelles maladies, température ambiante, durée des saisons sèches, etc. Par ailleurs, d'autres données ont été aussi collectées telles que les différentes adaptations tenant compte des changements climatiques passés.

### 1.1.2 Caractérisation de la tendance des paramètres climatiques au Bénin

Les 34 stations climatiques étudiées sont réparties dans les trois zones climatiques que sont la zone Soudanienne ( $9^{\circ}45' - 12^{\circ}25'N$ , notée zone 1), la zone Soudano-Guinéenne ( $7^{\circ}30' - 9^{\circ}45'N$ , notée zone 2) et la zone Guinéenne ( $6^{\circ}25' - 7^{\circ}30'N$ , notée zone 3). La pluviométrie moyenne de la zone Soudanienne est inférieure à 1000 mm et l'humidité relative moyenne de 1960 à 2000 est de 54,9 % ; la température moyenne est de  $27,5^{\circ}C$ . En zone soudanienne, les sols sont hydromorphes, bien drainés ; ce sont pour la plupart des lithosols ; la végétation est principalement composée de savanes avec de petits arbres. La zone soudano-guinéenne présente une pluviométrie unimodale, de mai à octobre, avec 113 jours de pluie et une pluviométrie moyenne annuelle (1960-2000) de 900 à 1100 mm. La température annuelle varie entre  $21,2^{\circ}C$  (moyenne des minima) et  $32,5^{\circ}C$  (moyenne des maxima), l'humidité relative étant comprise entre 45,5 % (moyenne des minima) et 87,1 % (moyenne des maxima). Les sols sont ferrugineux et de fertilité variable ; la végétation est caractérisée par une mosaïque de forêt claire, de forêt dense et de savane arbustive à arborée avec des galeries forestières. La zone guinéenne est caractérisée par une pluviométrie bimodale avec une moyenne annuelle de 1200 mm ; la température moyenne varie entre 25 et  $29^{\circ}C$  et l'humidité relative entre 69 et 97 %. Les sols sont soit ferralitiques et profonds, soit riches en vertisols, humus et minéraux.

La modélisation de la tendance évolutive entre 1960 et 2008 de chacun de ces paramètres climatiques par zone climatique a été faite avec le logiciel Minitab 1.4., en utilisant l'analyse des séries chronologiques, plus précisément l'analyse des tendances (Bowerman et O'Connell, 1993). L'ajustement linéaire ou quadratique des tendances observées est aussi effectué en tenant compte de certains paramètres de précision comme l'erreur moyenne absolue en pourcentage (MAPE), la déviation moyenne absolue (MAD) et la déviation moyenne quadratique (MSD) des séries estimées par rapport aux valeurs réelles observées. Une faible valeur de ces paramètres climatiques indique un bon ajustement de la série chronologique.

### 1.1.3 Analyse des perceptions locales et adaptations face aux changements climatiques

Au Bénin et plus généralement en Afrique, les perceptions locales des phénomènes et les pratiques sont très influencées par les us et coutumes, eux-mêmes dépendant des groupes socioculturels. De ce fait, les sujets enquêtés ont été regroupés suivant les huit principaux groupes socioculturels, à savoir les Fon et les Yoruba, majoritairement représentés en zones guinéenne et soudano-guinéenne, ainsi que les Fôôdo, les Dendi, les Bariba, les Pila-Pila, les Otamari et les Bôo (en zone soudanienne) ; dans chaque groupe, les sujets ont été regroupés suivant deux catégories d'âge (adulte = 50 à 70 ans ; vieux > 70 ans) et de sexe (Assogbadjo *et al.*, 2008). Ainsi, au total, 20 catégories socioculturelles (au lieu des 48 potentielles) et prenant en compte la combinaison entre principaux groupes socioculturels, l'âge et le sexe ont été considérées (tableau 1.1).

**Tableau 1.1 :** Effectifs associés aux 20 principaux groupes socioculturels étudiés (N = 1045). *The 20 socio-cultural groups analysed (N = 1045).*

Catégorie socioculturelle	Code	Effectif	Catégorie socioculturelle	Code	Effectif
Homme Adulte Bariba	BAAH	51	Homme Adulte Fôôdo	FOAH	54
Vieil Homme Bariba	BAVH	38	Vieil Homme Fôôdo	FOVH	26
Homme Adulte Bôô	BOAH	57	Femme Adulte Otamari	OAF	34
Vieil Homme Bôô	BOVH	24	Homme Adulte Otamari	OAH	38
Homme Adulte Dendi	DAH	57	Vieil Homme Otamari	OVH	12
Vieil Homme Dendi	DVH	43	Homme Adulte Pila-Pila	PAH	43
Femme Adulte Fon	FAF	123	Vieil Homme Pila-Pila	PVH	32
Homme Adulte Fon	FAH	89	Femme Adulte Yoruba	YAF	78
Vieille Femme Fon	FVF	65	Homme Adulte Yoruba	YAH	83
Vieil Homme Fon	FVH	67	Vieil Homme Yoruba	YVH	31

Cette situation résulte de l'absence dans l'échantillon étudié de certains enquêtés répondant à des combinaisons de modalités d'âge, de sexe et de groupes culturels. Pour chaque personne enquêtée, l'indice de perception de chaque évènement climatique a été déterminé par la différence de scores d'intensité après l'an 2000 et avant 1960. Pour chacune des 20 catégories, un indice moyen de perception est calculé pour chaque évènement à partir de la valeur moyenne des indices de perception de cet évènement par les individus composant le groupe considéré. Une matrice d'indices de perception des évènements climatiques est établie, les lignes de

cette matrice représentant les 20 catégories socioculturelles et les colonnes, les événements climatiques. Cette matrice a été soumise à une Analyse en Composantes Principales (ACP) afin de décrire les relations existant entre les perceptions liées aux changements d'intensité de différents événements climatiques. La projection des catégories socioculturelles dans le système d'axes définis par les événements climatiques a permis d'analyser les perceptions selon les catégories socio-culturelles. L'analyse statistique a été faite dans le logiciel Minitab (Minitab, 1996).

La même démarche analytique liée à l'établissement des groupes socioculturels a été effectuée pour l'adaptation des populations aux changements climatiques. Pour chaque groupe, le nombre de personnes ayant opté pour chacune des adaptations recensées lors d'une précédente enquête exploratoire a été calculé. Ces adaptations sont essentiellement l'utilisation d'engrais minéraux, du semis précoce, de la combinaison des deux méthodes ou d'une non-adaptation liée au fait que les changements climatiques apparaissent comme le domaine de la fatalité. Le tableau de contingence obtenu a été soumis à l'analyse factorielle des correspondances simples.

## 1.2 Résultats

### 1.2.1 Tendances évolutives des paramètres climatiques au Bénin

#### *Le nombre moyen de jours de pluie par an*

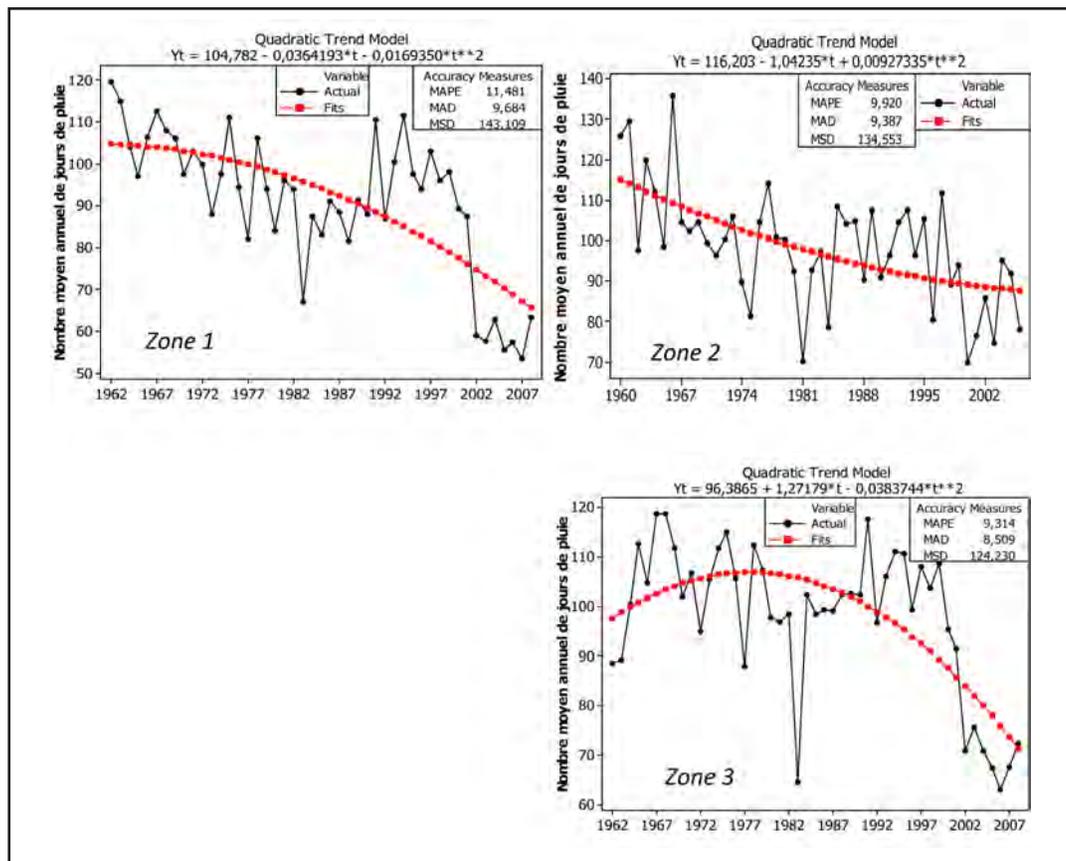
La carte 1 présente l'évolution du nombre moyen de jours de pluie entre 1960 et 2008 pour les zones Guinéenne (zone 3), Soudano-Guinéenne (zone 2) et Soudanienne (zone 1). On note que le nombre moyen de jours de pluie présente une tendance régressive dans les trois zones climatiques, la chute étant plus prononcée en zone guinéenne (de 128 jours de pluie/an en 1960 à 80 jours de pluie en 2008).

#### *La pluviométrie*

La tendance évolutive de la hauteur moyenne de pluie entre 1960 et 2008 pour les différentes zones climatiques indique, de façon générale, une décroissance, la chute étant nettement plus prononcée en zone soudanienne (de 1220 mm de pluie en 1962 à 1100 mm en 2008) avec un taux de régression moyen de 5,5 mm/an selon un ajustement linéaire (figure 1.1). Toutefois, on note une légère reprise à partir de 1990 dans la zone soudanienne. En zones guinéenne et soudano-guinéenne, les tendances sont moins linéaires et ne présentent pas des allures définies aux regards des paramètres de précision MAPE, MAD et MSD qui sont tous relativement plus élevés.

## La température moyenne

Les variations temporelles indiquent globalement une tendance évolutive contraire à celle de la pluviométrie et du nombre moyen annuel de jours de pluie, soit une variation temporelle linéaire de la température moyenne annuelle, avec un taux de croissance relativement plus importante en zone soudano-guinéenne de 0,03°C par an (figure 1.2). De 1960 en 2008, une augmentation de plus de 1°C est notée pour les trois zones climatiques.



**Figure 1.1 :** Courbes de tendance de l'évolution du nombre annuel de jours de pluie des trois zones climatiques du Bénin entre 1960 et 2008. Trend curves of rainy days per year for the three climatic zones on 1960-2008 period.

Légende : MAPE : erreur moyenne absolue en pourcentage ; MAD : déviation moyenne absolue ; MSD : déviation moyenne quadratique. Zone 1 : zone soudanienne ; zone 2 : zone Soudano-Guinéenne ; zone 3 : zone Guinéenne.

Legend: MAPE: absolute mean error in percentage; MAD: absolute mean deviation; MSD: quadratic mean deviation. Zone 1: Sudanian zone; zone 2: Sudano-Guinean zone; zone 3: Guinean zone.

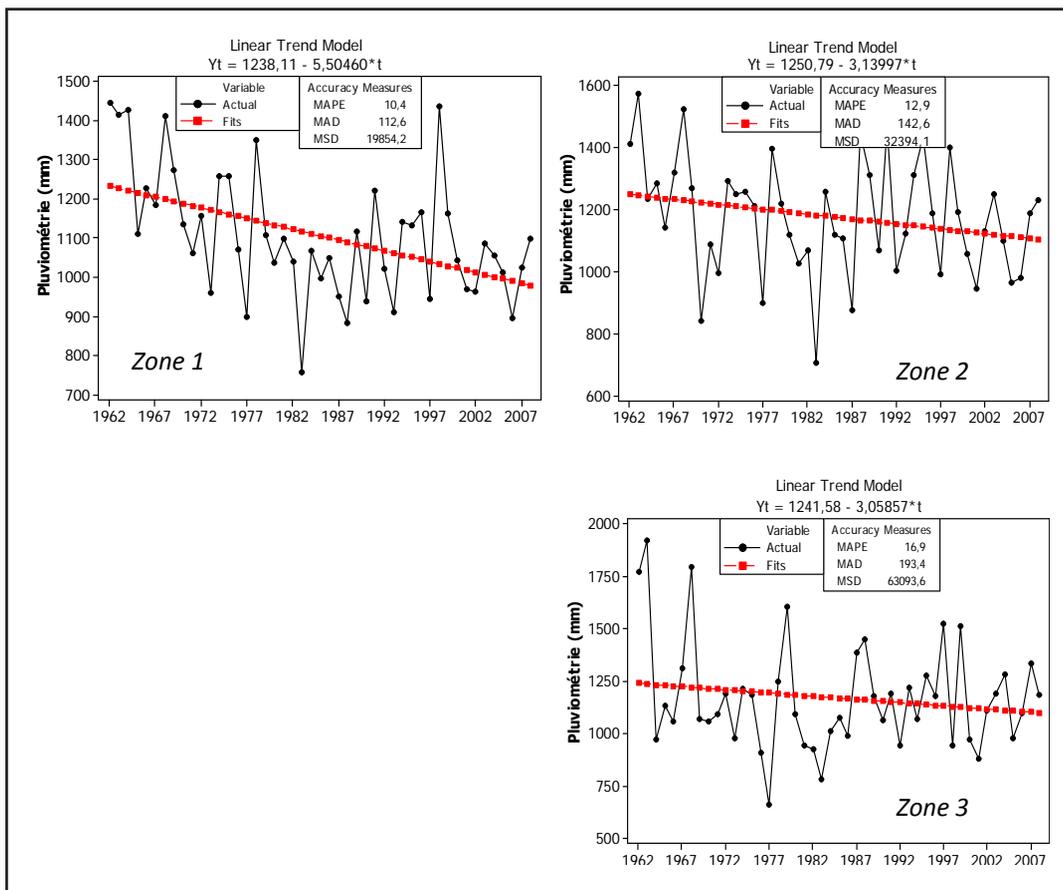


Figure 1.2 : Idem que la carte 2, mais pour la courbe de tendance de l'évolution de la hauteur annuelle moyenne de précipitations. Same as card 2 for the averaged annual rainfall.

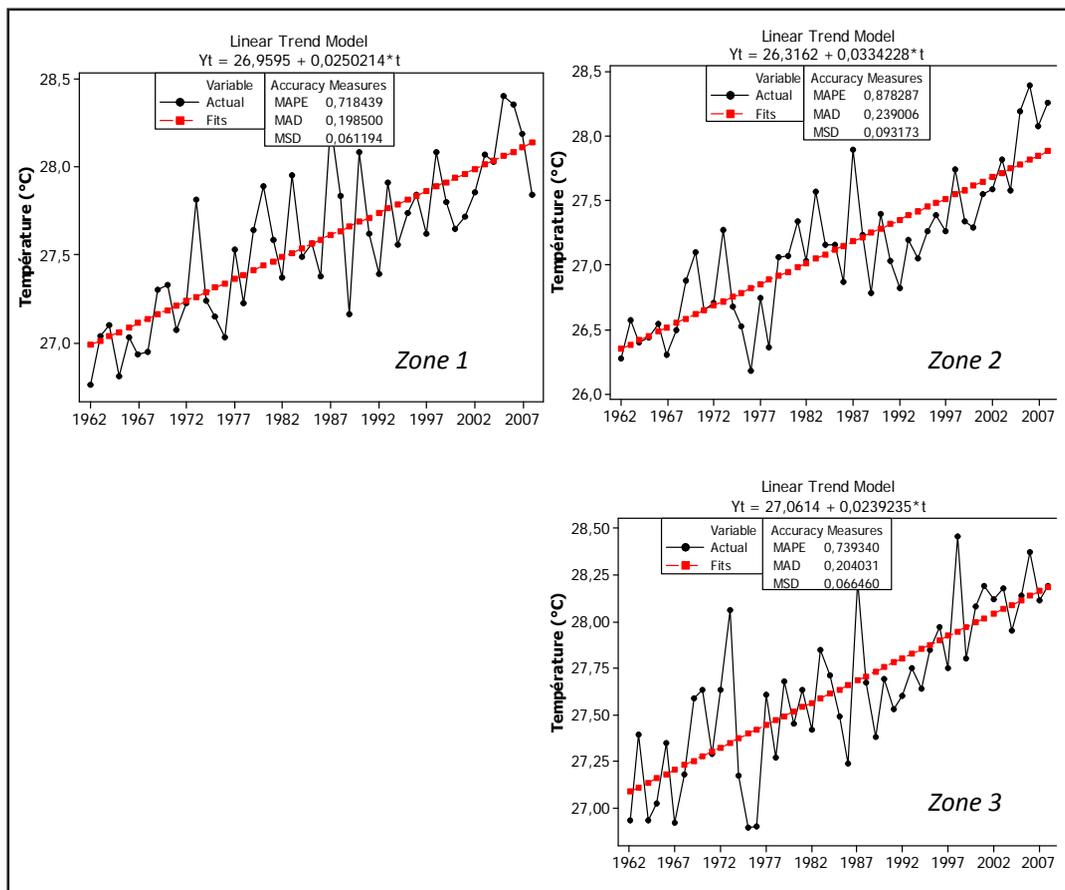


Figure 1.3 : Idem que la carte 2, mais pour la courbe de tendance de l'évolution de température moyenne annuelle. Same as card 2 for the averaged annual temperature.

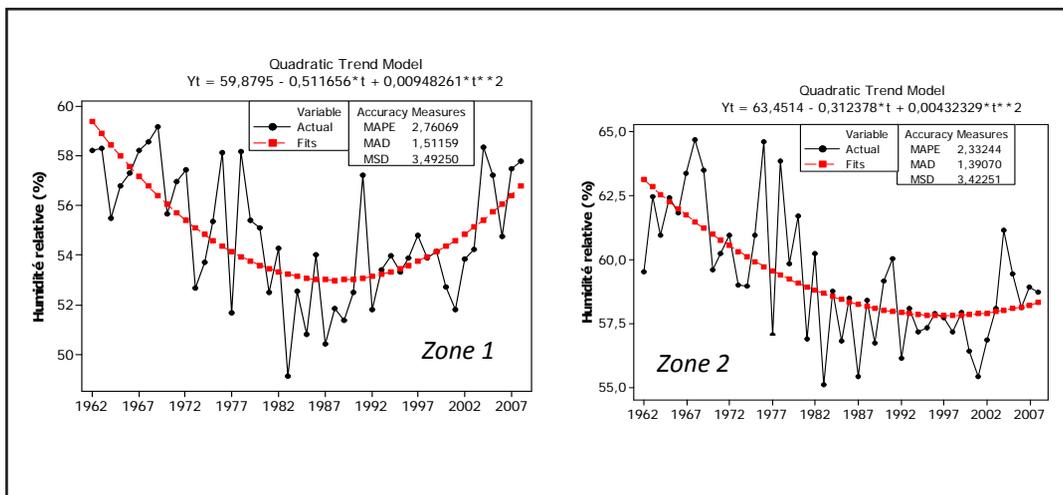
### L'humidité relative moyenne

La tendance évolutive de l'humidité relative présente plutôt une allure quadratique concave, avec une baisse durant les années 1980 à 1990 pour les trois zones climatiques (figure 1.3). La tendance est surtout à la hausse à partir de 1990 en zone soudanienne, alors qu'elle est moins significative en zones guinéenne et soudano-guinéenne.

## 1.2.2 Perceptions locales liées aux changements climatiques

Les proportions de réponses liées à l'augmentation ou à la diminution de l'intensité de chaque évènement climatique avant 1960 et après l'an 2000 sont présentées dans le tableau 1.2. L'analyse indique que les perceptions locales sont globalement unanimes quant à l'augmentation de la température ambiante et à l'allongement de la durée des saisons sèches (baisse du nombre moyen de jours de pluie) déjà révélée par la tendance évolutive de la température et de la pluviométrie (figure 1.2 et carte 2). Les perceptions liées à la variation des autres évènements climatiques diffèrent d'un groupe culturel à un autre. Par contre, l'âge ne semble pas influencer les perceptions locales liées aux évènements climatiques. En effet, les individus vieux et les adultes ont globalement la même perception de la diminution ou de l'augmentation d'intensité des évènements climatiques. Selon le critère du sexe, on note que les hommes et les femmes ont, dans leur majorité, la même perception de la diminution de la durée de floraison des arbres, de la fertilité des sols, de l'augmentation de la température ambiante et de la durée des saisons sèches. Les perceptions de variation d'intensité des autres évènements climatiques varient en revanche selon le sexe.

Les résultats d'analyse en composantes principales effectuée sur les données de perceptions ont permis de décrire les relations entre ces perceptions de variation des évènements climatiques et d'affiner leur analyse. Ces résultats indiquent que les deux premiers axes expliquent 72,1 % de l'information totale.



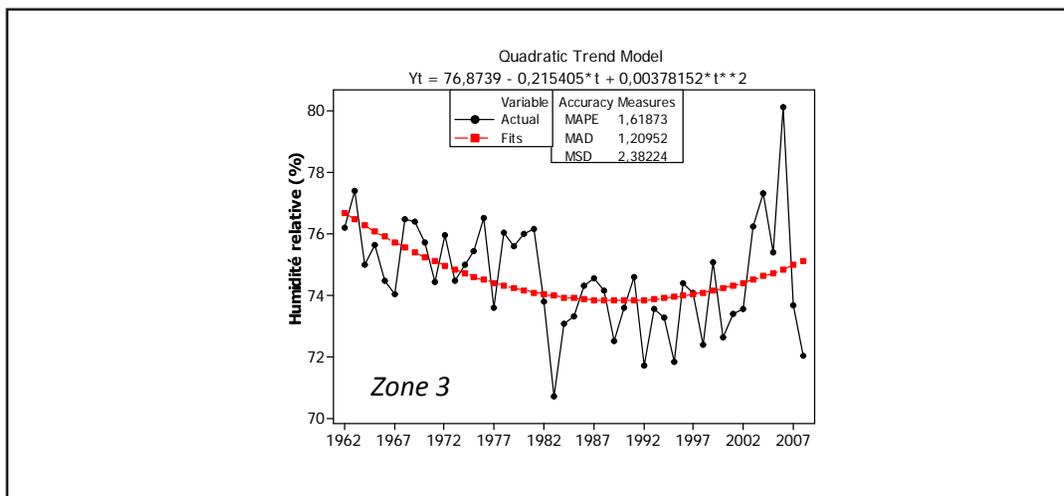


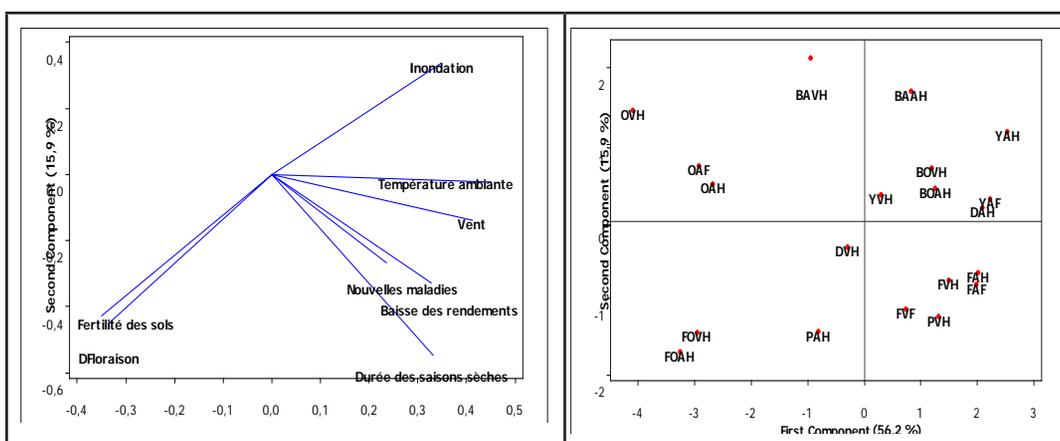
Figure 1.4 : Idem que la carte 2, mais pour la courbe de tendance de l'évolution de l'humidité relative moyenne annuelle. Same as card 2 for the averaged annual relative humidity.

Tableau 1.2 : Proportion (%) de réponses liées à l'augmentation ou la diminution des évènements climatiques selon le groupe culturel, l'âge et le sexe. *Proportion (%) of answers related to the increase or decrease of the climatic events according to the cultural group, age and sex*

Catégorie	Vent		Baisse des rendements		Inondation		Nouvelles maladies		Température ambiante		Durée des saisons sèches		Période de floraison des arbres		Fertilité des sols	
	Aug	Dim	Aug	Dim	Aug	Dim	Aug	Dim	Aug	Dim	Aug	Dim	Aug	Dim	Aug	Dim
<b>Groupes culturels</b>																
Bôô	67,7	32,3	64,3	35,7	66,8	33,2	26,3	73,7	49,2	50,8	69,0	31,0	50,5	49,5	57,6	42,4
Dendi	62,1	37,9	43,4	56,6	54,5	45,5	29,0	71,0	44,6	55,4	42,5	57,5	35,5	64,5	48,5	51,5
Fon	46,7	53,3	36,3	63,7	63,5	36,5	28,1	71,9	55,8	44,2	53,6	46,4	20,8	79,2	36,2	63,8
Fôôdo	65,3	34,7	56,4	34,6	76,7	33,3	43,7	56,3	56,7	43,3	53,2	46,8	68,6	31,4	60,4	39,6
Otamari	90,5	9,5	70,1	29,9	77,1	22,9	77,1	22,9	89,5	11,5	89,2	10,8	13,8	86,2	24,2	75,8
Peulh	25,5	74,5	51,5	48,5	89,5	10,5	38,5	61,5	66,9	33,1	23,0	77,0	29,0	71,0	44,4	55,6
Yoruba	28,5	71,5	33,0	67,0	35,2	64,8	38,4	61,6	49,8	50,2	68,5	31,5	40,4	59,6	59,5	40,5
<b>Catégories d'âge</b>																
Adulte	49,0	51,0	46,0	54,0	56,2	43,8	35,4	64,6	57,3	42,7	60,2	39,8	30,3	69,7	48,1	51,9
Vieux	59,9	40,1	51,9	48,1	72,7	27,3	40,7	59,3	60,2	39,8	60,0	40,0	31,7	68,3	39,5	60,5
<b>Sexe</b>																
Homme	58,8	41,2	52,7	47,3	68,1	31,9	33,3	66,7	59,4	40,6	62,5	37,5	31,7	68,3	45,2	54,8
Femme	35,5	64,5	33,0	67,0	46,0	54,0	55,7	44,3	55,6	44,4	50,2	49,8	27,7	72,3	38,3	61,7

Légende : Aug =augmentation ; Dim =diminution.

La première composante principale oppose la durée de la période de floraison des arbres et la fertilité des sols aux autres événements climatiques à savoir, les vents violents, le rendement des cultures, l'intensité des inondations, l'apparition de nouvelles maladies, la chaleur ambiante ou la durée des saisons sèches (figure 1.4). Selon les populations, une augmentation de la température ambiante et de la durée des saisons sèches est donc souvent associée à de vents violents, à une baisse du rendement des cultures et à une fréquence élevée des inondations, ainsi qu'à une apparition de nouvelles maladies et à une diminution de la période de floraison des arbres. La seconde composante principale associe la durée de floraison des arbres à l'allongement de la durée des saisons sèches.



**Figure 1.5 :** Perceptions locales sur les changements climatiques étudiées à partir d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) : projection des événements climatiques et des groupes socio-culturels dans le système d'axes factoriels. *Local perceptions on climate changes in Benin from Principal Component Analysis (PCA): projection of climatic events and the socio-cultural groups in the factorial axes system.*

**Légendes :** FAH = Fon Adulte Homme ; FVH = Fon Vieil Homme ; FVF = Fon Vieille Femme ; FAF = Fon Adulte Femme ; YAH = Yoruba Adulte Homme ; YAF = Yoruba Adulte Femme ; YVH = Yoruba Vieil Homme ; BAAH = Bariba Adulte Homme ; BAVH = Bariba Vieil Homme ; DVH = Dendi Vieil Homme ; DAH = Dendi Adulte Homme ; FOVH = Fôôdo Vieil Homme ; FOAH = Fôôdo Adulte Homme ; PAH = Pila-Pila Adulte Homme ; PVH = Pila-Pila Vieil Homme ; OAF = Otamari Adulte Femme ; OVH = Otamari Vieil Homme ; OAH = Otamari Adulte Homme ; BOAH = Bôô Adulte Homme ; BOVH = Bôô Vieil Homme.

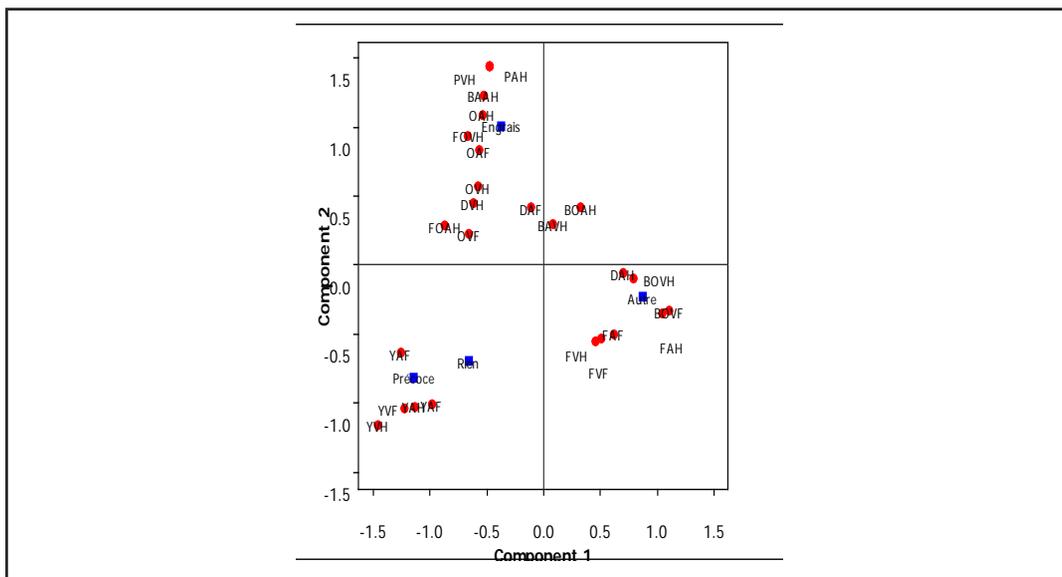
La projection des 20 catégories socioculturelles (tableau 1.1) dans le systèmes d'axes définis par les événements climatiques (figure 1.4) révèle que les adultes des groupes socioculturels Fon et Yoruba, tous localisés dans les zones guinéenne et soudano-guinéenne, de même que les Dendi adultes en zone soudanienne, ont la perception que la température ambiante est élevée et souvent associée aux vents violents, à la baisse du rendement des cultures, aux inondations, à l'apparition de nouvelles maladies et à un allongement de la durée des saisons sèches, contrairement aux

hommes et femmes des ethnies Otamari et Fôôdo majoritairement localisées dans la zone soudanienne qui note une bonne fertilité des sols et un allongement de la durée de floraison des arbres. Les Bôô, localisés majoritairement dans la zone soudanienne, ont plus perçu l'intensité des inondations.

Les analyses ci-dessus révèlent que les populations dans leur majorité ont perçu l'augmentation de la température ambiante ; des divergences sont toutefois notées dans la relation que les populations locales établissent entre l'augmentation de la température et la tendance des autres événements climatiques comme le vent, la durée des saisons et les inondations, ou bien les nouvelles maladies.

### 1.2.3 Adaptation face aux changements climatiques

Les résultats de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) réalisée sur les données liées à l'adaptation des populations ont montré que les femmes des groupes socioculturels Bariba et Yoruba n'ont pas changé de pratiques agricoles suite aux changements climatiques (figure 1.5). Ces groupes sont pour la plupart de petits commerçants et ne s'adonnent pas souvent aux activités agricoles. Par contre, les groupes socioculturels Yoruba font des semis précoces. Par ailleurs, la plupart des hommes des groupes socioculturels Otamari, Pila-Pila, Fôôdo, Dendi, Bariba et Bôo appliquent de plus en plus de l'engrais pour fertiliser les sols. Il est utile de noter que l'application de l'engrais pourrait aussi rentrer dans un processus plus général de développement technologique des pratiques agricoles au Bénin plutôt que dans ceux des changements climatiques. S'agissant des autres formes d'adaptations comme par exemple la consultation des dieux, on retrouve les groupes socioculturels Fon, les jeunes et vieux Bôô, tous sexes confondus, et les jeunes hommes Dendi. À part les groupes socioculturels Fon qui sont unanimes dans les formes d'adaptations développées, tous les autres ont présenté différentes adaptations selon le sexe et l'âge face aux effets des changements climatiques.



**Figure 1.6 :** Adaptations face aux changements climatiques : projection des groupes socioculturels dans le système d'axes factoriels à l'issue d'une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) ; les codes sont les mêmes que ceux utilisés en figure 1.4. *Adaptations face to climate changes: projection of the socio-cultural groups in the factorial systems axes from a factorial correspondence analysis (same codes as figure 1.4).*

### 1.3 Discussion

Cette étude qui fait le lien entre les variations climatiques suivant toutes les zones climatiques du Bénin et les perceptions locales est une analyse originale pour le Bénin. Cependant, des progrès considérables sont faits ces dernières années pour évaluer les concepts et tendances des changements globaux du climat (Bryant 1997 ; IPCC, 1998, 2001a, b et c) et leurs impacts potentiels sur l'agriculture et la foresterie (Rosenzweig et Parry, 1994 ; Mendelsohn et Williams, 2004 ; Kurukulasuriya *et al.*, 2006). Globalement, la tendance est à la hausse des températures moyennes annuelles, et à la baisse des précipitations moyennes annuelles. Toutefois, en zone soudanienne, on note une légère reprise de la pluviométrie à partir de 1990. Cette légère tendance à la hausse a été préalablement notée par Lebel et Ali (2009) pour la partie centrale de la zone sahélienne. Ces derniers expliquent ce phénomène par l'allongement de la durée des pluies journalières en juillet à partir de 1990. Quant à l'humidité relative, la tendance présente plutôt une chute dans les années 1980 à 1990 pour les trois zones climatiques du Bénin.

Des études antérieures ont montré que ces variations peuvent avoir des impacts significatifs sur la production agricole amenant de ce fait les communautés locales à adopter des stratégies

d'adaptation comme réponses aux conditions d'altération du milieu (Molua, 2008). En effet, l'agriculture africaine est essentiellement pluviale. La stratégie la plus commune utilisée par les producteurs dans ce contexte de changement climatique est le déplacement du calendrier agricole qui consiste à semer les graines dès les toutes premières pluies pour bénéficier selon eux, de toute la durée de la saison pluvieuse. Par ailleurs, les cultures plus adaptées à ce contexte de sécheresse seront les plus bénéfiques à l'agriculture paysanne pluviale. Alternativement, des techniques d'irrigation adaptées devraient être développées pour réduire les effets néfastes liés aux baisses des pluies. Les valeurs de plus en plus élevées observées au niveau de la température couplées à une pluviométrie de plus en plus faible peuvent également avoir des impacts sur les écosystèmes forestiers (Durand, 2007).

Toutefois, les incertitudes sont encore importantes, notamment du fait que certains paramètres peuvent avoir des effets contraires selon les conditions. En effet, l'augmentation de la température ambiante et de l'ensoleillement est favorable à certaines cultures, mais cela peut amener à des résultats désastreux sur l'agriculture si elle est associée à un fort déficit pluviométrique (Durand, 2007). Il a été admis que les conséquences écologiques des prévisions des changements climatiques (Houghton *et al.*, 2001) devraient être relativement prononcées au niveau des zones de hautes latitudes et altitudes (Hall 1988 ; Maxwell 1992). D'un autre côté, les effets des changements climatiques sur les communautés de plantes ne pourront être expliqués par les réponses physiologiques d'une seule espèce. En effet, dans un même espace coexistent plusieurs espèces de caractéristiques différentes qui ne réagiront pas de la même façon aux variations des conditions du milieu (température, pluviométrie, humidité relative). De ce fait, les changements globaux observés au niveau des variables abiotiques du milieu ne vont pas agir de la même façon sur les espèces, même si celles-ci se retrouvaient dans un même milieu. Dans ce contexte, les interactions liées aux effets de compétition ne seront plus par exemple perceptibles de la même façon que lorsque les espèces étaient dans leurs conditions initiales (Heegaard et Vandvik, 2004).

En outre, les variations observées au niveau de la température (+0,03 °C/an) et de la pluviométrie (-5,5 mm/an) au Bénin ne seront pas sans conséquence économique, aussi bien au niveau macroéconomique qu'à l'échelle des paysans. Les variations similaires de ces mêmes variables climatiques sont observées sur les mêmes périodes dans d'autres pays africains comme le Cameroun (Molua, 2008). Les impacts économiques des changements du climat ont été évalués et il en découle que d'ici 2050, on assisterait à une perte économique d'environ 41 % par rapport à la période 1961-2001 pour une augmentation de la température de 2,5°C et une augmentation des précipitations de 8,5 %. Néanmoins, pour une augmentation modérée de la température de 1,5°C et une augmentation significative des précipitations de 15 %, on assisterait à une augmentation des revenus issus de l'agriculture d'environ 18,5 % par rapport à la période 1961-2001 (Molua, 2008). Ceci affecterait l'ensemble de l'économie des pays en développement dont 30 % du PIB (Produit Intérieur Brut) sont issus de l'agriculture. Il devient alors urgent d'inclure les considérations climatiques dans les politiques de développement agricole. Ceci devrait passer par

le développement des actions tendant à réduire la vulnérabilité des populations, le développement des capacités de suivi des changements du climat et le renforcement de la capacité du secteur agricole à faire face aux variations climatiques.

Les variations observées au niveau des paramètres climatiques, surtout la température ambiante et le nombre moyen annuel de jours de pluie, sont également perceptibles au niveau des populations locales qui arrivent non seulement à confirmer avec beaucoup de certitude les tendances observées, mais aussi à évaluer les conséquences qui en découlent. Ainsi, pour les communautés rurales, les changements climatiques sont à la base des baisses de fertilité des sols et des rendements au niveau agricole, de la prolifération des maladies, de la sécheresse, des inondations, des vents violents, etc. Face à ces menaces qui pèsent sur la survie des communautés rurales, on assiste au niveau local à des stratégies d'adaptation pour y faire face. Les tendances observées le plus souvent varient selon les groupes ethniques, l'âge, le sexe et les activités socio-économiques des ménages. Ainsi, il est observé des stratégies d'adaptation qui se traduisent par un changement des pratiques agricoles (utilisation d'engrais minéral pour faire face aux baisses de production) et techniques culturales (semis précoces pour anticiper sur les pluies précoces à durée plus réduite qu'auparavant). Toutefois, des études antérieures (Hassan et Nhemachena, 2008) ont montré que l'âge et le sexe ne sont pas forcément les facteurs déterminant les stratégies adaptatives développées au niveau local, mais c'est plutôt l'expérience des paysans en matière d'agriculture et les capacités des ménages à avoir accès au crédit et au marché. En effet, en plus des stratégies adoptées au Bénin, il est généralement préconisé aux paysans de diversifier les cultures, d'utiliser différentes variétés plus adaptées aux variations du climat, d'accroître l'utilisation des techniques d'irrigation, de protection des sols et de maîtrise de l'eau, de combiner davantage l'agriculture et l'élevage, de développer davantage des techniques de culture mixte, d'écourter les longueurs des périodes de culture et de diversifier les activités non champêtres comme solution d'appoint (Dixon *et al.*, 2001 ; Hassan et Nhemachena, 2008). Ainsi, les paysans arriveront à réduire les dommages en adoptant des stratégies proposées.

## Conclusion

La présente étude a permis de décrire l'évolution des principaux facteurs climatiques entre 1960 et 2008 et les perceptions locales et adaptations en matière de changements climatiques. L'étude a révélé une augmentation significative (+1 °C) de la température ambiante, une diminution de la pluviométrie annuelle, du nombre moyen annuel de jours de pluie et de l'humidité relative moyenne. Par ailleurs, les perceptions locales liées aux changements climatiques sont en adéquation avec la tendance évolutive de la température ambiante et de la pluviométrie ; toutefois, la relation entre l'accroissement de la température ambiante et l'allongement de la durée des saisons sèches avec les autres événements climatiques est différemment perçue par les populations selon les groupes socioculturels. Les résultats obtenus liés à l'adaptation des populations (semis précoces, utilisation d'engrais minéral) suggèrent que les politiques gouvernementales et les stratégies en matière d'investissement devraient prendre en compte les perceptions locales liées aux changements

climatiques pour développer des stratégies d'adaptation face aux changements climatiques, y compris les méthodes institutionnelles et technologiques, et ceci, particulièrement en faveur des fermiers défavorisés d'Afrique.

## Remerciements

L'équipe de chercheurs adresse ces remerciements au Ministère français des Affaires Etrangères et Européenne à travers l'Agence Inter-Etablissements pour la Recherche et le Développement (AIRD), pour avoir financé cette recherche par le Fonds de Solidarité Prioritaire (FSP) dans le cadre du projet Recherche Interdisciplinaire et Participative sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés d'Afrique de l'Ouest (RIPIECSA).

## Bibliographie

- ADGER N. W., ARNELL N. W. et TOMPKINS E. L., 2005 : Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, 15, 77-86.
- AMMA ISSC, 2005: *The International Science Plan for AMMA*. [http://www.amma.mediasfrance.org/library/docs/AMMA\\_ISP\\_May2005.pdf](http://www.amma.mediasfrance.org/library/docs/AMMA_ISP_May2005.pdf).
- ASSOGBADJO A. E, GLÈLÈ KAKAÏ R., CHADARE F. J., THOMSON L., KYNDT T., SINSIN B. et VAN DAMME P., 2008 : Folk classification, perception and preferences of baobab products in West Africa: consequences for species conservation and improvement. *Economic Botany*, 62(1), 74-84.
- BOWERMAN B. L. et O'CONNELL R. T., 1993 : *Forecasting and Time Series: An Applied Approach*. 3<sup>rd</sup> Edition. Duxbury Press, 672 pages.
- BRYANT E., 1997 : *Climate processes and change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 225 pages.
- BUSH M. et FLENLEY J., 2007. Tropical rainforest responses to climatic change. Springer, 225 pages.
- DIXON J., GULLIVER A. et GIBBON D., 2001 : *Farming systems and poverty: Improving farmers' livelihoods in a changing world*. FAO (Food and Agriculture Organization), Rome, and World Bank, Washington DC, 41 pages.
- DURAND F., 2007 : Le réchauffement climatique en débats. Ed. Ellipses, Paris, France, 188 pages.
- FOLLAND C. K., OWEN J. A., WARD M. N. et COLMAN A. W., 1991 : Prediction of seasonal rainfall in the Sahel region using empirical and dynamical methods. *J. Forecast*, 10, 21-56.

- HALL D.K., 1988 : Assessment of polar climate change using satellite technology. *Rev. Geophys.*, 26, 26-39.
- HASSAN R. et NHEMACHENA C., 2008 : Determinants of African farmers' strategies for adapting to climate change: Multinomial choice analysis. *AfJARE*, 2, 83-104.
- HEEGAARD E. et VANDVIKV., 2004 : Climate change affects the outcome of competitive interactions an application of principal response curves. *Oecologia*, 139, 459-466.
- HOUGHTON J. T., MERIO FILHO L. G., CALLANDER B. A., HARRIS N., KATTENBURG A. et MASKELL K., 2001 : *Climate change 1995 the science of climate change*. Working group I, Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, New York, 588 pages.
- IPCC, 1998 : *The regional impact of climate change: An assessment of vulnerability*. A special report of IPCC, Working Group 11, Summary for policy makers, IPCC, Geneva.
- IPCC, 2001a : *Climate Change 2001: The scientific basis*. Report of IPCC, Working Group I, IPCC, Geneva, <http://www.ipcc.ch>.
- IPCC, 2001b : *Africa (Chapter Ten). Climate Change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability*. Report of IPCC Working Group II, IPCC, Geneva, <http://www.ipcc.ch>.
- IPCC, 2001c : *Climate Change 2001: Mitigation*. Report of IPCC, Working Group III, IPCC, Geneva, <http://www.ipcc.ch>.
- IPCC, 2007 : *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 4<sup>th</sup> Report of IPCC Working Group II, IPCC, Geneva, <http://www.ipcc.ch>.
- JANICOT S., THORNCROFT C. D., ALI A., ASECIO N., BERRY G., BOCK O., BOURLÈS B., CANIAUX G., CHAUVIN F., DEME A., KERGOAT L., LAFORE J.-P., LAVAYSSE C., LABEL T., MARTICORENA B., MOUNIER F., NEDELEC P., REDELSPERGER J.-L., RAVEGNANI F., REEVES C. E., ROCA R., de ROSNAY P., SCHLAGER H., SULTAN B., TOMASINI M. et ULANOVSKY A., 2008 : Large-scale overview of the summer monsoon over West Africa during the AMMA field experiment in 2006. *Annales Geophysicae*, 26, 2569-2595.
- KANDLINKAR M. et RISBEY J., 2000 : Agricultural impacts of climate change: If adaptation is the answer, what is the question? *Climatic Change*, 45, 529-539.
- KURUKULASURIYA P., MENDELSON R., HASSAN R., BENHIN J., DERESSA T., DIOP M., EID H. M., FOSU K. Y., GBETIBOUO G., JAIN S., MAHAMADOU A., MANO R., KABUBO-MARIARA J., EL-MARSAFAWY S., MOLUA E., OUDA S., OUEDRAOGO M., SÈNE I., MADDISON D., SEO S. N. et DINAR A., 2006 : Will African agriculture survive climate change? *World Bank Economic Review*, 20, 367-388.
- LEBEL T. et ALI A., 2009 : Recent trends in the Central and Western Sahel rainfall regime (1990-2007), *Journal of Hydrology*, 375, 52-64.

- MAXWELL B., 1992 : *Arctic climate: Potential for change under global warming*. In Chapin, F. S., Jefferies, R. L., Reynolds, J. F., Shaver, G. R., and Svoboda, J. (eds.), *Arctic Ecosystems in a Changing Climate. An Ecophysiological Perspective*. San Diego: Academic Press, 11-34.
- MENDELSON R. et WILLIAMS L., 2004 : Comparing forecasts of the global impacts of climate change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 9, 315-333.
- MINITAB, 1996 : *Minitab for Windows Release 11*. Minitab, Inc., State College, PA, USA.
- MOLUA E. L., 2008 : Turning up the heat on African agriculture: The impact of climate change on Cameroon's agriculture. *AfJARE*, 2, 48-64.
- ROSENZWEIG C. et PARRY M., 1994 : Potential Impact of climate change on world food supply. *Nature*, 367, 133-138.
- ROWELL D. P., FOLLAND C. K., MASKELL K. et WARD M. N., 1995 : Variability of summer rainfall over tropical North Africa (1906-92): observations and modelling. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 121, 669-704.
- SAS Institute Inc., 2003 : *SAS Online Doc. 9.1.* SAS Institute Inc., Cary, NC, 651 pages.
- SIVAKUMAR M. V. K., 1988 : Predicting rainy season potential from the onset of rains in Southern Sahelian and Sudanian climatic zones of West Africa. *Agriculture and Forest Meteorology*, 42, 295-305.
- SMIT B., BURTON I., KLEIN R. J. T. et WANDEL J., 2000 : An anatomy of adaptation to climate change and variability. *Climatic Change*, 45, 223-251.
- STOCKDALE T. N., D. ANDERSON L. T., ALVES J. O. S. et BALMASEDA M. A., 1998 : Global seasonal rainfall forecasts using a coupled ocean-atmosphere model. *Nature*, 392, 370-373.
- WASHINGTON R. et DOWNING T. E., 1999 : Seasonal forecasting of African rainfall: problems and prospects. *Geogr. J.*, 165, 255-274.
- XUE Y. et SHUKLA J., 1998 : Model simulation of the influence of global SST anomalies on Sahel rainfall. *Mon Weather Rev*, 126, 2782-2792.

## **Chapitre 2.**

# **Perceptions locales du changement climatique et mesures d'adaptation dans la gestion des parcs à karité au Nord Bénin**

Paul Césaire Gnanglè<sup>1,2</sup>, Janvier Egah<sup>2</sup>, Mohamed Nasser Baco<sup>2</sup>, Charlemagne D S J Gbèmavo<sup>1</sup>,  
Romain Lucas Glèlè Kakaï<sup>1</sup>, Nestor Sokpon<sup>2</sup>

(Int. J. Biol. Chem. Sci. **6**, 136-149, February 2012, Number 1. ISSN 1991-8631)

<sup>1</sup>Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey – Calavi, 01BP 526 Tri Postal, Cotonou, Bénin

<sup>2</sup>Laboratoire d'Etudes et des Recherches Forestières, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123, Parakou, Bénin

## Résumé

Le présent travail de recherche a analysé dans les zones soudano-guinéenne et soudaniennes du Nord-Bénin les perceptions paysannes, les stratégies d'adaptation dans la gestion des parcs à karité dans un contexte de changement climatique. Au total, 120 unités de recherche ont été enquêtées dans six villages choisis en fonction de la densité de pieds de karité dans le terroir du village, de l'importance que représente le karité pour les groupes socioculturels en présence. Les données collectées concernent entre autres les perceptions, les déterminants socioéconomiques et ont été analysées à partir du test d'indépendance de  $X^2$  et de l'Analyse Factorielle des Correspondances. Une diversité de perceptions (17) liées aux changements climatiques et de stratégies d'adaptation (16) ont été identifiées. Ces dernières dépendent des niveaux de prospérité, mais n'ont pas de relation avec l'appartenance aux classes d'âges. Les paysans perçoivent le changement climatique dans les parcs à karité à travers la poche de sécheresse, le brouillard, la chute des rendements des cultures en association avec le karité, le bouleversement de la phénologie du karité et la prolifération des guis sur le karité. Les stratégies d'adaptation face au changement climatique dans la gestion des parcs à karité développées par les producteurs sont relatives aux pratiques magico-religieuses, l'enlèvement de gui sur le karité, l'adaptation de nouvelles cultures en association, la protection des jeunes plants de karité et l'élagage.

**Mots clés :** *Perceptions, stratégies d'adaptation, parcs à karités, changement climatique, Bénin.*

## Abstract

This research work has analyzed the Sudano-Guinean and Sudanese North-Benin farmers' perceptions, coping strategies in the management of shea butter parkland in a context of climate change. On the whole, 120 research units were surveyed in six villages chosen according to the density of the shea tree in the village, the shea tree importance for the socio-cultural involved groups. The data were collected relatively to perceptions, and socio-economic determinants. They were analyzed by the test of independence of  $X^2$  and Correspondence Analysis. A diversity of perceptions (17) climate change and adaptation strategies (16) was identified. The latter depend on the levels of prosperity, but have no connection with the membership age classes. Farmers perceive the climate change in the shea parklands through the pocket of dryness, the fog, the fall in crops yields in association with the shea tree, the upheaval of the phenology of the shea tree and the proliferation of the mistletoe on the shea tree.

Adaptation strategies to climate change in the management of the parklands developed by shea producers are related to magico-religious practices, removal of mistletoe on shea butter, adaptation of new crops association, protection of young shea plants and pruning.

**Keywords:** *Perceptions, coping strategies, shea parklands, climate change, Benin.*

## Introduction

Le monde entier est caractérisé par le phénomène de variabilité climatique ces 30 dernières années. Cette variabilité climatique se manifeste essentiellement par la hausse de la température et la diminution de la hauteur des précipitations. En effet, les travaux portant sur les changements climatiques et en particulier sur les modifications pluviométriques des années 70 montrent que le Bénin a subi une réduction de 20 % des précipitations entre 1970 et 1990 impliquant une diminution de 40 % des écoulements (Le Barbe et al., 1993). Les données issues des stations météorologiques ont montré que la hauteur moyenne de pluie a connu une régression de 3,2 mm par an entre 1960 et 2008 (Glèlè Kakai, 2009). Quant à la température suivant la même période, elle a connu une tendance linéaire d'élévation avec un accroissement de 0,03°C par an (*ibid*). Ces manifestations ne sont pas restées sans conséquence sur l'agriculture pluviale des pays de l'Afrique de l'Ouest, tributaire des saisons. L'agriculture de ces pays contribue pour près de 30 % au PIB, emploie plus de 50 % de la population active (Renard et al., 2004) et est fortement dépendante du climat.

Les paysages agrosylvicoles sont des sources de revenus pour des populations locales et entrent dans la conservation de l'environnement. Au Bénin au nombre des paysages agrosylvicoles que l'on rencontre on peut citer les parcs à karité et néré. Dans ces parcs les arbres de karité et de néré sont disposés dans un arrangement aléatoire. Le karité revêt une importance socioculturel, économique, médicinale, alimentaire et agroforestier (Gnanglè, et al., 2009 ; Diarassouba et al., 2008; Sodjinou, 2006; Gnanglè, 2005; Codjia et al., 2003). Selon les estimations du MAEP (2008), le karité constitue le troisième produit d'exportation après le coton et l'anacarde. La part annuelle apportée par le karité au revenu national est 1,05 milliards de francs CFA. Le fruit est consommé par les populations rurales et même urbaines. La pulpe contient de grandes quantités de protéines, de minéraux et les amandes sont riches en acide gras (oléique, stéarique, linoléique et palmitique) (Wiesman et Maranz, 2001). Le beurre obtenu à partir des noix de karité est consommé localement ou exporté pour les cosmétiques, la confiserie, la fabrication du chocolat, la pâtisserie et les margarines végétales (Gnanglè, 2005). Diarassouba et al. (2008) ont montré que des tradipraticiens emploient les produits du karité pour traiter en moyenne 43 affections. Par ailleurs, le karité améliore le microclimat, la fertilité du sol dans les parcs agroforestiers et jouent également un rôle significatif pour les services environnementaux (Boffa, 1995). Au regard de ces grandes importances des parcs à karité, il paraît important d'analyser l'impact du changement climatique sur les parcs à karité du Bénin afin de mieux les conserver.

En Afrique, certains travaux ont été effectués de façon globale sur les perceptions paysannes du changement climatique notamment ceux de Brou et al. (2005) en Côte d'Ivoire et celui de Aho et al. (2008) au Bénin. Les perceptions et les stratégies d'adaptation du changement climatique sur les systèmes agroforestiers à base de karité dans la zone de prédilection du karité ne sont quasiment pas étudiées. Ce qui soulève les questions suivantes : Comment les acteurs du monde agricole, les paysans perçoivent-ils ces changements climatiques et comment réagissent-ils ?

## 2.1 Méthodologie

La présente étude a été réalisée dans le Nord-Bénin (zone de transition soudano-guinéenne et zone soudanienne) dans trois des cinq parcs à karité et néré identifiés par Gbédji (2003) et Gnganglé (2005). Ces parcs ont été choisis en fonction de leur niveau de production en fruits. Il s'agit des parcs de Parakou, de Bembèrèké et de Kandi. Au sein de chaque parc, une commune a été choisie pour cette étude : commune de Bassila dans le parc de Parakou, commune de Bembèrèké dans le parc de Bembèrèké et commune de Banikoara dans le parc de Kandi.

L'ensemble de la zone d'étude s'étend de 9°45' à 12° 25' latitude Nord (carte 3). Cette zone est caractérisée par une pluviométrie annuelle dont la moyenne oscille entre 1000 et 1200 mm. L'humidité relative moyenne maximale varie entre 76 % et 85 % tandis que l'insolation moyenne journalière oscille entre 7 et 8,4 heures et dixième. Ces caractéristiques climatiques déterminent un gradient climatique Nord-Sud. Les types de sols rencontrés dans le milieu d'étude sont les sols minéraux peu évolués, sols ferrugineux peu lessivés, sols hydromorphes, sols ferralitiques faiblement dénaturés servant de support à toutes les cultures pluviales, sols ferrugineux tropicaux lessivés et sols ferrugineux tropicaux appauvris.

Le milieu d'étude est le domaine des mosaïques de forêts claires, éventuellement de forêts denses sèches, parsemées de savanes arborées et arbustives avec la présence des parcs agroforestiers à karité et néré, de roneiraies etc. Il comprend des pseudo-steppes, des galeries forestières avec des arbres de plus petite taille recouvrant faiblement le sol. Dans les formations naturelles et anthropiques, les espèces couramment rencontrées sont : *Azelia africana*, *Anogeissus leiocarpa*, *Daniellia oliveri*, *Ceiba pentandra*, *Isobertinia doka*, *Parkia biglobosa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Vitellaria paradoxa*, *Borassus aethiopim*.

Les trois communes retenues ont été choisies après plusieurs entretiens avec des personnes de ressources (agents forestiers, agents du Programme de Conservation et de Gestion des Ressources Naturelles, responsables des sociétés d'achat d'amandes de karité et ses fournisseurs, responsables des projets de développement et Organisations Non Gouvernementales, etc.). Les propositions faites par les personnes ressources, reposent sur l'importance des pieds de karité dans la commune, la diversité de la population et l'importance que la population accorde au karité. Dans chaque commune, deux villages ont été choisis en utilisant les critères de Diarassouba *et al.* (op. cit). Ces critères sont relatifs à l'intensification des activités de transformation et de commercialisation du karité, à l'importance que les producteurs lui accordent dans le village, à la disponibilité des parcs à karité en exploitation, à la diversité socioéconomique et aux particularités socioculturelles (groupes socioculturels). Les villages choisis sont ceux de Manigri Ikani et de Frignon dans la commune de Bassila, de Wanrarou et de Sombouan dans la commune de Bembèrèké, de Sirikou et de l'Alibori B dans la commune de Banikoara.

Une méthodologie plurielle associant des techniques quantitatives et qualitatives a été utilisée

pour sélectionner les unités d'observations. Les enquêtés ont été choisis de façon aléatoire selon leur disponibilité et de façon à couvrir toute la diversité socio-économique des exploitations agricoles des villages d'étude. Au total, 120 enquêtés ont été choisis à raison de 30 par village. Par ailleurs, les fiches d'enquêtes ont été pré-testées lors de cette phase exploratoire afin de les adapter aux réalités du terrain.

Les données collectées sont relatives aux caractéristiques socioéconomiques, aux perceptions des paysans sur le changement climatique et aux stratégies d'adaptation développées par les producteurs pour faire face aux changements climatiques dans la gestion des parcs à karité. Ces données ont été obtenues à partir des *focus group* et des entretiens semi-structurés et informels donnant une large manœuvre aux enquêtés. Aussi, des entretiens occasionnels ont-ils été organisés pour solliciter des réponses d'éclaircissement dès l'apparition d'une nouvelle information qui suscite de réflexions (Diarassouba *et al.*, 2008).

A l'issue des enquêtes dans chaque village, les ménages étudiés ont été soumis à une classification par niveau de prospérité et classe d'âge. Les classifications ont été faites par des informateurs clés choisis dans chaque village sur la base de leur âge et de leur connaissance des ménages du village. Les niveaux de prospérité retenus sont les pauvres, les riches et la classe intermédiaire entre pauvres et riches (les moyens). Les très jeunes, les jeunes, les adultes et les personnes âgées sont les quatre classes d'âge retenues. Ainsi on entend par :

1. Pauvres : les producteurs qui n'arrivent pas à satisfaire leurs besoins
2. Moyens : les producteurs qui arrivent à satisfaire partiellement leurs besoins
3. Riches : les producteurs qui arrivent à satisfaire leurs besoins
4. Très jeunes : ce sont les producteurs qui ont entre 20 et 25 ans
5. Jeunes : ce sont les producteurs qui ont entre 25 et 40 ans
6. Adultes : ce sont les producteurs qui ont entre 40 et 60 ans
7. Personnes âgées : ce sont les producteurs qui ont un âge supérieur à 60 ans.

L'analyse de discours a été utilisée pour retranscrire les réponses des producteurs afin de faire ressortir les verbatim utilisés pour appréhender les perceptions et les stratégies d'adaptation au changement climatique. Le test d'indépendance de Chi-Square a servi de vérifier la dépendance ou non d'une part entre les perceptions et les caractéristiques socioéconomiques (niveaux de prospérité et classes d'âge) et d'autre part, entre les stratégies d'adaptation au changement climatique et les caractéristiques socioéconomiques. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) a été utilisée pour relier les groupes de perceptions aux caractéristiques socioéconomiques.

## 2.2 Résultats

### 2.2.1 Perceptions paysannes du changement climatique

Le changement climatique n'est pas seulement constaté par les scientifiques puisque depuis plus de trois décennies, les populations locales du Nord-Bénin l'avaient aussi perçu aisément. Au total, 17 perceptions du changement climatique ont été identifiées dans le Nord-Bénin (tableau 2.1). Ces perceptions dépendaient des niveaux de prospérité ( $\chi^2= 69,12$  ;  $P= 0,000$  ;  $ddl= 32$ ) mais pas des classes d'âges ( $\chi^2= 38,12$ ;  $P= 0,248$  ;  $ddl = 48$ ).

Les perceptions les plus citées par les producteurs étaient la poche de sécheresse, l'harmattan et l'excès de chaleur. Ces perceptions relevaient des facteurs naturels (88 %) et facteurs socio-culturels (12 %). Quatre perceptions du changement climatique (la poche de sécheresse, l'harmattan, l'excès de chaleur et le tarissement des marigots) représentaient plus de la moitié des fréquences cumulées des réponses données par les producteurs sur leur perception du changement climatique. Les producteurs les appréciaient et les percevaient comme suit :

- **La poche de sécheresse** : selon les producteurs, il y a une trentaine d'année, au démarrage des pluies en avril, il était rare d'observer deux à trois jours sans pluie. Mais, aujourd'hui, après le démarrage tardif des pluies vers fin mai, ils disent qu'ils constatent des arrêts de pluie dans les mois de juin et d'août, pouvant atteindre une vingtaine de jours.
- **L'harmattan** : le déplacement de la période d'apparition de l'harmattan, le raccourcissement des délais et la variation de l'intensité de l'harmattan d'une année à l'autre sont des signes du changement climatique. « *Le chauffage au feu de bois, est une pratique qui disparaît de nos jours. L'harmattan se féminise de nos jours, elle n'est plus forte* ». Ce propos d'un paysan de Bembèrèkè confirme la lecture du changement climatique que les populations font à travers l'harmattan.
- **Excès de chaleur**: Les producteurs expriment l'excès de chaleur par le raccourcissement de la durée de la chaleur et l'augmentation de son intensité.
- **Tarissement des marigots** : Selon les producteurs, l'eau dans les marigots débordait pendant la période de pluies (juin-août). Ils disent que l'eau restait jusqu'en saison sèche pour abreuver les animaux. Ce qui n'est plus le cas de nos jours. D'où l'expression du tarissement des marigots selon eux.

#### a) *Typologie des perceptions paysannes du changement climatique en fonction des niveaux de prospérité*

La projection des niveaux de prospérité et des perceptions paysannes dans le système d'axes issus

de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) est faite sur la figure 2.1. Dans le système d'axes 1 et 2, toutes (100 %) les informations contenues dans les variables sont contrôlées (figure 2.1). Les perceptions les plus liées au premier axe étaient la chute de rendement des cultures, les vents violents et la rareté des pluies, tandis que les perceptions telles que le retard des pluies, la poche de sécheresse, le brouillard, le prolongement des pluies, la phénologie du karité et le non respect des normes sociales étaient celles prises en compte par le deuxième axe. Le niveau de prospérité et les paysans moyennement prospères ont plus contribué à la formation du premier axe, tandis que les niveaux de prospérité pauvre et riche sont plus liés à l'axe 2. En reliant les perceptions paysannes et les niveaux de prospérité ayant le plus contribué à la formation des deux axes, les riches s'opposaient aux pauvres et exprimaient différemment les perceptions du changement climatique. En effet, les riches percevaient les changements climatiques par le retard de pluie, le brouillard et les poches de sécheresse tandis que les pauvres les percevaient à travers le non respect des normes sociales et le bouleversement de la phénologie du karité (figure 2.1). Les paysans ayant un niveau de prospérité moyen percevaient les changements climatiques par les vents violents et la rareté des pluies. Les autres perceptions ne discriminaient pas les niveaux de prospérité.

#### ***b) Typologie des perceptions paysannes du changement climatique en fonction des classes d'âge***

Les résultats de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) ont mis en relation les classes d'âge et les perceptions paysannes du changement climatique (figure 2.2). Les informations contenues dans les variables sont contrôlées à 88 % par le système d'axes 1 et 2 (figure 2.2). Les perceptions du changement climatique telles que l'excès de chaleur, les vents violents, le brouillard et la rareté des pluies étaient celles ayant le plus contribué à la formation du premier axe tandis que l'harmattan, le retard des pluies et la chute de rendement sont les perceptions les plus liées au second axe. Concernant les classes d'âge, les paysans très jeunes et personnes âgées ont plus contribué à la formation du premier axe, tandis que les classes d'âge adultes et vieux sont plus liées à l'axe 2. En reliant les perceptions paysannes et les classes d'âge ayant le plus contribué à la formation des deux axes, les personnes âgées s'opposaient aux très jeunes en exprimant différemment les perceptions du changement climatique. En effet, les vieux percevaient les changements climatiques par le brouillard et le vent violent tandis que les très jeunes les percevaient à travers la chaleur et la rareté des pluies (figure 2.2). Les paysans adultes percevaient les changements climatiques par les retards des pluies et la chute de rendement des cultures. Les autres perceptions ne discriminaient pas les classes d'âge parce qu'elles ne sont pas significativement exprimées sur les axes.

## 2.2.2 Stratégies d'adaptation au changement climatique dans la gestion des parcs à karité

Face aux conséquences néfastes du changement climatique sur les parcs à karité, les producteurs ont développé plusieurs stratégies pour s'adapter et réduire les risques climatiques (tableau 2.2). A ces stratégies endogènes, s'ajoutaient celles relatives au paquet technologique vulgarisé par les institutions de recherche et de développement (fumure minérale, herbicide et semences améliorées). Le changement de culture, l'augmentation du nombre de sarclage, la fumure minérale et le ressemis étaient les quatre stratégies dont trois endogènes représentant plus de la moitié de l'ensemble des stratégies développées dans la zone d'étude (tableau 2.2).

Les stratégies d'adaptation au changement climatique sont significativement liées aux niveaux de prospérité des producteurs ( $\chi^2= 61,45$  ;  $P= 0,000$  ;  $ddl =30$ ) tandis qu'elles n'étaient pas significativement dépendantes des classes d'âge ( $\chi^2= 36,53$  ;  $P= 0,308$  ;  $ddl= 45$ ). Selon les tendances observées le plus souvent, les stratégies d'adaptation variaient selon les groupes ethniques, l'âge, le sexe et les activités socio-économiques des ménages. Toutefois, l'âge et le sexe n'étaient pas forcément les facteurs déterminant les stratégies adaptatives développées au niveau local mais plutôt l'expérience des paysans en matière d'agriculture et les capacités des ménages à avoir accès au crédit et au marché, donc à leur niveau de prospérité. De même, le développement de nouvelles idées pour agir sur la nature a entraîné des sociétés fondées non plus sur des inégalités liées à l'âge, au sexe ou à la parenté comme dans les sociétés primitives, mais des inégalités associées à l'existence de castes ou de classes.

## 2.2.3 Relation entre les stratégies d'adaptation et les perceptions du changement climatique dans la gestion des parcs à karité

Certaines stratégies d'adaptation étaient en relation avec les perceptions du changement climatique. Concernant les stratégies d'adaptation dans la gestion des parcs à karité en réponse aux perceptions paysannes en dehors du brouillard, les paysans ont développé des techniques simples comme stratégies d'adaptation aux perceptions locales du changement climatique dans la gestion des parcs à karité du Nord-Bénin. Par exemple, face à la poche de sécheresse, les producteurs développaient des pratiques magico-religieuses consistant surtout à la provocation de la pluie (tableau 2.3).

**Tableau 2.1 : Perceptions paysannes du changement climatique**

Perceptions paysannes du changement climatique	Fréquences relatives des réponses (%)	Types de facteurs
Poche de sécheresse	16,35	Naturel
Harmattan	14,54	Naturel
Excès de chaleur	12,86	Naturel
Tarissement des marigots	9,25	Naturel
Brouillard	7,93	Naturel
Retard des pluies	6,61	Naturel
Prolongement des pluies	5,29	Naturel
Chute de rendement (cultures et karité)	4,45	Naturel
Rareté des pluies	4,45	Naturel
Phénologie du karité	4,33	Naturel
Vent violent	3,85	Naturel
Arrêt précoce des pluies	3,25	Naturel
Non respect des normes sociales	2,04	Naturel
Prolifération des guis	1,68	Naturel
Déforestation	1,32	Naturel
Période de carême (Musulman)	0,96	Socio-culturel
Période des fêtes (Tabaski et Gani)	0,84	Socio-culturel
Fréquence totale	100	-

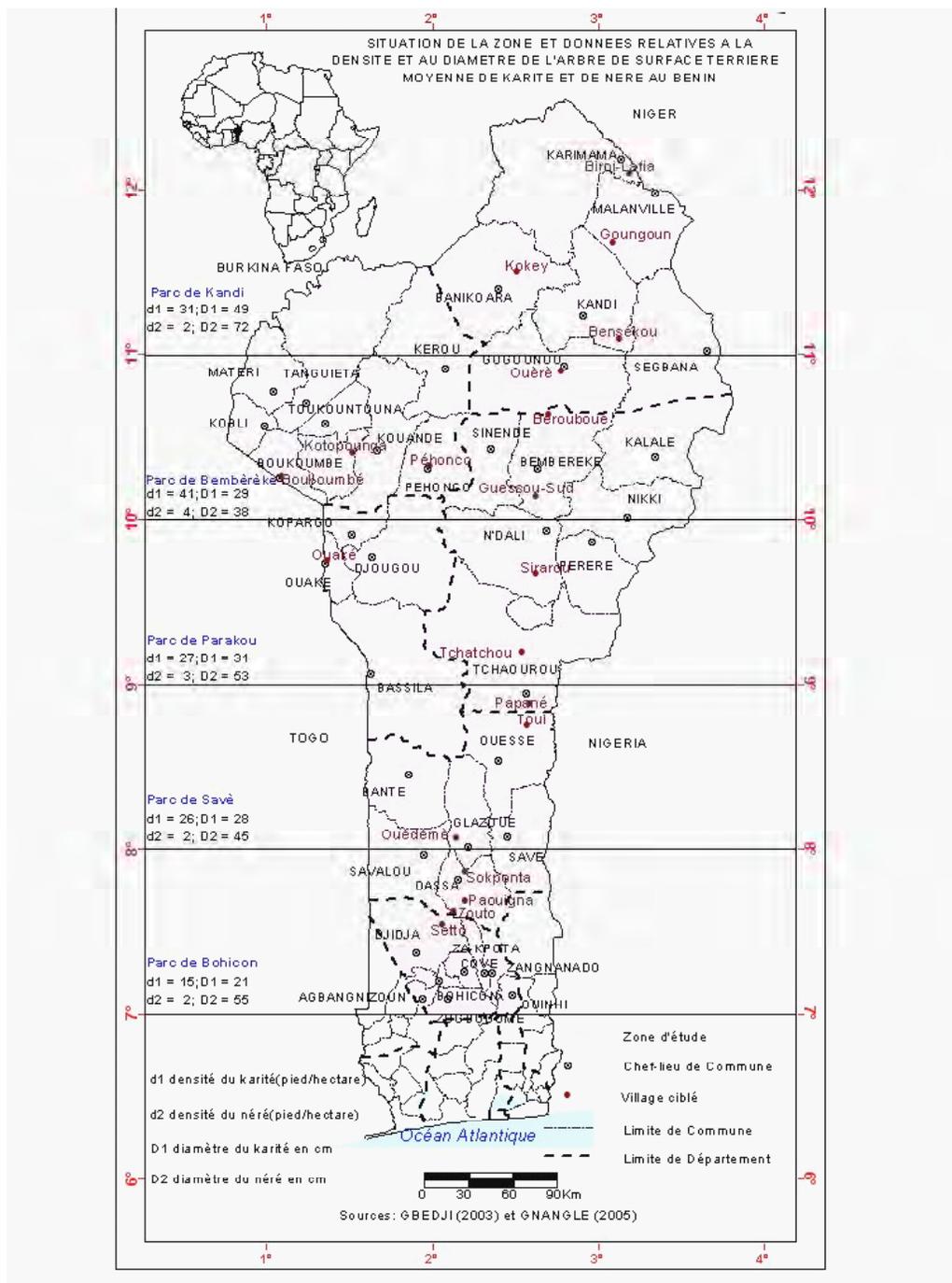
**Tableau 2.2 : Stratégies d'adaptation dans la gestion des parcs à karité face au changement**

Stratégies d'adaptation	Fréquences relatives des réponses (%)	Origine
Changement de culture	24,62	Endogène
Augmentation de nombre de sarclage	9,89	Endogène
Fumure minérale	9,59	Exogène
Ressemis	9,08	Endogène
Déplacement des dates de semis	8,58	Endogène
Pratiques magico-religieuses	6,56	Endogène

Valorisation des bas-fonds	6,16	Endogène
Elagage	4,94	Endogène
Herbicidage	4,84	Exogène
Protection des jeunes plants de karité	4,44	Endogène
Substitution de karité par l'anacardier	4,04	Endogène
Utilisation de semences améliorées	3,33	Exogène
Enlèvement de gui	2,02	Endogène
Relabour	1,01	Endogène
Migration	0,50	Endogène
Diversification des activités	0,40	Endogène
<b>Fréquence totale</b>	<b>100</b>	-

**Tableau 2.3 :** Stratégies d'adaptation en fonction des perceptions du changement climatique dans la gestion des parcs à karité.

Perceptions paysannes	Stratégies d'adaptation en réponse aux perceptions
Poche de sécheresse	-Pratiques magico-religieuses : consistent à la provocation des pluies - Déplacement des dates de semis des cultures associées au karité - Ressemis des cultures associées aux arbres de karité
Brouillard	Pas de stratégies endogènes
Chute de rendement	Fumure minérale et organique
Phénologie du karité	Elagage : consiste à réduire les vieilles branches et racines des arbres de karité pour une nouvelle forme de vie
Prolifération des guis	Enlèvement de gui



Carte 3. : Parcs à karité et néré au Bénin

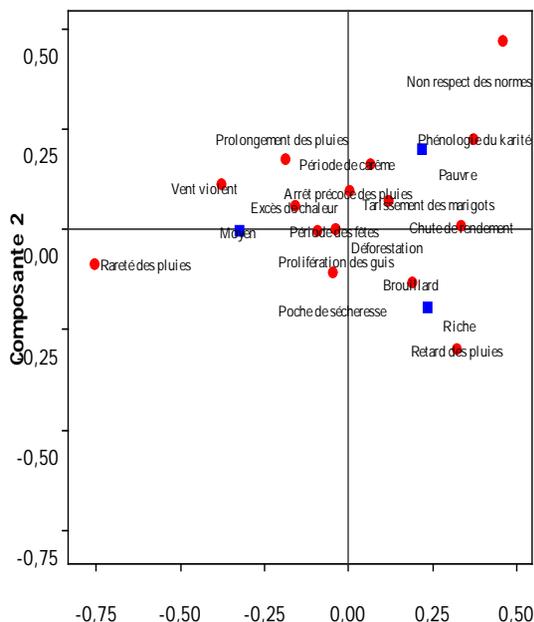


Figure 2.1 : Positionnement des perceptions paysannes et des niveaux de prospérité dans un système d'axes (Analyse Factorielle des Correspondances).

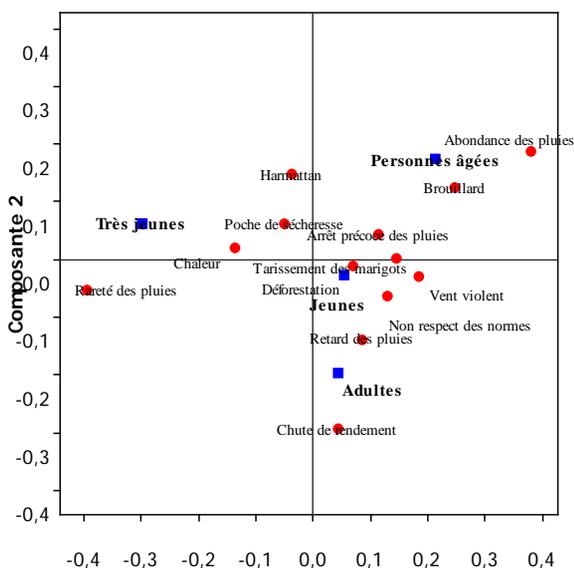


Figure 2.2 : Positionnement des perceptions paysannes et des classes d'âge dans un système d'axes (Analyse Factorielle des Correspondances).

## 2.3 Discussions

### 2.3.1 Perceptions paysannes du changement climatique

Le changement climatique à travers l'étude met en exergue plusieurs perceptions des producteurs. Les perceptions telles que les poches de sécheresse, les vents violents, la chaleur excessive, les pluies tardives révélées dans l'étude corroborent avec celles trouvées par PANA-Bénin (2008) dans les zones agro-écologiques du Bénin et par Gnganglè *et al.* (2009) au Centre du Bénin. Les études de Hassan et Nhemechena (2008) et de Traoré *et al.* (2002) dans la sous-région ont montré que près de la moitié des producteurs ont perçu le changement climatique à travers l'élévation des températures à long terme et à la diminution des précipitations, à des changements prononcés de la synchronisation des pluies, à la récurrence des sécheresses et au tarissement des cours d'eau autrefois pérennes pendant la saison sèche. Ces résultats s'inscrivent dans le même ordre d'idée que ceux des producteurs de notre zone étude. En Côte d'Ivoire, les études de Brou *et al.* (2005) ont révélé le non respect des règles divines comme perception du changement climatique à travers la pratique de relations sexuelles discrètes en brousse, la profanation des lieux sacrés. Cette perception paysanne au Bénin s'exprime par des pratiques incestueuses.

Les perceptions paysannes trouvées dans l'étude et les résultats des scientifiques sur l'évolution des facteurs climatiques sont en adéquation en termes de variation de la température et de la pluviométrie. Les mêmes observations sont faites par les producteurs à travers la chaleur excessive, la rareté des pluies et les poches de sécheresse.

De cette étude, il ressort que les perceptions paysannes du changement climatique varient en fonction des niveaux de prospérité (pauvres, moyens et riches) et des classes d'âge (très jeunes, jeunes, adultes et personnes âgées). Nos résultats corroborent avec ceux de Teka et Vogt (2010), qui ont trouvé que les perceptions locales sur les risques naturels des habitants des zones côtières du Bénin varient suivant les groupes spécifiques (groupe social et âge). Concernant les niveaux de prospérité, ce sont les pauvres et les moins prospères qui expriment mieux les perceptions du changement climatique surtout sur les parcs à karité. Cela s'explique par le fait que ces catégories de producteurs sont celles qui ont comme principale activité l'agriculture. S'agissant des classes d'âge, les très jeunes et les jeunes n'ont pas une bonne perception du changement climatique du fait de leur âge. Selon Sánchez-Cortés et Lazos Chavero (2011) les adultes et particulièrement les personnes âgées, font recours au calendrier d'ethno-climatologie afin de comparer des changements détectés dans la variabilité du climat par contre les jeunes ne mentionnent pas clairement ce calendrier ou leur connaissance ethno-météorologique en prévoyant le temps. Les jeunes ont peu d'expérience dans l'exploitation des parcs à karité pour mieux discerner les variations climatiques sur ces parcs. Sánchez-Cortés et Lazos Chavero (2011) ont confirmé à travers leur étude que l'expérience fait partie de la logique de la signification pour expliquer les changements environnementaux courants, y compris le climat.

### 2.3.2 Stratégies d'adaptation, relations perceptions-stratégies face au changement climatique

L'adaptation est un processus de gestion des risques climatiques en mettant en œuvre des mesures individuelles et collectives de prévention, de riposte et de relèvement (IAVS, 2011). Ce constat est fait dans l'étude dans la mesure où certaines stratégies d'adaptation sont appliquées collectivement. C'est le cas des pratiques magico-religieuses contrairement aux autres stratégies appliquées individuellement. La même remarque a été faite par Traoré *et al.* (2002) qui ont identifié des stratégies aussi bien collectives qu'individuelles. Selon ces auteurs, dans une région de Guinée, les producteurs ont développé des méthodes les plus appropriées de gestion de l'humidité du sol durant les périodes critiques du développement des plantes. Ainsi, des méthodes d'amélioration de la fertilité des sols, le choix des variétés plus résistantes à la sécheresse et le développement des cultures irriguées sont entre autres les stratégies utilisées par les producteurs de Guinée pour faire face au changement climatique. Ces stratégies s'assimilent à l'utilisation des semences améliorées, à la valorisation des bas-fonds et à l'application de la fumure minérale mises en œuvre par les producteurs de la zone d'étude pour faire face au changement climatique. Ceci vient confirmer l'assertion de Belliveau *et al.* (2006) selon laquelle le comportement adaptatif est relatif au lieu et au temps spécifique car en lieu et place du développement des cultures irriguées, les producteurs de la zone d'étude valorisent les bas-fonds au profit de l'igname. Ils se donnent plus à la culture de manioc compte tenu de la chute énorme de rendement de l'igname dans le contexte du changement climatique. Dans certaines communautés ivoiriennes, la rationalisation de la gestion de l'espace, de l'utilisation des intrants et du temps de travail (déplacement des dates de semis), la quête de la sécurité alimentaire par un ajustement des besoins aux disponibilités alimentaires et une diversification des sources de revenus sont des mesures de réponses que les producteurs ont développé pour faire face au changement climatique (Brou *et al.*, 2005). Ce qui est observé dans le cadre de notre étude puisque les producteurs de la zone d'étude déplacent les dates de semis en fonction des pluies, utilisent de la fumure minérale et diversifient leurs sources de revenu. La quête de la sécurité alimentaire a été traduite ici par l'abandon peu à peu de l'igname au profit de manioc par les producteurs de la zone d'étude. Ces communautés ivoiriennes organisent également de rituels d'imploration du pardon de Dieu pour faire revenir la pluie (Brou *et al.*, 2005). Ceci se traduit ici par des pratiques magico-religieuses à travers lesquelles les producteurs provoquent la pluie. Cette stratégie a été élucidée à travers cette étude. Les mêmes résultats ont été trouvés par Teka & Vogt (2010), dans la gestion des risques naturels en zones côtière du Bénin où les populations locales ont développé des stratégies fondées sur des pratiques rituelles et culturelles manquant de rationalité scientifique et qui ne peuvent pas être ignorées par une gestion moderne et séculaire de la côte. L'adaptation au changement climatique ressort de la traduction des perceptions du changement climatique en des décisions agricoles (Bryant *et al.*, 2000). Cette assertion est vérifiée dans notre étude puisque les producteurs de la zone d'étude mettent au point des stratégies d'adaptation à partir de leurs perceptions sur le

changement climatique. Néanmoins, aucune stratégie n'est fondée pour faire face à la perception (brouillard). Ce qui peut s'expliquer par le fait que cette perception n'a pas d'effet direct sur les activités agricoles comme les autres perceptions.

## **Conclusion**

Le changement climatique n'est pas seulement constaté par les scientifiques, mais perçu aussi par les producteurs. En effet, l'analyse des perceptions paysannes et des stratégies d'adaptation face au changement climatique dans la gestion des parcs à karité faite dans l'étude révèle que le changement climatique se perçoit non seulement à partir des facteurs naturels mais aussi à travers les faits sociaux tels que les périodes des fêtes et des carêmes musulmans. Ces perceptions varient suivant les niveaux de prospérité et les classes d'âge. Face à la plupart de ces perceptions, des stratégies d'adaptation sont développées dans la gestion des parcs à karité afin de réduire les effets du changement climatique. Enfin, les producteurs développent des pratiques magico-religieuses consistant surtout à la provocation de la pluie face à la poche de sécheresse. Par conséquent, ces stratégies méritent d'être testées au plan scientifique afin d'évaluer leur efficacité. Ainsi, une fois confirmées et révélées efficaces, elles peuvent contribuer à la réduction de la vulnérabilité, à l'adaptation des sociétés et des écosystèmes au changement climatique.

## **Remerciements**

L'équipe de chercheurs adresse ces remerciements au Ministère français des Affaires étrangères et européenne à travers l'Agence Inter- Etablissements pour la Recherche et le Développement (AIRD), pour avoir financé cette recherche par le Fonds de Solidarité Prioritaire (FSP) dans le cadre du projet Recherche Interdisciplinaire et Participative sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés d'Afrique de l'Ouest (RIPIECSA).

## **Références bibliographiques**

- Aho N, Boko M, Afouda A. 2008. Evaluation concertée de la vulnérabilité aux variations actuelles du climat et aux phénomènes météorologiques extrêmes. PANA/Bénin. 93 p.
- Bayala J, Teklehaimanot Z, and Ouedraogo SJ. 2002. Millet production under pruned tree crowns in a parkland system in Burkina Faso. *Agroforestry Systems.*, 54: 203-214.
- Belliveau S, Bradshaw B, Smit B, Reid S, Ramsey D, Tarleton M, Sawyer B. 2006. Farm-level adaptation to multiple risks: Climate change and other concerns. Occasional paper No. 27. Canada: University of Guelph.
- Brou YT, Akindès F, Bigot S. 2005. La variabilité climatique en Côte d'Ivoire : entre perceptions sociales et réponses agricoles. *Cahiers Agricultures.*, 14 (6): 533-540.

- Bryant RC, Smit B, Brklacich M, Johnston RT, Smithers J, Chiotti Q, Singh B. 2000. Adaptation in Canadian agriculture to climatic variability and change. *Climatic Change.*, 45:181-201.
- Codjia TJ, Assogbadjo EA, Ekué M RM. 2003. Diversité et valorisation au niveau local des ressources végétales forestières alimentaires du Bénin. *Cahiers Agricultures.*, 12 (5) : 321-331.
- Diarassouba N, Kouablan EK, Kanga AN, Patrick VD, Abdourahamane S. 2008. Connaissances locales et leur utilisation dans la gestion des parcs à karité en Côte d'Ivoire. *Afrika focus.*, 21 (1) : 77-96.
- Gbédji EKY. 2003. Caractérisation morphologique et structurale des parcs à néré (*Parkia biglobosa* (Jack;) R. Br. Ex. G. Dom.) au Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey- Calavi, Bénin, p.124.
- Gnanglè CP, Yabi AJ, Glèlè Kakaï JLR, Sokpon N. 2009. Changements climatiques : Perceptions et stratégies d'adaptations des paysans face à la gestion des parcs à karité au Centre-Bénin. [www.sifree.org/Actes/actes\\_niamey.../1\\_GNANGLE\\_comm.pdf](http://www.sifree.org/Actes/actes_niamey.../1_GNANGLE_comm.pdf); 1-18.
- Gnanglè PC, Glèlè Kakaï RL, Assogbadjo AE, Vodounon S, Yabi JA, Sokpon N. 2011. Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. *Climatologie.*, 8 : 26-40.
- Gnanglè PC. 2005. *Parcs à karité (Vitellaria paradoxa) (Gaertn. C. F.) (Sapotaceae) au Bénin: Importance socio-culturelle, caractérisations morphologique, structurale et régénération naturelle*. Mémoire de DEA, Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles, UAC/FSA, p.113.
- Gnanglè PC. 2010. Management of shea butter in the context of climate change. *International Innovation. Disseminating science, research and technology. Environment*, 54-55.
- Guibert H, Allé UC, Dimon RO, Dédéhouanou H, Vissoh PV, Vodouhé SD, Tossou RC, Agbossou EK. 2010. Correspondance entre savoirs locaux et scientifiques : Perceptions des changements climatiques et Adaptations: Etude en région cotonnière du Nord Bénin. ISDA 2010, Montpellier, 1-12.
- Hassan R, Nhemachena C. 2008. Determinants of African farmers' strategies for adapting to climate change: multinomial choice analysis. *AfJARE.*, 2 (1) : 83-104.
- IAVS (Institut d'Application et de Vulgarisation en Sciences), 2011. Scénarios de processus paysans d'adaptation aux changements climatiques au Sahel et en Afrique de l'Ouest. Collection Science pour l'Agriculture, Ouagadougou, Burkina-Faso, 1-2.
- MAEP. 2008. Atelier d'élaboration des stratégies des chaînes de valeur du karité au Bénin. Centre Guy Riobé de Parakou.
- PANA-Bénin. 2008. Convention-Cadre Des Nations Unies Sur Les Changements Climatiques. Cotonou, Bénin, 1- 81.
- Renard JF, Cheikh L, Knips V. 2004. L'élevage et l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest. Ministère des Affaires étrangère, FAO-CIRAD, 1-37.

- Sánchez-Cortés MS, · Lazos Chavero E. 2011. Indigenous perception of changes in climate variability and its relationship with agriculture in a Zoque community of Chiapas, Mexico. *Climatic Change.*, 107:363–389.
- Sodjinou E. 2006. Institutions locales traditionnelles et modernes de gestion des ressources naturelles, des situations conflictuelles et divers conflits autour de ces ressources au Bénin. PAPA-INRAB-IFS, Bénin, 1-128.
- Teka O, Vogt J. 2010. Social perception of natural risks by local residents in developing countries—The example of the coastal area of Benin. *The Social Science Journal.*, 47 : 215–224.
- Traoré AF, Diallo ML, Bamba Z, Mara F. 2002. Communication initiale de la Guinée sur la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Projet FEM/PNUD GUI/97/G33, Conakry, 1-87.
- Wiesman Z, Maranz S. 2001. Chemical analysis of fruits of *V. paradoxa*. In : Teklehaimanot, Z. (Ed). Improved management of agroforestry parklands systems in Sub-Saharan Africa EU/INCO Project Contract IC18-CT98-0261, third Annual Progress Report, University of Wales Bangor, Uk, 81-92.

## **Chapitre 3.**

# **Efficacité des adaptations aux changements climatiques des systèmes de production de parcs à karité au Nord-Bénin**

Paul Césaire Gnanglè<sup>1,2</sup>, Afouda Jacob Yabi<sup>3</sup>, Rosaine N. Yegbemey<sup>3</sup>,  
Romain Lucas Glèlè Kakaï<sup>4</sup>, Nestor Sokpon<sup>2</sup>

(Accepté pour publication dans le Journal African Crop Science Journal (ACSJ),  
Vol. 21, No. 2, 2012)

<sup>1</sup>Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey – Calavi, 01BP 526 Tri Postal,  
Cotonou, Bénin

<sup>2</sup>Laboratoire d'Etudes et des Recherches Forestières, Faculté d'Agronomie, Université de  
Parakou, BP 123, Parakou, Bénin

<sup>3</sup>Département d'Economie et de Sociologie Rurales, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou,  
BP 123, Parakou, Bénin

<sup>4</sup>Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey – Calavi, 01BP 526 Tri Postal,  
Cotonou, Bénin

## Résumé

L'objectif de cette étude était d'analyser la rentabilité économique des systèmes de production des parcs à karités du nord-Bénin en relation avec les adaptations aux changements climatiques. Les données primaires relatives aux caractéristiques socio-économiques des producteurs, aux stratégies d'adaptation développées et aux inputs et outputs de production ont été collectées auprès de 466 exploitants des parcs à karité des Communes de Banikoara, Bassila et Bembèrèkè. La méthode utilisée pour l'étude était basée sur le modèle de la rentabilité économique de COBB-DOUGLAS. Il ressort des analyses que 70,71% des producteurs de la zone d'étude développent des stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Il s'agit notamment du reboisement (34,3%), de la diversification des activités agricoles (30,6%), de la pratique culturelle (26%) et de l'adaptation du système cultural qui est très peu pratiquée (9,2%). Ces réajustements pour la plupart techniques opérés par les producteurs ont des répercussions sur les éléments de leur compte d'exploitation. Comparés aux non-adoptants, les adoptants ont un profit annuel moyen de 1002367,5 FCFA contre 648537,5 FCFA pour les non-adoptants. Par ailleurs, le système cultural et la diversification des activités agricoles apparaissent comme les types d'adaptations les plus économiquement rentables au seuil de 1%. Ces stratégies d'adaptation devront être promues.

Mots Clés: Changements climatiques, parcs à karités, rentabilités économiques, stratégies d'adaptation

## Abstract

*This paper analyzed the economic profitability of the shea parklands production systems in the North-Benin in relation with the climate changes adaptations. For this purpose, primary data such as farmers' socio-economic characteristics, climate change adaptation strategies, inputs and outputs involved in the production systems have been collected from 466 farmers of shea parklands in Banikoara, Bassila and Bembèrèkè Municipalities. The method of study based on the economic profitability model of COBB-DOUGLAS. Results show that 70.71% of farmers working in the survey zone's shea parklands develop some adaptation strategies to mitigate the climate changes. These strategies are about: reforestation (34.3%), the rural activities diversification (30.6%), the cultural - religious - practices (26%) and the cropping systems adaptation (9.2%). These adjustments - technical - implemented by the producers influence their economic performances. As final result, we recorded an increase of the yearly profit in average. Compared to non-adopting, the average annual profit of adopting is 1002367.5 FCFA against 648537.5 FCFA). Specifically, the cropping systems and the rural activities diversification appear, with a positive effect on the yearly profit at 1% level, as the most economically profitable adaptation strategies. It may be therefore important to promote such strategies.*

*Key Words: Climate changes, economic profitability, shea parklands, strategies of adaptation*

## Introduction

Les changements climatiques sont une question primordiale de ce siècle en raison des conséquences sur la biodiversité et les sociétés humaines. Selon Boko *et al.* (2007), l'Afrique sub-saharienne (ASS) est déjà gravement et disproportionnellement affectée par les changements climatiques et est vulnérable aux futures variations climatiques. Les prédictions montrent que vers 2050, certaines régions de l'ASS vont subir jusqu'à 10% de réduction de la moyenne pluviométrique annuelle (Nyong, 2007). Cette diminution des précipitations aura un impact particulièrement grave sur les différents secteurs agricoles, étant donné que 75% de l'agriculture en Afrique sub-saharienne est basée sur la pluie. En conséquence, la longueur des saisons de croissance et les rendements des cultures sont toutes censées diminuer et varier d'année en année dans les zones traditionnellement propices à l'agriculture, avec des conséquences graves sur la sécurité alimentaire (African Crop Science Journal, 2011). Cette région de l'Afrique n'a pas encore la moindre capacité de riposte face à ces événements majeurs.

Pour la plupart des pays africains, l'adaptation aux changements climatiques est aujourd'hui une priorité (GIEC, 2007) en raison de ses probables répercussions sur la vie économique. En effet, alors que l'économie africaine dépend fortement de l'agriculture (Benhin, 2008) et la grande partie de l'eau du continent (85%) utilisée pour ladite activité (Downing *et al.*, 1997), 75 à 250 millions de personnes en Afrique seront exposées à l'horizon 2020 à une pénurie d'eau du fait des changements climatiques (PANA-Benin, 2008). Par ailleurs, certains modèles indiquent qu'une augmentation de la température d'environ 1,5°C d'ici à 2040 pourrait entraîner une diminution annuelle du PIB africain de 1,7% (AAJC 2009 cité par l'Union Africaine 2010).

Les changements climatiques se manifestent par l'augmentation de la température moyenne annuelle d'un demi-centigrade environ, avec des variations selon les régions. Dans le Bassin du Nil, la température augmente de 0,2°C ou de 0,3°C par décennie, alors qu'au Rwanda l'augmentation est de 0,7°C à 0,9°C en plus de 50 ans (Eriksen *et al.*, 2008). Par ailleurs, les variations climatiques se traduisent aussi par une réduction de la pluviométrie qui entraîne la dégradation du couvert végétal et favorise l'érosion, accélérant ainsi les mécanismes de désertification (OSS & GTZ 2007). Selon Gnanglè *et al.* (2011), au Bénin, on note que le nombre moyen de jours de pluie connaît une tendance régressive dans les trois régions écologiques du pays. La chute est plus prononcée au Sud (128 jours de pluie/an en 1960 à 80 jours de pluie en 2008) qu'au Nord (120 jours de pluie en 1960 à 65 jours de pluie en 2008). La tendance évolutive de la hauteur moyenne de pluie entre 1960 et 2008 pour les zones écologiques du Nord, du Centre et du Sud présente une tendance régressive. La chute étant nettement plus prononcée au Nord (1220 mm de pluie en 1962 à 1100 mm en 2008) avec un taux de régression de 5,5 mm de hauteur de pluie en moyenne par an. Au Centre et au Sud du pays, la tendance est moins linéaire et ne présente pas une allure définie. La tendance évolutive de la température minimale présente une allure linéaire croissante dans les trois zones climatiques avec un taux de croissance élevé de 0,03°C par an

au Nord et au Centre et relativement faible au Sud (0,027°C par an). La température maximale présente une allure croissante avec un taux de croissance relativement plus élevé au Centre (0,03 °C par an) qu'au Nord et au Sud (0,024 °C par an). Comme conséquences, des études ont montré que les changements du climat pourraient représenter un danger actuel et futur pour la productivité agricole et la biodiversité, puis pour la sécurité alimentaire (CIFOR, 2008). En effet, la conséquence immédiate selon Brown *et al.* (2007), est qu'avec les changements climatiques, les rendements de certaines cultures importantes peuvent être réduites, par exemple, une baisse de 6,9% pour le maïs d'ici 2020. Pour atténuer ces effets néfastes des changements climatiques, plusieurs experts ont préconisé pour l'Afrique l'adoption de stratégies d'adaptation en fonction des conditions et des besoins locaux, puisque la nature des risques et les moyens de subsistance des groupes touchés varient d'un écosystème à un autre (MEA, 2005). Selon Brown *et al.* (op. cit), les africains utilisent plusieurs stratégies d'adaptation en particulier dans la zone sahélienne, contre le stress hydrique et pour éviter les effets de la variabilité du climat. Il s'agit entre autres de la construction de petites digues antiérosives, de la plantation de cultures dans de petites fosses circulaires perpendiculaires à la pente afin de capturer l'eau de pluie et de conserver l'humidité du sol, de l'amélioration du défrichement en laissant des souches d'arbres et d'arbustes taillés et des arbres de petites tailles afin de faciliter la repousse rapide et de la création des parcs agroforestiers, technique répandue en Afrique de l'Ouest qui consiste à installer un champ de cultures sous le couvert d'arbres de différentes natures (Traoré, 2003; Gbédji, 2003; Gnganglè, 2005; Zomboudré *et al.*, 2005 ; Gnganglè, 2010).

Au Bénin, l'agroforesterie est traditionnellement pratiquée à base des pieds de karité (*Vitellaria paradoxa*) dans le Centre et le Nord du pays. Ainsi, les cultures annuelles comme le maïs, l'igname, le sorgho ou le mil sont pratiquées dans des parcs à karité. Ce système de culture permet de maintenir la fertilité des sols à partir des feuilles de karité qui tombent. Aussi les producteurs peuvent avoir accès à deux sources de revenus à partir de la vente des noix de karité et des produits agricoles (FAO, 2009). Sous cette pratique culturale, les producteurs adoptent différentes stratégies pour atténuer les effets néfastes des changements climatiques, et ce faisant, maintenir ou augmenter leur niveau de profit. Il apparaît donc important d'évaluer et de comparer les niveaux de rentabilité économique desdites stratégies. C'est pourquoi cette étude s'est fixée comme objectif global d'analyser la rentabilité économique des systèmes de production des parcs à karité du nord-Bénin en relation avec les adaptations aux changements climatiques.

## 3.1 Matériel et méthodes

### 3.1.1 Milieu d'étude et base de données

La présente étude a été conduite dans les parcs à karité du Nord Bénin. Géographiquement cette zone d'étude est comprise entre les parallèles 09°45' et 12°25' latitude Nord et les méridiens

0°45' et 3°20' longitude Est. Elle est caractérisée par un déficit pluviométrique élevé et des pluies annuelles variant de 900 mm à 1100 mm. La température moyenne est de 27,5°C et l'insolation moyenne y est de 2862 heures (MEHU, 2002). L'activité principale dans la zone d'étude est l'agriculture pratiquée dans les parcs à karité. Les principales cultures sont le maïs, le coton, le sorgho, l'igname et le mil. Les 3 Communes à savoir: Commune de Banikoara, de Bassila et de Bembèrèkè ont été sélectionnées pour mener l'étude en fonction de l'importance socio-économique du karité dans chaque commune. Dans chaque Commune, 4 villages ont été choisis en tenant compte de leur groupe socio-culturel, de leur situation géographique par rapport au Chef-lieu de la Commune et par rapport à leur accessibilité (carte 4). Les producteurs qui représentent l'unité statistique de recherche ont été sélectionnés de manière aléatoire. La technique généalogique a été utilisée. Elle se fonde sur les expériences professionnelles et sur les enseignements pratiques que les enquêtés ont reçus de leur père, de leur grand-père ou des collatéraux qu'ils ont connu pendant qu'ils accompagnaient ces derniers au champ quand ils étaient eux-mêmes petits enfants ou jeunes agriculteurs. La taille de l'échantillon dans chaque commune a été obtenue en utilisant la formule proposée par Dagnelie (1998) exprimée mathématiquement par:

$$N = \frac{4p(1-p)}{d^2}$$

avec p la proportion de ceux qui s'adonnent aux activités du karité dans la commune et de la marge d'erreur de première espèce, retenue à 5% dans cette étude. A partir des valeurs de p issus des résultats de Gnglè (2005), 156 producteurs ont été sélectionnés dans la Commune de Bembèrèkè, 153 à Banikoara et 157 à Bassila ; soit un total de 466 pour la taille de l'échantillon.

Sur la base d'un questionnaire remplis à travers des enquêtes individuelles et des focus groupes, des données primaires ont été collectées. Ces données sont relatives aux caractéristiques sociodémographiques des producteurs, aux stratégies développées par eux pour faire face aux conséquences des changements climatiques et aux prix et les quantités des inputs et outputs entrant dans la production de la campagne agricole 2009-2010. En plus de ces données primaires, des données secondaires ont été collectées dans les différents centres de documentation des Communes prises en compte par l'étude, des Universités d'Abomey-Calavi et de Parakou et par internet. Le traitement et l'analyse statistique des données collectées ont été réalisés avec les logiciels Word, Excel et SPSS 16.0.

### 3.1.2 Théorie économique du comportement des producteurs sur les parcs à karité

L'adaptation aux changements environnementaux en général et ceux climatiques en particulier est de plus en plus un sujet d'intérêt tant pour les producteurs que pour les décideurs. Selon Dumas (2007), l'adaptation au changement climatique est l'ensemble des mesures ou ajustements

permettant de limiter les dommages du changement ou de tirer profit de ses conséquences positives. Selon des auteurs comme Dumas (op. cit), Smit *et al.* (2000) cités par (De Perthuis *et al.*, 2010), parlant de changements climatiques, 2 formes d'adaptation peuvent être distinguées. L'adaptation réactive qui consiste à réagir *ex post* aux impacts adverses du changement climatique, lorsqu'ils se produisent et l'adaptation anticipative ou proactive, qui au contraire, consiste à agir avant que les impacts ne se produisent. Cette dernière forme d'adaptation vise à réduire la vulnérabilité à ces impacts et en limiter les conséquences adverses ou en tirer des bénéfices nouveaux. Bien que la différence entre les 2 précédentes formes d'adaptation soit nettement perceptible à travers leurs définitions, elle n'en est pas pour autant dans la réalité. En effet, en choisissant de s'adapter aux risques climatiques, le producteur adopte des stratégies aussi bien réactives qu'anticipatives. Dans un premier temps, le producteur réagit aux risques auxquels il est confronté et dans un deuxième temps anticipe sur celui-ci. Dans ce processus de double réaction, le producteur ne perd pas sa nature d'agent économique. Ceci le ramène, selon le modèle néoclassique, à un comportement rationnel. En effet, dans son processus d'adaptation, le producteur cherche toujours à minimiser ses coûts fixes et variables. Il maximise son profit sous contrainte de ses coûts. Obtenir le plus grand revenu net possible est fréquemment identifié comme premier objectif de la plupart des producteurs. Pour atteindre ses objectifs, le producteur doit choisir de nouvelles combinaisons des facteurs de production agricoles (capital, travail) où les revenus marginaux sont égaux aux coûts marginaux pour toutes les alternatives entreprises. Les conditions écologiques nouvelles - changements climatiques - et la disponibilité en ressources ne sont pas les seuls éléments pris en compte lorsque le producteur choisit de réajuster son système de production agricole. Les considérations relatives à l'environnement économique et social pèsent aussi d'un grand poids dans sa décision. En effet, les exploitations agricoles ne produisent jamais de façon isolée, mais entretiennent en permanence des relations avec d'autres agents économiques: agriculteurs voisins, propriétaires foncier, commerçants, usuriers, artisans, transporteurs, agents de vulgarisation agricole, industries agro-alimentaires, banques, administration, fonctionnaires de l'Etat etc. De toute évidence, ces rapports sociaux influencent le choix des systèmes de culture pratiqués par les agriculteurs et les résultats économiques obtenus dans les exploitations (CIRAD, GRET, MAE, 2009). C'est pourquoi, il est important de prendre en compte tous ces aspects dans la modélisation empirique de la rentabilité économique des parcs à karité.

### 3.1.3 Modélisation empirique de la rentabilité des parcs

En se basant sur ces considérations théoriques développées ci-dessus, il est possible d'écrire le modèle de la rentabilité économique sous la forme COBB-DOUGLAS comme il suit:

$$\pi_i = e^{\alpha_0} SUP_i^{\kappa_1} LABOR_i^{\kappa_2} CAPI_i^{\kappa_3} \left( \prod_{k=1}^m ADAPT_{ki}^{\beta_k} \right) \left( \prod_{p=2}^n Z_{pi}^{\lambda_p} \right) \quad (1)$$

En appliquant la fonction logarithme népérien à chaque membre de l'équation (1), on obtient :

$$\ln(\pi_i) = \alpha_0 + \kappa_1 \ln(SUP_i) + \kappa_2 \ln(LABOR_i) + \kappa_3 \ln(CAPI_i) + \sum_{k=1}^4 \beta_k ADAPT_{ki} + \sum_{p=1}^{10} \lambda p Z_{pi} + \varepsilon_i \quad (2)$$

Le  $\pi_i$  est le profit du producteur  $i$  en fcfa. Il est calculé en considérant les 3 principales cultures produites par ce producteur et l'activité de production et de vente des amandes de karité. De ce fait, 4 activités principales sont considérées pour le calcul du profit. Il en vient que, pour une activité de production  $j$  donnée, son profit annuel  $RN_j$  est donné par la formule mathématique suivante:

$$RN_j = PBV_j - CT_j = PBV_j - CV_j - CF_j \quad (3)$$

Ici,  $PBV_j$  est le produit brut en valeur ou recette totale, donné par le produit brut physique multiplié par le prix unitaire  $p$  de vente du produit,  $CV_j$  l'ensemble des charges variables et  $CF_j$  l'ensemble des charges fixes imputables à l'activité  $j$  considérée. En prenant en compte toutes les activités de production, le profit  $p_i$  du producteur  $i$  est donné par :

$$\pi_i = \sum_{j=1}^4 RN_{i_j} \text{ avec } j= 1, 2, 3, 4 \quad (4)$$

Où,  $RN_{ij}$  le profit annuel de l'activité  $j$  du producteur  $i$ .

Les variables  $SUP_i$ ,  $LABOR_i$  et sa  $CAP_i$  représentent respectivement pour le producteur  $i$  la superficie totale emblavée en ha, la quantité totale de main-d'œuvre utilisée en homme.jour et la quantité totale de capital utilisé en fcfa (intrants agricoles, main-d'œuvre salariée, matériels agricoles, etc.). Les  $ADAPT_i$  sont les variables liées aux 4 stratégies d'adaptation au changement climatique identifiées. Les  $Z_i$  sont les variables relatives aux caractéristiques socio-économiques, démographiques et géographiques du producteur  $i$ . Toutes les variables mises dans le modèle sont décrites dans le Tableau 3.1. Les coefficients  $b$ ,  $k$  et  $i$  sont les paramètres à estimer et les  $\varepsilon_i$  sont les termes d'erreur. En particulier les  $k$  représentent les élasticités du profit par rapport aux facteurs de production et les  $b$  permettent de mesurer les impacts des différentes stratégies sur le profit obtenu de la gestion des parcs à karité.

Le modèle a été estimé par la méthode des Moindre Carrés Ordinaires (MCO). De plus, des tests de Durbin-Waston, de Goldfeld et Quandt et de Farrar-Glauber ont été réalisés pour vérifier respectivement si des erreurs d'autocorrélation, d'hétéroscédasticité et de multicolinéarité n'existent pas significativement. En particulier, les erreurs de multicolinéarité ont été corrigées par la méthode d'estimation par étapes qui éliminent au fur et à mesure les variables fortement corrélées à d'autres dans le modèle jusqu'à l'obtention d'une estimation sans erreur de multicolinéarité.

## 3.2 Résultats

### 3.2.1 Caractéristiques socio-économiques et démographiques des producteurs

Les résultats de l'analyse descriptive sont présentés dans le Tableau 3.2. Il fait ressortir que la majorité des exploitants des parcs à karité du Nord Benin sont des hommes (87,8%) mariés (89,3%), âgés de 43 ans ( $\pm 11$ ) et appartiennent à l'ethnie Bariba (44%). Les taux de scolarisation (31,9%) et d'alphabétisation (37,6%) sont faibles. L'activité agricole demeure la principale occupation des enquêtés qui enregistrent une expérience moyenne de 20 ans ( $\pm 10$ ) dans le secteur. L'agriculture permet par ailleurs aux producteurs d'être en contact avec les agents de vulgarisation (55,2%) en vue d'une amélioration des techniques de production agricole. Par ailleurs, il ressort également du tableau que les enquêtés emblavent en moyenne 12,84 ha ( $\pm 7,49\%$ ) et consacrent à l'agriculture une moyenne de 4215 HJ par an. En dépit de cette importance relative, l'accès au crédit pour la production agricole est encore faible. La Caisse Locale de Crédit Agricole et Mutuelle (CLCAM) est la principale structure de micro-finance qui fait des prêts aux enquêtés. Ainsi, 24,9% des chefs de ménages sont des clients de la CLCAM, qui leur applique un taux d'intérêt de 2% par mois, soit 24% l'an.

### 3.2.2 Stratégies d'adaptation au changement climatique

Les stratégies d'adaptation aux changements climatiques sont diverses dans la zone d'étude. Dans l'ensemble, l'étude a pu distinguer 4 grands types, à savoir : (1) les adaptations dites de "système cultural" qui regroupent par exemple la modification de la date de semis ou la reprise du semis, la reprise du labour, la rotation ou association appropriée de cultures, etc., (2) les adaptations culturelles comme la prière, le recours aux pratiques magico-religieuses, etc., (3) la diversification des activités agricoles et (4) le reboisement. Les résultats d'analyse de l'adoption ou non d'une stratégie d'adaptation au changement climatique révèlent que 70,17% des producteurs ont recours aux adaptations. A Banikoara et Bembèrèkè, la proportion de producteurs adoptants une stratégie est supérieure à celle des non-adoptants. Le contraire s'observe à Bassila (Figure 3).

En analysant l'adoption des différentes stratégies selon le type dont les résultats sont présentés dans le Tableau 3.3, on constate que les producteurs font beaucoup plus recours au reboisement (34,3%), puis à la diversification des activités agricoles (30,6%) et à la pratique culturelle (26%). L'adaptation du système cultural est très peu pratiquée pour atténuer les effets des changements climatiques (9,2%). En liaison avec le parc à karité, le test d'indépendance de  $\chi^2$  montre que l'adoption du type d'adaptation varie selon le parc à karité. Ainsi, le reboisement est beaucoup plus observé dans le parc de Banikoara où la production cotonnière a déjà entraîné une déforestation et une dégradation avancée des terres agricoles. Par contre, la diversification agricole est plus adoptée à Bassila et l'adaptation culturelle à Bembèrèkè.

### 3.2.3 Efficacité des stratégies d'adaptation

Dans un environnement de plus en plus sujet aux divers aléas climatiques, l'adaptation apparaît comme une nécessité pour les producteurs. Cependant, il ne faudrait pas perdre de vue que l'effet ou le résultat attendu par les producteurs en adoptant la plus simple ou la plus complexe des possibles stratégies d'adaptation reste le maintien de son niveau de profit. Dans le meilleur des cas, une amélioration voire augmentation dudit niveau est le résultat escompté. Ainsi, la présente étude s'est intéressée à la rentabilité économique des systèmes de production des producteurs enquêtés. Le tableau 3.4 présente quelques éléments du compte d'exploitation des enquêtés. D'une manière générale, comparativement aux producteurs n'adoptant aucune des stratégies précédemment identifiées, les producteurs adoptants enregistrent à l'hectare un coût total moyen de production plus faible avec un produit brut moyen, une marge nette moyenne et un profit annuel moyen plus élevés.

La prépondérance tendance n'est pas la même lorsqu'on s'intéresse aux stratégies d'adaptation. Pour mieux comprendre l'évolution des éléments du compte d'exploitation sous les différents types d'adaptation, le Tableau 3.4 est mieux explicité par le Tableau 3.5.

La tendance évolutive des éléments du compte d'exploitations est la même sous l'adaptation culturelle et la diversification. Tous les types d'adaptation entraînent une augmentation de la marge nette et du profit annuel du producteur. Cependant, seuls le système cultural et le reboisement permettent une augmentation du produit brut du producteur. Par ailleurs, tous les types d'adaptation à l'exception du système cultural entraînent une réduction des coûts totaux de production.

### 3.2.4 Déterminants du profit net du producteur

Dans l'optique d'identifier les déterminants du profit net du producteur, un modèle de régression a été estimé. Les résultats de ce modèle sont présentés dans le Tableau 6. La lecture de ce tableau montre que le modèle de régression est significatif à 1 %. Ainsi, 57% des variations du profit annuel des producteurs enquêtés sont expliquées par les variations des variables introduites dans ledit modèle. Les 43 % de variations du profit annuel non expliquées par les variations des variables introduites dans le modèle seraient attribuables aux facteurs difficilement mesurables tels que le niveau de fertilité des sols, les conditions climatiques et les divers changements qu'on peut enregistrer d'une saison à l'autre.

Les résultats obtenus indiquent que les variables telles que la superficie emblavée, les quantités totales de main-d'œuvre et de capital utilisées, le sexe du producteur, son type d'adaptation (système cultural et diversification des activités agricoles dans le cas espèce) et le parc à karité sont les déterminants de son niveau de profit annuel réalisé. La superficie emblavée, l'adaptation culturale et celle par la diversification agricole et le parc à karité de Bassila ont des effets positifs et significatifs à 1% sur le profit annuel réalisé par le producteur. La quantité totale de main-d'œuvre, le sexe et le parc de Banikoara ont par contre des effets significatifs mais négatifs à 5% pour le premier et 1% pour les derniers. L'âge, la situation matrimoniale, le groupe socio-culturel, le contact avec agent de vulgarisation et l'accès n'ont pas d'effets significatifs sur le profit annuel du producteur.

## 3.3 Discussions

L'exploitation des parcs à karité de Banikoara, de Bassila et de Bembèrèkè est une activité majoritairement masculine. Les caractéristiques socio-économiques des producteurs enquêtés révèlent entre autres de faibles taux de scolarisation et d'alphabétisation. En dépit de ces faibles niveaux de scolarisation et d'alphabétisation, les enquêtés perçoivent les risques climatiques mais 29,83 % des enquêtés n'entreprennent aucune action d'adaptation contre 64 % au Centre Bénin (Gnanglè, 2009). Bien que ces taux de non-adaptation soient inférieurs à celui de Gbetibou (2009) qui est de 70%, il confirme les résultats de ce dernier. En effet, en étudiant les perceptions et adaptations aux changements et variabilités climatiques dans le Bassin de Limpopo en Afrique du Sud, Gbetibou (2009) a déjà fait remarquer que, bien que les producteurs perçoivent les effets des changements climatiques, tous n'adoptent pas de stratégies d'adaptation. Cette situation, est le résultat de l'existence de facteurs limitant l'adaptation. Ces facteurs appelés « barrières » sont entre autres le manque de crédit, la pauvreté et le manque d'économies Gbetibou (op. cit) donc de moyens financiers. On peut aussi ajouter les types de pratiques culturelles proposées qui

demeurent encore mal identifiées et peu adaptées aux conditions paysannes pour constituer une riposte réelle aux conséquences du changement climatique. L'adaptation aux variations climatiques suppose des réajustements divers dans le mode de gestion ou de conduite du processus de production. Dans la zone d'étude, les exploitants des parcs à karité ont principalement recours au reboisement (34,3%), à la diversification des activités agricoles (30,6%) et à la pratique culturelle (26%). L'adaptation du système cultural est quant à elle très peu pratiquée (9,2%). Selon les producteurs, les adaptations liées aux systèmes culturaux s'inscrivent plus dans le cadre de la gestion et de la conservation de la fertilité des sols (pour augmenter les rendements) que dans celui de la gestion des effets des changements climatiques.

Eu égard à la littérature, ces différents types d'adaptation apparaissent pertinentes. En effet, en réalisant une synthèse des études de vulnérabilité et d'adaptation du secteur foresterie aux changements climatiques en Guinée, Traoré *et al.* (2006), présentent des options d'adaptation telles que le reboisement, l'agroforesterie et la création d'activités génératrices de revenus en faveur des populations riveraines des zones forestières. Puisque que les forêts jouent également un rôle essentiel dans la lutte aux changements climatiques à travers la séquestration du carbone (Desautels, 2009), reboiser permet d'accroître les stocks de carbone dans les écosystèmes (Locatelli, 2010). La création d'activités génératrices de revenus vise la diversification des activités agricoles et l'orientation des producteurs vers des secteurs moins sensibles aux perturbations climatiques. Par ailleurs, bien que peu adopté dans la zone d'étude, l'agroforesterie est une option très porteuse en ce sens qu'elle contribue non seulement à augmenter la capacité de séquestration de carbone mais aussi et surtout à lutter contre la pauvreté en relevant substantiellement les revenus des populations (Traoré *et al.*, op. cit). L'impact ou la pertinence de l'adaptation culturelle est peu développée en raison des fondements scientifiques difficiles à prouver. Elle est cependant mentionnée comme stratégie d'adaptation dans certaines études comme celle de Hassan (2008).

Les réajustements opérés par les producteurs ont des effets variables sur les éléments du compte d'exploitation. Cependant, les résultats du modèle de régression indiquent que seuls le système cultural et la diversification agricole ont des effets significatifs sur le profit annuel du producteur. L'effet positif du système cultural conforte, confirme les avantages de l'agroforesterie évoqués plus haut. Aussi, s'orientant vers des secteurs rentables moins sensibles aux risques climatiques, les producteurs pourraient augmenter le niveau de leurs revenus.

Le profit annuel est aussi significativement influencé par la superficie emblavée, les quantités totales de main-d'œuvre et de capital utilisés, le sexe du producteur, et son parc à karité. L'effet significatif et positif de la superficie est attribuable au fait que les petites superficies appartiennent à des producteurs dont l'objectif principal de production est l'autoconsommation. Ces derniers ne recherchant pas un profit substantiel. Les quantités totales de main-d'œuvre et de capital utilisées, bien que significatifs ont des effets négatifs. Ceci va de l'efficacité du producteur dans l'allocation de ces facteurs de production.

## **Conclusion**

Face aux changements et variations climatiques, plus de la moitié des producteurs des parcs à karité de la zone d'étude développent diverses stratégies d'adaptation. On distingue entre autres : (1) les adaptations dites de système cultural, (2) les adaptations culturelles, (3) la diversification des activités agricoles et (4) le reboisement. Selon la stratégie adoptée par le producteur, des répercussions sont observées sur les éléments de son compte d'exploitation. Comme conséquence finale, on enregistre, comparativement aux non-adoptants, une augmentation du profit annuel moyen des adoptants.

L'adaptation à travers le système cultural et la diversification agricole ont des effets significatifs sur le profit annuel du producteur. Ces 2 types d'adaptations apparaissent alors comme les plus économiquement rentables. Dans un contexte où le producteur s'adapte aux changements climatiques tout en poursuivant ses objectifs de maximisation de son profit, le système cultural et la diversification des activités agricoles apparaissent alors comme les stratégies d'adaptation les plus indiquées. Malheureusement, selon les producteurs, les adaptations liées aux systèmes culturaux s'inscrivent plus dans le cadre de la gestion et de la conservation de la fertilité des sols (pour augmenter les rendements) que dans celui de la gestion des effets des changements climatiques. Il appartient donc aux chercheurs et développeurs avec la participation réelle des producteurs de mettre au point les pratiques culturelles les plus adaptées aux effets des changements climatiques pour l'accroissement des rendements des cultures.

## **Remerciements**

L'équipe de chercheurs adresse ces remerciements au Ministère français des Affaires étrangères et européenne à travers l'Agence Inter- Etablissements pour la Recherche et le Développement (AIRD), pour avoir financé cette recherche par le Fonds de Solidarité Prioritaire (FSP) dans le cadre du projet Recherche Interdisciplinaire et Participative sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés d'Afrique de l'Ouest (RIPIECSA).

## **Références bibliographiques**

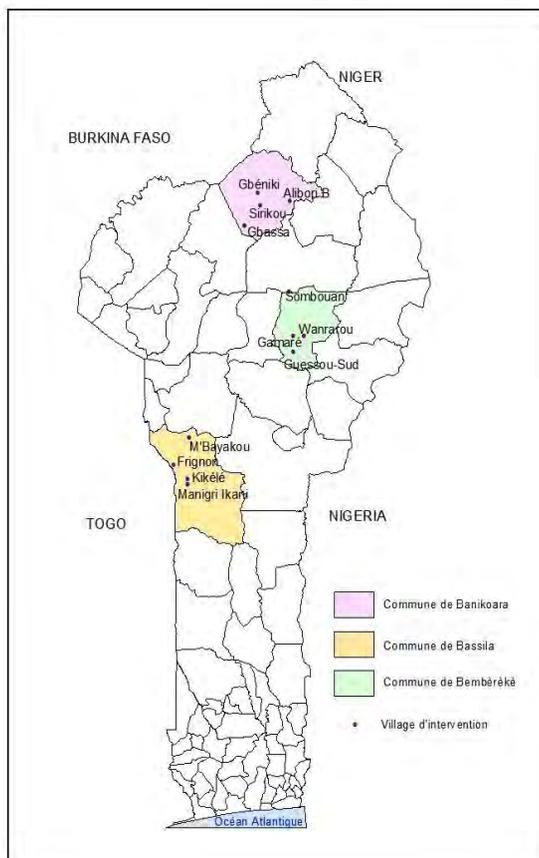
- African Crop Science Journal. 2011. Appel des articles pour la publication. Le Changement Climatique et la Production Végétale. ISSN: 1021- 9730 (Version imprimable); 2072-6589 (en ligne); <http://www.bioline.org.br/cs>
- Benhin, J.K.A. 2008. South African crop farming and climate change: an economic assessment of impacts. *Global Environmental Change* 18 (4), 666-678.
- Boko, M. Niang, I. Nyong, A. Vogel, C. Githeko, A. Medany, M. Osman-Elasha, B. Tabo, R. and Yanda, P. 2007. Climate change: Impacts, Adaptation and Vulnerability. In: M. L. Parry, O. F. Canziani,

- J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson, eds., *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge: Cambridge University Press, 2007), pp. 433-67.
- Brown, O. Hammill, A. & McLeman, R. 2007. Climate change as the 'new' security threat: implications for Africa in *International Affairs*, vol. 83, no 6, The Royal Institute of International Affairs, Londres, p. 1141-1154.
- CIFOR. 2008. Adaptive collaborative management can help us cope with climate change (La gestion collaborative adaptative peut nous aider à faire face au changement climatique). CIFOR Infobrief 13, Bogor, Indonésie. 4 p.
- Dagnelie, P. 2006. *Statistique théorique et appliquée: 2. Inférence statistique à 1 et 2 dimensions. Volume 2 de Statistique théorique et appliquée. Édition 2* Éditeur De Boeck Supérieur, 2006 ISBN2804152294, 9782804152291 736 p.
- De Perthuis, C. Hallegatte, S. & Lecocq, F. 2010. *Économie de l'adaptation au changement climatique. Rapport du Conseil Économique pour le Développement Durable. Février 2010.* 90 p.
- Desautels, B. 2009. *Le reboisement en série : son impact sur le potentiel de séquestration de carbone. Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.). Université De Sherbrooke. Canada, septembre 2009.*
- Downing, T.E. Ringius, L. Hulme, M. & Waughray, D. 1997. *Adapting to climate change in Africa. Scientific journal. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change.* 26p.
- Dumas, P. 2007. *Coût des dommages climatiques et Adaptation au changement Climatique. Module Changement climatique, AgroParisTech 2007, Paris. Présentation.*
- Eriksen, S. O'Brien, K & Losentrater, L. 2008. *Climate Change in Eastern and Southern Africa: Impacts, Vulnerability and Adaptation in Global Environmental Change and Human Security, rapport.* p. 2.
- FAO. 2009. *State of food and agriculture: Livestock in the balance. Annual Report.* 166p.
- Gbetibouo, G. 2009. *Understanding Farmers' Perceptions and Adaptations to Climate Change and Variability: The Case of the Limpopo Basin, South Africa. Environment and Production Technology Division. IFPRI Discussion Paper 00849. February 2009.*
- GIEC. 2007. *Climate change 2007. Synthesis report. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Equipe de rédaction cadre, Pachauri, R.K et Reisinger, A. (éds)].* GIEC, Genève, Suisse. 104 p.

- Gnanglè, P.C. 2005. Parcs à karité (*Vitellaria paradoxa*) (Gaertn. C. F.) (Sapotaceae) au Bénin: Importance socio-culturelle, caractérisations morphologique, structurale et régénération naturelle. Mémoire de DEA. Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles. UAC/FSA. 113 p.
- Gnanglè, C.P. Yabi, J. Glèlè Kakaï, J.L.R & Sokpon. N. 2009. Changements climatiques : Perceptions et stratégies d'adaptations des paysans face à la gestion des parcs à karité au Centre - Bénin. 18p. Communication au SIFEE. 2009. Niger. [www.sifee.org/Actes/actes\\_niamey.../1\\_GNANGLE\\_comm.pdf](http://www.sifee.org/Actes/actes_niamey.../1_GNANGLE_comm.pdf)
- Gnanglè, P.C. 2010. Management of shea butter in the context of climate change. International Innovation. Disseminating science, research and technology. Environment: October 2010. P 54-55. ISSN 2041-4552
- Gnanglè, P.C. Glèlè Kakaï, R. L. Assogbadjo, A.E. Vodounon, S. Yabi, J.A. & Sokpon, N. 2011. Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. 26 p. Accepté pour publication dans la revue Climatologie (En cours d'impression).
- Gret, C. 2002. Mémento de l'agronomie CIRAD-GRET. Centre de coopération agricole et rurale ACP-UE, Paris. ISBM: 2876145227 (library's book) 978-2876145221,
- Locatelli, B. 2010. Local, global: intégrer atténuation et adaptation. CIRAD, Perspective: Forêts/ changement climatiques. n°3. Février 2010. 4 p.
- MEHU. 2002. Stratégie nationale et plan d'action pour la conservation de la diversité biologique au Bénin. Cotonou. Rapport définitif. 144 p.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Nyong, A. Adesina, F. & Osman Elasha, B. 2007. The value of indigenous knowledge in climate change mitigation and adaptation strategies in the African Sahel. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 12:787-797
- OSS & GTZ. 2007. Adaptation aux changements climatiques et lutte contre la désertification. OSS ; GTZ, Note introductive n° 1. Tunis, 2007. ISBN : 978-9973-856-24-11. 28 p.
- PANA-BENIN. 2008. Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques du Bénin. MEPN/UNDP. Cotonou. 81p.
- Rashid, H. 2008. Determinants of African farmers' strategies for adapting to climate change: Multinomial choice analysis. *AfJARE* Vol 2 No 1 March 2008. 22 p.
- Smit, B. Burton, I. Klein, R.J.T. & Wandel, J. 2000. An anatomy of adaptation to climate change and variability. *Climatic Change*, 45, pp. 223-251.
- Traoré, M.L. Camara, M.C. Bah, M.O. & Kouyaté, B. 2006. Synthèse des études de vulnérabilité

Adaptation du secteur foresterie aux Changements climatiques en GUINEE. Rapport de consultation PANA-CC. République de Guinée. 40 p.

Union Africaine. 2010. Agir face aux changements climatiques pour promouvoir un développement durable en Afrique. Changements climatiques, croissance et réduction de la pauvreté. Document de travail n° 12. 11p.



Carte 4. : Localisation de la zone d'étude

**Tableau 3.1** : Description des différentes variables du modèle

Noms des variables	Type <sup>i</sup>	Code	Modalités	Signes attendus
Superficie totale emblavée	C	SUP	-	+
Main-d'œuvre totale utilisée	C	LABOR	-	+
Quantité de capital utilisé	C	CAPI	-	+
Age	C	AGE		+
Sexe	M	SEXE	0 = Femme ; 1= Homme	+ /-
Situation matrimoniale	M	SITMATRI	0 = Non Marié 1 =Marié	+/-
Groupe socio-culturel Bariba	M	DBARIBA	0 =Non / 1=Oui	+
Groupe socio-culturel Nagot	M	DNAGOT	0 =Non / 1=Oui	+
Stratégie d'adaptation système cultural	M	DADAPTSYS	0 =Non / 1=Oui	+
Stratégie d'adaptation culturelle	M	DADAPTCUL	0 =Non / 1=Oui	+
Stratégie d'adaptation diversification agricole	M	DADAPTDIV	0 =Non / 1=Oui	+
Stratégie d'adaptation reboisement	M	DADAPTREB	0 =Non / 1=Oui	+
Contact avec un vulgarisateur	M	CONTVULG	0 =Non / 1=Oui	+/-
Accès au crédit	M	ACCREDI	0 =Non / 1=Oui	+/-
Parc de Bassila	M	PBASS	0 =Non / 1=Oui	+/-
Parc de Banikoara	M	PBANI	0 =Non / 1=Oui	+/-

<sup>i</sup> C: Variables continues ; M : Variables muettes

**Tableau 3.2 : Caractéristiques socio-économiques et démographiques des producteurs enquêtés (N=466)**

Variables qualitatives	Modalité	Fréquences relatives (%)	Variables quantitatives	Moyennes	Ecart-type
Sexe	Masculin	87,8	Age de l'enquêté (années)	42,56	11,26
	Féminin	12,2			
	Total	100			
Situation matrimoniale	Non marié	10,7	Taille du ménage	12,56	7,49
	Marié	89,3			
	Total	100			
Groupes socio-culturels	Bariba	44	Nombre d'années d'expérience en agriculture	19,86	10,06
	Nagot	12,9			
	Autres	43,1			
	Total	100			
Niveau d'instruction	Aucune	68	Superficie totale emblavée (ha)	12,84	11,36
	Primaire	24,2			
	Secondaire	7,5			
	Universitaire	0,2			
	Total	100			
Alphabétisation	Oui	37,6	Quantité totale de main-d'œuvre utilisée (homme.jour)	4215,0	781,7
	Non	62,4			
	Total	100			
Contact avec un vulgarisateur	Oui	55,2	Accès au crédit		
	Non	44,8			
	Total	100			
Accès au crédit	Oui	24,9			
	Non	75,1			
	Total	100			

Source : Résultats d'analyse de données d'enquêtes, 2010

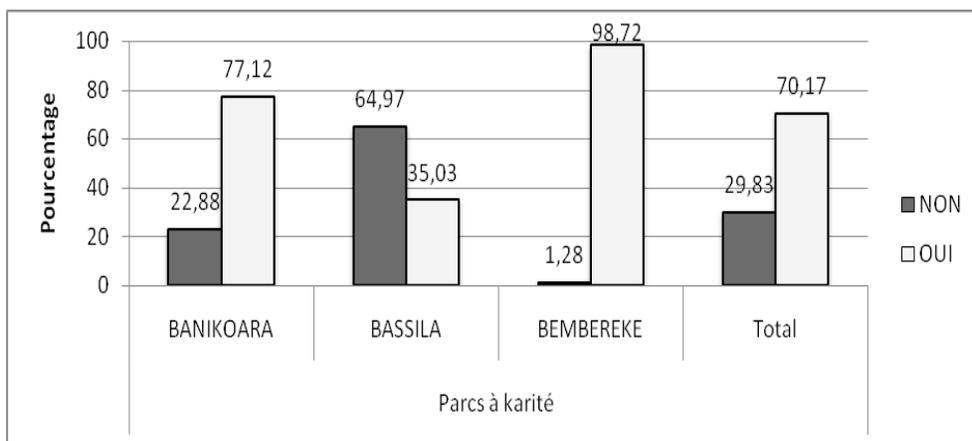


Figure 3. : Répartition des producteurs (%) selon qu'ils adoptent ou non des stratégies d'adaptation et le parc à karité

Source : Résultats d'analyse de données d'enquêtes, 2010

Tableau 3.3 : Répartition des producteurs selon le type d'adaptation adoptée et le parc à karité

Parcs à karité	Adaptation aux changements climatiques				Total
	Système cultural	Adaptation culturelle	Diversification agricole	Reboisement	
Banikoara	19 (5,8)	10 (3,1)	28 (8,6)	59 (18)	116 (35,5)
Bassila	6 (1,8)	7 (2,1)	24 (7,3)	18 (5,5)	55 (16,8)
Bembèrèkè	5 (1,5)	68 (20,8)	48 (14,7)	35 (10,7)	156 (47,7)
Total	30 (9,2)	85 (26,0)	100 (30,6)	112 (34,3)	327 (100)

$\chi^2$  du test d'indépendance = 68,96 ; ddl = 6 et p = 0,00

\* Les chiffres entre parenthèses représentent les fréquences relatives par rapport au total

Source : Résultats d'analyse de données d'enquêtes, 2010

**Tableau 3.4 :** Quelques éléments du compte d'exploitation du producteur selon le type d'adaptation (N=466)

Types d'adaptation		Produit brut (fcfa/ha)	Coûts totaux de production (fcfa/ha)	Marge nette (fcfa/ha)	Profit annuel (fcfa)
Système cultural	Oui	776080 (±50695)	418330 (±38004)	357750 (±62067)	1123900 (±73894)
	Non	605380 (±59578)	355120 (±34784)	250260 (±68769)	930800 (±59017)
Culturelle	Oui	459807 (±58824)	246120 (±32619)	213687 (±65589)	687200 (±58321)
	Non	652004 (±503799)	469430 (±44501)	182574 (±698474)	435050 (±88028)
Diversification agricole	Oui	733500 (±62090)	395860 (±38020)	337640 (±73054)	1240000 (±73404)
	Non	840622 (±50250)	625021 (±37512)	215601 (±63822)	597500 (±69142)
Reboisement	Oui	751773 (±51203)	458330 (±42268)	293440 (±68219)	958370 (±90237)
	Non	605320 (±59578)	355120 (±34741)	250200 (±68792)	630800 (±59010)
Total	Oui	680290 (±75203)	379660 (±42768)	300629,25 (±68519)	1002367,5 (±95137)
	Non	675831,5 (±58542)	451172,75 (±35409)	224658,75 (±68610)	648537,5 (±43210)

\* Les chiffres entre parenthèses représentent les écart-types

Source : Résultats d'analyse de données d'enquêtes, 2010

**Tableau 3.5 :** Tendances évolutives de quelques éléments du compte d'exploitation sous les différents types d'adaptation

Types d'adaptation	Produit brut	Coûts totaux	Marge nette	Profit annuel
Système cultural	↗	↗	↗	↗
Culturelle	↘	↘	↗	↗
Diversification agricole	↘	↘	↗	↗
Reboisement	↗	↘	↗	↗
Tendance générale	↗	↘	↗	↗

NB : ↗ Augmentation de valeur ; ↘ Diminution de valeur

Source : Résultats d'analyse de données d'enquêtes, 2010

**Tableau 3.6 :** Déterminants du profit net du producteur

Variables explicatives	Coefficients	Erreur-type	t de Student	Probabilité
(Constant)	16,498***	1,303	12,666	0,000
LNSUP	1,116***	0,127	8,816	0,000
LNLABO	-0,254***	0,052	-4,876	0,000
LNCAPT	-0,169**	0,080	-2,099	0,037
Age du chef ménage	-0,006	0,007	-0,901	0,369
Sexe du chef de ménage	-1,389***	0,268	-5,180	0,000
Situation matrimoniale	0,178	0,262	0,677	0,499
Bariba	0,010	0,174	0,059	0,953
Nagot	0,478	0,311	1,536	0,126
Stratégie d'adaptation système cultural	1,189***	0,139	8,55	0,000
Stratégie d'adaptation culturelle	0,306	0,193	1,58	0,115
Stratégie d'adaptation diversification agricole	0,42***	0,095	4,40	0,000
Stratégie d'adaptation reboisement	0,191	0,167	1,14	0,254

Contact avec agent de vulgarisation	-0,071	0,178	-0,398	0,691
Accès crédit formel	0,277	0,182	1,518	0,131
Parc à karité de Bassila	1,65***	0,32	5,15	0,000
Parc à karité de Banikoara	-0,54***	0,15	3,6	0,009
Variable dépendante	Logarithme népérien du profit annuel (fcfa)			
Nombre d'observations	466			
Statistique F de Fisher	14,35*** (ddl1=14 ; ddl2=451 ; p=0,00)			
R <sup>2</sup>	0,57			

\*\*\* : Significatif à 1% ; \*\* : Significatif à 5% ; \* : Significatif à 10%

Source : Résultats d'analyse de données d'enquêtes, 2010

## **Chapitre 4.**

# **Dynamique des systèmes agraires des parcs à karité au Nord Bénin**

Paul Césaire Gnanglè<sup>1,2</sup>, Rock Mongbo<sup>1</sup>, Charlemagne D S J Gbèmavo<sup>1</sup>, Romain Lucas Glèlè  
Kakaï<sup>1</sup>, Mensah<sup>3</sup>G.A., Nestor Sokpon<sup>2</sup>

(A soumettre au Journal of Agrarian Change)

<sup>1</sup>Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01BP 526 Tri Postal, Cotonou, Bénin

<sup>2</sup>Laboratoire d'Etudes et des Recherches Forestières, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123, Parakou, Bénin

<sup>3</sup>Institut National des Recherches Agricoles, Centre de Recherches Agricoles à Vocation Nationale basé à Agonkanmey 01 : BP 884 Recette Principale, Cotonou, Bénin

## Résumé

Cette étude s'est appuyée sur la méthode d'analyse-diagnostique des systèmes agraires développée par l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) d'Agriculture Comparée et Développement Agricole (Mazoyer et Roudart, 1997; Sadoulet, 2001). Basée sur un diagnostic agraire à l'échelle de deux régions agricoles du Bénin, de conditions agro-écologiques et socio-économiques homogènes, elle a permis de repérer et d'expliquer la diversité des systèmes agraires des parcs à karité d'en analyser le fonctionnement et les changements intervenus entre les années 1960 et 2000. Elle décrit les changements d'échelle avec une démarche comparatiste visant à rendre intelligible les transformations intervenues dans la gestion des parcs à karité au Nord Bénin. Les principaux facteurs de changement sont : la réduction de la densité des pieds de karité de 23 pieds à 10 pieds à l'hectare et leur faible productivité. Les autres modifications intervenues dans le système agraire sont notamment le changement dans le début et la fin des opérations culturales, leur longueur, l'introduction de nouvelles cultures et une option d'intensification retrouvée. D'autres changements sont dus à l'introduction de la technologie agricole du fait de l'avènement des projets de développement rural intégré Borgou1 et Borgou2. Les changements sociaux intervenus dans les relations de travail, l'accès à la terre, à l'arbre et au foncier et du système agraire traduisent et reflètent les changements intervenus dans les systèmes agraires des parcs à karité au nord Bénin.

Mots clés : *Dynamique, analyse diagnostique, systèmes agraires, parcs à karité, Nord-Bénin*

## Abstract

### **Dynamics of the agrarian systems of the shea parklands in north Benin**

This study highlighted various changes occurred in the management of shea parklands of Benin, which are mostly linked to the effects of the climate changes. The main factors of change are the reducing of the density of shea tree from 23 trees to 10 trees. Amendments to the agrarian system are in particular the change in the beginning and the end of the farming operations, their length, and the introduction of new crops and an intensification option found. The other changes observed are due to agricultural technology introduced by the development of agricultural projects in particular Borgou1 and Borgou2. Social changes in the employment relationships, access to the land, trees and to the agrarian system reflect the changes in the agrarian systems of shea parklands in north Benin.

Keys words: *Dynamics, agrarian systems, shea parklands, North Benin*

## Introduction

Les premiers systèmes de culture et d'élevage sont apparus à l'époque du néolithique. Il y a moins de 10000 ans, dans quelques régions peu nombreuses et relativement peu étendues de la planète (Mazoert & Roudart, 1997). Depuis cette époque pionnière, dans la plupart des régions originellement boisées, l'augmentation de la population a conduit à la déforestation et même dans certains cas à la désertification. Les systèmes de culture sur abattis-brûlis ont alors cédé la place à de nombreux systèmes agraires post forestiers, très différenciés selon le climat, qui sont à l'origine des séries évolutives distinctes et relativement indépendantes les unes des autres. Ainsi dans les régions arides, *des systèmes agraires hydrauliques*, de cultures de décrue ou de cultures irriguées, se sont constitués dès la fin de l'époque du néolithique en Mésopotamie, dans les vallées du Nil, et de l'Indus ainsi que dans les oasis et les vallées de l'Empire Incas. Dans les régions tropicales humides (Chine, Inde; Vietnam, Thaïlande, Indonésie, Madagascar, côte guinéenne de l'Afrique, etc.), des systèmes hydrauliques d'un autre genre reposant sur *la riziculture aquatique*, se sont développées par étapes successives, en aménageant d'abord des milieux bien arrosés et bien drainés (piémonts et interfluves) puis des milieux accidentés (hautes vallées et delta inondables), ou encore, des milieux exigeant d'être irrigués. Parallèlement, l'outillage a été perfectionné et le nombre de récoltes réalisables chaque année a augmenté. Dans les régions intertropicales moyennement arrosées, le déboisement a conduit à la formation de *systèmes de savanes* très variés: systèmes de culture temporaire sans élevage à la houe comme les systèmes de la région des plateaux congolais; systèmes de cultures avec pâturage et élevage associés, comme les systèmes des régions d'altitude d'Afrique de l'Est et divers systèmes *guinéens*, sahéliens et soudaniens; systèmes de culture et d'arboriculture ou d'arbres autochtones conservés avec l'élevage associé, *avec palmeraie-jachère, parc arboré d'Acacia albida de Parkia biglobosa et de Vittelaria paradoxa*. Selon (Baldy & Stigter, 1993), les parcs arborés ou parcs agrisylvicoles à karité, peuvent être assimilés à des cultures multiples « *mutiples cropping* ». Ce sont des ensembles de végétaux organisés à des fins agricoles (ou au moins alimentaires), qui vont se succéder *la même année*, ou faire cohabiter pendant *tout ou partie* de leur cycle de végétation des espèces (*ou variétés cultivées*) sur le même terrain; chacune peut avoir des durées de cycles de *culture* analogues ou différents. Le système de cultures multiples des parcs à karité associe le karité aux cultures notamment le coton et les cultures vivrières telles le sorgho, le maïs, le niébé, l'igname, le manioc etc. Le karité largement utilisé dans les produits alimentaires, connaît une popularité croissante aussi bien pour ses avantages en tant que produit de beauté naturel que pour les avantages liés à l'amélioration de la santé des populations par l'utilisation de ses huiles naturelles découverts lors de recherches récentes. Comme l'industrie de production du karité a tissé des liens et a construit sur ces forces, les prix du karité a augmenté à un rythme stupéfiant de 50 % depuis 2006 (Shea, 2012). L'arbre de karité est essentiel pour maintenir la durabilité écologique dans les régions du Sahel et en Afrique sub-saharienne. Récoltés essentiellement par quelques quatre millions de femmes dans

la région Ouest Africaine, les fruits de karité sont une source importante et croissante de revenus pour les familles et les communautés. Une étude menée par l'USAID en 2010 a démontré que pour chaque millier de dollars (1000 \$) de karité vendu au départ de l'exploitation, un revenu des ménages additionnels de 1580\$ est généré dans l'économie locale (Shea, 2012). Avec une capacité de transformation de 12000 tonnes et de 35000 tonnes de noix de karité récoltées pour l'exportation, le Bénin est un lieu idéal pour les intervenants du secteur pour identifier de nouvelles opportunités d'investissement qui profiteront aux communautés d'affaires et aux communautés locales. Cette activité concerne la presque totalité des femmes des départements septentrionaux du pays (Dah-Dovonon & Gnganglè, 2006). L'importance de la caractérisation de la dynamique des systèmes agraires des parcs à karité n'est donc plus à démontrer puisqu'il permettra d'évaluer l'impact des transformations socio-économiques sur les modes d'exploitation du paysage agraire des parcs à karité et proposer des recommandations dans le cadre de la nouvelle politique de recentrage du service national de vulgarisation agricole.

L'objectif de cette étude est de faire ressortir les éléments de changement, de modification ou de mutation intervenu dans la gestion des parcs à karité entre les années 1960 et 2000 au nord Bénin.

## 4.1 Matériel et Méthodes

### 4.1.1 Matériel végétal

Décrit sous le nom de *Vitellaria paradoxa* par Carl Frierich Von Gaertner en 1805 (Ruyssen, 1957), le karité est une espèce panafricaine présente dans 16 pays d'Afrique. L'aire naturelle du karité en Afrique s'étend du Sud Sahara passant par le Sénégal oriental jusqu'au nord-ouest de l'Ouganda entre le 16<sup>ème</sup> degré de longitude Ouest et le 34<sup>ème</sup> degré de longitude Est, soit environ un million de kilomètres (Aubréville, 1950 ; Ruyssen, 1957 ; Terpend, 1982). Le karité (*Vitellaria paradoxa*) est l'unique espèce connue du genre *Vitellaria* et de la famille des sapotaceae, de l'ordre des ébénales. Au Nord-Ouest du Bénin, les ménages ruraux tirent 46 % de leurs revenus du karité (Dah - Dovonon et Gnganglè, 2006; Sokpon et Yabi, 2006). C'est une importante source oléagineuse pour les populations du nord du Bénin contrairement à l'huile de palme dans le sud. Il est le troisième produit en importance en termes de recette monétaire et de volume d'exportation au Bénin. Selon Ruyssen (1957), l'espèce s'adapte au climat dont la pluviométrie varie entre 600 et 1750 mm / an avec une saison sèche longue de 4 à 8 mois. Sur le plan édaphique, le karité est très peu exigeant. Cependant, les terres argileuses humides, les terrains franchement siliceux, les zones d'inondation et les emplacements où séjourne l'eau plusieurs jours ne lui conviennent pas (Zerbo, 1987). Selon Gbanhoun (1993), la zone de prédilection du karité s'étend de la hauteur d'Atchérigbé jusqu'à la latitude de Kandi (11° et 12° 40' - 2° 82').

### 4.1.2 Milieu d'étude

La présente étude a été conduite au Nord-Est du Bénin (zone de transition soudano-guinéenne et zone soudanienne) et au Nord-Ouest dans deux des cinq parcs à karité et néré identifiés par Gbédji (2003) et Gnanglè (2005). Ces parcs ont été choisis en fonction de leur niveau de production en fruits et de l'effet perceptible des variabilités climatiques sur les systèmes agraires des parcs à karité. Il s'agit des parcs à karité de Parakou et de Kandi.

Le parc à karité et néré de Kandi se situe entre le 11° et 12° 40' - 2°82' de latitude Nord et celui de Parakou s'étend du 9° au 10° de latitude Nord. Au sein de chaque parc, une commune a été choisie pour l'étude : la commune de Djougou dans le parc de Parakou et celle de Malanville dans le parc de Kandi. Ces communes ont été choisies en raison de la proportion (50 à 80%) de ceux qui s'adonnent aux activités du karité.

La commune de Djougou s'étend sur une superficie de 3966 km<sup>2</sup> et fait partie des quatre communes qui composent le Département de la Donga au Nord Ouest du Bénin. La commune de Djougou a un relief de plateau parsemé de collines de faibles dénivellations. Le climat est de type soudano-guinéen avec une saison de pluies (avril à octobre) et une saison sèche (octobre à avril). La moyenne annuelle de précipitation est comprise entre 1200 et 1300 mm; elle varie entre 1000 et 1500 mm d'eau pour 75 à 140 jours effectifs de pluies. Les caractéristiques des deux villages échantillons sont présentées dans le tableau 4.

**Tableau 4 :** Caractéristiques agronomiques et socio-économiques des villages d'étude

Caractéristiques	Village de Tomboutou	Village de Kpali
Parc à karité d'appartenance	Kandi	Parakou
Zone agro - écologique	Extrême Nord - Bénin	Ouest - Atacora
Commune	Malanville	Djougou
Localisation	11°84'30,6"N et 3°24' 96,6"E	09°38'30,47"N et 1°48'24,27"E
Climat	Soudano-sahélien	Soudanien
Moyenne Pluviométrique (mm)	900	1000 à 1200
Température moyenne (° C)	29	26,06
Longueur du cycle cultural (j)	120	140
Ethnies dominantes	Dendi	Yom
Principales activités	Elevage, pêche, agriculture.	Elevage, pêche, agriculture

Principales cultures pratiquées	Arachide, tomate, piment, gombo, pomme de terre, oignon, coton et manioc	Anacarde, coton, maïs, sorgho et manioc
Durée de la jachère (année)	1 à 2	5 à 10

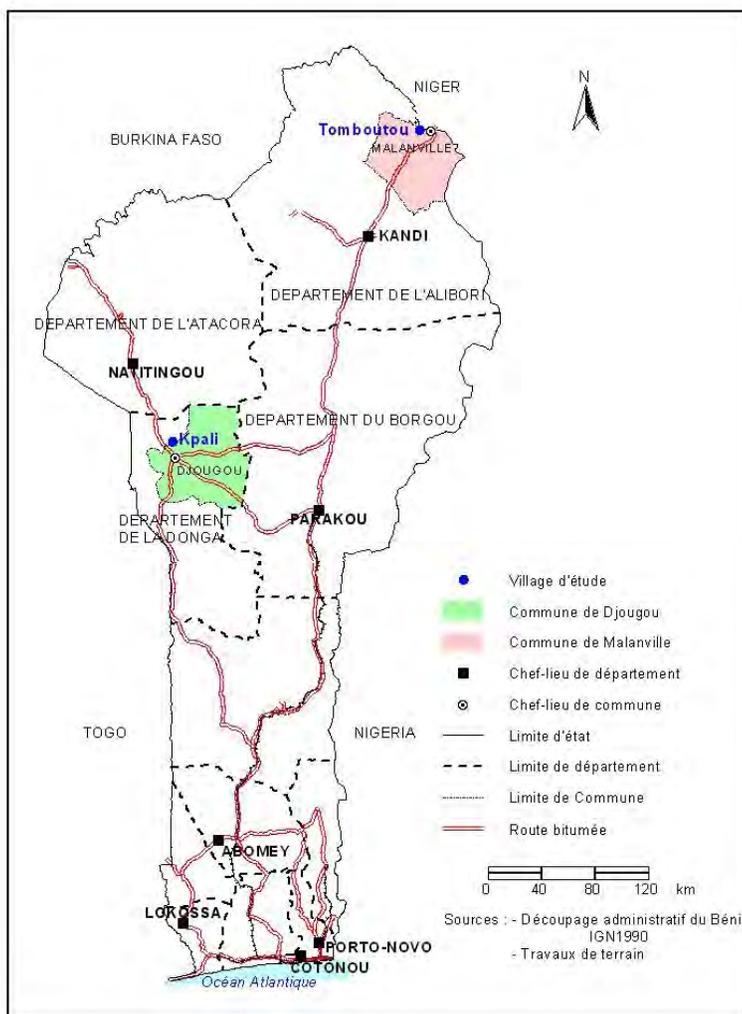
### 4.1.3 Méthode d'échantillonnage

L'unité statistique de recherche a été les chefs d'exploitation qui ont un âge supérieur à 45 ans par localité car on suppose qu'ils auront plus d'informations sur les phénomènes climatiques (Gbetibouo, 2009).

La taille de l'échantillon par localité a été obtenue à partir des propriétés de la distribution binomiale (Dagnelie, 1998):

$$N = \frac{4p(1-p)}{d^2} \quad (1)$$

Dans cette formule,  $p$  = proportion de ceux qui s'adonnent à l'exploitation du karité dans la localité ;  $d$  = marge d'erreur choisie ( $d = 10\%$ ). La proportion des exploitants agricoles qui s'adonnent aux activités du karité est respectivement de 13 % à Kpali et 10 % à Tomboutou (Gnanglè, 2005). En intégrant ces données dans la formule (1), la taille de l'échantillon dans chaque localité est respectivement de 46 individus à Kpali et 36 individus à Tomboutou (Carte 5). Dans chaque localité, les enquêtés ont été identifiés selon un échantillonnage aléatoire simple.



Carte 5 : Localisation des villages d'étude

#### 4.1.4 Collecte des données

L'approche suivie s'appuie sur les concepts et théories de l'agriculture comparée (Mazoyer & Roudart, 1997). Elle prend une dimension socio-économique incluant les focus group, et des enquêtes structurées avec des informateurs clés (Brottem, 2011 ; Bernard, 1994). Elle consiste à analyser les dynamiques des systèmes de production agricole à l'interface entre les transformations du milieu biophysique et de l'environnement socio-économique. Ce type de démarche nécessite

l'intégration des différentes facettes d'une réalité complexe; c'est pourquoi nous avons recours à l'approche système.

Le travail de terrain s'est déroulé, pour chaque site d'enquête, en deux phases:

- Une phase d'enquêtes historiques auprès de personnes de ressource, âgées, pour cerner les dynamiques anciennes et nouvelles d'exploitation du milieu. Les données collectées sont relatives aux modifications intervenues dans le système de culture, le calendrier cultural, le mode d'accès aux ressources productives entre les périodes de 1960 et de 2012 ;
- Une phase d'enquête semi-structurée au cours de laquelle, les données collectées ont porté sur les connaissances historiques et endogènes des peuplements de karité, la gestion des systèmes fonciers ruraux, la valeur socio-économique et culturelle du karité, les habitudes et techniques culturelles.

La technique d'enquête semi-structurée a été utilisée pour recueillir les informations auprès des enquêtés. Nous avons opté pour l'entretien semi-structuré, parce qu'il permet de collecter des données socio-économiques, de perception et d'opinion (Gnanglè, 2011). La fiche d'enquête définitive a été élaborée à la suite d'une enquête exploratoire. Pour des besoins de communication, nous avons eu recours à des guides locaux qui sont des adultes déscolarisés maîtrisant le français et la langue locale. Avant l'enquête proprement dite, chaque traducteur a été formé aux méthodes de conduite des enquêtes et au contenu du questionnaire. Par ailleurs, pour renseigner l'histoire de vie sur la technologie locale de production du beurre de karité, huit femmes choisies au hasard ont été enquêtées représentant 10 % de l'effectif de la taille de l'échantillon.

#### 4.1.5 Traitement des données

Après le dépouillement des fiches d'enquête semi structurée, le taux de réponse par type de question a été exprimé par la formule 2 avec:

$$f = 100 \frac{S}{F} \quad 100 \frac{S}{F} \text{ avec} \quad (2)$$

f : taux de réponse ; S: nombre de personnes ayant fourni une réponse positive par rapport à une question donnée;

F : nombre total de personnes interviewées.

Les données issues du focus group ont fait l'objet de discours.

## 4.2 Résultats

### 4.2.1 Connaissances endogènes sur le karité et historiques des peuplements

Les enquêtes réalisées auprès des chefs d'exploitations agricoles dans les villages de Tomboutou et de Kpali au nord du Bénin sur les connaissances endogènes et les techniques culturelles sous karité révèlent de profondes mutations dans les systèmes agraires des systèmes agroforestiers à karité. C'est un système pratiqué par tous les paysans interrogés dans les deux villages. En revanche, 98,78 % des chefs d'exploitations interviewés ne connaissent pas la durée d'entrée en première fructification du karité. Tous les chefs d'exploitation enquêtés ont déclaré qu'il y a une baisse drastique de la densité des peuplements de karité entre les années 1960 et 2010. La densité moyenne estimée des arbres de karité dans les peuplements en 1960 est de 23 pieds à l'hectare, contre 10 pieds en moyenne par hectare de nos jours. Cette diminution de la densité des peuplements serait due selon les chefs d'exploitation de Tomboutou à la prolifération du *Thapinantus* (gui) et surtout aux attaques parasitaires, l'envahissement des foreurs de tronc *Neoplocaederus* sp. (Coleoptera : Cerambycidae). En dehors des attaques parasitaires s'ajoute selon les chefs d'exploitations de Kpali la sécheresse. Ces derniers arrivent à distinguer trois "variétés" de karité: la variété à gros fruit, aux feuilles larges et lisses; la variété à fruits moyens aux feuilles poilues et la variété à petits fruits aux feuilles pliées et poilues. Quant à ceux de Tomboutou, ils en distinguent aussi trois; les "variétés" à cycle moyen, précoces et tardives. Tous les chefs d'exploitation interrogés disent ne constater aucun changement sur les caractéristiques des différentes variétés entre la période de 1960 et 2010. Les populations locales des deux villages d'étude consomment le karité et utilisent les différentes parties du karité et ses produits secondaires à savoir: feuille, branche, écorce, racine, fleur, fruit, noix, pulpe, épicarpe, tourteau et latex. Le gui est fortement utilisé par les populations pour des pratiques magico-religieuses.

### 4.2.2 Dynamique des systèmes agraires des parcs à karité au nord du Bénin

La dynamique des systèmes agraires des parcs à karité du village Kpali et de Tomboutou au Nord du Bénin est essentiellement basée sur la variation des facteurs que sont les droits d'accès aux terres de cultures pour autochtones et allochtones, les obligations liées à l'accès à la terre, les systèmes de cultures et les liens agriculture-élevage, le calendrier des activités et la répartition des travaux entre hommes, femmes et enfants, les droits d'accès de cueillette des fruits de karité et les rituels liés à la collecte des noix de karité.

Ainsi à Kpali, pour le labour de la terre, le roi donnait l'autorisation aux allochtones, tandis que les autochtones s'installaient à volonté et ne lui donnait rien en retour. Les terres sous karité sont attribuées de nos jours aux allochtones avec l'autorisation préalable du roi, du délégué, qui peut



totale des fruits pendant le mois de mai. L'autorisation de ramassage des fruits de karité était donnée par le roi. De même, les populations ne donnent rien en retour après le ramassage des fruits de karité à qui que ce soit. Or dans l'ancien temps, pour démarrer le ramassage des fruits de karité, le roi réunissait sa cour pour procéder à des rituels conséquents. Ces rituels avaient pour objectif d'éloigner les reptiles des zones de ramassage afin de protéger les femmes et les enfants des morsures éventuelles de serpent. A cette époque, les animaux ne pâturaient ni ne stationnaient dans les agrosystèmes à karité.

De nos jours dans le village Kpali, les femmes et les enfants se concurrencent vainement pour le ramassage des fruits de karité; ce qui se fait sans aucune autorisation au préalable du roi ou du chef de terre. Les collecteurs et collectrices de fruits n'attendent plus la maturité totale des fruits avant de démarrer le ramassage. De façon progressive, et au fur et à mesure que les fruits mûrissent et tombent, les femmes et les enfants les ramassent automatiquement. La période actuelle de ramassage des fruits de karité s'étend du mois d'avril au mois de juin. Les animaux pâturent et d'autres stationnent dans les agrosystèmes de karité sans aucune autorisation et causent d'énormes dégâts sur les cultures dans les champs. La période actuelle de pâturage dans la région de Kpali s'étend de janvier à mars, tandis que la stabulation des animaux sous karité se fait à tout moment de l'année.

A Tomboutou, le mode d'acquisition de la terre pour le labour de la terre n'a pas varié dans le temps. En effet, ce sont les propriétaires terriens qui donnent l'autorisation aux allochtones. S'agissant des autochtones, personne ne leur donne le droit de labourer seulement en cas de prêt de la terre aux allochtones où les propriétaires terriens peuvent intervenir. Une partie de la récolte non proportionnelle à la production obtenue est attribuée par les allochtones aux propriétaires terriens, c'est le cas parfois chez les autochtones aussi.

Le mode de faire valoir de la terre à Tomboutou est l'héritage : les hommes et les femmes d'une même famille peuvent hériter la terre. La femme qui hérite la terre peut la faire hériter à son enfant mais elle n'est pas autorisée à la transférer à un allochtone sous n'importe quel prétexte que ce soit. Mis à part le prêt et l'héritage, aucun autre mode de faire valoir n'est pratiqué à Tomboutou.

A Tomboutou, les populations cultivaient du maïs, du mil, du sorgho, de l'arachide, du niébé, de l'igname et du manioc. La jachère avait une durée de 5 à 10 ans et même plus. Les cultures pratiquées actuellement à Tomboutou sont le mil, le sorgho, le maïs, le coton, le niébé et l'arachide. Dans ce village, la culture de l'igname a totalement disparu du système agraire depuis plus de 40 ans et celle du manioc devient rare à cause de la divagation des animaux. Les raisons qui motivent la disparition de l'igname dans le système agraire sont notamment la pression foncière, la baisse de la fertilité de sols et la croissance démographique. Le village de Tomboutou est adjacent au parc W : les paysans ne doivent pas s'y aventurer pour y installer des cultures. De ce fait, la durée de la jachère a sensiblement diminué. Elle est actuellement de 1 à 2 ans. Il y a des années où on assiste à des systèmes de culture pluviale sans jachère. Notons que dans le village de Tomboutou, les cultures maraichères sont également pratiquées. Elles sont intensives où un système d'irrigation

semi-mécanisé est mis en place par les producteurs. On y rencontre la pomme de terre, la tomate, le piment et surtout l'oignon. La culture du riz aussi est pratiquée. Le calendrier agricole des années 1960 et 2010 de Tomboutou est présenté dans la figure 4.2.

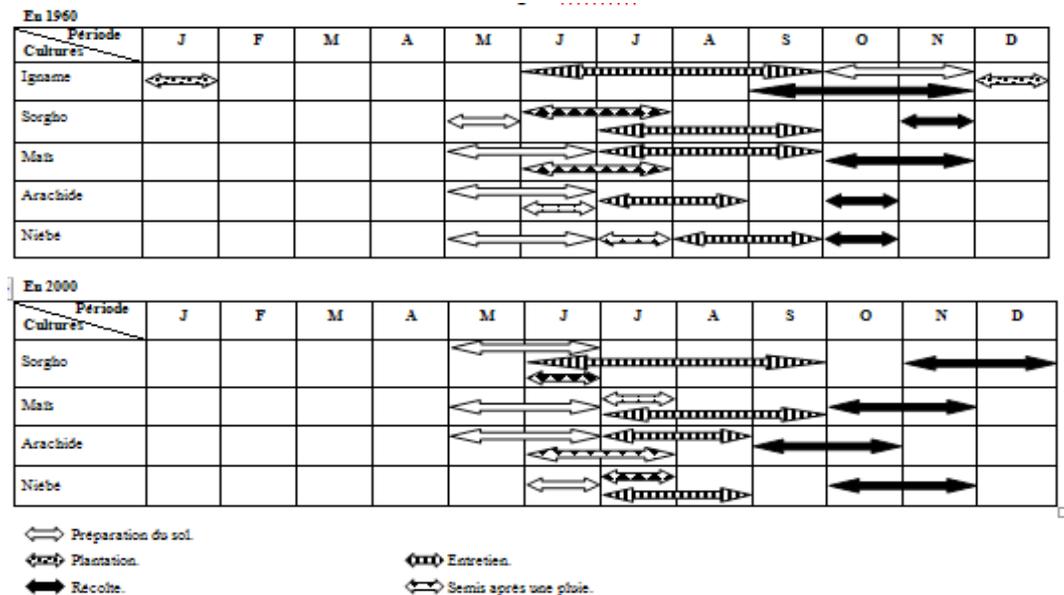


Figure 4.2 : Calendrier culturel de Tomboutou des années 1960 et 2010

Selon ces calendriers cultureux, dans le village de Tomboutou, ce sont les femmes et les filles qui ramassent les fruits de karité mais entre les mois de mai et de juillet. A Tomboutou, les allochtones et autochtones ramassaient librement les fruits de karité sans aucune autorisation. De même, les populations ne donnent rien en retour après le ramassage à qui que ce soit. Actuellement, à Tomboutou, la période de ramassage des fruits de karité est située entre juin et juillet.

Dans l'ancien temps, à Tomboutou les éleveurs pouvaient faire pâturer leurs animaux sous les karités et sans aucune autorisation. Mais la conséquence directe de cette absence de règle, est que d'importants dégâts sont occasionnés sur les cultures dans les champs par les animaux des éleveurs peulhs. La période de pâturage sous karité à Tomboutou, s'étend d'octobre à fin mai et celle de stabulation des animaux de décembre à mai. Après, le parbage, l'agriculteur donne aux éleveurs peulhs des cadeaux (maïs, mil, sorgho et du sel) en compensation de son champ fertilisé. De nos jours, aucune autorisation n'est donnée à l'éleveur pour le parbage des animaux. Toutefois, le chef d'exploitation peut rentrer en négociation avec ce dernier. Ainsi, il peut lui offrir du sel et parfois de la nourriture. La pâture se réalise d'octobre à mai. La stabulation des animaux, a lieu du mois de décembre à mai.

En résumé, des mutations sont intervenues dans le calendrier agricole des deux villages (Figures 4.1 & 4.2). Ces modifications sont notamment le changement dans le début et la fin des opérations culturales, leur longueur, l'introduction de nouvelles cultures et une option d'intensification retrouvée. Il y a également le mode de faire valoir. Les femmes peuvent avoir accès à la terre à Tomboutou. Mais elles ne peuvent la transférer à un allochtone. Ce n'est nullement pas le cas dans le village de Kpali. On note une intensification orientée vers les cultures maraîchères à Tomboutou.

### **4.2.3 Facteurs déterminants les changements observés au niveau des systèmes agraires des parcs à karité.**

Les changements dans les systèmes agraires intervenus dans le temps à Kpali et à Tomboutou sont la poussée démographique, la baisse de la fertilité des sols, la pression foncière l'introduction de nouvelles technologies et la diversification agricole. Ces manifestations sont plus perceptibles à Tomboutou et se caractérisent par la réduction du temps de la jachère et la forte pression foncière avec les fréquents conflits entre agriculteurs et éleveurs. L'introduction de la traction animale, la faible durée de la jachère, le ramassage systématique des fruits et la pression foncière ont eu des impacts très négatifs sur la régénération des arbres de karité. Plus généralement, la variation observée au niveau du choix des cultures est liée aux adaptations de la variabilité climatique et technologique notamment le stress hydrique et la baisse de la fertilité du sol. Les exploitants agricoles disent prédire les risques climatiques, qui peuvent agir sur une culture donnée au cours de la saison. A cela s'ajoute la recherche de source de revenu pour satisfaire les besoins vitaux et la scolarisation des enfants. A Tomboutou, les paysans ont particulièrement insisté sur la sécheresse de 1970 et la faible pluviosité constatée depuis les années 1980, la prolifération de parasites « gui » et le foreur de tronc de karité sur les arbres. La mutilation des arbres par les peuls qui recherchent de fourrage une des des contraintes majeures qui fait régresser la biodiversité du karité à Tomboutou. Les fruits de karité qui jadis étaient destinés à l'alimentation et à la fabrication du beurre sont de nos jours vendus sur le marché frontalier de Malanville. De nos jours, peu de femmes s'intéressent à la préparation du beurre de karité du fait de la faible quantité de noix existante: les facteurs climatiques et anthropiques ayant manifestement contribué à la faible productivité des arbres de karité dans le milieu.

## 4.3 Discussions

### 4.3.1 Historique de création des villages et tenure de la terre

Ce sont les chasseurs qui ont d'abord délimité le territoire de chaque village puis leurs descendants sont plus tard devenus les chefs de terre. Ces derniers jouent aujourd'hui un rôle primordial dans l'accès et la tenure de la terre. Cette observation faite sur les parcs à karité est compatible aux descriptions des systèmes africains usuels de tenure de la terre. Ainsi, en référence aux études menées dans ce sens en Afrique, Elias (1956) distingue la propriété, qui peut être collective et la possession ou l'héritage qui peut être répartie entre descendants. C'est le cas par exemple dans le cadre de cette étude. Elias (1956) explique que la possession donne aux individus le droit d'exclure les allochtones au groupe aussi bien que d'autres membres du groupe. Dans le cas présent, les villages possèdent collectivement des territoires discrets qui sont des unités historiquement possédées par des lignées selon la définition d'Elias. Par exemple, des groupes de lignée marquent leurs possessions avec des arbres de *P. biglobosa* (Brottem, 2011). Cette pratique correspond à la description de Pélissier (1966) qui définit l'accès du premier occupant à la terre comme ayant le droit du feu et de la hache. Ce système est semblable à celui trouvé dans les villages d'étude Kpali et Tomboutou et offre des perspicacités dans le rôle historique joué par le néré. Selon Pélissier (1966), la propriété de la terre est basée sur le *droit de la hache*, par lequel le chef de terre soit le descendant de la première personne avoir brûlé la terre précédemment non défrichée et dont le territoire a été défini par l'ampleur de la combustion pendant 3 à 6 jours. Sur les terres non cultivées, le descendant du chef de terre étend le droit de la hache, qui est une concession aux paysans pour cultiver la terre inutilisée mais défrichée. Tant que la terre est défrichée par la lignée qui a le droit de la hache, un loyer symbolique est payé au chef de terre, puis la terre reste la propriété de cette lignée. C'est le cas par exemple dans le village de Tomboutou dans le cas de la présente étude. Quand les populations étaient dispersées avec de longues périodes de jachère, le groupe de la lignée a besoin d'une évidence visuelle nécessaire pour distinguer leurs champs de la terre qui n'était pas sujette au droit de la hache et qui pourrait être réclamée (Unruh, 2006).

### 4.3.2 Connaissances locales dans la gestion des parcs à karité

Une forte proportion de paysans a reconnu l'existence de morphotypes de karité, ceci témoigne de la variabilité phénotypique observée en milieu paysan. Cette diversité qui est, semble-t-il, entretenue par les producteurs, serait le résultat d'un processus actif de sélection exercé sur les populations naturelles afin qu'elles conservent les caractères génétiques qui présentent un intérêt particulier pour eux. C'est une bonne connaissance endogène que les chercheurs peuvent utiliser pour progresser dans les opérations de multiplication végétative du karité et du néré. Ce résultat est

conforme à celui de Diarassouba *et al.* (2008). Une faible proportion de paysans arrive à préciser l'âge de l'entrée en première année de fructification du karité. Diarassouba *et al.* (2008) en Côte d'Ivoire ont trouvé que moins de la moitié des paysans enquêtés connaissent le moment de la première entrée en fructification du karité. Cette situation serait certainement due au faible niveau de connaissance de la culture de l'espèce par les différentes personnes interviewées. En général, la culture du karité a été très peu expérimentée par les populations locales du point de vue des opérations sylvicoles. Un tel constat semble en contradiction avec les nombreuses utilisations que les populations font de cette ressource (Diarassouba *et al.*, 2008). La raison est que le karité selon certains groupes socio-culturels béninois (bariba, dendi) et ivoiriens (senoufo, lobi, tagbanan), le karité est un don de dieu. Cette observation est comparable à celles de (Sanou, 2004 ; Leakey *et al.*, 1999) puisque la graine une fois tombée n'a pas besoin de traitement avant de pousser. Chez certains groupes ethniques, la légende stipule que quiconque plante un pied de karité décède lorsque l'arbre entre en production ou bien il n'aura pas le temps sur terre pour bénéficier de l'usufruit de la production de l'arbre (Gnanglè, 2005 et Diarassouba *et al.*, 2008). De telles croyances sont de nature à décourager la réalisation de vergers de karité et pourraient constituer un obstacle à la domestication de l'espèce. Cette situation est plus que préoccupante dans le village de Tomboutou caractérisée par la pression foncière, une indisponibilité alimentaire pendant la période de soudure pour la population, un faible niveau de revenu entraînant un battage de l'arbre et le ramassage systématique des fruits verts. Ces fruits sont soit mangés directement par les populations (hommes, femmes, et enfants) ou vendus sur le marché frontalier de Malanville. Il faut de même noter qu'un foreur de tronc du karité (*Neoplocaederus* sp. Coleoptera: *Cerambycidae*) assez redoutable tue 5 à 10 arbres / ha et / an dans les zones infestées (Gnanglè, 2011). La mise sur pied d'un cadre de concertation de gestion des conflits entre agriculteurs éleveurs qui interdit les feux de végétation est une avancée dans la protection des jeunes sauvageons de karité dans le village de Tomboutou. Cette forme d'organisation professionnelle n'existe pas à Kpali. Le piétinement des animaux et la courte durée de la jachère constituent également les contraintes majeures qui compromettent la régénération du karité dans les deux villages.

Les enquêtes réalisées auprès des exploitants agricoles font ressortir le rôle prépondérant joué par le karité en association avec les cultures, système pratiqué par tous les paysans interrogés. Les ressources du karité sont exploitées sous plusieurs formes par les populations locales. Elles ont été citées dans le traitement de plusieurs affections en médecine traditionnelle. Par ailleurs, la large gamme de maladies traitées ainsi que la similitude des recettes utilisées par divers répondants montrent que *V. paradoxa* a des potentialités médicinales et pharmacologiques de grande importance. Cependant, force est de constater que nombreuses sont les populations naturelles de karité qui ont été détruites par l'administration coloniale, post-coloniale et actuelle pour favoriser la culture du cotonnier et d'autres cultures de rente. Des efforts de domestication et de conservation *in situ* des populations naturelles est à envisager. Dans la plupart des régions, l'exploitation des parcs de karité est subordonnée aux modes d'accès à la terre. En effet, *Vitellaria paradoxa* pousse de manière spontanée dans les champs. Pour cette raison, l'arbre appartient au

propriétaire terrien et l'exploitation des produits de l'arbre est réservée à la première personne qui s'installe et qui met la terre en valeur. Ces résultats de recherche sont aussi vérifiés en Côte d'Ivoire par (Diarassouba *et al.*, 2008). Toutefois, l'élimination d'un arbre de karité est conditionnée par l'autorisation du propriétaire terrien. Selon Diarassouba *et al.* (2008) toute infraction à cette règle est sanctionnée selon la tradition et la coutume de la communauté à laquelle appartient le contrevenant, mais pas toujours. Cette étude montre que si ce résultat de recherche est vérifié dans le village de Kpali, il ne l'est pas dans celui de Tomboutou. Or, généralement, ces dispositions sont de nature à responsabiliser et à motiver les exploitants pour une meilleure gestion des parcs agroforestiers. Il convient cependant donc de souligner que de nos jours, ces pratiques sont de plus en plus délaissées. En effet, plusieurs cas d'élimination de karité au profit de vergers d'anacardiens et de manguiers ont été signalés au Bénin notamment dans le parc à karité de Savè et encore moins dans les autres parcs à karité (Gnanglè, 2005) et en Côte d'Ivoire dans la zone de Korhogo et de Katiola (Diarrassouba *et al.*, 2008).

Les changements intervenus dans la gestion des systèmes agraires des parcs à karité au Bénin sont notamment la baisse de la fertilité du sol, la pression démographique à travers l'augmentation du nombre de bouche à nourrir, l'introduction de nouvelles technologies: la traction animale par exemple au cours des projets de développement rural Borgou 1 et Borgou 2 et la réduction de la durée de la jachère. Ces facteurs ont introduit dans le système agraire des deux villages de profonds changements notamment dans la tenure foncière et de l'arbre. L'accès à la terre se réfère à des droits spécifiques « droits d'accès à la terre », à d'autres ressources (l'arbre par exemple), aux bénéfices et aux responsabilités liées à ces droits (Evers *et al.*, 2005, Barrow & Murphree, 2001). On note actuellement une mutation dans le système de culture, une intensification agricole; le nombre de cultures ayant augmenté impliquant les légumineuses et l'anacardier à Kpali avec une disparition de tubercules notamment dans le système agraire à Tomboutou.

### 4.3.3 Changements dans la gestion des parcs à karité et de la tenure de la terre

L'analyse des données collectées montre une image de deux villages où les vies répondent dynamiquement au processus de l'intensification agricole (Bassett et Crummey 1993 ; Batterbury 2001 ; Lund 2007 ; Brottem, 2011). Dans les deux villages, l'intensification agricole et la diversification des cultures ont impacté le système agraire des parcs à karité puisque les paysans ont réduit ou éliminé les périodes de jachère; les pratiques en matière de tenure de la terre ont ainsi évolué, et les économies des ménages s'adaptent de plus en plus à la pénurie croissante des produits dérivés du karité. Les études précédentes se sont concentrées sur les produits forestiers non ligneux ont eu pour motivation principale les raisons pour lesquelles les producteurs agricoles conservent le karité dans leurs champs (Schreckenber 1999 ; Teklehaimanot 2004 ; Gnanglè, 2005, Brottem, 2011). Comme les paysans ont raccourci ou éliminé les périodes de jachère, il est

devenu moins important de fournir l'évidence visuelle de la tenure de la terre puisque des champs sont cultivés sans interruption et ne peuvent plus donc facilement être demandés par d'autres par exemple à Tomboutou. Dans un contexte de risque climatique et de profonds bouleversements dans le système agraire des deux villages (démographie, pression foncière et baisse de fertilité des sols etc.), la protection des jeunes sauvageons de karité par les producteurs est une pratique sylvicole endogène et un facteur très important de préservation de la biodiversité des parcs à karité à encourager et à vivement appuyer.

#### 4.3.4 Changement dans le mode de vie des populations et régénération de l'arbre

Les changements dans les conditions de vie des ménages sont remarquables du fait de la faible utilisation du beurre de karité par les ménages agricoles notée de nos jours. Les huiles claires sont actuellement les plus utilisées par les ménages du nord Bénin notamment celles qui sont en milieu urbain et péri-urbain (Dah-Dovonon & Gnganglè, 2006). Les préparations locales qui utilisent le beurre de karité commencent donc par régresser. Ces résultats sont conformes à ceux de (Brottem, 2011) qui constatent que la consommation de néré dans les ménages est en baisse notamment la consommation de soubala au Mali et au Burkina-Faso ou du affitin sur le plateau d'Abomey au Bénin (Gutierrez & Juhe - Beaulaton, 2002). Les ménages s'adaptent à ce changement, en préparant du "affitin" à partir de graines de soja fermentées. Plusieurs études présentent l'évidence que le soubala et le affitin tiennent toujours la valeur marchande significative en Afrique de l'Ouest (Agbahungba et Depommier 1989 ; Bagnoud *et al.*, 1995; Gutierrez & Juhe - Beaulaton, 2002). Bien que cette étude ne se soit pas concentrée sur les changements des prix locaux du beurre de karité, les valeurs marchandes du beurre semblent monter à Tomboutou; où les amandes de karité sont quasi inexistantes de nos jours. Cependant, un marché intéressant de fruits de karité se développe pendant la période de soudure sur les marchés riverains au village de Tomboutou et notamment sur le marché frontalier de Malanville. Ainsi, du beurre de karité produit dans la commune de Djougou est vendu sur le marché de Malanville à environ à plus de 400 km de son lieu de production (Dah-Dovonon & Gnganglè, 2006). Par ailleurs, l'étude de l'histoire de vie de la technologie locale de production du beurre de karité a montré qu'il y eu des changements pas dans la transformation des amandes de karité en beurre, mais surtout dans la disponibilité de la matière première et les équipements utilisés pour la préparation. En effet, le barattage du beurre se faisait dans des Calebasses et la préparation dans de grandes jarres. La mouture des noix se faisait sur la pierre transportée par deux hommes au moins qui le portent au village. Pour faciliter le transport, la pierre est attachée à deux gros bois. Pour remuer le beurre, les transformatrices se servaient du bois de raphia.

## Conclusion

En conclusion, la théorie des systèmes agraires est adaptée pour l'étude des systèmes agraires des parcs à karité au nord Bénin. L'étude des sources historiques pour la reconstitution des paysages végétaux nécessite un pas de temps d'au moins 50 ans contrairement aux études climatiques classiques qui utilisent 30 ans comme pas de temps. Ces résultats renforcent l'argument de Duvall (2007) que " l'étude des écosystèmes africains inclut rarement l'analyse sophistiquée des effets des activités humaines sur le long terme (Turner, 2000) quoique le discours scientifique a longtemps caractérisé la végétation africaine comme profondément changée par des humains (Fairhead et Leach 1998). Une implication spécifique de cette étude est d'essayer de conserver les parcs à karité et néré à cause de leurs rôles complexes dans les systèmes agraires de production en Afrique au Sud du Sahara. Théoriquement, ceci implique que la recherche de changement en milieu environnemental en Afrique Subsaharienne exige une attention particulière aux liens culturellement spécifiques entre les conditions de vies et les systèmes agraires. Le futur de la gestion des parcs ressemblera probablement à de "l'agroforesterie intensifiée" comme souligné par Augusseau *et al.* (2006), qui aura besoin de la mise au point de variétés améliorées d'espèces de parcs (Teklehaimanot, 2004) qui peuvent tolérer des états de culture permanente. Cet article suggère une réorganisation significative des arrangements de tenure de la terre et des arbres aussi bien que la redistribution spatiale des arbres des parcs dans des paysages agricoles Soudanien.

Dans les conditions de culture intensive remarquées dans les systèmes agraires des parcs à karité-néré, il est urgent de créer des pépinières pour réaliser la multiplication végétative du karité et du néré. Sinon, c'est toute une culture africaine sinon béninoise qui va disparaître sous peu. Le bon "affitin" du plateau d'Abomey sera dans les oubliettes. Il serait alors souhaitable de faire *un festival du néré* sur le plateau d'Abomey et *du karité et du néré* dans le nord Bénin. Les changements des pratiques en matière de tenure foncière et de l'arbre sont plus perceptibles dans le village de Tomboutou que dans Kpali. A Tomboutou, la terre est plus rare et le défrichement n'est plus pratiqué.

## Remerciements

L'équipe de chercheurs adresse ces remerciements au Ministère français des Affaires étrangères et européenne à travers l'Agence Inter - Etablissements pour la Recherche et le Développement (AIRD), pour avoir financé cette recherche par le Fonds de Solidarité Prioritaire (FSP) dans le cadre du projet Recherche Interdisciplinaire et Participative sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés d'Afrique de l'Ouest (RIPIECSA)

## Références bibliographiques

- Agbahungba, G., and D. Depommier. 1989. Aspects du parc à karité-ne´re´ (Vitellaria paradoxa gaertn. f. Parkia biglobosa jacq. benth) dans le sud du Borgou (Be´nin). Bois For. Trop. 222:41-54.
- Aubrville A. 1950. Sapotaceae. *Adansonia Mémoire 1* : 1-157.F-Cameroun-A.E.F, Paris, France, 285 p.
- Augusseau, X., P. Nikiéma, and E. Torquebiau. 2006. Tree biodiversity, land dynamics and farmers' strategies on the agricultural frontier of southwestern Burkina Faso. *Biodiversity Conserv.* 15(2):613-630.
- Bagnoud, N., F. Schmithusen, and J. P. Sorg. 1995. Les parcs à karité et nére au sud-Mali: Analyse du bilan économique des arbres associés aux cultures. *Bois For. Trop.* 244:9-23.
- Badly, C., & Stigter C.J. 1999. Agro - météorologie des cultures multiples en régions chaudes. INRA/CTA. 246 p.
- Barrow, E., and Murphree M. 2001. Community conservation—From concept to practice. In *African wildlife & livelihoods—The promise & performance of community conservation*, ed.
- Bassett, T., and Crummey, D. 1993. *Land in African agrarian systems*. Madison: University of Wisconsin Press.
- Batterbury, S. 2001. Landscapes of diversity: A local political ecology of livelihood diversification in southwestern Niger. *Ecumene* 8(4):437-464.
- Bernard H.R. 1994. *Research methods in anthropology: Qualitative and quantitative approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage
- Brottem L. 2011. Rediscovering “Terroir” in West African Agroforestry Parklands Society and Natural Resources, 24:553-568 Copyright # 2011 Taylor & Francis Group, LLC ISSN: 0894-1920 <http://www.tandfonline.com/loi/usnr20> 29/02/2012 print=1521-0723 online DOI: 10.1080/08941920903377012
- Dah - Dovonon J.Z. & Gnglè C.P., 2006. Evaluation des potentialités de développement de la filière karité dans les départements de l'Atacora et de la Donga. GTZ/MAEP/MEPN/ProCGRN. 93p
- Dagnelie, P. 2006. *Statistique théorique et appliquée: 2. Inférence statistique à 1 et 2 dimensions*. Volume 2 de *Statistique théorique et appliquée*. Édition2 Éditeur De Boeck Supérieur, 2006 ISBN2804152294, 9782804152291 736 p.
- Diarassouba N., Kouablan E K., N'Guessan K.A., Van Damme P., Sangaré A. 2008. Connaissances locales et leur utilisation dans la gestion des parcs à karité en Côte d'Ivoire. *AFRIKA FOCUS* ---Volume 21 Nr.1, 2008--- pp. 77-96

- Duvall, C. 2007. Human settlement and baobab distribution in southwestern Mali. *J. Biogeogr.* 34(11):1947-1961.
- Elias, T. O. 1956. The nature of African customary law. Manchester, UK: Manchester University Press.
- Evers, S., Spierenburg, M., Wels, H. 2005. Competing jurisdictions: Settling land claims in Africa. Leiden, the Netherlands: Brill.
- Fairhead, J., and Leach, M. 1998. Reframing deforestation: Global analysis and local realities: Studies in West Africa. London: Routledge.
- Gbanhoun A. 1993. Savoir pour mieux vulgariser et cultiver les principales cultures du Bénin.
- Gbédji E.K.Y. 2003. Caractérisation morphologique et structurale des parcs à néré (*Parkia biglobosa* (Jack;) R. Br. Ex. G. Dom.) au Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome. Université d'Abomey - Calavi. Bénin. 124 p.
- Gbetibouo G. A. 2009. Understanding Farmers' Perceptions and Adaptations to Climate Change and Variability The Case of the Limpopo Basin, South Africa. IFPRI Discussion Paper 00849. 41p.
- Gnganglè, P.C., Glèlè Kakaï, R. L., Assogbadjo, A. Ephrem., Vodounon, S. Yabi, J. A., Sokpon, N. 2011. Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. *Climatologie*, vol. 8, 26-40.
- Gnganglè C.P. 2011. Contribution à l'amélioration de la gestion des parcs à karité et néré pour une adaptation aux changements climatiques au Bénin. Atelier et Rapport Final RIPIECSA. Cotonou, 18 au 21 Octobre 2011. 10p
- Gnganglè P. C. 2005. *Parcs à karité (Vitellaria paradoxa) (Gaertn. C. F.) (Sapotaceae) au Bénin: Importance socio-culturelle, caractérisations morphologique, structurale et régénération naturelle*. Mémoire de DEA. Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles. UAC/FSA. 113 p.
- Gutierrez M.L., Juhe-Beaulaton D. 2002. Histoire du parc à néré (*Parkia biglobosa* Jacqu. Benth.) sur le plateau d'Abomey (Bénin) : de sa conservation pour la production et la commercialisation d'un condiment, l'afitin. *Cahiers d'Outre-mer*, Bordeaux, n° 220, octobre-décembre 2002 : 453-474.
- Leakey R.R.B. and Newton A.C. (Eds.) 1994. Domestication of tropical trees for timber and non-timber products. MAB Digest 17, UNESCO, Paris, 97 pp.
- Lund, C., ed. 2007. Local politics and the dynamics of property in Africa. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Mazoyer M., & Roudart L. 1997. Pourquoi une théorie des systèmes agraires? v.6 n° 6, p. 591-595

- Pélessier, P. 1966. Les paysans du Sénégal: Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. St. Yrieux, France: Imprimerie Fabregues.
- Ruysen B. 1957. *Le karité au Soudan. Agronomie Tropicale* 12 (2et 3) : 143-172 et 279-307.
- Sadoulet D., Castella J.-C., Nam V.H., Quang D.D. 2001. Dynamiques agraires, gestion des ressources naturelles et différenciation des exploitations agricoles dans une zone de montagne du nord Vietnam. Cahiers d'études de recherches francophones/Agricultures. Volumes 10. Numéros 5, 307-18, Septembre - Octobre 2001. Etudes originales.
- Sanou H., K.Sie., Teklehaimanot Z., Dembele M., Yossi H., Sina S., Djingdia L., & Bouvet J-M. 2004. Vegetative propagation of *Vitellaria paradoxa* by grafting. *Agroforestry Systems* 60: 93-99, 2004. © 2004 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Schreckenber, K. 1999. Products of a managed landscape: Non-timber forest products in the *synthèse* ? *Economie rurale* n°297-298.
- Shea 2012. Share value. 5th annual sector even. Global Shea Alliance. Marina Hotel Cotonou. Benin, April 25-26. www.globalshea.com, 12 January 2012.
- Sokpon N. & Yabi J.A., 2006. Gestion des systèmes de production de commercialisation et de transformation du karité au Bénin. Rapport technique. 48p.
- Teklehaimanot, Z. 2004. Exploiting the potential of indigenous agroforestry trees: *Parkia biglobosa* and *Vitellaria paradoxa* in sub-Saharan Africa. *Agrofor. Systems* 61-62(1-3): 207-220.
- Terpend, M.N. 1982. La filière karité. Produit de cueillette, produit de luxe. Les dossiers faim et développement, 91 p.
- Turner, M. D. 2000. Misunderstandings of Sahelian land use ecology. Seminar 486:38-43. Union Communal des Producteurs du Coton (UCPC-Banikoara). 2006. Plan de campagne. Banikoara, Benin: Union Communal des Producteurs du Coton.
- Unruh, J. 2006. Land tenure and the "evidence landscape" in developing countries. *Ann. Assoc. Am. Geogr.* 96(4):754-772.
- Zerbo, J. 1987. Expérimentations de techniques de production de plantes d'arbres utilisés en agroforesterie traditionnelle. Cas du karité, *Butyrospermum paradoxum* (Gaertn. F.). Mémoire IDR, Université de Ouagadougou 75 p.

## **Chapitre 5.**

# **Productivity of cotton and sorghum in an agroforestry system of shea trees (*Vitellaria paradoxa* Gaertn) in northern Benin**

Gnanglè<sup>1</sup> C. P., Gbemavo<sup>2</sup> D.S.J.C., Aïhou<sup>1</sup> K., Glèlè Kakaï<sup>2</sup> R., Sokpon<sup>3</sup> N.

(Accepté pour publication dans la revue "Natural Science").

<sup>1</sup> National Institute of Agricultural Research of Benin, Central Agricultural Research Centre, Forest Research Programme. BP 112 Savè

<sup>2</sup> School of Agricultural Sciences, University of Abomey, 01 BP 526 Cotonou Benin

<sup>3</sup> School of Agriculture, University of Parakou, BP 123 Parakou, Benin

## Résumé

La productivité du coton et du sorgho dans le système agroforestier à karité a été évaluée dans le Nord Bénin. Les villages de Tomboutou et de Gounarou ont été choisis respectivement dans les parcs à karité de Bembèrèkè et de Kandi pour abriter cette étude. Au sein de chaque parc et par village d'étude, trois classes de diamètre houppier des arbres de karité à savoir [4 – 8] m; [8 – 10] m et supérieur à 10 m, ont été retenues après la phase d'inventaire. Dans chaque classe de diamètre houppier, trois arbres associés aux cultures de coton ou de sorgho sont choisis au hasard dans chacun des deux terroirs villageois au sein de 18 à 21 exploitations agricoles. Les cultures en association ont été mises en place selon les itinéraires techniques du service national de la vulgarisation agricole. Les données à savoir: hauteur des plants de sorgho et de coton, biomasse fraîche par culture, nombre de capsules par poquet, ont été collectées sur une surface élémentaire de 1m<sup>2</sup> sous houppier et hors houppier, ceci dans les quatre directions cardinales de chaque arbre échantillon. L'analyse des données a révélé une différence très significative des variables (hauteur du sorgho et du coton, biomasse du coton et du sorgho, nombre de capsules de coton) entre les placettes sous houppier et hors houppier ( $P < 0,01$ ). Les paramètres de productivité du sorgho à savoir la hauteur moyenne des plants et la biomasse fraîche moyenne sont réduites sous la couronne du karité respectivement de 9,75% et de 29,31%. Les cotonniers sous couronne du karité diminuent en moyenne en hauteur de 6,58% comparativement à ceux hors couronne. La production capsulaire moyenne et la biomasse fraîche moyenne des plants de coton sont en baisse respectivement de 13,06% et 36,06% sous couronne du karité dans les parcs à karité.

**Keywords:** Ecophysiologie, productivité, agrosystème, coton, sorgho, karité, gestion, ombrage de l'arbre, Benin.

## Abstract

This study evaluates the productivity of cotton and sorghum in a shea-based agroforestry system in northern Benin. Tomboutou and Gounarou villages were respectively selected in the shea parklands of Bembèrèkè and Kandi. Within each parkland and village, three classes of tree crown diameter for Shea trees (4-8 m, 8-10 m and < 10 m), were defined after the inventory phase. In each class of crown diameter, three trees intercropped with cotton and sorghum were randomly selected among the 18 to 21 farms in each of the two village territories. The crops were planted in accordance with the technical procedures recommended by the national agricultural extension service. The following data was collected for sorghum and cotton on 1m<sup>2</sup> area under the crown and outside the crown, in the four cardinal directions of each sample tree: crop height, fresh biomass per crop and buds per cotton plant. Data analysis revealed a very significant difference in the variables (height of sorghum and cotton, biomass of cotton and sorghum, number cotton buds) between the areas

under the crown and those outside the crown ( $P < 0.01$ ). The productivity variables for sorghum, i.e., average plant height and average biomass, dropped by 9.75% and 29.31%, respectively, when planted under the crown. Cotton under the crown was 6.58% shorter compared to plants outside the crown. Average bud production and average fresh biomass for cotton plants was 13.06% and 36.06% less, respectively, when planted under the crown of shea trees.

**Key words:** Ecophysiology, productivity, agrosystem, cotton, sorghum, shea tree, shade-tree management, Benin

## Introduction

The presence of trees among crops creates landscapes known as “agroforestry landscapes” (Zomboudré *et al.*, 2005). The benefit of integrating trees into farming systems has been highlighted (Kater, 1992, Maiga, 1987). Shea parklands, for instance, help maintain soil fertility and the sustainability of cropping systems (Traoré, 2003). In Benin, the combination of shea with other crops on shea parklands is common (Gnanglè, 2005). The effects of intercropping shea trees with other crops appears to be contradictory. According to some authors (Maiga, 1987), crop yields are better (Zomboudré *et al.*, 2005) or worse (Kessler, 1992; Gbemavo *et al.*, 2010) under the tree’s zone of influence. The combination of cotton, sorghum and shea is one of the most common farming systems in northern Benin (Agbahungba and Depommier, 1989). Cotton and shea nuts contribute considerably to the country’s economy and are first and third among export products, respectively. Sorghum ensures food security for much of the population and is one of the most cultivated cereals in the study area. It is therefore necessary to conserve this tree-cropping system and improve its productivity. In Africa, research has been carried out on the subject, namely by Zomboudré *et al.* (2005) in Burkina Faso, Louppe and Ouattara (1987) on the influence of shea on crop yields in Côte d’Ivoire; and Libert and Eyog-Matig (1996) on the influence of *Faidherbia albida* on cotton in Cameroon. In Benin, Gbemavo *et al.*, (2010) has studied the influence of shea tree shading on cotton yields. The influence of shea tree shading on plant height and yield of other crops other than cotton is not known. The objective of this study is to assess the influence of the shea tree crown on productivity (height, yield, fresh biomass) of cotton and sorghum in northern Benin.

## 5.1 Methodology

### 5.1.1 Study environment

The study was conducted in two villages in northern Benin: Gounarou (10°47'655N and 2°48'610E) and Tomboutou (11°84'306N and 3°24'966E). The village of Gounarou is characterized by a relatively flat topography, an average annual rainfall of 1200 mm distributed over a rainy season from May to October and an average crop cycle of 150 days. The main crops in Gounarou are cotton, maize, sorghum, yams; livestock products are also prevalent. Fallow periods last from 5 to 10 years or more. The Bariba are the dominant ethnic group. The village Tomboutou has a more open landscape, characteristic of the Sahel. Average annual rainfall is 900 mm with a cropping period of 120 days. The area is dominated by cereal production: rice, sorghum, millet. Groundnuts, market vegetables (tomatoes, peppers, okra, potato, onion), cotton and cassava are cultivated. Livestock production and fishing is also common. Crops are harvested from November to December or January, and crop residues (sorghum and cotton stalks) are left on the field for grazing. Large quantities of sorghum straw are harvested for domestic use (fences, soap production). Pressure on natural resources is evident in Tomboutou, where fallow periods are very short (1-2 years) and conflicts between farmers and herders frequent. Tomboutou borders the international market of the Commune of Malanville, which sees a great deal of market activity.

### 5.1.2 Influence of shea on productivity of cotton and sorghum

#### *Experimental design and data collection*

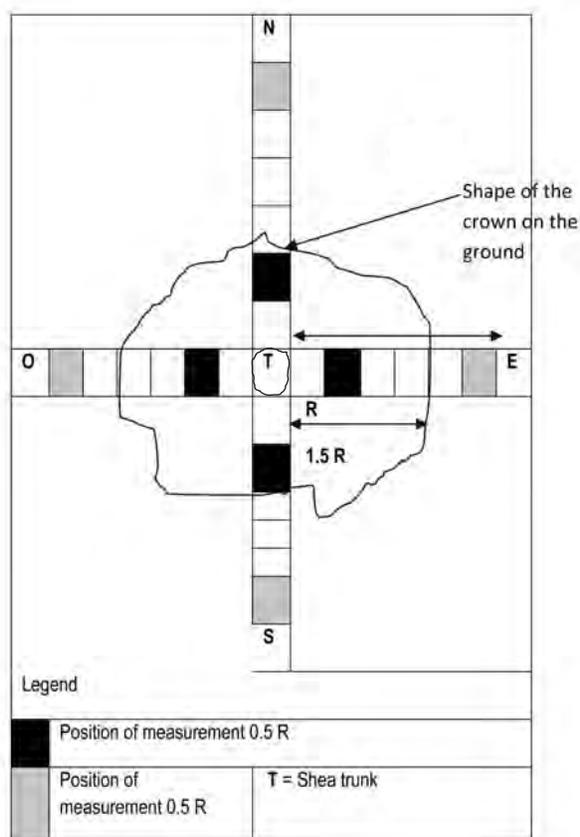
The experimental design consists of shea trees, cotton and sorghum. Two criteria were used to select sample shea trees: the combination of shea with cotton or sorghum in more or less homogeneous soils, and the width of the tree crown, broken down into three categories of crown diameter: 4 – 8 metres; 8 – 10 metres and < 10 metres. A local variety of sorghum called red sorghum (*dobi* in Bariba) was used in Gounarou; early white sorghum (*henniwasso* in Dendi) was used in Tomboutou. The cotton variety grown in the two villages was the improved variety H 279-1, sown at 0.80 m on the row and 0.40 m between rows and thinned to two plants per hill. The spacing of the sorghum plants is 1 m on the row and 0.90 m between rows; they were not thinned. In each crown category, 3 trees intercropped with cotton and sorghum were randomly selected among the 18 to 21 farms in each of the two villages. In all, nine trees were used for experimentation, per crop and per village.

A North-South transect and East-West transect were created around each sample tree. The transects demarcated two zones of shade influence: the area under the crown and outside the crown. Data was collected with a radius of 0.5 m from the crown and 1.5 m from the crown (Figure 5.1). Thus, at each measuring position, a 1 m square was demarcated, to measure the cotton and

sorghum plants. Data was collected for plant height of cotton and sorghum, biomass weight of residues per crop and the number of cotton buds.

*Statistical analysis*

Variables were subjected to analysis of variance, partial hierarchical model with 5 factors including: site or village (fixed factor), crown category (fixed factor), distance from tree (fixed factor), direction (fixed factor), sorghum or cotton plant (subordinate to the four other factors). Adjusted means were calculated for the different levels of factors and interaction plots were generated for significant interactions between factors.



**Figure 5.1 :** Experimental design for data collection

## 5.2 Results

### 5.2.1 Influence of the tree crown on sorghum productivity

ANOVA results for the effects of various factors on sorghum yields revealed highly significant differences between the factors Site and Position, as regards the height of sorghum plants and fresh biomass (Table 5.1). The crown diameter and direction of the sorghum plant have no significant effect on plant height but do significantly influence the amount of fresh biomass. Table 5.2 presents the means of the various productivity parameters for sorghum, according to the different positions (outside the influence and under the influence). This table reveals that, because of their crown, shea trees reduce sorghum yields under canopy in shea parklands. Indeed the average height of sorghum plants is reduced by 9.75%, while fresh biomass is reduced by 29.31%. The influence of the shea tree canopy on sorghum height depends on the diameter of the crown and vice versa (Table 5.1). This interaction crown diameter (m) and position is illustrated in Table 6.3. This table shows significantly higher heights for plants outside the crown's zone of influence (3r / 2) than those under the influence (r / 2).

**Table 5.1 :** Results of the five-factor analysis of variance for sorghum plant height and fresh biomass

Source	d.f.	Plant height (m)		Fresh biomass (g / m <sup>2</sup> )	
		MS	F	MS	F
Site (S)	1	1255130.89	154.57 ***	54,164,346.36	685.15 ***
D (Crown diameter)	2	16764.68	2.06 ns	1441106.85	18.23 ***
Po (Position)	1	352,091.05	43.36 ***	12,274,456.28	155.27 ***
O (Direction)	3	6039.39	0.74 ns	728,806.50	9,22***
T (S x D x O x)	471	7701.29	0.95 ns	43630.20	0.55 ns
Po x O	3	25913.56	3.19 ns	109,639.05	1.39 ns
D x Po	2	16703.89	2.06 ***	494,438.13	6.25 **
S x D	2	193,618.25	23.84 ns	2180958.90	27.59 ***
S x Po	1	6483.13	0.80 ns	925,491.34	11.71 ***
S x O	3	16930.85	2.09 ns	803,564.92	10.16 ***
D x O	6	14614.29	1.80 ns	160270,05	2.03 ns
S x D x Po	2	23772.15	2.93 ns	192,211.23	2.43 ns
S x Po x O	3	5656.90	0.70 ns	430,744.43	5.45 **
S x Po x O	6	30103.17	3.71 ns	252,187.21	3.19 *
S x D x Po x O	12	13376.40	1.65 ns	394,856.19	4.99 ***

\* Significant difference at P = 0.05, \*\* Significant difference at P = 0.01, \*\*\* Significant difference P = 0.001, ns not significant. T: Sorghum stalk

**Table 5.2 :** Adjusted mean and standard error (se) of plant height and fresh biomass for sorghum according to the position.

Position	Outside the influence		Under the influence	
	m	se	m	se
Parameters Height (cm)	375.8	3.38	339.2	4.76
Fresh biomass (g / m <sup>2</sup> )	571.4	14.49	403.9	17.75

**Table 5.3 :** Adjusted mean and standard error (se) of plant height for sorghum (H in cm) according to the crown diameter and position.

Crown diameter (m)	Position	Height (cm)	
		m	Se
4_8	r / 2	353.66	7.66
8_10	r / 2	343.64	9.75
> 10	r / 2	351.85	11.10
4_8	3/2r	381.80	6.54
8_10	3/2r	387.64	7.10
> 10	3/2r	403.34	8.44

A description of the effects of the different interactions is presented in Figure 5.2. This figure reveals that fresh biomass per m<sup>2</sup> is greater in Tomboutou than Gounarou. Also, plants located in the shea tree's zone of influence are generally less productive than those located outside the zone. However, the crown diameter is influenced by the site: in Gounarou, the effect of the crown's width on sorghum yields is negligible while in Tomboutou, plant biomass increases with the average width of the shea tree canopy. This latter observation holds true regardless of the position of the sorghum plants and their direction relative to the tree.

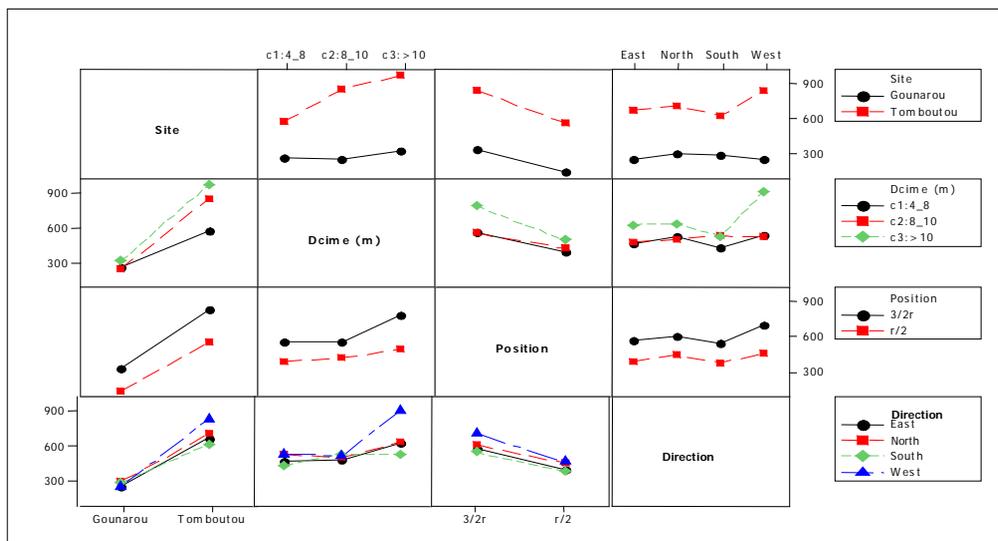


Figure 5.2 : Interaction plot for fresh biomass for sorghum

It appears sorghum plants do best when situated to the west of shea trees.

### 5.2.1 Influence of the tree crown on cotton productivity

Table 5.4 presents ANOVA results for the effects of different factors on the height of cotton plants, the number of buds and fresh biomass. This table shows that all the parameters vary significantly according to the various factors except the direction of the plants, which does not affect plant height. Table 5.5 presents the means of the various productivity criteria for cotton, according to the different positions (outside the influence and under the influence). This table shows that because of their crown, shea trees reduce cotton bud yields under canopy in shea parklands in Gounarou and Tomboutou in northern Benin. Indeed the average height of cotton plants is reduced by 6.58% under the crown’s influence, while the number of buds per plant drops 13.06% and fresh biomass reduces by 36.06%. Moreover, only the paired interactions site with crown diameter and site with plant position are significant, as well as crown diameter with direction.

**Table 5.4** : Results of five-factor analysis of variance for five plant height, number of buds and fresh biomass for cotton

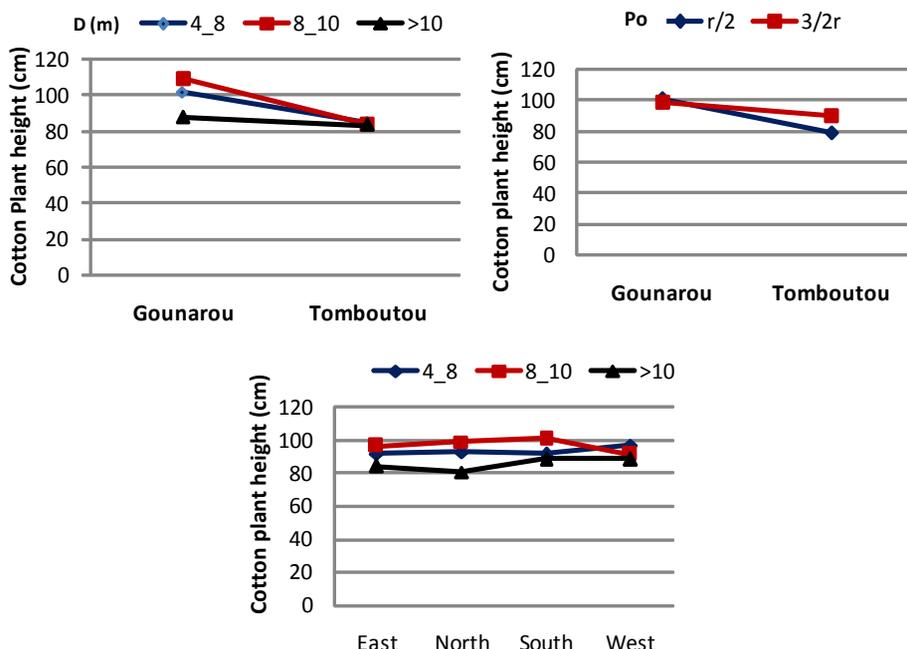
Source	d.f.	Plant height (m)		Number of buds		Fresh biomass (g/ m <sup>2</sup> )	
		MS	F	MS	F	MS	F
S (Site)	1	57313.67	143.25 ***	131.64	10.67 **	3617771.59	2591.43 ***
D (Crown diameter)	2	11014.08	27.53 ***	154.12	12.50 ***	122,701.65	87.89 ***
Po (Position)	1	4317.14	10.79 **	113.39	9.19 **	603,945.57	432.61 ***
O (Direction)	3	477.07	1.19 ns	74.39	6.03 ***	47827.33	34.26 ***
T (S * D * O * Po)	346	400.11	0.89 ns	12.33	0.85 ns	1396.05	0.38 ns
S * D	2	8943.93	22.35 ***	353.71	28.68 ***	126,210.88	90.41 ***
S * Po	1	10597.52	26.49 ***	0.99	0.08 ns	248,233.30	177.81 ***
S * O	3	890.37	2.23 ns	47.87	3.88 **	69150.29	49.53 ***
P * O	3	656.42	1.64 ns	20.64	1.67 ns	37742.14	27.03 ***
D * O	6	1310.92	3.28 **	13.55	1.10 ns	21383.55	15.32 ***
D * Po	2	23.52	0.06 ns	76.36	6.19 **	16974.32	12.16 ***
S * D * Po	2	210.28	0.53 ns	81.39	6.60 **	14425.02	10.33 ***
S * Po * O	3	689.22	1.72 ns	25.94	2.10 ns	23458.34	16.80 ***
S * D * Po * O	18	946.61	2.37 **	9.48	0.77 ns	25317.11	18.13 ***

\* Significant difference at P = 0.05, \*\* Significant difference at P = 0.01, \*\*\* Significant difference P = 0.001, ns not significant. T: Cotton stem

**Tableau 5.5 :** Adjusted mean (m) and standard error (se) for plant height and fresh biomass of sorghum according to position.

Position	Outside the influence		Under the influence	
	m	se	m	Se
Parameters	94.72	0.81	88.48	0.89
Height (cm)				
Fresh biomass (g / m <sup>2</sup> )	147.70	3.01	93.53	3.29
Number of buds	6.91	0.13	6.014	0.14

A description of the statistically significant interactions is shown in Figure 5.3. In Tomboutou, crown diameter does not have a significant effect on plant height, but the position of the plants does: cotton plants grown outside shea trees' zone of influence are significantly taller. However, in Gounarou, there is no significant effect for the position of plants. In addition, shea trees with larger crown widths (< 10 m) negatively affect the height of cotton plants. With regard to direction, a wide crown is found to negatively affect plant height, except for a western orientation, where the difference is not noticeable.



**Figure 5.3 :** Interaction plots for height of cotton plants (cm)

Figure 5.3 illustrates interactions between the different factors. This figure clearly shows the superiority of fresh biomass ( $g / m^2$ ) for cotton plants in Gounarou, regardless of the other factors. However, there is a decrease of biomass for plants with a western orientation located under the crown's zone of influence. As for the crown width, high values of biomass are associated with trees with an average crown width, regardless of the direction and position of the plants in relation to trees. In Tomboutou, though, the different crown widths have no significant effect on biomass of cotton plants.

Regarding the position of plants in relation to trees, Figure 5.4 shows that cotton plants located outside the tree canopy have higher biomass, regardless of the other factors, except in Tomboutou where the two positions result in the same average weight of biomass ( $73 g / m^2$ ).

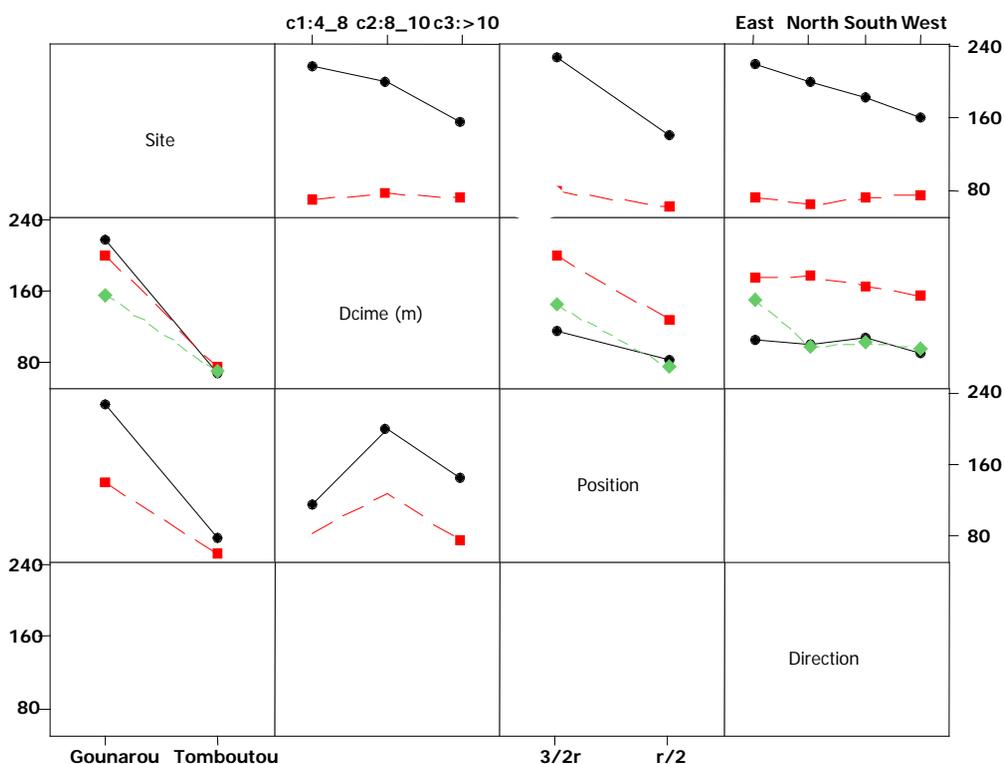


Figure 5.4 : Interaction plot for fresh biomass for cotton

## 5.3 Discussion

### 5.3.1 Comparison of sorghum and cotton productivity under and outside the shea tree crown

This study shows that the shea tree crown has a negative influence on plant height for cotton and sorghum, as well as bud yield for cotton plants. Soil type, water availability and the incidence of solar radiation are the three main factors that may explain the observed variation between cotton and sorghum plants under the canopy and outside the canopy of shea trees. Indeed, there is a marked improvement in soil moisture and soil fertility under the shea tree canopy (Zomboudré *et al.*, 2005). The rainfall is, in part, intercepted by the tree canopy and the amount of water reaching the soil under the canopy may not be sufficient, given that the tree and the underlying crop absorb more water than the crop alone (Boffa, 2000). But, the canopy also helps conserve use of soil water (Akpo, 1998), as temperatures are moderate under shea trees due to shading (Zomboudré *et al.*, 2005). The decrease in crop yields under the shea crown is therefore strongly correlated with the steady decline in light intensity and water found beneath the canopy due to shading. This may be compounded by soil compaction under trees due to animals and men standing under them during the dry season, which can increase runoff and limit the development of cotton seedlings, especially in case of no-till seeding.

Our results are consistent with those of several authors regarding the influence of trees in general and in particular the shea tree on crop yields. Indeed, Gbemavo *et al.* (2010) in an experiment conducted in the town of Kandi, Benin, found that the bud yield of cotton plants decreased by 28.46% on average under the shea tree canopy. This is double the findings in our study. The difference may be related to cultural practices or differences in the study sites. Zomboudré *et al.* (2005) notes that despite the moisture and soil fertility under tree canopy, maize production remains well below that of plants growing outside the canopy. Louppé and Ouattara (1997) in Côte d'Ivoire found that the shea tree induced losses in cotton yields (under 3 kg per tree). Similar observations were found for systems combining sorghum with locust and shea trees; yields declined considerably in plots situated under the canopy (Maiga, 1987; Kessler, 1992). In Senegal, Sarr (2001) found that the locust tree lowers the yield of groundnut pods.

The results of an analysis of seed cotton yields in *Faidherbia* parklands are more nuanced: Nine of fifteen trees had a positive effect on the crop under the tree and six had a negative effect (Libert and Eyog-Matig, 1996). This result is an overall positive effect of *Faidherbia* on cotton yields. The authors have explained this by the fact that *Faidherbia albida* has a variable effect depending on fertility of the test site; it benefits cotton in poor conditions and impedes it when conditions are better. Louppé and Ouattara (1997) in Côte d'Ivoire found that the shea tree induces very slight gains in maize and groundnuts on the most fertile plots. These authors agree that the fertility of the test site can reverse the influence of the trees. In their work on crop yields (maize, cotton,

groundnuts) under the canopy of shea trees in Burkina Faso, Diarassouba *et al.* (2008) noted that 52% of farm enterprises and 15% of peasants interviewed mentioned lower crop yields (millet, fonio, etc.) under the shea canopy. Overall, the effects of tree crop yields appear to be contradictory. The advantage of tree-crop intercropping therefore lies in maintaining soil fertility and the sustainability of farming systems (Traoré, 2003), especially since many authors have found that shea trees are excellent fertilizers thanks to their leaf biomass. Indeed, studies (Kater *et al.*, 1992; Tomlinson *et al.*, 1995) report that trees in fields have positive effects on soil fertility, and especially on levels of organic matter and nitrogen; their areas of influence represent “islands” of fertility in semi-arid zones. Similarly, the work of Bayala *et al.* (2002) in Saponé in Burkina Faso showed that mulch from shea leaves induced a 120% increase in millet grain yields and a 43% increase in its total dry matter. Shea leaves contribute to soil fertility.

## Conclusion

This study has shown that the productivity parameters for sorghum and cotton (plant height, yield and fresh biomass) are higher for plants grown outside the shea tree canopy than those under the canopy. Shea trees in parklands adversely effect crop development under the canopy. To remedy the negative influence of the shea tree canopy, it is important to plant crops that can tolerate the shade. We recommend testing chilli pepper, a very important food crop.

## Acknowledgments

The authors would like to thank the Program RIPIECSA, made possible by the French Ministry of Foreign Affairs, for funding this study.

## References

- Agbahungba G. & Depommier D., 1989, Aspects du parc à karité- neré (*Vitellaria paradoxa* Gaertn. f. *Parkia biglobosa* Jacq. Benth) dans le sud du Borgou (Benin). *Bois et Forêts des Tropiques*, 222, 41-54.
- Akpo L.E., 1998, Effet de l'arbre sur la végétation herbacée dans quelques phytocénoses au Sénégal. Variation selon un gradient climatique - *Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Naturelles* FST- UCAD, pp.133.
- Badly, C., & Stigter C.J. 1999. Agro - météorologie des cultures multiples en régions chaudes. INRA / CTA. 246 p.
- Bayala J., Teklehaimanot Z. & Ouedraogo J.S., 2002, Millet production under pruned tree crowns in a parkland system in Burkina Faso. *Agrofor. Syst*, 54, 203-214.

- Boffa J.M., 2000, Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne. *Cahier FAO Conservation*, 34, 258 p.
- Diarassouba N., Koffi E.K., N'Guessan K.A., Van Damme P., Sangare A. 2008, Connaissances locales et leur utilisation dans la gestion des parcs à karité en Côte d'Ivoire. *Afrika focus* (21), 77-96.
- Gbemavo D.S.J.C., Glèlè Kakaï R., Assogbadjo A.E., Katary A., et Gnanglè P., 2010, Effet de l'ombrage du karité sur le rendement capsulaire du coton dans les agroécosystèmes coton-karité du Nord Bénin. *Tropicultura*; 28(4): 193 – 199.
- Gnanglè P.C., 2005, Parcs à karité (*Vitellaria paradoxa*) (Gaertn. C. F.) (Sapotaceae) au Bénin: Importance socio-culturelle, caractérisations morphologique, structurale et régénération naturelle. Mémoire de DEA. Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles. UAC/FSA. 113 p.
- Kater L.J.M., Kante S. & Budelman A., 1992, Karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) associated with crops in South Mali. *Agrofor Syst*, 18, 89-106.
- Kessler J.J., 1992, The influence of karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) trees on sorghum production in Burkina Faso. *Agrofor. Syst*, 17, 97-118.
- Libert C. & Eyog-Matig O., 1996, *Faidherbia albida* et production cotonnière. in: Les Parcs à *Faidherbia*» (*Acacia albida* Parklands), *Cahiers scientifiques du Cirad-Forêt*, 12, 103-122.
- Loupe D. & Ouattara N.K., 1997, Influence du karité sur les productions agricoles du Nord de la Côte d'Ivoire. In CIRAD-Forêt. 11ème congrès forestier mondial. Synthèse «après-congrès». Montpellier: CIRAD, [10 p.] Antalya, Turquie. Congrès forestier mondial, 11, 10-13.
- Maiga A., 1987, L'arbre dans les systèmes agroforestiers traditionnels dans la province du Bazèga. Influence du karité, du néré et de *Acacia albida* sur le sorgho et le mil. Rapport de stage. Ouagadougou: IRBET/CNRST, pp.86.
- Sarr D., 2001, Importance du néré (*Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.) dans le système de culture à arachide (*Arachis hypogaea* L.) dans le terroir de la Néma en zone soudano-sahélienne (Sine-Saloum, Sénégal) – *DEA biologie végétale UCAD*, pp.37.
- Traoré KB., 2003, Le parc à karité: sa contribution à la durabilité de l'agrosystème. Cas d'une toposéquence à Konobougou (Mali-Sud). Thèse de doctorat: Sciences du sol Montpellier. CIRAD, pp. 216 p.
- Tomlinson H., Teklehaimanot Z., Traore A., & Olapade E., 1995, Soil amelioration and root symbioses of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. in West Africa. *Agroforestry Systems*, 30, 145-159.

Young A., 1986, Effects of trees on soils. In: Prinsley R.T., Swift M.J. (eds). Amelioration of soil by trees. London: Commonwealth Science Council, 10-15.

Zomboudré G., Zombré G., Ouedraogo M., Guinko S. & Macauley H.R., 2005, Réponse physiologique et productivité des cultures dans un système agroforestier traditionnel: cas du maïs (*Zea mays* L.) associé au karité (*Vitallaria paradoxa* Gaertn.) dans la zone est du Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 9 (1), 75 - 85.

# **Chapitre 6.**

## **Discussion Générale et Conclusion**

**Césaire Paul Gnanglè <sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey – Calavi, 01BP 526 Tri Postal, Cotonou, Bénin

<sup>2</sup>Laboratoire d'Etudes et des Recherches Forestières, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123, Parakou, Bénin

## Discussion Générale

La présente thèse fait le lien entre la modélisation des tendances climatiques suivant les zones climatiques du Bénin, les impacts du changement climatiques sur la gestion des parcs à karité, les perceptions locales et les stratégies d'adaptation développées par les populations.

Selon Boko *et al.* (2007), l'Afrique est l'une des régions du monde les plus vulnérables au changement du climat à cause de la mauvaise gestion des ressources naturelles liée à la pauvreté, de la faible conscience des gens, de leur faible accès à la connaissance et à une grande dépendance pour l'agriculture pluviale. Environ 70 % de la population en Afrique vivent de l'agriculture pendant que 40 % du total des exportations du continent sont des produits agricoles (Boko *et al.*, 2007). Depuis les années 1960, le record historique du climat de l'Afrique montre une augmentation de la température d'environ 0,7 °C. Une diminution de la pluviométrie sur une grande partie du Sahel (la région sud semi-aride du Sahara) et une augmentation de la pluviométrie à l'Est et au Centre de l'Afrique ont été observées (Boko *et al.*, 2007). Cette situation a impacté les secteurs très critiques tels que les ressources en eau, la production alimentaires, la santé humaine, la biodiversité et conduisant à des tendances de désertification à travers le continent (Boko *et al.*, 2007). Les conséquences du changement climatique sont donc parfaitement établies sur les écosystèmes. A travers cette étude, l'évolution des principaux facteurs climatiques entre 1960 et 2008 a révélé une augmentation significative de la température ambiante (plus de 1 °C), une diminution de la pluviométrie moyenne annuelle (5,5 mm/ an en moyenne), et du nombre moyen annuel de jours de pluie (128 jours à 80 jours) et de l'humidité relative moyenne (Gnanglè *et al.*, 2011). Ces résultats sont conformes avec ceux de Guibert *et al.* (2010) qui stipulent que l'analyse conventionnelle des séries de pluviométrie, de température et de vitesse du vent confirme l'augmentation des températures maximales et minimales mais ne permet pas la mise en évidence de l'augmentation des vents violents ni de différence dans les répartitions des pluies au nord Bénin. Il a été admis que les conséquences écologiques des prévisions des changements climatiques (Houghton *et al.*, 2001) devraient être relativement prononcées au niveau des zones de hautes latitudes et altitudes (Hall 1988 ; Maxwell 1992). Ces résultats d'études sont similaires à ceux obtenus dans le cadre de cette thèse sur les parcs à karité (Gnanglè *et al.*, 2011). En effet, selon Glèlè Kakai *et al.* (2011), les conditions climatiques de plus en plus sèches entraîneraient dans le futur une meilleure production du karité en zone soudano-guinéenne. Avec l'augmentation de la température couplée à une pluviométrie plus faible, le rendement des cultures associées peut aussi connaître une diminution du fait de la forte variabilité pluviométrique et de la réduction du nombre de jours de pluie (Gnanglè *et al.*, 2011). De même, l'augmentation de la température et de l'insolation peut être favorable à certaines cultures, mais cela peut amener à des résultats désastreux sur d'autres si elle est associée à des vents violents et à un fort déficit pluviométrique. En outre, les variations observées au niveau des variables climatiques (température, pluviométrie, vitesse du vent, humidité relative, nombre moyen annuel de jours de pluie) au Bénin ne seront

pas sans conséquence au plan microéconomique et au niveau macroéconomique. Les variations similaires de ces mêmes variables climatiques sont observées sur les mêmes périodes dans d'autres pays africains comme le Cameroun (Molua, 2008).

Il nous a paru de mettre en évidence ces phénomènes à travers une enquête de perception des changements climatiques par les populations et de vérifier si la combinaison des savoirs scientifiques et locaux permettrait de mieux cerner les détails de ces changements climatiques. Les variations observées au niveau des paramètres climatiques, surtout la température ambiante et le nombre moyen annuel de jours de pluie sont perceptibles au niveau des populations locales qui arrivent non seulement à confirmer avec beaucoup de certitude les tendances observées mais aussi à évaluer les conséquences qui en découlent.

Toutefois, la relation entre l'accroissement de la température ambiante et l'allongement de la durée des saisons sèches avec les autres événements climatiques est différemment perçue par les populations selon leurs groupes socio-culturels (Gnanglè *et al.*, 2012). Ces résultats sont similaires à ceux de Guibert *et al.* (2010) qui font généralement plus état d'une mauvaise répartition des pluies qu'une baisse tendancielle de celles-ci, certains producteurs mettant même en avant la recrudescence d'événements pluvieux excessifs. Mertz *et al.* (2009) indiquent des tendances similaires dans les réponses à une enquête au Mali et au Sénégal. La réponse des producteurs est donc plus tranchée que celle des scientifiques en la matière. Si les producteurs mettent en avant l'augmentation d'occurrence de vents violents, peu d'études scientifiques à notre connaissance s'intéressent à ce phénomène dans ces régions. Plus spécifiquement, dans la gestion des parcs à karité, les paysans perçoivent le changement climatique à travers la poche de sécheresse, le brouillard, la chute des rendements des cultures en association avec le karité, le bouleversement de la phénologie du karité et la prolifération des guis sur le karité (Gnanglè *et al.*, 2012). Face à ces menaces qui pèsent sur la survie des communautés rurales, on assiste au niveau local à des stratégies d'adaptation spontanées des producteurs pour y faire face. Les tendances observées le plus souvent varient selon les groupes ethniques, l'âge, le sexe et les activités socio-économiques des ménages (Gnanglè *et al.*, 2012). Ainsi, il est observé des stratégies d'adaptation qui se traduisent par un changement des pratiques agricoles (utilisation d'engrais minéral pour faire face aux baisses de production) et techniques culturales (semis précoces pour anticiper sur les pluies précoces à durée plus réduite qu'auparavant). Toutefois, des études antérieures (Hassan et Nhemachena, 2008) ont montré que l'âge et le sexe ne sont pas forcément les facteurs déterminant les stratégies adaptatives développées au niveau local mais plutôt l'expérience des paysans en matière d'agriculture et les capacités des ménages à avoir accès au crédit et au marché. En effet, en plus des stratégies adoptées au Bénin, il est généralement préconisé aux paysans de diversifier les cultures agricoles, d'utiliser différentes variétés plus adaptées aux variations du climat, accroître l'utilisation des techniques d'irrigation, accroître les techniques de protection des sols et de maîtrise de l'eau, combiner davantage l'agriculture et l'élevage, développer davantage des techniques de culture mixte, écourter les longueurs des périodes de culture et diversifier les activités non champêtres comme solution d'appoint (Dixon *et al.*, 2001 ; Hassan et Nhemachena,

2008). Ainsi, les paysans arriveront à réduire les dommages en adoptant des stratégies proposées (3<sup>ème</sup> Article de la thèse, soumis à la revue ACSJ).

Cependant, les résultats du modèle de régression indiquent que seul le système de culture et la diversification agricole dans les parcs à karités ont des effets significatifs sur le profit annuel du producteur. L'effet positif du système cultural confirme les avantages de l'agroforesterie. Le profit annuel est aussi significativement influencé par la superficie emblavée, les quantités totales de main-d'œuvre et de capital utilisées, le sexe du producteur et son parc à karité. L'effet significatif et positif de la superficie est attribuable au fait que les petites superficies appartiennent à des producteurs dont l'objectif principal de production est l'auto-consommation. Ces derniers ne recherchant pas un profit substantiel. Spécifiquement dans le parc à karité de Bembéréké, les exploitations agricoles du parc à karité sont rentables du point de vue du Revenu Net Moyen annuel (851629 FCFA), du Taux de Rentabilité Interne (24 %), de la Productivité Marginale (29,74 Fcfa / Ha), contre une rémunération de la main-d'œuvre négative. La valeur moyenne de l'Indice de Productivité Totale des Facteurs (PTF) de ce parc est de 1,70 et démontre son efficacité économique (3<sup>ème</sup> Article de la thèse, soumis à la revue ACSJ).

Au terme de cette étude, avons-nous la satisfaction de dire que nous avons levé la problématique ? Nous pensons que oui. Puisque :

1. Les tendances climatiques enregistrées entre 1960 et 2008 ont clairement montré leur impact sur la dégradation des parcs à karité ;
2. Les paysans perçoivent les changements climatiques et leurs perceptions sont en accord avec les tendances issues des stations climatologiques ;
3. La majorité des producteurs (70 % des paysans enquêtés) développent des stratégies d'adaptation. Le système cultural et la diversification des activités agricoles apparaissent comme les stratégies d'adaptation les plus indiquées. Ainsi, les producteurs adoptant des stratégies enregistrent un coût total moyen (FCFA) de production plus faible à l'hectare et par an avec un produit brut moyen, une marge nette moyenne et un profit annuel moyen élevés ( $1002367,5 \pm 95137$ ) contre ( $648537,5 \pm 43210$ ) pour les producteurs n'adoptant aucune des stratégies. Ces résultats peuvent éclairer les politiques et les pratiques qui affectent la gestion des parcs à karité au Bénin pour une meilleure adaptation.
4. L'étude des sources historiques pour la reconstitution des paysages végétaux nécessite un pas de temps d'au moins 50 ans contrairement aux études climatiques classiques qui nécessitent 30 ans comme l'a défini l'Organisation Météorologique Mondiale. L'étude de la dynamique des systèmes agraires des parcs à karité est une première sur la liste des études conduites sur cette thématique. C'est un précieux outil de développement.
5. Depuis la nuit des temps, les paysans ont toujours associés les arbres aux cultures pour gérer les risques climatique, agricole, environnemental et socio-économique. Mais, l'interaction arbres et culture a été toujours occultée par les agronomes car le domaine des cultures

multiples est assez complexe sous les tropiques (Badly & Stigter, 1993). Nous avons toujours posé des carrés de densité pour évaluer les rendements des cultures associés par exemple au karité sans pouvoir prendre en compte la réalité que le karité réduit les rendements des cultures dans un environnement donné. On peut dire que ce sont des biais introduits dans nos statistiques agricoles nationales. Les biométriciens, bioclimatologistes, agro-météorologistes et hydrométéorologistes etc. ... sont interpellés ici notamment pour aider les équipes de recherche développement, les ONGs impliquées dans la recherche agricole à proposer des méthodes de collecte adaptés à ces milieux particuliers. Par exemple, des paramètres tels que le rayonnement photosynthétiquement actif (PAR), l'indice de surface foliaire sont très importants dans la détermination du rendement global de ces cultures associées. Mais il faut aussi ajouter qu'il y a des difficultés d'acquisition d'appareillage de qualité pour adresser ces problèmes et surtout le renforcement de capacités des chercheurs, où aujourd'hui on y rencontre beaucoup "d'opportunisme du climat".

Cette thèse ouvre donc des perspectives intéressantes dans le cadre des négociations de Bali dont l'adaptation au changement climatique n'était pas prévue dans le Protocole de Kyoto, mais constitue actuellement l'un des quatre éléments constitutifs pour le remplacement du Protocole de Kyoto en 2012. Dans ce sens, nous évoquerons cinq pistes utiles que nous recommandons d'explorer.

1. Pour les communautés rurales, les changements climatiques sont à la base des baisses de fertilité des sols, des rendements des cultures au niveau agricole, de la prolifération des maladies, de la sécheresse, des inondations, des vents violents etc. Quand on analyse ces réponses, on note une diversité de réponses (les tendances sont soit à la hausse ou à la baisse) venant des producteurs. Ces perceptions varient selon les groupes socio-culturels, les catégories d'âge et le sexe. Cela nous amène à poser la question suivante : Comment procéder pour que les perceptions paysannes se fondent réellement sur des références scientifiques ?
2. Comment prendre en compte les coûts humains, sociaux et financiers dans les stratégies d'adaptation développées par les producteurs ?
3. Quels peuvent être les instruments économiques visant l'incitation à l'adaptation ?
4. Tester les adaptations sur les sites de recherche développement de l'INRAB en vue de mettre l'information climatique au service du développement et de la science,
5. Malheureusement, selon les producteurs, les adaptations liées aux systèmes culturels s'inscrivent plus dans le cadre de la gestion et de la conservation de la fertilité des sols (augmentation de rendement) que dans celui de la gestion des effets des changements climatiques
6. Enfin, pour une gestion plus durable des parcs à karité, il faut lever le principal obstacle lié à

la réintroduction du karité dans les champs paysans. En effet, la multiplication végétative par greffage du karité au champ devrait permettre d'identifier, de sélectionner et de reproduire des individus bons producteurs de fruits (forte quantité de noix, forte teneur en matières grasses, résistance au foreur et au gui, précocité, tardivité) et de réduire sensiblement le temps d'entrée en fructification de 20 à 4 ans (Gnanglè, 2010).

7. Malgré ces résultats intéressants, il nous paraît opportun d'évoquer quelques **limites** du document. Il s'agit de :
8. L'étude s'est plus concentrée sur le karité et a occulté le néré ; pourtant le karité et le néré sont des espèces compagnes.
9. Les unités d'observations utilisées pour conduire les études notamment dans les quatre derniers articles ne sont pas homogènes. Ce qui peut introduire des biais dans la population concernée par l'étude. Toutefois, nous sommes restés dans les zones de production du karité où les acteurs interviewés ont une très bonne connaissance et pratique de la ressource.

## Conclusion

La présente étude a permis de décrire l'évolution des principaux facteurs climatiques entre 1960 et 2008 et les perceptions locales et adaptations en matière de changements climatiques au Bénin. Le dérèglement du climat a été précisé par les données issues des stations météorologiques en accord avec celles issues des perceptions paysannes. Si au niveau de la pluviométrie certains scientifiques notent une tendance à la baisse, d'autres au contraire indiquent une tendance à la hausse. Ces dernières années, les producteurs indiquent une baisse de la quantité de pluie en général. Néanmoins scientifiques et paysans s'accordent sur une forte variabilité temporelle et spatiale de la pluviométrie. Au niveau de la température, c'est la tendance à la hausse, les scientifiques et les producteurs constatent la même chose. S'agissant du vent, beaucoup d'efforts restent à faire au niveau des chercheurs pour mesurer véritablement l'impact de cette variable climatique sur les écosystèmes notamment les parcs à karité. Les paysans ont indiqué que le vent a des conséquences assez perturbatrices pour un bon rendement du karité et des cultures associées. Comme on le voit les paysans perçoivent le changement du climat et son impact sur la productivité des parcs à karité. Ces perceptions varient suivant les niveaux de prospérité et les classes d'âge. Face à la plupart de ces perceptions, des stratégies d'adaptation ont été développées. Les résultats liés à l'adaptation des populations sont nombreux et font suggérer que les politiques gouvernementales et les stratégies en matière d'investissement doivent soutenir davantage l'éducation, l'alphabétisation fonctionnelle, l'accès au marché et au crédit agricole. Le système de warrantage doit être aussi étudié en ce moment de pénurie alimentaire. Les services de vulgarisation doivent être plus opérationnels en prenant en compte les informations sur les changements climatiques. L'adaptation face au changement climatique en particulier en faveur des fermiers défavorisés des zones vulnérables doit être envisagée. La gestion des parcs à karité est rentable du point de vue du Revenu Net Moyen annuel, du Taux de Rentabilité Interne, de la Productivité Marginale. La rémunération de la main-d'œuvre est par contre négative du fait de l'inadéquation entre superficie emblavée et le nombre d'actif agricole. S'il est démontré que les superficies emblavées par les producteurs sont des fois réfléchies, il manque surtout de main d'œuvre qualifiée pour un meilleur entretien des parcelles emblavées.

Dans le **Chapitre 2** (Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin), nous avons examiné l'évolution des facteurs climatiques entre 1960 et 2008 des trois zones climatiques du Bénin et les perceptions locales. Les résultats obtenus ont indiqué une augmentation significative de la température moyenne (plus de 1°C) dans les 3 zones et une diminution perceptible de la pluviométrie (5,5 mm/ an en moyenne) et du nombre moyen annuel de jours de pluie. Les autres résultats ont indiqué une variation des perceptions liées aux changements climatiques en fonction des catégories socio-culturelles des sujets. La même remarque a été notée en ce qui concerne les adaptations qui sont principalement les semis précoces, l'utilisation d'engrais minéral ou une non-adaptation au changement climatique.

Les perceptions et les stratégies d'adaptation liées aux changements climatiques dans la gestion des parcs à karité dépendent des niveaux de prospérité, et non de l'appartenance aux classes d'âges.

Dans le **Chapitre 3** (Perceptions locales du changement climatique et mesures d'adaptation dans la gestion des parcs à karité au Nord Bénin), nous avons analysé dans les zones soudano-guinéenne et soudanienne du Nord-Bénin les perceptions paysannes, les stratégies d'adaptation dans la gestion des parcs à karité dans un contexte de changement climatique. Les perceptions paysannes, les stratégies d'adaptation au changement climatique dans la gestion des parcs à karité ont été étudiées auprès de 120 unités de recherche selon la densité des pieds de karité et de l'importance du karité dans six villages au Nord Bénin. Une diversité de perceptions (17) liées aux changements climatiques et de stratégies d'adaptation (16) ont été identifiées. Les paysans perçoivent le changement climatique dans les parcs à karité à travers la poche de sécheresse, le brouillard, la chute des rendements des cultures en association avec le karité, le bouleversement de la phénologie du karité et la prolifération des guis sur le karité. Les stratégies d'adaptation face au changement climatique dans la gestion des parcs à karité développées par les producteurs sont relatives aux pratiques magico-religieuses, l'enlèvement de gui sur le karité, l'adaptation de nouvelles cultures en association, la protection des jeunes plants de karité et l'élagage.

Les exploitations des parcs à karité sont rentables, certaines stratégies développées sont efficaces et des politiques incitatives doivent être développées pour les soutenir.

Dans le **Chapitre 4** (Efficacité des adaptations aux changements climatiques des systèmes de production des parcs à karité au nord-Bénin), nous avons analysé la rentabilité des exploitations du parc à karité du Nord Bénin. Ces exploitations sont rentables sauf du point de vue de la quantité de la main d'œuvre. Mais, cette rentabilité est affectée par les modifications du climat. Plusieurs stratégies adaptatives sont développées comme entre autres le resemis, le relabour, les prières, les rites fétichistes, la diversification des activités génératrices de revenu et le reboisement. De toutes ces stratégies, seules les superficies emblavées, l'âge du chef de ménage, le nombre de pieds de karité/ha et la diversification des activités génératrices de revenu déterminent l'efficacité économique des exploitations agricoles. Pour soutenir ces adaptations, il faut mettre en place des politiques assez incitatives. L'amélioration des capacités adaptatives des ménages peut se faire à travers un programme qui prenne en compte le volet réduction de la vulnérabilité et le volet amélioration de la capacité d'adaptation des ménages au changement climatique.

Les changements intervenus dans la gestion des parcs à karité entre 1960 et 2010, sont-ils les seuls faits du changement climatique ?

La dynamique des systèmes agraires des parcs à karité doivent permettre de mieux cibler les actions de développement.

Dans le **Chapitre 5** (Dynamique des systèmes agraires des parcs à karité au Nord Bénin), cette étude

s'est appuyée sur la méthode d'analyse-diagnostique des systèmes agraires développée par l'UFR d'Agriculture Comparée et Développement Agricole (Mazoyer et Roudart, 1997; Sadoulet, 2001). Sur la base d'un diagnostic agraire à l'échelle de deux régions agricoles du Bénin, les villages de Kpali (Commune de Djougou) et de Tomboutou (Malanville), de conditions agro-écologiques et socio-économiques homogènes, elle a permis de repérer et d'expliquer la diversité des systèmes agraires des parcs à karité d'en analyser le fonctionnement et les changements intervenus entre les années 1960 et 2000. Les transformations intervenues dans la gestion des parcs à karité au Nord Bénin sont des changements d'échelle. Les principaux facteurs de changement sont : la réduction de la densité des pieds de karité de 23 pieds à 10 pieds à l'hectare et leur faible productivité. Les autres modifications intervenues dans le système agraire sont notamment le changement dans le début et la fin des opérations culturales, leur longueur, l'introduction de nouvelles cultures et une option d'intensification retrouvée. Les autres changements sont dus à l'innovation agricole du fait de l'avènement des projets de développement rural intégré Borgou I et Borgou II. En réalité, les changements sociaux dans les relations de travail, l'accès à la terre, à l'arbre et au foncier et du système agraire en général ne sont pas dus aux effets du changement climatique mais à la dynamique des systèmes agraires des parcs à karité au nord Bénin.

Le projet de Développement Rural Intégré du Borgou a introduit de nombreuses innovations technologiques dans le sous secteur cotonnier au Bénin. Comment le karité influence-t-il, les cultures associées comme le coton et le sorgho ?

Les cotonniers et les plants de sorgho sous couronne du karité ont de faibles paramètres de productivité. Dans le Chapitre 6 (Productivité du coton et du sorgho dans un système agroforestier à karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn) au Nord Bénin), nous avons évalué la productivité du coton et du sorgho dans le système agroforestier à karité. Les paramètres de productivité du sorgho à savoir la hauteur moyenne des plants et la biomasse fraîche moyenne sont réduites sous la couronne du karité respectivement de 10 % et de 29 %. Les cotonniers sous couronne du karité diminuent en moyenne en hauteur de 7 % comparativement à ceux hors couronne. La production capsulaire moyenne et la biomasse fraîche moyenne des plants de coton sont en baisse respectivement de 13 % et 36 % sous couronne du karité dans les parcs à karité. Cette réduction a des conséquences sur la disponibilité de résidus de récolte pour l'alimentation du bétail au Nord Bénin. Il urge de remédier à cette influence négative des couronnes des arbres de karité sur les cultures en sensibilisant les producteurs par l'intermédiaire du service national de vulgarisation. Les cultures comme l'igname, le piment qui supportent l'ombrage des arbres sous les couronnes peuvent être encouragées. A contrario, on peut labourer en dessous de la couronne des arbres et ne rien y produire. Cette façon culturelle pourra améliorer le développement et la production des arbres.

En conclusion, nous pouvons dire manifestement que la science du changement climatique a fait du chemin depuis le sommet de Rio de Janeiro (1992) et l'adoption du Protocole de Kyoto (1997). A présent, nous reconnaissons que le changement climatique et, même, dans le scénario le plus optimiste, aura des répercussions majeures sur les régions climatiques du monde et, par

conséquent sur la vie des populations en particulier les pauvres. Atténuer le changement climatique (réduction des gaz à effet de serre) ne suffit plus. Nous devons nous adapter au changement imminent à mesure qu'il survienne ou, mieux encore anticiper les changements en ayant des stratégies d'adaptation en place (Locatelli *et al.*, 2008). L'adaptation au changement climatique est l'un des quatre éléments constitutifs du Plan d'action de Bali (négociation en cours vers un cadre de référence international qui remplacera le Protocole de Kyoto en 2012). La justification de l'adaptation des écosystèmes forestiers (réduire les impacts du changement climatique sur les forêts et leur service écosystémique) et des forêts tropicales pour l'adaptation (utiliser les forêts pour aider les populations locales et la société en général à s'adapter aux changements inévitables). Selon Stern (2007), les coûts et bénéfices de l'adaptation sont difficiles à estimer en raison des incertitudes concernant les coûts des impacts du changement climatique, les mesures d'adaptation à mettre en œuvre, les coûts de ces mesures et leur contribution à réduire les impacts.

Pratiquement, il faut adopter globalement des politiques et des pratiques qui permettent de se préparer aux effets des changements climatiques et d'accepter qu'il est maintenant impossible de les éviter complètement. Ainsi, l'atténuation des effets adverses des changements climatiques sur l'agriculture et la sécurité alimentaire est vraisemblablement l'un des défis majeurs que posent ces changements du climat pour les pays et les populations en Afrique. Lever ce défi est de sécuriser la production agricole par la mise en œuvre de processus flexibles et performants d'adaptation de l'agriculture aux effets néfastes du changement climatique. A ce titre, il faut construire **une agriculture «forteresse» et performante, qui puisse résister aux chocs climatiques**. Selon l'Institut d'Applications de Vulgarisation en Sciences (IAVS), ce modèle d'agriculture doit servir de repères et caractérisé notamment par la sécurisation foncière, une main d'œuvre agricole plus qualifiée et la capacité de cette agriculture à mobiliser et à utiliser les connaissances endogènes, scientifiques et les innovations technologiques appropriées comme caractéristiques essentielles de toute agriculture à opposer à l'évolution du climat. Pour y arriver, les acteurs du secteur agricole et les gouvernements doivent mettre l'accent sur une dynamique **de changement qualitatif de comportement** de la population agricole par une intensification de l'alphabétisation fonctionnelle, un développement de l'enseignement technique agricole, la création d'universités agricoles, le renforcement de la sécurité foncière, un investissement plus durable dans le développement de la recherche et de l'innovation agricole des systèmes de vulgarisation agricole, le renforcement des capacités de transformation, de conservation et de commercialisation du secteur de l'agriculture. De même, il faut promouvoir l'alerte précoce rapide (suivi agrométéorologique des cultures), développer des variétés agricoles appropriées dont les semences doivent être disponibles aux producteurs, développer des technologies modernes adaptées et performantes de conservations des eaux et des sols, intensifier les aménagements hydro agricoles, créer des stocks agricoles de sécurité et renforcer les mécanismes de relèvement et de riposte pour le secteur agricole (crédit agricole, engrais et pesticides appropriés, assurance climatique pour l'agriculture). **Alors, comment amener les décideurs politiques à prendre ces préoccupations en compte ? Certainement par la**

**mise en place d'une interface dont l'opérationnalisation prendra encore du temps.**

Les résultats de la dynamique des systèmes agraires des parcs à karité et de l'interface karité/cultures doivent faire l'objet de fiches techniques pour que les acteurs de développement notamment le service national de vulgarisation, les ONGs, les projets de développement puissent profiter et diffuser l'application de ces résultats.

***Bibliographie***

- Boko, M. Niang, I. Nyong, A. Vogel, C. Githeko, A. Medany, M. Osman-Elasha, B. Tabo, R. and Yanda, P. 2007. Climate change: Impacts, Adaptation and Vulnerability. In: M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson, eds., *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge: Cambridge University Press, 2007), pp. 433–67.
- Locatelli B., Kanninen M, Brockhaus M., Colfer C.P. J., Murdiyarto D., Santoso H. 2008. Face à un avenir incertain, comment les forêts et les populations peuvent s'adapter au changement climatique. Regard sur la forêt N°5 CIFOR, Bogor Indonésie, 86 p. [http /www.cifor.cgiar.org](http://www.cifor.cgiar.org)
- Sadoulet D., Castella J.-C., Nam V.H., Quang D.D. 2001. Dynamiques agraires, gestion des ressources naturelles et différenciation des exploitations agricoles dans une zone de montagne du nord Vietnam. *Cahiers d'études de recherches francophones/Agricultures*. Volumes 10. Numéros 5, 307-18, Septembre – Octobre 2001. Etudes originales.
- Stern N. 2007. *The economics of climate change: the Stern review*. Cambridge. University Press. Cambridge, RU.

## Publications

### Articles publiés

**Gnanglè, P.C.**, Glèlè Kakaï, R. L., Assogbadjo, A. Ephrem., Vodounon, S. Yabi, J. A., Sokpon, N. **2011**. Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. *Climatologie*, vol. **8**, 26-40.

**Gnanglè, P.C.**, Egah, J., Baco M, N., Gbèmavo, C.D.S.J., Glèlè Kakaï, R. L., Sokpon, N. **2012**. Perceptions paysannes, stratégies d'adaptation dans la gestion des parcs à karité face au changement climatique *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **6**, 136-149.

Romain Glèlè Kakaï, T. Jean Didier Akpona, Achille E. Assogbadjo, Orou Gande´ Gaoue´, Sebastian Chakeredza, **P. Césaire Gnanglè**, Guy Apollinaire Mensah & Brice Sinsin. **2011**. Ecological adaptation of the shea butter tree (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) along climatic gradient in Benin, West Africa. *Afr. J. Ecol*, **49**, 440-449.

**Gnanglè, P.C.** **2010**. Management of shea butter in the context of climate change. *International Innovation. Disseminating science, research and technology. Environment*, 54-55.

**Gnanglè P.C.**, Glèlè Kakaï R., Oumorou M., N'djolossè K., Bonou W., Sokpon N. **2010**. Tests de croissance de jeunes plants de néré (*Parkia biglobosa*, Jack, R. Br.) en pépinière. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **4(6)**, 1939-1952.

D.S.J.C. Gbemavo, R. Glèlè Kakaï, A.E. Assogbadjo, A. Katary, **P. C. Gnanglè**. **2010**. Effet de l'ombrage du karité sur le rendement capsulaire du coton dans les agroécosystèmes coton-karité du Nord Bénin. *Tropicultura*, **28(4)**, 193-199.

**Gnanglè P. C.**, Yabi, J. A., Glèlè Kakaï, J.L.R & Sokpon. N. **2009**. Changements climatiques: Perceptions et stratégies d'adaptations des paysans face à la gestion des parcs à karité au Centre-Bénin. Communication au SIFEE 2009. Niger. [www.sifee.org/Actes/actes\\_niamey.../1\\_GNANGLE\\_comm.pdf](http://www.sifee.org/Actes/actes_niamey.../1_GNANGLE_comm.pdf)

Articles acceptés

**Gnanglè, P.C.**, Yabi, J. A., Yegbemey R. N., Sokpon, N. 2012. Efficacité des adaptations aux changements climatiques des systèmes de production des parcs à karité du nord-Bénin (Accepté à la revue ACSJ)

**Gnanglè C. P.**, Yabi J.A., A. Dassou., Yègbèmey R.N., Sokpon N. 2012. Gestion des parcs à karité pour une adaptation au changement climatique au nord Bénin. (Soumis à la revue Agronomie Africaine).

Articles soumis

**Gnanglè, P.C.**, Gbèmavo, C.D.S.J., Aïhou, K., Glèlè Kakaï, R. L., Sokpon, N. 2011. Productivity of cotton and sorghum in an agroforestry system of shea trees (*Vitellaria paradoxa*) in northern Bénin. (Accepté pour publication dans la revue "Natural Science").

Gbemavo DSJC., Glèlè Kakaï R., Assogbadjo AE., **Gnanglè C. P.**, Houinato H., Codjia JTC. 2010. Etude comparée de la structure et de la production en fruits du karité (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn) des parcs à karité-coton de la zone soudanienne au Bénin. (Soumis à Tropicultura, Index AR 3267).

Kouami N'Djolossè, Pierre Atachi, **Césaire Paul Gnanglè**. 2012. Inventory of insects associated with shea tree (*Vitellaria paradoxa*) (Sapotaceae) in central and northern Benin. *International Journal of Tropical Insect Science* Vol. 32, No 3, pp. 158-165, 2012 doi : 10.1017/S17422758412000240 © icipe 2012

Articles à soumettre

**Gnanglè P.C.**, Mongbo R., Gbèmavo C.D S J., Glèlè Kakaï R.L., Mensah G.A., Sokpon N. 2012. Dynamique systèmes agraires des parcs à karité au Nord Bénin. (A soumettre au Journal of Agrarian Change).

## Communications

**Gnanglè, C.P. 2011.** Accompagnement à l'écriture d'articles scientifique sur les résultats de recherche portant sur les interactions : climat, environnement et société en Afrique. Atelier RIPIESCA. Campus International UCAD/IRD de HANN, DAKAR/Sénégal. 9 au 23 MAI.

**Gnanglè, C. P., Gbèmavo, D.S.J.C., Dah-Dovonon, J. Z., Sokpon N. 2011.** Multiplication végétative par greffage du karité pour une adaptation aux conséquences du changement climatique. Poster présenté à l'Atelier Final du programme RIPIESCA. Prospective du réseau AMANET. Cotonou, Palais des Congrès, 18 au 21 Octobre 2011. 1p.

**Gnanglè, C. P., Gbèmavo, D.S.J.C., Dah-Dovonon, J. Z., Glèlè Kakaï R., Sokpon N. 2011.** Contribution à l'amélioration de la gestion des parcs à karité pour une adaptation au changement climatique. Atelier Final du programme RIPIESCA. Prospective du réseau AMANET. Rapport Technique Final. Cotonou, Palais des Congrès, 18 au 21 Octobre 2011. Communication orale. 12p.

**Gnanglè, C. P., Gbèmavo, D.S.J.C., Assogbadjo, A.E, Dah-Dovonon, J.Z, Glèlè Kakai, R. Sokpon N. 2011.** Production en fruits du karité (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn) dans un système agroforestier au Nord Bénin. Atelier Final du programme RIPIESCA. Prospective du réseau AMANET. Cotonou, Palais des Congrès, 18 au 21 Octobre 2011. Communication orale. 16p.

**Gnanglè, C. P., Glèlè Kakaï, R., Sokpon, N. 2009.** Changements climatiques : perception et adaptations des paysans face à la gestion des parcs à karité au Centre Bénin. Session plénière Société – Environnement-Climat Interactions. AMMA. 3<sup>rd</sup> International Conférence. Ouagadougou, 20-24 juillet 2009.

## Brevet d'invention

Titre de l'invention. Procédé pour booster la croissance de plants de Karité et la production des fruits (Processus en cours)

Nom du déposant : **GNANGLE Paul Césaire**

Nom de l'inventeur : GNANGLE Paul Césaire

Chercheurs associés : GBEMAVO Charlemagne S.J.C., Dah-Dovonon Jean Zinsou., MENSAH Guy Apollinaire & SOKPON Nestor

Thèse de Doctorat Perceptions paysannes du changement climatique, stratégies d'adaptation dans la gestion des parcs à karité au Bénin. Orientation Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles, FSA/UAC. 158 pages, 2012. Abomey-Calavi

Mémoire de DEA. *Parcs à karité (Vitellaria paradoxa) (Gaertn. C. F.) (Sapotaceae) au Bénin : Importance socio-culturelle, caractérisations morphologique, structurale et régénération naturelle*. DEA. Orientation Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles, FSA/UAC. 110 pages, 2005. Abomey-Calavi.

Mémoire de maîtrise de 3<sup>ème</sup> Cycle. Effets des facteurs agrométéorologiques sur le rendement des ignames (*Dioscorea spp*) et évolution du risque de l'antracnose dans trois zones de production au Bénin. Maîtrise de 3<sup>ème</sup> cycle en Sciences de l'Environnement. Orientation Agrométéorologie. FUL. 98 pages, 1995, Arlon/Belgique

Mémoire d'Ingénieur Agronome. Étude du fonctionnement de la jachère à palmier sur le plateau Adja. Thèse d'Ingénieur Agronome/Option Économie et Sociologie Rurale, 113 pages, 1992, FSA/UNB, Abomey-Calavi, Bénin





## Biographie de l'auteur



Adjoint Technique du Génie Rural, M. Paul Césaire Gnganglè est Agronome \$ocio-Anthropologue (Ir.) Diplômé de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi au Bénin. Il est titulaire d'un Diplôme d'Etudes Spécialisées (DES) en Sciences de l'Environnement Orientation Agrométéorologie à l'Université de Liège à Arlon et d'un Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles option Sciences Forestières, délivré par la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi.

M. Paul Césaire Gnganglè connaît bien le monde agricole du Bénin pour avoir travaillé successivement dans les domaines du génie rural, de l'horticulture, de la nutrition appliquée, de la programmation et du suivi-évaluation, de la gestion des exploitations agricoles, de l'appui aux organisations professionnelles, de la promotion de la culture du coton; de la gestion des zones humides, de la recherche développement, de l'agroforesterie et du changement climatique.

Coordonnateur du projet d'Amélioration des Systèmes d'Exploitation (PADSE) dans le Département de l'Alibori (sites de Recherche Développement de Kokey, Birni-lafia, Bensékou et Tomboutou), M. Paul Césaire Gnganglè a diagnostiqué les systèmes d'exploitation desdits sites, ce qui lui a permis de découvrir le karité et le néré sous l'impulsion du Coordonnateur National du PADSE, M. Gouton Pascal à qui il rend ici un vibrant hommage. Le chercheur a ensuite exercé au Programme de Recherche Forestière (PRF), au Centre de Recherches Agricoles du Centre (CRA-C) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) où il a coordonné le Projet Innovation Karité-Néré et Adaptation aux Changements Climatiques (INNOVKAR-ACC). Ce projet a permis de créer 4 sites de greffage du karité par multiplication végétative permettant une mise à fruit de 5 ans au lieu de 20 ans.

M. Paul Césaire Gnganglè est né le 9 juillet 1958 à Adzopé en Côte d'Ivoire. Catholique, il est marié et père de 3 enfants.