Université d'Abomey-Calavi

Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines

ECOLE DOCTORALE PLURIDISCIPLINAIRE
«Espace, Cultures et Développement»

Thèse présentée pour obtenir le Diplôme de Doctorat Unique de l'Université d'Abomey-Calavi

Option : Géographie et Dynamique des Ecosystèmes Naturels
Spécialité : Climatologie et Systèmes Agraires

ETUDE DE L'AGROFORESTERIE A BASE DE L'ANACARDIER ET DES CONTRAINTES CLIMATIQUES A SON DEVELOPPEMENT DANS LE CENTRE DU BENIN

Par

Ibouraïma YABI

Sous la direction de :

Monsieur le Professeur Michel **BOKO** *(UAC/FLASH)*
Monsieur le Professeur Brice A. **SINSIN** *(UAC/FSA)*

Soutenue publiquement le mercredi 02 juillet 2008 devant le Jury composé de :

Président	**: Bonaventure Maurice MENGHO**	Professeur titulaire, Université Marien Ngouabi de Brazzaville
Premier Rapporteur	**: Michel BOKO**	Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi
Deuxième Rapporteur	**: Brice A. SINSIN**	Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi
Premier Examinateur	**: Marie Joseph SAMBA-KIMBATA**	Professeur Titulaire, Université Marien Ngouabi de Brazzaville
Deuxième Examinateur	**: Benoît Damien N'BESSA**	Maître de Conférences, Université d'Abomey-Calavi
Troisième Examinateur	**: Gauthier BIAOU**	Maître de Conférences, Université d'Abomey-Calavi

Mention : Très Honorable avec les Félicitations des Membres du Jury à l'Unanimité

DEDICACE

A l'Immaculée Conception, ma Mère et Confidente !

SOMMAIRE

Dédicace	2
Sommaire	3
Liste des sigles et abréviations	5
Avant-propos	7
Résumé	12
Sommary	13
INTRODUCTION	14
PREMIERE PARTIE :CADRES THEORIQUE ET GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE	17
CHAPITRE PREMIER JUSTIFICATION DU SUJET, CLARIFICATION DES CONCEPTS ET REVUE DE LA LITTERATURE	18
1-1 Justification de l'étude	18
1-2 Justification du choix de la région de l'étude	22
1-3 Hypothèses de la recherche	24
1-4 Objectifs de recherche	24
1-5 Clarification des concepts utilisés	25
1-6- Revue de la littérature	29
CHAPITRE DEUXIEME DEMARCHE METHODOLOGIQUE	37
2-1 collecte des données et informations	37
2-2 Traitement des données et informations	45
CHAPITRE TROISIEME FONDEMENTS BIOPHYSIQUES ET HUMAINS DE LA PRATIQUE AGROFORESTIERE BASEE SUR L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN	58
3-1 Caractéristiques physiques du centre Bénin	58
3-2 Contexte socioéconomique dans le centre du Bénin	71
SYNTHESE DE LA PREMIERE PARTIE	79
DEUXIEME PARTIE ANALYSE DU SYSTEME AGROFRESTIER BASEE SUR L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN	80
CHAPITRE QUATRIEME : AGROFORESTERIE A BASE DE L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN	81
4-1- Présentation de l'anacardier	81
4-2 Caractéristiques fondamentales de la pratique agroforestiere à base de l'anacardier	96
CHAPITRE CINQUIEME : ASPECTS SOCIOECONOMIQUES ET	

ENVIRONNEMENTAUX DE L'AGROFORESTERIE BASEE SUR L'ANACARDIER 106
5-1 Avantages économiques et sociaux de l'agroforesterie a base de l'anacardier dans le centre du Bénin 106
5-2 impacts environnementaux de la pratique agroforestiere basée sur l'anacardier 118
5-3 Difficultés liées à l a pratique du système agroforestier base sur l'anacardier dans le centre du Bénin 128
SYNTHESEDE LA DEUXIEME PARTIE 134
TROISIEME PARTIE : CONTRAINTES CLIMATIQUES ET PRODUCTION DE L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN 135
CHAPITRE SIXIEME : CONTEXTE CLIMATIQUE ET PRODUCTION DE L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN 136
6-1 Physionomie climatique de la région d'étude 136
6-2 Dynamique climatique et production de l'anacardier 152
6-3 Relation entre les paramètres climatiques et le rendement de l'anacardier 161
CHAPITRE SEPTIEME : IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'AGROFORESTERIE A BASE DE L'ANACARDIER ET MESURES DE GESTION DURABLE 164
7-1 Connaissances sur les changements climatiques 164
7-2 Tendance climatique dans le centre du Bénin 168
7-3 Pluviométrie et température futures dans la région de l'étude 175
7-4 Vulnérabilité de l'anacardier aux changements climatiques 177
7-5 Réponses des acteurs face à la variabilité actuelle du climat 178
7-6 Propositions pour une gestion durable de l'agroforesterie à base de l'anacardier dans le centre du Bénin 180
SYNTHESE DE LA TROISIEME PARTIE 188
LIMITES DE LA RECHERCHE 189
CONCLUSION 191
BIBLIOGRAPHIE 194
LISTE DES FIGURES 216
LISTE DES PHOTOS 218
LISTE DES TABLEAUX 219
ANNEXE 221

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AJCI	:	Agence Japonaise de Coopération Internationale
BM	:	Banque Mondiale
CARDER	:	Centre d'Action Régional du Développement Rural
CBCE	:	Centre Béninois pour le Commerce Extérieur
CCI	:	Centre de Commerce International
CCL	:	Capricorn Consultants Limited
CEPAF	:	Centre d'Expertise sur les Produits Agroforestiers
CeRPA	:	Centre Régional pour la Promotion Agricole
CFDT	:	Compagnie Française de Développement des Fibres et Textiles
CIFRED	:	Centre Inter facultaire de Formation et Recherche Environnementale pour le Développement
CIRAD	:	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CIRAF	:	Centre International de Recherche en Agroforesterie
CRDI	:	Centre de Recherches pour le Développement International
CTCS	:	Caribbean Technological Consultancy Services
EDP	:	Ecole Doctorale Pluridisciplinaire
FAO	:	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FLASH	:	Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines
GTEFAB	:	Groupe de travail et d'échange sur la Filière Anacarde au Bénin
INRA	:	l'Institut National de la Recherche Agronomique
INRAB	:	Institut National des Recherches Agricoles du Bénin
INSAE	:	Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
IPCC	:	Intergovernmental Panel of Climate Change
LEA	:	Laboratoire d'Ecologie Appliquée
LECREDE	:	Laboratoire d'Etude des Climats, des Ressources en Eau et de la Dynamique des Ecosystèmes
LSSEE	:	Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement
MAEP	:	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
MDR	:	Ministère du Développement Rural
MISD	:	(Ministère de l'Intérieur, de la Sécurité et de la Décentralisation
OBEMINES		Office Béninois des Mines
ONSP	:	Office National de la Stabilisation des Prix
ORSTOM	:	Office de Recherche Scientifique d'Outre-Mer
PADSA	:	Programme d'Appui au Développement du Secteur Agricole
PADSE	:	Projet d'Amélioration et de Diversification des Systèmes d'Exploitation
PGRN	:	Projet de Gestion des Ressources Naturelles
PIP	:	Programme d'Investissement Public
PRRF	:	Projet de Restauration des Ressources Forestières
RGPH	:	Recensement Général de la Population et de l'Habitation

SATEC	:	Société d'Aide Technique et de Coopération
SEPT	:	Société d'Exportation des Produits Tropicaux
SRES	:	Special Report on Emission Scenarios
TCSNCBT	:	Technological Consultancy Services Network Cashew nut Board of Tanzania
UCP	:	Union Communale des Producteurs
UDP	:	Union Départementale des Producteurs
UICN	:	Union Mondiale pour la Nature
URF	:	Unité de Recherche Forestière

AVANT-PROPOS

Jusqu'à la moitié de la décennie 1980, l'anacardier n'avait pas encore une véritable importance économique. Il a fallu attendre les années 1990 pour que la valeur financière de la noix soit reconnue à l'arrivée au Bénin des Indopakistanais. Dès lors, les anciennes plantations reçurent des soins et au même moment, de nouvelles plantations d'anacardiers ont été développées. En effet, à partir de ce moment les producteurs l'ont attribué le nom de ''cacao du Bénin'' en référence à la richesse que procure le cacao en Côte d'Ivoire.

Fils de paysan (producteur d'anacardiers), je me souviens que la vente des noix m'a aidé durant mes études (achat de fournitures scolaires supplémentaires, payement des frais des travaux dirigés, de photocopies, etc.). Je me rappelle également que les murs de la plupart des habitations de mon village ont été crépis pour la première fois grâce aux ressources issues de la vente des noix d'anacardier. Je sais aussi que la fête de Pâques est plus animée dans la région d'étude parce qu'elle coïncide avec la période de la vente des noix d'anacardier. Rien que sous ces aspects, je ne peux qu'être sensible à tous les travaux de recherche qui portent sur l'anacardier. Le choix de la présente étude tient probablement ses origines de cette raison.

Par ailleurs, l'époque contemporaine est caractérisée par des défis environnementaux en général et la gestion durable des espaces agricoles en particulier dans les pays en développement. Les pratiques culturales qui ont cours favorisent ou accélèrent la dégradation, parfois irréversible des écosystèmes naturels. Face à cette tendance inquiétante, la promotion des pratiques stabilisatrices et moins dégradantes des écosystèmes naturels mises en œuvre par les paysans est devenue un enjeu important pour les communautés humaines. L'agroforesterie à base de l'anacardier de plus en plus pratiquée par les cultivateurs de la région d'étude, semble répondre à cet objectif. Le souci de mieux appréhender cette nouvelle forme de gestion de l'espace agricole justifie aussi ce travail.

En outre, les mauvaises récoltes de noix qui survenaient quelques années, sont souvent par les populations attribuées aux faits climatiques. J'ai eu aussi la chance de collaborer avec des personnes qui m'ont appris à ne pas négliger le facteur climatique, surtout dans toute planification agricole, étant donné qu'il constitue le

paramètre le plus fluctuant. L'intégration des contraintes climatiques dans cette recherche se justifie par cette raison surtout que les questions sur les changements climatiques suscitent aussi beaucoup d'inquiétudes dans le rang des spécialistes et des décideurs.

Mais, la présente recherche demeurerait un vœu pieux, n'eût été le soutien et l'assistance des uns et des autres.

Chers Professeurs, « *qui a planté un arbre n'a pas vécu inutilement*» dit un proverbe amérindien. En acceptant d'encadrer cette thèse vous me plantez à la suite d'autres, au sein de la communauté scientifique. Je promets de faire tout ce qui est de ma possibilité pour porter des fruits.

Monsieur le Professeur BOKO Michel, chef du Laboratoire de Climatologie de l'Université d'Abomey-Calavi, vous avez accepté de diriger cette recherche malgré vos nombreuses occupations scientifiques et administratives. Vous avez été pour moi, Monsieur le Professeur, plus qu'un directeur, un père exigent et surtout compréhensif. Ainsi, j'ai bénéficié de toutes les commodités possibles dans la conduite de cette recherche. Les mots me manquent en cette circonstance, pour vous exprimer les sentiments de mon cœur. Je vous prie tout simplement d'accepter mes profonds et sincères remerciements.

Monsieur le Professeur SINSIN Brice, chef du Laboratoire d'Ecologie Appliquée de l'Université d'Abomey-Calavi, vous avez accepté de codiriger ce travail malgré votre agenda suffisamment chargé. Je me souviens Monsieur le Professeur, de vos conseils et contributions dans la conduite de cette recherche. Je n'ai pas oublié non plus vos soutiens, encouragements et interpellations qui m'ont galvanisé. Qu'il vous plaise d'accepter l'expression de ma profonde gratitude.

Je remercie également Monsieur le Professeur MENGHO Bonaventure Maurice, Professeur Titulaire à l'Université Marien Ngouabi de Brazzaville (République du Congo) qui, grâce à un examen minutieux et détaillé, a contribué largement à l'amélioration de cette thèse. Merci également cher professeur, pour avoir accepté de présider le jury de soutenance de cette thèse.

J’exprime aussi mes remerciements à Monsieur le Professeur SAMBA KIMBATA Marie Joseph Professeur Titulaire à l’Université Marien Ngouabi de Brazzaville (République du Congo), pour toutes ses critiques, ses observations et ses suggestions qui ont concouru à l’amélioration de cette thèse. Cher professeur, veuillez trouver également ici l’expression de ma profonde gratitude pour avoir accepté d’examiner et de juger la présente thèse malgré votre agenda suffisamment chargé.

Je dis merci aussi à Monsieur le Professeur N’BESSA Benoît Damien, Maître de Conférences à l’Université d’Abomey-Calavi (République du Bénin), qui m’a aidé par ses soutiens, conseils et encouragements. Monsieur le professeur, je vous prie d’accepter ma profonde reconnaissance pour vos contributions qui ont aidé à l’amélioration de la qualité de cette thèse et pour avoir accepté d’examiner et de juger ce travail.

J’exprime ma profonde gratitude à Monsieur le Professeur BIAOU Gauthier, maître de conférences à l’Université d’Abomey-Calavi (République du Bénin), de qui j’ai bénéficié des conseils et soutiens multiples dans la conduite de cette recherche. Merci également pour avoir accepté d’examiner et de juger cette thèse.

Mes mots de reconnaissance vont également aux producteurs d’anacardiers qui ont bien voulu, avec générosité et une ouverture d’esprit parfois déconcertante, partagé avec moi les informations sur les thématiques abordées lors des entretiens. Mon souhait est que ce travail contribue, d’une manière ou d’une autre, à amoindrir leurs difficultés.

Aux personnels de l’INRAB, des CeRPA, des services des Eaux et Forêts, je dis merci pour leurs remarques et soutiens multiformes.

Mes remerciements vont aussi à l’endroit de tous les Professeurs de l’Ecole Doctorale Pluridisciplinaire (EDP) de l’Université d’Abomey-Calavi, qui ont contribué à ma formation.

J’exprime ma profonde reconnaissance à Monsieur HOUSSOU Christophe, Vice-Doyen de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH) de l’Université

d’Abomey-Calavi pour les conseils et soutiens dont j’ai bénéficié dans le cadre de ce travail.

A Monsieur AFOUDA Fulgence, j’exprime ma profonde gratitude pour tout.

Que Monsieur ADAM Sikirou reçoive l’expression de ma reconnaissance pour ses conseils et soutiens.

J’exprime mes sincères remerciements à Monsieur IGUE Akanni Mamoud, Doyen de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH) de l’Université d’Abomey-Calavi pour ses encouragements et ses soutiens.

A Monsieur ISSA Mama-Sani, je témoigne ma gratitude pour les conseils et soutiens dont j’ai bénéficié.

Qu’il plaise à Monsieur OGOUWALE Euloge d’accepter l’expression de ma reconnaissance pour les contributions scientifiques et les soutiens dont j’ai bénéficiés.

A Monsieur ZANNOU Afio, qui a accepté d’apporter ses contributions scientifiques, j’exprime ma profonde gratitude.

A Monsieur TOTIN V. S. Henri, j’exprime ma gratitude pour avoir partagé avec moi des moments difficiles et pour ses contributions diverses.

Que Monsieur ATINDOGBE Gilbert accepte l’expression de ma reconnaissance pour son assistance remarquable lors des traitements statistiques des données et informations.

Je tiens à adresser mes remerciements à Messieurs AMOUSSOU Ernest, ETENE Cyr Gervais, SEYIGONA Zachari, EDEA Emile, qui ont partagé avec moi des moments de peine et de joie au cours de ce travail.

Que Messieurs YABI Raoul et LOKONHOUNOUDE Maxime acceptent l’expression de ma profonde reconnaissance pour leur assistance et soutien notamment au cours des travaux de terrain.

J’adresse ma reconnaissance à tous les enseignants du Département de Géographie notamment Messieurs OKIOH Léon, HOUNDAGBA C. Jean, TCHIBOZO H. C. François, TOHOZIN Yves Antoine, HOUNDENOU G. Constant, NOUKPO N. Agossou, VISSIN W. Expédit, AKPAKI A. Joseph, TENTE A. Brice, GUEDEGBE D. Odile, ODOULAMI Léocadie, etc.

Que tous les chercheurs du LECREDE trouvent ici l’expression de mes profonds remerciements pour les soutiens de toutes sortes dont j’ai bénéficié de leur part.

J’adresse mes remerciements à Messieurs OGOUWALE Romaric, DONOU Blaise, WOKOU Guy, ASSOUNI Janvier, pour leur appui et contribution.

A tous mes amis étudiants qui m’ont aidé de quelque manière que ce soit, j’exprime ma sincère reconnaissance.

Que Mesdames d’OLIVERA Elisabeth et DAKPOGAN Gisèle acceptent l’expression des mes remerciements filiaux pour leur soutien au cours de la conduite de ce travail.

Aux aumôniers de la Communauté des Etudiants Catholiques du Bénin, particulièrement le Frère KPONYO Cyrille, j’exprime ma profonde gratitude pour les aides et encouragements.

Que Monsieur TOSSOU Samuel et son épouse reçoivent l’expression de ma profonde reconnaissance pour le soutien qu’ils m’ont accordé.

A tous mes parents, frères et amis, qui ont consenti des sacrifices dans le cadre de la réalisation de ce travail, j’exprime mes sincères remerciements. Je salue particulièrement la mémoire de ceux qui ne sont plus de ce monde.

Il y a, assurément, encore des personnes qui méritent d’être citées ici, qu’elles reçoivent mes gratitudes pour tout !

Résumé

La présente recherche décrit et analyse la pratique de l'agroforesterie à base de l'anacardier et aborde les différentes contraintes climatiques au développement de cette nouvelle forme de gestion des espaces culturaux dans le Centre du Bénin.

Les investigations en milieux réels appuyées par l'analyse statistique de même que les estimations empiriques, ont aidé à apprécier les atouts et opportunités de la pratique agroforestière sur les plans économique, social et écologique. De plus, la variabilité interannuelle des principaux paramètres climatiques durant la période 1971-2000 est analysée en comparaison avec les seuils écologiques de l'anacardier. Aussi, la méthode par analogie et les projections statistiques ont permis de décrire le contexte climatique de la région d'étude à l'horizon 2050 et d'évaluer la vulnérabilité de l'anacardier face à un climat modifié.

Les résultats attestent que la reprise du prix des noix d'anacardier sur le marché international depuis les années 1990 et les difficultés actuelles que connaît la filière coton, ont favorisé l'engouement des cultivateurs pour la culture de l'anacardier en association avec les cultures annuelles.

En plus de son utilité socioéconomique (gains financiers, création d'emplois, etc.), la pratique agroforestière stabilise le producteur sur la même superficie culturale pendant 5 à 7 années et permet de protéger les terres contre les intempéries notamment l'érosion, répondant ainsi au principe de durabilité environnementale.

L'indice de stress agroclimatique et le total pluviométrique bimensuel (septembre et octobre) sont les deux variables qui influencent de façon significative le rendement de l'anacardier dans la région d'étude. A l'horizon 2050, le stress agroclimatique augmentera (de 13 à 17 %), Dans le même temps, les totaux pluviométriques bimensuels baisseront. Une telle tendance engendrait une perte de rendement comprise entre 15 et 23 % par rapport au niveau actuel.

Mots clés : Centre du Bénin, agroforesterie, anacardier, contraintes climatiques, gestion durable

Summary

This research described and analyzed the practice of the agroforestery containing the cashew tree and approaches the various climatic constraints with the development of this new form of management of farming spaces in the Center of the Bénin.

The socioeconomics investigations supported by the descriptive and analytical statistics just as the empirical estimates, helped to appreciate the assets and appropriatenesses of the practice agroforestery from the points of view economic, social and ecological. Moreover, the variability of the principal climatic parameters during the period 1971-2000 is analyzed in comparison with the ecological thresholds of the cashew tree. Also, the statistical, analogy method and projections made it possible to describe the climatic context of the area of study by 2050 within the framework of the awaited climatic changes, and to evaluate the vulnerability of the cashew tree towards a modified climate.

The results attest that the resumption of the price of nuts of cashew tree on the international market since the current years 1990 and difficulties that the die cotton, supported the passion of the farmers for the culture of the cashew tree in partnership with the annual cultures.

In addition to its socio-economic utility (financial profits, creation of jobs, etc), the practice agroforestery stabilizes the producer on the same farming surface during 5 to 7 years and makes it possible to protect the grounds against the bad weather, thus answering the principle of environmental durability.

The index of stress agroclimatic and the semi-monthly pluviometric total (September and October) are the two variables which influence to a significant degree the output of the cashew tree in the area of study.In the horizon 2050, the stress agroclimatic will increase (from 13 to 17 %). Such a tendency generated a loss of output ranging between 15 and 23 % compared to the current level.

Key words : Center of Benin, agroforestery, cashew tree, climatic constraints, durable management

INTRODUCTION

Malgré les engagements pris à Rio en 1992 par la communauté internationale, les défis liés à l'environnement et au développement (pression sur les ressources naturelles, réduction de la pauvreté et réorientation des modes de production et de consommation) dans le secteur agricole et pour les populations rurales, restent presque entiers, notamment dans les pays sous-développés (CIRAD, 2001).

Déjà à la fin de la décennie 1980, le concept d'Agriculture et de Développement Rural Durable (ADRD) est forgé en réponse à une prise de conscience de plus en plus forte sur le fait que les politiques et programmes d'agriculture nationaux et internationaux doivent englober une grande variété de questions économiques, environnementales et socioculturelles, en plus des domaines traditionnels de productivité agricole et de sécurité alimentaire.

En Afrique de l'Ouest, plus de 65 % de la population est rurale et dépend directement des ressources naturelles comme moyen de subsistance. Dépourvue de moyens lui permettant de développer des actions de restauration de l'environnement, limitée dans ses capacités à trouver des moyens de subsistance alternatifs ou à se procurer d'autres sources de revenus, c'est cette même population rurale qui supporte en aval une grande partie des coûts liés à la dégradation de l'environnement (FAO, 1991). La dégradation de l'environnement apparaît comme une question purement écologique est bien aussi une question économique (UICN, 2003).

A la dégradation des ressources naturelles s'ajoutent les vicissitudes climatiques (variabilité/changement climatique) qui se sont exacerbées ces dernières années et qui hypothèquent le développement agricole de ces pays à agriculture fondamentalement pluviale (IPCC, 2001).

Le Bénin en général et le Centre du Bénin en particulier, ne sont pas en marge de la tendance environnementale décrite supra. Pour freiner cette tendance inquiétante, la définition de politiques de développement durable, efficientes et qui tiennent compte du contexte local, est devenue une nécessité vitale, au risque de compromettre le potentiel productif des générations présentes et surtout futures (Biaou, 1995). Il est

envisagé, entre autres stratégies, la diversification agricole par la plantation des essences forestières et des plantes pérennes afin de réhabiliter les terrains dégradés (MAEP, 2001).

Dans le Centre du Bénin, le paysage agraire se particularise aujourd'hui par le développement de l'agroforesterie avec l'association des cultures annuelles ou saisonnières à l'anacardier (qui est une plante pérenne) dans la même superficie culturale. Cette agroforesterie traditionnelle basée sur l'anacardier fait partie des habitudes culturales des paysans depuis la fin des années 80 où la noix d'anacardier a repris une valeur économique au Bénin. Il s'agit là d'une pratique agricole qui marque une dynamique dans la manière de gérer les espaces agricoles. Bien que traditionnelle, cette pratique s'inscrit dans la logique d'une agriculture durable. En effet, dans la plupart des régions tropicales, les arbres et les cultures agricoles donnent en général les meilleurs résultats lorsqu'ils sont en association tout en préservant les composantes écologiques (CEPAF, 2005). La durabilité d'une telle pratique suppose un accompagnement, sinon un appui aux paysans, de la part des pouvoirs publics et des institutions de recherche. Il est donc utile de chercher à mieux appréhender la pratique de l'agroforesterie, d'en ressortir les avantages, notamment écologiques, d'identifier les faiblesses et/ou difficultés et de proposer des stratégies dans le sens du développement agricole durable. La présente recherche intitulée : ‘’*Etude de l'agroforesterie à base de l'anacardier et des contraintes climatiques à son développement dans le Centre du Bénin*'', s'inscrit dans ce cadre.

Le développement du présent travail est fait suivant trois principaux centres d'intérêts.

La première partie est consacrée à l'analyse du cadre théorique et à la description du contexte géographique de la région d'étude. Ainsi, après la revue de la littérature et la problématique, le premier chapitre définit les concepts clés utilisés. Le deuxième chapitre expose les grandes lignes de la démarche méthodologique. En ce qui concerne le troisième chapitre, il décrit le Centre du Bénin du point de vue des principales caractéristiques physiques et humaines, fondements du développement de l'agroforesterie.

La deuxième partie est consacrée à l'analyse de l'agroforesterie basée sur l'anacardier telle que pratiquée par les cultivateurs du Centre du Bénin. Ainsi, le quatrième chapitre est consacré la description de ladite pratique tandis que le cinquième chapitre en identifie les incidences socioéconomiques et environnementales.

La troisième partie traite des contraintes climatiques sur la culture de l'anacardier. Ainsi, après avoir examiné la variabilité actuelle du climat dans le Centre du Bénin, le sixième chapitre analyse son influence sur le rendement de l'anacardier au regard de ses exigences climatiques. Le septième chapitre projette le contexte climatique de la région d'étude à l'horizon 2050. L'effet possible des modifications climatiques sur la culture de l'anacardier est ensuite analysé. Enfin, des mesures de gestion durable de l'agroforesterie basée sur l'anacardier sont proposées en intégrant les atouts et limites actuels pour un développement de cette pratique agricole.

PREMIERE PARTIE

CADRES THEORIQUE ET GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

CHAPITRE PREMIER

JUSTIFICATION DU SUJET, CLARIFICATION DES CONCEPTS ET REVUE DE LA LITTERATURE

1-1 JUSTIFICATION DE L'ETUDE

L'agriculture demeure la base de l'économie béninoise (FAO, 1992). En effet, non seulement le secteur agricole constitue la principale source de l'alimentation des populations, mais également, elle emploie environ 56 % de la population active, contribue pour environ 40 % au PIB et procure 60 % des recettes d'exportation (INRAB, 1995).

Mais, cette agriculture demeure traditionnelle dans la plupart des régions du Bénin (MAEP, 2001). La technique reste la culture itinérante et extensive. Elle consiste à défricher un lopin de terre de superficie variable, en abattant et en brûlant la plus grande partie de la végétation, dans les forêts primaires ou secondaires et les savanes boisées (Biaou, 1995). Dans ces conditions, les forêts reculent et la savanisation s'intensifie en raison principalement des activités anthropiques qui se révèlent très dégradantes pour les écosystèmes naturels. Mama et Houndagba (1991) ont estimé que 10 000 hectares de végétation naturelle sont détruits chaque année au Bénin du fait des défrichements agricoles et Sinsin (1994) montre que même les espaces protégés (telles que les forêts classées) sont aussi fortement menacés par les activités socioéconomiques des populations riveraines.

A cette allure, le Bénin court certainement vers une catastrophe écologique due à la disparition des écosystèmes naturels et ses corollaires que sont : l'accélération de l'érosion des sols, la régression de la biodiversité végétale, le comblement des cours et plans d'eau, etc. En outre, la dégradation de l'environnement risque de provoquer des disfonctionnements du système socio-économique. En effet, l'érosion et l'épuisement des sols engendreront la baisse de la productivité des cultures annuelles et pérennes (Torquebiau et *al*., 1997). Dans un tel contexte, l'aggravation de la pauvreté peut accélérer un exode rural massif, favorisant une rurbanisation accélérée aux conséquences complexes (Arlaud et *al*., 1997).

Dans le Centre du Bénin, la tendance environnementale n'est guère rassurante. Cette partie du Bénin constitue en effet, une région d'accueil pour les migrants agricoles venus du sud et du nord en quête de terres de cultures (Gbaguidi, 1999 ; Oloukoï, 2004). En raison de la disponibilité des terres et des conditions écologiques actuellement favorables à l'agriculture, cette région constitue un pôle d'attraction pour les populations paysannes. Dès lors, cette région connaît une forte migration (Essouman, 1991), ce qui justifie que la pression sur les ressources naturelles s'accroît à un rythme accéléré, surtout que la technique culturale pratiquée est souvent très désastreuse pour les écosystèmes naturels.

Dès lors, il est indispensable de penser à la mise en place d'un système agricole durale. Un tel système suppose l'aménagement et la conservation du capital en ressources naturelles ainsi qu'une orientation des progrès techniques et institutionnels propres à garantir la satisfaction continue des besoins des générations présentes et futures (Martin et *al*., 1998). Ce système durable permettrait la conservation des ressources en terre et en eau et des ressources génétiques végétales et animales, en vue de garantir ‘'un environnement économiquement viable et socialement acceptable'' (FAO, 2001). Le développement durable est un défi majeur que les différents acteurs du monde agricole au Bénin doivent relever pour atteindre le point 7 des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), qui vise à assurer la durabilité des ressources environnementales.

C'est dans ce contexte que se développe de plus en plus une technique culturale où les paysans associent sur la même exploitation agricole l'anacardier (culture pérenne) aux cultures vivrières saisonnières (comme le maïs, le manioc, le niébé, etc.). Cette nouvelle forme d'occupation du sol répond à une préoccupation économique au niveau tant des paysans qu'à celui de l'Etat. La vente des noix d'anacardiers permet aux cultivateurs d'accroître de manière substantielle leurs revenus financiers et génère des devises supplémentaires à l'Etat. En 2000, les noix d'anacardier ont représenté le deuxième produit d'exportation après le coton (Tandjiékpon, 2005). Cette culture répond, par ailleurs, à la politique de diversification des produits d'exportation entreprise par le Gouvernement béninois depuis que la filière coton connaît des difficultés. Mais, au delà du gain monétaire, cette forme d'association culturale dans sa pratique actuelle par les paysans, permet

de récupérer les terres fragiles et moins fertiles (INRAB, 2005). En effet, le développement d'une telle pratique garantit la production des noix d'anacardier, la promotion des cultures annuelles associées, la promotion des espèces de grande consommation, contribuant à l'amélioration de la sécurité alimentaire des populations (INRAB, 2005). La pratique agroforestière basée sur l'anacardier semble donc constituer une alternative à la culture itinérante plus désastreuse pour l'environnement. Somme toute, en dehors de l'utilité pécuniaire, ladite pratique offre des avantages écologiques et paraît constituer un système agricole durable qui mérite donc d'être développé et vulgarisé.

Au Centre du Bénin, la pratique entre déjà dans les habitudes culturales des paysans. Ainsi, la quasi totalité des exploitants agricoles qui disposent des terres en propriété ont des plantations d'anacardiers sur leur exploitation (INRAB, 1996). Plusieurs facteurs dont la disponibilité des terres agricoles, ajoutée aux conditions écologiques globalement favorables à la culture de l'anacardier, favorisent la pratique agroforestière à base de cette espèce fruitière.

Cependant, pour donner de meilleurs rendements et des récoltes importantes et saines, l'anacardier a besoin, entre autres, de conditions écologiques favorables. Du point de vue climatique, il y a des seuils pluviométriques et thermométriques en dehors desquels la productivité de l'anacardier est suffisamment compromise (Goujon et *al*., 1973). Or, tout ce qui compromet son rendement hypothèque l'avenir de la pratique de ce type d'agroforesterie.

Le Bénin, comme la plupart des pays tropicaux, connaît depuis les trois dernières décennies une tendance climatique marquée par des irrégularités saisonnières, une diminution des hauteurs de pluie et une réduction des nombres de jours pluvieux (Bokonon-Ganta, 1987, Boko, 1988 ; Afouda, 1990). Dans un contexte d'agriculture pluviale, une telle tendance aura probablement des répercussions négatives sur la culture de l'anacardier et sur la durabilité du système agroforestier.

Le Centre du Bénin correspond à la région de transition entre le climat subéquatorial au sud et le climat soudanien au nord. De ce fait, le secteur présente des caractéristiques météorologiques intermédiaires entre deux types de climat, ce qui l'expose davantage à une fragilité climatique (LECREDE, 1996). Il paraît donc

opportun d'analyser les conditions climatiques actuelles qui prévalent dans la région d'étude et de les confronter aux exigences bioclimatiques de l'anacardier.

C'est dans ce contexte climatiquement difficile pour l'agroforesterie que s'annoncent à l'horizon des changements climatiques essentiellement engendrés par l'accroissement continu des gaz à effet de serre dans l'atmosphère (IPCC, 2001 ; 2007). Plusieurs scénarii prévoient un réchauffement global de la terre, (une augmentation de l'ordre de 2,5 à 4°C d'ici l'an 2050). Ce changement se manifestera probablement par une diminution des hauteurs annuelles de pluies et une augmentation des températures moyennes (de l'ordre de 2,4 à 5°C) sous nos latitudes. Une telle hausse serait la plus importante de toutes celles survenues au cours des dix derniers millénaires (IPCC, 1997). Cette tendance aurait des incidences sensibles sur l'environnement biophysique et sur les systèmes directement ou indirectement dépendant dudit environnement (Ogouwalé, 2004 ; 2006). Dans ces conditions, les valeurs de l'évapotranspiration vont s'accroître tandis qu'il y aura une perte accrue d'humidité par les plantes et le sol. Dès lors, les conditions écologiques de développement de l'anacardier seront certainement compromises. Certes, des incertitudes subsistent en ce qui concerne l'ampleur et les impacts réels des changements climatiques, mais les espèces végétales ne sont pas équipées pour s'adapter rapidement aux changements environnementaux (IPCC, 2000).

La prévision des changements et de leurs conséquences sur la culture de l'anacardier au Bénin semble constituée un défi qu'il va falloir relever. Elle aidera en effet à l'élaboration de stratégies qui ne soient pas simplement réactives mais proactives.

Les recherches réalisées sur la culture de l'anacardier au Bénin ont porté essentiellement sur les aspects techniques, commerciales et socioéconomiques (Singbo, 2005 ; Oloukoï, 2004 ; PRRF, 2000 ; Gagnon, 1999 ; Gonni, 2002 ; MDR, 1999 ; INRAB, 1995, 1999 et 2005, etc.).

La présente recherche aborde les aspects agroforestiers et l'influence des aléas climatiques sur la production de l'anacardier. Autrement dit, comment se pratique la

technique agroforestière au Centre du Bénin ? Comment les aléas climatiques affectent-ils le rendement de l'anacardier dans le Centre du Bénin ?
Quels seraient les impacts possibles des changements climatiques attendus sur la culture de l'anacardier dans la région d'étude ?
C'est pour apporter des approches de réponses à ces questions que la recherche portant sur ''*Etude de l'agroforesterie à base de l'anacardier et des contraintes climatiques à son développement dans le Centre du Bénin''* est réalisée.

1-2 JUSTIFICATION DU CHOIX DE LA REGION DE L'ETUDE

La région d'étude est située dans la partie centrale du Bénin, précisément entre 7°30 et 9°30N d'une part, et 1°30 et 3°E d'autre part. Elle s'étend sur une superficie évaluée à 28 566 km^2. Du point de vue administratif, il comprend les Communes de Dassa-Zoumè, Savalou, Bantè, Glazoué, Savè, Ouèssè, Tchaourou, Parakou et Bassila (figure 1).

Le choix de cette région du Bénin est fondé sur le fait que l'INRAB (1995), a retenu comme secteurs favorables ou très favorables à la culture de l'anacardier les entités territoriales qui la composent.

En outre, la terre agricole y est encore disponible (la densité est faible par rapport au sud Bénin) de sorte que les paysans peuvent encore cultiver autant d'hectares d'anacardier qu'ils le désirent, selon leur capacité de production.

De plus, une pré enquête effectuée a montré que le système agroforestier basé sur l'anacardier fait désormais partie des habitudes culturales des cultivateurs du Centre du Bénin. En effet, l'observation du paysage agraire montre une forte présence des superficies agroforestières basées sur l'anacardier dans cette région du Bénin.

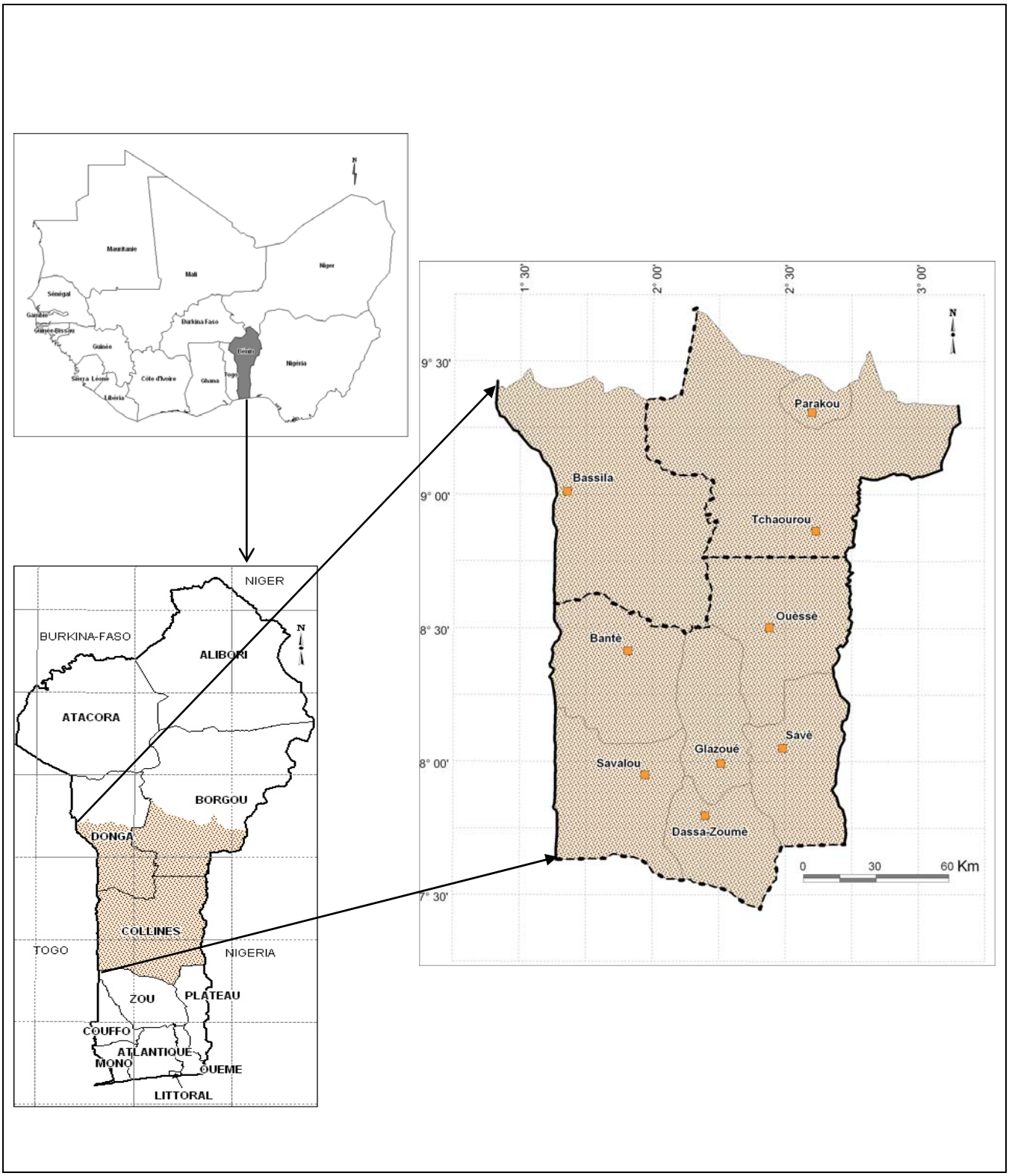


Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude

1-3 HYPOTHESES DE TRAVAIL

Pour conduire cette recherche, les hypothèses suivantes ont été formulées :

- La pratique agroforestière présente des avantages socioéconomiques et environnementales dans la région de l'étude ;
- les contraintes climatiques affectent le rendement de l'anacardier et compromettent la pratique agroforestière à base de l'anacardier dans le Centre du Bénin ;
- il existe des mesures de mitigation et/ou d'adaptation en vue d'une gestion durable de l'agroforesterie à base de l'anacardier dans la région d'étude ;

1-4 OBJECTIFS DE RECHERCHE

L'objectif global est de contribuer à une meilleure connaissance et au développement de la pratique agroforestière basée sur l'anacardier au Bénin.

De façon spécifique il s'est agit de :

- ✓ examiner les incidences environnementales et socioéconomiques de ladite pratique dans la région d'étude ;
- ✓ identifier les contraintes liées à la variabilité climatique sur la production de l'anacardier dans le Centre du Bénin ;
- ✓ évaluer les impacts des modifications climatiques attendues à l'horizon 2050 sur la production de l'anacardier ;
- ✓ proposer des mesures de mitigation ou d'adaptation pou une gestion durable de la pratique agroforestière à base de l'anacardier au regard des contextes socioéconomiques et des tendances climatiques.

L'atteinte des objectifs ci-dessus a nécessité l'élaboration d'une démarche méthodologique conséquente. Mais avant, il convient de clarifier les notions importantes employées.

1-5 CLARIFICATION DES CONCEPTS

Pour faciliter la lecture de cette thèse, les concepts clés utilisés ont été définis. Ces concepts sont définis en partant le langage admis par la communauté scientifique international et en tenant principalement compte des spécificités de la présente recherche.

1-5-1 Agroforesterie

Plusieurs auteurs ont abordé ce concept en lui attribuant, selon les contextes, des définitions diverses mais qui, somme toute, se complètent.

Prise comme une **discipline scientifique**, l'agroforesterie a pour objet l'étude de l'ensemble de pratiques culturales combinant l'agriculture et la foresterie (CEPAF, 2005) ou encore '' l'étude des interfaces et de leurs variations dans le temps et dans l'espace entre les végétaux ligneux et d'autres productions du sol, animales et /ou végétales'' (Baumer, 1990). En tant que telle, elle tient de la foresterie ; elle tient en outre de l'agronomie (en ce sens qu'elle traite également de techniques de production agricole au sens large). Mais Lundgren et *al*. (1992), a estimé que l'agroforesterie traite aussi des systèmes de production, qui la rattache à de multiples disciplines comme l'économie rurale, la géographie et même la sociologie. Dans ce sens, l'auteur a conclu qu'une discipline ne peut être qualifiée d'agroforesterie que dans la mesure où son objet d'étude présente les caractères suivants :

- un système cultural qui implique au moins deux espèces vivantes dont au moins un ligneux pérenne ;
- la présence d'interactions biologiques et/ou économiques entre l'espèce (ou les espèces) ligneuse(s) et l'autre (ou les autres) espèce(s) ;
- au moins deux produits sont issus du système ;
- le cycle de production est supérieur à un an ;
- enfin le système est toujours plus complexe écologiquement (par sa structure et ses fonctions) et économiquement qu'un système de monoculture.

En résumé, l'agroforesterie est une discipline scientifique qui embrasse l'interaction complexe entre la foresterie, l'agronomie, l'économie, la géographie et la sociologie, le but ultime étant d'œuvrer à la gestion rationnelle des ressources naturelles.

Considérée comme une **pratique culturale**, l'agroforesterie est un terme intégrateur qui désigne ***les systèmes et les technologies d'utilisation des terres*** où des ligneux (arbres, arbustes, arbrisseaux, sous-arbrisseaux et assimilés, palmier et bambous) sont cultivés délibérément sur des terrains utilisés par ailleurs pour la culture et/ou l'élevage dans un arrangement spatial ou temporel, et où existent des interactions à la fois écologiques et économiques entre les ligneux et les autres composantes du systèmes (Baumer, 1999 ; CEPAF, 2005). Pour Nair (1993) cité par Torquebiau et *al*. (1997), l'agroforesterie consiste en ***l'association délibérée d'arbres à des cultures végétales et/ou à des élevages***, sur une même parcelle ou sous toute autre forme d'arrangement spatial ou temporel, et dont les interactions (écologiques et/ou économiques) entre les composantes arborées et non-arborées sont significatives. Par ailleurs, CIRAD (2001) définit l'agroforesterie comme étant un système d'exploitation agricole qui consiste essentiellement à ***faire cohabiter cultures, animaux, arbres et arbustes*** sur le même espace cultural. Les auteurs de ces définitions ont beaucoup plus mis l'accent sur le caractère multidimensionnel de la pratique agroforestière.

Quant à Bene (1977), Ongoma (1980), et Gupta (1993), ils ont décrit l'agroforesterie comme «un ***système d'aménagement durable des terres*** qui en accroît la production globale, combine cultures agricoles, arbres, végétaux forestiers et/ou animaux, soit simultanément, soit successivement, et applique des techniques de gestion qui soient ***compatibles avec les modèles culturels de la population locale***». CIRAD (1995) conclut aussi que l'agroforesterie est une gestion par les populations locales qui, si elles exploitent occasionnellement la forêt primaire, s'attachent au maintien d'arbres fruitiers, de résineux, ou d'espèces utilisées pour leur bois, selon le climat et le type d'écosystème.

Tout en reprécisant le caractère multidimensionnel du système, ces auteurs ont insisté en plus sur la compatibilité du système agroforestier avec les habitudes et coutumes culturales des populations qui le pratiquent.

Du reste, l'agroforesterie est un système cultural qui permet de cultiver sur la même superficie des cultures saisonnières ou annuelles avec des espèces ligneuses pérennes naturelles ou exotiques, tout en y menant parfois des activités pastorales. La base de ce système, qui varie en fonction des plantes pérennes adoptées, détermine le type de paysage agraire appelé agroforêt.

Dans la présente recherche, l'**agroforesterie à base de l'anacardier** est la pratique culturale qui consiste à associer sur la même parcelle culturale des plants d'anacardier, avec les cultures annuelles vivrières ou de rente.

1-5-2 Contraintes climatiques et scénarii climatiques

Du point de vue étymologique, la notion de contrainte dérive du mot latin ''constringere'' qui veut dire serrer (Houndénou, 1999). Prise dans ce sens, la contrainte est assimilable à un asservissement, un assujettissement, une imposition, une obligation.

Dans le dictionnaire de philosophie, le concept de contrainte est compris comme « ce que subit tout individu par le fait de vivre dans un espace ou dans une société ».

Du point de vue environnemental, la contrainte peut être considérée comme tout élément des systèmes spatiaux ou présent à la surface de la terre que les sociétés humaines doivent prendre en compte dans leur fonctionnement, ou qui peut gêner le fonctionnement des sociétés humaines (Gérard, 2004). Dans ce contexte, la contrainte se présente comme l'inverse de l'aptitude.

Certains auteurs considèrent la contrainte comme tout élément que les sociétés humaines doivent prendre en compte pour leur épanouissement, y compris même des éléments qui paraissent a priori « favorables ». Pour ces derniers, la contrainte présente des caractères ou des propriétés naturelles qui peuvent limiter une production végétale ou une activité humaine.

La contrainte peut être liée à la situation topographique, au contexte géomorphologique, aux conditions climatiques, etc. Elles peuvent s'assimiler aux **aléas** ou **vicissitudes** climatiques (Houndénou, 1999). Dans le cadre de ce travail, seules les contraintes climatiques sont prises en compte. Autrement dit, l'influence

de la **variabilité climatique** habituelle, et les impacts possibles des **changements climatiques** attendus ou prévus sur le développement de l'anacardier au regard de ses préférendums écologiques feront l'objet d'analyse.

Par **variabilité climatique**, il faut comprendre les variations de l'état moyen décrites par des paramètres statistiques (écarts-types, apparition d'extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales, autres que celle de phénomènes météorologiques particuliers (IPCC, 2001). La variabilité climatique est donc considérée comme l'ensemble des fluctuations normales des valeurs réelles interannuelles des éléments du climat autour de leur valeur moyennes (Boko, 1988). Elle présente ainsi un caractère permanent lié à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne) ou à des variations dues au forçage externe naturel ou anthropique (variabilité externe) selon IPCC (2007).

Etant donné que sous les tropiques, les précipitations constituent l'élément principal et fondamental du climat, la variabilité pluviométrique aux échelles tant mensuelle, saisonnière qu'annuelle et ses impacts sur le besoin hydrique de l'anacardier a davantage retenu l'attention dans cette recherche. En dehors du facteur pluviométrique, la fluctuation des valeurs thermiques et de l'évapotranspiration potentielle est aussi analysée en rapport avec l'écologie de l'anacardier.

Pour ce qui est des **changements climatiques**, ils désignent toute évolution du climat dans le temps, qu'elle soit due à la variabilité naturelle ou aux activités humaines (IPCC, 1996). La Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, définit les changements climatiques comme étant les modifications du climat qui sont attribuées directement ou indirectement à une activité humaine, altérant la composition de l'atmosphère et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat, observée au cours des périodes comparables.

Dans cette étude, les modifications qui pourront affecter le système climatique (notamment les paramètres pluviométriques et thermiques) d'ici à 2050, de même que les aspects préjudiciables des dites modifications sur les conditions écologiques de l'anacardier et sa productivité sont considérées.

Ces modifications sont fondées sur des scénarii, un **scénario** étant la description plus ou moins détaillée de quelques-uns des futurs possibles dans un univers de tendances données (IPCC, 1996). Il sert à orienter les décisions et à clarifier les choix majeurs. Il part des faits et des données connues pour mettre en relief des situations plausibles, et ce, dans un contexte donné et en fonction de ce l'on sait des tendances évolutives des principaux éléments du système étudié (Ogouwalé, 2004 ; 2006). Les scénarii ont l'avantage majeur d'aider à la définition des stratégies d'adaptation alternatives et de mieux comprendre dans quelle mesure les actions anthropiques vont, de manière significative, affecter le futur (Totin, 2005).

Dans le cadre cette étude, les scénarii décrits sont fondées sur les modèles empiriques et la méthode statistique (Totin, 2003 ; 2005).

1-6 REVUE DE LITTERATURE

L'agroforesterie, les contraintes climatiques et le développement agricole ont été les principaux thèmes ayant fait l'objet de la synthèse bibliographique.

1-6-1 Agroforesterie

Le défi majeur que constitue la gestion durable des ressources naturelles dans les pays en développement a amené plusieurs auteurs à s'intéresser à l'étude de la pratique agroforestière (Peltier et *al*., 1993).

Torquebiau et *al*. (1997), dans une étude sur l'avenir des forêts tropicales fortement soumises aux actions anthropiques ont fait remarquer que, sous l'influence des courants productivistes, les sciences agronomiques traditionnelles ont négligé pendant longtemps l'importance du rôle de l'arbre en termes écologiques et, par voie de conséquence, en termes d'intégration polyvalente dans les écosystèmes artificialisés. Mais, à la faveur du débat sur le développement durable et les inquiétudes sur la santé de la biosphère, une évolution importante de ces sciences est néanmoins en cours depuis la fin des années 1970.

De même, Lundgren et *al.* (1992) constate un renouveau récent des sciences forestières, caractérisé par une gestion intégrée multifonctionnelle de la forêt d'une

part, et l'approche agroforestière d'intégration de l'arbre dans l'ensemble du monde rural d'autre part. Selon l'auteur, l'approche agroforestière constitue une solution, même partielle, à la dégradation effrénée des écosystèmes naturels, notamment dans les pays en développement où la vie socioéconomique repose presqu'exclusivement sur l'agriculture.

Quant à Sonwa et *al.*, (2003) dans une étude portant sur les agroforêts à base du cacao en Afrique de l'ouest et du Centre, ils remarquent que la gestion d'arbres confère une certaine durabilité aux agroforêts à cacao et justifie ainsi leur usage comme modèle de promotion agricole dans le cadre du développement du développement agricole durable. Pour ces auteurs, les agroforêts à cacao restent l'une des principales sources monétaires en zone rurale dans les régions étudiées.

Olivier et *al*. (1991) et FAO (1995), font remarquer dans une recherche portant sur la biodiversité dans les pays en développement que, dans les agroforêts africaines, les arbres jouent un rôle structural et fonctionnel dont les effets se manifestent en termes de la durabilité écologique, économique et sociologique, et méritent donc une attention particulière en vue de la gestion durable des écosystèmes.

S'agissant de l'origine de l'agroforesterie, Bene (1977), Steppler (1997) pensent qu'il s'agit d'une pratique qui date depuis la nuit des temps, depuis que l'agriculture est née. Dans le même ordre d'idée, Agbahungba (1980) affirme que la scission entre l'agriculture, la foresterie et l'élevage n'a jamais existé au Bénin. En effet, c'est le même paysan qui sème le maïs, plante l'arbre et élève les animaux sur la même ferme. En outre, selon un rapport du CEPAF (2005), l'agroforesterie est vieille de plusieurs siècles. Elle a commencé au même moment que la pratique de l'agriculture elle-même car, depuis toujours, les hommes ont conservé dans leurs champs les arbres de valeur même si, au fil des années, cette pratique a été délaissée, particulièrement lors de la révolution verte où la monoculture intensive est devenue le modèle de production.

En revanche, selon un rapport de la FAO (1995), l'intérêt porté à l'agroforesterie ne date que de la fin des années 1950. Elle a pris naissance dans le rang des scientifiques forestiers qui voyaient les terres boisées menacées par une population en expansion, demandant toujours plus d'aliments, et par suite par les agriculteurs

en quête de nouvelles terres pour produire ces aliments. Ainsi, le terme agroforesterie a été utilisé en 1971 par Joe Hulse, du Centre de Recherches pour le Développement International (CRDI), qui, avec d'autres spécialistes, concentraient leurs recherches sur la foresterie sociale en Afrique.

Baumer (1990) observe quant à lui, que les systèmes d'agroforesterie se sont surtout développés dans les régions tropicales humides et subhumides, où la croissance des arbres et la régénération des sols sont plus rapides. Ce constat est confirmé par une étude du CIRAD (2001) qui affirme que l'agroforesterie est une tradition solidement établie dans les régions tropicales. A titre d'exemples, les auteurs ont cité les cultures saisonnières qui sont associées aux palmiers à huile dans les régions côtières de l'Afrique de l'ouest, de même qu'elles le sont avec le karité et/ou le néré dans les régions soudanaises et sahéliennes. Cette pratique permet selon eux, aux arbres de participer au maintien de la fertilité du sol et convient ainsi bien dans des contextes de climats contrastés.

Pour Murniati et *al.* (2001), qui ont étudié les agroforestiers indonésiens, l'agroforesterie fournit une plus large gamme d'avantages environnementaux que les systèmes classiques basés sur des cultures annuelles. Ainsi, ils ont noté que dans des zones adjacentes aux parcs nationaux, à Sumatra (Indonésie), les ménages qui avaient des systèmes de culture diversifiés, notamment des jardins de cultures pérennes mixtes, étaient beaucoup moins tributaires de la récolte de produits forestiers que ceux qui pratiquaient uniquement la riziculture irriguée, de sorte que les abattages d'arbres et les pratiques de chasse non durables étaient plus rares dans les parcs voisins. Ces auteurs déduisent qu'en encourageant la diversification de l'agriculture par l'agroforesterie dans des zones tampons, on peut préserver l'intégrité des forêts des aires protégées. CIRAD (2001) abonde dans le même sens en remarquant que les agroforêts indonésiennes conservent 50 % des plantes, 60 % des oiseaux et 100 % de la moyenne faune de forêt.

De Foresta et *al.* (1994) dans une recherche qui porte les agroforêts à Sumatra, révèlent aussi qu'il s'agit de véritables forêts multi-usages reconstruites, assurant les mêmes fonctions écologiques que l'écosystème forestier initial. Ils permettent aux paysans de bénéficier d'un niveau de vie sensiblement supérieur à la moyenne des paysans indonésiens. Pour ces auteurs, les niveaux de biodiversité forestière

observés dans les agroforêts sont quasi équivalents à ceux observés en forêt primaire pour la faune du sol et les mammifères. Ces résultats montrent, selon les auteurs, que les agroforêts, assurant préservation de l'environnement et développement rural, jouent à Sumatra, et peuvent jouer ailleurs, un rôle non négligeable dans la conservation de la faune et de la flore des forêts tropicales en dehors des aires protégées.

Malezieux (2007), quant à lui, conclut qu'en zone tropicale, les systèmes agroforestiers traduisent une stratégie de gestion des ressources naturelles permettant de concilier a priori le développement agricole et les impératifs de conservation du sol, de l'eau, du climat local et régional, de la biodiversité. Selon cet auteur, ces pratiques, qui correspondent à un ensemble diversifié de systèmes de culture, jouent ainsi un rôle économique et social déterminant dans de nombreuses régions du monde, mais également un rôle écologique important, en particulier vis-à-vis de la biodiversité. A titre d'exemple, il souligne que les cacaocultures sous ombrage d'Amérique centrale recouvrent une diversité élevée de plantes cultivées ou spontanées, refuge et habitat de nombreuses espèces végétales et animales, jouant ainsi un rôle déterminant dans le maintien de la biodiversité dans des zones sensibles. Au plan social, l'auteur insiste sur la multiplicité des sources de revenus ou de services (bois, pharmacopée, cueillette, chasse, protection climatique, limitation des pertes en nitrate, paysage, protection contre l'incendie, etc.) offertes par les systèmes agroforestiers qui constituent selon lui, un facteur de stabilité important.

De même, Sinsin (1988), Sokpon (1994) et Torquebiau et *al*. (1997), ont constaté que les systèmes d'agroforesterie pratiqués dans les pays en développement semblent permettre une régénération des sols plus rapide et plus durable que les pratiques de jachères traditionnelles. A la suite de ces auteurs, Ralph et *al*. (2005), ont conclu que, si les systèmes agroforestiers africains sont judicieusement planifiés, ils devraient offrir, outre de nouvelles sources de bois de feu et de perche, des aliments naturels, des produits phytothérapiques, etc. et contribuer à réduire la pression humaine sur les écosystèmes naturels. Dans un rapport, CEPAF (2005), en se fondant sur l'exemple du Sénégal, distingue deux centres d'intérêts offerts par l'agroforesterie. Sur le plan agronomique, l'arbre, au milieu des cultures, permet une

meilleure utilisation des éléments minéraux et de l'eau. Il permet également de créer un microclimat favorable aux cultures en diminuant la vitesse du vent et en augmentant l'humidité relative. Il permet en outre d'augmenter la fertilité des sols en augmentant la quantité de matières organiques présentes. Sous cet aspect et dans un contexte où le développement durable est visé, le rapport recommande que ces avantages soient grandement pris en considération dans les programmes de développement agricole. Sur le plan socioéconomique, il souligne que l'arbre du système agroforestier est une source importante d'éléments nutritifs de qualité pour l'alimentation humaine. Il sert en plus dans certains cas de fourrage pour le bétail, procure des médicaments, apporte le bois nécessaire à la cuisson des aliments ou à la construction de biens divers, et constitue une source de revenus parfois substantiels.

Dans une étude sur la typologie et la structure des systèmes agroforestiers dans la préfecture de Doufelgou au Togo, Wala et *al*. (2005) ont distingué cinq types de parcs agroforestiers suivant leur composition floristique en espèces ligneuses pérennes : les parcs à *Parkia biglobosa*, les parcs mixtes à *Parkia biglobosa* et *Vitellaria paradoxa*, les parcs mixtes à *Parkia biglobosa* et *Adansonia digitata*, les parcs mixtes composites et enfin les parcs à *Elaeis guineensis*. Ces parcs agroforestiers sont le résultat d'un façonnage des paysages agraires par la préservation et l'entretien des espèces naturelles. Mais, ils constatent que lesdites espèces sont conservées beaucoup plus pour leur utilité socioéconomique que pour leur rôle environnemental. Cette même remarque est faite par Herzog (1994) qui a travaillé sur le système agroforestier des paysans producteurs Baoulé de Côte d'Ivoire. En effet, l'auteur constate que les espèces ligneuses naturelles conservées dans les plantations de café et de cacao sont gardées essentiellement pour leur utilité socioéconomique et non à des fins de durabilité écologique.

Par ailleurs, dans une recherche sur les perspectives agroforestières au Bénin, Agbahungba (1989) a fait remarquer que, du sud au nord, le paysage agraire béninois est presque toujours caractérisé par des parcs agroforestiers dont la typologie varie en fonction des conditions climatiques et des facteurs socioculturel et cultural. Ainsi, au sud, l'auteur constate la prépondérance des parcs à *Elaeis guineensis* tandis qu'au nord, c'est plutôt des parcs mixtes à *Parkia biglobosa* et

Adansonia digitata et mixtes à *Parkia biglobosa* et *Vitellaria paradoxa,* qui sont les plus rencontrés. Pour l'auteur, seule l'utilité socioéconomique des espèces ligneuses est bien perçue par les paysans agroforestiers et moins leur fonction écologique.

Aïgbanvi (2005) obtient les résultats similaires sur la typologie des agrosystèmes du bassin versant de la Bamou (nord ouest du Bénin), à la nuance que, en dehors des espèces pérennes naturelles (*Parkia biglobosa*, *Adansonia digitata*, *Vitellaria paradoxa*, etc.), la présence des espèces exotiques notamment, l'*Anacardium occidentale* (anacardier) marque les paysages agroforestiers.

Yabi (2005) et Tandjiékpon (2005), qui ont respectivement travaillé sur le rôle de l'agroforesterie à base de l'anacardier dans la dynamique de l'occupation des terres dans la région de Monts Kouffé et sur la caractérisation du système agroforestier à base d'anacardier en zone de savane du Bénin, ont remarqué une tendance à la généralisation de la pratique agroforestière par les agriculteurs ''autochtones'' , ce qui leur permet d'obtenir des revenus financiers complémentaires.

Au total, l'agroforesterie à base des espèces ligneuses, naturelles ou plantées, est pratiquée sous diverses formes dans les pays en développement.

1-6-2- Contraintes climatiques et développement agricole

Si dans les pays développés, l'irrigation à grande échelle est utilisée en agriculture pour suppléer aux déficits hydriques naturels, il en est autrement dans les pays en développement, notamment d'Afrique subsaharienne (dont le Bénin), où l'agriculture reste et demeure pluviale (FAO, 1997).

Selon (Boko, 1988), les études relatives aux contraintes climatiques sur le développement agricole au Bénin, ont connu un regain d'intérêt après les sécheresses pluviométriques successives des années 70. A cette époque en effet, le Gouvernement fut obligé de faire organiser des recherches agroclimatiques au regard de la prépondérance du secteur agricole dans l'assise socioéconomique du pays. De ces études, il est ressorti que le tissu socioéconomique béninois, notamment le secteur agricole est vulnérable à la variabilité climatique de plus en plus forte. Pour Bokonon-Ganta (1987), Afouda (1990) et Houndénou (1999), ce

nouveau contexte climatique du Bénin est marqué par des irrégularités pluviométriques saisonnières caractérisées par de déficits hydriques suivis d'une diminution du nombre d'évènements pluvieux, et une tendance à la hausse des températures. Selon ces auteurs, ces irrégularités ont été exacerbées au cours des décennies 1970 et 1980.

Cette forte variabilité climatique a affecté autant les cultures annuelles (qu'il s'agisse des cultures vivrières ou des cultures de rente) que les cultures pérennes. Selon Boko (1988) et Afouda (1990), la crise alimentaire qui a affecté près de 46 % des béninois entre 1976 et 1977 a été attribuée à la baisse de la production agricole consécutive à la multiplication des années de sécheresse. En outre, même au cours des années dont les totaux pluviométriques annuels ont été théoriquement suffisants pour couvrir les exigences hydriques des cultures, la répartition pluviométrique temporelle est parfois déséquilibrée, de telle sorte que la pluie efficace ne couvre pas toujours les besoins en eau des dites cultures qui sont ainsi exposées aux stress hydriques (Bokonon-Ganta, 1987). Au demeurant, la baisse du rendement du palmier à huile (culture pérenne) au Bénin au cours des décennies 1970 et 1980 s'explique (tout au moins en partie) par la récession pluviométrique au cours de ces décennies. En effet, Bokonon-Ganta (1987), explique la phénologie de cette espèce a été sérieusement perturbée par les déficits hydriques consécutifs à ladite récession. Dans le même ordre d'idée, Boko (1988), indique que pendant la séquence déficitaire 1976-77, l'équivalent de 617 hectares de palmerais a été détruit du fait de la sécheresse, soit près de 88 196 arbres qui ont été perdus. Selon le même auteur, même les systèmes d'irrigation créés pour pallier à l'insuffisance pluviométrique ont échoué (les puits forés à cet effet ont aussi tari du fait de la sécheresse pluviométrique). Aussi, l'insuffisance et la mauvaise répartition des pluies ont –ils provoqué le dessèchement des régimes et la mort de certains arbres.

Au-delà des crises alimentaires, c'est tout le système économique qui se trouve ébranlé par les contraintes climatiques. En effet, Boko (1988), Houndénou (1999) et Bokonon-Ganta (1987) ont constaté que pour cause d'insuffisance de matières premières, plusieurs industries agroalimentaires ont dû fermer leurs portes au Bénin suite aux aléas climatiques supra évoqués, mettant ainsi en mal la politique d'industrialisation de l'Etat. Aussi, selon ces auteurs, la crise climatique a- t- elle

engendré une grande tension sur la balance commerciale. C'est ainsi que, parallèlement à la baisse de la production agricole, ils ont constaté une dégradation constante de la balance commerciale, consécutive à la réduction des exportations, et donc les rentrées de devises, et du taux de couverture de la balance commerciale, mais aussi une augmentation des importations de produits alimentaires pour suppléer à la pénurie de production vivrière nationale.

Les contraintes climatiques n'ont pas des effets sur que l'écologie des plantes et la production, elle influence aussi la santé des agriculteurs. A cet effet, Houssou (1998) a montré que les aléas climatiques au Bénin sont susceptibles d'affecter la santé des agriculteurs et de réduire leur potentiel productif.

C'est dans ce contexte climatique déjà contraignant pour le développement agricole que se profilent à l'horizon les Changements Climatiques. Selon Issa (1995), IPCC (2001) et Ogouwalé (2001, 2004 et 2006), ces changements climatiques qui s'annoncent, risquent d'affecter durement le développement agricole du Bénin, à moins que des stratégies d'adaptation et de mitigation conséquentes soient développées.

Au total, il ressort de la littérature que le système agricole du Bénin est vulnérable aux contraintes climatiques actuelles et aux changements climatiques futurs. Mais si la vulnérabilité de la plupart des cultures vivrières et du palmier à huile aux aléas climatiques ont fait l'objet d'investigations approfondies, il n'en est encore rien pour les autres cultures pérennes telle que l'anacardier.

La justification du sujet et la clarification des concepts utilisés étant faites, le chapitre suivant expose les grandes lignes de la démarche méthodologique utilisée pour la conduite de la recherche.

CHAPITRE DEUXIEME

DEMARCHE METHODOLOGIQUE

La collecte des données quantitatives et qualitatives, le traitement et l'analyse des données collectées grâce aux méthodes et outils appropriés et l'analyse des résultats constituent les grandes lignes de la démarche méthodologique utilisée.

2-1 COLLECTE DES DONNEES ET INFORMATIONS

Les données et informations utilisées dans le cadre de travail, sont issues principalement de la documentation et des travaux de terrain.

2-1-1 Sources documentaires

Afin de mieux appréhender les contours du sujet, plusieurs documents (généraux et spécifiques) ont été exploités. La recherche documentaire a été réalisée au niveau des institutions de recherche dont les champs d'activité sont en liaison avec l'objet de la présente recherche. Principalement, elle a été conduite au Laboratoire d'Etude des Climats, des Ressources en Eau et de la Dynamique des Écosystèmes (LECREDE), au Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), au Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale (LABEE), au centre de documentation de Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH), au Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP), au Ministère du Commerce et de l'Industrie (MCI), à l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), à l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), à la Direction de la Météorologie Nationale (DMN), etc. En dehors des centres locaux de documentations, plusieurs sites WEB ont également été consultés dans le cadre de la documentation.

La recherche documentaire a permis de disposer des informations qui ont servi non seulement à enrichir la problématique du sujet, la revue de la littérature, la définition des concepts utilisés, mais a permis également à collecter des informations d'ordre méthodologique et des données quantitatives notamment climatiques.

2-1-1-1 Données climatologiques utilisées et choix des stations

Le paramètre pluviométrique a été privilégié étant donné qu'il s'agit d'un contexte de climat tropical. En dehors de la pluviométrie, la température, l'humidité relative et l'insolation ont été aussi extraites de la base de données de l'ASECNA-Cotonou sur la période 1971-2000. Sur les 15 stations ou postes pluviométriques de la région d'étude, seules 09 ont été retenues (figure 2).

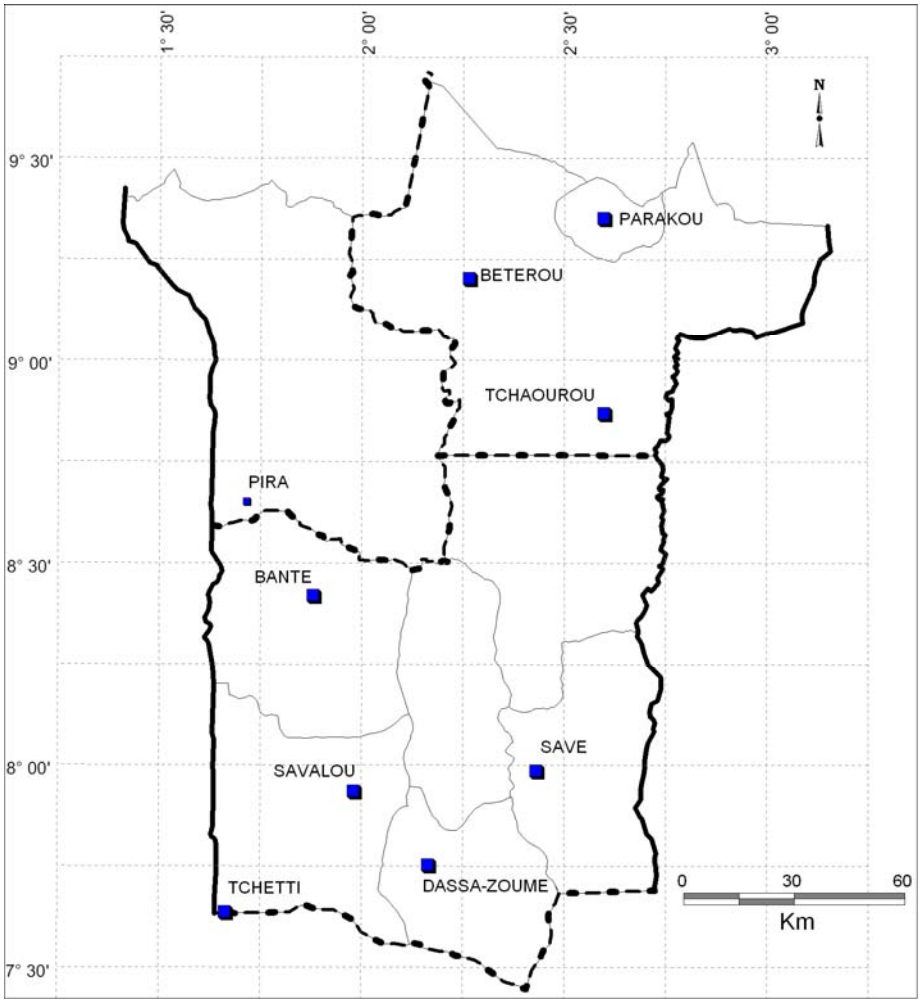


Figure 2 : Répartition géographique des stations retenues

Le tableau I présente les autres caractéristiques des stations dont les données ont été utilisées.

Tableau I : Caractéristiques des stations et postes pluviométriques retenus

Stations	Type	Latitude	Longitude	Altitude	Ouverture	Mesures
Tchetti	Pluvio	7°38N	01°40E	358 m	1964	Précipi
Dassa-Zoumè	Pluvio	07°45N	02°10E	155 m	1941	Précipi
Savalou	Climato	07°50	01°59E	174 m	1921	Précipi
Savè	Synop	07°56	02°26E	199 m	1921	Précipi + temp + HR + Ins
Bantè	Pluvio	08°25N	01°53E	264 m	1942	Précipi
Pira	Pluvio	8°39N	1°43E	315 m	1964	Précipi
Tchaourou	Pluvio	8°52N	2°36E	325 m	1964	Précipi
Béterou	Pluvio	9°12N	2°16E	252 m	1964	Précipi
Parakou	Synop	09°21N	02°37E	392 m	1921	Précipi + temp + HR + Ins

Source : ASECNA-Cotonou Climato = Climatologique ; Précipi = précipitation ;
Synop = synoptique temp = température ; HR = Humidité relative ; Ins = Insolation

Les autres sont éliminés soit parce qu'ils présentent trop de lacunes (plus de 5 %) soit parce qu'ils sont de création très récente.

2-1-1-2 Comblement des lacunes

Parmi les stations ou postes retenus, seules les stations de Savè et Parakou (stations synoptiques) sont exemptes de lacunes. Les autres présentent des données manquantes qui ont été reconstituées par la méthode des moindres carrés (Houndénou, 1999). Elle est basée sur le calcul de régression multiple entre les séries lacunaires et les séries complètes des stations situées dans un environnement géographique semblable et proche. La méthode consiste à considérer comme première variable explicative celle dont le coefficient de corrélation avec la variable à expliquer est le plus élevé. On introduit chaque fois la variable qui fait le plus augmenter la valeur du coefficient de corrélation (R) afin d'obtenir une variance R^2 élevée pour un minimum de variables explicatives. L'interpolation des données a été faite séparément pour les différents mois afin de prendre en compte la variation saisonnière des processus climatiques. Elle n'a concerné que les totaux mensuels dans la mesure où les échelles de temps plus petites (pas de temps journalier) ne permettent pas de faire des interpolations satisfaisantes, à moins d'avoir un réseau

de stations très dense. Le calcul de la régression pour la période 1971-2000 a permis de combler 3,6 % de données des stations concernées.

Les informations et données issues de la documentation ont été complétées par celles obtenues grâce aux investigations en milieu réel.

2-1-2 TRAVAUX DE TERRAIN

Les visites préliminaires et les enquêtes approfondies ont été les phases essentielles des investigations sur le terrain.

2-1-2-1 Collecte des informations auprès des différents acteurs

La collecte des données quantitatives et qualitatives a été faite au niveau des unités de recherche que sont : le village, le ménage et le champ.

Un village ou une localité est un groupement d'habitations permanentes dont les habitants sont en majorité engagés dans le secteur agricole. Les habitants exploitent ensemble un territoire cultural appelé terroir villageois. Dans le présent travail, sont pris en compte les villages où les paysans pratiquent majoritairement l'agroforesterie à base de l'anacardier.

Le ménage est la structure familiale autour de laquelle s'organise l'exploitation du champ dans le secteur d'étude. Le ménage est défini comme une communauté de résidence formée par un homme, son épouse, leurs enfants et éventuellement des parents proches de l'homme ou de la femme (frère, cousin, beau frère, neveu, etc. Biaou (1997). Dans la plupart des cas (93 % dans les localités d'enquête), le chef de ménage est un homme. Par contre, pour des raisons diverses (décès du mari, divorce), la femme peut devenir chef de ménage. Seuls les ménages agricoles (où l'agriculture constitue l'occupation principale et la première source de revenus du chef) ont été pris en compte dans ce travail.

Dans la présente étude, le champ désigne l'étendue des superficies occupées par un ménage pour ses activités agricoles. Dans le centre du Bénin, le champ comprend fondamentalement les vergers d'anacardiers et les superficies occupées par les

cultures vivrières annuelles ou saisonnières associées aux jeunes plants d'anacardier.

- **Echantillon d'investigation**

Le choix des villages dans chaque Commune est fait avec l'assistance des agents du CeRPA ou/et des Eaux et forêts, et des membres des UCP. Cinq (5) villages ont été ciblés par Commune, ce qui donne un total de 45 villages enquêtés (figure 3). La prédominance de la pratique agroforestière, le souci de couverture de toute l'aire géographique de la commune et la prise en compte des divers groupes sociolinguistiques ont présidé fondamentalement au choix desdits villages.

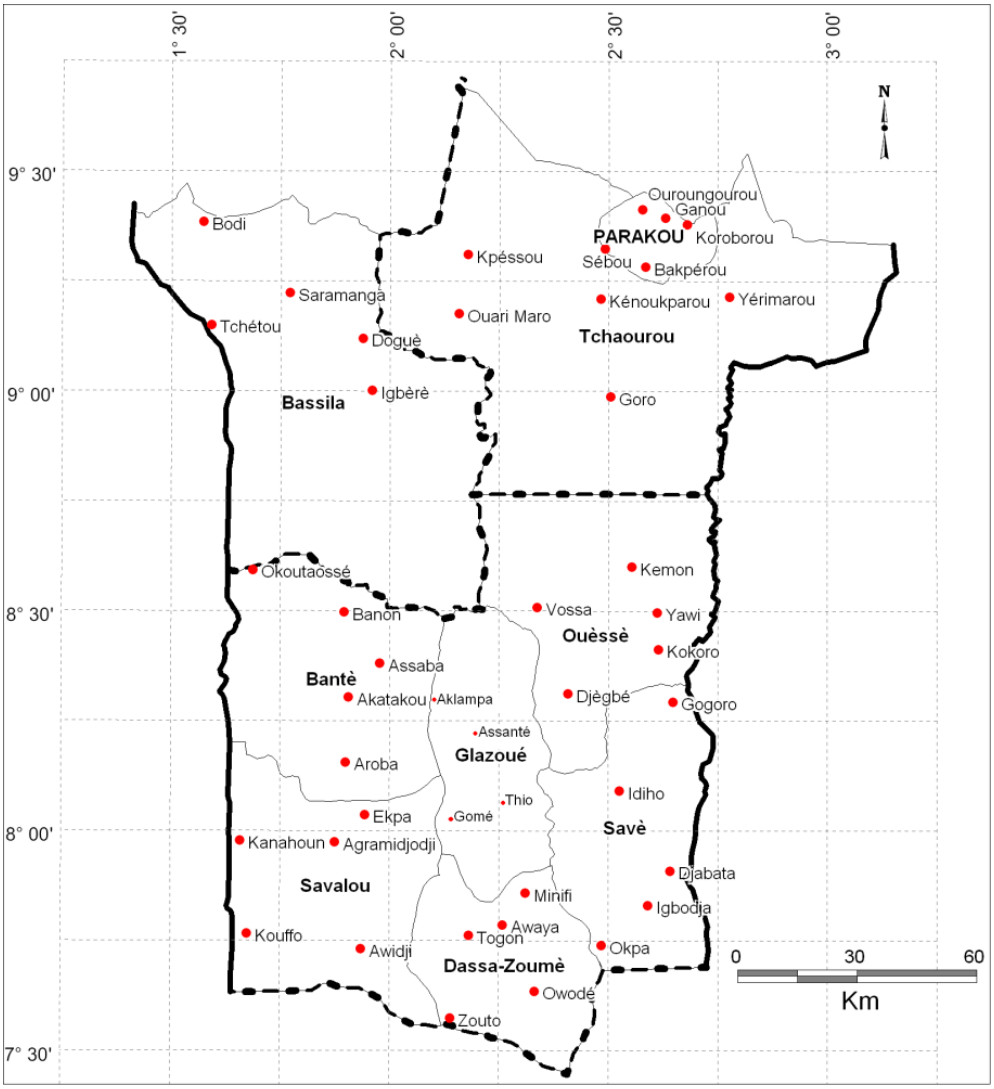


Figure 3 : Répartition géographique des localités choisies

En ce qui concerne les ménages, 5 à 10 sont choisis par village selon les cas. La taille du village, l'équilibre géographique, la disponibilité des paysans sont les principaux critères de choix. Seul le chef de ménage fait l'objet d'investigations. Toutefois, sous son autorisation, ses fils ou parents majeurs (23 % des cas) ou son épouse (17 % des cas) prennent part aux entretiens. Au total, 308 ménages ont été enquêtés.

En plus des ménages agricoles, des personnes ressources (agents de l'INRAB, du CeRPA, de Eaux et Forêts, des UCP et autres structures à vocation agricole et environnementale, les autorités locales, etc., ont été enquêtées.

L'échantillon ainsi constitué a permis de s'entretenir avec tous les différents acteurs qui interviennent directement ou indirectement dans la culture de l'anacardier au Centre du Bénin, en utilisant des techniques appropriées.

- **Techniques d'enquêtes utilisées**

La méthode Accélérée de Recherches Participatives (MARP) et l'Observation Participative (OP) sont les principales techniques utilisées.

La MARP s'appuie sur la connaissance et la perception qu'ont les populations de leur milieu et de l'interaction des différents éléments qui entrent en jeu dans la gestion du terroir (Philippe, 2005 ; FAO, 1992). Elle est fondée sur l'établissement d'un dialogue avec les paysans, sur le respect mutuel ainsi que sur la reconnaissance du savoir-faire local. La MARP a permis d'appréhender les perceptions qu'ont les producteurs d'anacardier, et des paramètres climatiques qui influencent le plus l'espèce.

Les **interviews directes** ont permis d'établir une certaine familiarité avec les enquêtés, ambiance nécessaire pour l'obtention les informations recherchées. Ces interviews ont été faites à l'aide d'un questionnaire élaboré à cet effet. En outre, **des entretiens par groupe cible (focus group)** ont été réalisés dans chaque village retenu. Le focus-group est un moyen plus rapide, plus ouvert de rassembler des informations, et permet d'explorer les croyances, attitudes et opinions des paysans en rapport avec la pratique agroforestière basée sur l'anacardier.

L'**Observation participante** (**OP**) qui consiste en une observation directe des réalités de terrain couplée de quelques questions de compréhension a permis de confronter les pratiques avec les discours, entre le vécu et les déclarations des personnes interrogées notamment les producteurs. L'observation participante a ainsi aidé à mieux appréhender les enjeux, les perceptions endogènes, les problèmes et difficultés auxquels sont confrontés les agriculteurs. Les champs visités à cet effet sont essentiellement ceux appartenant aux ménages enquêtés et dont le chef se rend disponible pour la visite. Au total, 106 champs ont été visités.

- **Types de données collectées**

Les informations recueillies sont relatives au système agroforestier, aux aspects socioéconomiques, environnementaux, etc.

- Système agroforestier : A ce niveau, les informations collectées sont relatives à la préparation du terrain, la semence, les cultures associées, la durée des associations culturales, l'évolution des rendements d'anacardier, l'évolution des superficies agroforestières, l'entretien des champs, etc. En outre, les données dendrométriques relatives à l'anacardier ont été collectées ;

- Données socioéconomiques : Elles sont relatives au gain obtenu de la vente des noix d'anacardier, son importance dans le revenu général du producteur, les utilisations faites de ce revenu. En outre, les usages des différents produits de l'anacardier dans la pharmacopée populaire ont été pris en compte ;

- En ce qui concerne les **contraintes climatiques**, les informations collectées sont relatives aux principaux paramètres ou facteurs climatiques (pluie, température, humidité relative, etc.) qui influent sur la culture de l'anacardier, leur impact sur le rendement de l'anacardier, les tendances climatiques actuelles telles que perçues par les producteurs et leurs effets possibles sur le rendement de l'anacardier et les mesures d'adaptation.

2-1-2-2 Estimation des rendements moyens annuels des noix d'anacardier

Les institutions officielles (MAEP, INSAE, CBCE) ne disposant pas de statistiques sur le rendement de l'anacardier, le recours aux enquêtes auprès des producteurs capables d'en fournir a été fait afin d'estimer le rendement de l'anacardier au cours de la période 1991-2007. Dans ce cadre, le choix des producteurs est fondé sur les considérations ci-après :

- Connaissance de l'âge exact de la plantation d'anacardier ;
- à la date de la récolte, la plantation concernée doit avoir au moins 10 ans (il est supposé que l'anacardier ne donne un bon rendement qu'à partir de 10 ans) ;
- la plantation n'a jamais été ravagée par les feux de végétation ;
- connaître la superficie de sa plantation et le tonnage annuel des noix d'anacardier récolté (les producteurs qui disposent de documents écrits ont été prioritairement retenus) ;

Les données collectées ont été regroupées par Commune et par année. Dans un premier temps, une valeur moyenne est calculée par année et par Commune et les rendements dont les valeurs sont supérieures à 120 % ou inférieures à 80 % de la valeur moyenne sont éliminés. Ensuite, une seconde moyenne est calculée sur la base des rendements retenus et est considérée comme rendement moyen de l'année dans la Commune.

Cette méthode a été utilisée pour les années 1991-2005. En ce qui concerne les années 2005, 2006 et 2007, les rendements utilisés sont issus des mesures directes de terrain.

2-1-2-3 Collecte des données dendrométriques sur l'anacardier

La hauteur, le diamètre (mesuré à 1,3 m) et les largeurs des couronnes sont les paramètres mesurés. Pour les arbres ayant plusieurs tiges avant la hauteur de 1,3 m, le diamètre quadratique moyen (MDq) a été déterminé (Tandjiékpon, 2005). Le MDq est égal à la racine carrée de la somme ($d_1^2+d_2^2+d_3^2+d_4^2$ …$+d_n^2$) où d désigne le diamètre de chaque tige. En ce qui concerne le diamètre de la couronne, elle est obtenue par le calcul d'une valeur moyenne (Vmoy) à partir de deux mesures prises au niveau de chaque arbre. Seuls les arbres âgés d'au moins cinq ans sont pris en

compte dans le cadre de ces mesures. Au total, 650 arbres ont fait l'objet de mesures. L'utilisation du ruban à graduation Pi, du dendromètre et du décamètre, a permis de mesurer respectivement le diamètre, la hauteur et la largeur de la couronne.

2-1-2-4 Relevés phytosociologiques

Les relevés phytosociologiques ont permis de faire un inventaire des peuplements ligneux (seules les espèces ligneuses de hauteur supérieure à 1,30 m ont été recensées) des champs agroforestiers dans la région d'étude. A cet effet, des placeaux de dimension 20 m x 20 m ont été installés dans les champs dont l'âge des anacardiers atteint au moins 5 ans. Au total, 106 placeaux répartis sur l'ensemble de la région d'étude ont été analysés.

Les échantillons botaniques récoltés sur le terrain ont été conservés sous forme d'herbier. Les espèces récoltées ont été ensuite identifiées en utilisant les services du Laboratoire d'Ecologie appliquée et du Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnemental et l'expertise de l'Herbier National du Bénin (UAC).

Au total, les travaux en milieu réel ont permis de mieux appréhender les implications socioéconomiques et environnementales de l'agroforesterie à base de l'anacardier par les différents acteurs du système.

2-2 TRAITEMENT DES DONNEES ET INFORMATIONS

Chaque de types de données et informations collectées a été traité suivant des méthodes spécifiques.

2-2-1 Méthode d'analyse de la variabilité climatique dans le Centre du Bénin

L'examen de la variabilité pluviométrique est fait à l'aide des outils statistiques appropriés. Ainsi, en dehors de l'utilisation de quelques paramètres de tendance centrale (moyenne arithmétique), de dispersion (écart-type, coefficient de variation) et quelques indices, des analyses et tests composites ont réalisés.

- **Indice de l'écart à la valeur minimale (Emin)**

Cet indice est utilisé pour estimer le déficit pluviométrique à l'échelle de l'année en rapport la hauteur pluviométrique minimum nécessaire à l'anacardier. L'écart à la valeur normale est la différence entre la hauteur de précipitation annuelle (Pi) et la hauteur minimum annuelle nécessaire (Pmini). Son expression mathématique est :

$$Emini = Pi - Pmini$$

Cet indice a permis de déterminer le nombre d'années déficitaires et leur succession par station.

- **Classification ascendante hiérarchique**

La classification hiérarchique ascendante (CAH) consiste à agréger progressivement les individus selon leur ressemblance, mesurée à l'aide d'un indice de similarité ou de dissimilarité. L'algorithme commence par rassembler les couples d'individus les plus ressemblants, puis à agréger progressivement les autres individus ou groupes d'individus en fonction de leur ressemblance, jusqu'à ce que la totalité des individus ne forme plus qu'un seul groupe

L'utilisation de la classification hiérarchique ascendante a permis de regrouper les différentes stations étudiées suivant leur degré de ressemblance en considérant la variabilité pluviométrique aux échelles annuelle et saisonnière.

- **Recherche de tendance pluviométrique et thermométrique et des ruptures**

La moyenne mobile et les tests de Mann Kendall et de Pettit ont été utilisés pour rechercher la tendance et les ruptures de stationnarité dans les séries pluviométriques.

- La technique des moyennes mobiles consiste à lisser les irrégularités en associant aux valeurs y_{ti} d'une chronique de nouvelles valeurs z_{ti} qui sont les moyennes arithmétiques d'une valeur originale y_{ti} et des valeurs qui l'encadrent (Vissin, 2007).

Les moyennes mobiles peuvent être calculées suivant une période de trois (3) ans (une valeur de part et d'autre de $y_{ti)}$ ou cinq (5) ans (deux valeurs de part et d'autre de y_{ti}. Dans la présente recherche la moyenne mobile lissée sur cinq (5) ans est choisie. Elle a permis de caractériser la variabilité pluviométrique par station.

- Le test de Mann Kendall obéit au principe suivant (Vandiepenbeeck, 1995 ; Mahoungou, 2003).
Si l'on considère chaque élément Xi de la série, pour i = 1,2, ……n. On calcule la statistique de tendance t du test donnée par la relation :

$$t = \sum_{i=1}^{n} n_i$$

Et sa loi de répartition, sous hypothèse nulle, est pratiquement une distribution normale dont la moyenne et la variance sont données par des expressions suivantes :

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \qquad \text{et} \qquad t = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}$$

La statistique réduite du test est donnée par :

$$u(t) = \frac{[t - E(t)]}{\sqrt{\text{var}\, t}}$$

La probabilité α_1 est directement déterminée à l'aide du logiciel XLSAT 5.0 suivant la loi normale réduite telle que :

$$\alpha_1 = P(|u| \geq |u(t)|)$$

L'hypothèse nulle est acceptée ou rejetée au niveau de αo selon que l'on a $\alpha_1 > \alpha$ o ou $\alpha_1 < \alpha_o$. Lorsque les valeurs de u(t) sont significatives, on conclut à une tendance croissante ou décroissante de selon que u(t)>0 ou u(t)<0.

- Le test de Pettit quant lui est utilisé pour mettre en évidence les ruptures de stationnarité (Lubes et *al*., 1994, cité par Vissin, 2001). L'approche de Pettit est non paramétrique et se fonde sur deux hypothèses H_0 (absence de rupture dans la série) et H_a (présence de rupture dans la série. La mise en œuvre du test suppose que

pour tout instant t compris entre 1 et N, les séries chronologiques (Xi) i =1 à t et t + 1 à N appartiennent à la même population. Ce test repose sur le calcul de la variable $U_{t,N}$ définie par :

$$U_{t,N} = \sum_{i=1}^{t} \sum_{j=t+1}^{N} D_{ij}$$

Où D_{ij} = sign(xi-xj) avec sgn(Z) =1 si Z = 0 et -1 si Z < 0.
Soit K_N la variable définie par le maximum en valeur absolue de $U_{t,N}$ pour t variant de 1 à N-1. Si K désigne la valeur K_n prise sur la série étudiée, sous l'hypothèse nulle, la probabilité de dépassement de la valeur K est donnée approximativement par :

$$\text{Prob}\ (K_n > k) \approx 2 \exp\ [- 6\ K^2 / (N^3 + N^2)]$$

Pour un risque α de première espèce donné, si prob (K_N >K) est inférieure à α, l'hypothèse nulle est rejetée.

L'utilisation du test de Pettit a permis de détecter des ruptures dans les séries pluviométriques et thermométriques et de vérifier l'évolution tendancielle de ces paramètres.

▪ Calcul du bilan hydrique

Le calcul bilan hydrique du sol a été fait au pas de temps mensuel puis annuel dans les stations de Savè et de Parakou (seules ces deux stations disposent des estimations de l'ETP). Aux estimations de l'ETP s'ajoutent les paramètres pédologiques que sont la réserve utile du sol (RU), la réserve facilement utilisable du sol (RFU) et la réserve de survie du sol (RS).

La RU est la quantité maximale d'eau que peut contenir un sol après ressuyage pour satisfaire le besoin hydrique d'une plante. Autrement dit, c'est la portion de l'eau capillaire retenue dans le sol superficiel et qui peut être utilisée par le système racinaire des végétaux (Afouda, 1990). La RU est déterminée par deux seuils d'humidité :

- la capacité au champ lorsque le sol a emmagasiné la quantité maximale d'eau qu'il peut contenir ;

- le point de flétrissement permanent, qui est la limite inférieure de l'humidité du sol en dessous de laquelle la vie des végétaux devient impossible.

La valeur de RU dépend de la granulométrie, de la profondeur et la teneur en matières organiques des sols. Plus un sol est profond, plus la valeur de la RU est grande et vice-versa. Dans cette étude on retient avec Afouda (1990), 80 mm comme la valeur de RU en raison de la dominance des sols ferrugineux de profondeur moyenne (environ 3 m) avec la présence de sols peu évolués de faible profondeur.

Quant à la RFU, elle est la quantité d'eau facilement captée par la plante pour satisfaire ses besoins hydriques. Dans la région d'étude où prédominent les sols ferrugineux, elle est estimée à 40 % de la RU (Afouda, 1990).

En ce qui concerne la RS, elle est la quantité d'eau qui permet à la plante de vivre lorsqu'elle a fini d'utiliser la RFU. Cette eau est peu mobile et donc difficilement utilisable par la plante. Elle est estimée à 60 % de la RU (Afouda, 1990).

La conduite des calculs s'est faite (tableau II) suivant le protocole de Brochet et *al*. (1975) utilisée par Boko (1988), Afouda (1990), Kitti (1993).

Tableau II : Matrice ayant servi au calcul de bilan hydrique

Mois	**P**	**ETP**	**RU**	**HD**	**RFU**	**RS**	**K**	**ETR**	**EC**	**DEV**
Jan										
Fév										
Mars										
Avril										
Mai										
Juin										
Juil										
Août										
Sept										
Oct										
Nov										
Déc										

RU = 80 mm ; RFU = 32 mm ; RS = 48 mm

Les dix colonnes (exception faite de la colonne des mois) contiennent respectivement les données de la précipitation (P), l'évapotranspiration potentielle (ETP) et de la RU. La quatrième colonne est celle de la somme de la hauteur de la précipitation du mois, ajoutée à la RU résultant du mois précédent. Elle est notée HD (eau disponible).

HD = P + RU

La septième colonne est celle du coefficient de freinage de la fourniture d'eau à la plante. Il s'obtient par le rapport entre HD et RS. Le coefficient de freinage dépend aussi des caractéristiques du sol. Il est noté K et permet de remplir la huitième colonne qui est c'elle de l'évapotranspiration réelle (ETR).

K = HD / RS

- Lorsque K ≥ 1, ETR = ETP (la quantité d'eau disponible dans le sol suffit à la plante pour satisfaire ses besoins en évapotranspiration) ;
- lorsque K < 1, ETR = K x ETP (la quantité d'eau disponible dans le sol ne suffit pas à la plante pour satisfaire ses besoins en évapotranspiration).

Ensuite, on procède à la soustraction de l'ETR obtenue de la valeur de HD et le résultat est consigné dans la sixième colonne, c'est-à-dire celle de la RS du mois suivant. Lorsque le résultat obtenu est supérieur à la RU au champ, le surplus est inscrit dans la cinquième colonne, celle de la RFU du mois suivant. Au cas où HD – ETR est supérieur à la valeur maximale de RU, le surplus est affecté à la colonne 9, celle de l'écoulement.

La dixième colonne est celle du déficit d'évaporation (DEV) qui est la différence entre ETP et ETR.

DEV = ETP - ETR

Le début du calcul du bilan hydrique est fixé au mois de juin de l'année précédente (mois pluvieux) en raison du fait que pendant les mois secs, la réserve utile du sol est nulle le mois de janvier étant généralement sans pluie. Même s'il pleuvait, le total pluviométrique serait inférieur à la demande climatique.

Le calcul du bilan hydrique à l'échelle mensuelle a permis de déterminer les valeurs de l'ETR à l'échelle annuelle et de calculer l'indice agroclimatique.

- **Calcul de l'indice de stress agroclimatique (ISA)**

L'expression mathématique de l'ISA Franquin (1968) ; Riou (1980) ; Afouda, 1990) est de la forme :

$$\mathbf{ISA = (ETP - ETR)*100 / ETP}$$

L'indice de stress agroclimatique (ISA) a permis d'apprécier les aptitudes culturales des secteurs pédoclimatiques (Savè et Parakou). Dans cette étude, sa valeur est calculée à l'échelle annuelle. Elle varie entre 0 et 100. Lorsqu'il est proche de 0 (ETR = ETP), cela signifie que les conditions de satisfaction hydrique des plantes pérennes (ici l'anacardier) sont optimales. Lorsque sa valeur est proche de 100 (ETR = 0), les conditions sont plutôt défavorables à la satisfaction hydrique de la plante.

2-2-2 Estimation de la physionomie du climat à horizon 2050

L'état climatique futur est extrapolé en utilisant les modèles empiriques et la méthode statistique (Totin, 2003 ; 2005).

Le modèle empirique se fonde sur le scénario analogue sec (SAS) qui s'inspire des conditions climatiques de la série 1971-2000 marquée par une péjoration pluviométrique et un réchauffement thermique (Ogouwalé, 2006).

S'agissant du protocole statistique, l'intervalle de temps 1971-2000 est retenu comme étant la période de référence et l'horizon de projection est 2050. L'évolution des paramètres climatiques est considérée comme suivant une loi de type exponentiel de formule mathématique :

$$\mathbf{Y_{\delta t} = Y_{réf} . e^{-\alpha.\delta t}} \quad (1)$$

Où :

$Y_{\delta t}$, représente la pluie, la température, l'indice agroclimatique à un horizon (δt) de projection ;

$Y_{réf.}$, la moyenne mobile pondérée de la variable centrée sur l'année de référence ;

α, le coefficient de régression déterminé à partir de l'équation sur le graphique ;
δt, le temps en année séparant l'année de référence et l'année de projection.

Les valeurs de prévision ''brute'' ont été rapprochées des états observés ou simulés grâce à un *coefficient d'ajustement* noté ***φ***. Ce coefficient est le ratio de la moyenne simulée d'une variable à sa moyenne pondérée sur une année de référence donnée. Le coefficient d'ajustement permet ainsi de corriger et d'ajuster les valeurs projetées conformément aux évolutions déjà connues. Son expression mathématique est la suivante :

$$\varphi = (Y_{réf} e^{-\alpha \delta t}) / Y_{\delta' t} \quad (2)$$

De (1) et (2) on obtient:

$$\varphi = Y\delta t / Y\delta' t$$

avec

$Y_{\delta t}$, la pluie, la température ou l'indice de stress agroclimatique à un horizon (*δt*) de projection défini ;

$Y_{\delta' t}$, la pluie, la température ou l'indice de stress agroclimatique au même horizon (*δt*) de projection pour lequel les relevés sont déjà faits ;

et où $0 < \varphi \leq 1$. Plus la valeur est proche de 1 plus la corrélation est forte entre les tendances simulées et les valeurs déjà observées.

Le coefficient multiplicateur qui donne la marge d'erreur de la prévision est donc appliqué à toutes les autres années de projection. Les simulations corrigées ont permis de simuler la valeur de chaque paramètre jusqu'en 2050.

2-2-3 Recherche de dépendance entre les paramètres climatiques et le rendement de l'anacardier

Pour identifier les variables climatiques les plus explicatives du rendement de l'anacardier, la méthode ''stepwise regression'' ou méthode de régression multiple est utilisée (Netrer et Wasserman, 1974 ; Mamadou, 1991). Elle a permis d'analyser la régression du rendement sur l'indice agroclimatique et la pluviométrie (des mois de septembre et octobre).

L'analyse a été faite de manière ascendante c'est-à-dire que la régression commence avec une variable (celle qui apporte le plus d'information au modèle). Elle est partie d'un modèle univarié (une seule variable explicative est prise en compte), puis bivarié (deux variables explicatives sont prises en compte), ensuite trivarié (trois variables explicatives sont prises en compte), et ainsi de suite. Les variables dont le niveau de signification statistique est inférieure à 0,025 sont automatiquement éliminés, car elles n'apportent pas d'informations suffisantes.

La méthode de régression multiple suppose que la relation est linéaire et que les différentes valeurs de la variable dépendante sont extraites de distributions normales, indépendantes de même variance suivant le modèle théorique :

$$\mathbf{Y = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_nX_n + b} \text{ où}$$

Y est le rendement ; X_1, X_2, X_3, X_n désignent les variables explicatives ; a_1, a_2, a_3, a_n sont les pentes de l'hyperplan dans les dimensions considérées et sont appelés coefficient de régression (déterminé directement par le logiciel Xlsat 5.0), et b une valeur constante.

Seuls l'indice agroclimatique et la pluviométrie bimensuelle (septembre et octobre) ont été identifiés comme des variables qui apportent une information significative au modèle. Ainsi, la méthode de régression multiple a permis d'écrire :

Rendement = a_1*indice agroclimatique + a_2*pluviométrie (des mois de septembre et octobre) + une valeur constante

Le signe positif du coefficient de régression signifie qu'une augmentation de la valeur de la variable explicative entraîne une augmentation de la variable expliquée et vice-versa. La part de l'information expliquée est mesurée à l'aide du coefficient de détermination multiple R^2 suivant le rapport information expliquée/information totale. Plus R^2 est proche de 1, plus l'ajustement est bon, c'est-à-dire que l'information prise en compte par le modèle est importante.

Ensuite, le test de Ficher est utilisé pour évaluer le degré de signification des informations expliquées par les variables (indice de stress agroclimatique et pluviométrie) par rapport à la valeur constante de chaque équation. Ce test utilise

deux hypothèses H0 et H1. L'hypothèse H0 est validée lorsque le modèle simple (seulement la constante et non les variables explicatives) est préférable, le cas échéant H1 est validée. Le seuil de signification est fixé à 5 %.

2-2-4 Evaluation du rendement de l'anacardier d'ici 2050

Pour évaluer l'impact d'un climat modifié sur le rendement de l'anacardier, la valeur de chaque variable qui influence de façon significative le rendement (indice de stress agroclimatique et la pluviométrie saisonnière) projetée (pour 2050) a été intégrée dans le modèle de régression multiple suivant l'équation :

Rendement (en 2050) = a1*indice agroclimatique (2050) + a2*pluviométrie saisonnière (2050) + une valeur constante

Le modèle a permis d'estimer le rendement théorique de l'anacardier en 2050. Ce rendement futur est comparé au rendement actuel (1990-2005), ce qui a permis d'apprécier l'évolution future du rendement de l'anacardier si la tendance climatique actuelle se maintient.

2-2-5 Analyse des données dendrométriques de l'anacardier

Les données collectées ont été classées suivant 4 classes d'âge : 5 à 9 ans ; 10 à 14 ans ; 15 à 20 ans et 21 à 25 ans et plus. Dans ces classes, les hauteurs, les diamètres d'arbre et de la couronne, ont été comparés.

Les équations logarithmiques de droite de croissance en hauteur et du diamètre ont été élaborées suivant les différentes classes d'âge selon la formule suivante (Tandjiékpon, 2005).

$$Y = a * Ln (t) + b$$

Les lettres a et b sont des constantes tandis que t correspond à la classe d'âge considérée et Y désigne soit la hauteur, soit le diamètre (de l'arbre ou de la couronne) de l'arbre. Cette équation a permis de mieux appréhender les phases de croissance de l'anacardier suivant les paramètres (hauteur, diamètre) considérés.

2-2-6 Estimation de la surface terrienne de l'anacardier

La surface moyenne recouverte par une couronne d'anacardier a été évaluée suivant la formule mathématique suivante (Tandjiékpon, 2005) :

$$S = (Lmoy/2)^2 * Pi$$

S désigne la surface au sol de la couronne ; Lmoy représente le diamètre de la couronne et Pi est une constante de valeur égale à 22/7. Cette surface est déterminée afin d'évaluer la surface totale occupée au sol par les anacardiers.

En outre, l'évolution des couronnes en fonction des densités et des âges a été évaluée suivant l'équation suivante (Tandjiékpon, 2005) :

$$Y = a * Log (X) + b \text{ où}$$

Les valeurs a et b sont des constantes et X correspondant au nombre de pieds d'anacardiers par hectare.

Ces équations ont permis d'apprécier l'influence des densités des plantations sur le recouvrement au sol des couronnes d'anacardiers et de déduire des orientations quant aux densités à proposer en vue d'une utilisation rationnelle des espaces agroforestiers.

2-2-7 Evaluation de la diversité biologique dans les champs agroforestiers

En dehors des anacardiers, les espaces agroforestiers du Centre du Bénin possèdent d'autres espèces ligneuses qui participent à leur diversité biologique. Afin d'apprécier cette diversité, certains indices ont été calculés.

- **Calcul des indices de diversité**

Il s'agit de la richesse spécifique (nombre d'espèces), de l'indice de diversité de Shannon et l'indice d'équitabilité de Pielou.

La **richesse spécifique (RS)** est déterminée le protocole statistique suivant :

$$RS = (I_1 + I_2 + I_3 + \dots I_n)$$

Dans ce protocole, **I** désigne chaque espèce ligneuse récoltée ou identifiée dans les placeaux.

La richesse spécifique a permis de connaître le nombre total des espèces ligneuses recensées sur tous les placeaux installés.

L'Indice de diversité de Shannon (ou indice de diversité de Shannon-Weiner) (Wala et *al.,* 2005) a pour expression mathématique :

$$H = - \sum \pi \log 2 \pi$$

Où :
π = proportion des individus dans l'échantillon total qui appartiennent à l'espèce i ;
Cet indice s'exprime en bit et sa valeur théorique varie entre 0 et 5.

Le calcule de l'indice de Shannon a permis de mesurer le degré de diversité spécifique dans les placeaux.

L'Indice d'équitabilité de Pielou (Wala et *al.,* 2005) s'exprime sous la forme :

$$E = \frac{H}{\log_2 S}$$

Avec :
S = nombre total des espèces dans les placeaux ;
H = indice de diversité de Shannon.
Sa valeur varie entre 0 et 1. L'équitabilité de Pielou (E) tend vers 0 lorsqu'il y a une situation de dominance. Elle tend vers 1 lorsque la répartition des individus entre les espèces est régulière (pas de situation de dominance).

2-2-8 Evaluation de la rentabilité financière du système agroforestier à base de l'anacardier

Afin d'évaluer la rentabilité financière de la pratique agroforestière, une estimation des charges et des recettes d'un hectare de champ agroforestier durant 25 ans d'exploitation a été faite (INRAB, 2005). Ainsi, le bilan financier (BF) est obtenu suivant l'expression mathématique suivante :

$$BF = \sum_{i=1}^{25} (R - C)$$

Dans cette équation,

R = (r_1 + r_2 + r_3 + … + r_{25}), r_1 désigne l'ensemble des recettes durant la première année d'exploitation, r_2 désigne l'ensemble des recettes durant la deuxième année d'exploitation, etc. ;

C = (c_1 + c_2 + c_3 + … + c_{25}), c_1 désigne l'ensemble des charges financières relatives à la première année d'exploitation, c_2 désigne l'ensemble des charges financières correspondantes à la deuxième année d'exploitation, etc. ;

Si **BF** > 0, on conclut que le système est rentable ;
si **BF** < 0, alors le système n'est pas financièrement rentable.

Les recettes sont principalement constituées des gains issus de la vente des cultures annuelles associées à l'anacardier et des revenus provenant de la vente des noix d'anacardier. Quant aux charges, elles se rapportent aux dépenses relatives à l'installation et l'entretien des champs, aux opérations de récolte, etc. Dans ce cadre, il a été considéré qu'une seule culture est associée en même temps à l'anacardier.

En outre, suivant le procédé décrit supra, une évaluation du bilan financier d'un système de culture itinérante (uniquement des cultures annuelles) a été faite. Dans ce cadre, il est supposé que deux cultures sont associées en même temps sur la même superficie sauf le coton (pratiqué en monoculture).

Enfin, une analyse financière comparative des deux systèmes a été faite.

La démarche méthodologique utilisée a permis d'obtenir des résultats qui sont présentés dans les chapitres suivants.

CHAPITRE TROISIEME

FONDEMENTS BIOPHYSIQUES ET HUMAINS DE LA PRATIQUE AGROFORESTIERE BASEE SUR L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN

Ce chapitre est consacré à la présentation des conditions naturelles et humaines dans lesquelles se pratique l'agroforesterie à base de l'anacardier dans le centre du Bénin. Chaque composante est analysée en rapport avec les exigences écologiques de l'anacardier.

3-1 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU CENTRE BENIN

Le contexte géologique et géomorphologique de même que les formations pédologiques de la région d'étude sans oublier les composantes végétales ont été décrits.

3-1-1 Contexte géologique et géomorphologique

Le stratum géologique et le relief du Centre du Bénin ont été présentés en rapport avec les préférences écologiques de l'anacardier.

3-1-1 -1 Substratum géologique de la région d'étude

Le substratum géologique du Centre du Bénin correspond au socle cristallin subdivisé en deux unités : une unité à l´est principalement composée de migmatite et de granite et une unité à l´Ouest composé de gneiss et de granulite (OBEMINES, 1989). Ces roches cristallines qui datent du Précambrien sont généralement connues comme un socle complexe. La région peut être découpée en trois sous-unités morpho structurales : protérozoïque, granitoïde et complexe métamorphique.

- La sous-unité protérozoïque est composée de plusieurs séries dont :

- la série de Lanta qui est une série sédimentaire volcano-clastique, formée de grès et de microconglomérats montrant des galets ;

- la série de Daho-Maho affleurant sur une distance d´environ 100 km entre Fita et le fleuve Ouémé et forme une bande dont la largeur peut atteindre 10 km. Elle est composée de roches volcaniques acides telles que les rhyolites, les microgranites, granites alcalins et basaltes.

- La sous-unité granitoïde est composée de granite de Lanta qui affleure sur 150 km^2 et de Gobada sur 50 km^2. Ce sont des granites à biotite.

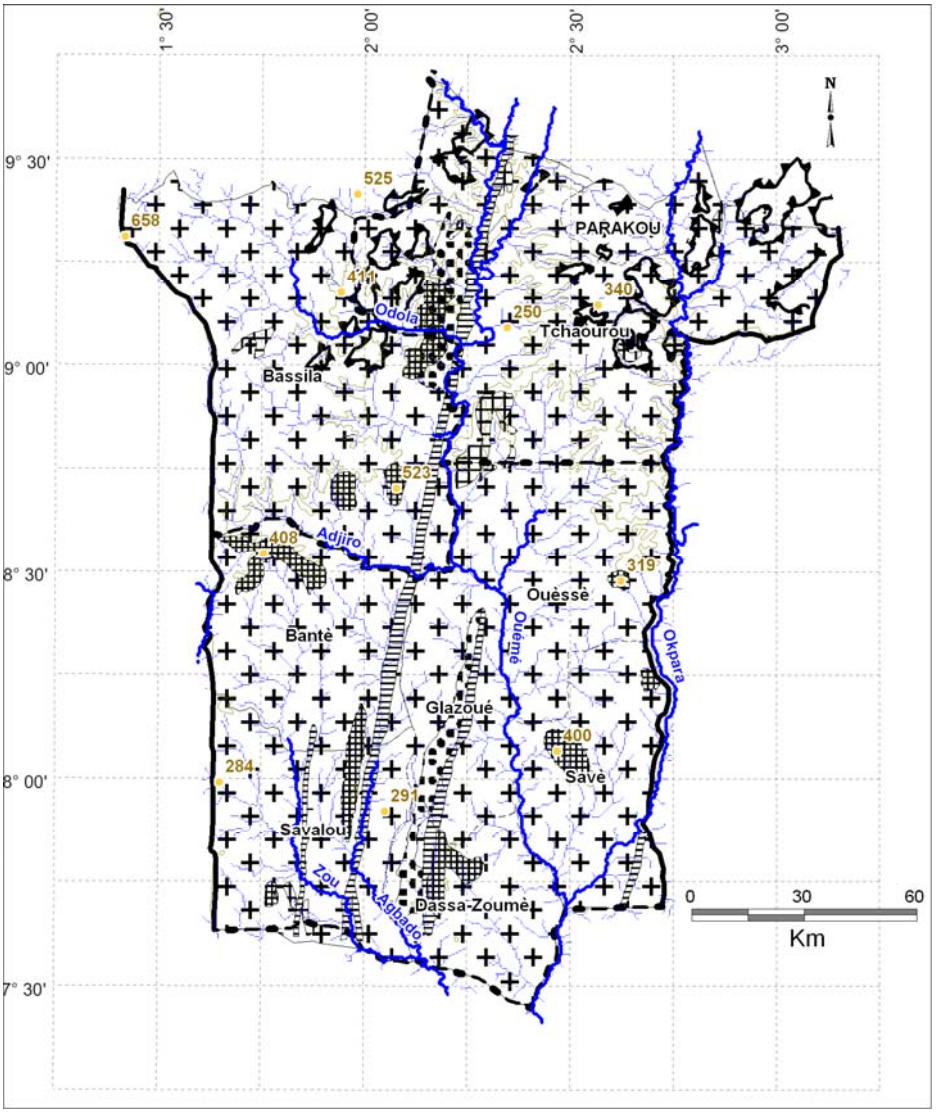
Quant à la sous-unité métamorphique, elle comprend une grande variété de roches. Les migmatites (mgm) couvrent environ 60 % de la zone d´étude et présentent une grande variété de formes topographiques. Dans cette sous-unité, ont été groupés les gneiss à biotite et à amphibole, les amphibolites et les gneiss granitiques caractérisés par une migmatisation intense et largement répandue. Les amphibolites sont parfois caractérisées par la présence d´un réseau de minces veines de matériels leucosomatiques, qui donnent lieu à une structure magmatique.

Des gneiss œillés à biotite et amphibole (gno) y sont aussi rencontrés. Cette unité comprend des orthogneiss œillés de composition granitique, normalement associés à des migmatites. En plus, la présence de deux types de granites, à savoir les granites porphyriques et granites à biotite y est signalée. Les granites porphyriques montrent des cristaux de feldspath potassique, du quartz, de la biotite rouge et du plagioclase. En ce qui concerne les granites à biotite, ils sont localisés à l´Ouest et affleurent à Agouna, Tchetti, jusqu'à la latitude d'Agbassa et se constituent en de petites collines. Par endroits, ils sont affectés par des transformations métamorphiques qui donnent naissance à des niveaux foliés à structure œillée (Okioh, 1972).

Les fissures constituent des canaux d'infiltration des eaux souterraines qui vont s'accumuler sous forme de nappes. Ces nappes sont inaccessibles aux racines de l'anacardier qui pourraient s'en servir notamment pendant la saison sèche. Il en ressort que le contexte géologique du Centre du Bénin est peu favorable à la culture de l'anacardier.

3-1-1 -2 Composantes géomorphologiques de la région d'étude

Le trait marquant du paysage dans cette partie du Bénin est l'apparition sur la pénéplaine des reliefs résiduels en formes d'îles, les inselbergs (figure 4).



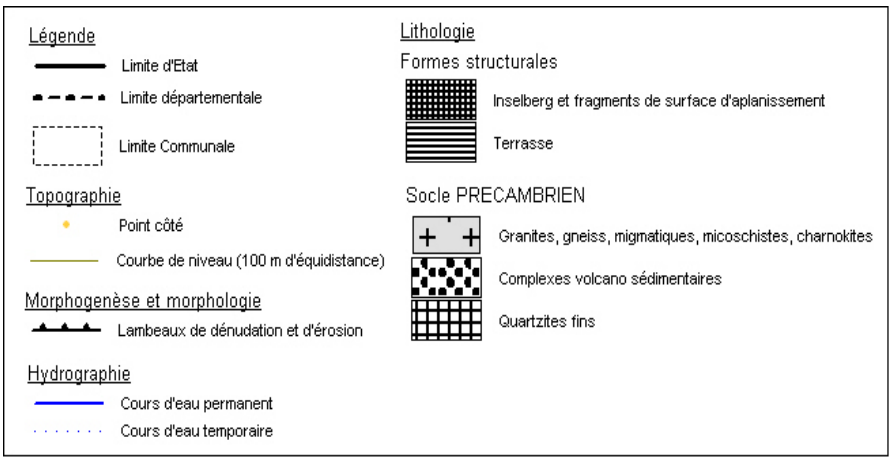


Figure 4 : Unités géologiques et géomorphologiques du Centre du Bénin
Source : OBEMINES, 1989

Ce faciès géomorphologique du Centre du Bénin est étroitement lié à la lithologie et à l'histoire géologique (Okioh, 1972 ; Yèdomohan, 2002). Cette pénéplaine se présente comme une surface d'érosion en forme d'inselbergs surbaissés, en général séparées par des rivières ou des vallées sèches. Elle présente ainsi une allure ondulée, créée par la succession sans cesse répétée de croupes. Le sommet de chaque croupe est légèrement arrondi (Okioh, 1972). En aval, une légère concavité apparaît, établissant le raccordement avec le lit des rivières en l'absence de formations alluviales véritables.

Vu du sommet des massifs, tout paraît uniforme et plan, et les versants sont presque rectilignes. Mais en réalité, la pénéplaine est parsemée de collines comme celles de Dassa-Zoumè et de Savalou qui correspondent aux plus hauts sommets avec le point culminant situé à environ à 540 m (photo 1).



Photo 1 : Vue partielle des Collines à Savalou
(Cliché Yabi, février 2006)

Ces reliefs culminent en moyenne entre 300 et 500 m d'altitude et sont très peu étendus comparés aux chaînes de l'Atakora (Dresch, 1953 cité par Okioh, 1972). Les inselbergs sont tous couverts d'éboulis rocheux aux dimensions diverses, à l'exception de celui de Savalou. A leur pied, se trouve une zone basse : gouttière d'altération. Il s'agit en fait de zone où convergent toutes les eaux ruisselant sur les

reliefs. L'engorgement permanent qui caractérise la base des inselbergs est à l'origine de ladite déclivité.

En somme, le Centre du Bénin présente un relief peu accidenté hormis les inselbergs. Ce contexte géomorphologique correspond bien aux exigences écologiques de l'anacardier qui peut se développer sur des sites d'altitude variant en 0 et 500 m). Les particularités géologique et géomorphologique induisent plusieurs formations pédologiques.

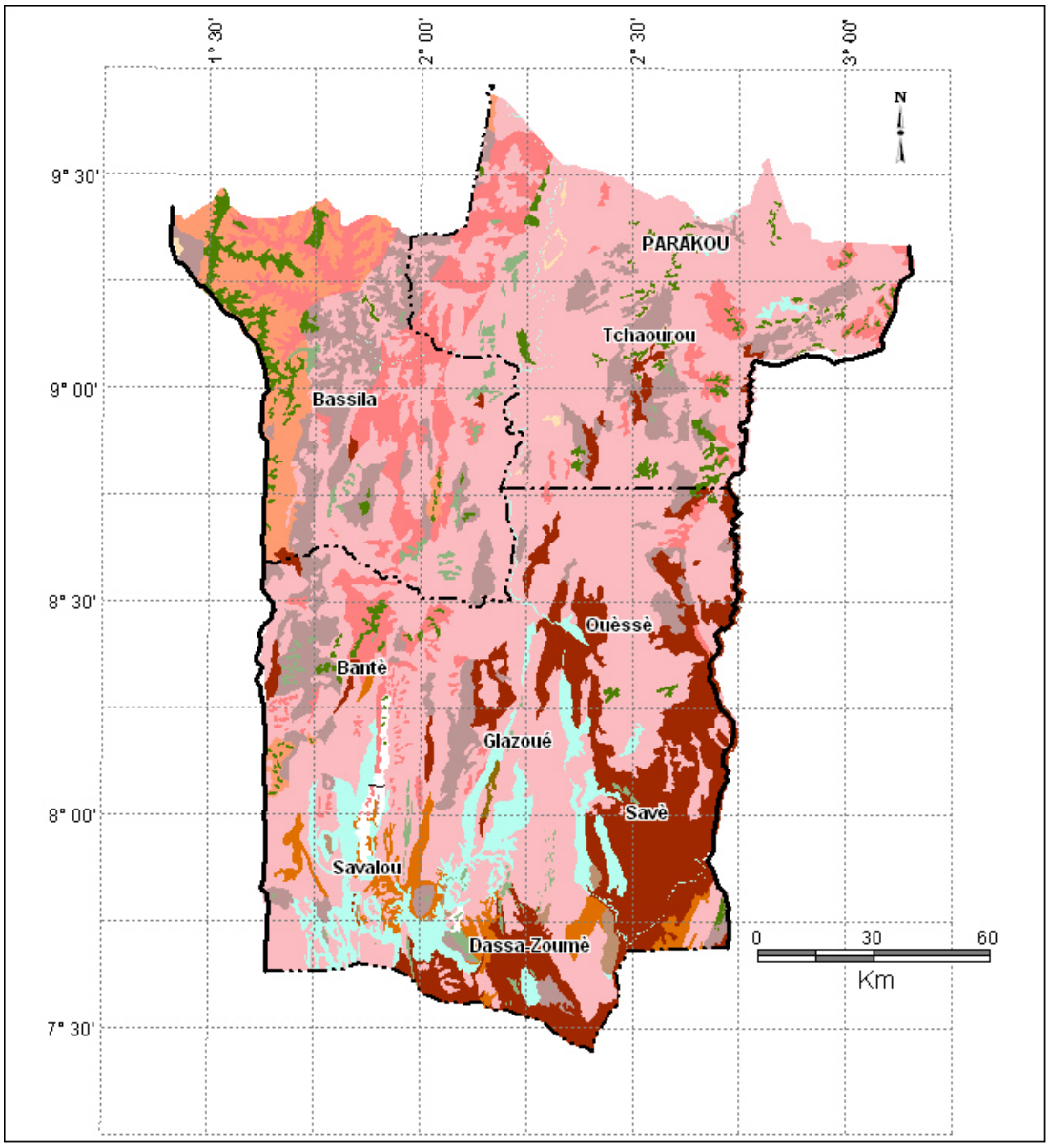
3-1-2 Formations pédologiques du Centre du Bénin

L'analyse des types de sols revêt une importance particulière du fait de son rôle de réservoirs susceptibles de retenir une quantité variable d'eau dont une partie est restituée aux plantes comme l'anacardier.

La capacité de rétention de l'eau par les sols et de leur transmission aux plantes dépend largement de leur composition granulométrique. Ainsi les sols argileux, composés de matériaux fins, n'arrivent pas à transmettre l'eau retenue aux plantes.
Dans ces sols à matériaux sableux, l'eau est faiblement retenue et sa mobilité est généralement trop faible pour assurer une réserve hydrique durable pour les plantes. Le sol constitue de ce fait, un milieu complexe en constante dynamique sous l'effet conjugué et prolongé de l'atmosphère et de la biosphère.

Diverses variétés de sols sont observées dans le Centre du Bénin en rapport avec le substratum géologique, mais également des formes topographiques (figure 5).

Ces sols résultent de l'altération des roches granitiques sous l'action des agents climatiques et biologiques. Globalement, il s'agit des sols peu profonds où la roche mère affleure à une profondeur qui varie entre 1 et 3 m. Les différents types de sols se distinguent par le degré d'individualisation des hydroxydes, le lessivage dans le profil et le mode d'altération. Fondamentalement, les types de sols suivants sont rencontrés : les sols ferrugineux tropicaux (eux-mêmes repartis en plusieurs sous-classes), les sols ferralitiques, les sols hydromorphes et les vertisols (Volkoff, 1970).



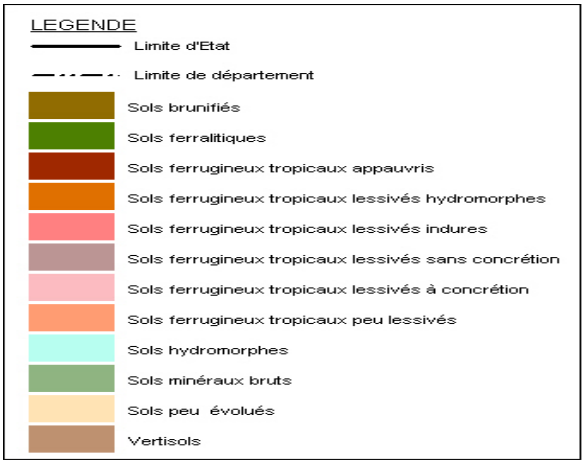


Figure 5 : Formations pédologiques du Centre du Bénin
Source : LSSEE, 1982

3-1- 2-1 Sols ferrugineux tropicaux

Ces sols sont les plus répandus. Ils sont caractérisés par une forte individualisation et une grande mobilité du fer et du manganèse. La matière organique y est peu abondante. Selon que les particules d'argile restent stables ou non, les sols ferrugineux tropicaux se subdivisent en sols sans concrétions ou avec concrétions. Dans ces derniers, les particules argileuses migrent et constituent un horizon colmaté en bas de profil.

- **Sols ferrugineux tropicaux appauvris sans concrétion**

Ce sont des sols de faible profondeur, sableux, mais bien drainés, caractérisés par une couleur brun vif en profondeur, de texture sablo-limoneuse en surface passant à du limon sableux en profondeur. Ils sont développés sur les granites. Ces sols ont un profil essentiellement sableux et leur teneur en argile est en moyenne comprise entre 5 et 10 %. Le rapport sable fin/sable grossier est faible, ce qui indique une prédominance des sables grossiers (en moyenne 67 % contre 17 % de sables fins).
La valeur de leur pH avoisine 7 et ils sont pauvres en fer.

Ces sols sont peu profonds et leur capacité de rétention en eau est très faible. Ainsi, les éléments fertilisants sont vite éliminés par le lessivage consécutif aux pluies. De même, les ressources hydriques utiles à l'anacardier sont vite épuisées par les phénomènes d'infiltration, d'écoulement et d'évaporation. Ces sols sont donc peu favorables au meilleur développement de l'anacardier au regard de ces caractéristiques.

- **Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions**

Ces sols ont des profondeurs limitées par un niveau gravillonnaire peu profond dans lequel se développe un concrétionnement intense qui le cimente en carapace. Ces sols sont donc peu profonds (moins de 3 m), leur texture est légèrement fine et la couleur du profil jaune-rouge. Le drainage semble être l'élément significatif qui sépare ces sols de ceux d'autres classes. Ils sont bien drainés, au moins dans les 75 premiers centimètres, mais, plus au sud, les portions inférieures du profil sont souvent imparfaitement drainées (Akouègninou, 2004).

Cette unité pédologique peut être normalement cultivée de façon permanente ou avec une jachère de brève durée. Elle sert de support à toute une série de cultures vivrières, notamment le sorgho, coton, arachide et maïs. En revanche, elle est peu favorable aux cultures pérennes comme l'anacardier qui a besoin de sols plutôt profonds et meubles car disposant des racines profondes.

3-1-2-2 Sols ferralitiques

Ces sols sont caractérisés par une altération complète des minéraux primaires (péridotes, pyroxènes, grenats, amphiboles, feldspaths, feldspathoïdes, micas etc.), avec possibilité de minéraux néoformés tels que : ilménites, magnétite, zircon, illite, abondance de quartz résiduel, élimination de la majeure partie des bases alcalino-terreuses, d'une grande partie de la silice. Ils se caractérisent également par la présence en abondance des produits de synthèse suivants : silicate d'alumine 1/1, famille de la kaolinite; des hydroxydes d'alumine (gibbsite et produits amorphes); hydroxydes et oxydes de fer (goethite, hématite et produits amorphes) ; autres minéraux tels que leucocène, bioxyde de manganèse, etc. (Volkoff, 1970)

Ces sols ont une valeur agronomique très élevée tant pour les cultures saisonnières que pour les plantes pérennes (notamment l'anacardier). ; Mais, ils ne sont présents que sous formes d'îlots épars dans la région d'étude.

3-1-2-3 Sols hydromorphes

Ce sont des sols dont les caractères sont dus à une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau en raison d'un engorgement temporaire ou permanent d'une partie ou de la totalité du profil.

Ils se retrouvent sur les versants, sur les bas de pente, dans les dépressions, le long de petits cours d'eau, et surtout dans les bas-fonds. De par leur nature, les sols hydromorphes ne sont pas du tout favorables à l'anacardier qui supporte mal les inondations, même de courte durée.

Au total, le contexte pédologique du Centre du Bénin est caractérisé par la prédominance des sols ferrugineux tropicaux qui présentent une perméabilité moyenne, une faible profondeur, une résistance moyenne à l'érosion et surtout une faible capacité de rétention de l'eau. Au regard de ces caractéristiques, ils sont globalement peu favorables à la culture de l'anacardier. En effet, la plante aime plutôt des sols profonds, meubles, exondés et qui possèdent une bonne réserve hydrique.

Ces différents sols supportent des formations végétales typiques qui confèrent à la région secteur un paysage végétal de savane boisée.

3-1-3 Paysage végétal du Centre du Bénin

Les formations végétales interviennent dans la pluviogenèse par leur contribution à l'évapotranspiration et au recyclage de l'eau atmosphérique (Houndénou, 1999). En plus, les écosystèmes forestiers participent au maintien de l'équilibre écologique sans oublier les intérêts économique et socioculturel qu'elles revêtent pour les communautés humaines.

L'état actuel du paysage végétal de la région d'étude est le résultat de la combinaison des facteurs naturels et anthropiques. En effet, la couverture végétale de cette région est la trace au sol du climat de transition soudanien ; ce qui justifie la présence de savanes, de forêts claires et d'îlots de forêts denses sèches ou semi-décidues qui constituent l'essentiel des formations naturelles. A ces dernières s'ajoutent les formations humanisées ou anthropiques (champs, jachères, plantations, etc.). Aubréville (1937) considère ce paysage végétal naturel comme faisant partie des formations boisées. Selon Houinato (2001), cette végétation serait le prolongement de la « Guinea zone ». Quant à Adjanohoun et *al*. (1982), ils classent ces forêts comme faisant partie de la zone de transition guinéo-congolaise. Suivant la nomenclature des classes de végétation utilisée par la FAO en 2001 et en tenant compte de la physionomie générale de la couverture végétale, la stratification et les conditions phytosociologiques, sept unités de végétations se distinguent.

▪ Galeries forestières

Les galeries forestières sont observées le long du fleuve Ouémé et de ses affluents. Ces formations présentent l'aspect de forêts ombrophiles et sont constituées de plusieurs espèces dont les dominantes sont **:** *Hexalobus crispiflorus, Pouteria alnifolia, Berlinia grandiflora, Cola gigantea, Lecaniodiscus cupanioides, Napoleona vogelii, Pterocarpus santalinoides , etc.* (photo2)



Photo 2 : Galerie forestière le long du fleuve Ouémé à la latitude d'Idadjo
(Cliché Yabi, juillet 2004)

Ces formations subissent une dégradation avancée par endroits du fait des activités humaines (prélèvement du bois par des exploitants forestiers, occupation des berges pour les activités agricoles, etc.).

▪ Forêt sèche sémi-décidue et décidue

Les formations de forêt dense se retrouvent soit en îlots très protégés sous forme de forêts sacrées, soit en plages plus ou moins étendues au sein des formations de savanes et de forêts claires surtout dans les régions de Bassila et de Tchaourou
Les espèces végétales dominantes des forêts denses sont : *Isoberlina doka, Afzelia africana Kaya senegalensis, Anogeisus leicarpus, Pterocarpus erinaceus, Cola spp, Chlorophora excelsa, Antiaris africana, Celtis spp*. Ces formations sont grignotées par les exploitants forestiers et les fabricants de charbon. Elles sont ainsi parsemées d'éclaircies.

- **savanes boisées**

Les savanes boisées sont observées sur l'ensemble de la région d'étude (photo 3).

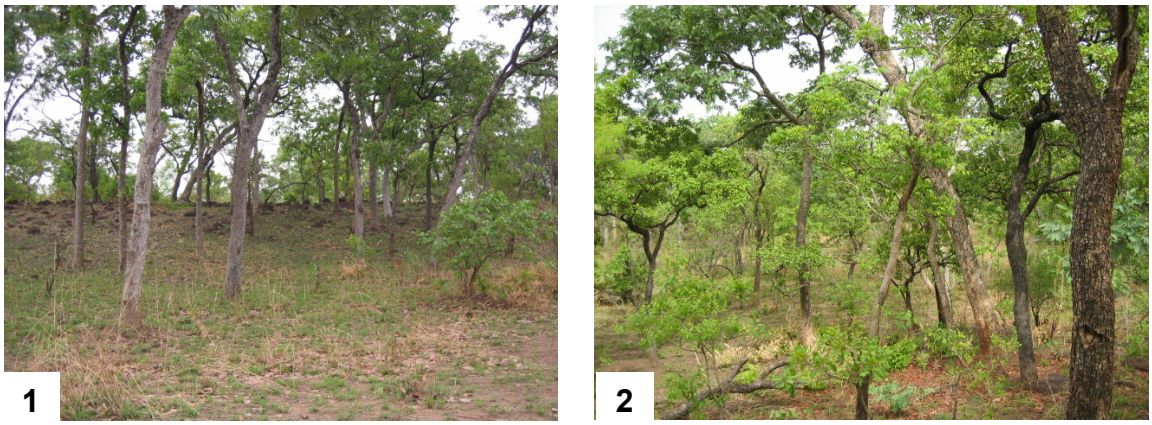


Photo 3 : Savane boisée (1) et forêt claire (2) à Agbassa
(Cliché Yabi, juillet 2004)

Elles sont particulièrement abondantes dans la vallée de l'Ouémé supérieur, Wari Maro, Monts Kouffé, et au Sud-Est de Savè et de Binassi. Les espèces forestières rencontrées sont *Isoberlinia doka, Afzelia africana, Khaya senegalensis, Danielia oliveri, Anogeissus leiocarpus, Pterocarpus erinaceus*. Elles n'échappent pas aussi à la dégradation d'origine anthropique.

- **Savanes arborées arbustives ou herbeuses**

Ces formations végétales sont les plus étendues de la région. Elles sont généralement issues soit de la dégradation avancée des forêts sèches ou claires ou même de la savane boisée d'une part et de la restauration des jachères agricoles.

Les espèces les plus fréquentes sont entre autres, *Butyrospermum paradoxum, Parkia biglobosa, Danielia oliveri, Terminalia spp, Detarium microcarpum Pericopsis laxiflora, Burkea africana, Borasus aethiopum, Tamarindus indica*.

Les formations de savanes sont soumises à des défrichements massifs chaque année à des fins agricoles, ce qui explique leur dégradation notamment dans les localités de tradition cotonnière.

- **Savanes saxicoles**

Les savanes arborées et arbustives saxicoles sont des formations de savane rencontrées sur les collines et sur les affleurements rocheux (Houinato, 2001 ; Yèdomonhan, 2002). Elles sont abondantes près de localités de Savalou, de Dassa-zoumè, de Savè et Tchaourou (Agbassa). Les espèces dominantes sont : *Burkea africana, Pterocarpus erinaceus, Detarium microcarpum, Afzelia africana, Erythrophleum africana, Adansonia digitata.* Le faciès géologique et les contraintes topographiques qui limitent l'accès des exploitants forestiers expliquent la relative stabilité de ces formations.

- **Savane à emprise agricole**

Ce sont des superficies d'aménagement récentes où se trouve une mosaïque de cultures et de savanes. Ces superficies font généralement suite aux mosaïques de cultures et de jachères (Afouda, 1990 ; Houinato, 2001 ; Akouègninou, 2004). Les espèces végétales formant ces formations sont celles des formations de savane qui s'associent à celles des exploitations agricoles comme *Parkia biglobosa, Butyrospermum paradoxum, Tamarindus indica, Isoberlinia doka.* Par endroits, des superficies agroforestières à base de l'anacardier sont éparpillées dans ces formations, ce qui accentue leur caractère hétérogène.

- **Mosaïques de cultures et de jachères**

Les mosaïques de cultures et de jachère sont constituées de cultures annuelles (maïs, manioc, igname, arachide, le coton etc). quelquefois semées en association avec l'anacardier, le néré ou le karité (FAO, 2001, Akouègninou, 2004).

En ce qui concerne les jachères, elles sont composées principalement de : *Tamarindus indica, Isoberlinia doka, Afzelia africana Adansonia digitata, Parkia biglobosa, Butyrospermum paradoxum* etc.

Au total, l'analyse du paysage végétal du Centre du Bénin montre que les formations naturelles connaissent une dégradation continue, du fait, fondamentalement, des activités humaines notamment agricoles. Une telle tendance est préjudiciable à la

gestion durable des écosystèmes végétaux. Des pratiques agricoles plus conservatrices des écosystèmes naturels méritent donc d'être adoptées pour assurer la durabilité de l'exploitation des ressources naturelles.

3-1-4 Réseau hydrographique

Le Centre du Bénin est assez fourni en cours d'eau. En effet, il est parcouru par le fleuve Ouémé et de ses affluents à régime plus ou moins permanent. Il s'agit de la Beffa (le plus grand affluent avec un bassin versant estimé à 197 000 km^2) et l'Okpara. En plus de ces cours affluents il y a des ruisseaux et des rivières à régime temporel tels que Nonomi, Kilibo, Odokoto, etc.

Les deux cours ont un régime hydrologique unimodal. En effet, ils sont influencés par le climat de type soudanien à deux saisons tranchées. L'étiage et les faibles débits s'enregistrent de décembre à mai-juin ou les valeurs sont presque nulles. Mais en septembre, le débit atteint son maximum. La valeur optimale varie d'une année à l'autre selon la pluviométrie. La période de hautes eaux dure entre 5 et 6 mois.

Du point de vue agronomique, les vallées des cours d'eau (trop humides ou inondables) ne sont pas favorables pas à la culture de l'anacardier. Cependant, la présence de cours d'eaux est déterminante pour l'installation des paysans qui y trouvent des sources d'approvisionnement en eau de boisson et autres usages. En outre, la période de faible débit et détiage coïncide avec le moment des récoltes et commercialisation des noix d'anacardier. Ces activités nécessitent le déplacement des opérateurs économiques et le transport des noix d'une localité à une autre par des pistes de praticabilité difficile. Sous ce rapport, la présence des cours d'eau n'handicape pas le déroulement de ces activités.

En plus des facteurs évoqués supra, il y a également le climat qui est l'un des facteurs dont dépend fondamentalement le développement de l'anacardier. Mais ce facteur est abordé dans la troisième partie.

Les composantes biophysiques de la région d'étude présentent dans une certaine mesure quelques atouts aux activités agricoles notamment la culture de l'anacardier,

lesquels atouts sont exploités par les divers groupes sociocuturels qui peuplent le milieu.

3-2 CONTEXTE SOCIOECONOMIQUE DANS LE CENTRE DU BENIN

L'homme, pris individuellement ou collectivement, constitue un facteur déterminant de production en général et de la culture de l'anacardier en particulier. Il est donc important d'analyser l'évolution démographique de la population et de présenter les groupes socioculturels rencontrés dans la région.

3-2-1 Evolution démographique

Entre 1979 et 2002, l'effectif de la population du Centre du Bénin a évolué de façon continue comme l'indique la figure 6. De 3,74 % en 1992, le taux d'accroissement de la population est passé à 4,62 % en 2002. Ces chiffres montrent le caractère encore dynamique de la démographie dans cette région à l'instar de la tendance nationale. L'accroissement naturel de la population et le fort taux d'immigration que connaît le Centre du Bénin expliquent une telle croissance démographique.

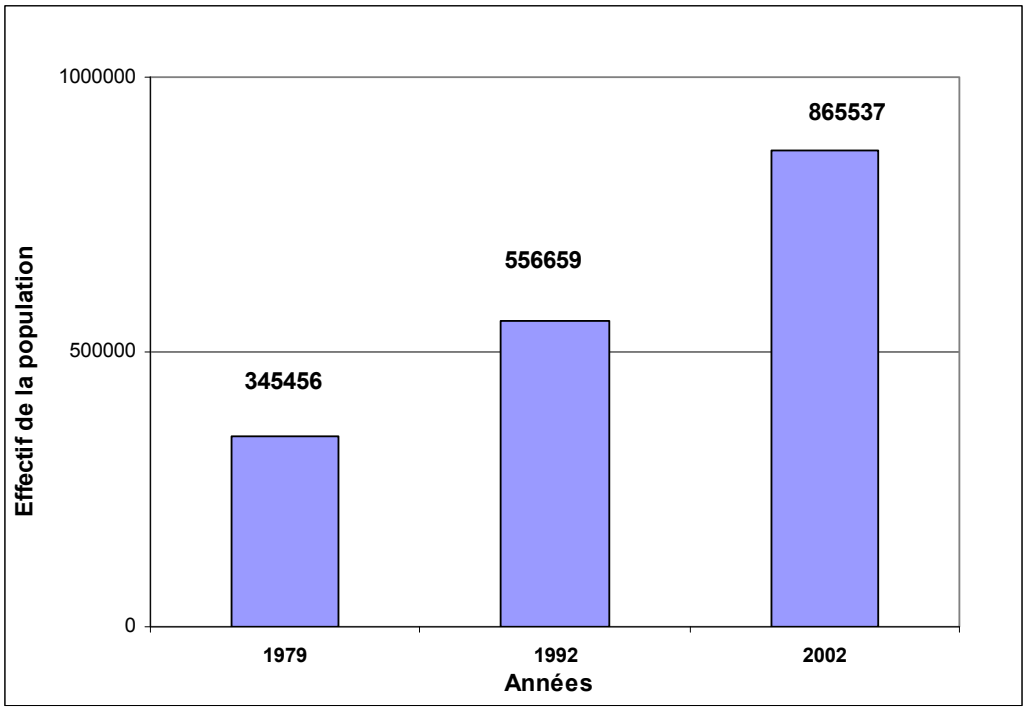
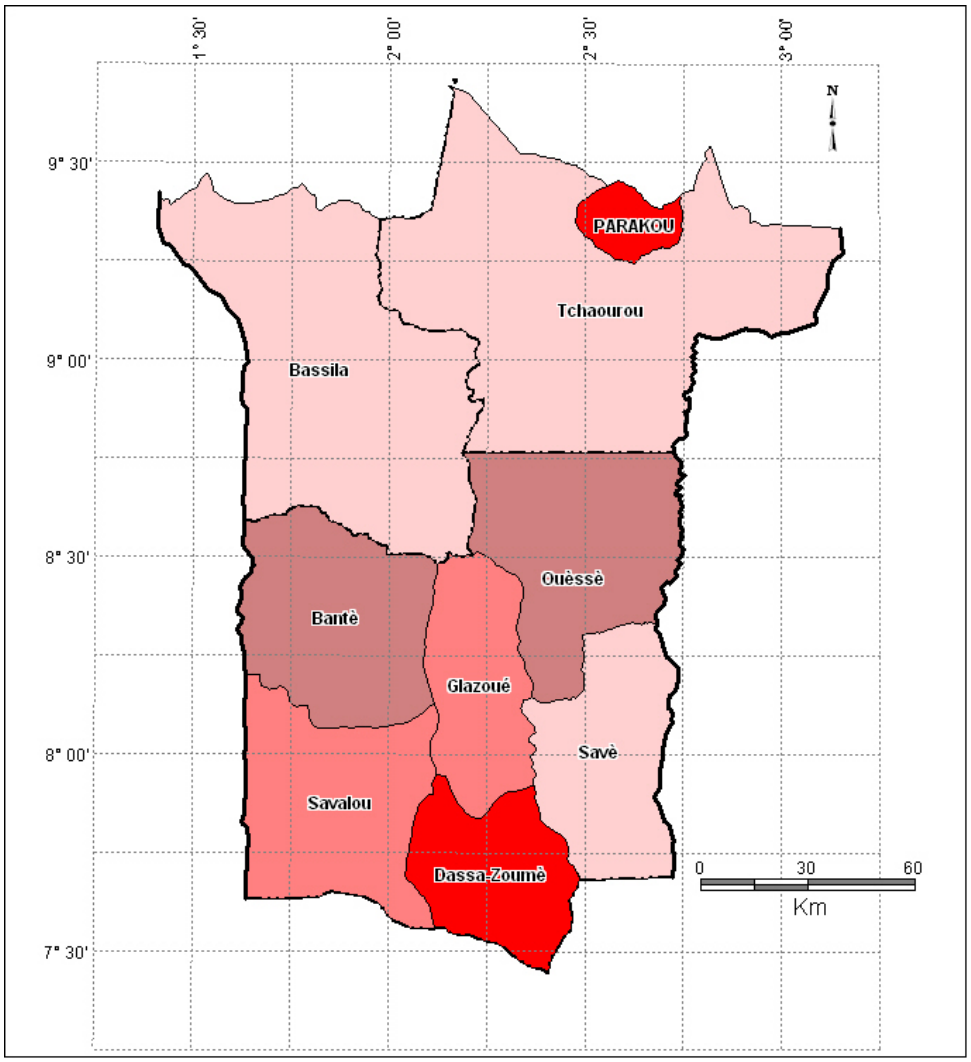


Figure 6 : Evolution démographique de la population entre 1979 et 2002

Mais la densité moyenne reste encore faible (28,05 hbts/km^2) par rapport au sud du Bénin.

Cette densité évolue globalement de manière décroissante du sud vers le nord en dehors de Parakou qui est une entité fortement urbanisée (figure 7).



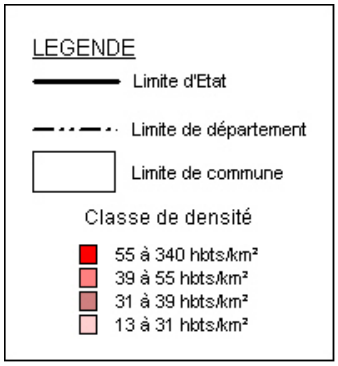


Figure 7 : Densité de la population du Centre du Bénin en 2002

La figure 7 montre que seules les Communes de Parakou et de Dassa-Zoumè sont les plus densément peuplés (densité supérieure à 55 hab/km^2). La présence des centres urbains et la forte immigration expliquent cette forte densité qui limite du coup l'indice agrodémographique (superficie culturale moyenne par habitant) dans ces deux Communes. Quant aux autres Communes, elles ont une densité qui varie entre 13 et 55 hab/km^2, ce qui permet aux paysans d'élargir autant qu'ils le peuvent leur superficie des spéculations agroforestières à base de l'anacardier.

La population du Centre Bénin est composée de plusieurs communautés socioculturelles installées à des époques différentes mais qui vivent aujourd'hui dans une certaine harmonie.

3-2-2 Groupes socioculturels de la région d'étude

La figure 8 montre les diverses entités socioculturelles du secteur de l'étude de même que leur importance.

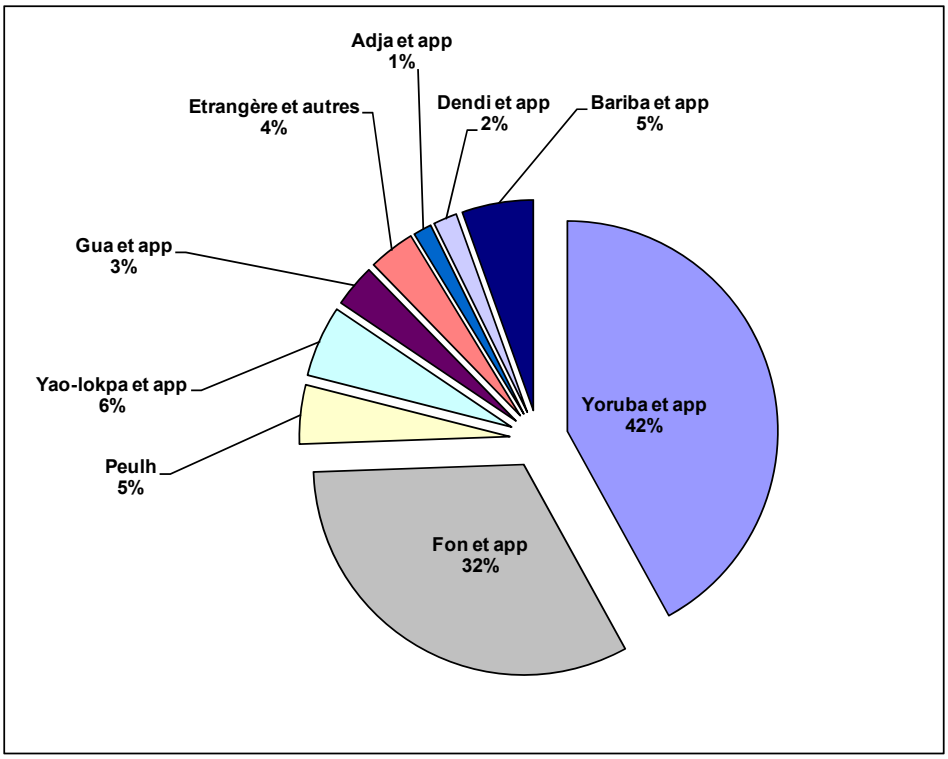


Figure 8 : Répartition (%) des groupes sociolinguistiques dans le Centre du Bénin
app = apparenté

Le groupe des Yoruba et apparentés est majoritaire (environ 43 %) selon le RGPH2. Il est composé des Tchabè (présents dans les communes de Savè, Ouèssé, Tchaourou et Parakou), des Idaïtcha qui peuplent les communes de Dassa-Zoumè et Glazoué, les Ica et Ifè présents à Bantè et les Manigri concentrés dans la Commune de Bassila. Ce groupe considéré comme autochtone dans la région s'adonne majoritairement à la production agricole, notamment l'association des cultures annuelles avec l'anacardier.

Quant aux Fon et apparentés, ils constituent 32 % de la population de la région d'étude et constituent de fait, le second groupe socioculturel considérant le poids démographique. Ce groupe est constitué majoritairement de Mahi installés dans les Communes de Savalou, Glazoué et Ouèssè. En dehors des Mahi, il y a aussi les Fon (venu du plateau d'Abomey) présents sur toute l'étendue de la région notamment à Savè et Ouèssè. Ils sont en majorité des ''colons agricoles''. En effet, ces derniers quittent de plus en plus le sud pour migrer vers le Centre du Bénin en quête des terres agricoles encore disponibles. Mais la pratique agroforestière à base de l'anacardier est faite surtout par les Mahi qui sont des propriétaires terriens.

Les Bariba ou Baatombu sont rencontrés principalement dans les Communes de Tchaourou et Parakou. La production agricole notamment la culture de l'anacardier en association avec les cultures saisonnières dont le coton constitue l'essentiel de leurs activités économiques.

En ce qui concerne les autres groupes, ils sont constitués essentiellement de colons agricoles qui s'adonnent essentiellement aux cultures annuelles.

Tous ces groupes socioculturels s'adonnent, dans leur majorité, aux activités agricoles qui constitue le socle de l'assiette économique de la région d'étude.

3-2-3 Principales articulations de l'économie du Centre du Bénin

L'économie de la région d'étude est principalement basée sur l'agriculture. Elle a été influencée par des événements historiques et politiques qui lui ont imprimée un trait particulier à chaque époque.

La période précoloniale est surtout marquée par des conflits qui ont opposé les anciens royaumes (Savè par exemple) et les chefferies de l'aire d'étude au royaume d'Abomey. Dans ce contexte d'inquiétude généralisée, les bras valides se réfugiaient soit dans les champs ou aux lieux d'accès difficile (grottes, forêts, etc.). Mais l'arrivée sur le trône du roi Ghézo en 1818 qui fonda la richesse de son royaume sur le développement agricole (l'esclavage étant déjà aboli) a changé la donne politique et économique de la région. L'organisation socioéconomique est désormais essentiellement basée sur la prédominance de communautés villageoises autonomes engagées dans l'agriculture de subsistance. L'igname, le mil, le pois d'angole, le piment, le manioc, le maïs, etc. ajoutés aux fruits de la cueillette constituaient les principales denrées vivrières. A cela, s'ajoutent les produits de la chasse qui composaient l'essentiel des ressources protéiniques des populations. L'élevage de case (volaille, ovins, etc.) et l'artisanat (filature, tissage et forge), forment l'essentiel des activités secondaires. Les échanges se faisaient notamment avec les peuples de l'actuel Nigeria par le système de troc ou le cauris qui fut utilisé comme monnaie. La culture des plantes pérennes était quasiment absente à cette époque.

Avec l'arrivée des colons blancs à la fin du XIX^{ème} siècle, les activités économiques ont connu une mutation en fonction des nouveaux défis.

Durant la période coloniale, la satisfaction des besoins des usines installées en Europe et la nécessité d'obtenir des ressources nécessaires au fonctionnement des colonies ont principalement guidé l'intervention du colonisateur. Dès lors, une politique de production concentrée sur le secteur agricole fut mise en place dans l'ex Dahomey. Cette politique a eu pour conséquence au Centre du Bénin de favoriser l'accroissement et la diversification de la production agricole avec l'apparition de l'agriculture commerciale. Ainsi, des changements profonds dans les modes traditionnels d'organisation sociale et économique des communautés rurales ont été opérés. Le paysan doit désormais cultiver pour non seulement satisfaire ses besoins (et ceux de sa famille) en consommation alimentaire, mais il devrait aussi participer à la construction de la colonie. Dès lors, la superficie des cultures vivrières traditionnelles (igname, maïs, bananes, etc.) a été étendue. L'introduction des cultures de rente à savoir le coton, l'arachide (dont une partie est consommée sur

place), le tabac, le ricin, etc. constitue la vraie nouveauté. La vente de ces produits est organisée par le colon qui fixe d'ailleurs le prix. L'usage de la monnaie comme moyen d'échange est ainsi rentrée dans les habitudes des paysans. Une partie du revenu est destinée à l'achat des intrants, une partie aux impôts directs ou indirects, et le reste permettait au cultivateur d'acquérir des biens et équipements manufacturés. En ce qui concerne les cultures pérennes, ce sont des teckeraies (privées ou collectives) qui ont été encouragées en vue d'obtenir du bois d'œuvre. Cependant, la commercialisation des noix de karité (plante pérenne naturelle) est périodiquement organisée, ce qui procurait aux paysans, notamment aux femmes, des gains monétaires en dehors des utilisations traditionnelles qu'ils en faisaient.

Au lendemain de l'indépendance, les différents gouvernements qui se sont succédés au Bénin ont aussi fait de l'agriculture la base de l'économie nationale. Mais selon les régimes politiques, les stratégies mises en œuvre ont varié et cette variation n'est pas sans répercussions sur les activités économiques des communautés du Centre du Bénin.

Au début de la période post coloniale, l'héritage reçu du colonisateur par les cadres nationaux formés par le colon fut conservé dans ses traits fondamentaux : économie extravertie, habitudes de consommation de plus en plus tournées vers les biens manufacturés venant de l'ex métropole. Ainsi, le ministère de l'agriculture et du paysannat chargé de déterminer la politique agricole nationale, a maintenu les anciens systèmes de productions axés sur les cultures vivrières et industrielles. Les mutuelles agricoles (qui ont échoué) sont remplacées par le système de champs collectifs (Oko ajo en tchabè). Les revenus issus de l'exploitation des champs collectifs devraient être investis dans la réalisation des infrastructures sociocommunautaires afin de ‘'soulager le budget de l'Etat''. Mais face à l'échec du système de champs collectifs, un plan fût créé et devrait permet aux compagnies ou sociétés privées dûment mandatées d'intervenir dans le développement rural. La région du Centre du Bénin s'est bien intégrée dans cette dynamique, notamment avec l'intervention de la Compagnie Française de Développement des fibres Textiles (CFDT) qui s'est intéressée à la production et la commercialisation du coton d'une part et la Société d'Aide Technique et de Coopération (SATEC) à qui fut confié en 1966 le développement rural de l'ensemble du Département du Centre. Les effets

des différentes innovations ont permis au Centre du Bénin de se positionner comme principale zone de production agricole au Dahomey. En ce qui concerne les cultures vivrières, elle est la première productrice de l'igname, deuxième productrice du manioc, du maïs et du niébé. Quant aux cultures d'exportation, la région a détenu le monopole de la production du tabac et du ricin (qui ne représentaient que respectivement 1,5 et 1 % des exportations dahoméennes en 1966), il venait en troisième en ce qui concerne la quantité des noix de karité exportée. Il convient de signaler qu'à cette période la plantation des teckeraies s'est poursuivie et la culture de l'anacardier dans le secteur a fait déjà son apparition surtout dans le cadre des champs collectifs mais sans un grand engouement (la vente des noix n'étant pas encore organisée).

Les premières années après l'indépendance ont vu le Centre du Bénin s'intégrer beaucoup plus dans l'économie capitaliste grâce à l'accroissement de la production agricole.

A l'avènement du régime militaire en 1972, l'Etat a repris en main le système économique (nationalisation des moyens de production) par la création des Centres d'Action Régionale pour le Développement Rural (CARDER) dans chaque Département. Ce dernier, chargé du développement intégré des ‘’masses laborieuses’’ est représenté tant au niveau du District, de la Commune que du village. Les principales cultures sont maintenues : igname, maïs, manioc, niébé, etc. pour les denrées alimentaires, le coton, l'arachide et accessoirement le tabac et les noix de karité pour les produits de rente. Aussi, les plantations de tecks et d'anacardiers se sont poursuivies dans le cadre de la politique nationale de reboisement.

Les réformes engagées en vue de l'assainissement du cadre macro économique et de la relance de la compétitivité à partir de 1990, la libéralisation de l'économie, ajoutée à l'ajustement monétaire de janvier 1994, ont entrainé une expansion rapide des superficies cultivées en coton qui a dépassé 70 000 hectares en 2000. Mais, malgré un prix de vente relativement élevé fixé aux producteurs et les efforts faits dans le sens d'amélioration de la productivité, les impacts socioéconomiques de la culture du coton sont restés mitigés. Quant aux cultures pérennes, seul l'anacardier

suscite de plus en plus l'intérêt des paysans qui l'associent aux cultures annuelles. Même si la commercialisation des noix n'est pas organisée par l'Etat, les populations y tirent des gains monétaires intéressants.

Au total, toutes les politiques et stratégies de développement socioéconomique mises en œuvre depuis l'époque des royaumes jusqu'à nos jours ont accordé une importance à l'agriculture. Sans toutefois décourager la production vivrière, la plus grande attention est portée sur les cultures d'exportation, notamment le coton, l'objectif officiel étant d'intégrer les paysans dans l'économie mondiale. Mais, la réalité est que le prix de vente est tributaire des cours mondiaux qui fluctuent d'une année à l'autre. Pendant longtemps l'Etat s'est impliqué dans toute la chaîne de la filière et a essayé d'amortir les chocs en proposant les prix acceptables aux cultivateurs grâce à la caisse de stabilisation. Mais avec la libéralisation de l'économie et le désengagement progressif de l'Etat, ajoutés aux subventions des pays développés à leurs producteurs de coton, cette filière connaît des difficultés t au Bénin. C'est dans ce contexte marqué par le déclin du coton et le souci de diversification des produits d'exportation que se développe dans le secteur la culture de l'anacardier dont la vente des noix est pourvoyeuse de ressources financières tant aux cultivateurs qu'aux autres acteurs impliqués dans la filière.

SYNTHESE DE LA PREMIERE PARTIE

La justification du sujet, la définition opératoire des concepts et la revue de littérature ont permis de mieux appréhender les notions d'agroforesterie et de contraintes climatiques d'une part et de faire une synthèse bibliographique d'autre part.

La démarche méthodologique a associé les travaux en milieu réel avec l'utilisation de la statistique descriptive et analytique. Ainsi, plusieurs indices et indicateurs sont déterminés afin d'apprécier la concordance des différents paramètres naturels de la région d'étude avec les exigences écologiques de l'anacardier.

Le cadre physique constitué par une pénéplaine cristalline, des formations pédologiques essentiellement ferrugineuses est globalement peu favorable au bon développement de l'anacardier.

L'agriculture qui constitue la première activité est passée progressivement de l'autoconsommation pour s'intégrer dans l'économie du marché avec l'introduction de cultures de rente. Ainsi, la reprise du prix des noix d'anacardier sur le marché international depuis les années 1990 et les difficultés que connaît la filière coton ont favorisé l'engouement des cultivateurs pour la culture de l'anacardier en association avec les cultures annuelles.

L'analyse diagnostique du système agroforestier réalisée permet d'en identifier les implications socioéconomiques et environnementales.

DEUXIEME PARTIE

ANALYSE DU SYSTEME AGROFRESTIER BASEE SUR L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN

CHAPITRE QUATRIEME

AGROFORESTERIE A BASE DE L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN

Ce chapitre présente l'anatomie des différentes parties de l'anacardier. Il expose aussi les techniques de culture et l'évolution des superficies des plantations d'anacardier dans la région d'étude sans oublier les principales cultures saisonnières associées à l'anacardier.

4-1- PRESENTATION DE L'ANACARDIER

L'origine et l'évolution de production de l'anacardier de même qu'une description sommaire de l'anatomie de l'arbre sont exposées.

4-1-1- Origine et évolution des superficies cultivées

Les rapports les plus anciens concernant cet arbre ont été écrits par des observateurs français, portugais et hollandais (Raintree, 1985 ; FAO, 1988). Le naturaliste français Thévet (1558), a décrit l'arbre pour la première fois et fourni le premier dessin montrant les indigènes récoltant les noix et pressant le jus des "pommes" de cajou dans un grand récipient. Deux décennies plus tard l'écrivain portugais Pêro de Magalhães Gandavo (1576), décrit pour la première fois les fruits de l'arbre. Plusieurs autres auteurs ont ensuite fait des descriptions botaniques et donné des informations concernant la culture de l'anacardier et son utilisation locale.

De la famille des Anacardiacées, l'anacardier est un arbre originaire des régions tropicales d'Amérique, notamment l'actuel Brésil. L'arbre aurait été découvert au cours du XVI^{ème} siècle à la suite des grandes découvertes maritimes qui ont conduit vers le Nouveau Monde. Les indiens Tupi du Brésil appelaient l'anacardier "acaju" qui est devenu "caju" sous l'influence des colons Portugais. Les Anglais l'ont nommé "cashew", tandis qu'il est appelé "cajuil" en espagnol et "acajou" ou "cajou" en français (qui ne se confond pas avec un autre arbre dont le bois rouge, précieux, est utilisé en menuiserie et en ébénisterie)

A l'origine, l'anacardier était essentiellement cultivé en raison des vertus médicinales de ses produits utilisés comme dans le traitement de plusieurs maladies (traitement de divers maux comme les coliques, les diarrhées, les infections de la peau, les bronchites, le diabète, etc.).

L'anacardier est aujourd'hui cultivé dans de nombreux pays d'Amérique, d'Afrique et d'Asie, en général jusqu'à 15° à 25° au nord et au sud de l'équateur (figure 9). Ce n'est qu'en 1920 (au lendemain de la première Guerre Mondiale) que les produits de l'arbre notamment les noix, sont devenus objet d'un commerce international.

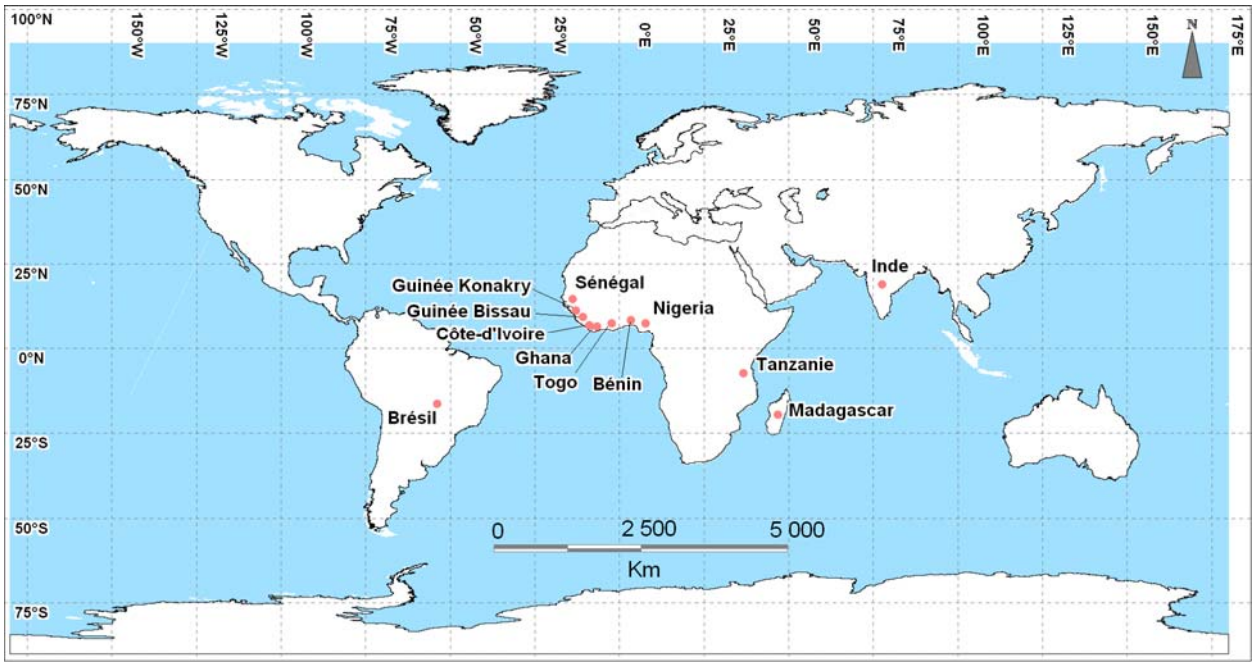


Figure 9 : Répartition géographique des pays producteurs de l'anacardier (FAO, 1988)

De nos jours, trois grandes régions, toutes situées dans la zone intertropicale, produisent l'anacardier à l'échelle mondiale. Le facteur climatique est l'élément le plus déterminant de la répartition géographique de l'anacardier dans le monde (Lefebvre, 1966). Vers les années 1970, l'Afrique était la première productrice avec 78 % de la production mondiale. Mais, selon Mafteïla, 2002), elle a été reléguée au deuxième rang en 2002 (figure 10).

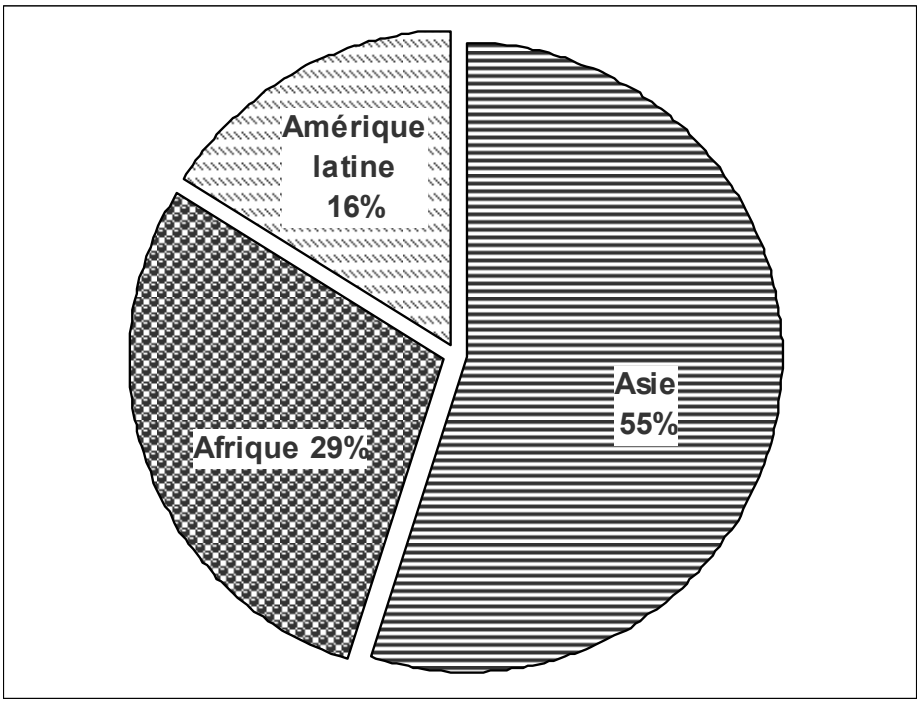


Figure 10 : Grands groupes de producteurs d'anacardiers dans le monde
(Source : Mafteïla , 2002)

La figure 10 montre que le continent asiatique détient actuellement plus de la moitié de la production mondiale et le continent africain n'en produit que 29 %.

En Afrique et par ordre décroissant d'importance, les principaux pays producteurs sont : la Tanzanie, le Mozambique, la Guinée Bissau, la Côte d'Ivoire, le Nigeria, le Bénin, le Kenya, le Sénégal et Madagascar. Ces pays comptent pour 30 % de la production mondiale et participent pour 20 % au commerce mondial (CCI, 2002). Le peu d'importance accordée à la filière par les Etats africains justifie la baisse drastique de la production malgré les conditions naturelles globalement favorables.

Au Bénin, les premières introductions de l'anacardier remontent à la période coloniale (PADSE, 2001). En effet, les colons ont essayé au Dahomey des semences du Brésil entre 1948 et 1958 sans toutefois en faire une préoccupation majeure (leurs industries n'en avaient pas besoin). C'est n'est qu'au début des indépendances que les vraies plantations d'anacardiers ont commencé au Bénin (CCI, 2002). Cette période est confirmée par les producteurs interrogés qui font référence au président Hubert Maga pour situer l'année des premières plantations. Les champs collectifs furent les premiers cadres d'installation desdites plantations. Ensuite, la Société Nationale des Forêts (SNaFOR) a pris le relais en installant entre

1967 et 1976 des vergers d'anacardiers qui ont été cédés par la suite aux Centres d'Action Régionale pour le Développement Rural (CARDER). A cette date, la superficie totale était estimée à 5.323 ha. Les CARDER ont essayé une stratégie de gestion participative avec les communautés riveraines, avec qui, ils partagent les revenus issus de la vente des noix. Mais cette stratégie n'a pas connu le succès escompté. Même la gestion des plantations en affermage, avec les opérateurs économiques. Par défaut d'entretiens convenables (l'intérêt pécuniaire de l'arbre n'était pas perçu), la plupart des plantations ont été ravagées par les feux de végétation durant les années 1980.

En 1988, sur des initiatives propres à des chercheurs de l'Institut National de Recherches Agricoles au Bénin (INRAB), une seconde introduction de matériel végétal d'anacardier a été faite à partir des semences du Brésil qui comportaient des caractéristiques de précocité, et de haut rendement en noix. L'objectif visé par ces derniers était d'introduire une diversité génétique et de procéder à la multiplication par greffage. Ces travaux de recherche ne sont pas allés à leur terme du fait principalement du manque de suivi et des craintes émises par rapport à la préservation de la spécificité et de la renommée (label) de la noix traditionnelle du Bénin qui est déjà bien appréciée sur le marché mondial. En effet, le Bénin est classée deuxième pays au monde après le Brésil en considérant la qualité de ses noix d'anacardier. Cependant, l'intérêt économique suscité par la commercialisation des noix et face à la nécessité de l'amélioration du matériel végétal, de nouvelles souches ont été introduites au Bénin en 1999 sur financement du programme d'investissement public (PIP) du Gouvernement par l'Unité de Recherches Forestières de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (URF/INRAB). L'objectif visé étant d'accroître la productivité et d'augmenter sensiblement la production béninoise.

Les planteurs n'ont pas manifesté l'engouement souhaité pour les nouvelles variétés. Ils continuent d'utiliser les semences peu performantes choisies de façon empirique à partir de graines tout-venant, de sorte que les prévisions de l'INRAB par rapport au rendement ne sont pas encore réalisées.

Actuellement, deux principaux axes s'offrent pour l'amélioration des cultivars et sont simultanément explorés par la recherche (INRAB, 2005) : l'amélioration et la

multiplication par voie de semences (noix) et par voie végétative (bouture). La première qui nécessite des certitudes sur la valeur génétique des semences, peut n'offre pas de garantie jusqu'à la phase de production des arbres. Elle apparaît très contraignante et relativement onéreuse. La seconde qui semble minimiser les risques d'erreur, permet de reproduire directement de bons spécimens d'arbres à caractéristiques voulues et se trouve à la portée des planteurs, mais à condition qu'ils y soient formés.

Une analyse de la production de l'anacardier à l'échelle nationale révèle une inégale répartition des superficies plantées (figure 11).

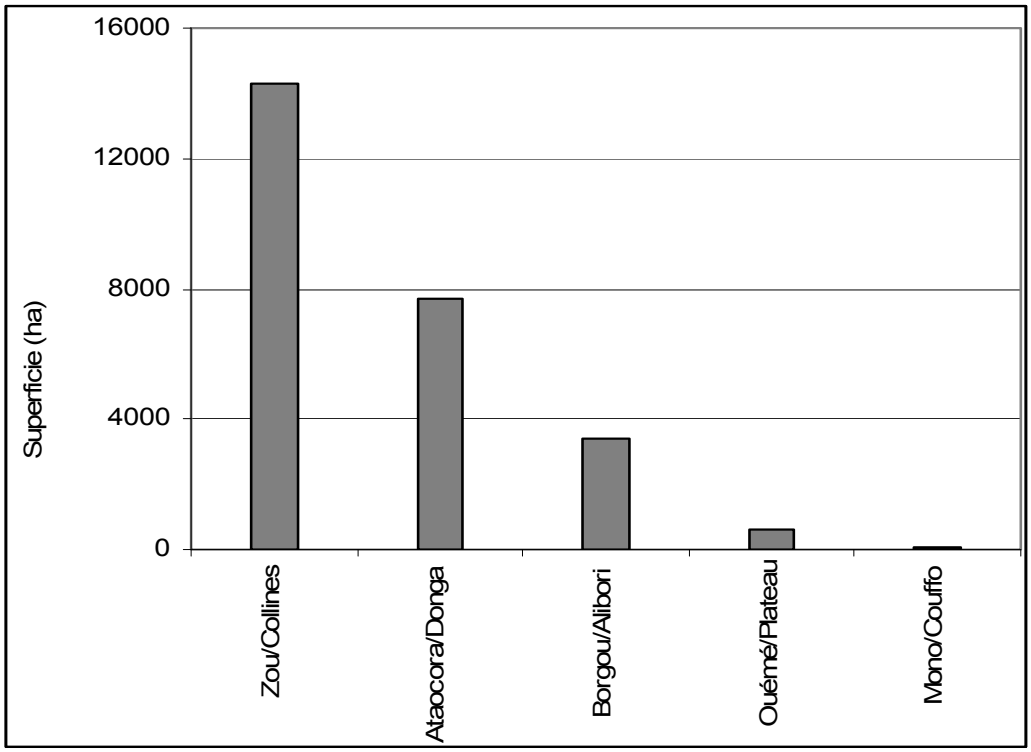


Figure 11 : Superficies plantées d'anacardiers en 2000 au Bénin (PADSE, 2001)

Les Départements du Zou et des Collines viennent en tête avec 14 305 hectares (55 % de la superficie totale nationale) suivis respectivement des Départements de l'Atacora/Donga, du Borgou/Alibori, de l'Ouémé/Plateau qui portent respectivement 30 et 15 % de la superficie totale. Les conditions naturelles favorables en plus de la disponibilité des terres expliquent la prépondérance du Centre du Bénin contrairement au sud, où l'environnement naturel est peu propice à la culture de l'anacardier.

Ces plantations sont constituées de vergers privés et domaniaux. Les plantations domaniales correspondent aux anciens champs collectifs (devenus fermes provinciales ou de District durant la période révolutionnaire). Mais, ces plantations ont été négligées et en conséquence elles ont été dévastées sur une grande partie par des feux de végétation. Ainsi, de 5 322,95 hectares environ en 1965 (soit 54 % de la production totale), les plantations domaniales ont chuté à 2 752 hectares en 1987. Ce n'est qu'à partir des années 1990 que les planteurs privés ont pris la relève en manifestant un regain d'intérêt à la plantation d'anacardier, de sorte qu'actuellement les plantations privées dépassent de loin celles domaniales.

La description de l'arbre et de ses différentes parties aide à mieux comprendre sa physiologie.

4-1-2 Anatomie et caractéristiques morphologiques de l'anacardier et de ses composantes

L'anacardier présente un port globuleux ou hémisphérique un peu aplati (figure 12).

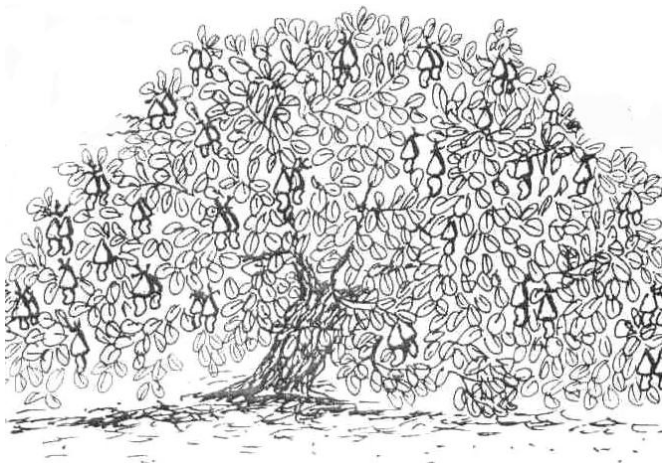


Figure 12 : Morphologie générale d'un arbre d'anacardier (Lacroix, 2003)

Il pousse dans les régions tropicales humides (Van Eijnatten, 1991). Il peut atteindre une hauteur qui varie de 15 à 20 m à l'âge adulte au Brésil (au Bénin, la hauteur maximale mesurée est de 14, 7 m) et possède un feuillage touffu, reposant sur des branches tortueuses très ramifiées qui retombent parfois jusqu'au sol, occupant une

superficie variant entre 15 et 30 m^2 à l'âge adulte. En l'absence de toute concurrence avec d'autres plantes, sa frondaison est large et peut descendre jusqu'au sol (FAO, 1988 ; PRRF, 2000). Mais face à la concurrence avec d'autres espèces, il se débat pour obtenir un maximum de place à la lumière et pousse dans ces conditions ses branches le plus loin possible dans la cime de son concurrent. Dans ce cas, son port est tourmenté et présente un fût court et tortueux (CCL, 1994). Face à la concurrence herbacée ou la pauvreté du sol, la densité de son feuillage se réduit, de sorte qu'il adopte un port lâche qui produira peu de fruits (Goujon et *al.*, 1973).

▪ Evolution des hauteurs d'anacardiers mesurées

La croissance moyenne en hauteur telle qu'observée est présentée par la figure 13. Elle montre une croissance continue de la hauteur jusqu'à 25 ans. Au-delà de cet âge, la hauteur de l'anacardier tend à se stabiliser.

Mais, à partir de 10 ans, il existe une différence significative entre les hauteurs des arbres de même âge en fonction des densités. En effet, entre 10 et 25 ans (et plus), les arbres les plus hauts sont observés dans les plantations où les arbres sont serrés.

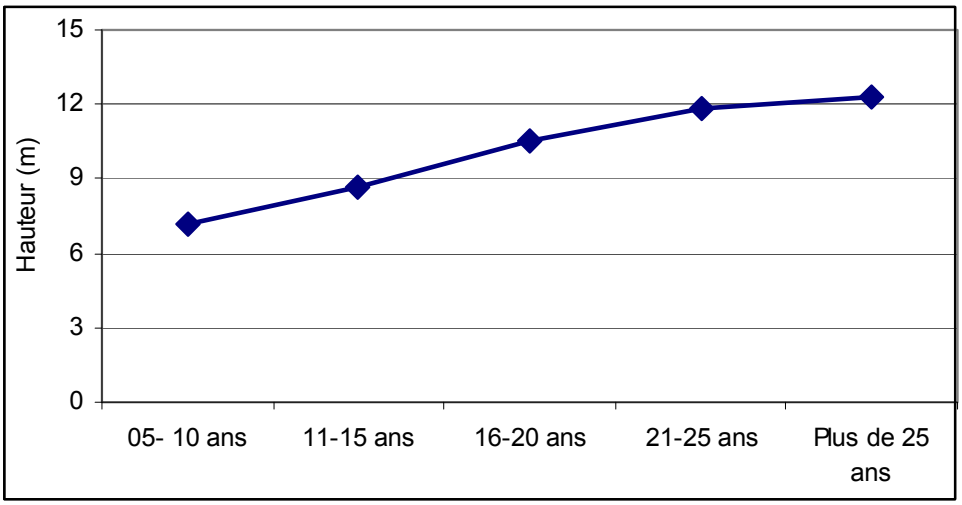


Figure 13 : Evolution de la hauteur des anacardiers par tranche d'âge

Cette tendance s'explique par le fait que la forte densité entraine une concurrence entre les arbres pour la lumière, ce qui les amène à élever le plus haut possible leurs branches afin d'obtenir un maximum de lumière (Adjahossou, 1983 ; Adjahoussou, 2005 ; Lacroix, 2003).

▪ Croissance des diamètres des troncs d'arbres mesurés

Le développement des diamètres des tiges d'arbres est aussi variable suivant les tranches d'âges (figure 14).

La croissance du diamètre est plus rapide entre 5 et 15 où elle atteint 1,1cm/an alors qu'elle n'est que 0,7cm/an entre 16 et 25 ans. L'équation de droite de la croissance du diamètre est : Y = 11,526Ln(t) + 16,663 (R^2 = 0,9889).

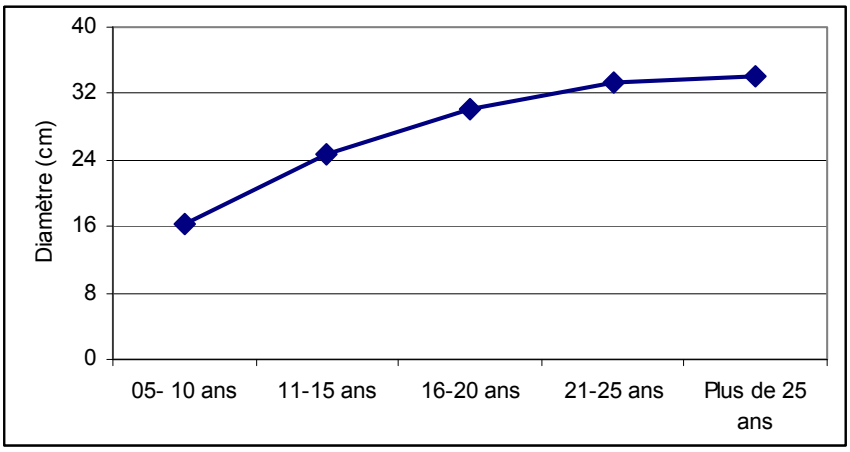


Figure 14 : Développement du diamètre des anacardiers par tranches d'âge

Des variances significatives (F = 5,93 ; P = 0,000) sont également observées suivant les densités des arbres à partir de 11 ans. A cet âge, les arbres ayant plus vastes diamètres sont observés dans les plantations où les arbres sont moins serrés. Dans ces conditions, les arbres sont moins concurrents et les troncs grossissent convenablement.

▪ Développement du diamètre des couronnes des arbres

L'analyse du diamètre de la couronne des arbres (figure 15) mesuré dans la région d'étude donne un résultat similaire à celui des diamètres du tronc.

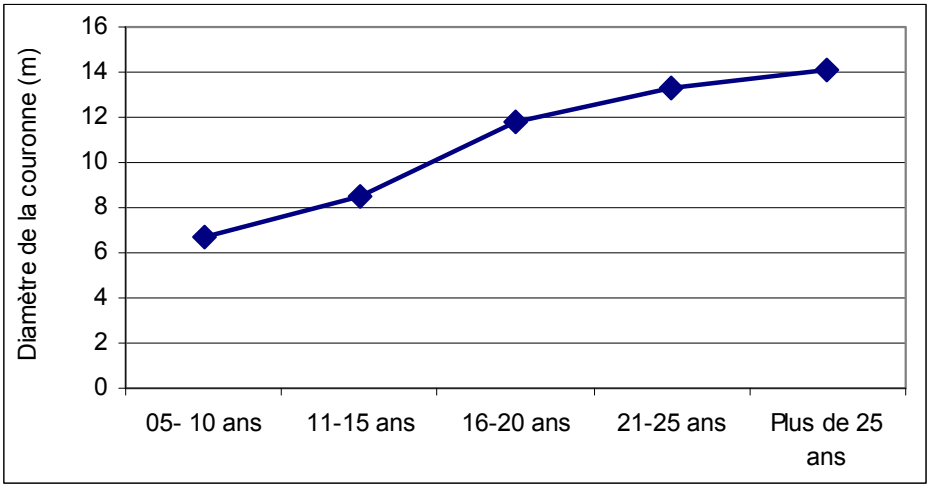


Figure 15 : Evolution du diamètre des couronnes des anacardiers par tranche d'âge

Le diamètre de la couronne de l'anacardier se développe plus rapidement entre 11 et 16 ans (0,7m/an) alors qu'il tend à se stabiliser après 25 ans. L'équation de la droite de l'évolution du diamètre de la couronne est : Y = 4,8891Ln(t) + 6,1987 (R^2 = 0,9604). Après 5 ans, il existe une différence hautement significative (Plus-value = 0,000) entre le diamètre de la couronne et la densité des plantations. Les diamètres les plus longs sont observées dans les plantations aérées. Mais selon les agents techniques, l'histoire de l'arbre aussi est déterminante dans le développement de la couronne. Ainsi, un arbre ravagé à plusieurs reprises par les feux de végétation, présente une couronne moins développée que celui qui en est épargné.

Au total, l'analyse des paramètres morphologiques de l'anacardier montre que le développement en hauteur, l'évolution des diamètres du tronc et de la couronne dépend à la fois du facteur temps (âge de l'arbre) et de la densité des plantations. Il convient d'analyser aussi la corrélation qui existe entre les variables mêmes.

4-1-3 Corrélation entre les paramètres morphologiques mesurés

Les résultats des coefficients de corrélation vérifiés par le test de Pearson au seuil de 5 % sont consignés dans le tableau III.

Tableau III : Corrélation entre les variables de croissance mesurées

	Hauteur des arbres	**Diamètre des arbres**	**Largeur de la couronne**
Hauteur des arbres	-		
Diamètre des arbres	0,525 P-value = 0,010	-	
Largeur de la couronne	0,573 P-value = 0,007	0,713 P-value = 0,003	-

Les données du tableau III montre qu'au seuil de 5 %, il existe une corrélation positive entre les 3 variables étudiées. Elle est plus significative entre le diamètre du tronc et celui de la couronne de l'arbre. Ces constats confirment le fait que les deux variables sont plus sensibles à l'écartement des arbres au sein des plantations. Autrement dit, plus les arbres d'anacardier sont écartés les uns des autres, plus le diamètre de la couronne est vaste.

4-1- 4 Système racinaire de l'anacardier

Le système racinaire est composé d'une racine centrale pivotante et des racines bilatérales horizontales (INRAB, 1995). Lorsque la cime atteint une hauteur de 2 à 4 m, les racines latérales produisent de nouveaux pivots de profondeur variant entre 2 et 4 m environ du tronc à partir des racines latérales. A neuf (9) mois, les racines de l'anacardier atteignent déjà 1,5 fois la hauteur de l'arbre. A cet âge le pivot central ne doit plus être coupé au risque d'handicaper sérieusement la productivité de l'arbre (PRRF, 2000). Les racines de l'anacardier entrent facilement en concurrence lorsque deux ou plusieurs arbres sont proches. Dans le sol, les racines de l'anacardier vont vers l'extérieur un peu plus loin que la projection des branches au sol. Ainsi, lorsque la couronne d'un anacardier atteint 20 m de diamètre ses racines peuvent s'étendre jusqu'à 22 voire 26 m de diamètre. Dans ces conditions, il faut que les pieds d'anacardiers soient suffisamment éloignés l'un des autres pour éviter la concurrence entre les racines (Lacroix, 2000). En effet, en cas de concurrence, les fruits n'arrivent pas à se développer convenablement et ils perdent en poids et qualité.

4-1- 5 Fleurs et fruits de l’anacardier

Les fleurs de l’anacardier sont à la fois des fleurs unisexuelles mâles et des fleurs hermaphrodites (PRRF-PADSE, 2002). Elles sont de couleur blanche ou jaune pâle striée de rose, nombreuses et sont regroupées en panicules terminales (photo 3) qui dégagent une odeur agréable. L’étendue de la couronne (en contact avec le soleil) détermine la productivité de chaque pied d’anacardier. Un arbre isolé fleurit en hémisphère, sur toute la surface des feuilles, du sommet, jusqu’au sol.



Photo 3 : Fleurs d’anacardier
Cliché PRRF, 2000

Les fleurs apparaissent généralement vers la fin de la saison des pluies aux endroits de la couronne touchés par les rayons du soleil. Il faut donc à l'anacardier beaucoup de lumière pour donner le maximum de rendement. Il est important de prendre en considération cet élément dès le semis de manière à offrir à l'arbre une place suffisante tant en surface qu'au niveau du système radiculaire, très étendu chez ce spécimen (en général un espacement de 10 m à 15 m est conseillé entre deux pieds). Dans le cas où les arbres auraient été plantés trop près les uns des autres et se toucheraient, la floraison n'apparaît que sur une table au sommet de l'arbre et

pourrait entraîner une déperdition de la fructification de l'ordre de 30 % (PRRF, 2000).

Le développement de la fleur conduit normalement à la fructification qui se fait en deux étapes pour donner la noix et la pomme ou le faux fruit (photo 4).

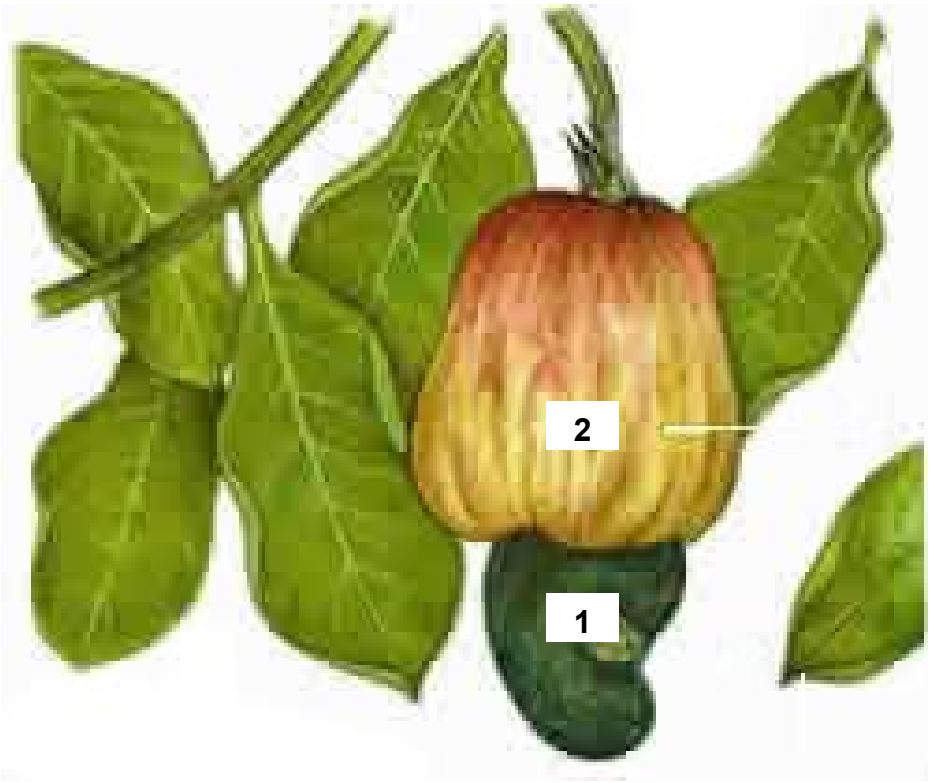


Photo 4 : Fruit d'anacardier ; [noix (1) et pomme ou faux fruit (2)]
Cliché PRRF, 2000

Le vrai fruit, ou noix de cajou (Omon caju en Tchabè, et caju kouin en Mahi), se développe en premier lieu. Il atteint son volume maximum au bout de 30 à 35 jours après la floraison. Ensuite, il durcit progressivement en perdant d'humidité. Les noix sont réniformes (sous forme de rein), de 3 à 5 cm de longueur et de 2 à 3,5 cm de largeur selon la variété et les conditions écologiques. Elle est recouverte par une coquille extérieure lisse et fine, qui change de couleur à mesure que le fruit se développe, passant du vert olive au rouge brunâtre. La noix est aussi constituée d'une coquille intérieure très dure. Entre les deux coquilles se loge une huile résineuse très caustique, appelée «baume de cajou» (CNSL ou Cashew Nut Shell Liquid en anglais) riche en phénol. Cette huile présente des propriétés uniques. Elle est très utilisée dans la fabrication d'éléments de friction notamment pour l'aéronautique (freins, embrayages), dans l'industrie de revêtements spéciaux

(peintures marines, vernis, matières plastiques, etc.) et dans la fabrication d'insecticides. Après les coquilles se trouve l'amande qui est riche en lipide et en sucres. A l'état de cuisson, l'amande est très agréable à déguster (PRRF, 2000 ; Sèdjro et *al*., 2002).

La pomme de cajou (ou faux fruit de l'anacardier) pour sa part, se forme lorsque la noix a atteint sa taille définitive. En ce moment, le pédoncule qui, jusque-là, ne s'était pas développé, grossit rapidement pour prendre la forme d'une poire de 5 à 10 cm de longueur, et d'une couleur pouvant varier du jaune vif au rouge écarlate selon la variété. Ce fruit est également charnu, juteux et comestible. Sa chair est acidulée et sa saveur aigre-douce. Il possède de grandes qualités antiscorbutiques en raison de sa teneur en vitamine C qui est environ cinq fois plus élevée que celle d'une orange. Le tableau IV présente la composition moyenne de la pomme de cajou.

Tableau IV : Composition moyenne pour 100 g de pomme de cajou fraîche

Composants	**Poids**
Eau	84,4 - 88,7g
Protéines	0,101 - 0,162 g
Matières grasses	0,05 - 0,50 g
Hydrates de carbone	9,08 - 9,75 g
Fibre	0,4 - 1g
Cendre	0,1 - 0,34 g
Calcium	0,9 - 5,4 mg
Phosphore	6,1 - 21,4 mg
Fer	0,19 - 0,71 mg
Carotène	0,03 - 0,742 mg
Thiamine	0,023 - 0,03 mg
Riboflavine	0,13 - 0,4 mg
Niacine	0,13 - 0,539 mg
Acide ascorbique	146,6 – 372 mg

Source : Davis, 1999

Le tableau IV montre que la pomme de cajou contient une gamme variée d'éléments nutritifs. Il convient de signaler que ce tableau n'indique qu'une composition moyenne et les valeurs sont à considérer comme de simples ordres de grandeur susceptibles de changer selon les variétés, la saison, le degré de maturité, les conditions de culture, etc.

A niveau actuel des connaissances (selon les agents techniques), seule la couleur de la pomme (faux fruit) constitue le facteur visible qui permet de distinguer les variétés d'anacardiers cultivées dans le Centre du Bénin. Ainsi, deux grandes variétés sont observées (photo 5).



Photo 5 : Variétés d'anacardiers cultivées dans le Centre du Bénin ; pommes jaunes (1) ; pommes rouges (2) (Cliché Yabi, 2005)

Il s'agit de la variété jaune et de celle à pomme rouge. Mais, chaque variété regroupe en son sein des variantes caractérisées par des nuances dans les couleurs. La variété jaune inclut par exemple les fruits à pommes jaunes pures, jaunes claires, etc. tandis que la variété rouge est faite de fruits rouge purs, rouge vin, rouge clair et roses. Selon les agents du CeRPA et de l'INRAB, les nuances observées peuvent être dues à des mutations liées aux conditions locales ou à l'état physiologique des pommes.

Les avis des producteurs sont partagés quant à la productivité de chaque variété (figure 16). Les critères suivants guident la préférence des producteurs :

- grosseur des noix ;
- grosseur de la pomme ;
- taux de sucre élevé dans la pomme ;
- maturation groupée des fruits.

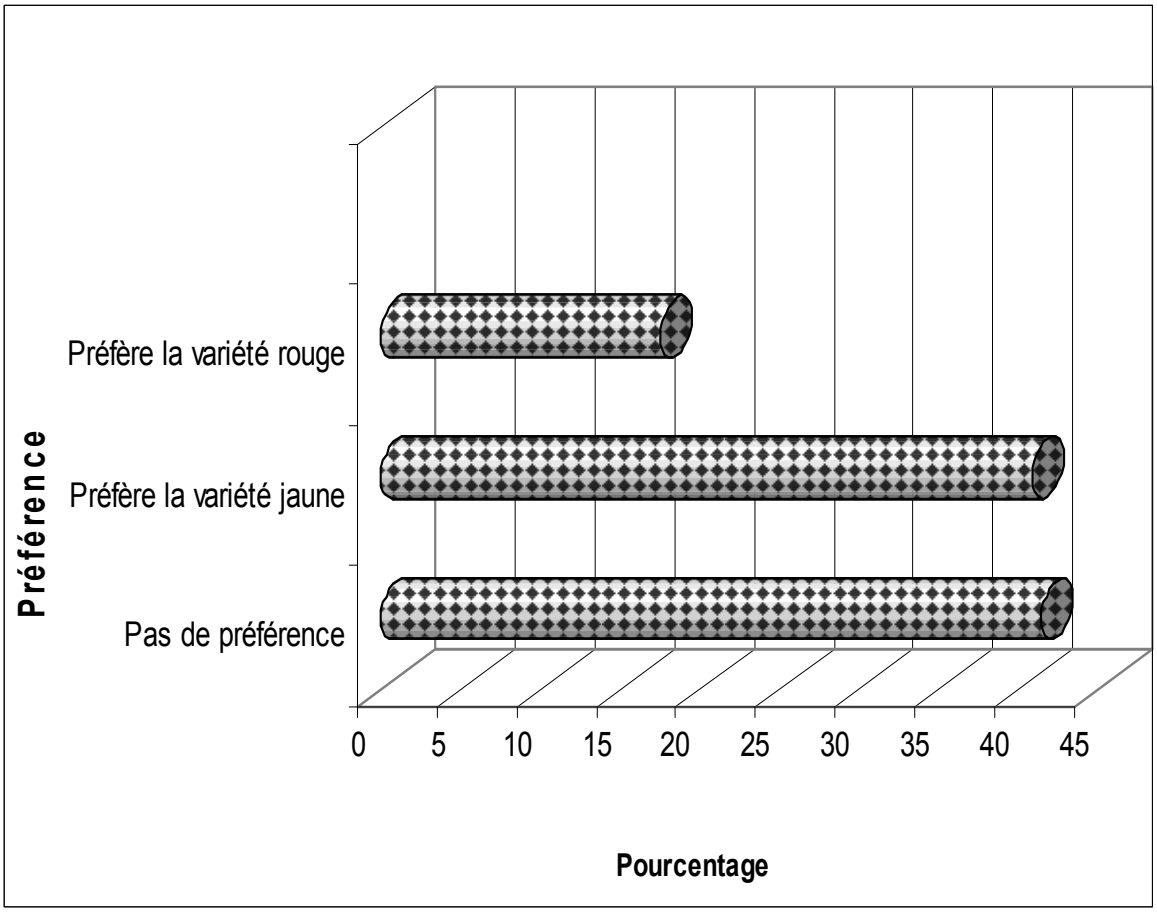


Figure 16 : Pourcentage des producteurs selon la préférence des variétés d'anacardes

L'analyse de la figure 16 montre que la variété jaune est la plus préférée (40,9 %) par les personnes interrogées. Pour 41,5 %, les variétés s'équivalent, le tout dépend de l'entretien et de la qualité du sol. Selon cette tranche de producteurs, la productivité de chaque variété varie d'une année à une autre (il arrive des années où la variété jaune est performante comme il arrive des années où elle est moins performante que la variété rouge). Le test de conformité de Mann Kendall montre une concordance entre les réponses obtenus (N = 204 ; W de Kendall = 0,118 ; probabilité = 0,005). Quant aux agents techniques, ils ont affirmé continuer les recherches car, selon eux, pour l'instant, aucune conclusion n'est encore retenue quant à la performance des variétés cultivées.

L'intérêt financier des noix est le premier fondement de la pratique agroforestière basée sur l'anacardier dans le Centre du Bénin. L'analyse des conditions de semis, de la densité des plantations, des cultures associées, de la durée d'association, etc.

aide à mieux appréhender les caractéristiques de cette pratique dans la région d'étude.

4-2 CARACTERISTIQUES FONDAMENTALES DE LA PRATIQUE AGROFORESTIERE A BASE DE L'ANACARDIER

Le premier support des plantations d'anacardiers est la terre dont le mode d'accès varie selon les localités.

4-2-1 Modes d'accès à la terre culturale dans le Centre du Bénin

Les investigations ont montré que la terre qui supporte les champs agroforestiers basés sur l'anacardier s'obtient de quatre manières dans la région d'étude (tableau V).

Tableau V : Modes d'accès à la terre servant à la plantation d'anacardier

Mode d'accès / Communes	Héritage (%)		Don (%)		Prêt (%)		Achat (%)	
	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme
Bantè	60,1	22,1	3,8	7,4	4,7	1	0,9	0
Bassila	64,2	19	3,7	8,5	4,2	0	0,3	0
Dassa-Zoumè	51,2	16,9	2,6	6,5	9,8	2	7	2
Glazoué	55,2	11,2	3,1	6,1	13,5	1,7	7	2,2
Ouèssè	57,2	15,1	2,9	8,3	13	1,8	1,5	0,2
Parakou	47,4	11,8	2,8	5,4	6	1,2	20	5,4
Savalou	50,1	12,1	2,4	5,2	5	1,4	19	3,8
Savè	55,1	19,1	4	9,2	11	1,2	0,4	0
Tchaourou	58,4	20,8	3,3	7,9	5,8	1,3	2,5	0
Moyenne	**56**	**16**	**3,2**	**7,2**	**8,1**	**1,3**	**6 ,5**	**1,5**

Source : Enquêtes de terrain, 2004-2005

L'héritage constitue pour 72 % des producteurs le principal mode d'accès à la terre. Il s'agit d'un héritage patrilinéaire c'est-à-dire transmis du père au fils dans la plupart des cas. Le second mode d'accès à la terre agricole dans le Centre du Bénin est le don. Il s'agit principalement des donations faites par les époux à leur (s) épouse (s), ou par le chef de famille ou chef de terre à des personnes ''étrangères'' jugées

dignes par ce dernier. Enfin, l'achat de terre constitue aussi une modalité d'accès à la terre dans la région d'étude. Ce mode est plus fréquent dans les Communes de Parakou et de Savalou (respectivement 25,4 et 22,8 %) en raison de l'influence plus marquée du phénomène d'urbanisation.

Une fois la terre disponible, la préparation du sol et le semis des noix constituent les premières activités dont dépendent en grande partie le développement et le rendement des arbres d'anacardiers.

4-2-2 - Semis des noix

Les travaux préparatoires pour le semis des noix dans le Centre du Bénin varient selon que l'anacardier arrive au début, en cours ou à la fin de la rotation culturale.

Deux modes de semis sont pratiqués en proportion différente par les planteurs selon les investigations.

Le semis direct est réalisé par la majorité (78,2 %) des planteurs qui choisissent les noix des arbres jugés bien productifs. Ces derniers estiment que ce mode est simple et ne nécessite pas de dépenses financières ni de travaux préalables (la trouaison par exemple).

Le semis par plantation des jeunes plantes de pépinières quant à lui est pratiqué par une minorité de planteurs.

Quel que soit le mode de semis adopté, la densité dans une plantation des anacardiers varie d'un producteur à un autre.

4-2-3 – Densité des plantations d'anacardier

Selon les agents techniques, la densité des plantations d'anacardiers est déterminante pour son développement, sa productivité et la durée d'association des cultures annuelles. Ces derniers ont estimé qu'une densité comprise entre 70 et 100 pieds à l'hectare est souhaitée. Mais les enquêtes ont montré que 83,6 % des plantations déjà productives ont une densité supérieure à 100 pieds à l'hectare (figure 17).

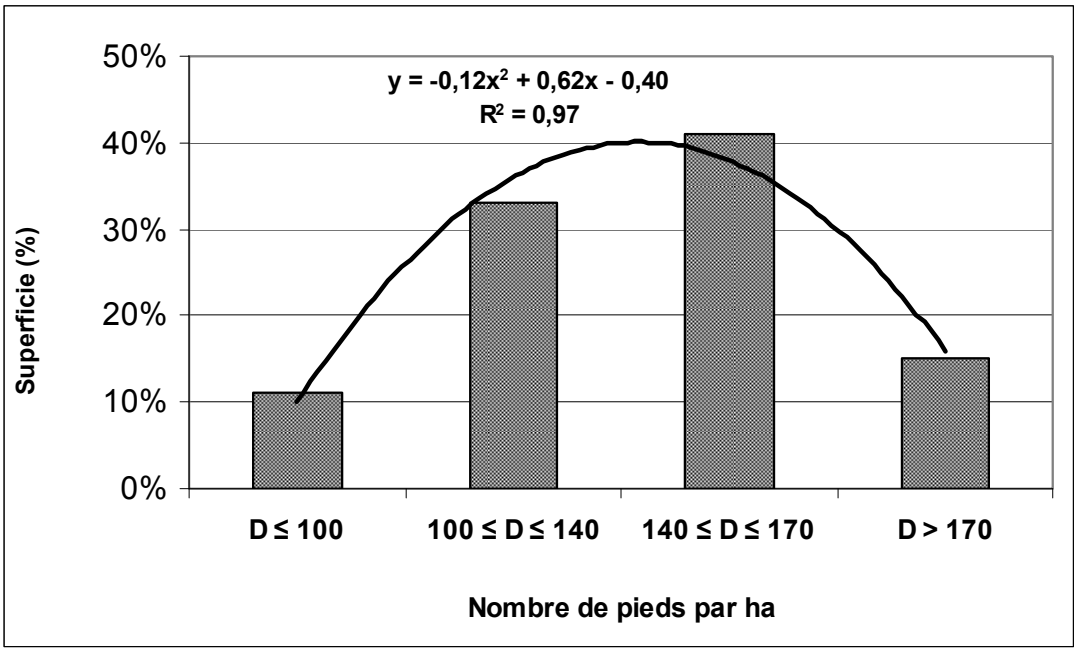


Figure 17 : Densité moyenne des plantations d'anacardiers

La répartition par classe de densité d'arbre montre que les deux classes centrales (100 ≤ D ≤ 140 et 140 ≤ D ≤ 170) sont les plus pratiquées. Ainsi, le classement des plantations donne une distribution en cloche droite. Cette distribution donne une fonction polynomiale qui s'ajuste au mieux à l'équation : $y = -0,12x^2 + 0,62x - 0,40$ avec $R^2 = 0,97$. La raison qui justifie le caractère trop élevé des densités des plantations s'explique par le fait que pendant longtemps les producteurs ont pensé que la quantité de noix produites est proportionnelle au nombre de pieds d'anacardiers plantés. Ils plantent donc autant de pieds que possible d'anacardiers à telle enseigne que l'écartement des arbres tend à se confondre avec celui du maïs (photo 6 .1).



1



2

Photo 6 : Vue partielle d'une plantation serrée à Bassila [(1) (210 pieds/ha)] et une jeune plantation bien espacée à Savalou [(2) (70 pieds/ha)]
(Cliché Yabi, 2005)

Toutefois, au regard des difficultés actuelles et du travail de sensibilisation des agents techniques, les producteurs comprennent de plus en plus qu'ils ont intérêt à espacer autant que possible les arbres de leur plantation. La preuve est que 38,7 % des jeunes plantations (dont l'âge est inférieur à 5 ans) ont une densité inférieure à 100 pieds à l'hectare (photo 5.2).

4-2-4 – Evolution des superficies agroforestières

Les superficies varient en fonction de deux paramètres, notamment la main-d'œuvre mobilisable par le paysan et surtout la disponibilité de terres cultivables. D'une manière générale, les champs agroforestiers observés sont de petites ou moyennes superficies (tableau VI).

Le test de variance (ANOVA) ne montre pas une différence significative entre les Communes quant aux superficies des plantations d'anacardier (F =0,12 ; P = 0,998). Toutefois, l'analyse du tableau VI montre une grande fréquence des champs de petites superficies à Parakou (57 %), Savalou (49,5 %), et Dassa-Zoumè (41,4 %).

Tableau VI : Pourcentage des plantations en fonction de la superficie par Commune

COMMUNES	P (S≤ 2 ha) (%)	M (2 ha ≤ S ≤ 4 ha (%)	G (S > 4 ha) (%)	Superficie moyenne (ha)
Bantè	19,23	57,69	23,08	2,8 (26)
Bassila	23,81	52,38	23,81	2,6 (21)
Dassa-Zoumè	40,00	40,00	20,00	1,7 (20)
Glazoué	38,10	38,10	23,81	1,8 (21)
Ouèssè	37,50	41,67	20,83	2,2 (24)
Parakou	75,00	18,75	6,25	1,2 (16)
Savalou	50,00	41,67	8,33	1,5 (24)
Savè	28,00	48,00	24,00	2,5 (25)
Tchaourou	22,22	51,85	25,93	3,1(27)
Moyenne	35,01	46,11	19,47	

Source : Enquêtes de terrain (2004 et 2005) P = petite taille ; M = taille moyenne ; G = grande taille ; S = superficie ; (26) = Effectif de producteurs

Quant aux localités de Bantè, Bassila et Tchaourou, ce sont des plantations de moyenne taille qui sont plus répandues avec respectivement 58,2 % ; 54,5 % et 53,5 %. La disponibilité de terres cultivables justifie cette particularité puisque ces Communes sont faiblement peuplées par comparaison aux premières.

Mais, le fait le plus marquant est la dominance des jeunes plantations (moins de 6 ans) comme l'indique la figure 18.

Les jeunes plantations font en moyenne 47,6 %, tandis que les vieilles plantations ne font que 15,4 % des superficies agroforestières basées sur l'anacardier selon les investigations en milieux réels.

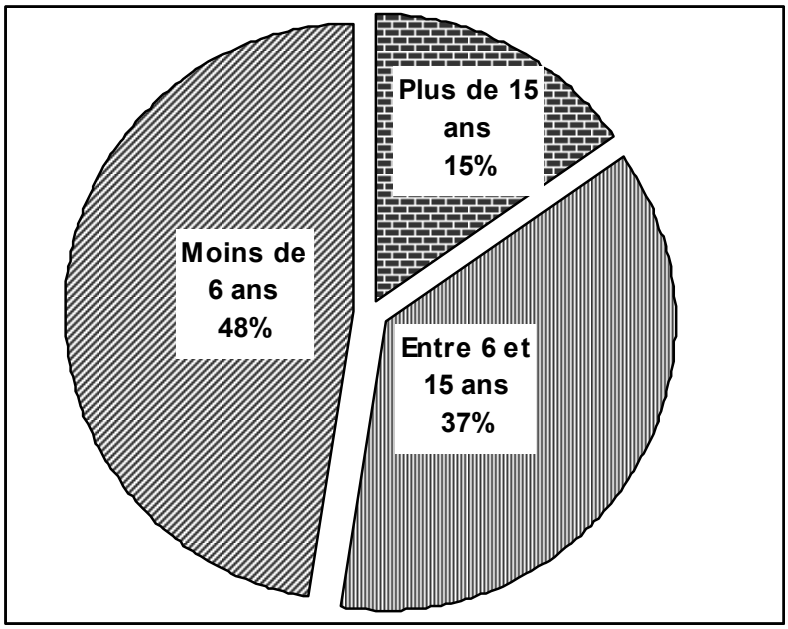


Figure 18 : Répartition des plantations par tranches d'âge

Aucune différence fondamentale n'est observée d'une Commune à une autre par rapport à l'âge des plantations. La prépondérance des jeunes plantations montre que l'anacardier suscite de plus en plus un intérêt auprès des cultivateurs du Centre du Bénin depuis les années 1990.

4-2-5 – Cultures annuelles associées à l'anacardier

Les enquêtes ont montré que les jeunes plantations pures d'anacardiers n'existent pas. Cela signifie que les plantations s'inscrivent dans un système agroforestier qui permet aux producteurs de diversifier les cultures. Ainsi, sur la même superficie culturale, les anacardiers (notamment dans les premières années), sont associés à des cultures saisonnières ou annuelles. Le semis de l'anacardier intervient juste après le semis des cultures annuelles, ou parfois simultanément.

Plusieurs cultures annuelles sont associées à l'anacardier selon les habitudes culturale et alimentaire des producteurs. Elles concernent aussi bien les cultures de rente (coton, arachide) que les cultures vivrières (tableau VII).

Tableau VII : Hiérarchisation des différentes cultures associées à l'anacardier

Cultures	Rang moyen	Ordre	Test de conformité de Mann Kendall
Igname	3,11	1	N = 207 W de Kendall = 0,241 Probabilité = 0, 009
Maïs	3,29	2	
Arachide	4,26	3	
Manioc	5,77	4	
Coton	6,64	5	
Niébé	7,16	6	
Soja	7,29	7	
Coloquinte	9,39	8	
Piment	9,51	9	
Voandzou	10,16	10	
Sorgho	10,43	11	
Patate douce	10,49	12	

Source : Enquêtes de terrain : 2005, 2006 et 2007

Toutes les cultures citées dans le tableau VII ne sont pas associées simultanément. Les enquêtes ont révélé que l'igname, le maïs, l'arachide, le niébé et le coton s'accommodent mieux à l'anacardier dès ses premières années que les cultures comme le soja, le coloquinte et le manioc. C'est ce qui expliquerait que dans 83,7 % des cas, c'est le manioc qui est associé à la dernière année.

Quant à la durée d'association des cultures annuelles, elle varie en fonction de la densité des plantations. Alors que les agents du CeRPA ont estimé qu'elle peut atteindre 10 ans pour une densité de 70 pieds à l'hectare, dans la réalité, elle excède difficilement 8 ans comme le montre la figure 19.

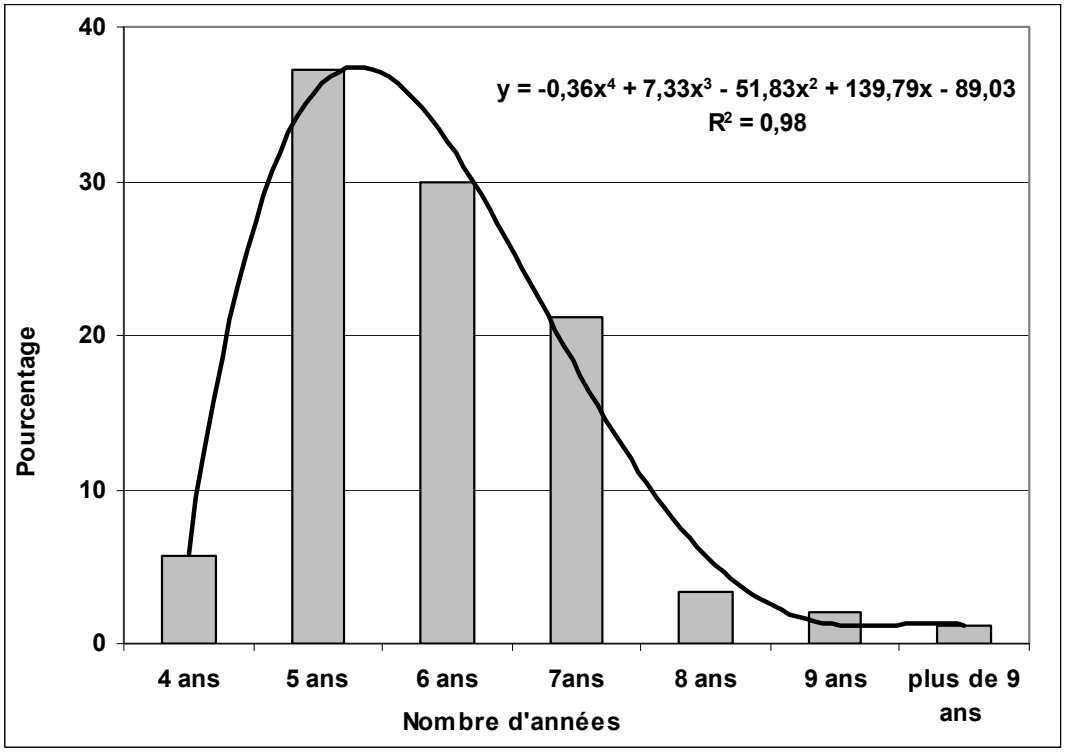


Figure 19 : Durée moyenne d'association des cultures annuelles avec l'anacardier

La durée d'association est globalement faible (la classe modale est 5 ans). La courte durée d'association s'explique par la forte densité pratiquée et qui fait que les cimes des arbres se joignent vite, ce qui empêche le développement convenable des cultures annuelles intercalaires. Ainsi, le regroupement des champs agroforestiers suivant la durée moyenne d'association culturale montre une distribution en cloche désaxée vers la droite. Ce qui confirme que cette durée est faible (la classe modale est 5 ans seulement).

Afin de simuler l'écartement raisonnable qui permette un bon développement de la couronne (dont dépend plus le rendement de l'anacardier) et une association durable des cultures annuelles, la surface terrienne (de recouvrement au sol de la couronne) de l'anacardier est déterminée.

4-2-6 Surface terrienne moyenne

Sur la base du diamètre moyen de la couronne mesuré par tranche d'âge et suivant le protocole décrit supra ($S = (Lmoy/2)^2 * Pi$), le recouvrement au sol d'un arbre d'anacardier est estimé (tableau VIII).

Tableau VIII : Recouvrement au sol d'un arbre d'anacardier

Tranche d'âge	**Diamètre moyen de la couronne**	**Superficie occupée (m^2)**
05- 10 ans	6,7	35
11-15 ans	8,5	57
16-20 ans	11,8	109
21-25 ans	13,3	139
Plus de 25 ans	14,1	156
Moyenne	10,88	93

Globalement, la surface terrienne de l'anacardier croit avec l'âge et dépasse les 100 m^2 (0,01ha) à partir de 16 ans. Le plus fort taux de croissance se situe entre 11 et 20 ans (plus de 5 m^2/an).

Au regard des résultats du tableau VIII, même une densité de 100 arbres/ hectare préconisé par les agents techniques engendrerait après 10 ans un recouvrement de 1,09 hectares au sol. Non seulement il n'y aurait plus d'espace pour les cultures annuelles associées mais aussi, les couronnes des arbres s'entrecroiseront, ce qui engendrerait des concurrences nuisibles au bon rendement de l'anacardier (Lacroix, 2000). Mais, une densité de 70 arbres/hectare engendreraient un recouvrement respectif de 0,25 ; 0,40 ; 0,77 hectare à partir de 5, 11, et 16 ans. Dans ce contexte, les cultures associées occuperaient respectivement 0,33 ; 0,60 et 0,75 hectare. Une telle densité garantirait ainsi la pratique agroforestière jusqu'à 16 ans au moins d'exploitation et éviterait la concurrence entre les arbres. Et même dans cette hypothèse, la surface de recouvrement de couronne atteindrait 1,09 hectares à partir de 20 ans, ce qui n'est permet l'association culturale. En considérant donc que la durée de vie d'une plantation d'anacardier est 25 ans et que l'association culturale est pratiquée durant toute cette période, une densité de 50 arbres/hectares serait

meilleure. Dans ce contexte, l'évolution de la surface de recouvrement est telle que présentée par la figure 20.

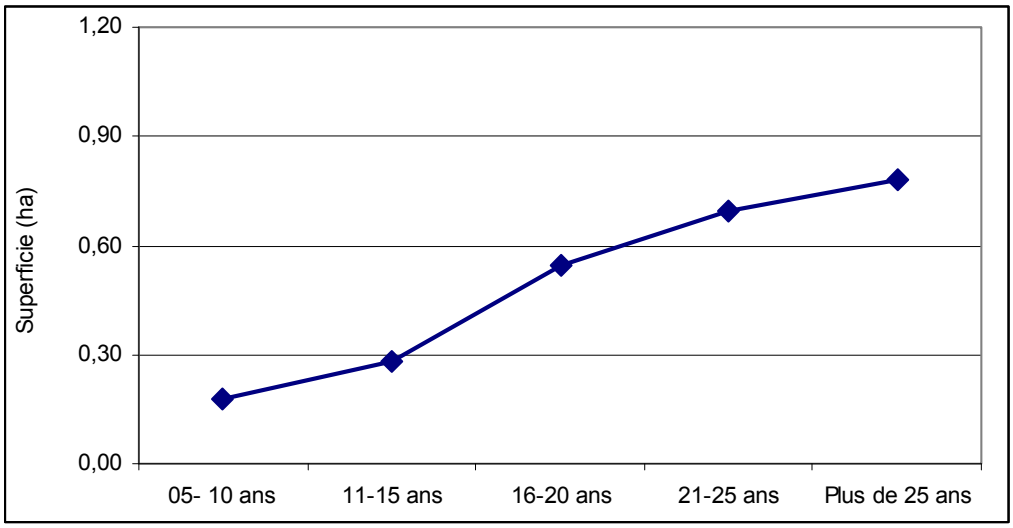


Figure 20 : Evolution de la surface de recouvrement de la couronne de l'anacardier suivant une densité de 50 arbres/hectare

La densité de 50 arbres/hectare permettrait au producteur de disposer d'espace pour les cultures annuelles durant toute la vie de sa plantation. Elle permettra ainsi de mieux rationnaliser l'occupation des terres agricoles et d'éviter la concurrence entre les couronnes d'anacardier, condition (entre autres) d'un bon rendement.

Au total, l'association de l'anacardier avec les cultures annuelles se fait de manière empirique et les normes techniques ne sont pas encore bien intégrées par les producteurs dans le Centre du Bénin. Mais quoi qu'il en soit, ce système cultural à des incidences socioéconomiques et environnementales dans la région d'étude.

CHAPITRE CINQUIEME

ASPECTS SOCIOECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DE L'AGROFORESTERIE BASEE SUR L'ANACARDIER

La pratique actuelle de l'agroforesterie à base de l'anacardier dans le Centre du Bénin présente des avantages tant sur le plan des gains financiers et leurs utilisations que sur les impacts environnementaux.

5-1 AVANTAGES ECONOMIQUES ET SOCIAUX DE L'AGROFORESTERIE A BASE DE L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN

L'importance des revenus issus de la vente des produits de l'anacardier, l'utilisation faite de ces revenus, la rentabilité financière, etc. sont analysés.

5-1-1 Importance des gains issus de la vente des noix d'anacardiers

Seule la noix fait l'objet aujourd'hui de vente et donc la seule génératrice de gains financiers. En faisant le rapport du gain financier issu de la vente des noix d'anacardier pour les 5 dernières campagnes sur le revenu financier global du producteur pour la même période, la valeur obtenue indique l'importance financière de la culture d'anacardier (figure 21).

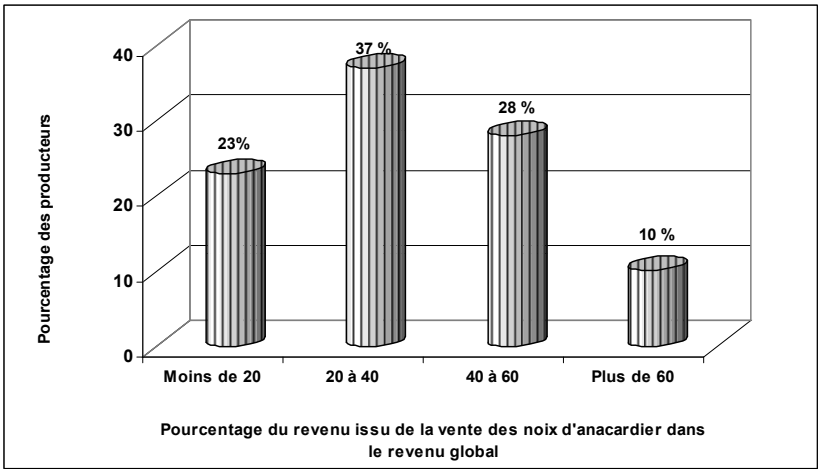


Figure 21: Pourcentage des gains issus de la vente des noix d'anacardier par rapport au revenu global du paysan

La figure 21 montre que la part du gain issu de la vente des noix d'anacardiers dans le revenu global est comprise entre 20 et 60 %. Selon les personnes interrogées, depuis que la filière coton est en chute libre, la vente des noix d'anacardiers est devenue la principale source de gains financiers. D'après 89 % des producteurs, cette recette dépasse de loin les recettes des autres produits agricoles pris isolément.

De même, les personnes âgées (plus 55 ans) tirent au moins 50 % de leurs revenus agricoles de la vente des noix d'anacardier puisqu'ils abandonnent déjà les autres cultures de rente. Cette réalité est résumée dans l'encadré 1 par la déclaration d'un vieux producteur d'Agbassa (Commune de Tchaourou).

Encadré 1 :

Depuis l'année dernière, je vais au champ très rarement. Et si j'y vais, c'est pour observer ma plantation (d'anacardiers). Je m'arrange pour la protéger contre l'incendie car il ne me reste que ça pour vivre ; c'est ma retraite à moi.

Source : Enquête de terrain, avril 2005

L'analyse de l'utilisation de ces revenus par les producteurs aide à mieux appréhender l'importance de la production de l'anacardier dans la région d'étude.

5-1-2 Destinations du gain tiré de la vente des noix d'anacardiers

Les producteurs utilisent les revenus issus de la vente de noix pour résoudre les problèmes d'ordre social (figure 22).

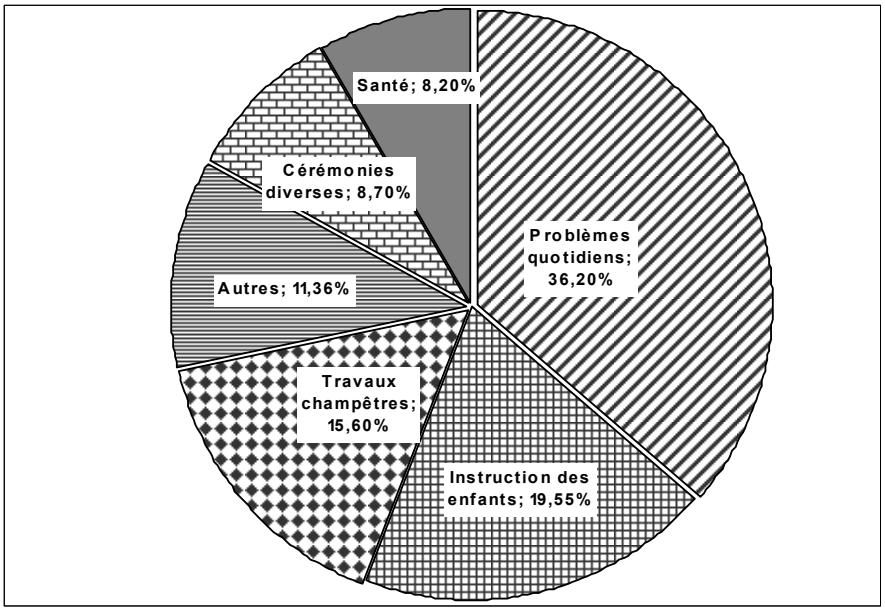


Figure 22 : Utilisations des revnus tirés de la vente de noix d'anacardier

Grâce aux recettes générées par l'exploitation des plantations d'anacardiers, les paysans assurent l'entretien et/ou l'agrandissement de leur champ, résolvent les problèmes quotidiens (achat de produits de consommation courante). Ces deux rubriques, ajoutées à la scolarisation des enfants, constituent les principales utilisations du gain obtenu par le producteur moyen. A ces volets s'ajoutent l'achat des biens d'équipement (appareil radiophonique, moto, groupe électrogène, moulin à maïs), construction de maison, etc. les frais d'apprentissage des enfants, le payement de la dot, etc.

Une portion de ces revenus est utilisée dans l'organisation de diverses cérémonies cultuelles. En effet, la période de campagne des noix coïncide avec celle de l'organisation des cérémonies diverses (dot, ou rites funèbres à la mémoire de parents décédés).

Dans certaines Communes, comme Bassila et Bantè, il est institué des taxes sur la vente des noix afin de régler les problèmes à caractère communautaire (financement les infrastructures, payement du salaire des enseignants communautaires, etc.). Ainsi, entre 1994 et 2000, la Commune de Bassila a encaissé quatre millions cent vingt cinq mille huit cent soixante quinze (4 125 875) francs CFA. Mais, ce système de taxation se heurte à des difficultés liées à la mauvaise foi des commerçants qui n'hésitent pas à tromper la vigilance des agents collecteurs à défaut de leur opposer un refus catégorique. Selon les investigations, des réflexions sont en cours afin que

d'autres formules que non seulement rencontrent l'assentiment de tous les acteurs, mais les contraigne à s'y conformer, soient trouvées.

En somme, les plantations d'anacardiers revêtent désormais une grande utilité socioéconomique dans le Centre du Bénin par les utilisations qui en sont faites. Il convient d'examiner aussi la rentabilité financière de la culture de cette espèce.

5-1-3 Rentabilité financière de la production de l'anacardier

L'estimation de la rentabilité de la culture de l'anacardier dans le Centre du Bénin suppose la connaissance des coûts de production et des recettes. L'anacardier étant une plante pérenne, l'estimation des valeurs oblige à remonter jusqu'à la première année de semis jusqu'à 25 ans (considérée comme l'âge au delà duquel l'arbre devient pratiquement improductif et donc il est préconisé de le détruire). L'unité spatiale de production considérée est l'hectare. Deux sources ont permis d'avoir des chiffres sur le rendement moyen d'anacardier dans la région d'étude. Il s'agit des enquêtes de terrain et des valeurs théoriques estimées par le Projet de Restauration des Ressources Forestières (PRRF) dans le cadre d'une étude dans la Commune de Bassila. Pour chaque source, les rendements moyens évoluent comme mentionné dans le tableau IX.

Tableau IX : Rendement moyen des noix d'anacardier dans le Centre du Bénin

Age (en années)	**Rendement en kg de (noix/ha/an) selon les producteurs (67)**	**Rendement en kg de noix/ha/an (estimation du PRRF en 2000)**
3	30 (5)	50
4	70 (15)	120
5	100 (30)	150
6 à 8	400 (150)	450
9 à 12	550 (140)	600 à 700
13 à 16	950 (270)	Plus de 700
17 à 25	1050 (211)	Plus de 700

Source : **Enquête de terrain (2004, 2005, 2006 et 2007) et PRRF (2000)**
(5) = écart-type)

Aucune différence significative n'est observée suivant les Communes par rapport au rendement (F = 0,216 ; P = 0,880).

Les producteurs ont souvent recours à deux unités de mesures que sont les sacs et les bassines. Selon les commerçants, le sac utilisé pèse 80 kg environ lorsqu'il est rempli de noix, alors que la bassine a une capacité de 25 kg. Par ailleurs, selon les agents du CeRPA, les rendements réels seraient plus élevés que ceux déclarés par les paysans. C'est ce qui justifierait les différences entre les valeurs théoriques du PRRF et celles collectées sur le terrain.

Considérant les données du tableau IX et en supposant que toute la quantité de noix produite est vendue à 200 FCFA le kg (il s'agit d'un prix moyen qui varie d'une année à une autre et suivant les périodes de la campagne), une estimation de l'évolution les recettes moyennes à l'hectare en fonction de l'âge de la plantation est faite et regroupées dans le tableau X.

Tableau X : Recettes moyennes d'exploitation de noix d'anacarde ha/ an

Age (en années)	**Quantité (Kg/ha)**	**Recettes moyennes (CFA/ha/an)**
3	30	6 000
4	70	14 000
5	100	20 000
6 à 8	1200 (400 * 3)	600 000
9 à 12	2200 (550 * 4)	1000 000
13 à 16	3800 (950 * 4)	1 700 000
17 à 25	9450 (1050 * 9)	1 890 000
Total pour les 25 ans	**16 850**	**3 370 000**

Quoi qu'indicatifs, les données du tableau X donnent une idée du montant des gains résultant de la vente des noix provenant d'un hectare de plantation d'anacardiers au terme de 25 ans d'exploitation. Quant aux coûts de production, ils sont résumés dans le tableau XI.

Tableau XI: Valeurs économiques caractéristiques d'un hectare de plantation d'anacardiers

Coût de production (FCFA)			
Charges	Quantité	Prix unitaire	Total
Achat d'outils de travail	---	---	50 000
Défrichement	1 ha	20 000	20 000
Calcination des arbres	1 ha	10 000	10 000
Labour	1ha	25 000	25 000
Sarclage	1 ha x 2 x 25*	10 000	500 000
Pare feu	1 ha x 25	15 000	375 000
Récolte	16 850**	25**	421 250
Total des charges			1 401 250
Recettes			
Vente des noix (recette)	16 850**	200	3 370 000
Charges			1 401 250
Bénéfice brut (FCFA)			1 968 750

Source : **Enquête de terrain (2004, 2005, 2006 et 2007)**
*** Il est prévu 3 sarclages par an ; ** La quantité totale de noix produite durant les 25 années est évaluée à 16 850 kg/ hectare et le coût de la récolte estimée à 25FCFA/Kg**

Les données du tableau XI montrent que le producteur dégage un bénéfice brut de 1.968.750 FCFA/hectare au terme de 25 ans d'exploitation soit un bénéfice annuel moyen de 78 750 FCFA /hectare. A première vue, ce bénéfice paraît objectivement dérisoire. Mais en considérant le niveau moyen de vie du paysan, on peut dire que la production de l'anacardier est financièrement rentable dans la région d'étude. Ce résultat confirme en tout cas l'impression des producteurs qui estiment à 91,2 % que la production de l'anacardier leur est profitable. Mais, au cours des premières années, le producteur travaille à perte (Figure 23).

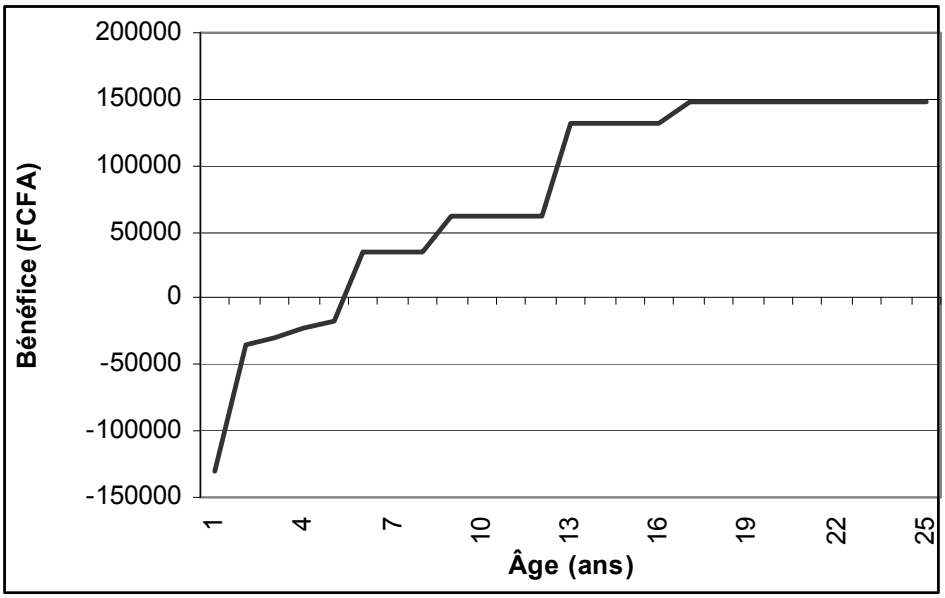


Figure 23 : Evolution dans le temps du bénéfice brut d'un hectare d'anacardiers

La culture d'anacardier ne devient rentable qu'à partir de 6 ans et le bénéfice brut atteint son pic au terme de 17 ans d'exploitation (148 750 FCFA).

En dehors du bénéfice brut, la production de l'anacardier dans le Centre du Bénin est pourvoyeuse d'emplois.

5-1-4 Production d'anacardier, source d'emplois occasionnels

La production de l'anacardier nécessite une main d'œuvre à toutes les étapes de la chaîne : la mise en place des plantations (défrichement, préparation de la terre, semis, désherbage, etc.), l'entretien des plantations (taillage/éclaircie, lutte contre les mauvaises herbes, réalisation des pare-feux) et la récolte (récolte et transport). Cette main d'œuvre se répartit en deux catégories que sont la main d'œuvre familiale, et la main d'ouvre salariale. Selon 73 % des producteurs, les travaux de défrichement et de réalisation de pare-feu sont confiés à des employés salariés occasionnels. Quant au sarclage (moins pénible), il est assuré par la main d'œuvre familiale. Le tableau XII renseigne sur la main-d'œuvre nécessaire à l'exploitation d'un hectare d'anacardiers.

Tableau XII : Rémunération du travail agricole lié à l'exploitation d'un hectare de plantation d'anacardiers

Opérations	Nombre moyen d'homme-jour	Prix unitaire
Défrichement	8	2 500
Préparation du sol	4	2 200
Trouaison	1	1 500
Semis	0,5 (demi-journée)	4 500
Lutte contre les mauvaises herbes	8	6 600
Taillage/éclaircie	3	1 500
Récolte	10	25 F/kg
Pare feux	7	2 500
Transport sur le terrain	10	400

Source : Enquêtes de terrain, 2004, 2005, 2006 et 2007

Le tableau XII montre que les activités de défrichement, de préparation du sol et de mise en place du pare feux sont les plus pourvoyeurs d'emplois et de gains aux employés. Ces travaux ont lieu pendant la saison sèche où les autres activités rurales baissent d'intensité et coïncident donc avec la période où les jeunes ruraux sont désœuvrés. Avec la production de l'anacardier, ces derniers sont sollicités et employés. Les ouvriers sont constitués de natifs des terroirs, des ‘’migrants agricoles’’. Les ouvriers reconnaissent que les gains issus de ces travaux (en moyenne 1500 FCFA/jour) constituent des ressources d'appoint, surtout qu'ils coïncident avec la période des fêtes de fin d'année.

En outre, pendant la campagne (période de commercialisation des noix), les jeunes déscolarisés, surtout de sexe féminin, servent d'intermédiaires aux commerçants qui leur confient des fonds. Ils sont chargés de la collecte primaire des noix auprès des paysans. Par cette opération, ces derniers font des bénéfices importants allant de 50 000 à 250 000 Fcfa par campagne. La valeur dudit bénéfice varie en fonction de leur dynamisme et de leur habileté à convaincre les commerçants pour se voire confier le maximum de fonds.

En outre, les activités relatives à la transformation (décorticage, dépelliculage) des noix d'anacardiers utilisent une main d'œuvre plus ou moins qualifiée pendant deux ou trois mois à chaque campagne (photo 7).

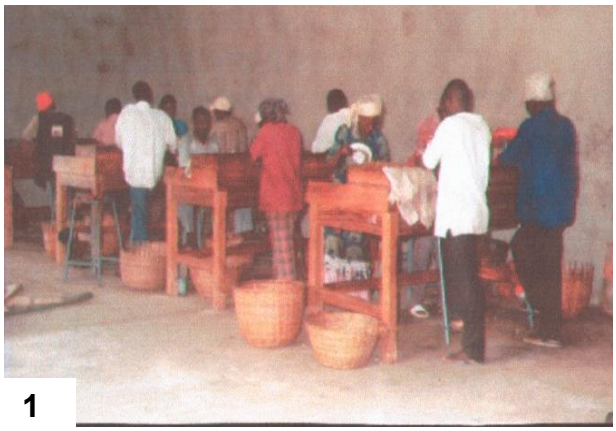








Photo 7 : Décorticage (1) dépelluculage (2) tirage d'amande (3) de noix d'anacardier à Glazoué (Clichés Balogoun, 2004) et une maison de transformation (4) de noix d'anacardiers à Savalou (Cliché Yabi, 2006).

De petites unités artisanales de transformation de noix appartenant à des groupements sont installées dans la plupart des chefs-lieux de Commune. Le procédé artisanal consiste en un grillage et un décorticage à l'aide d'une pierre. Les amandes obtenues sont ensuite dépelliculées avec du kaolin ou de la cendre, puis dans certains cas, frites dans de l'huile ou du beurre et conditionnées en bouteilles pour être ensuite commercialisées. Selon sa taille, chaque unité emploie de façon continue (durant la campagne) cinq à dix ouvriers, sans oublier des occasionnels. Depuis 2006, une usine de transformation industrielle de noix (AFOKANTAN BENIN CASHEW S.A .) est installée à Tchaourou. Cette unité de transformation est créatrice d'emplois permanents et occasionnels.

Il y a aussi des agents recrutés par les opérateurs économiques qui interviennent dans la commercialisation des noix d'anacardier. Ces derniers (surtout les expatriés indo-pakistanais) engagent des agents commerciaux (y compris des titulaires d'une

maîtrise d'université) ressortissants des lieux de production pour les aider à acheter le maximum de noix.

Dans la région d'étude, la culture de l'anacardier offre particulièrement aux femmes des emplois, car elles interviennent :

- comme productrices, même sur de petites superficies, elles sont propriétaires au même titre que les hommes ;

- dans la récolte des noix où toutes les personnes enquêtées sont unanimes pour y reconnaître l'efficacité des femmes. Elles aident leur mari (ou autre proche) ou sont engagées comme ouvrières temporaires ;

- comme intermédiaires dans la commercialisation des noix. Elles bénéficient d'une grande confiance de la part des opérateurs économiques qui leur confient des fonds pour l'achat des noix ;

- dans la transformation artisanale des noix d'anacardiers où elles sont majoritaires (photo 7).

Au total, l'agroforesterie à base de l'anacardier est pourvoyeuse d'emplois occasionnels directs et indirects dans le Centre du Bénin. En effet, sur toute la chaîne depuis le semis jusqu'à la transformation des noix, en passant par l'entretien des plantations et la récolte des noix, plusieurs acteurs interviennent à titre d'ouvriers familial ou salarié. La pratique agroforestière permet ainsi de résoudre un tant soit peu le problème de chômage, notamment parmi les jeunes déscolarisés, quoi que les emplois créés soient occasionnels.

5-1-5 Transactions monétaires et émergence d'une bourgeoisie rurale

Pour faire face aux difficultés (maladies, décès, cérémonies, entretien des champs, etc.), le paysan (25 % des producteurs interrogés) propriétaire peut hypothéquer sa plantation contre une somme d'argent. L'importance de cette somme d'argent (qui varie entre 30 000 et 200 000 FCFA) dépend de la solvabilité (taille de la plantation) du paysan débiteur. En cas de non remboursement, le créancier se réserve le droit

de saisir tout ou partie de la récolte. Le remboursement se fait normalement avec des noix d'anacardier. Cette pratique est courante, notamment parmi les petits producteurs et surtout les femmes (70 % des cas).

Selon 15 % des producteurs, une partie des gains est investie dans d'autres activités commerciales (achat moyen de transport, création de scieries modernes, ouverture de boutiques de produits agroalimentaires, construction de bâtiments mis en location, spéculation foncière, etc.). Quant aux commerçants qui interviennent dans l'achat des noix, ils arrivent à se hisser au rang des ''hommes d'affaires'' au bout de quelques campagnes. Ainsi, en dehors de la campagne de commercialisation des noix, ils investissent aussi dans le foncier (60 % des personnes interrogées) et dans d'autres activités commerciales sans oublier la construction de logements modernes. Mais selon eux, les investissements se font pour la plupart dans une discrétion totale (en dehors du territoire origine) en raison des pesanteurs socioculturelles. Les agglomérations comme Parakou, Bohicon, Natitingou et même Cotonou sont les plus citées sans oublier les chefs-lieux de Commune. Ainsi, les effets de la culture de l'anacardier dépassent les limites du Centre du Bénin et s'étendent à l'échelle nationale. Aussi, la présence des habitations construites en parpaing (de ciment) appartenant aux acteurs du système agroforestier à base de l'anacardier illustre davantage l'apparition des petits riches ruraux.

5-1-6 Prestige social et transfert d'héritage

La considération sociale se mesurait par le passé aux nombres d'épouses et d'enfants. Aujourd'hui, le nombre de sacs de noix d'anacardiers stockés et/ou l'étendue de la plantation font partie des indicateurs qui déterminent l'importance sociale du producteur dans le Centre du Bénin selon les investigations. Plusieurs déclarations ajoutées à des observations confirment cette réalité.

Par ailleurs, l'anacardier constitue ''une sorte de sécurité sociale'' pour les producteurs (95 %) qui y voient d'ailleurs leur future pension de retraite. De plus, à défaut de léguer des capitaux (argent), les paysans (74 %) considèrent leur plantation d'anacardiers comme un héritage sûr pour leur progéniture. La perception populaire en la matière est résumé dans encadré 2.

Encadré 2

Si je me donne tant pour ma plantation, ce n'est pas pour moi-même, mais surtout pour mes enfants qui sûrement en bénéficieront.

La différence entre le coton et l'anacardier est que les enfants pourront hériter de ma plantation d'anacardiers après ma mort.

Source : Enquête de terrains, 2005, 2006 et 2007

5-1-7 Autres importances des produits d'anacardiers

L'usage de différents produits de l'anacardier dans la pharmacopée populaire constitue aussi, un autre aspect de l'importance sociale de la plante dans la vie des communautés paysannes du Centre du Bénin. Ainsi, les populations, (100 %) ont reconnu au moins une vertu thérapeutique aux différentes parties, principalement l'écorce et la racine de l'anacardier. Les principales vertus citées sont présentées dans le tableau XIII.

Tableau XIII : Vertus pharmaceutiques des composantes d'anacardier selon les populations (256 personnes au total)

Produits	Vertus citées	Pourcentage
Feuille	- Soigne la brûlure	58
Ecorce	- Lutte contre les vers intestinaux ;	71
	- soigne la toux ;	74
	- soigne les coliques ;	66
	- traite les maux de dents ;	64
	- traite la constipation ;	52
Racine	- Guérit les maladies de la peau (démangeaison)	62
Noix (coque)	- soigne les piqûres de scorpion	42
Jus	- soigne les piqûres de scorpion ;	45
	- traite le panaris	32

Source : Enquêtes de terrain, (2004, 2005 et 2006).

La pharmacopée populaire utilise presque toutes les parties de la plante pour soigner diverses maladies. L'écorce se trouve être la plus utilisée et l'usage sous forme d'antibiotique est le plus répandu (5/9 des vertus évoquées) et le plus répandu (évoqué par 88 % des personnes interrogées).

La pratique de l'agroforesterie à base de l'anacardier procure des ressources financières aux producteurs qui disposent souvent de peu d'alternatives et concourt ainsi au développement socioéconomique de la région. Au delà de l'intérêt socioéconomique, la production de l'anacardier dans le Centre du Bénin présente des avantages environnementaux.

5-2 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRATIQUE AGROFORESTIERE BASEE SUR L'ANACARDIER

La stabilisation du paysan sur la même superficie culturale pendant plusieurs années, la préservation des terres agricoles contre l'érosion et leurs enrichissements en matières organiques et les espèces faunistiques abritées par les plantations constituent les principaux aspects analysés.

5-2-1 Agroforesterie à base de l'anacardier, facteur de reboisement et de stabilisation des producteurs

L'analyse des unités d'occupation du sol de la région d'étude (figure 24) permet de comprendre que la culture de l'anacardier contribue au reboisement des espaces culturaux. Ainsi, 251100 hectares (soit plus de 10 % de la superficie du territoire couverte par la région), sont constitués de vergers d'anacardiers en 2007. De plus, les observations de terrain ont montré qu'une partie des savanes arbustives et des mosaïques de jachères est constituée d'agroforêts à base d'anacardier. La culture de l'anacardier est donc en phase avec la politique de reboisement que prône l'Etat pour atténuer les effets de la dégradation inquiétante des écosystèmes naturels.

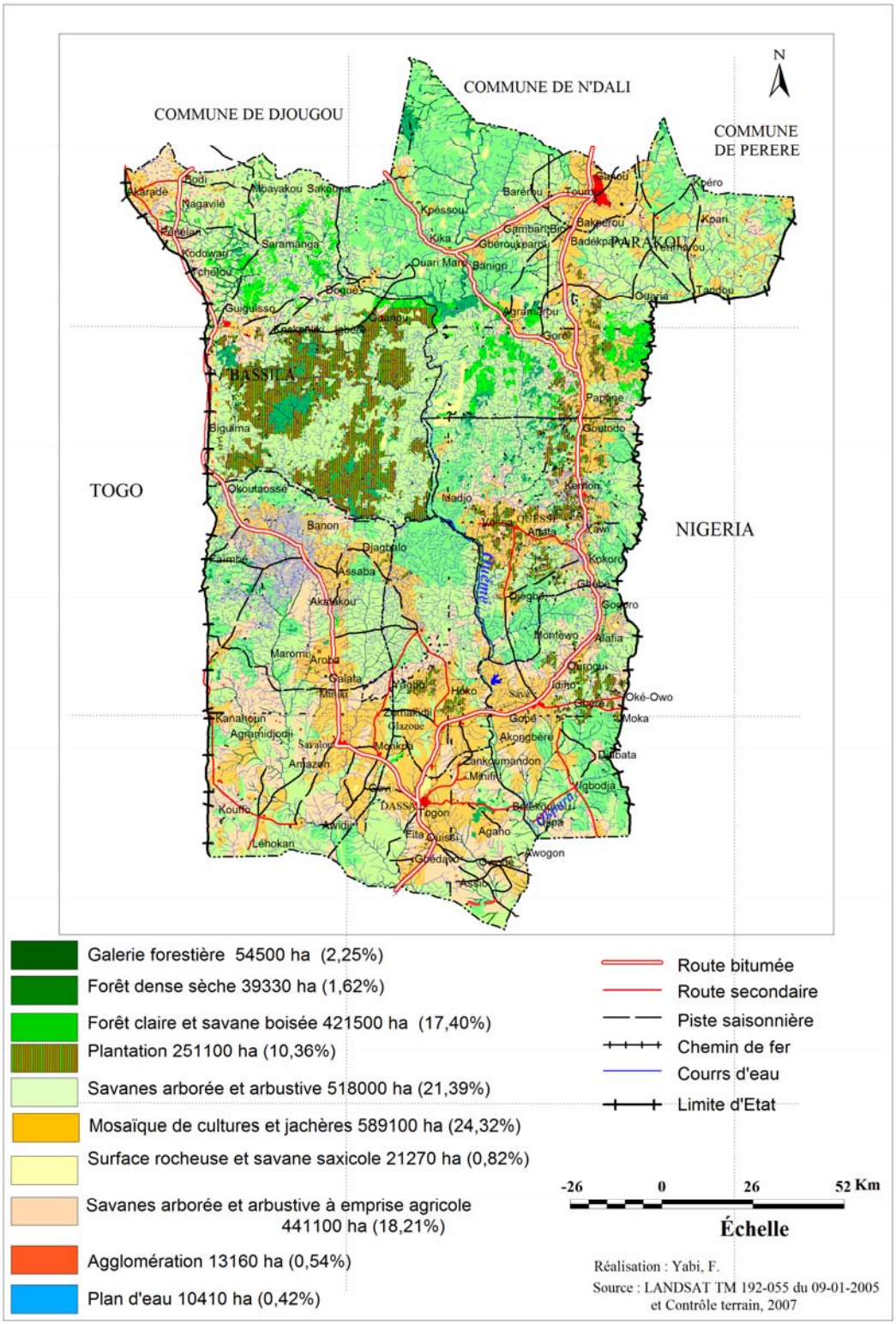


Figure 24 : Unités d'occupation du sol dans le Centre du Bénin en 2007

L'analyse comparée des systèmes culturaux sans et avec la pratique agroforestière permet de mieux appréhender son rôle dans le reboisement des espaces culturaux.

Selon les enquêtes auprès des acteurs du monde rural, jadis, la superficie emblavée est mise en valeur pendant trois ou quatre ans, puis mise en jachère. Ces jachères sont aujourd'hui occupées par des plantations d'anacardiers associées souvent à d'autres cultures (tableau XIV).

Tableau XIV : Utilisations des l'espace suivant les pratiques culturales

Années	**Avant la pratique agroforestière**	**Avec la pratique agroforestière**
1ère	Igname/Coton/manioc/maïs/niébé, etc.	Anacardier+igname/coton
2ème	Maïs+arachide/niébé/coloquinte, ou coton	Anacardier+coton/maïs/niébé/etc.
3ème	Maïs+arachide/niébé/coloquinte, ou coton	Anacardier+coton/maïs/niébé/etc.
4ème	Maïs+manioc/arachide/coloquinte ou coton	Anacardier+coton/maïs/niébé/etc.
5ème	Jachère	Anacardier+coton/maïs/niébé/etc.
6ème	Jachère	Anacardier + manioc

Source : Enquêtes de terrain (2004, 2005, 2006 et 2007

La pratique agroforestière apporte ainsi un changement plus ou moins profond dans le système de gestion des terres. En effet, pour assurer l'entretien de sa plantation et la préserver contre les feux de végétation, le paysan préfère ou est obligé de rester sur la même superficie aussi longtemps que les cultures en association sont possibles. Le même espace cultural est ainsi utilisé pour les cultures annuelles et pour l'anacardier (photo 8).



Photo 8 : Plantation d'anacardiers de 5 ans en association avec le coton à Monkpa (Savalou) ; (Cliché Totin, 2006)

Quoique traditionnelle, cette pratique culturale freine l'itinérance culturale. Avec l'anacardier, le paysan se sédentarise sur le même espace agricole pendant longtemps, à l'opposé des seules cultures itinérantes qui exigent un déplacement continu à la recherche de nouvelles terres agricoles.

La figure 25 présente la gestion des espaces culturaux en rapport avec la pratique agroforestière dans le Centre du Bénin.

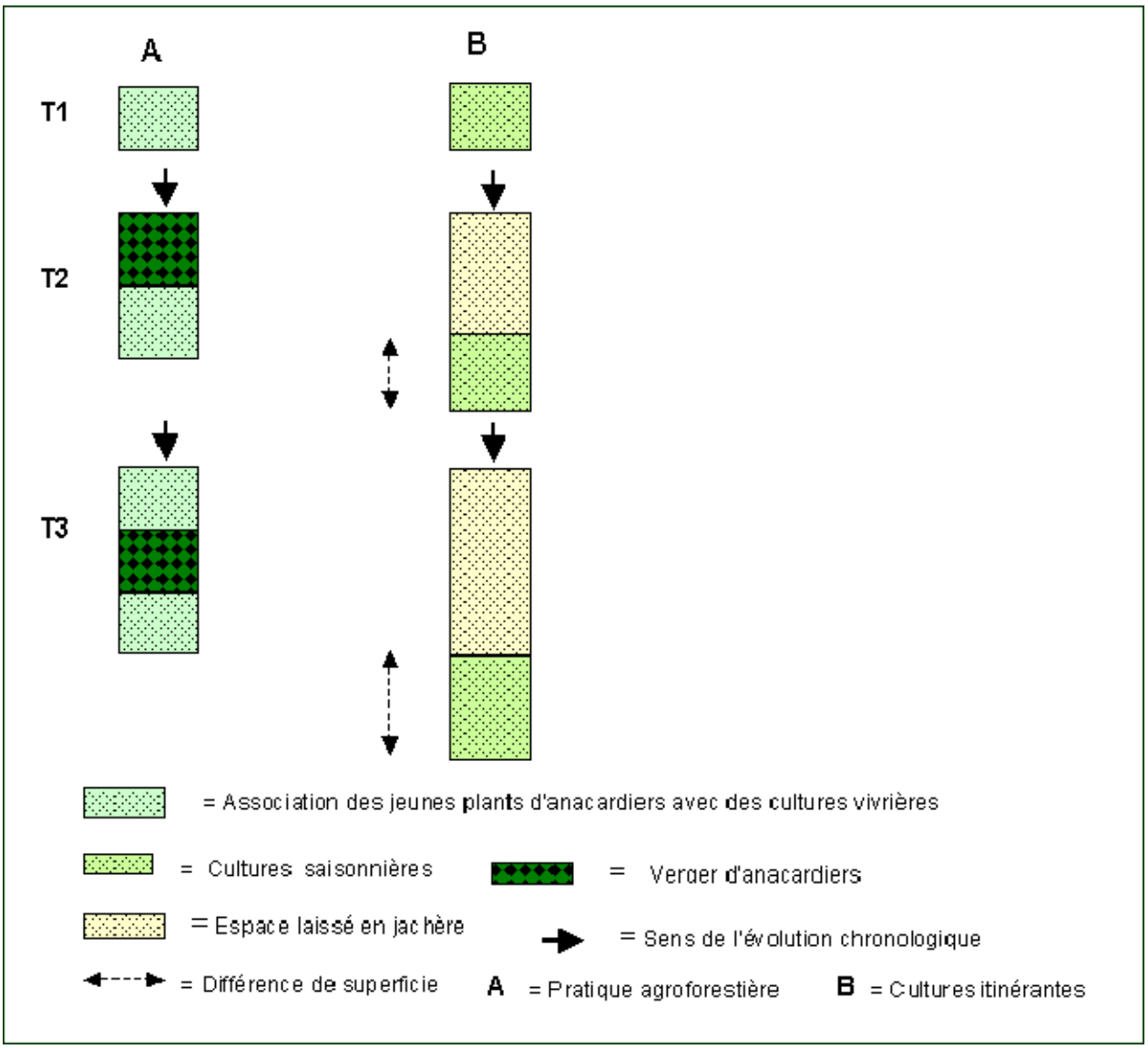


Figure 25 : Evolution comparée de l'espace cultural suivant la pratique agroforestière et le système de culture itinérante (Yabi, 2005)

Le paysan A est celui qui pratique l'agroforesterie tandis que le paysan B ne cultive que des cultures saisonnières. La situation initiale (année de départ) correspond à

T1 et T2, la situation après cinq (5) ans. En T1, les deux paysans ont emblavé la même superficie mais en T2, le paysan B a laissé derrière lui des jachères alors que chez son collègue A c'est plutôt les vergers d'anacardiers qui ont occupé une partie de son champ. De plus, du fait qu'il stationne sur le même espace pendant plusieurs années pour l'entretien de ses plants d'anacardiers, il a défriché moins d'espace à l'opposé de paysan B. Ainsi, du point de vue écologique, le paysan A offre l'avantage d'emblaver moins d'espace agricole et donc de détruire moins de ressources naturelles. La situation envisagée au terme de 25 ans d'exploitation est T3. Après 25 ans d'exploitation, l'anacardier devient moins productif et non rentable (PRRF, 2000). Il est donc préconisé le renouvellement de la plantation. En supposant que le paysan A respecte ce principe, ses premières plantations seront détruites, et l'espace sera occupé de nouveau par des jeunes plants d'anacardier associés à des cultures vivrières et le cycle recommence. L'utilisation de l'espace agricole est ainsi rationalisée.

Le tableau XV présente à titre indicatif le bilan financier de chaque système au terme de 25 années d'exploitation.

Dans ce bilan, la durée de vie d'une plantation d'anacardiers est fixée à 25 ans et l'association des cultures annuelles est possible jusqu'à 5 ans. En ce qui concerne le système de cultures annuelles, la considération de base est que la terre est mise en jachère après 5 ans d'exploitation. Dans les deux cas, le producteur cultive l'igname durant la première année tandis que durant les autres années qui suivront, il associe deux cultures (coton et maïs).

L'analyse du tableau XV montre que le producteur B gagne 233 750 FCFA de plus que A. Mais du point de vue écologique, il a emblavé 5 fois plus de superficie de terre que son voisin. Autrement dit, au lieu de 1 hectare emblavé par A (agroforestier), le producteur B a défriché 5 hectares durant les 25 ans d'exploitation soit 4 ha. Le coût environnemental de ces 4 hectares dépasse assurément de loin les 233 750 FCFA gagnés par le producteur B.

Tableau XV : Bilans financiers comparatifs des systèmes culturaux

	Système agroforestier à base de l'anacardier (A)		Système de cultures itinérantes (B)	
Années	**Charges**	**Recettes**	**Charges**	**Recettes**
1ère	620 000	850 000	600 000	850 000
2ème	421 000	550 000	406 000	550 000
3ème	391 750	556 000	376 000	550 000
4ème	226 750	364 000	210 000	250 000
5ème	163 500	220 000	146 000	170 000
6ème	45 000	80 000	600 000	850 000
7ème	45 000	80 000	406 000	550 000
8ème	45 000	80 000	376 000	550 000
9ème	48 750	110 000	210 000	250 000
10ème	48 750	110 000	146 000	170 000
11ème	48 750	110 000	600 000	850 000
12ème	48 750	110 000	406 000	550 000
13ème	58 750	190 000	376 000	550 000
14ème	58 750	190 000	210 000	250 000
15ème	58 750	190 000	146 000	170 000
16ème	58 750	190 000	600 000	850 000
17ème	61 750	210 000	406 000	550 000
18ème	61 750	210 000	376 000	550 000
19ème	61 750	210 000	210 000	250 000
20ème	61 750	210 000	146 000	170 000
21ème	61 750	210 000	600 000	850 000
22ème	61750	210 000	406 000	550 000
23ème	61 750	210 000	376 000	550 000
24ème	61 750	210 000	210 000	250 000
25ème	61 750	210 000	146 000	170 000
Total	**2 943 750**	**5 870 000**	**8 690 000**	**11 850 000**
Marges brutes	**2 926 250**		**3 160 000**	

Source : INRAB, 2005 ; enquêtes de terrain 2004, 2005, 2006 et 2007

Au total, l'agroforesterie telle que pratiquée par les producteurs du Centre du Bénin favorise leur stabilisation sur la même superficie culturale pendant plusieurs années. De ce point de vue, ce système semble constituer une alternative aux seules cultures annuelles qui induisent le déplacement des producteurs (à la quête d'espace cultural) et se révèlent ainsi plus dévastatrice des écosystèmes naturels. Mais, il faut souligner que les gains financiers sont moins importants et cela pose le problème de la rentabilité de l'agriculture durable.

5-2-2 Diversité spécifique au sein des champs agroforestiers

L'agroforesterie à base de l'anacardier telle que pratiquée dans le Centre du Bénin permet la coexistence de l'anacardier avec d'autres espèces naturelles ou non. Le tableau XVI présente les caractéristiques de la diversité spécifique dans les champs agroforestiers.

Tableau XVI : Indicateurs de la diversité spécifique des champs agroforestiers

Richesse spécifique (RS)	Indice de Shannon (H)	Equitabilité de Piélou (E)
23	0,64 bits	0, 32

L'analyse du tableau XVI montre que les superficies agroforestières à base de l'anacardier sont conservatrices de la biodiversité, même si les indices de diversité obtenus sont faibles par rapport à ceux des formations naturelles de la région d'étude. Dans ces dernières, H et E varient respectivement de 2,5 à 3,6 et de 0,5 à 0,9 (Houinato, 2001 ; Aïgbanvi, 2005).

Les espèces pérennes recensées dans les plantations d'anacardiers sont composées majoritairement de Karité (*Vitellaria paradoxa*) et de Néré (*Parkia bioglossa*) comme l'indique la figure 26.

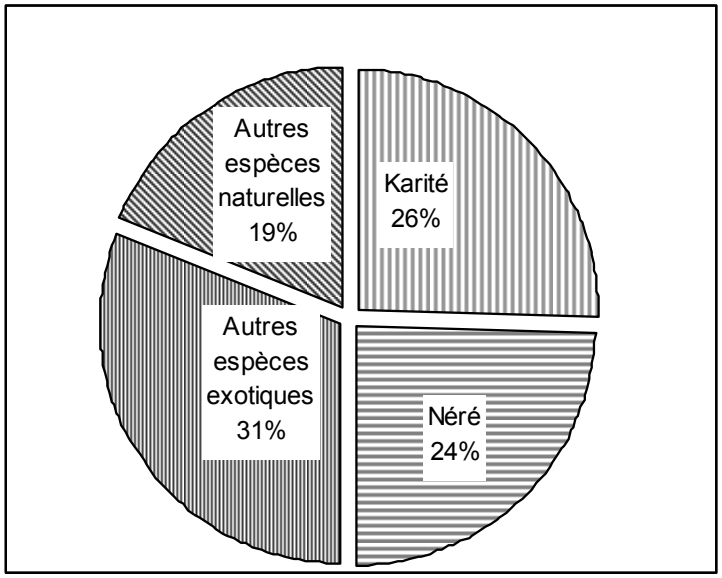


Figure 26 : Proportion des autres espèces pérennes présentes dans les plantations d'anacardiers

Les plants de *Vitellaria paradoxa* et du *Parkia bioglossa* représentent à eux seules 50 % du total des espèces dénombrées. L'importance numérique de ces espèces s'explique par le fait qu'elles sont systématiquement épargnées lors des premiers défrichements en raison de leur valeur socioéconomique. Les autres espèces quant à elles sont composées de teck (*Tectona grandis)*, de manguier (*Mangifera indica L.*) du palmier à huile (*Elaeis guineensis*), du citronnier (*Citrus aurantifolia*), etc. En ce qui concerne les autres espèces naturelles, il y a le baobab (*Adansonia digitata*), le rônier (*Borassus flabellifer*) qui sont aussi épargnées lors des premiers défrichages. Il y a également des espèces issues de la régénération naturelle comme *Isoberlinia doka*, *Anogeissus leiocarpus*, *Ceiba pentandra*, etc.

Ainsi, l'agroforesterie à base de l'anacardier contribue à la préservation de la biodiversité, ce qui constitue un avantage environnemental certain.

5-2-3 Autres intérêts écologiques de la culture de l'anacardier

En dehors de la stabilité de l'agrosystème, la culture de l'anacardier présente d'autres intérêts sur le plan environnemental.

- **Lutte contre l'érosion des sols et apport de l'humus**

L'érosion des terres agricoles constitue une des limites de la pratique culturale traditionnelle (FAO, 1995). Ce phénomène tend à diminuer avec la culture de

l'anacardier. En effet, le feuillage et les branches de l'arbre qui s'étalent presque au ras du sol, ralentissent l'action érosive des vents et des eaux de ruissellement contrairement au sol nu résultant des labours de plusieurs années de défrichement continu.

En outre, les feuilles, les fleurs, et les fruits qui tombent constituent une riche litière (photo 9. 1).

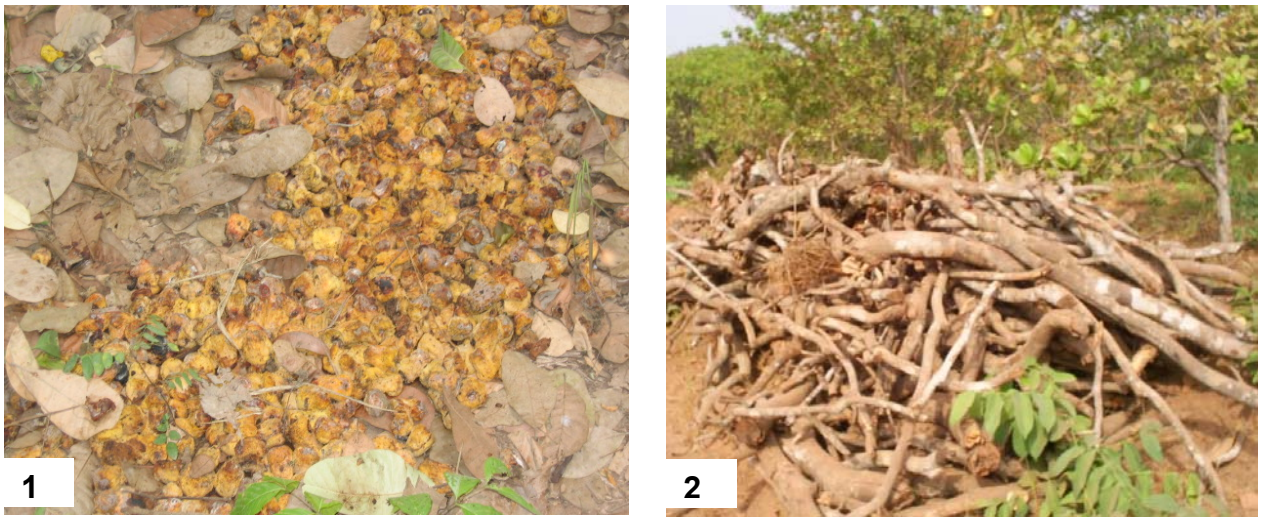


Photo 9 : Litière en décomposition sous une plantation d'anacardiers à Alafia (1) et tas des bois d'anacardiers à la cuisine à Bantè (2)
(Cliché Yabi, 2006)

La décomposition de ces matières par les micro-organismes donne de l'humus de l'ordre de 4,5 à 4,9 t/ hectare (Mulindabigwi et *al*., 2002) qui soutient les anacardiers et les cultures associées (figure 27).

La figure 27 montre que les matières tombées sous l'anacardier se minéralisent (en combinaison avec les minéraux issus de l'altération de la roche mère) pour donner des éléments nutritifs directement assimilables par les plantes.

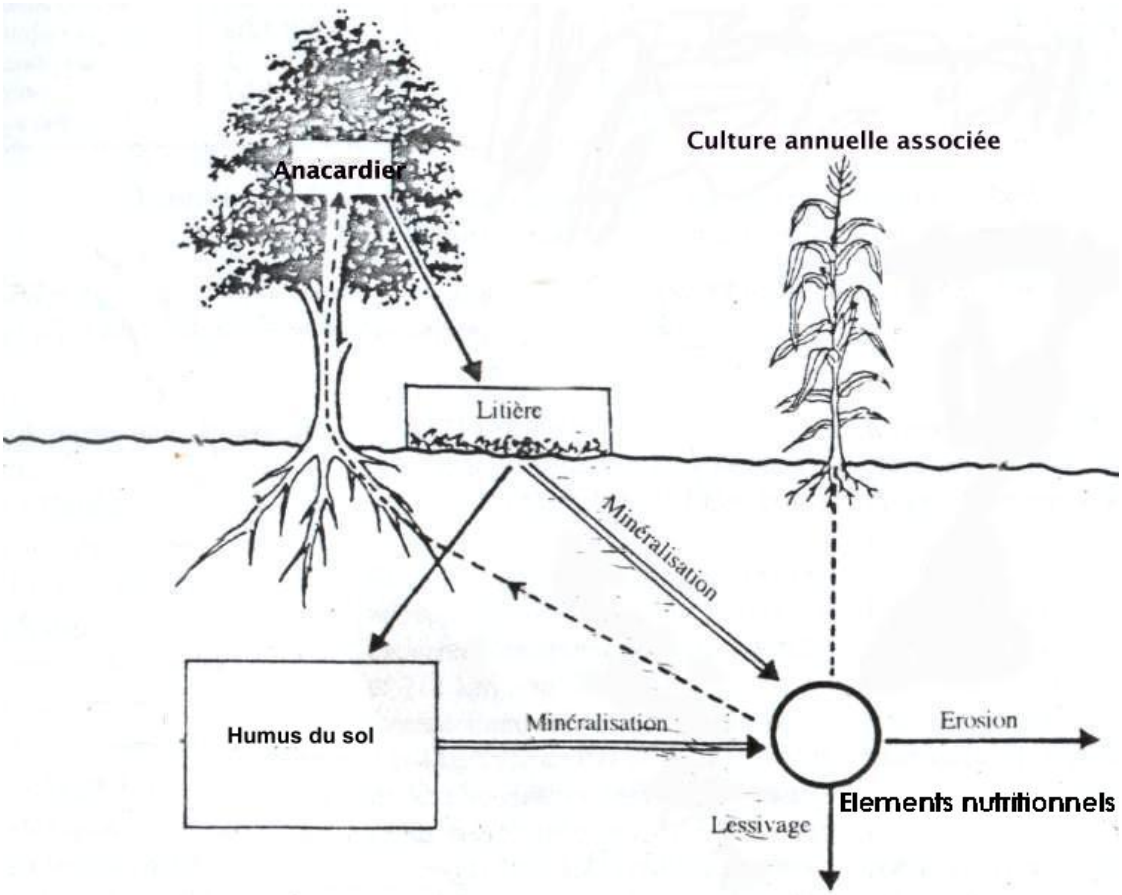


Figure 27 : Processus d'utilisation de la litière par l'anacardier et les cultures associées
Source : Young (1989) modifié par Yabi (2007)

Une partie de ces éléments est utilisée par l'anacardier et une partie est facilement absorbée par les cultures annuelles associées. Ainsi l'agroforesterie, à base de l'anacardier permet de fertiliser naturellement le sol.

- **Utilisation du bois d'anacardiers comme source d'énergie**

Les branches issues des élagages ou des éclaircies sont séchées (photo 10.2) et utilisées comme bois de feu par les populations. L'utilisation du bois d'anacardiers comme source d'énergie présente l'avantage de réduire la pression exercée sur les ressources naturelles pour se ravitailler en bois de feu. Mais, la combustion du bois d'anacardier est très rapide et peu efficace, de sorte son utilisation n'est pas encore généralisée dans la région d'étude.

- **Refuge pour la faune**

Les plantations d'anacardiers, notamment les vieux vergers, constituent un abri pour certaines espèces faunistiques (oiseaux, rongeurs, abeilles, etc.) selon les

informations collectées et confirmées par les observations de terrain. Ce rôle de refuge trouve son importance pendant la saison sèche où presque toutes les formations végétales sont ravagées par les feux de végétation. Pendant ce temps même les singes, les ruminants (antilopes, aulacodes) se réfugient temporairement dans les plantations d'anacardiers jusqu'à la régénérescence des formations naturelles.

Au total, l'agroforesterie à base de l'anacardier concourt à la gestion durable des ressources naturelles dans le Centre du Bénin. Toutefois, le système connaît des difficultés d'ordre technique, financier et organisationnel qui méritent d'être évoquées.

5-3 DIFFICULTES LIEES A LA PRATIQUE DU SYSTEME AGROFORESTIER BASE SUR L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN

5-3-1 Difficultés techniques

Les insuffisances techniques avec leurs séries de corollaires sont résumés dans la figure 28.

Faute d'assistance, les producteurs ont pendant longtemps estimé que le rendement de l'anacardier est fonction de sa densité. Sur cette base, les plantes d'anacardiers sont semées avec un écartement trop réduit. Il s'en suit des plantations top serrées dont la densité atteint 170 pieds et plus à l'hectare contre 70 à 100 recommandée par les agents des Eaux et Forêts et du CeRPA. En conséquence, les cimes des arbres se joignent précocement, la plantation devient très vite touffue. Les possibilités d'association de cultures saisonnières sont dès lors réduites. Le producteur se trouve obligé d'augmenter sa superficie culturale pour faire face à ses obligations alimentaires et financières. Une telle situation compromet l'atteinte des objectifs de la pratique agroforestière à savoir le maximum de gain financier et la gestion durable des espaces culturaux.

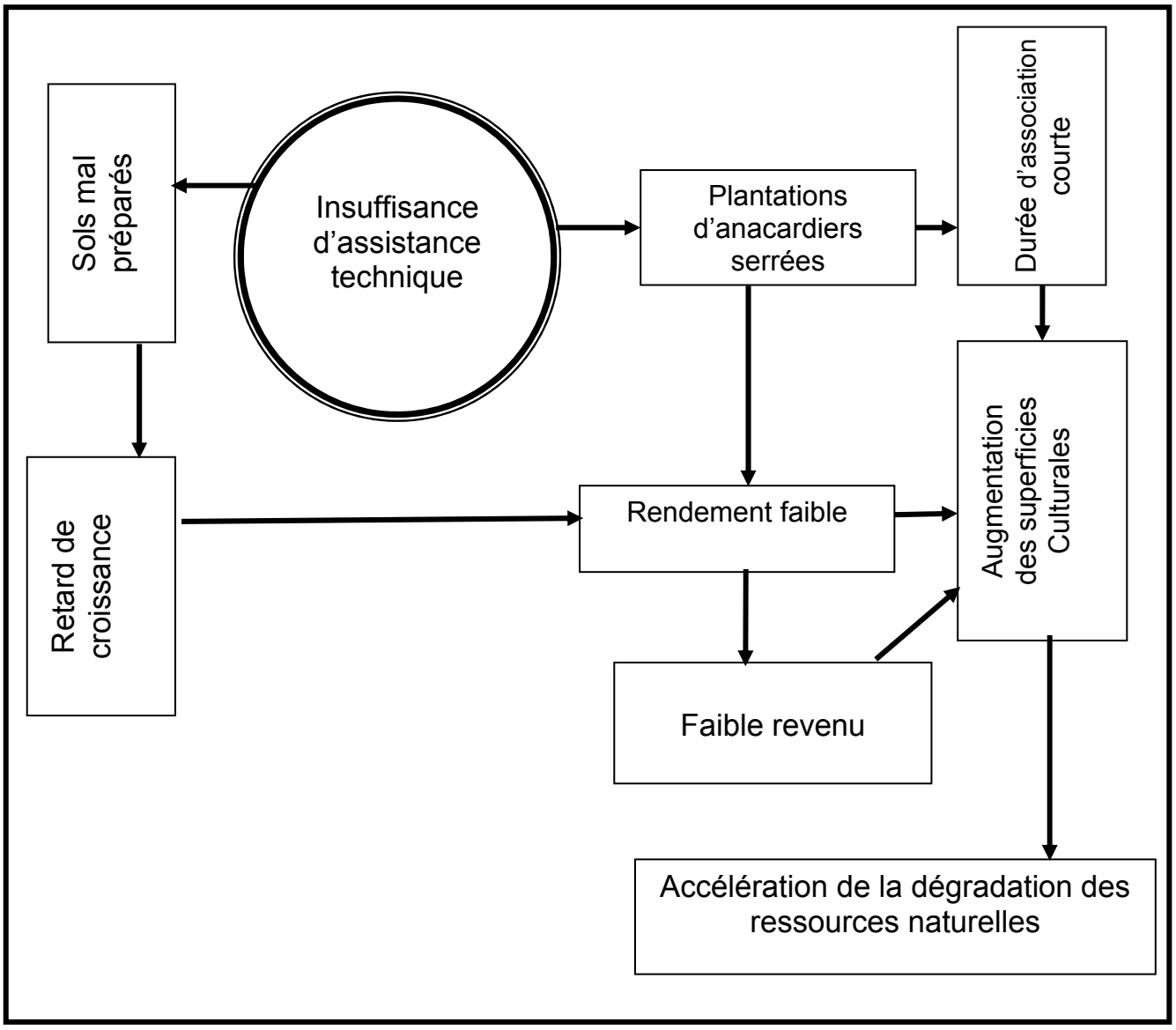


Figure 28 : Conséquences du manque d'assistance technique aux producteurs agroforestiers à base de l'anacardier dans le Centre du Bénin

En outre, les agents du CeRPA ont reconnu que la croissance de l'anacardier surtout dans les premières années dépend de la bonne préparation du sol avant le semis. Or, généralement les paysans, sans assistance technique, procèdent spontanément au semis sans une préparation appropriée du sol. Il en ressort un retard dans le développement des plantes, ce qui affecte leur rendement.

L'insuffisance de l'assistance technique constitue ainsi une menace sérieuse pour la durabilité de la pratique agroforestière basée sur l'anacardier dans la région d'étude puisqu'elle est à la fois défavorable pour les producteurs et préjudiciable à la conservation des écosystèmes naturels.

5-3-2 Difficultés financières et organisationnelles

Les producteurs du Centre du Bénin ne bénéficient pas de subvention de la part de l'Etat. En outre, les institutions de micro crédits qui devraient suppléer l'Etat posent des conditions draconiennes (le taux d'intérêt annuel varie entre 15 et 25 %) et donc peu attrayantes. Seuls les ‘’grands acheteurs’’ ou ‘’grossistes’’ consentent de petits crédits qui varient entre 30 000 et 200 000 FCFA aux producteurs en fonction de leur de degré de solvabilité. Les conditions de ces crédits sont globalement défavorables aux paysans. En effet, les créanciers s'arrogent le droit de fixer le prix de vente du kilogramme de noix. Le paysan débiteur n'a pratiquement d'autres choix que de brader ses noix au créancier à la mesure de sa dette. En conséquence, c'est le créancier qui tire la meilleure partie si bien que certains paysans ont juré ne plus contracter de dettes auprès de ces opérateurs. Or, les grands travaux d'entretien des plantations qui nécessitent des investissements financiers (pour payer la main d'œuvre) se font à un moment où le producteur moyen n'a pas souvent de ressources financières. Il éprouve ainsi des difficultés à entretenir sa plantation, notamment la mise en place de pare-feux conséquents pour épargner ladite plantation des feux de végétation ravageurs et désastreux (photo 10).

Les feux de végétation constituent en effet, un phénomène préoccupant et le plus redouté des producteurs en raison de graves dommages qu'ils causent aux anacardiers et par ricochets à leur rendement. Des plantations entières se consument chaque année du fait des feux de végétation faute d'entretien notamment le désherbage à temps. En outre, le défaut d'entretien à temps entraîne une concurrence entre les branches d'anacardiers et les mauvaises herbes (photo 11 a), toutes choses susceptibles de réduire le rendement des plantations (INRAB, 2005).
Quant aux problèmes organisationnels, ils ont été évoqués par tous les producteurs. Contrairement à la filière coton, et ce, malgré des discours politiques, la filière ‘’anacardier’’ est encore marquée par un caractère quasi informel où chacun fait comme bon lui semble.

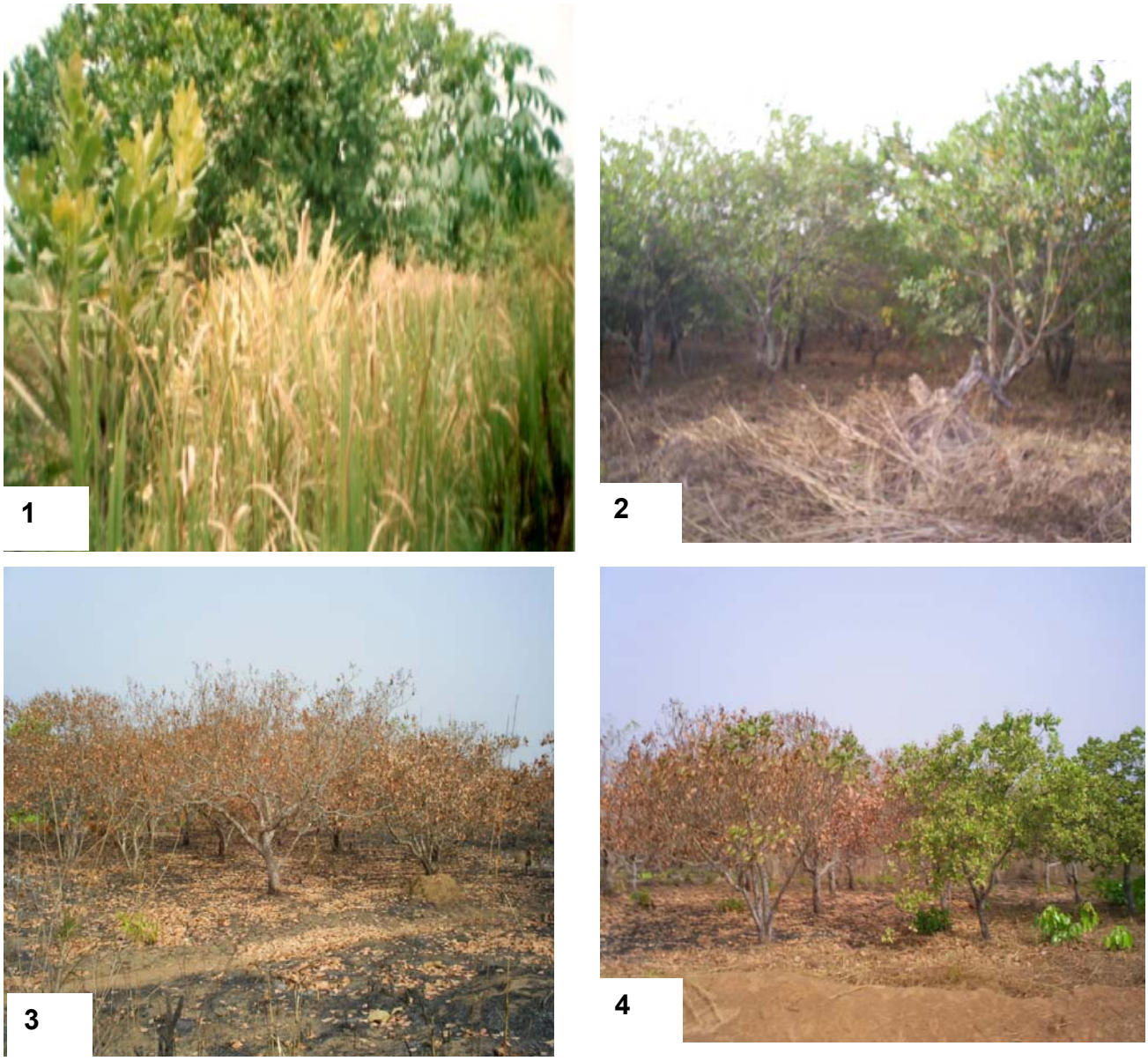


Photo 10 : Plantation envahie par les mauvaises herbes à Agbassa (1), désherbée tardivement à Alafia (2) totalement (3) et partiellement (4) ravagées par les feux, conséquence de manque d'entretien appropriés à Bantè
(Cliché Yabi, 2006)

Les structures étatiques interviennent jusqu'à présent de façon éparse et elles n'ont pas encore réussi à coordonner leurs actions de manière à bien organiser la filière. L'Etat se contente de fixer la date du démarrage de la campagne et le prix plancher officiel du kilogramme de noix. En outre, plusieurs Organisations Non Gouvernementales qui sont censées suppléer l'Etat ne font pas montre d'une synergie sur le terrain. Les organisations paysannes créées pour gérer au mieux la culture de l'anacardier sont demeurées sans résultats concluants.

Une des conséquences de l'insuffisance de structuration des producteurs est l'**inorganisation de la commercialisation** des noix. Cette situation ne profite qu'aux opérateurs économiques qui proposent des prix d'achat souvent très bas. Dans ces conditions, c'est le producteur qui est le grand perdant. Pour remédier à ce problème, des tentatives de ventes groupées ont été essayées. Il s'agit pour les producteurs de s'entendre pour vendre en bloc leur stock de noix, ce qui présente l'avantage de d'obtenir de prix intéressants. Ainsi la vente groupée organisée par l'Union Départementale des Producteurs UDP-Donga au cours de la campagne 2004/2005 dans 4 villages de la commune de Bantè a porté sur environ 48,442 tonnes de noix. Cette vente groupée a permis aux producteurs de vendre leurs noix à 240 F au lieu de 180-200 F/kg proposé par les intermédiaires. Cette opération a permis, non seulement aux producteurs de gagner plus d'argent, mais a aussi aidé l'UDP à prélever des taxes nécessaires à son fonctionnement et au financement des infrastructures sociocommunautaires (construction de salles de classe et de hangars de marché, etc.). Mais, pour des raisons de leadership, cette expérience qui est prévue pour s'étendre à tout le Département se heurte déjà des obstacles.

5-3-3 Problèmes fonciers

La terre est encore considérée comme une propriété collective dans la région d'étude. Dans ce contexte, l'individu occupe le domaine de sa famille ou de sa lignée (héritage). Lorsqu'il s'agit d'une femme, elle occupe soit le domaine de ses parents, soit celui de son mari. Mais de plus en plus, la plantation d'anacardiers tend à conférer au paysan le titre de propriétaire de terre, ce qui porte un coup au statut communautaire de la terre. Dès lors, la détention du titre propriétaire foncier n'est plus forcement liée à l'héritage, mais plutôt à la capacité d'occupation par des plantes pérennes notamment l'anacardier. Ainsi, à l'intérieur des domaines autrefois lignagers se trouvent des propriétés privées matérialisées par les espaces agroforestiers à base de l'anacardier. En outre, dans les centres périurbains, la vente de terre a commencé. Ainsi, certains producteurs ont acquis la terre qui porte leur plantation par achat. Les difficultés foncières (qui surviennent dans les localités rurales) viennent du fait de la présence des ‘‘migrants agricoles’’ considérés comme ‘’étrangers’’. L'anacardier étant une plante pérenne, sa culture est formellement

interdite aux ‘’migrants agricoles’’ de peur qu’elle ne leur confère le statut de propriétaire terrien. Par contre, ils sont libres de pratiquer les cultures annuelles pour autant qu’ils en sont capables. L’inconvénient majeur d’un tel principe est que les espaces culturaux exploités par ces derniers sont exposés à l’érosion et donc à une dégradation rapide parfois irréversible.

Ainsi, à terme, si rien n’est fait pour canaliser l’expansion des plantations d’anacardiers, le problème de disponibilité des espaces culturaux risque de se poser avec acuité dans le Centre du Bénin. En effet, jusque-là, il est loisible aux producteurs ‘’autochtones’’ d’étendre leurs plantations à la limite de leur capacité de travail. Au regard de la croissance démographique et compte tenu du fait que l’anacardier est une plante pérenne, alors que les superficies culturales ne sont pas élastiques, elles viendront à s’épuiser. Dans cette perspective, les conflits fonciers sont à craindre, à moins qu’un régime foncier conséquent soit défini et appliqué. De même, le principe qui veut qu’au-delà de 25 ans la plantation d’anacardiers soit renouvelée (parce qu’elle devient improductive) n’est pas encore compris de tous les producteurs qui continuent d’exploiter les arbres âgés de plus 30 ans. Un tel comportement risque d’exacerber à terme les rivalités autour de la terre.

Au total, l’agroforesterie à base de l’anacardier est soumise à plusieurs contraintes sociotechniques et méritent des réflexions en vue de propositions de solutions idoines.

SYNTHESE DE LA DEUXIEME PARTIE

L'agroforesterie à base d'anacardier se généralise progressivement dans le Centre du Bénin. Ainsi, les superficies agroforestières marquent dorénavant le paysage agraire de la région. Les cultures associées varient suivant les pratiques culturales et les habitudes alimentaires des producteurs.

Du point de vue financier, le producteur d'anacardier tire un bénéfice brut moyen annuel de 78 000 FCFA/ hectare après de 25 années d'exploitation, sans compter la valeur économique des cultures associées pendant les cinq (5) premières années. Les emplois (mêmes temporels créés), l'implication des femmes dans les travaux de récolte de même que la transformation locale des noix et les usages des autres sous-produits dans la pharmacopée populaire, sont aussi autant d'avantages socioéconomiques liés de la culture de l'anacardier.

Quant aux aspects environnementaux, la pratique agroforestière permet de stabiliser les producteurs sur la même superficie culturale pendant 3 à 6 ans, de sorte qu'ils défrichent en moyenne 4 fois moins de nouvelles terres de cultures que leurs homologues qui s'adonnent uniquement aux cultures annuelles. L'utilisation du bois d'anacardier comme source d'énergie, permet également aux populations d'exercer moins de pressions sur les écosystèmes naturels.

Les modes de semis parfois inadéquats, les densités de pieds d'anacardiers souvent trop élevées, l'insuffisance d'entretien convenable, sont autant de difficultés qui limitent non seulement la productivité de l'arbre mais aussi la durée des associations culturales qui atteint difficilement 10 ans. A ces insuffisances s'ajoutent les difficultés de financement. Les producteurs recourent parfois à des usuriers qui leurs imposent des conditions draconiennes.

Mais qu'en est-il des effets de la variabilité climatique actuelle et des changements climatiques à venir sur la culture de l'anacardier ?

TROISIEME PARTIE

CONTRAINTES CLIMATIQUES ET PRODUCTION DE L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN

CHAPITRE SIXIEME

CONTEXTE CLIMATIQUE ET PRODUCTION DE L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN

Ce chapitre expose la physionomie climatique générale de la région d'étude. Il étudie ensuite la variabilité interannuelle des principaux paramètres climatiques par comparaison aux normes de bonne production de l'anacardier.

6-1 Physionomie climatique de la région d'étude

Les différents processus qui affectent l'atmosphère au cours de l'année conditionnent l'ambiance climatique générale, laquelle ambiance est susceptible de modifications sous l'influence des phénomènes géographiques locaux.

6-1-1 Centres d'action et circulation atmosphérique

Trois centres d'action répartis entre les deux hémisphères régissent la circulation atmosphérique en Afrique de l'ouest (Dhonneur, 1979 ; Leroux, 1983 ; Fontaine B., 1981 ; 1985 ; Janicot, 1990 ; Janicot S. et Fontaine, 1993 ; 1990 ; Boko, 1984 ; 1988 ; Afouda, 1990 ; Houndénou, 1992 ; 1999, etc.).

Dans l'hémisphère nord, se trouvent l'anticyclone des Açores (permanent) et l'anticyclone saisonnier du Sahara encore appelé anticyclone égypto-libyen ;

Dans l'hémisphère sud réside l'anticyclone de la Sainte-Hélène qui est un centre d'action permanent.

Entre ces deux ensembles anticycloniques s'intercalent les basses pressions intertropicales et c'est le fonctionnement alternatif de ces centres qui génère la circulation de surface en Afrique de l'ouest.

De novembre à mars, (période sèche dans la région d'étude), les anticyclones des Açores et du Sahara se soudent et se renforcent devenant ainsi puissants. Ils donnent naissance à l'alizé de l'hémisphère boréal. Cet alizé sec et frais a un parcours continental et est chargé de poussières, d'où la sécheresse et l'harmattan

qui caractérisent l'ouest-africain et le Centre du Bénin durant cette période de l'année.

A partir d'avril, l'anticyclone des Açores s'affaiblit tandis que celui du Sahara, du fait de l'échauffement du continent, disparaît au profit d'une dépression de surface à caractère thermique. Au même moment, l'anticyclone de Sainte-Hélène se renforce suite à l'hiver austral (qui repousse les basses pressions intertropicales vers une position plus septentrionale). Cet alizé austral, avec un itinéraire maritime, l'enrichit d'humidité, aborde l'Afrique de l'ouest suivant la direction sud-ouest. Il prend le nom de mousson après son passage dans l'hémisphère nord.
Ces deux masses d'air, l'une sèche, l'autre humide, se rencontrent dans la zone de convergence intertropicale (ZCIT) et leur plan de contact au sol est appelé front intertropical (FIT) dont la position varie au cours de l'année (figure 29).

Les perturbations pluviogéniques qui surviennent au niveau de la ZCIT rythment les événements pluviométriques dans la région d'étude.

En plus de ces deux masses d'air, il existe dans les couches supérieures de la troposphère, deux jets. Il s'agit du Jet d'Est Africain (JEA) et du Jet Tropical d'Est (JTE). Même si l'origine de ces jets n'est pas encore connue avec précision, leur influence est importante sur la pluviosité au Centre du Bénin.

Selon Dhonneur (1980), le JEA naîtrait des contrastes entre la dépression continentale très marquée en surface (dépression sahélienne et relief du sud-Sahara) et une zone de hauts géopotentiels dans les couches moyennes. Les auteurs sont unanimes sur le fait que ce jet provient des contrastes zonaux et verticaux.

Quant au J T E, il prendrait naissance vers le sud-est asiatique et terminerait sa trajectoire à l'ouest du 10°W au dessus des eaux de l'océan Atlantique (Janicot, 1980 ; Houndénou, 1992). Le J T E atteint l'Afrique de l'ouest (entre 5 et 10°N) dans la haute troposphère en juillet-août.

Ces deux courants (JEA et JTE), qui sont de trajectoire est-ouest dans les couches moyennes et supérieures de la troposphère, ont comme limite méridionale, la latitude

du Centre du Bénin. Ils sont à l'origine des ''ondes d'Est'' qui prendraient naissance sur les hauts reliefs de l'Afrique orientale (Soudan et Ethiopie).

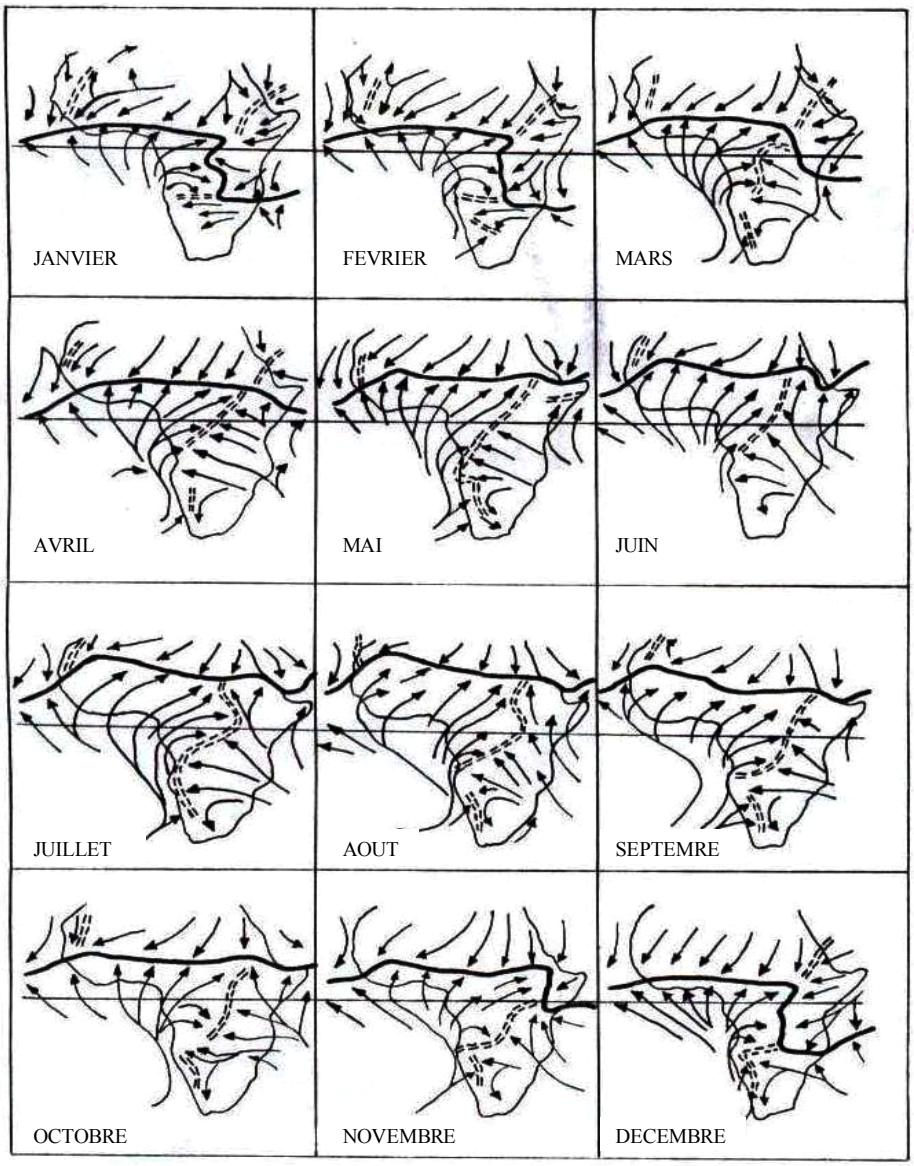


Figure 29 : Mouvement du FIT en Afrique
Source : Fontaine cité par Houssou, 1998

Ces ondes d'est, plus actives à la latitude de Parakou, sont génératrices de perturbations atmosphériques capables de donner des précipitations à caractère orageux.

Au total, le Centre du Bénin est influencé par plusieurs centres d'action. Selon le caractère des flux qui l'emportent, ils génèrent différentes sortes de pluie. Ainsi, les pluies de mousson surviennent avec la montée de la ZCIT. Ces pluies sont abondantes, continues et moins violentes que celles qui proviennent des ondes d'Est. Parfois, la mousson se combine aux ondes d'Est et dans ce cas, les pluies sont plus abondantes.

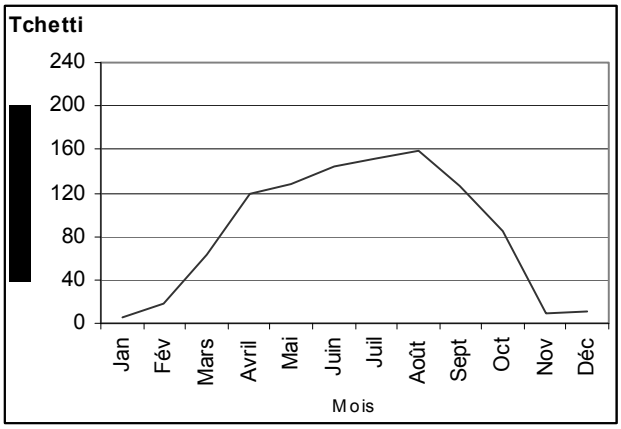
En ce qui concerne les pluies dues typiquement aux ondes d'Est, elles donnent des orages et des averses orageuses, parfois abondantes selon la texture des amas nuageux. Les lignes de grains sont leur expression la plus fréquente (Afouda, 1990). Ainsi, les différents flux des principaux centres d'action, isolément ou associés, donnent à la région sa physionomie climatique (pluviométrique).

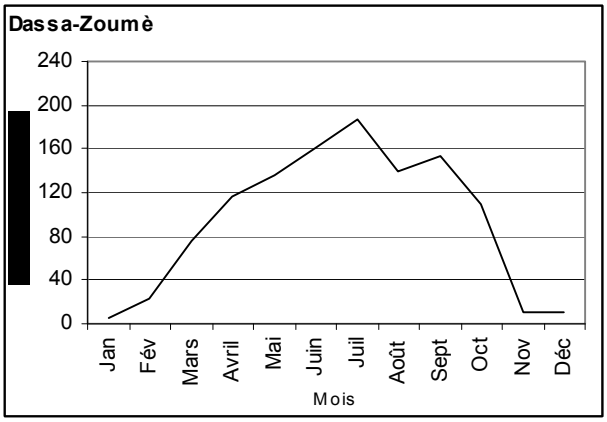
Quant aux pluies thermoconvectives, elles sont sensées être importantes en fin de saison sèche (début mars) où la quantité d'énergie au sol est élevée, mais les cellules convectives locales ne produisent pas toujours de la pluie parce la structure de la mousson (faible épaisseur, niveau d'inversion bas) n'est pas favorable à la pluviogenèse (Boko, 1988).

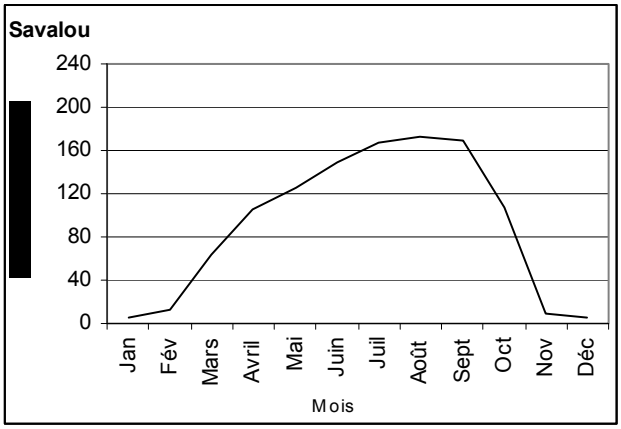
A ces facteurs généraux s'ajoutent les facteurs locaux (notamment la présence des alignements de collines) qui induisent des nuances d'une localité à une autre (Aïfan, 1993).

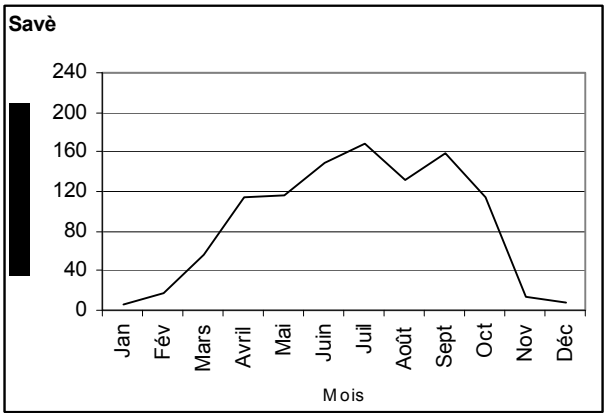
6-1-2 Régime pluviométrique du Centre du Bénin

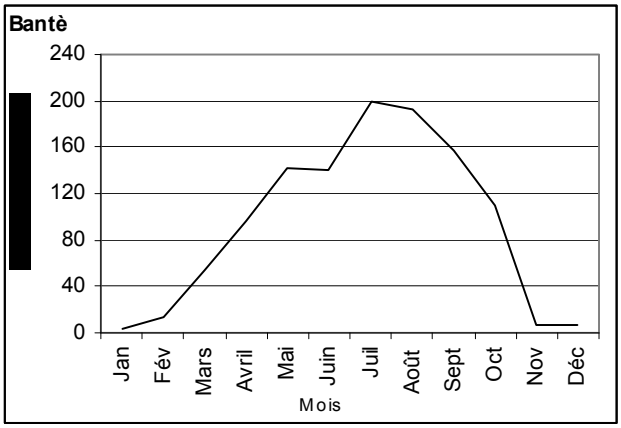
L'analyse des moyennes pluviométriques mensuelles (1971-2000) montre que les pluies commencent (le cumul mensuel atteint 40 mm) au mois de mars (figure 30).

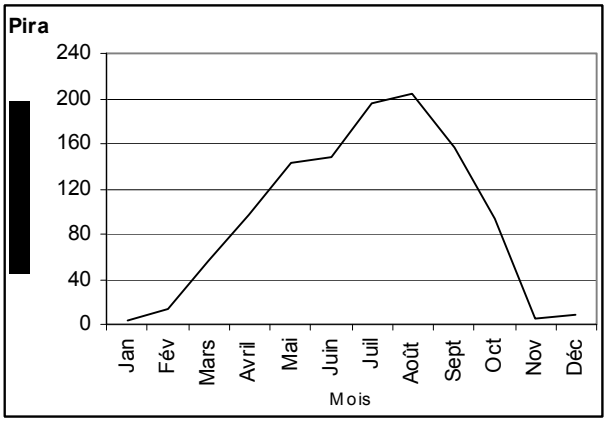

Tchetti
240
200
160
120
80
40
0
Jan
Fév
Mars
Avril
Mai
Juin
Juil
Août
Sept
Oct
Nov
Déc
Mois

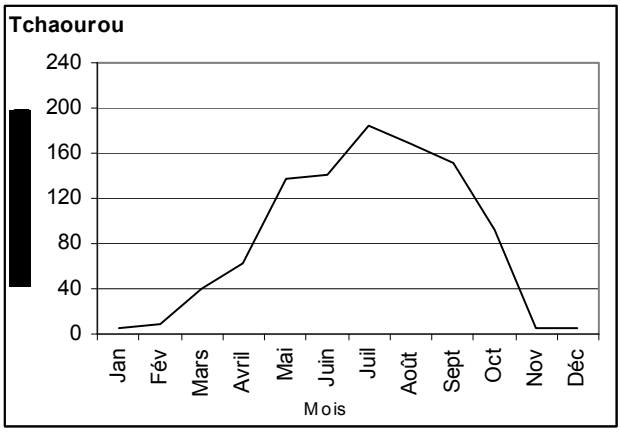

Dassa-Zoumè
240
200
160
120
80
40
0
Jan
Fév
Mars
Avril
Mai
Juin
Juil
Août
Sept
Oct
Nov
Déc
Mois

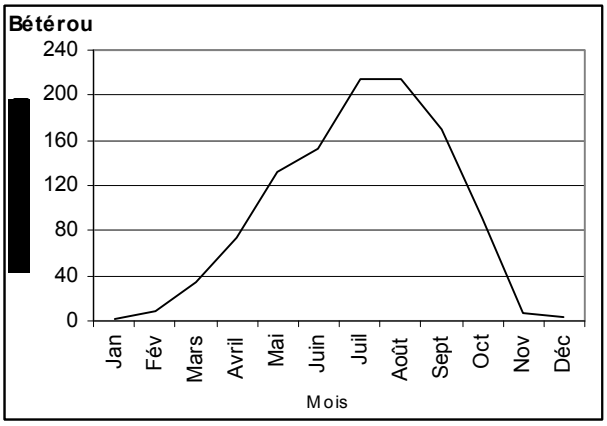

Savalou
240
200
160
120
80
40
0
Jan
Fév
Mars
Avril
Mai
Juin
Juil
Août
Sept
Oct
Nov
Déc
Mois


Savè
240
200
160
120
80
40
0
Jan
Fév
Mars
Avril
Mai
Juin
Juil
Août
Sept
Oct
Nov
Déc
Mois


Bantè
240
200
160
120
80
40
0
Jan
Fév
Mars
Avril
Mai
Juin
Juil
Août
Sept
Oct
Nov
Déc
Mois


Pira
240
200
160
120
80
40
0
Jan
Fév
Mars
Avril
Mai
Juin
Juil
Août
Sept
Oct
Nov
Déc
Mois


Tchaourou
240
200
160
120
80
40
0
Jan
Fév
Mars
Avril
Mai
Juin
Juil
Août
Sept
Oct
Nov
Déc
Mois


Bétérou
240
200
160
120
80
40
0
Jan
Fév
Mars
Avril
Mai
Juin
Juil
Août
Sept
Oct
Nov
Déc
Mois

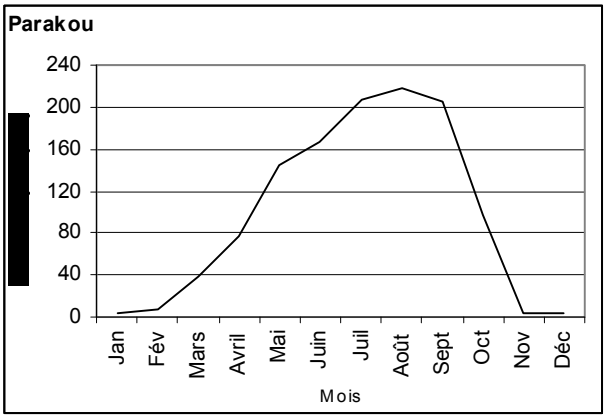
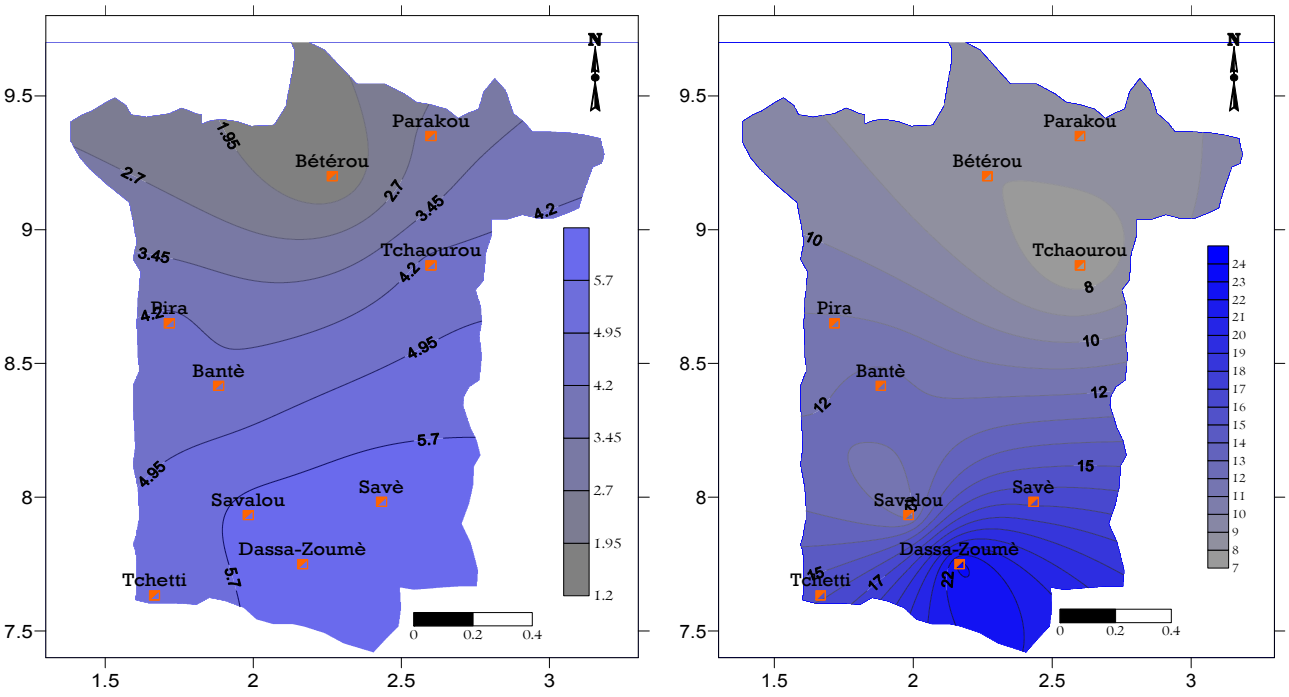
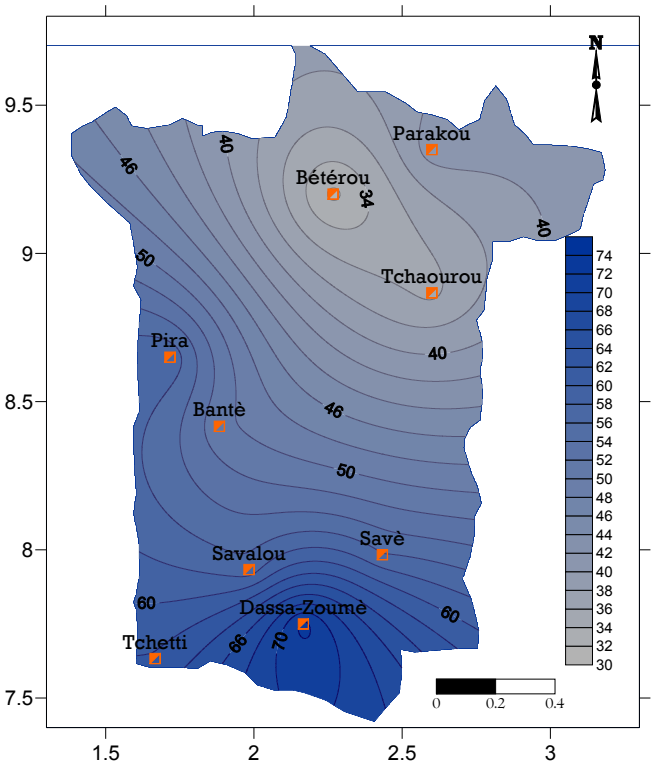


Figure 30 : Régime pluviométrique moyen par station dans la région d'étude (1971-2000)

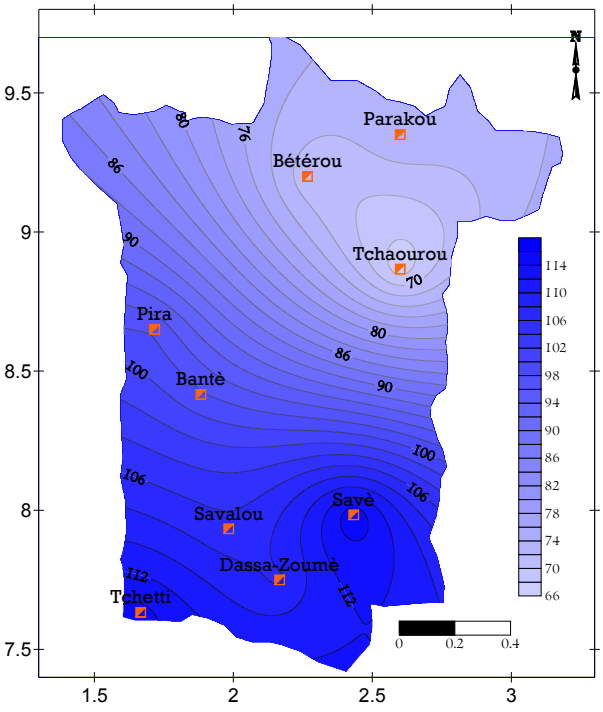
L'analyse des graphiques de la figure 26 montre que les pluies débutent en mars et s'achèvent en octobre. Il s'agit d'un régime pluviométrique unimodal dont le pic varie entre le mois d'août et septembre selon les stations. Il convient de signaler la disparition progressive de l'inflexion pluviométrique du mois d'août (la plupart des stations connaissent désormais leur maximum pluviométrique dans ce mois), qui constitue une évolution par rapport au constat fait par Boko (1987) et Afouda (1990).

La figure 31 illustre la répartition spatiale des isohyètes au cours de la période 1971-2000.

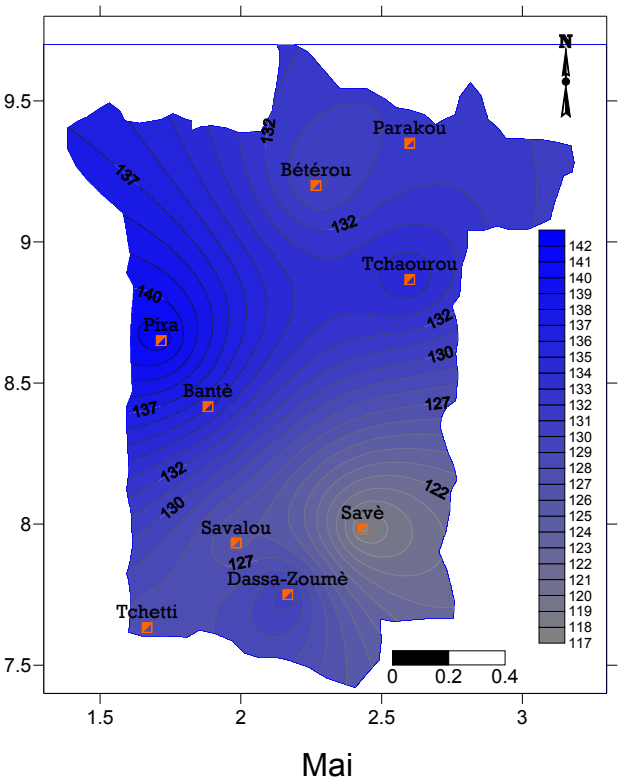




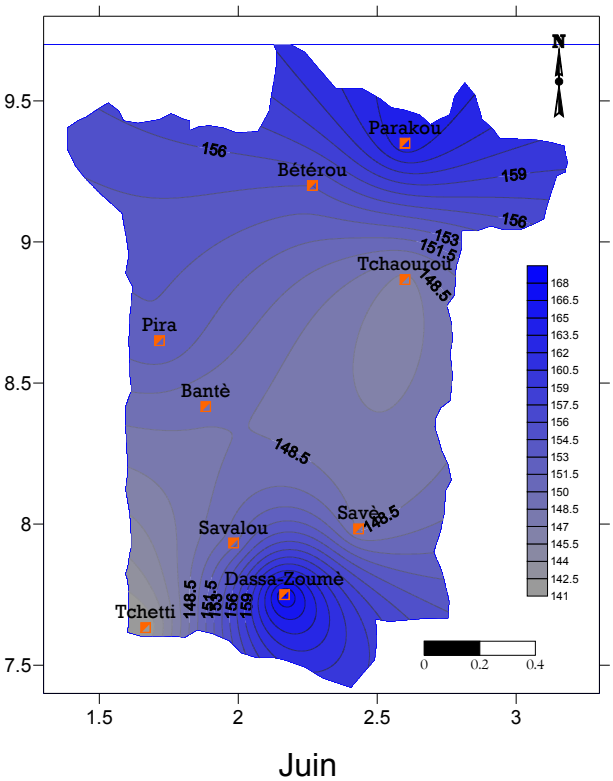
Mars



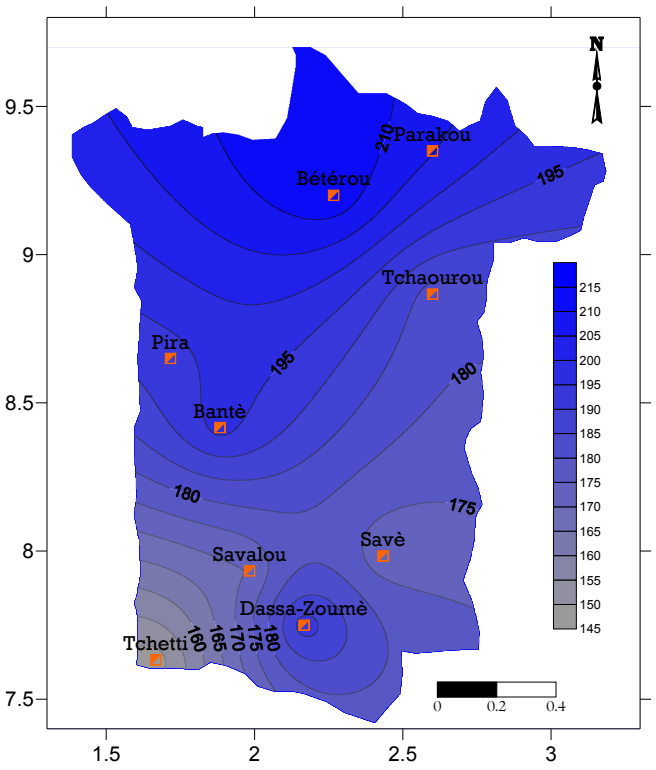
Avril



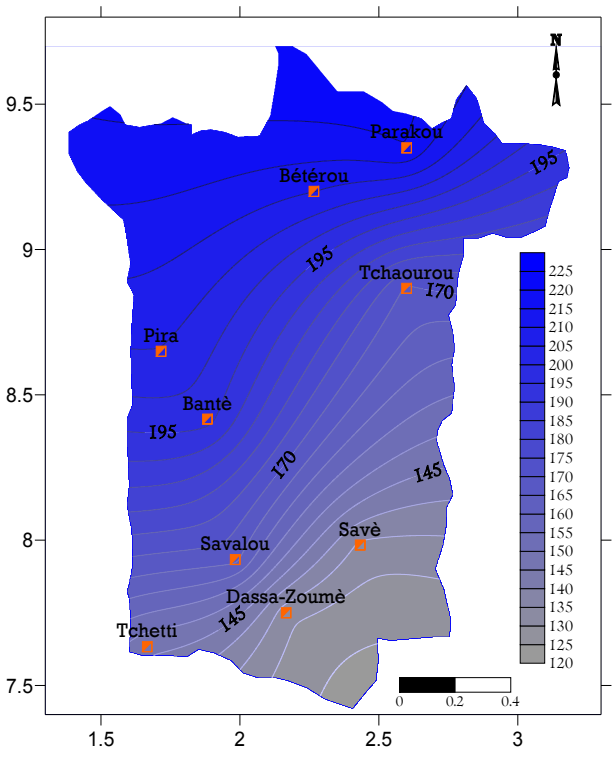
Mai



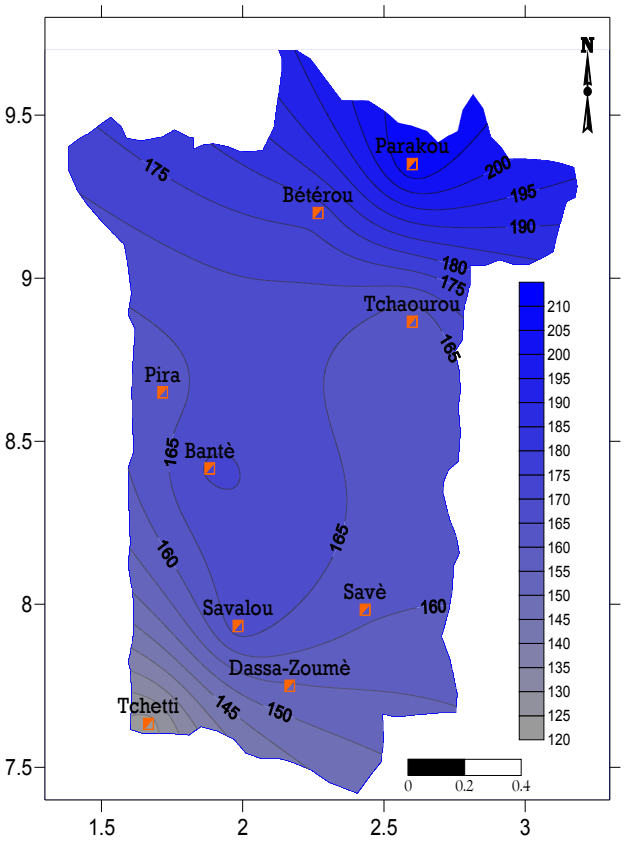
Juin



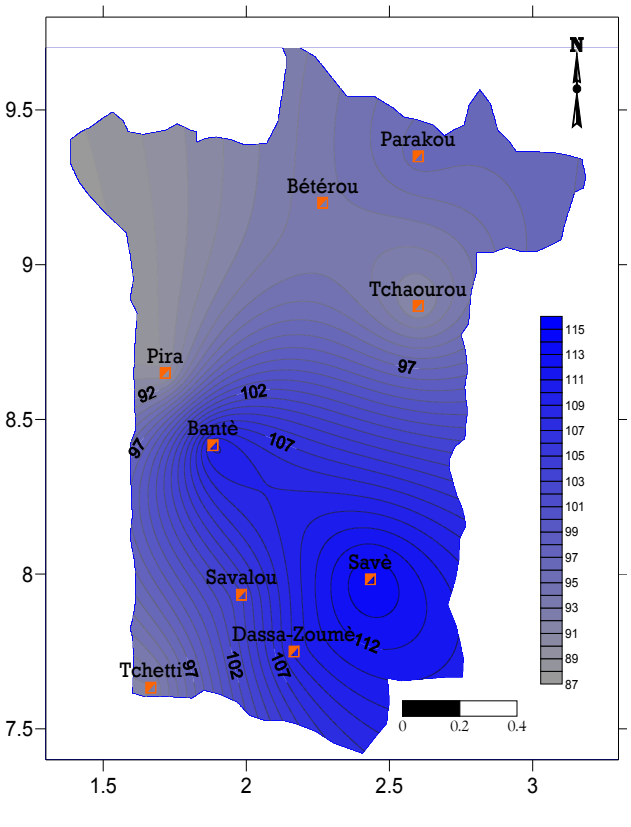
Juillet



Août



Septembre



Octobre

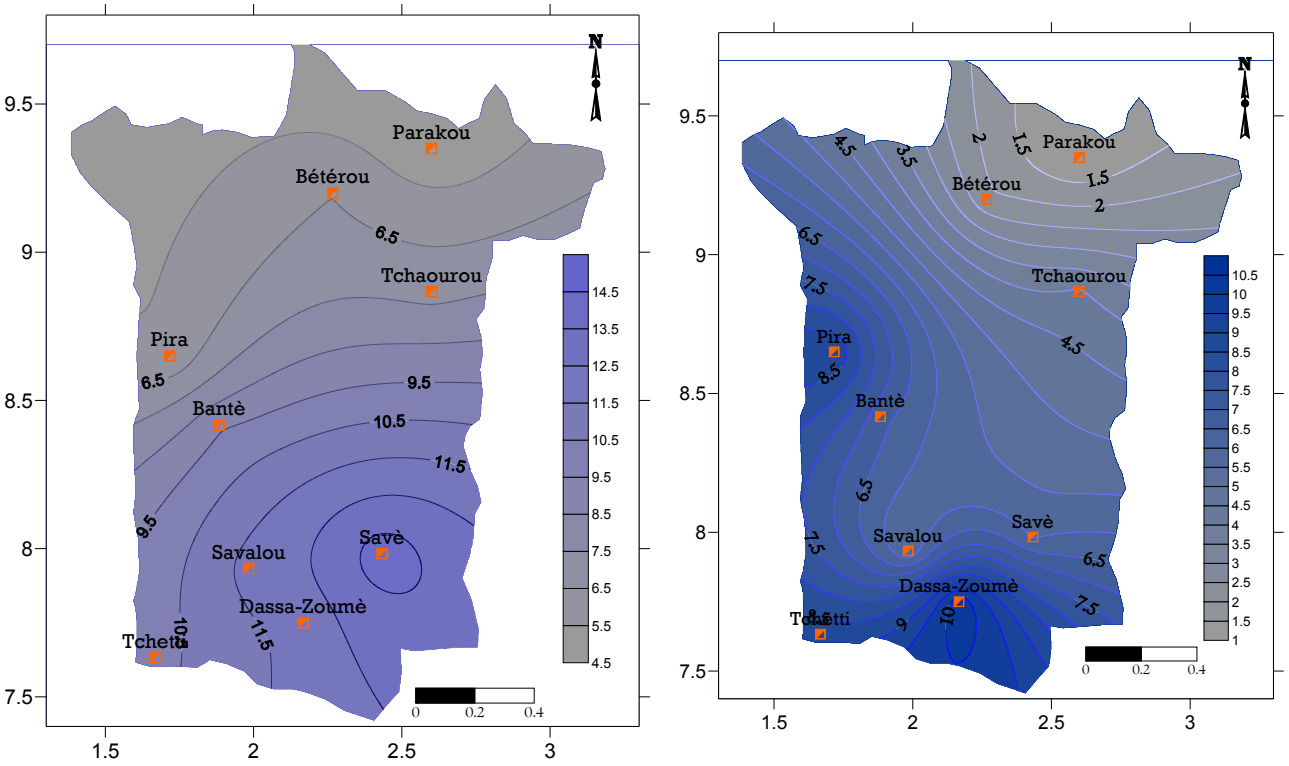


Figure 31 : Isohyètes mensuelles dans la région d'étude (1971-2000)

L'analyse de la figure 31 montre que le gradient des précipitations se révèle être sud-nord au début et en fin d'année tandis qu'en août et septembre, c'est plutôt un gradient inverse qui est observé. Afin de mieux appréhender la dynamique spatiale qui affecte la pluviométrie dans la région d'étude, le classement des différentes stations (figure 32) est fait et suivant la répartition mensuelle des précipitations.

L'analyse de la figure 32 montre qu'à 50 % de dissemblance, les stations de la région d'étude se subdivisent en deux groupes nettement distincts avec Savè et Bantè comme stations centrales.

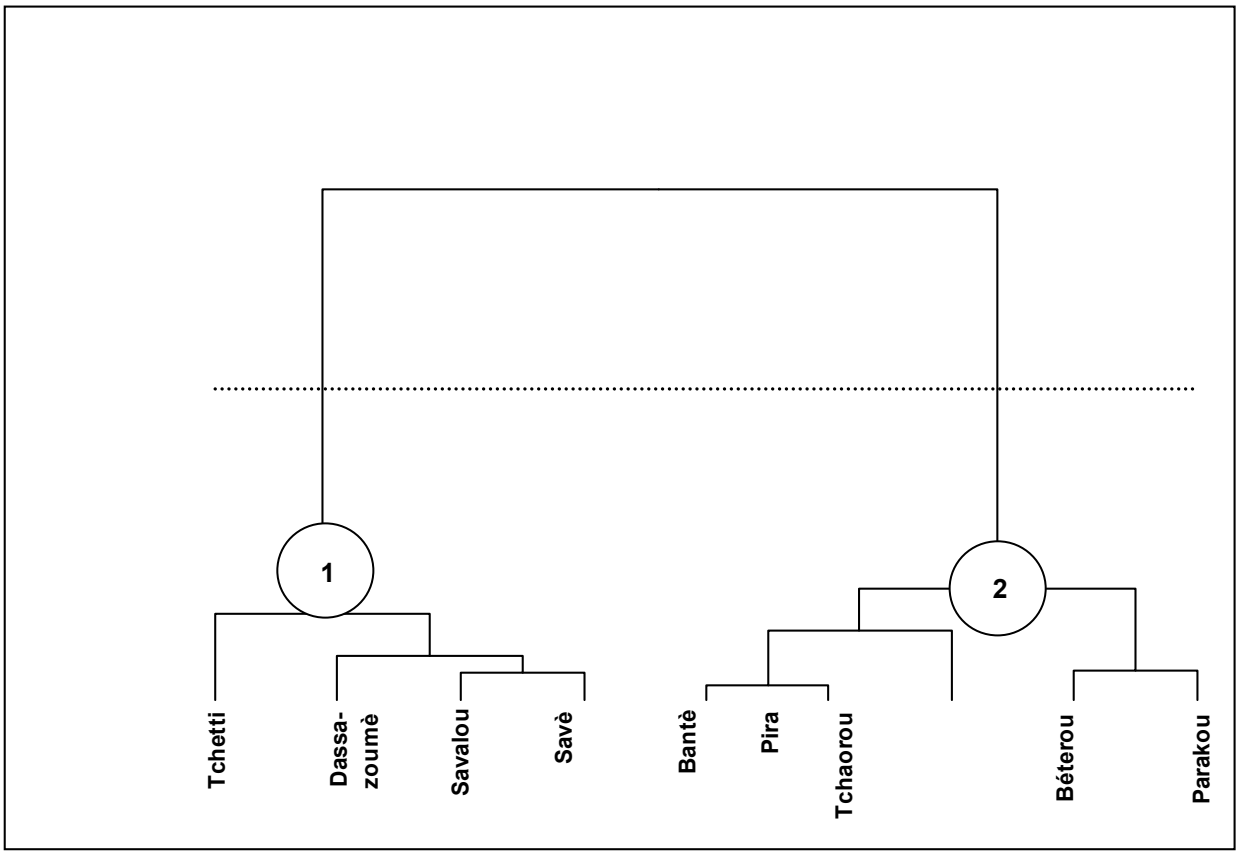


Figure 32 : Regroupement des stations en fonction des totaux mensuels des précipitations (1971-2000)

D'un côté, il y a les stations situées au-dessus de la latitude de Savè (groupe 2) qui sont plus influencées par le climat de type soudanien et, de l'autre, celles qui sont encore influencées par le climat béninien. Ceci confirme l'allure des régimes pluviométriques qui montrent une légère inflexion pluviométrique du mois d'août (qui induit une petite saison sèche) aux stations du groupe 1.

Les totaux annuels moyens (figure 33) quant à eux, varient entre 993,5 et 1160,3 mm.

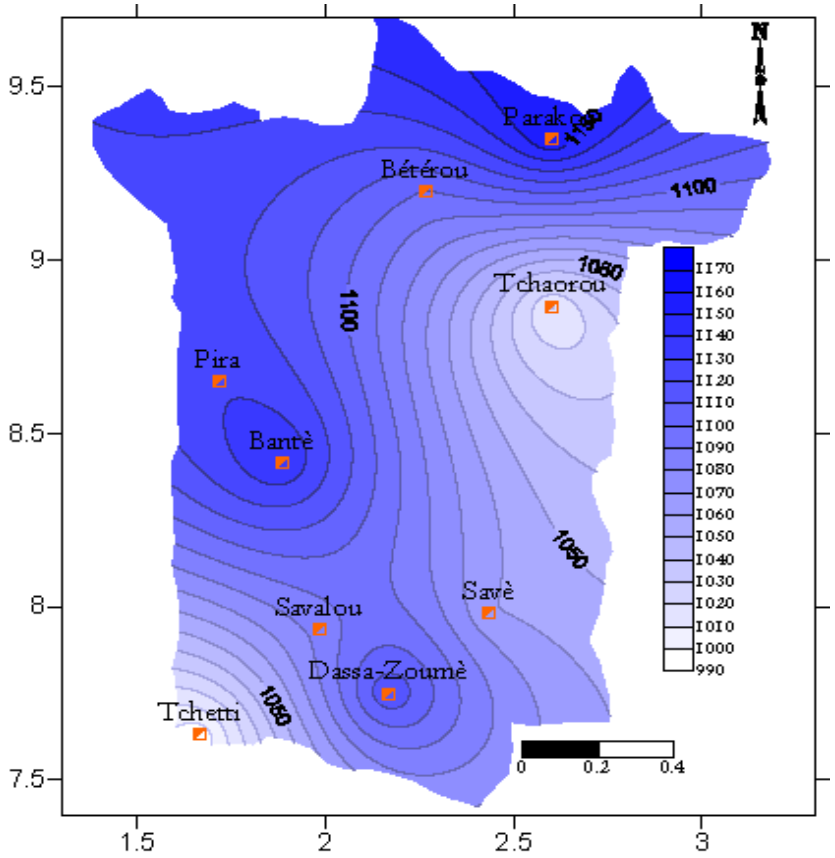


Figure 33 : Répartition spatiale des totaux pluviométriqueS annuels moyens (1971-2000) dans la région d'étude

La station de Parakou est la plus arrosée (1160,3 mm) alors que Tchetti enregistre la plus faible valeur (993,5 mm). Apparemment, la répartition des totaux moyens annuels ne respectent pas un ordre géographique clair.

Cependant, une classification hiérarchique qui prend en compte les valeurs des coefficients de variation en plus des totaux pluviométriques (figure 34) permet de distinguer globalement deux groupes (1 et 2) de stations à 50 % de dissemblance. L'influence des facteurs géographiques locaux (la topographie et la couverture végétale) semble expliquer ce regroupement (Afouda, 1990).

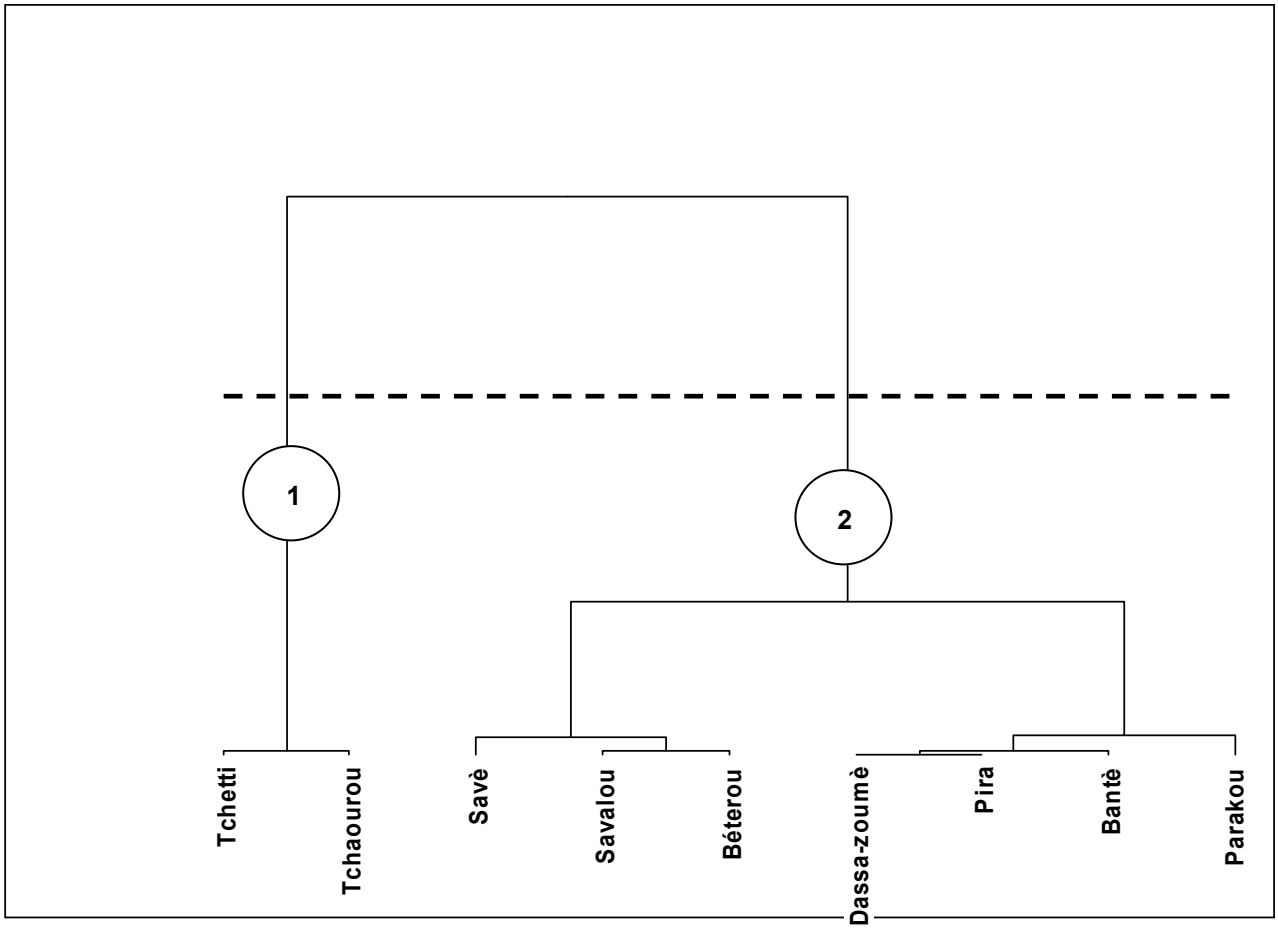


Figure 34 : Regroupement des stations en fonction des précipitations annuelles et des valeurs des coefficients de variation (1971-2000)

La figure 34 montre que les stations de Tchetti et de Tchaourou se détachent des autres et semblent être plus homogènes.

Au total, la région d'étude enregistre en moyenne 8 mois pluvieux par an en une seule saison. Au regard des exigences bioclimatiques de l'anacardier (tableau XVII), il se trouve en situation normale (moyenne) avec de bonnes conditions pluviométriques de productivité dans la région d'étude.

Tableau XVII : Normes climatiques de l'anacardier

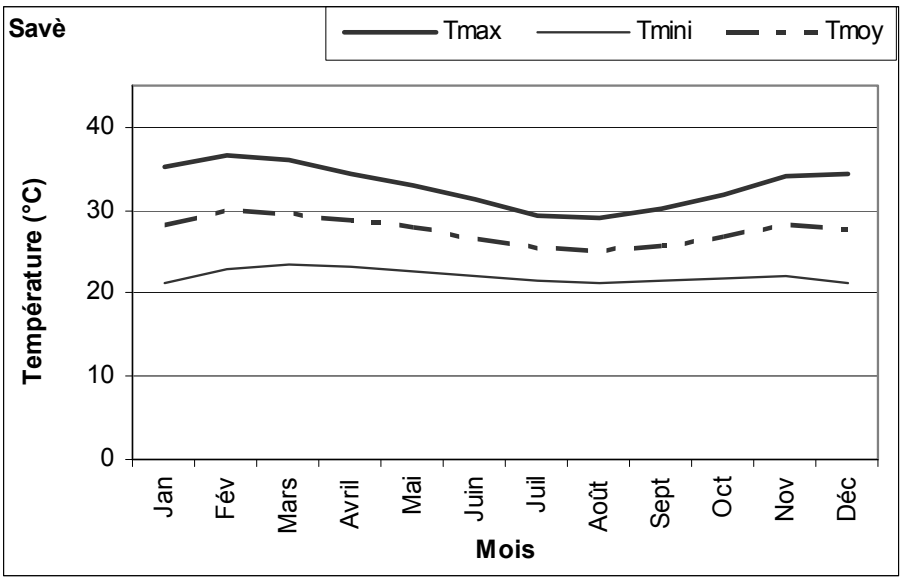
Paramètres	**Normes admises**
Type de climat	Tropical (2 saisons tranchées)
Pluviométrie (mm/an)	1000-1600
Durée de la saison sèche (mois/an)	4-6
Température moyenne mensuelle (^{o}C)	12-32
Insolation (heures/an)	500-2000
Humidité relative moyenne mensuelle (%)	65-80

Sources : (FAO, 1997 ; Gagnon, 1998 et Oloukoï, 2004)

Les données du tableau XVII montrent qu'autant l'humidité (pluviométrie, humidité relative) ont une influence sur la plante, autant elle est sensible à la sécheresse (température, insolation).

6-1-3 Caractéristiques thermométriques du centre du Bénin

L'analyse des données thermométriques des stations de Savè et Parakou (seules les stations qui en disposent) permet de constater que les températures moyennes mensuelles varient entre 25 et 30,5 °C à Savè et entre 24 et 30,4°C à Parakou (figure 35).



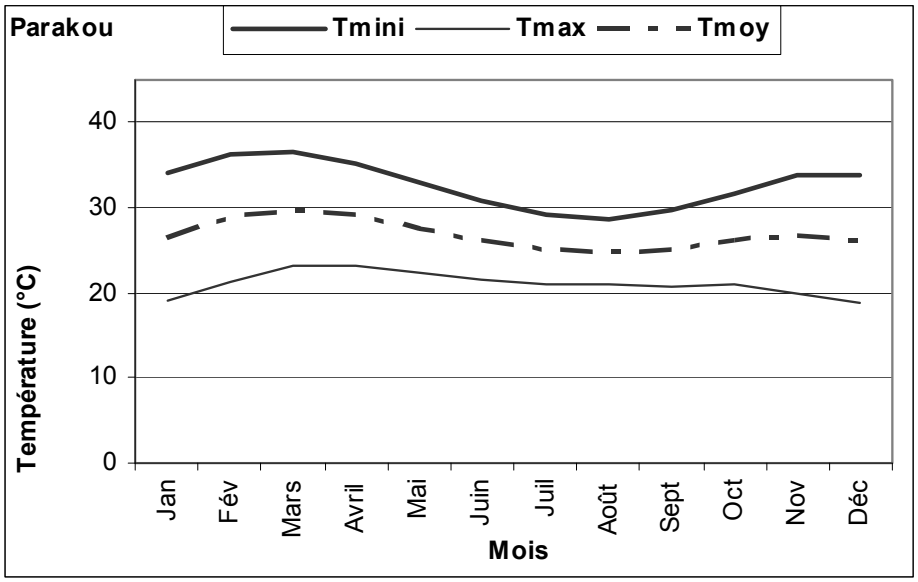


Figure 35 : Evolution mensuelle des températures (1971-2000)
T mini = température minimale ; Tmax = température maximale ,
T moy = température moyenne

Les mois de février et mars (fin de la saison sèche) se révèlent être les plus chauds alors que le mois d'août enregistre de faibles températures.

En année moyenne, les valeurs thermiques correspondent donc aux limites acceptables par l'anacardier. Dans ces conditions, le facteur thermique ne constitue pas un facteur limitant pour la productivité de l'arbre.

Il convient de remarquer que 30,5°C est déjà proche de 32°C qui est la valeur seuil convenable pour l'arbre. Or, la floraison et la fructification qui constituent des phases phénologiques déterminantes pour la productivité de l'anacardier, ont lieu pendant les mois les plus chauds (décembre, janvier, février, mars et avril). Ces phases sensibles à la chaleur (Domergue et *al*., 2003) peuvent se dérouler dans les conditions peu favorables.

Outre la température, l'humidité relative de l'air constitue un facteur non négligeable pour le développement de l'anacardier.

6-1-4 Humidité relative moyenne mensuelle et développement de l'anacardier

Une humidité relative moyenne mensuelle comprise entre 65 et 80 % constitue la condition hygrométrique idéale pour l'anacardier (tableau III). Il supporte difficilement les valeurs extrêmes (trop forte ou très faible) d'humidité relative. Dans la région d'étude, les variations inter mensuelles de l'humidité relative sont représentées par la figure 36.

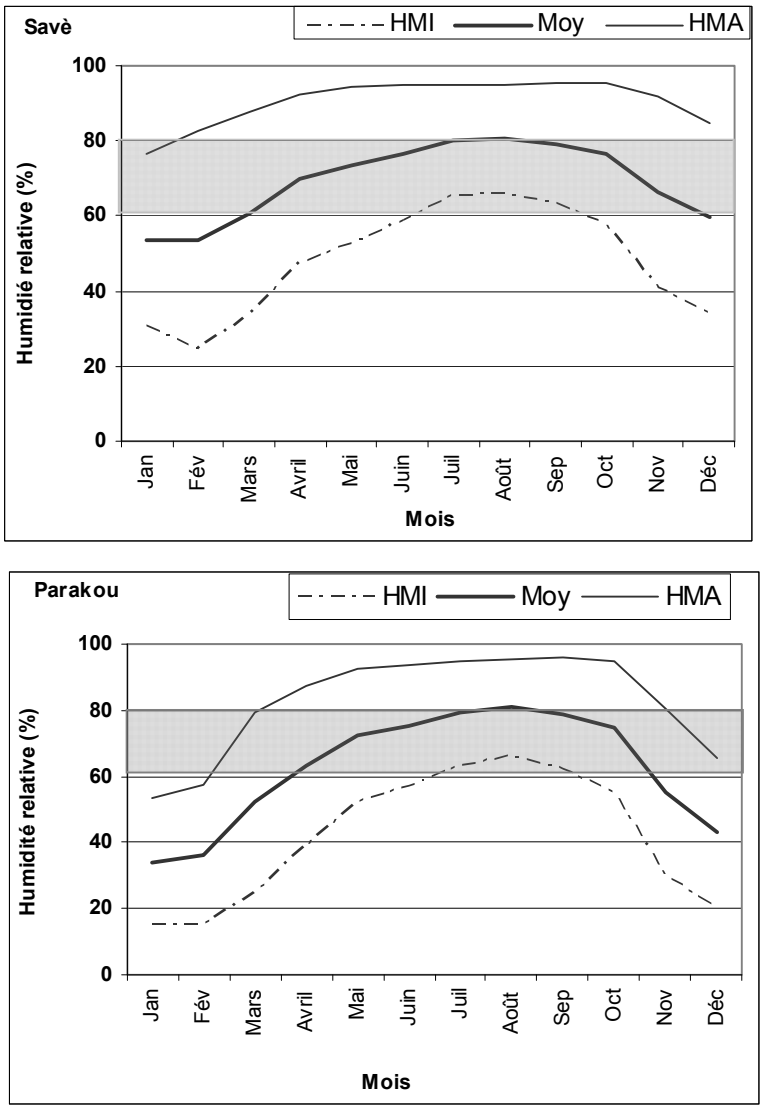


Figure 36 : Variations mensuelles de l'humidité relative (1971-2000)
HMI = humidité relative minimale ; HMA = humidité relative maximale ;
Moy = humidité relative moyenne

L'humidité relative moyenne mensuelle est comprise entre 54 et 81 % à Savè tandis qu'elle est entre 34 et 81 % à Parakou. La période la plus sèche se situe entre novembre et avril où les valeurs hygrométriques varient entre 30 et 40 %. La période

qui couvre les mois de mai jusqu'à octobre où l'humidité relative moyenne varie entre 70 à 82 % est la plus humide. Au regard des préférendums hygrométriques de l'anacardier, la région couverte par la station de Savè lui convient mieux même si le seuil minimum n'est pas atteint (54 au lieu de 60 %). La région de Parakou pour sa part, est moins favorable pour l'arbre. En effet, la valeur minimum de l'humidité relative est de 34 au lieu de 60 % requise. Or, la période sèche correspond aux phases phénologiques sensibles (floraison, fructification) de l'anacardier. Dans ces conditions, les fleurs et les fruits immatures chutent, affectant ainsi le rendement. Cette situation est confirmée par 88 % des personnes interrogées. Les planteurs font allusion à la durée et l'intensité de l'harmattan au cours de l'année. Lorsqu'elle est trop intense (ako oyè c'est-à-dire ''harmattan mâle'' en Nago'') elle devient nuisible pour les fleurs et fruits qui s'assèchent et chutent précocement. Selon les personnes interrogées, l'ampleur des dommages dépend aussi de la durée de l'harmattan. Plus elle dure, plus elle est désastreuse pour l'anacardier.

En somme, l'état hygrométrique moyen du Centre du Bénin n'est pas très favorable à une bonne productivité de l'anacardier notamment dans la région de Parakou.

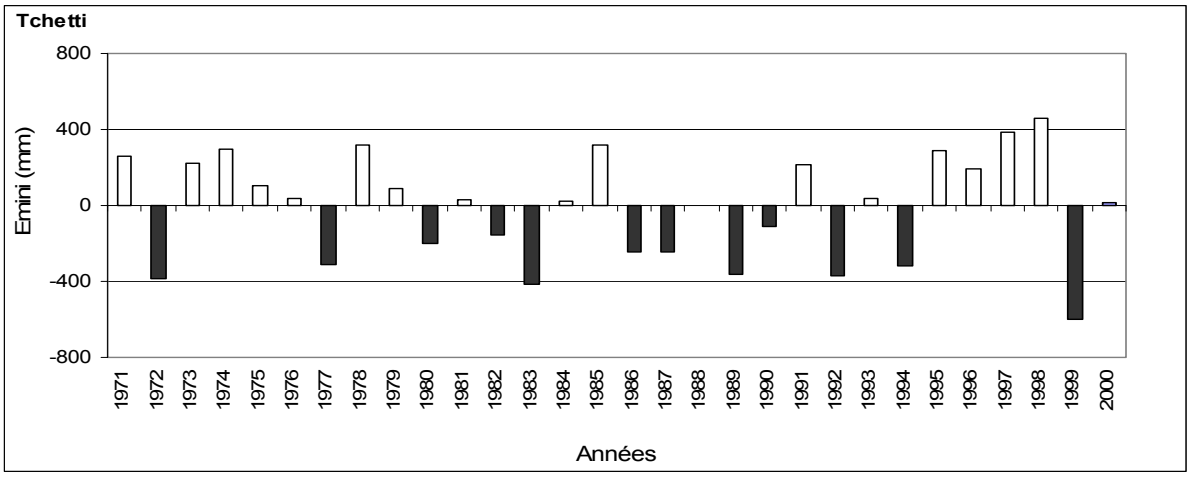
Au total, l'examen du contexte climatique du Centre du Bénin en relation avec les préférendums de l'anacardier a montré qu'à l'exception du facteur hygrométrique, les valeurs moyennes de la plupart des paramètres correspondent aux besoins de la plante. Dans ces conditions, le contexte climatique moyen du Centre du Bénin est favorable à la production de l'anacardier. Mais le climat est un phénomène par essence variable. Il est ainsi caractérisé par des moments d'excès ou de déficits de valeurs de ses différents paramètres. Cette variabilité des paramètres climatiques constitue parfois des conditions défavorables à un bon rendement de l'anacardier.

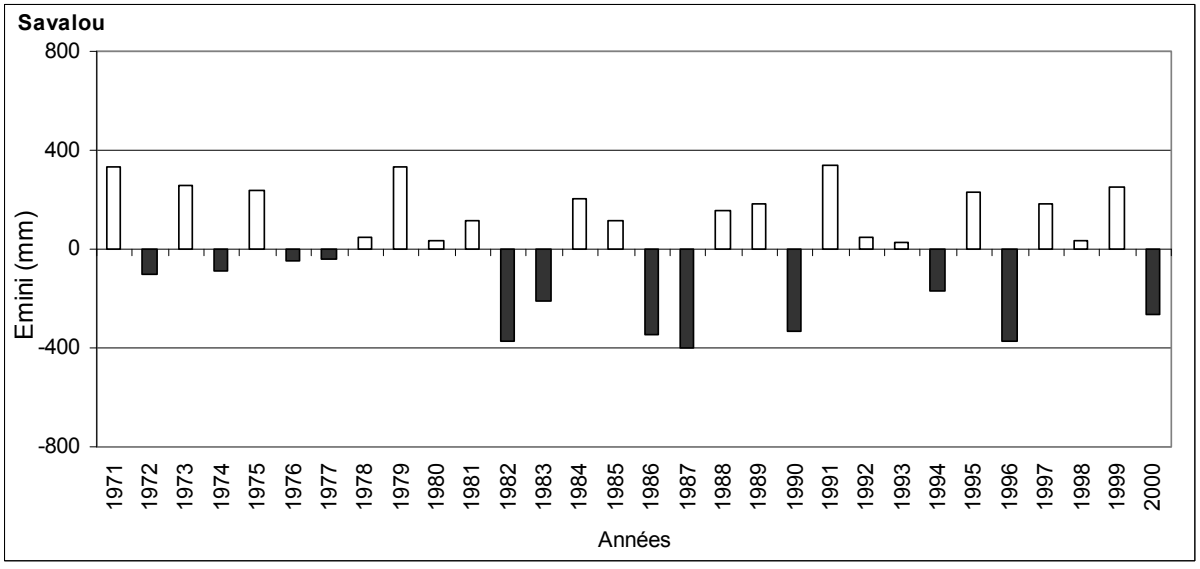
6-2 DYNAMIQUE CLIMATIQUE ET PRODUCTION DE L'ANACARDIER

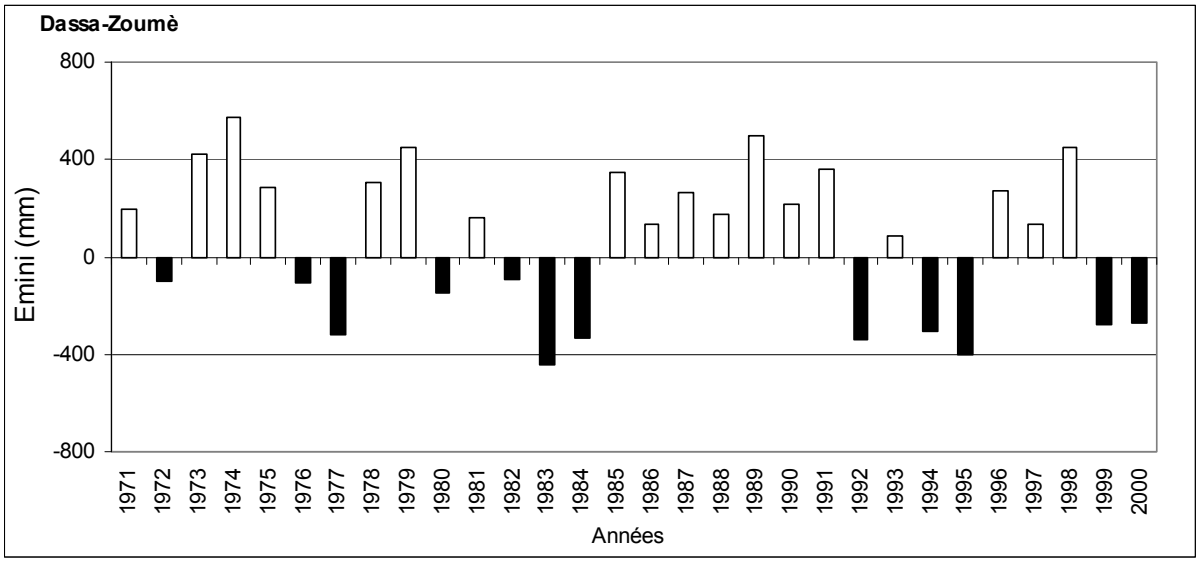
Il s'agit de l'analyse de la fluctuation annuelle ou saisonnière des paramètres du climat en rapport avec les limites climatiques conditionnant un bon rendement de l'anacardier.

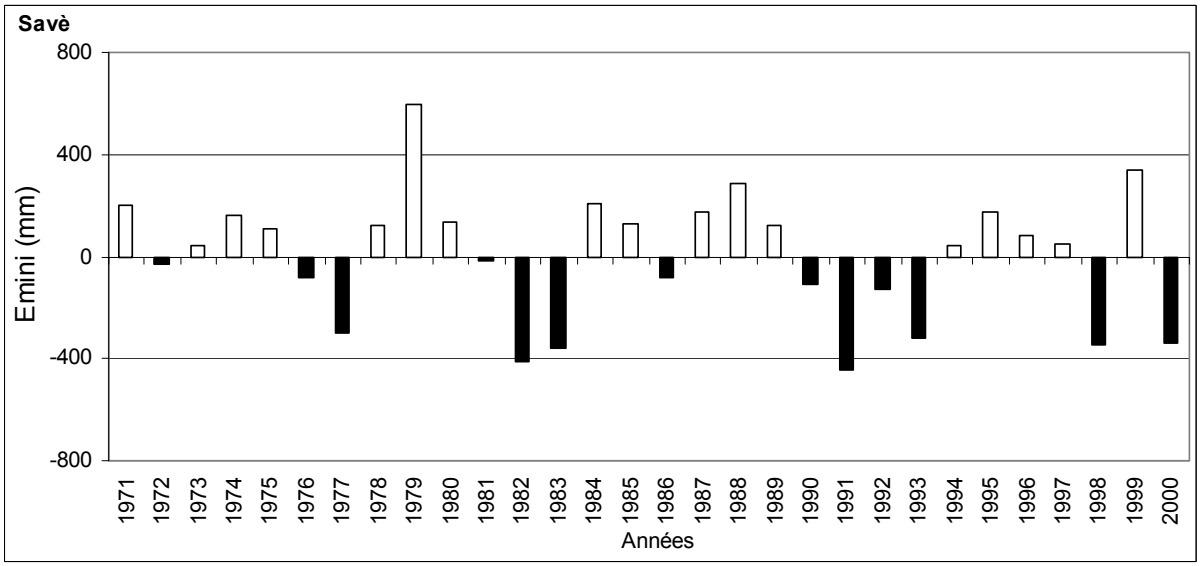
6-2-1 Variabilité pluviométrique dans le Centre du Bénin et besoins hydriques de l'anacardier

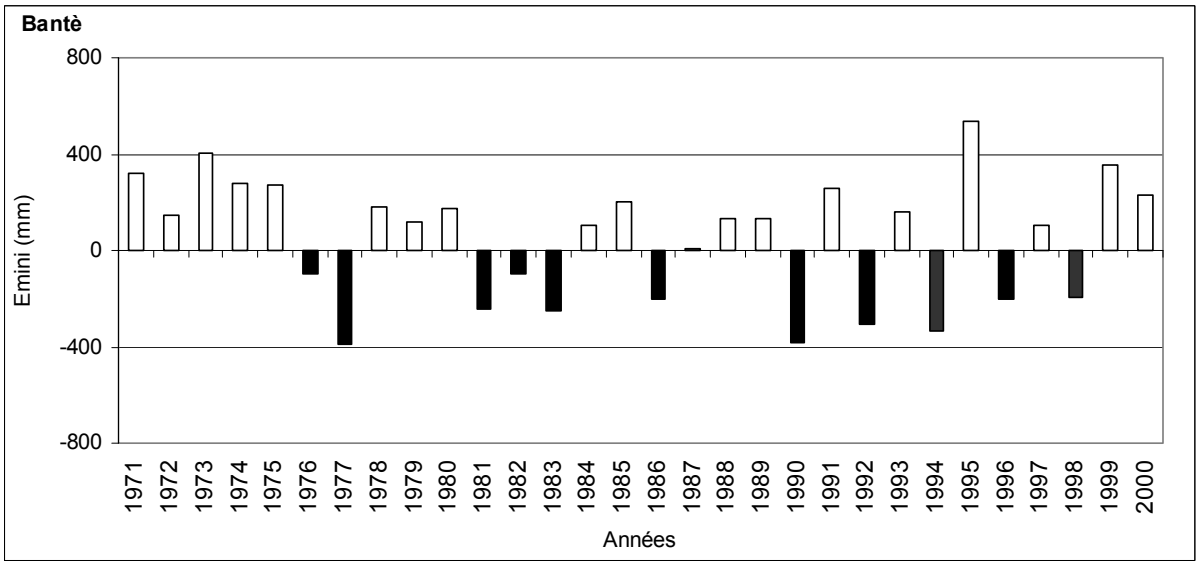
Afin de vérifier si les besoins hydriques de l'anacardier sont satisfaits par la pluviométrie annuelle, les hauteurs pluviométriques annuelles de chaque station ont été comparées à la valeur seuil minimale de l'arbre (1000 mm). A cet effet, l'écart à la valeur minimale (Emin) est utilisé (figure 37).

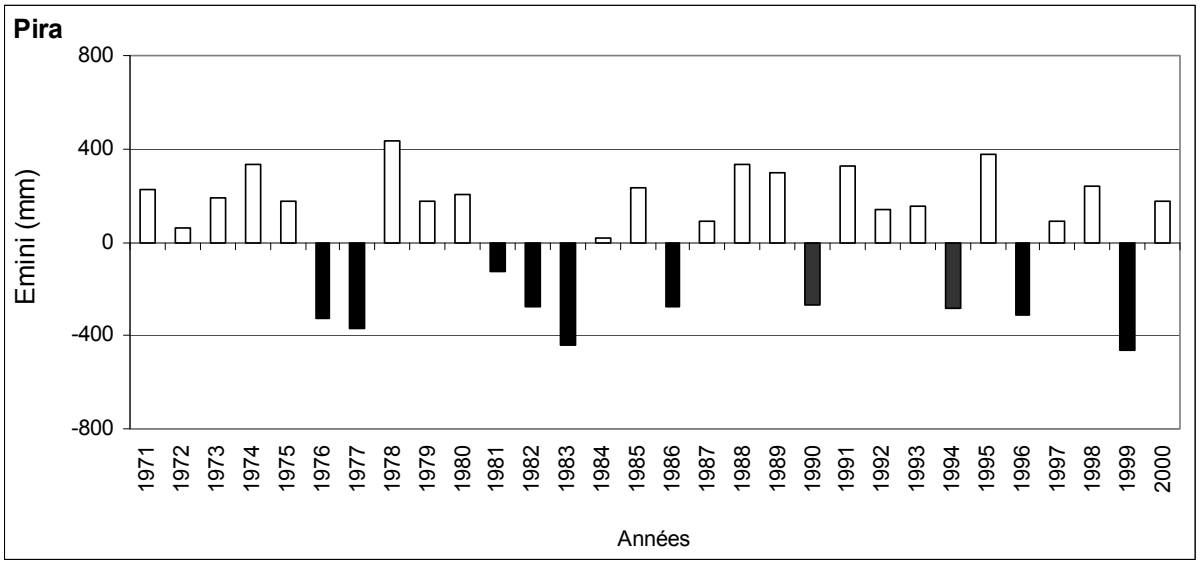


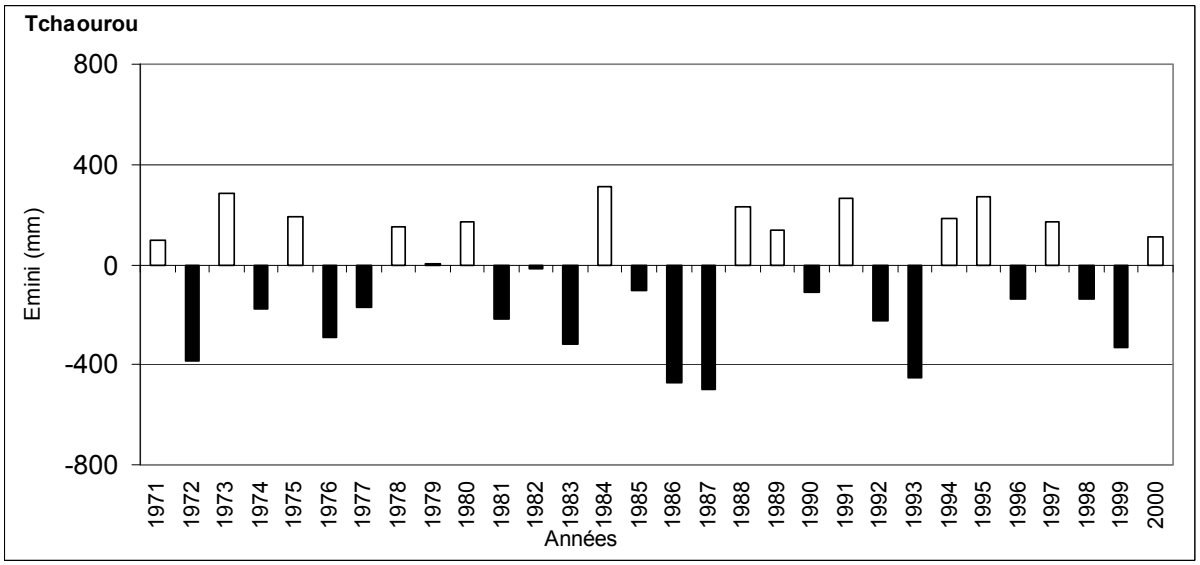


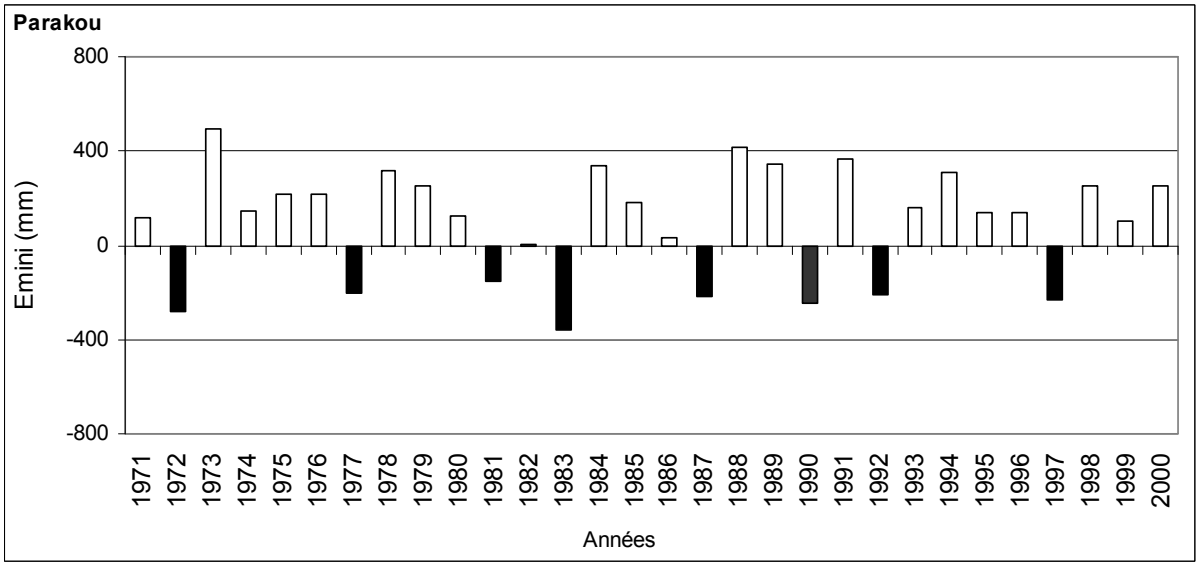

Dassa-Zoumè
800
400
0
-400
-800
Emini (mm)
1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000
Années


Savè
800
400
0
-400
-800
Emini (mm)
1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000
Années


Bantè
800
400
0
-400
-800
Emini (mm)
1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000
Années


Pira
800
400
0
-400
-800
Emini (mm)
1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000
Années


Tchaourou
800
400
0
-400
-800
Emini (mm)
1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000
Années


Parakou
800
400
0
-400
-800
Emini (mm)
1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000
Années

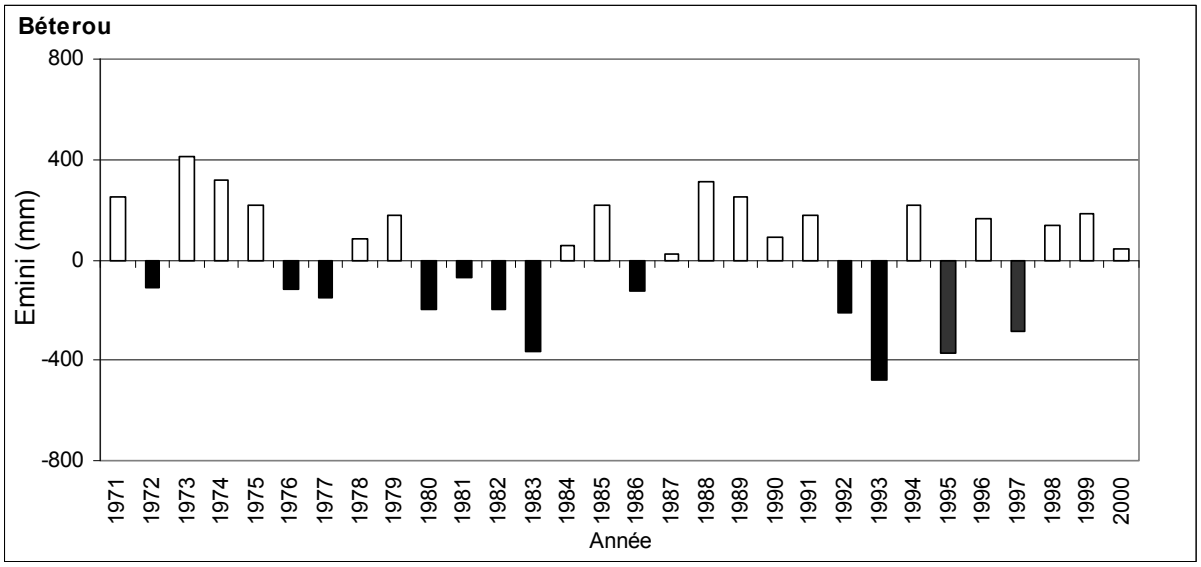


Figure 37 : Ecart à la valeur minimum des hauteurs de pluie par station

L'analyse de la figure 37 montre trois catégories d'années :

- les années pour lesquelles Emin est globalement négatif (1976, 1977, 1982, 1983, 1986, 1992) ;
- les années déficitaires par endroits seulement (1974, 1987, 1990, 1994, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000) ;
- enfin les années pour lesquelles Emin est globalement positif sur toute la région (1971, 1975, 1978, 1979).

Il en découle que l'anacardier n'a pas toujours eu le minimum pluviométrique nécessaire pour un bon rendement dans le Centre du Bénin. En outre, l'analyse de du rapport à la normale a montré qu'il y a eu des années où le total pluviométrique annuel est inférieur à 50 % de la valeur limite requise, soit un déficit de plus de 50 % (Tchetti en 1983, 1993 et 2001 ; Tchaourou en 1983, 1986 et 1987 ; Savè en 1982 et 1983 ; etc.). Dans ces conditions, le rendement des plantes est compromis.

L'analyse de la fréquence des années de déficit pluviométrique a montré des successions d'années déficitaires, soit à l'échelle de toute la région, soit à l'échelle de quelques stations (1976 et 1977 ; 1981, 1982 et 1983 ; 1987,1988, 1989 et 1990 ; 1992 et 1993). Au cours de ces années, l'anacardier subit des stress hydriques pendant deux, trois voire quatre années consécutives, ce qui accroît le risque de fragilisation et peut affecter considérablement son rendement dans le temps

(Bokonon-Ganta, 1987). Les risques de feux de végétation sont aussi plus élevés et les dégâts plus importants.

La spatialisation de la fréquence des années déficitaires (figure 38) ne montre aucun ordre géographique clair.

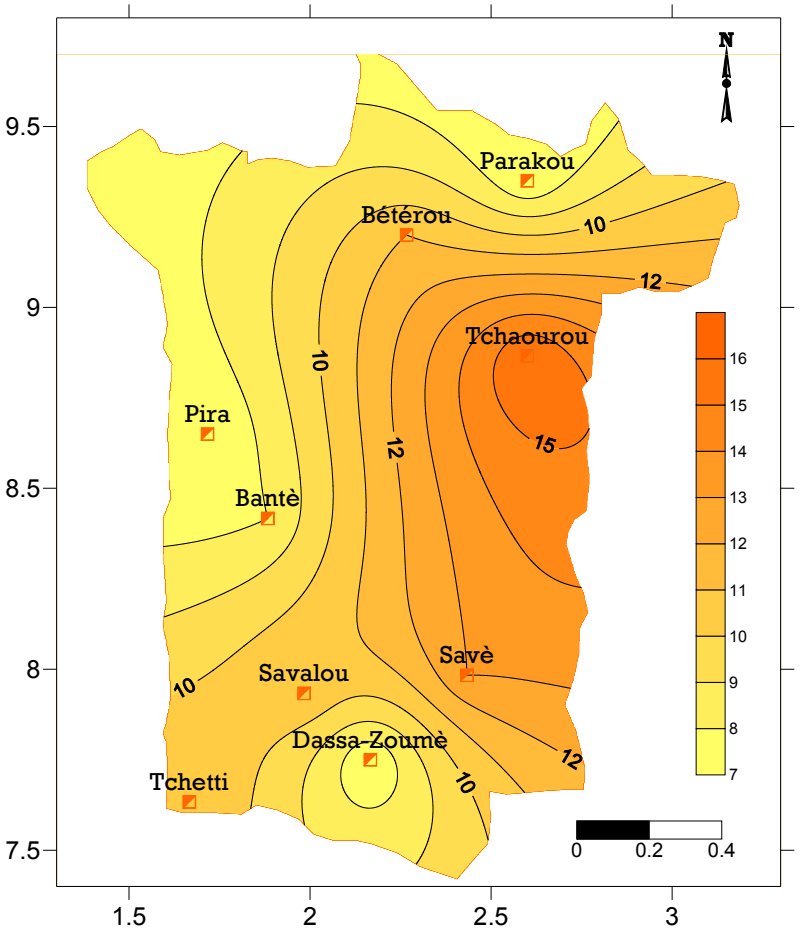


Figure 38 : Fréquence des années déficitaires

Les stations situées au nord de Savè, à l'exception de Tchaourou ont été moins affectées (7/30 et 9/30 respectivement à Parakou et Bantè). En revanche, de la latitude de Tchetti jusqu'à la latitude de Savè, la fréquence des années déficitaires est plus élevée (13/30, 12/30 et 13/30 respectivement à Tchetti, Savalou et Savè). La station de Tchaourou se particularise avec 16 années marquées par d'importants déficits pluviométriques.

La quantification des seuils de déficit pluviométrique par station est présentée dans le tableau XVIII.

Tableau VXIII : Ampleurs de déficit pluviométrique par station

	Fréquence des seuils de déficits pluviométriques (%)				
Stations	**-10**	**-20**	**-30**	**-40**	**-50**
Tchetti	4	2	1	3	3
Dassa-Zoumè	3	2	3	3	0
Savalou	3	3	2	3	1
Savè	4	2	1	3	2
Bantè	2	1	2	3	1
Pira	2	1	1	2	2
Tchaourou	4	2	3	4	3
Bétérou	2	1	3	2	2
Parakou	3	2	2	0	0

Le déficit pluviométrique est compris entre 10 et 50 %. Les fortes fréquences se situent entre les seuils de -10 et -40 %. Mais, à l'exception de Dassa-Zoumè et Parakou, toutes les stations de la région d'étude ont enregistré au moins une fois de déficit atteignant 50 % (les stations de Tchaourou et de Tchetti en ont enregistré chacune trois).

6-2-2 Répartition saisonnière des précipitations et écologie de l'anacardier

Un climat de type soudanien (deux saisons bien tranchées), une saison sèche annuelle qui dure 4 à 6 mois constituent l'une des conditions idéales pour un bon rendement de l'anacardier. Etant donné le rôle prépondérant de la pluie, la détermination des saisons climatiques est faite par rapport à ce critère. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau XIX.

Tableau XIX : Régime pluviométrique par station dans la région d'étude

Stations / Années	Tchetti	Dassa-zoumè	Savalou	Savè	Bantè	Pira	Tchaourou	Béterou	Parakou
1971									
1972									
1973									
1974									
1975									
1976									
1977									
1978									
1979									
1980									
1981									
1982									
1983									
1984									
1985									
1986									
1987									
1988									
1989									
1990									
1991									
1992									
1993									
1994									
1995									
1996									
1997									
1998									
1999									
2000									

Source : Analyse des données

: Une seule saison pluvieuse : Deux saisons pluvieuses

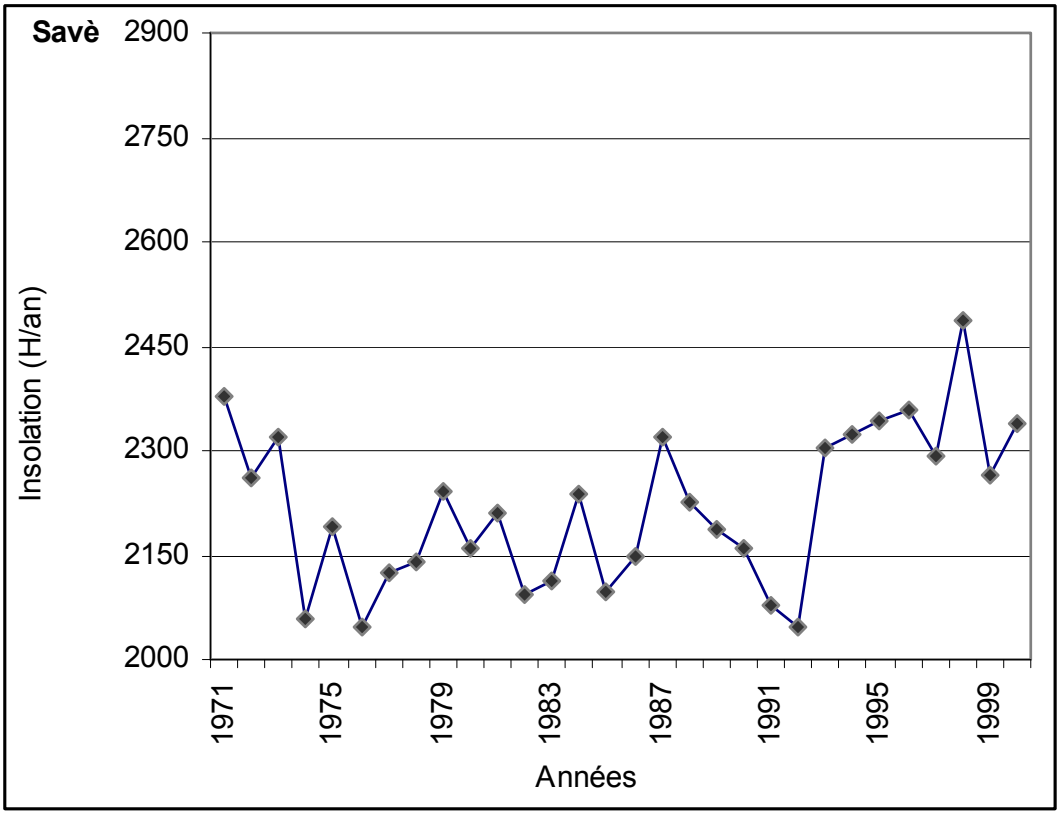
Les années qui connaissent une seule saison pluvieuse sont les plus fréquentes. Mais, les stations situées au nord de la latitude de Savè (Bantè, Pira, Tchaourou, Béterou et Parakou) sont les plus stables (moins d'années à régime pluviométrique bimodal). Par contre, les stations situées au sud sont plus instables (7 à 8 années sur 30 ont connu un régime pluviométrique bimodal). L'influence du climat subéquatorial du sud du Bénin est plus remarquable sur ces stations.

Au total, le régime pluviométrique du Centre du Bénin convient à l'écologie de l'anacardier. Cependant, jusqu'à la latitude de Savè, l'occurrence des années a deux saisons pluviométriques est assez élevée. L'espace couvert par ces stations est donc moins favorable au développement de l'anacardier.

En ce qui concerne le nombre de mois pluvieux, il varie entre 7 et 8 sur toute l'étendue de la région d'étude et ce, pour toutes les années étudiées. La saison sèche s'étend sur 4 et 5 mois. De ce point de vue, l'anacardier trouve les conditions idéales d'un bon rendement.

6-2-3 Variation interannuelle de la durée d'insolation dans le Centre du Bénin et écologie de l'anacardier

L'anacardier est une plante héliophile (FAO, 1997). Il a besoin du soleil (source de lumière et de chaleur) pour son développement. Selon la littérature (tableau III), une insolation de 500 à 2000 h/an est suffisante pour l'arbre. La figure 39 montre l'évolution inter annuelle de la durée d'insolation sur les stations de Savè et de Parakou.



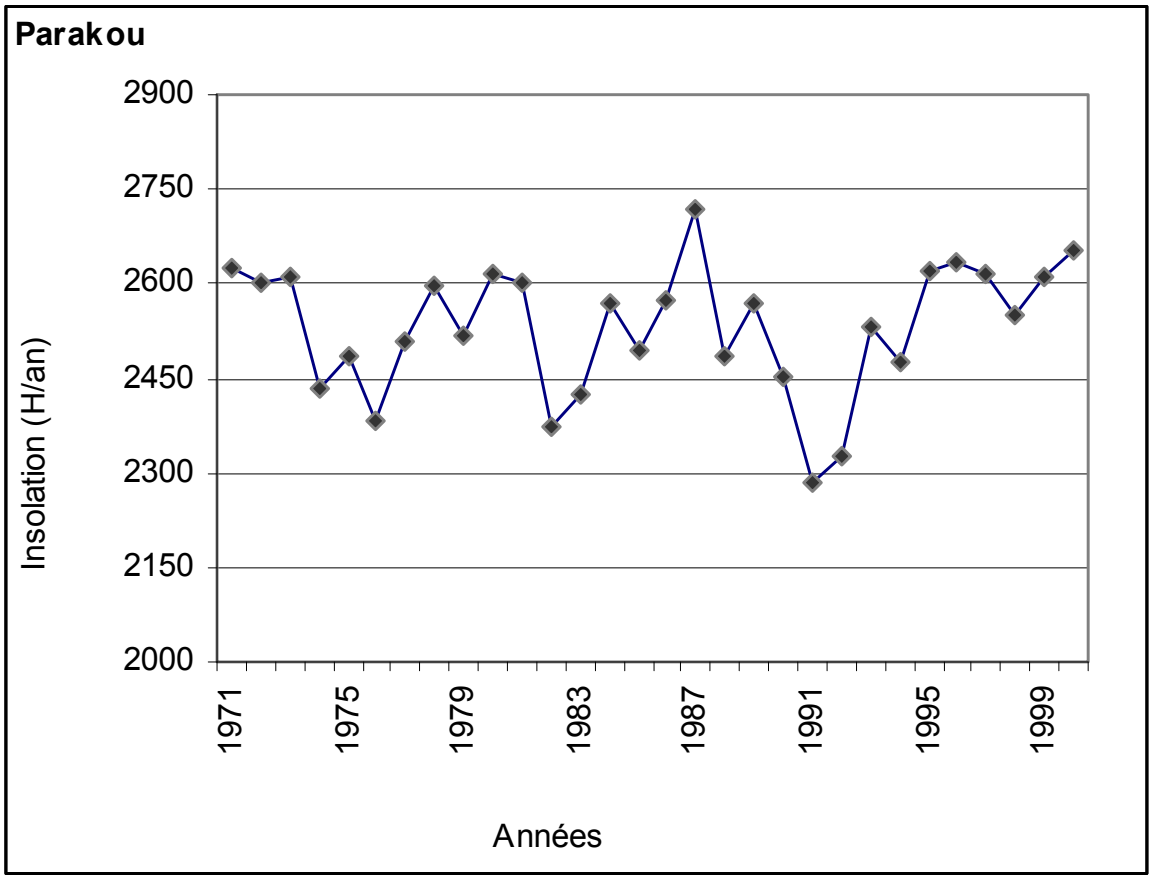


Figure 39 : Variation interannuelle de l'insolation dans le Centre du Bénin

La figure 39 révèle que l'insolation varie entre 2050 et 2800 h/an dans la région d'étude. La sous-région de Parakou est la plus ensoleillée par comparaison à celle de Savè. Dans tous les cas, le facteur insolation est bien favorable au développement de l'anacardier dans le Centre du Bénin.

L'examen de la variabilité climatique du Centre du Bénin (au cours de la période 1971-2000) en relation avec les préférendums de l'anacardier a montré que si les valeurs moyennes de la plupart des paramètres correspondent aux besoins de la plante, il n'en est pas de même toutes les années. Ainsi, le déficit pluviométrique, la modification du régime pluviométrique, sont autant d'évènements climatiques défavorables au développement de l'arbre. Ces évènements surviennent d'une année à une autre sans aucune périodicité apparente.

6-3 RELATION ENTRE LES PARAMETRES CLIMATIQUES ET LE RENDEMENT DE L'ANACARDIER

L'utilisation de la régression multiple a permis de mesurer le poids de l'influence de chaque paramètre climatique dans le rendement de l'anacardier et ce, par sous-région. Parmi les paramètres testés, seuls l'indice de stress agroclimatique (à l'échelle annuelle) et la pluviométrie (cumul des hauteurs pluviométriques des mois de septembre et octobre) ont une influence significative sur le rendement (le niveau de signification statistique est supérieur à 0,025). Les autres éléments (pluviométrie annuelle, humidité relative, température) n'ont que des effets marginaux, et ils ont été automatiquement éliminés du modèle d'évolution du rendement. Les équations de l'évolution du rendement en fonction des deux paramètres se présentent comme suit par sous-région :

- Savè : Rendement = 358,81- 88,53*ISA + 0,58*Pluviométrie (R^2 = 0,58)
- Parakou : Rendement = 425,42 -100,93*ISA+0,36*Pluviométrie (R^2 = 0,67)

L'indice de stress agroclimatique (à l'échelle annuelle) est le premier facteur qui explique le rendement dans les deux sous-régions. Le signe négatif de son coefficient (- 88,53 et -100,93) indique que cette variable influence négativement le rendement de l'anacardier. L'importance de ce facteur peut s'expliquer par le fait que sa détermination prend en compte non seulement les paramètres climatiques (pluviométrie, ETP) mais aussi les paramètres pédologiques. La valeur moyenne de l'indice de stress agroclimatique est respectivement 48 et 55 à Savè et Parakou. Ces valeurs sont relativement élevées et sont peu favorables au bon développement des plantes pérennes comme l'anacardier (Afouda, 1990). En effet, les besoins hydriques de l'anacardier sont de moins en moins satisfaits. L'arbre se trouve ainsi dans des conditions de plus en plus défavorables à son bon rendement.

Le second facteur qui explique le rendement de l'anacardier est la pluviométrie du bimestre septembre-octobre qui exerce une influence positive. Plus sa valeur est importante, plus le rendement est élevé. La pluviométrie des mois de septembre et octobre constitue en effet une ressource hydrique précieuse pour l'anacardier qui l'utilise pendant les phases phénologiques les plus importantes (floraison et fructification) au cours des mois suivants.

Ces deux variables (l'indice de stress agroclimatique et la pluviométrie du bimestre septembre-octobre apportent une information significative au modèle d'évolution du rendement comme l'indique le tableau XX.

Tableau XX : Résultats des tests statistiques

	Poids des paramètres testés		
Sous-région	**Indice de Stress Agroclimatique**	**Pluviométrie du bimestre septembre octobre)**	**ISA + pluviométrie**
Savè	**47,76 %** (risque d'erreur = 0,88%. inférieur à 5%)	**38,96 %** (risque d'erreur = 0,98 % inférieur à 5%)	**60,33 %** (risque d'erreur = 0,18 % inférieur à 5 %)
Parakou	**52,20 %** (risque d'erreur = 0,11 % inférieur à 5 %)	**39,68 %** (risque d'erreur = 0,89 % inférieur à 5 **%**)	**64,98 %** (risque d'erreur = 0,26 % inférieur à 5 %)
Observations	La variable apporte une information significative partout	La variable apporte une information significative partout	Les variables sélectionnées apportent une information significative partout

Les 60,33 % et 64,98 % (respectivement à Savè et Parakou) de l'information relative à la variation du rendement de l'anacardier sont ainsi apportés par les deux variables pris ensemble (ISA + pluviométrie du bimestre).

Néanmoins, l'indice de stress agroclimatique et la pluviométrie n'expliquent pas à eux seuls, le rendement de l'anacardier. Il existe d'autres facteurs (par exemples l'entretien, la pression parasitaire, la topographie, les ajustements physiologiques de la plante, la fréquence des feux de végétation, etc.) qui n'ont pu être quantifiés.

Au total, avec la variabilité qui a marqué le climat au cours des trois dernières décennies, l'anacardier n'a pas toujours eu les meilleures de conditions écologiques pour un bon rendement. L'indice de stress agroclimatique et la pluviométrie (des mois de septembre et octobre) sont les principaux facteurs qui déterminent le rendement de l'anacardier. En conséquence, selon les statuts de ces facteurs, on assiste à une amélioration ou à une détérioration du rendement. Bien entendu, d'autres paramètres à savoir la thermométrie et l'hygrométrie ne sont pas à négliger,

comme par exemple les excès thermiques et les insuffisances hygrométriques qui ont un effet défavorable sur le rendement de la plante.

C’est dans ce contexte climatique déjà difficile pour l’anacardier dans le Centre du Bénin, que s’annonce à l’horizon une évolution plus rapide du climat.

CHAPITRE SEPTIEME

IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'AGROFORESTERIE A BASE DE L'ANACARDIER ET MESURES DE GESTION DURABLE

Ce chapitre présente les tendances climatiques actuelles et simule l'état climatique du Centre du Bénin à l'horizon 2050. En outre, les impacts potentiels d'une évolution du climat sont examinés. De plus, des propositions ont été formulées en vue d'une gestion durable du système agroforestier basé sur l'anacardier dans le Centre du Bénin.

7-1 CONNAISSANCES SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les fondements scientifiques du réchauffement de la planète sont présentés et la physionomie climatique future du monde est décrite.

7-1-1 Bases scientifiques du réchauffement de la terre

Chaque jour qui passe conforte les scientifiques dans la conviction du changement climatique de la Terre (http://www.ipcc.ch). En effet, l'évolution de la température de l'air au niveau du sol et des océans, l'élévation du niveau moyen des océans dans le monde et le recul des glaciers fournissent maintenant suffisamment de preuves scientifiques convaincantes sur le fait que le climat de la planète se réchauffe comme l'indique la figure 40 (qui montre les changements relatifs aux moyennes correspondantes de la température mondiale, le niveau moyen de la mer et l'état de la couverture neigeuse pour la période 1961-1990).

Les mesures récentes (IPCC, 2007) attestent que onze (11) des douze (12) dernières années figurent au palmarès des douze années les plus chaudes depuis 1850. La nouvelle valeur de la vitesse moyenne du réchauffement au cours des cent dernières années (1906-2005) de 0,74 (0,56 à 0,92) °C est donc plus grande que n'était la valeur analogue calculée pour la période 1901-2000 qui était 0,6 (0,4 à 0,8) °C. Aussi, la vitesse moyenne du réchauffement au cours des cinquante dernières

années (0,13 (0,10 à 0,16) °C par décennie) est environ le double de la pente moyenne pour les cent dernières années.

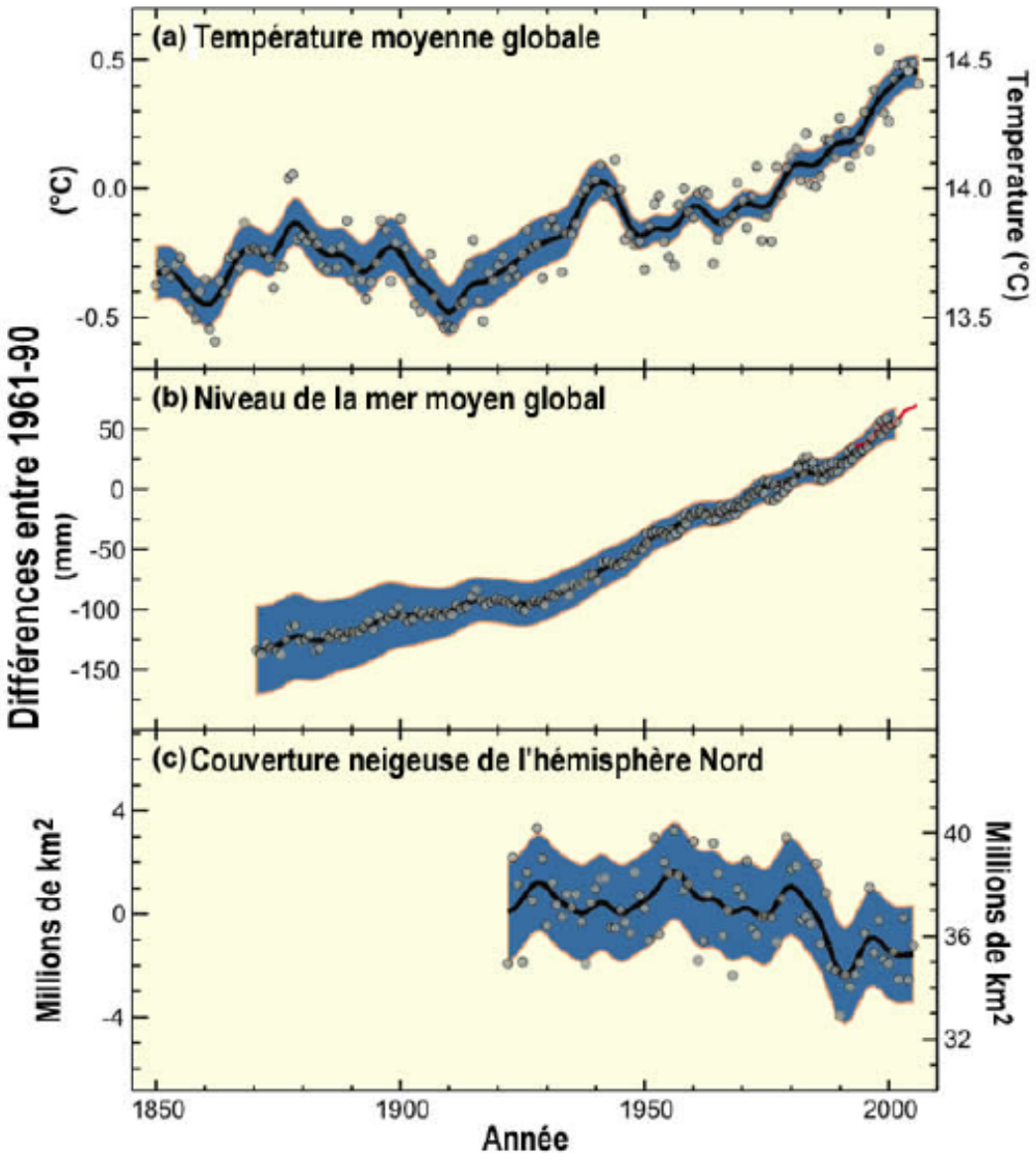


Figure 40 : Changements observés sur (a) la température en surface moyennée sur le globe ; (b) l'élévation moyenne globale du niveau de la mer et (c) la couverture neigeuse de l'hémisphère Nord
Source : IPCC, 2007

De même, il se dégage une certaine unanimité sur le fait qu'accroissement de la température observé et ses corolaires sur le système climatique sont dus à la forte concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, elle-même

conséquence des activités humaines qui se sont au demeurant, intensifiées depuis la fin du 19ème siècle (Hulme et *al*., 2001 ; IPCC, 2007).

Même si les concentrations de tous les gaz à effet de serre et des aérosols étaient gardés constants au niveau de 2000 (ce qui n'est pas le cas), la Terre sera toujours marquée au cours des décennies futures par un réchauffement plus accrue de la température et le tout le système climatique mondiale sera modifié.

7-1-2 Physionomie climatique mondiale future

Rappelons que la projection de la physionomie climatique future se fonde sur quatre scénarii (A1, A2, B1 et B2). Le tableau XXI présente les hypothèses de base ayant servi à l'élaboration de ces scénarii dans le Special Report on Emissions Scenarios (SRES).

Tableau XXI : Hypothèses de base des scénarii de projections climatique

SRES A1	Confort personnel au détriment de la qualité environnementale (Croissance rapide de l'économie, croissante lente de la population, apparition de la technologie énergétique nouvelle et efficace
SRES A2	Renforcement de l'identité culturelle des régions (Croissance lente de l'économie, croissance rapide de la population et emphase sur les valeurs familiales et traditions locales
SRES B1	Non-matérialisation et énergie propre (Conscience renforcée des populations vers les valeurs environnementales, introduction des nouvelles technologies d'énergies propres
SRES B2	Tendance vers les solutions locales et régionales pour le maintien de l'économie, forte préoccupation de la santé environnementale et de l'équilibre écologique

Source : IPCC (2001)

La projection faite sous le scénario SRESA2 (qui correspond mieux au contexte africain), atteste que les émissions de GES en 2050 avoisineront les 17 GtC et la concentration conséquente en GES atmosphérique attendue serait de l'ordre de 550 ppmv (figure 41).

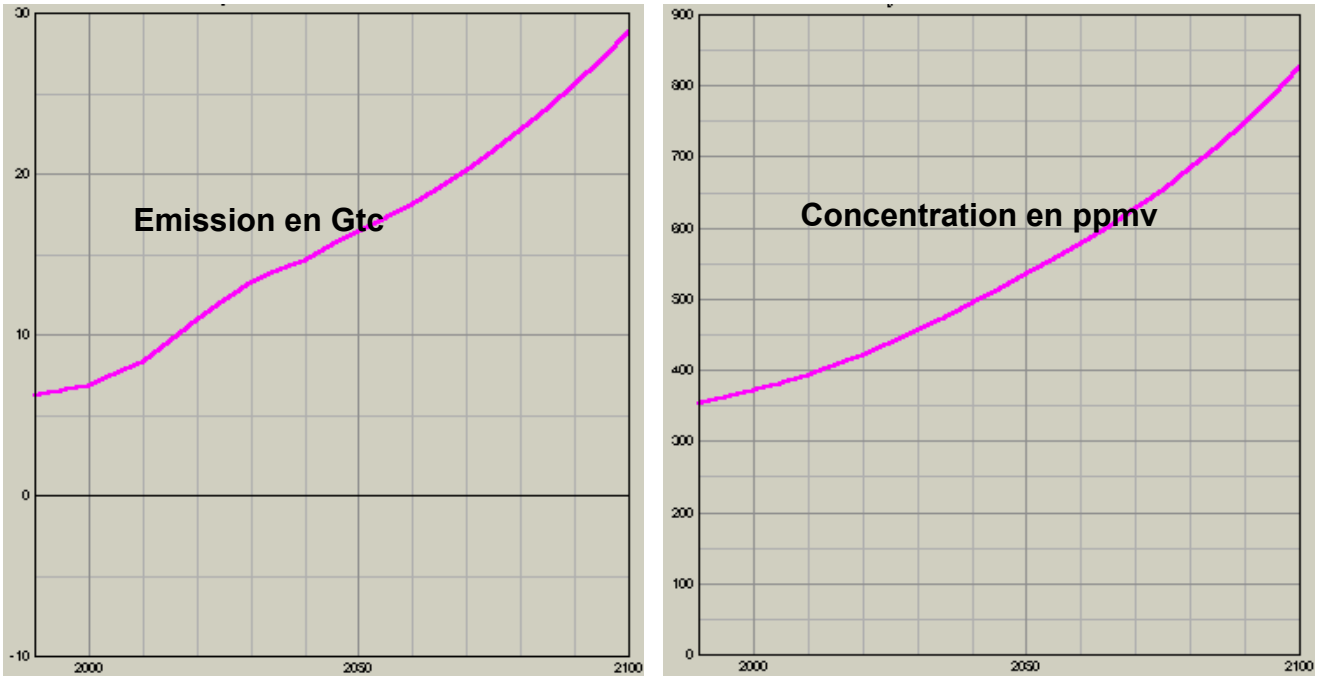


Figure 41 : Evolution des émissions (Gt C) et de la concentration du CO_2 (ppmv) sous SRES A2

L'augmentation effrénée des émissions de GES et de leur forte concentration dans l'atmosphère dans l'atmosphère entraînera une augmentation de la température moyenne à l'échelle globale (figure 42).

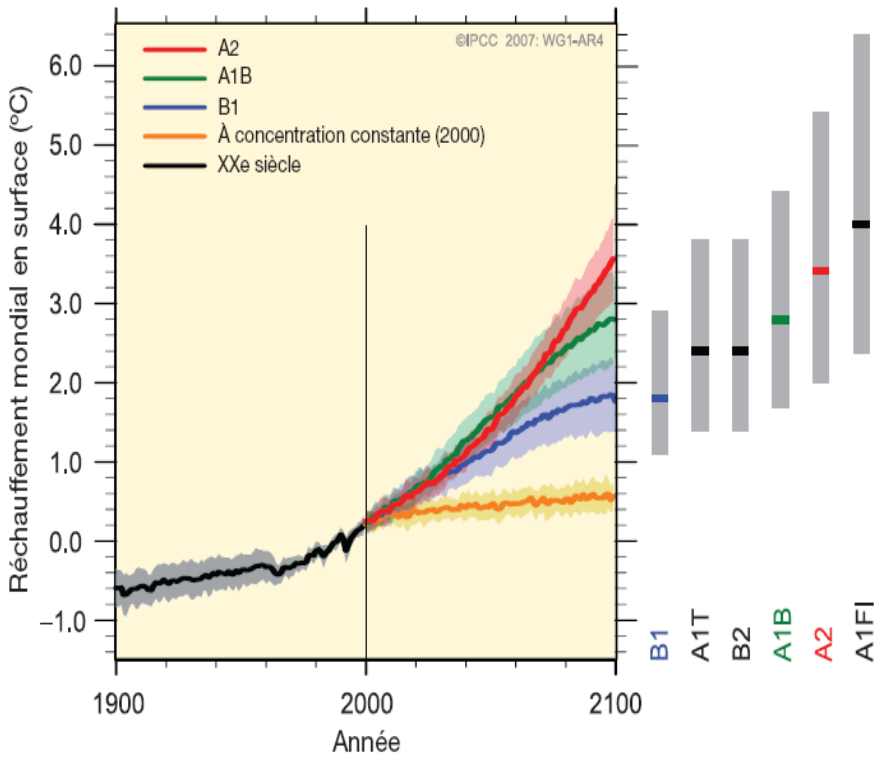


Figure 42 : Evolution de la température mondiale sous les divers scénarii
Source : IPCC, 2007

L'analyse de la figure 42 montre qu'en 2050, la température moyenne globale augmentera respectivement de 1,2°C sous SRESA2 et en 2100 cette augmentation atteindra 3,5°C.

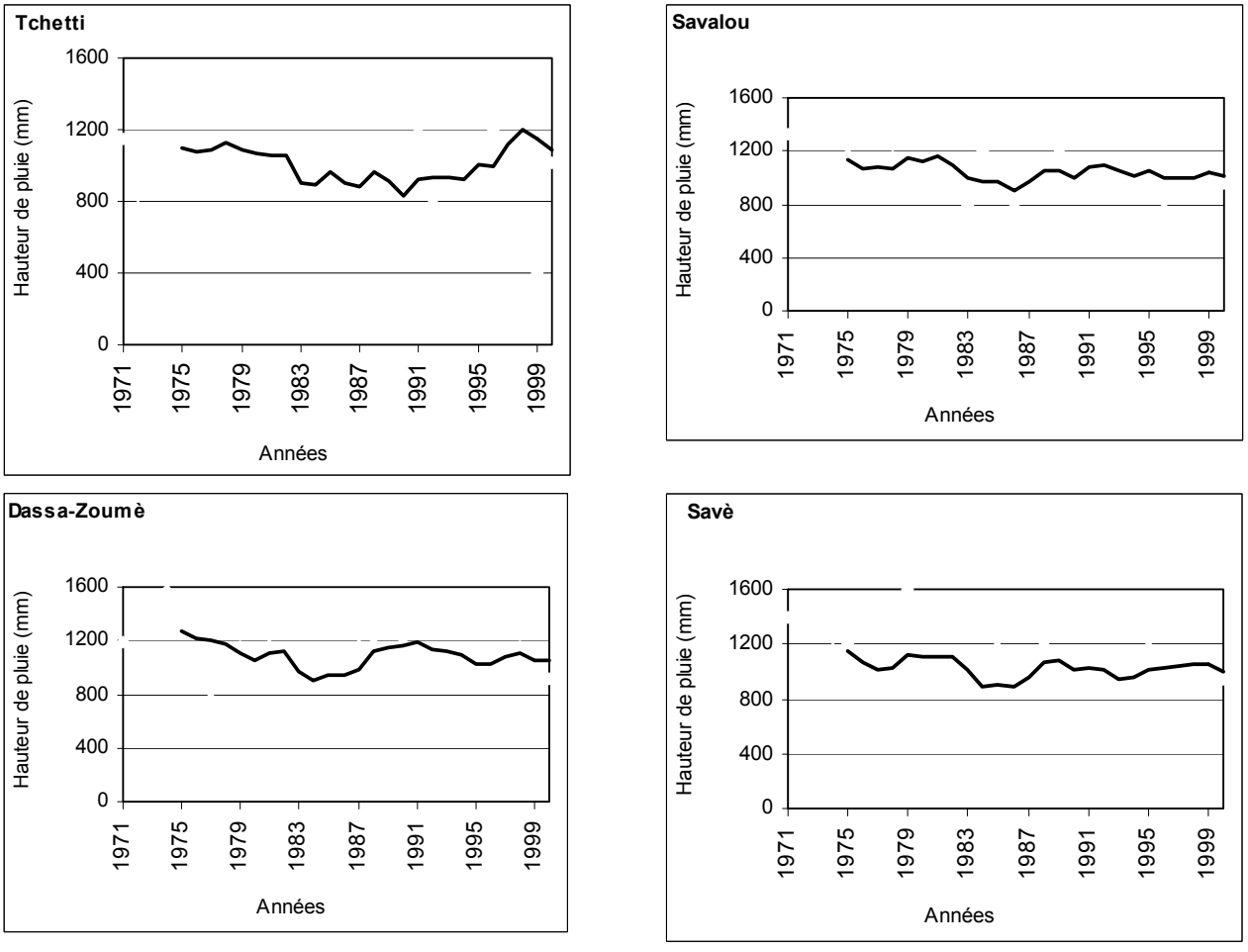
Une telle évolution globale aura assurément des incidences sur le climat au Centre du Bénin.

7-2 TENDANCE CLIMATIQUE DANS LE CENTRE DU BENIN

L'évolution des paramètres pluviométriques et thermométriques de la région d'étude est analysée sur la période 1971-2000.

7-2-1 Tendance pluviométrique

L'utilisation de la moyenne mobile lissée a permis d'analyser l'évolution de la pluviométrie dans le Centre du Bénin (figure 43).



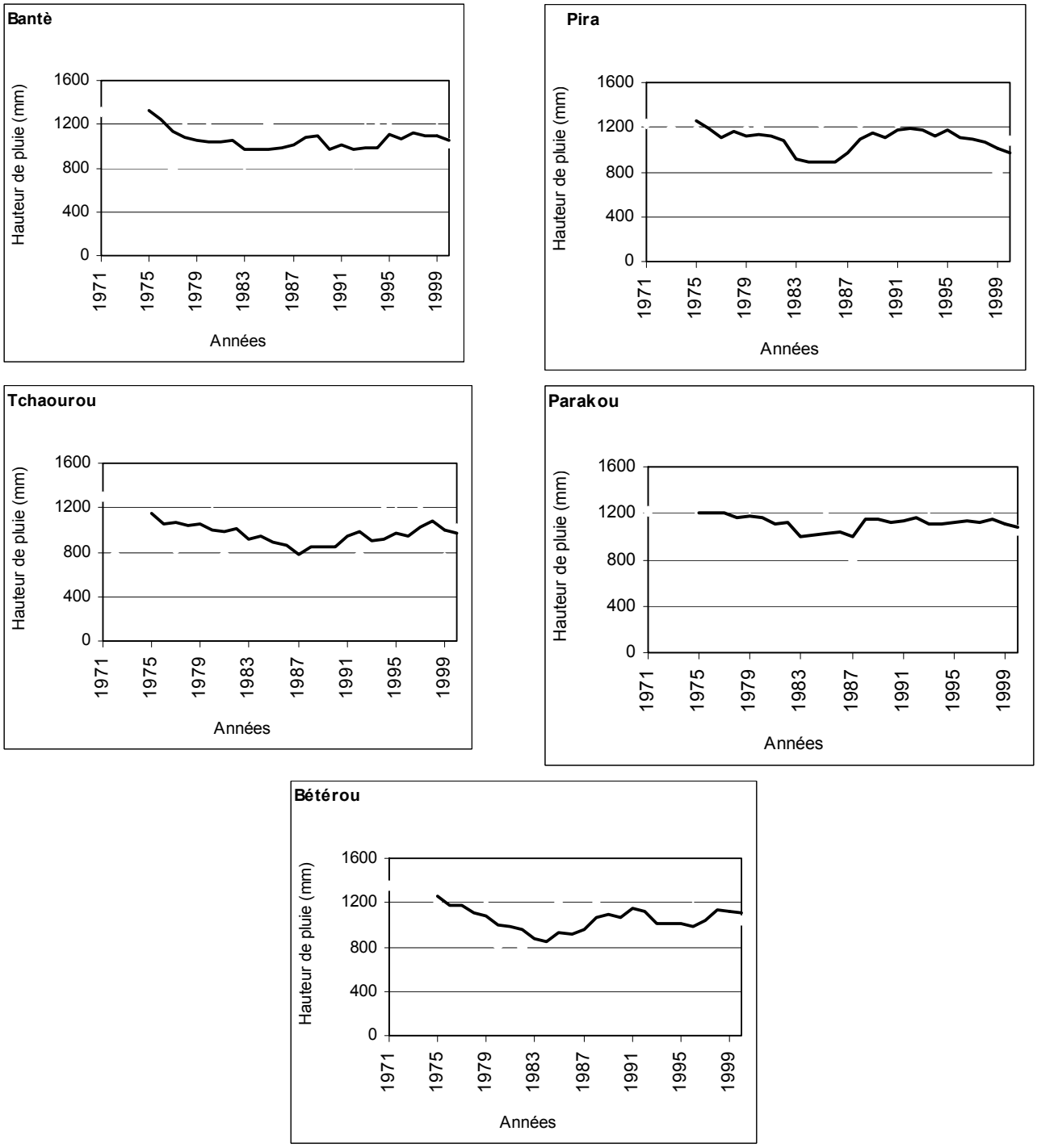


Figure 43 : Moyennes mobiles lissées sur 5 ans des totaux pluviométriques

L'analyse de la figure 43 montre que toutes les stations étudiées ont été caractérisées par une décroissance des totaux pluviométriques plus marquée au cours des décennies 1970 et 1980.

Afin de vérifier l'influence de la baisse des précipitations sur la tendance pluviométrique des stations, le test non paramétrique de Mann Kendall est utilisé et les résultats sont consignés dans le tableau XXII

Tableau XXII : Synthèse du résultat du test de Kendall sur les valeurs pluviométriques

Station	**U(t)**	α_1	α_0	**Observation**
Bantè	-0,258	0,084	0,05	**Tendance à la baisse** mais pas significative au seuil de 5 %
Bétérou	-0,094	0,232	0,05	**Tendance à la baisse** mais pas significative au seuil de 5 %
Dassa-Zoumè	-0,122	0,172	0,05	**Tendance à la baisse** mais pas significative au seuil de 5 %mais pas significative au seuil de 5 %
Parakou	-0,085	0,255	0,05	**Tendance à la baisse** mais pas significative au seuil de 5 %
Pira	-0186	0,074	0,05	Tendance à la baisse mais pas significative au seuil de 5 %
Savalou	-0,159	0,109	0,05	**Tendance à la baisse** mais pas significative au seuil de 5 %
Savè	-0136	0,146	0,05	**Tendance à la baisse** mais pas significative au seuil de 5 %
Tchaourou	-0,099	0,221	0,05	**Tendance à la baisse** mais pas significative au seuil de 5 %
Tchetti	-0,071	0,290	0,05	Tendance à la baisse mais pas significative au seuil de 5 %

Source : Traitement des données

L'analyse du tableau XXII montre qu'entre 1971 et 2000, la tendance est à la baisse dans toutes les stations (la valeur de u(t) est partout négative), ce qui est conforme à l'allure de la courbe des moyennes mobiles.

Mais le test de Kendall n'indique pas une tendance significative sur aucune station (α_1 est toujours supérieur α_0). Cette situation s'explique par la reprise (relative) de la pluviométrie au cours de la décennie 1990.

La tendance à la baisse des totaux pluviométriques est également mise en évidence par le test de Pettit (figure 44) qui met par ailleurs en évidence des ruptures de stationnarité.

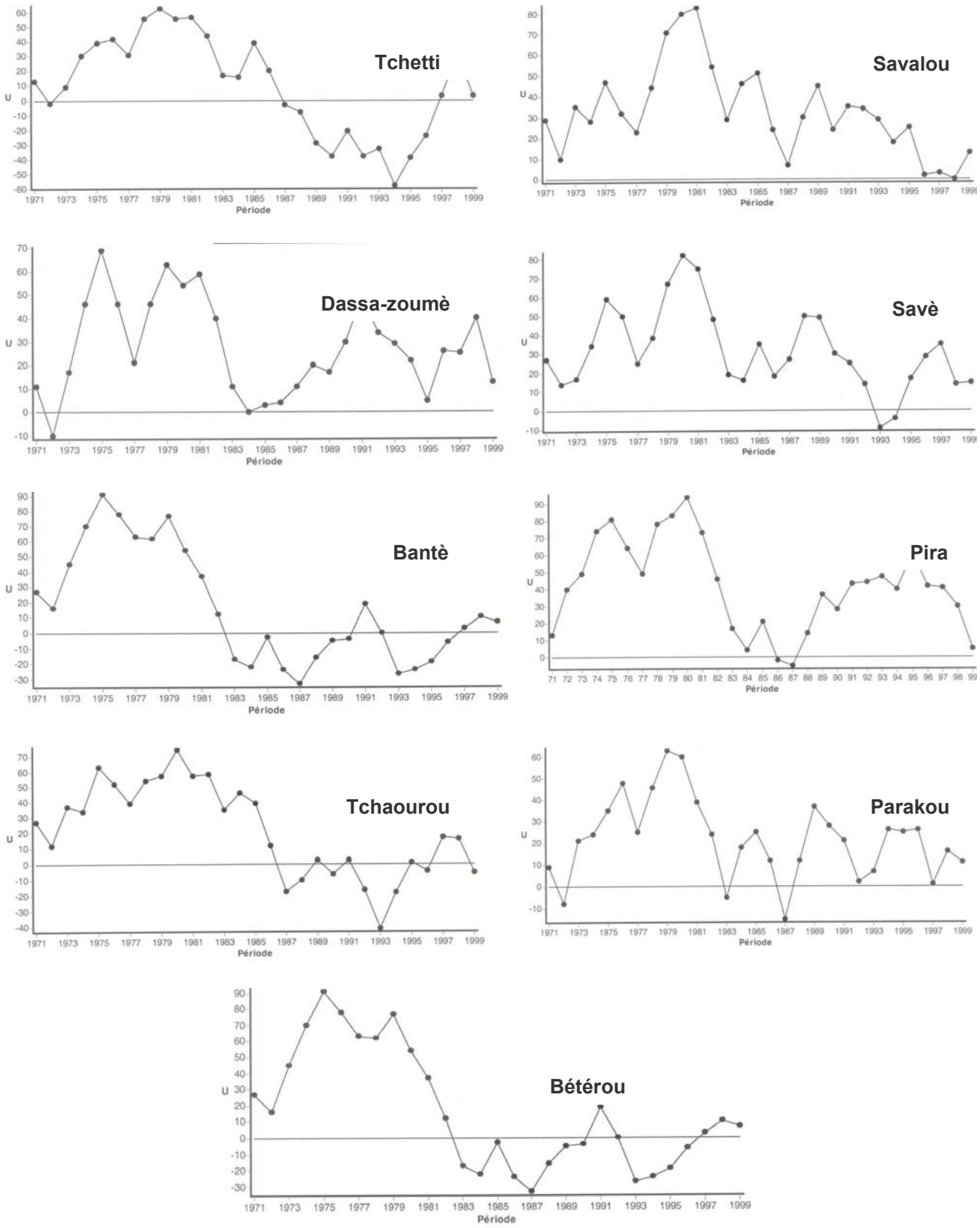


Figure 44 : Mise en évidence de la tendance pluviométrique et de rupture de stationnarité par le test de Pettit (1971-2000)

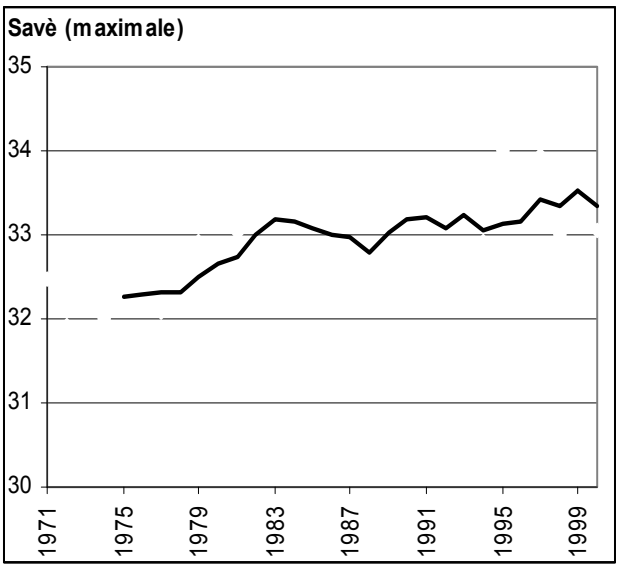
La figure 44 montre également une tendance générale à la baisse des cumulus pluviométriques annuels dans la région d'étude. Elle montre également des ruptures pluviométriques intervenues au cours de la période étudiée. La décennie 1980 notamment l'année 1987 a été plus marquée par ladite rupture.

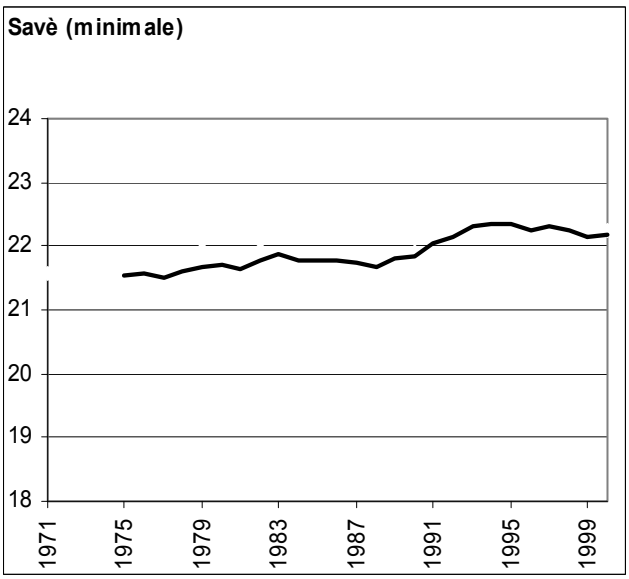
Les enquêtes de terrain ont montré l'aptitude des populations à apprécier cette tendance à la baisse des hauteurs des précipitations. En effet, 64 % des producteurs enquêtés ont affirmé que ''les pluies ne sont plus abondantes comme par le passé''. Pour ces derniers, depuis la colonisation jusqu'aux régimes des présidents Maga et Zinzou, les pluies étaient régulières et abondantes. Mais, depuis l'avènement du Président Kérékou, les années de sécheresse se sont multipliées (quoique par moments, des années d'abondance pluviométrique surviennent).

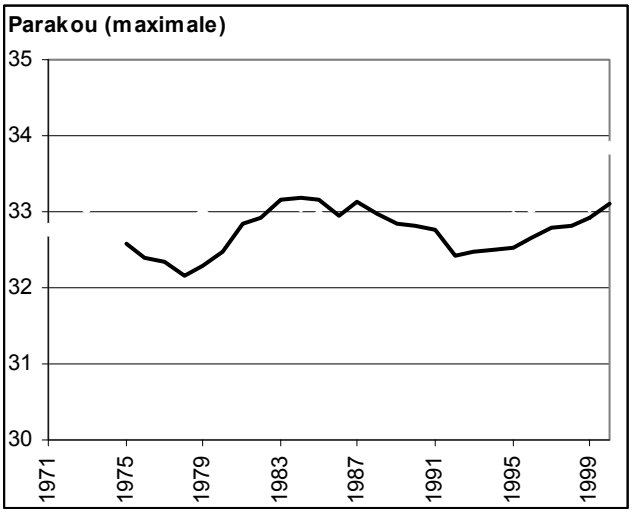
Au total, l'analyse tendancielle et les informations collectées en milieux réels indiquent une décroissance des totaux pluviométriques annuels.

7-2-2 Tendance thermométrique

L'évolution des valeurs thermométriques (minimales et maximales) au cours de la période 1971-2000, est étudiée grâce à l'utilisation de la moyenne mobile lissée (figure 45).







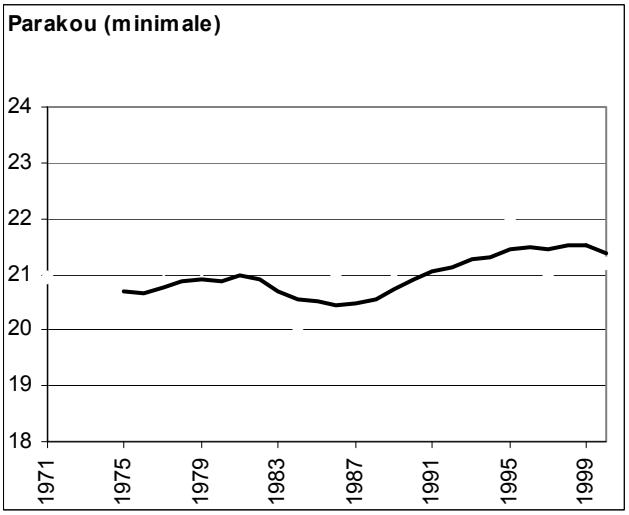


Figure 45 : Moyennes mobiles lissées des valeurs thermométriques minimales et maximales

L'analyse de la figure 45 indique d'une manière globalement, une augmentation des températures minimales et maximales dans la région d'étude ; ce qui montre que le réchauffement affecte de plus en plus cette région. Les températures minimales ont connu une augmentation plus prononcée (de 1.4°C à Savè et 1,1°C à Parakou). Quant aux températures maximales, leur augmentation est de 1°C et 0,9°C respectivement à Savè et à Parakou.

Le test de Kendall utilisé au seuil de signification de 5 % permet de décrire davantage la tendance thermométrique dans la région (Tableau XXIII).

Tableau XXIII : Synthèse du résultat du test de Kendall sur les valeurs thermiques

Station		**U(t)**	α_1	α_0	**Observation**
Savè	Minimale	0,523	0,0000	0,05	**Tendance à la hausse hautement significative** au seuil de 5 %
	Maximale	0,500	0,0005	0,05	**Tendance à la hausse significative** au seuil de 5 %
Parakou	Minimale	0 ,420	0,0005	0,05	**Tendance à la hausse significative** au seuil de 5 %
	Maximale	0,159	0,0109	0,05	**Tendance à la hausse** mais pas significative au seuil de 5 %

Le tableau XXIII montre une tendance à la hausse des températures maximales et minimales (la valeur de U(t) est toujours positive). La station de Savè est plus affectée par le réchauffement thermique (la tendance est significative) alors qu'à Parakou il n'y a que la température minimale qui a connu tendance significative.

Afin de vérifier la tendance au réchauffement thermique dans la région d'étude, le test de Pettit.est utilisé (figure 46).

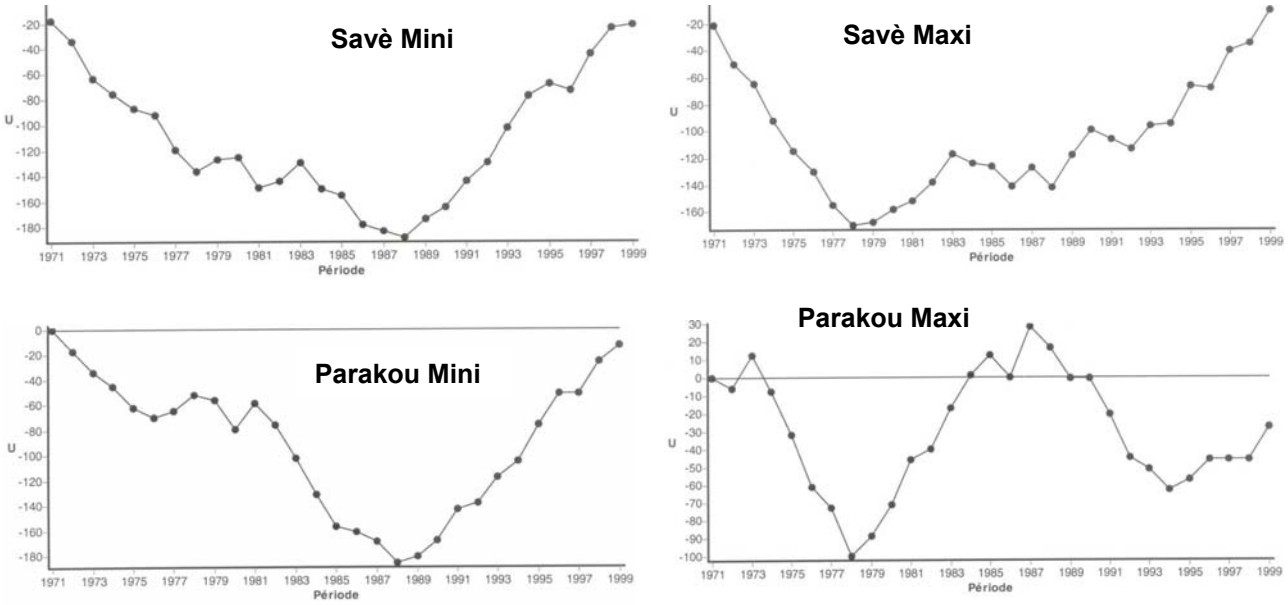


Figure 46 : Mise en évidence d'une tendance thermométrique par test de Pettit dans le Centre du Bénin (1971-2000)

L'examen de la figure 46 montre une nette tendance à l'augmentation des températures minimales et maximales dans la région d'étude. En outre, elle révèle une rupture au niveau des valeurs minimales en 1988 tandis que les températures maximales ont connu leur rupture en 1978.

La tendance à l'augmentation de températures est évoquée par 67 % des personnes interrogées et par confirmée des études à l'échelle du continent africain. En effet, IPCC (2001) a montré que le continent africain s'est réchauffé, au cours du XX^{ème} siècle, à une vitesse d'environ 0,05°C par décennie. Ainsi, les cinq années les plus chaudes en Afrique avaient eu lieu après 1988 ; 1998 et 1995 étant les deux années les plus chaudes. Il en est de même au niveau mondial où les scientifiques s'accordent de plus en plus sur la tendance au réchauffement de la planète Terre

même si les causes d'une telle tendance ne font pas encore l'unanimité. C'est ainsi que l'Organisation Mondiale de la Météorologie annonce que, depuis cent cinquante ans (la décennie 1910 a été aussi caractérisée par une hausse des valeurs thermiques), les dix plus fortes moyennes thermiques annuelles sont postérieures à 1981, et les cinq valeurs les plus importantes ont été enregistrées après 1990.

Au total, La période 1971-2000 a été marquée par une baisse des totaux pluviométriques et une augmentation de la température. Dans le contexte d'une agriculture pluviale, les plantes cultivées (dont l'anacardier) se trouvent dans conditions bioclimatiques de plus en plus difficiles. Ces tendances risquent de se maintenir au cours des prochaines décennies (Ogouwalé, 2006).

7-3 PLUVIOMETRIE ET TEMPERATURE FUTURES DANS LA REGION DE L'ETUDE

Dans le Centre du Bénin, la situation pluviométrique à l'échelle annuelle et du bimestre septembre-octobre en 2050 est indiquée dans le tableau XXIV.

Tableau XXIV : Projection pluviométrique sur 2050

	Pluies annuelles (mm)			**Pluies du bimestre (mm)**		
Stations	**Moyenne (1971-2000)**	**Valeur en 2050**	**Variation (%)**	**Moyenne (1971-2000)**	**Valeur en 2050**	**Variation (%)**
Tchetti	993	700	- 29,51	212,11	185	- 12,78
Savalou	1054	940	- 10,82	275,01	245	- 10,91
Dassa-Zoumè	1125	915	- 18,67	261,40	250	- 4,36
Savè	1040	920	- 11,54	271,20	280	+ 3,24
Bantè	1097	1005	- 8,39	266,39	290	+ 8,86
Pira	1099	1010	- 8,10	252,74	230	- 9,00
Tchaourou	1009	925	-8,33	244,87	220	- 10,16
Parakou	1160	1170	+0,86	293,63	315	+ 7,28
Béterou	1074	955	- 11,08	265,78	235	- 11,58

La pluviométrie annuelle va décroitre dans toute la région sauf à Parakou. Les stations de Tchetti et de Dassa-Zoumè seront les plus affectées par la baisse pluviométrique (respectivement - 29,51 % et - 18,67 %). Dans ce contexte, seules les stations de Parakou, Pira et Bantè enregistreront des hauteurs de pluies qui

atteindront les 1000 mm, seuil pluviométrique minimum pour un bon rendement de l'anacardier.

A l'échelle mensuelle, les mois de septembre et octobre seront globalement plus secs, ce qui traduit une fin précoce de la saison pluvieuse. Dans ces conditions, le régime pluviométrique de la région d'étude rapprocherait du climat soudanien ou tropical pur.

La température l'évapotranspiration potentielle et l'indice de stress agroclimatique vont aussi augmenter comme l'indique le tableau XXV.

Tableau XXV : Valeurs de température, de l'ETP et de l'ISA en 2050

Sous-régions		**Moyenne annuelle (1971-2000)**	**Valeur annuelle en 2050**	**Variation**
Savè	Tmoy	27,4°C	29,1°C	+ 1,7°C
	ETP	1372,9 mm	1460 mm	+ 87,1 mm
	ISA	48	58	+16,66 %
ParaKou	Tmoy	27,8°C	29,2	+1,4°C
	ETP	1590 mm	1640 mm	+50 mm
	ISA	55	62	+12,8 %

A l'échelle annuelle, la température, l'ETP et l'ISA connaîtront un accroissement en 2050 et la sous-région de Savè sera la plus touchée. Les valeurs de l'ISA seront les plus marquées (respectivement +16,66 % et +12,8 %).

Au total, les changements climatiques attendus à l'horizon 2050 se manifesteront par une tendance à la baisse des totaux pluviométriques une contraction de la saison humide et une augmentation de la température moyenne dans la région d'étude. Dans un contexte d'agriculture pluviale, ces modifications climatiques auront des conséquences néfastes sur les rendements agricoles notamment dans les pays tropicaux comme le Bénin (IPCC, 2001). En effet, une augmentation même minimale de la température provoquerait un accroissement de l'évapotranspiration potentielle (ETP), facteur dont dépendent fortement les besoins hydriques des plantes, alors que les ressources hydriques (pluviométrie) s'amenuiseront davantage.

Il importe donc d'analyser la vulnérabilité de l'anacardier en rapport avec les changements climatiques projetés.

7-4 VULNERABILITE DE L'ANACARDIER AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le scénario analogue sec et le contexte climatique extrapolé par la méthode de projection ont servi de base aux analyses, le premier étant basé sur un modèle empirique et le second fondé des estimations statistiques.

7-4-1 Scénario analogue sec

Le scénario analogue sec prévoit qu'à l'horizon 2050, les conditions climatiques de la région d'étude seront proches de celles de la décennie 1973-1983, marquée par une péjoration pluviométrique et la multiplication des années sèches généralisées (telles que 1977,1983 et 1992) et les valeurs thermométriques caractérisées par une hausse.

Dans ce contexte, l'anacardier se trouverait dans un état permanent d'indigence hydrique. Autrement dit, la hauteur minimum de 1000 mm requise ne serait pas atteinte sur plusieurs années consécutives. Selon Boko (1988), Afouda (1990), Houndénou (1999), ces années seront caractérisées par un début tardif et une fin précoce de la saison pluvieuse (une baisse pluviométrique en septembre et octobre). La saison pluvieuse s'étalerait en 5 voir 4 mois seulement (à l'instar de l'année 1977). Or, les normes écologiques pour un bon rendement de l'anacardier exigent que la saison pluvieuse dure au moins 6 mois. De plus, l'indice de stress agroclimatique annuel moyen serait plus élevé au cours des années (59 et 63 respectivement à Savè et Parakou).

Ainsi, les ressources hydriques baisseront alors que les besoins hydriques accroîtront. Dans un tel contexte climatique, le rendement de l'anacardier chutera de 15 à 20 % par rapport au rendement moyen actuel.

7-4-2 Contexte climatique projeté par la méthode statistique

Dans ce contexte climatique, le rendement de l'anacardier connaîtra une évolution telle que résumée dans le tableau XXVI.

Tableau XXVI : Rendement futur (2050) de l'anacardier à Savè et Parakou

Sous-régions	Rendement (kg/ha)	Evolution (%)
Savè	470	-23,0
Parakou	510	-14,23

Le rendement de l'anacardier se trouverait réduit de 14 à 23 % respectivement à Savè et Parakou par rapport au rendement moyen actuel.

Le Centre du Bénin sera globalement marqué par une décroissance des hauteurs pluviométriques annuelles et saisonnières (fin de la saison pluvieuse) et de la fin de la saison pluvieuse. De plus les facteurs de sécheresse (température, évapotranspiration potentielle) augmenteront. En conséquence, l'indice de stress agroclimatique tendra plus vers la valeur 100 (donc la valeur l'évapotranspiration réelle s'abaissera). Dans ces conditions, l'anacardier connaitra un déficit hydrique qui handicapera son rendement. La baisse de la pluviométrie en fin de saison sèche augmentera le déficit hydrique du sol en cette période qui coïncide avec les phases phénologiques sensibles de l'arbre.

Au total, dans un contexte de climat modifié, les conditions écologiques deviendront moins satisfaisantes pour l'anacardier et son rendement subira en conséquence une baisse significative. Or, les producteurs le cultivent pour des motifs économiques avant toutes autres considérations. Les producteurs pourraient être démotivés et même être tentés d'abandonner la production de l'anacardier. Une telle situation oblige à définir des stratégies d'atténuation adéquates. Mais avant, il convient d'analyser la réaction des différents acteurs face aux aléas climatiques actuels.

7-5 REPONSES DES ACTEURS FACE A LA VARIABILITE ACTUELLE DU CLIMAT

Les producteurs du Centre du Bénin font encore preuve de passivité devant les contraintes climatiques en ce qui concerne la culture de l'anacardier (contrairement

aux cultures annuelles où ils font preuve d'ingéniosité par le réajustement du calendrier agricole, le choix de variétés hâtives, l'utilisation des bas-fonds, etc.). En effet, à la question de savoir quelles sont les stratégies adoptées ou envisagées pour atténuer les effets des contraintes climatiques, les réponses données par les producteurs (figure 47) témoignent de leur impuissance à trouver des solutions appropriées.

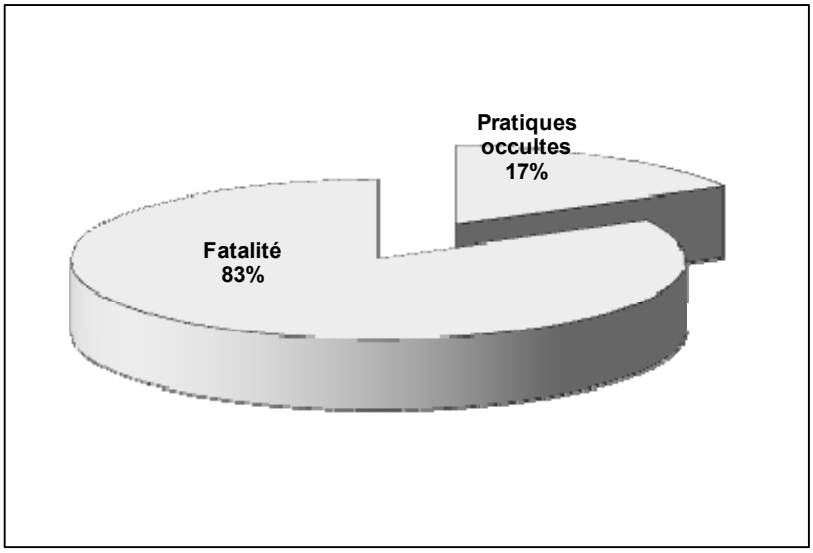


Figure 47 : Réponses face aux contraintes climatiques

L'analyse de la figure 46 montre que 83 % des producteurs ne font rien pour amoindrir les effets néfastes des aléas climatiques. Pour 46 %, la variabilité climatique relève de l'ordre de la ''Nature'' ou de ''Dieu'' et l'homme ne peut rien contre, sinon d'invoquer la clémence divine.

En ce qui concerne les agents techniques, bien qu'ils reconnaissent l'influence des paramètres climatiques sur le rendement de l'anacardier, ils n'en font pas encore une préoccupation prioritaire. Selon eux en effet, ce sont les problèmes agronomiques (choix de semences, techniques de plantation, protection phytosanitaire, etc.) qui constituent leurs principales préoccupations.

Ainsi, il n'y a pas encore de réponses adéquates de la part des acteurs face aux effets de la variabilité et des changements climatiques sur la production de l'anacardier dans la région d'étude. Or, les changements climatiques attendus à l'horizon 2050 ne feront qu'exacerber les impacts du climat sur le rendement de la

plante. Dès lors, l'avenir de l'agroforesterie basée sur l'anacardier dépendra en partie de la capacité des différents acteurs du système à prendre désormais en compte les incertitudes climatiques. Dans cette perspective, des propositions qui tiennent compte du facteur climatique, sans négliger les autres difficultés, ont été formulées.

7-6 PROPOSITIONS POUR UNE GESTION DURABLE DE L'AGROFORESTERIE A BASE DE L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN

La durabilité de l'agroforesterie à base de l'anacardier suppose des actions concertées en amont et en aval, c'est-à-dire des actions qui prennent en compte tous les acteurs impliqués dans le système. A cet effet, la création d'une Cellule Nationale pour la Promotion de la Filière Anacardier (CNPFA) s'impose. Cette cellule fusionnerait toutes les structures ou organisations actuelles. Elle pourrait être placée sous la tutelle du ministère du développement et sera constituée des représentants de tous les acteurs (Etat, producteurs, encadreurs, chercheurs, opérateurs économiques / financiers, ONGs, etc.). L'avantage d'une telle structure est de favoriser une synergie et donc une efficacité des différentes actions. Ladite cellule aurait des démembrements aux échelles départementale, communale et villageoise.

La CNPFA aura à intervenir sur plusieurs aspects relatifs l'agroforesterie à base de l'anacardier.

Au plan technique

Les difficultés techniques constituent un défi pour l'avenir de l'agroforesterie basée sur l'anacardier dans la région d'étude. A toutes les étapes de la production, des améliorations méritent d'être apportées aux pratiques actuelles. Ainsi, les démembrements de la CNPFA auront l'avantage d'avoir en leur sein des producteurs et de mieux prendre en compte leurs préoccupations. Des séances d'échanges pourront ainsi être organisées sur les savoirs empiriques et sur des innovations qui tiennent compte des spécificités physiques du milieu en vue de l'amélioration de la productivité de l'anacardier. De façon concrète, les discussions concerneront la préparation du terrain devant abriter les champs agroforestier. Il en est de même des dates ou moments plus propices de semis de l'anacardier, la qualité des graines

(sans oublier les critères d'appréciation), le mode de semis, l'espacement convenable entre les plants (densité) les cultures associées (annuelles) les plus opportunes, le suivi et la rigueur dans l'entretien.

En effet, lorsque des perfectionnements seront apportés à ces étapes citées supra, il y a de forte chance que la productivité de l'arbre croisse de façon significative avec la maximisation des avantages écologiques. Par exemple, lorsque l'écartement entre les arbres d'anacardiers tel que préconisé par les agents techniques est bien expliqué et adopté par les planteurs, il permet une association culturale plus longues. En conséquence, l'incursion des producteurs dans les formations naturelles à la quête de nouvelles terres est ralentie, ce qui constitue un gain environnemental. De même, l'adoption d'une densité raisonnable (au plus 100 arbres/ha, l'idéale étant 50 100 arbres/ha) favorise une bonne aération des plantations et une meilleure exposition à la lumière (condition d'une floraison maximale). Un tel choix évite aussi la concurrence racinaire très préjudiciable au bon rendement de l'arbre (PRRF, 2003).

Dans un contexte où les ressources hydriques (pluies) se raréfient, le choix d'un écart raisonnable permettrait à l'anacardier de bénéficier convenablement du peu de ressources disponibles et peut constituer une mesure d'adaptation aux contraintes climatiques.

De même, sur le choix des graines à semer et le mode de semis, des échanges d'expériences et de connaissances devront être faits afin d'accroître le taux de germination et d'éviter les resemis tout en tenant compte de la praticabilité du mode retenu. Afin de faciliter la vulgarisation des techniques jugées pertinentes, des champs témoins gérés par les producteurs avec le soutien la CNPFA (par le biais de ses démembrements) peuvent être créés dans chaque localité à des fins d'expérimentation. Cette approche favorisera certainement l'appropriation des différentes innovations par les producteurs. Elle permettra aussi de confronter les connaissances théoriques avec la ‘'réalité du terrain'' et procéder aux ajustements ou corrections nécessaires avant leur généralisation.

Les progrès dans le domaine technique ne peuvent être effectifs que s'ils sont soutenus par la recherche scientifique.

Au plan de la recherche scientifique

Le rôle de la recherche scientifique dans la gestion durable de l'agroforesterie basée sur l'anacardier est décisif au regard des insuffisances actuelles. Les organismes scientifiques de la CNPFA (et ses démembrements) devront donc travailler en synergie, multidisciplinarité et complémentarité, et éviter les dispersions d'énergie comme c'est le cas actuellement. Les principaux axes de recherche seront les suivants :

- **écophysiologie de l'anacardier** : Sur cet aspect, les connaissances sont encore embryonnaires au Bénin. A cet effet, des recherches scientifiques devront être menées en vue de mieux appréhender le comportement de l'anacardier face aux facteurs climatiques notamment durant les phases phénologiques. Ces recherches passent par un suivi régulier et rigoureux des arbres durant plusieurs années. Les champs témoins pourront servir de laboratoires aux chercheurs.

- **choix de semences** : La mise au point de semences hautement **productives** et adaptées au contexte béninois constitue également un enjeu. En effet, le Bénin continue d'avoir les essences les moins productives du monde et ceci doit être corrigé par le développement de nouvelles variétés plus productives. Au Vietnam, par exemple, grâce aux effets conjugués des progrès faits dans le choix des semences et de l'entretien, le rendement moyen de l'anacardier est passé en une décennie de 300 à 1000 kg/ hectare (CBCE, 2004). Il ne s'agit pas de transposer les expériences d'ailleurs, mais de s'en inspirer pour orienter les recherches en tenant grand compte des spécificités locales et des connaissances endogènes.

- **adaptation à la variabilité/changements climatiques** : L'identification des mesures d'adaptation ou de mitigation des contraintes climatiques devrait aussi faire l'objet d'une attention particulière de la part des structures en charge de la recherche scientifique. Au regard des tendances climatiques actuelles (décroissance pluviométrique, hausse des températures) les investigations devront s'orienter vers la sélection des variétés plus résistantes aux déficits hydriques. Ainsi, comme évoqué supra, l'adoption de densités raisonnables peut constituer aussi un moyen

d'atténuation des contraintes climatiques, dans la mesure où elle permet une exploitation rationnelle de la ressource disponible.

En outre, selon PRRF (2000) l'anacardier réagit à la sécheresse en écartant son système racinaire de façon latérale (horizontalement). L'écartement des anacardiers devra prendre en compte ce comportement physiologique de l'arbre. De plus, la recherche scientifique veillera à répertorier et à modéliser les stratégies de mitigation au d'adaptation aux aléas climatiques susceptibles d'être transférées dans le milieu.

- **transformation des produits** : Jusqu'à présent, il n'y a que la noix de l'anacardier qui ait une valeur économique dans le Centre du Bénin, malgré les potentialités reconnues aux autres produits (pomme, écorce, sève, bois, gomme, etc.). Ces aspects n'ont pas encore eu l'attention requise de la part des chercheurs béninois. Il importe donc d'inverser cette tendance afin d'accroitre la valeur ajoutée de l'agroforesterie à base de l'anacardier et les possibilités de création d'emplois. Ainsi, les possibilités de transformer la pomme en arôme, vinaigre etc., devront être explorées pour une valorisation plus accrue de ces sous-produits qui sont pour l'instant sans grande utilité (photo 11).

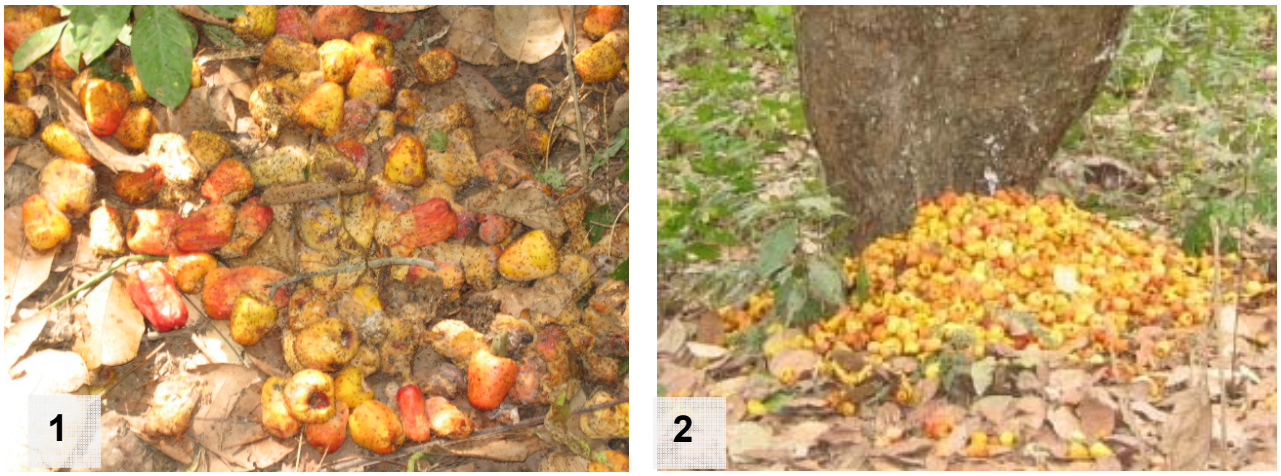


Photo 11 : Pommes d'anacardiers abandonnées et en décomposition à Bantè (1) et Tchaourou (2) Cliché Yabi, février 2006

De même, la mise en valeur du bois dans les structures d'embarcation de pêche, dans les matières d'emballage, l'utilisation de ses cendres comme engrais (K) mérite des investigations scientifiques. Le rajeunissement des plantations de plus 20 ans dépend en partie de la valorisation du bois de l'anacardier, d'autant plus qu'elle

constituera un facteur incitatif pour les producteurs. En outre, la transformation de l'écorce de l'arbre en encre indélébile devra faire l'objet d'exploration scientifique de sorte que le Bénin devient un pays exportateur de ce produit dont la valeur n'est plus à démontrer notamment lors des consultations électorales. Par ailleurs, les possibilités de récolter la gomme qui suinte de l'écorce des vieux anacardiers ou en mauvais état phytosanitaire en vue de son utilisation en substitution à la gomme arabique dans la préparation d'adhésifs, dans la fabrication de meubles, en reliure de livres devront être confirmées par la recherche scientifique. De même, l'utilisation des différents produits dans la pharmacopée populaire est un indicateur sérieux de leurs vertus médicinales.

La valorisation des sous-produits de l'anacardier constitue un vaste chantier presque vierge pour la recherche scientifique.

Les études purement économiques (coûts d'opportunité et de faisabilité) devront être faites également afin renseigner les opérateurs intéressés par cette filière.

- **constitution d'une banque de données** : La constitution d'une base de données fiables et accessibles est aussi un défi que la CNPFA devra relever. Aucune recherche scientifique n'est possible en l'absence de données crédibles et sur de longues périodes. Or, actuellement la filière anacardier est caractérisée par un manque quasi-total de données (rendement, production, superficie, informations phénologiques, etc.) consistantes. Il n'y a que des informations parcellaires gérées par plusieurs structures. Au besoin, la CNPFA pourra créer une banque de données qui aura des sous-sections au niveau de ses démembrements. Les informations issues du suivi des plantations pilotes (des champs d'expérimentation) pourront constituer les sources de données et d'informations.

Au total, la recherche scientifique est l'élément capital dans la chaîne des actions à mener en vue de la durabilité du système agroforestier basé sur l'anacardier. Mais, son efficacité dépend de la disponibilité des ressources financières mises à la disposition des structures en charge de la recherche.

Mobilisation des moyens financiers

Les travaux liés à la production, à la recherche scientifique et à la transformation locale des produits, constituent les principales activités qui devront bénéficier d'un appui financier.

La CNPFA, à défaut de financer directement les producteurs, devra jouer le rôle de facilitateur entre les producteurs et les financiers, afin que les modalités d'octroi de crédits soient plus flexibles.

En ce qui concerne la recherche scientifique, l'unité de recherche de la CNPFA se chargera de mobiliser les fonds au profit des chercheurs. Non seulement l'Etat apportera sa contribution, mais il devra, par des mesures incitatives encourager les opérateurs économiques privés à participer aux travaux de recherche scientifique. De même, la CNPFA pourra instituer un système de taxation sur les noix achetées, toujours pour soutenir la recherche scientifique sous toutes ses formes.

Quant aux activités de transformation des produits, elles méritent aussi une attention soutenue de la part de la CNPFA. Elle devra développer une stratégie qui favorise l'installation des unités de transformation artisanales ou industrielles. A cet effet, l'exemple de la politique du Vietnam paraît édifiante. Il a imposé des taxes de 4 % en 1996 et 14 % en 1997 sur l'exportation des noix brutes. Les fonds collectés ont été utilisés pour soutenir l'implantation des unités de transformation, de sorte qu'en 1998 aucun opérateur n'avait intérêt à exporter les noix brutes. Plus de 70 000 personnes ont ainsi été employées à cette campagne (CBCE, 2004).

De même, la CNPFA devra se donner les moyens pour financer la formation des acteurs impliqués dans la transformation artisanale sur la gestion d'une micro entreprise.

Toutefois, l'efficacité des systèmes de financement dépend du degré d'organisation des différents acteurs notamment les producteurs.

Organisation des paysans : un facteur décisif

''L'union fait la force'' selon un diton populaire, mais les producteurs de noix d'anacardiers de la région d'étude semblent ignorer cette réalité ou du reste, ne l'appliquent pas encore. En effet, il n'y a pas d'organisations ou associations de planteurs d'anacardiers dans la plupart des localités étudiées. Les Groupements Villageois (GV) été crés pour le coton et ne sont presque plus fonctionnels. Une meilleure organisation ou structuration des planteurs pourrait permettre :

- au plan technique, de faciliter le travail des encadreurs dans leur tâche de formation et de vulgarisation des connaissances scientifiques. Par ailleurs, des expériences et connaissances endogènes pourront être partagées entre planteurs ;

- au plan financier, d'aider les producteurs à bénéficier de crédits. Les expériences ont montré que les partenaires créanciers préfèrent des groupes organisés aux individus ;

- sur le plan commercial, les producteurs sont unanimes sur le fait que ce sont les commerçants qui, jusque là, tirent les meilleurs profits, puisque ce sont eux qui fixent à leur gré le prix de vente des noix. Formés en organisations structurées, ils pourront contrôler la commercialisation, notamment par leur participation à la fixation des prix de vente. Ils pourront ainsi ''maîtriser'' les acheteurs et exiger d'eux des taxes qui pourraient constituer un fonds de solidarité, et permettrait à la CNPFA de financer une partie de ses projets.

Au total, la mise en oeuvre des propositions formulées (figure 48) pourrait favoriser le développement durable de la pratique agroforestière basée sur l'anacardier dans la région d'étude.

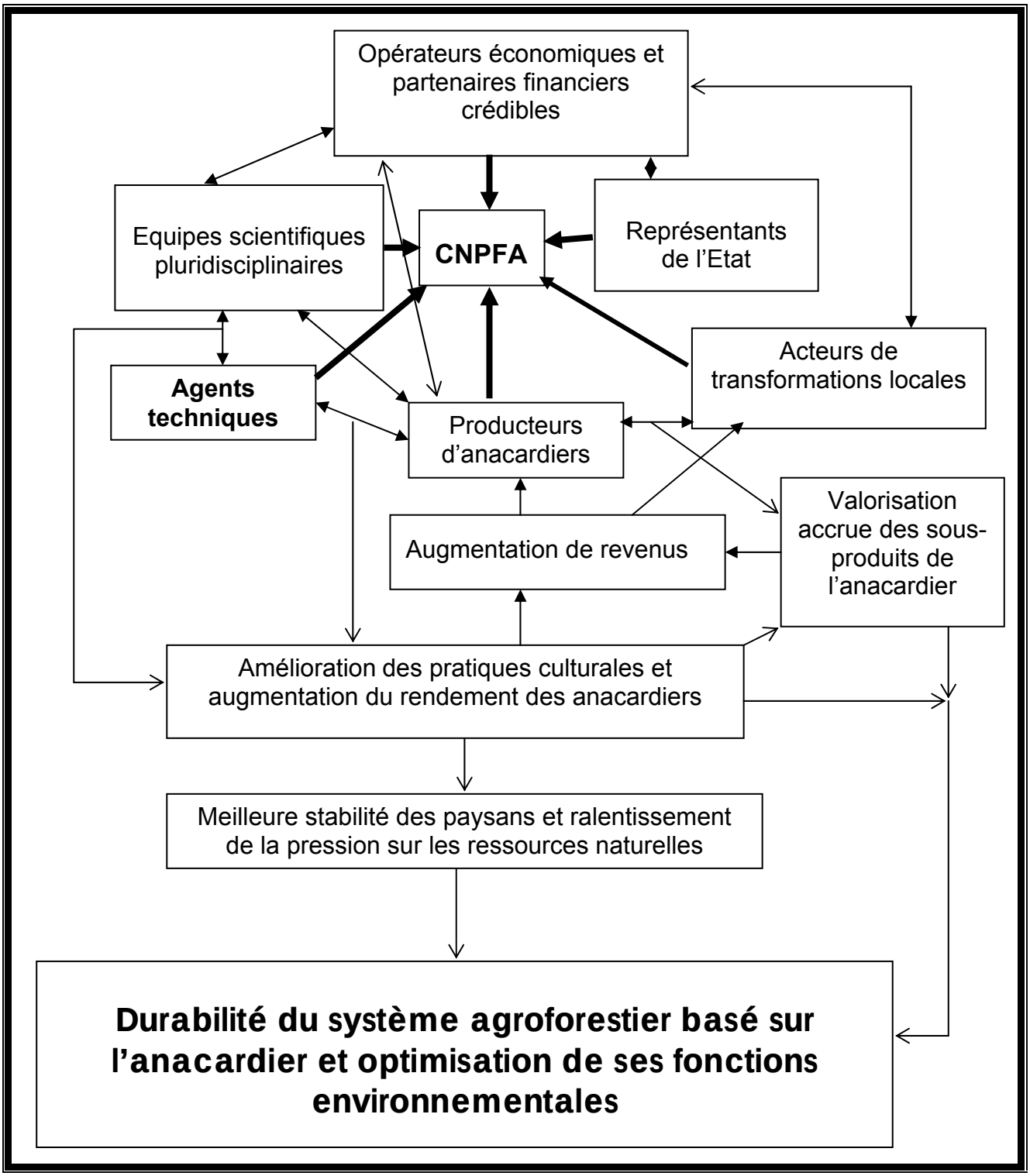


Figure 48 : Schéma de gestion durable de l'agroforesterie basée sur l'anacardier

SYNTHESE DE LA TROISIEME PARTIE

Les conditions climatiques notamment pluviométriques n'ont été toujours bonnes pour le développement de l'anacardier au regard de ses préférendum écologiques.

L'utilisation de la régression multiple a permis de constater que l'indice de stress agroclimatique et le total pluviométrique bimestriel (septembre et octobre) sont les deux variables qui influencent de façon significative le rendement de l'anacardier dans la région d'étude. Elles expliquent, à elles seules,, entre 60 et 65 % de l'information relative au rendement, respectivement à Savè et Parakou.

Les projetions montrent une baisse des précipitations et une hausse des températures et de l'évapotranspiration potentielle Cette hausse entraine une augmentation de l'indice agroclimatique, comprise entre 13 et 17 %.

Une telle tendance engenderait une perte de rendement comprise entre 15 et 20 % par rapport au rendement actuel dans le contexte du scénario analogue sec. En ce qui concerne le contexte climatique futur déterminé par le protocole statistique, la chute de rendement sera comprise entre 14 et 23 %.

Dans ces conditions et si les tendances actuelles sont maintenues, le revenu issu de la vente des noix baisserait, ce qui risque de démotiver les producteurs pour qui l'aspect économique est primordial. Les mesures de gestion préconisées recommandent l'intégration des aléas climatiques avec les autres difficultés (technique, financière, organisationnelles, etc.) dans la gestion future de l'agroforesterie à base de l'anacardier.

LIMITES DE L'ETUDE

Au terme de cette recherche consacrée à l'analyse de la pratique agroforestière basé sur l'anacardier dans le Centre du Bénin, quelques insuffisances d'ordre méthodologique sont à noter.

La détermination de la densité idéale des plantations en vue d'une gestion rationnelle des espaces agricoles, est faite en se fondant uniquement sur la surface terrienne des arbres. Or, ils cohabitent avec d'autres espèces pérennes dont il aurait fallu tenir compte. Mais le résultat obtenu (50 arbres/hectare) est identique à celui obtenu par Tandjiékpon (2005) qui a réfléchit sur la même problématique en région de savane du Bénin

Les données relatives aux rendements des noix d'anacardiers et qui ont aidé à l'analyse des effets de la variabilité climatique sur la culture de l'anacardier, ne sont étendues que sur 15 années seulement. Cette échelle temporelle est insuffisante pour tirer de conclusions valables. Mieux, elles ont été collectées directement auprès des producteurs dont la fiabilité est parfois discutable. Cette limite pourrait être palliée ultérieurement lorsqu'une banque de données émanent d'un suivi rigoureux et régulier des plantations aura été constituée.

Même si les résultats obtenus sont proches de ceux obtenus par Aïna (1996), Gagnon (1998), et Oloukoï (2004), l'évaluation des revenus financiers est essentiellement fondée sur des déclarations des producteurs (recettes, dépenses, etc.). Or, ces derniers ne disposent pas de documents comptables, ils se réfèrent à leur mémoire. C'est ce qui a justifié que la période prise en compte soit cinq campagnes agricoles seulement. L'idéal aurait été de considérer au moins dix campagnes afin d'avoir une image plus approximative des retombées financières de l'agroforesterie à base de l'anacardier. Une meilleure organisation de la filière anacarde permettra de pallier cette insuffisance.

De même, le modèle qui compare la gestion de l'espace par un paysan qui pratique l'agroforesterie, à celui qui ne pratique que la culture itinérante n'a pas intégré tous les paramètres. Dans la pratique, les paysans agroforestiers échelonnent plusieurs

plantations dans le temps. De l'autre côté, il arrive que les jachères issues système de culture itinérante évoluent progressivement vers une savane arbustive. Mais le modèle met en exergue les avantages environnementaux de la pratique agroforestière et les résultats obtenus sont en phase avec les conclusions de la plupart des travaux scientifiques antérieurs menés à l'échelle nationale (Agbahungba, 1980 ; Sinsin, 1988 ; Sokpon, 1994 ; FAO, 1995 ; Aïgbanvi, 2005) et internationale (CEPAF, 2005 ; Wala et *al.,* 2005), etc.

S'agissant du bilan hydrique et de l'indice de stress agroclimatique, les calculs sont faits comme si la région d'étude présentait une homogénéité pédologique (sol ferrugineux tropicaux uniquement). Or en réalité, même si les sols ferrugineux tropicaux sont dominants, il en existe d'autres (ferralitiques, hydromorphes). Cependant les valeurs de l'indice de stress agroclimatique obtenues (48 à Savè et 55 à Parakou) ne sont trop loin de celles trouvées par Afouda (1990) aux mêmes stations (respectivement 40 et 50). L'augmentation de cet indice peut s'expliquer par la baisse de la pluviométrie et l'augmentation de l'ETP, ce qui se traduit également par une diminution de l'évapotranspiration réelle (ETR) des plantes.

Quant à l'extrapolation de la physionomie climatique du Centre du Bénin à l'horizon 2050, elle est fondée sur la tendance de la série trentenaire 1971-2000. Même si la période de trente ans est suffisante, il n'en demeure pas moins vrai que les paramètres climatiques sont fondamentalement variables d'une année à une autre (Boko, 1988 ; Afouda, 1990 ; Ogouwalé, 2006). Dans ces conditions, toute projection climatique devient trop théorique et les résultats méritent d'être relativisés. Mais les résultats obtenus concordent avec ceux de IPCC (2001 ; 2007), Ogouwalé (2001 ; 2004 ; 2006) qui prévoient une hausse de la température et une baisse importante par endroits des totaux pluviométriques aux horizons 2050 et 2100.

En outre, les mesures de gestion durable de l'agroforesterie basée sur l'anacardier proposées n'ont pas tenu grand compte des difficultés foncières qui pourraient constituer un facteur limitant. Les futures dispositions législatives devant régir le foncier en milieu rural au Bénin aura certainement d'influence sur la production de l'anacardier dans la région d'étude. De ce point de vue, le facteur foncier devra être pris en compte dans tout projet de développement agricole.

CONCLUSION

Ce travail, qui est d'abord une étude diagnostique de la pratique agroforestière basée sur l'anacardier dans le Centre du Bénin, aborde aussi l'impact des contraintes climatiques sur le rendement de l'espèce.

Le paysage agraire de la région d'étude se caractérise de plus en plus par l'association des cultures annuelles avec des anacardiers, ce qui indique que l'agroforesterie fait désormais partie des habitudes culturales des cultivateurs.

La durée d'association varie de trois (3) à six (6) ans, ce qui freine l'incursion du producteur dans les formations naturelles à la recherche de nouvelles terres culturales. Ainsi, au terme de vingt cinq ans d'exploitation, le producteur agroforestier défriche en moyenne quatre fois moins de nouvelles terres par comparaison à son voisin qui ne pratique que des cultures annuelles. Pendant que ce dernier laisse derrière lui des superficies en jachères susceptibles de subir des dégradations irréversibles, le producteur agroforestier laisse plutôt des vergers d'anacardiers qui, non seulement protègent le sol contre l'érosion, mais l'enrichissent de litières. En plus, l'usage du bois d'anacardier comme source d'énergie participe à la réduction des ponctions faites sur les essences ligneuses naturelles par les populations. Il apparaît donc que le système agroforestier basé sur l'anacardier tel que pratiqué s'inscrit dans le cadre de la gestion durable des ressources naturelles.

Le producteur d'anacardier fait (sur la vente des noix) en moyenne un bénéfice de 78 000 FCFA/ hectare après vingt cinq années d'exploitation, ajouté à la valeur économique des cultures associées. L'importance de ce gain varie entre 20 et 60 % du revenu global du paysan et ses domaines d'utilisation sont divers (règlement des problèmes quotidiens, épargne, acquisition des biens d'équipement, amélioration de l'habitat, réalisation d'infrastructures sociocommunautaires, etc). Le système agroforestier participe ainsi à la dynamique de l'économie locale. En outre, l'implication active des femmes particulièrement dans la récolte et la transformation locale des noix, les emplois directs et indirects générés, notamment pour les jeunes déscolarisés (souvent impliqués dans la commercialisation), l'utilisation des divers produits d'anacardier dans la pharmacopée populaire, sont autant d'éléments qui attestent du rôle social de cette pratique culturale.

L’agroforesterie à base de l’anacardier participe donc à la réduction de la pauvreté financière des producteurs sans compromettre pour autant la durabilité écologique ; elle répond ainsi au souci du développement agricole durable dans la région d’étude.

L’insuffisance de suivi technique des producteurs et ses répercussions néfastes sur les modes de culture et d’entretien des plantations, le manque de financement des producteurs constituent des difficultés identifiées et qui menacent la durabilité de la pratique agroforestière. A ces facteurs humains s’ajoute un facteur naturel, il s’agit des contraintes climatiques.

Les caractéristiques moyennes du climat au Centre du Bénin au cours de la période 1971-2000 n’ont pas été en phase avec les exigences écologiques de l’anacardier. L’indice de stress agroclimatique et le total pluviométrique du bimestre septembre-octobre sont les principales variables qui ont influencé de façon significative le rendement de l’anacardier dans la région d’étude.

L’influence des aléas climatiques sur le rendement de l’anacardier a été confirmée par tous les acteurs. Les producteurs et les agents techniques ont cité les paramètres climatiques parmi les principales contraintes au développement de l’agroforesterie à base de l’anacardier. Les paysans peinent à trouver et à développer des réponses endogènes efficientes pour pallier les impacts des risques climatiques sur la production de l’anacardier.

Si la tendance climatique actuelle se maintient, d’ici 2050, l’anacardier se trouverait dans des conditions climatiques plus difficiles. Le rendement moyen de l’anacardier baisserait de l’ordre 15 et 20 % par rapport à la valeur actuelle suivant le scénario analogue sec. Suivant le contexte climatique projeté par la méthode statistique, le rendement baisserait de l’ordre de 14 et 23 %.

Les propositions formulées pour un développement durable du système agroforestier prennent ainsi en compte les aléas climatiques dans la définition des stratégies d’actions. Elles intègrent aussi les autres paramètres (technique, scientifique, structurel). A cet effet, la Cellule Nationale pour la Promotion de la Filière Anacarde

(CNPFA) et ses démembrements sont proposés dans un cadre de concertations de tous acteurs qui devront agir en synergie.

Sur le plan scientifique, les investigations méritent d'être poursuivies pour un meilleur suivi écologique de l'anacardier au Bénin. En terme de perspective des recherches futures, les réflexions porteront sur :

- un affinement de l'évaluation des effets des changements climatiques sur la quantité et la qualité des noix ;

- l'étude de l'effet des changements climatiques sur les dates de floraison/fructification de l'arbre ;

- une meilleure compréhension de l'influence du stress climatique sur l'anacardier suivant les principales phases phénologiques.

BIBLIOGRAPHIE

1 **Adégbola P.Y. et Sodjinou E.** (2003) : Analyse de la filière de riz au Bénin. Rapport définitif, PADSA-PAPA/INRAB, Porto-Novo, Bénin, 232p.

2 **Adjahosou B. S.** (2005) : Biodiversité végétale, facteur de productivité et de durabilité de l'agriculture : Cas du Département de l'Atlantique au Bénin. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH/UAC, 232p.

3 **Adjahosou D.F.** (1983) : Contribution à l'étude à la résistance du palmier à huile, *Elaeis guineenssis jacq.* Thèse de doctorat d'Etat ès Science. Unisersité de Paris VII, 203p.

4 **Adjanohoun E. et Aké Assi L.** (1967) : Inventaire floristique des forêts claires subsoudanaises et soudanaises Ann. Fac. Sc. Abijan 3. pp 9-13.

5 **Afouda F.** (1990) : L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de doctorat. Paris IV, Sorbonne. 428p.

6 **Afouda F.** (2006) Bilans de l'eau et applications agroclimatologiques dans le nord Bénin Annales de la FLASH, Université d'Abomey-Calavi, n°12 (2006), pp. 85-101.

7 **Agbahungba A. G.** (1989) : Perspectives agroforestières au Bénin. Département de la Recherche agronomique, INRAB/MDR, Cotonou, Bénin. 2p.

8 **Agbahungba G. et Depommier D.** (1989) : Aspects du parc à Karité .- Néré (Vitellaria paradoxa Gaertn. f. Parkia bigiobosa Jacq.Benth) dans le Sud du Borgou (Bénin), BFT, n° 222, p. 41- 54.

9 **Agricultural Research Institute Naliendele MTWARA** (2001) : Cashew Research Project. Summaty of achievements for the past 10 years. ARI-Tanzanie, pp. 8-11.

10 **AGRO-IND** (2002) : Diagnostic stratégique de filières agro-industrielles. Rapport du Bénin, SOFRECO, Bd Victor Hugo, France, 21p.

11 **Ahmadou I.** (1996) : Approche géo-sociologique de la gestion des ressources naturelles de la sous-préfecture de Bassila. Mémoire de maîtrise de sociologie. FLASH/UNB, 71p.

12 **Aho N. et Kossou D.K.** (1997**)** : Précis d'agriculture tropicale. Bases et éléments d'applications. Les éditions du Flamboyant, Cotonou, pp. 4-12.

13 **Ahouadi H.** (2003) : Système de collecte et qualité de noix de cajou. Formation USPP Kalalé, pp. 2-6.

14 **Aïfan Y.** (1993) : Climat et ressources en eau et développement agricole dans le

moyen-Bénin. Mémoire de DEA, Université de Borgogne, 51p.

15 **Aïgbanvi E. P.** (2005) : Etude des systèmes agroforestiers du bassin de la Bamou. Thèse d'ingénieur agronome, FSA, UAC, pp. 10-32.

16 **Aïna S.M.** (1996) : L'anacardier dans le système de production au niveau paysan : Une approche de rentabilité économique et de la gestion du terroir. Commune rurale d'Agoua, Sous-préfecture de Bantè. Thèse du Diplôme d'ingénieur agronome. FSA/UNB, 109p.

17 **Akouègninou A.** (2004) : Recherches botaniques et écologiques sur les forêts actuelles au Bénin. Thèse d'Etat es Sciences. Université de Cocody Abijan, 326p.

18 **Akpaki A.** (1993) : Population et productions agricoles dans la sous-préfecture de Bassila. Mémoire de maîtrise. DGAT/FLASH/UNB, 118p.

19 **Alain O.** (2001) : La protection et la mise en valeur des ressources du milieu rural par l'agroforesterie. Colloque sur l'agroforesterie au Québéc. Uni. de Laval, Canada. pp 1-2.

20 **Anonyme** (2000) : Summary of findings and implications for policy, research and extension efforts. Research Report n°. 42, pp 1-3.

21 **Anonyme** (2002) : Quelques informations sur le marché béninois de l'anacarde. Note préparatoire à la séance de travail du ''groupe de travail et d'échanges sur la filière anacarde'' du 16 janvier 2003, 16 p.Evin, J. 2000. Filière anacarde au Bénin. Note d'information n 1 ; Programme de Promotion du Monde Agricole Béninois (PPMAB), composantes1 et 2, MDR, Bénin, 26 p.

22 **Aogou A. S.** (1996) : ''L'arbre du mois, L'anacardier, Anacardium occidentale, famille des Anacardiacées''. Le Flamboyant n° 38 -juin 1996, pp 1-3.

23 **Appleton H. E.** (2003) : Reconnaître le savoir indigène et le mettre à profit. CRDI 2003, Document CRDI.htm.

24 **Arlaud S., Périgord M.** (1997) : Dynamique des agricultures et des campagnes dans le monde. Cedex , Paris, 247p.

25 **Aubertin C.** (2002) : "Les produits forestiers non ligneux : un outil de la rhétorique du développement durable". Natures Sciences Sociétés, 10 (2), pp.39-46.

26 **Aubréville A.** (1937) : Les forêts du Dahomey et du Togo. Bull. com. Étu. His. et scientif. Afrique occidentale française, Paris, pp 24-58.

27 **Azam-Ali S. H., Judge E. C.** (2001) : Small-scaie cashew nut processing. ITDG Schumacher, pp. 3-7.

28 **Baumer M.** (1990) : Agroforesterie pour les zones sèches africaines, BFT, 1990. - n. 225, p. 55- 64.

29 **BDPA-SCETAGRI** (1995) : Etude des filières maïs, niébé, anacarde et piment au Bénin. MDR. Cotonou, Bénin, pp 2-8.

30 **Bene J.G.** (1977) : Trees, food and people: land management in the tropics, Ottawa, CRDI.

31 **Bérard L. et Marchenay P.** (1994) : "Ressources des terroirs et diversité bioculturelle : perspectives de recherche", Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, numéro spécial "Diversité culturelle, diversité biologique", XXXVI (2), , pp.87-91.

32 **Bergonzini C. et Freycon V.** (1991) : Introduction à l'expérimentation forestière et agrofdrestière ? Document provisoire CILSS/FAO/IUFRO, 156 p., diffusion CTFT.

33 **Bernard C., Oualbadet M., Quattara N. K. et Peltier R.** (1995) : Parcs agroforestiers dans un terroir soudanien : cas du village de Dolékaha au Nord de la Côte d'ivoire, BFT, 1995.- n. 244, p. 25-42.

34 **Berthelot E.** (1993) : Gestion de l'arbre dans les exploitations du Buyenzi, Burundi. Mémoire DAT-CNEARC-ESAT, Montpellier, 64 p.

35 **Besse F., Sarrailh J. M. et Tassin J.** (1997): Conservation des sols et agroforesterie, BFT, 1997. - n. 252, pp. 30- 33.

36 **Bhumibhamon S. (ed) et Latimer W.** (1994) : Growing multipurpose trees on small farms. 1994, Ed. 2, li + 315 p.

37 **Biaou G.** (1995) : Agriculture durable, que recouvre-t-elle ? Quelques points de vues contradictoires : Communication au symposium général du RESPO, IITA-Cotonou, Bénin.

38 **BM** (1997) : Pour un développement écologiquement durable en Afrique Subsaharienne. Washington, pp 1-2.

39 **BOKO M.** (1984) : Réflexion à propos de l'anomalie pluviométrique du Golfe de Bénin. 25ème Congrès International de Géographie. UGI. Actes du Symposium N 23 "climatologie Tropicale et Etablissements Humains" Centre de Recherches de Climatologie, Dijon, France.

40 **Boko M.** (1988) : Climats et communautés rurales au Bénin, rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse de doctorat d'Etat. Dijon, Université de Bourgogne, 2 volumes, 608p.

41 **Bokonon-Ganta E.** (1987) : Les climats de la région du Golfe du Bénin. Thèse de Doctorat du 3ème cycle. Institut de Géographie, Université de Paris-Sorbonne, Paris, 248 p + annexe.

42 **Bonkoungou I.** (1994) : Agroforesty parklands of west African semi-arid semi arid lands. Conclusions recommendations of an international syposium. ICRAF-SAWA, Ouagadougou, 18p.

43 **Bonneville J. et Demers N.** (2005) : Recherche en agroforesterie et développement au Sahel De nouveaux objectifs pour poursuivre une collaboration fructueuse. Sahel Agroforesterie (ICRAF et Université de Laval), n°4, 8p.

44 **Brochet P. et Gerbier N.** (1975) : L'évapotranspiration : aspects agrométorologiques : Evaluation pratique de l'ETP. Monogr.-Météo Nat. n° 65. 67 p.

45 **Brou Yao T., Servat E. et Paturel J.E.** (1998) : Activités humaines et variabilité climatique : cas du sud forestier ivoirien Abidjan, Côte d'Ivoire, pp. 1-7.

46 **Brunck F. et Fabre J. P.** (1970) : Note sur Analeptes trif asciata Fabricius, coléoptère cérambycide, grave ravageur d'Anacardium occidentale en Côte d'ivoire, Cameroun, 4-7 novembre 1995; BFT, 1996. - n. 248, pp. 70-72.

47 **Brunet-Moret Y. et Roche M.** (1975) : Persistance dans les suites chronologiques des précipitations annuelles. *Cah ORSTOM hydrol* 1975 ; XII pp. 147-65.

48 **CARDER Atacora** (1991) : Rapport Annuel 1990 – 1991 pp 5-6.

49 **CARDER Borgou** (1989) : Caractéristiques socio-économiques de la province du Borgou. Pp. 5-8.

50 **CCI** (2002) : Rapport de la réunion régionale sur le développement des exportations de noix de cajou d'Afrique. Cotonou, Bénin. 19 p.

51 **CCL** (1994) : National cashew tree population survey, final report. Nairobi: Capricorn Consultants Limited , pp 1-2.

52

53 **CEPAF** (2005) : Importance des produits forestiers non ligneux pour les ménages agricoles de la région de Thiès, Sénégal. Publication du CEPAF, pp 11-37.

54 **Chadha Y.R.** (1985) : The wealth of India. Raw materials Volume I: A. (Revised). CSIR, New Deihi, India: Publications and Information Directorate, pp, 8-9.

55 **Chauveau J.-P.** (1999) : Cormier-SALEM M.-C. et Mollard E. L'innovation en agriculture : questions de méthodes et terrain d'observation, Éditions de l'IRD, Paris, pp 24-38.

56 **CIFRED** (2004) : Agriculture durable et gestion des ressources naturelles. Université d'Abomey-Calavi, CPU, 180p.

57 **CIRAD** (1989) : Les essais d'agroforesterie au Nord-Cameroun. Mars 1989. CTFT, pp 8-11.

58 **CIRAD** (1995) : Agroforestry for natural resource management and food production in the sahel : a research strategy. Nairobi (Kénya). 25p.

59 **CIRAD** (2001) : Services économiques fournis par les systèmes agroforstiers dans les pays sous-développés. CIRAD, Paris, 11p.

60 **CIRAF** (1983) : An environmental data base for agroforestry, par Anthony Young. Document de travail N° 5. Nairobi, International Council for Research in Agroforestry, pp 7-9.

61 **CMED** (1988) : Notre avenir à tous, Éditions du Fleuve / Les publications du Québec, Montréal, 434p.

62 **Codjia C.L. et Gnaha P.** (1993) : Dynamique des paysages des forêts classées de Toui et de Kilibo. Mémoire de maîtrise de géographie. FLASH-UNB, 96p.

63 **Combe J. et Budowski G.** (1979) : Classification of agroforestry techniques. Séminaire sur les systèmes agroforestiers en Amérique latine. Turrialba. Costa Rica, CATIE, pp 3-9.

64 **Corse J.** (1962) : Les plantations de Darcassou (Anacardium occidentale) au Siné Saloum, BFT, 1962.-n. 86, p. 19-26.

65 **CTCS** (1993) : in formation package on cultivation, processing and marketing 0f cash ews. St Michael, Barbados, Caribbean, pp. 1-2.

66 **Daane J.R.V. et Mongbo R.L.** (1991) : « Peasant influence on development projects in Benin : a critical analysis » Genève-Afrique vol 29, n°2 : pp. 49-76.

67 **Dagnelie P.** (1998) : Statistique théorique et appliquée: Tome 1 : statistique descriptive et bases de l'inférence statistique. Paris et Bruxelles, pp 15-24.

68 **DDC** (2001) : La problématique de !'intercommunalité dans le fonctionnement des communes béninoises. ONASA 2001, pp I22-130.

69 **De Foresta H. et Michon G.** (1994) : Pratiques agroforestières et conservation de la diversité biologique des forêts tropicales : (exemples indonésiens), Office de la recherche scientifique et technique outre mer, Diversité biologique et systèmes forestiers, Paris, France, 3p.

70 **Dhonneur G.** (1979) : Traité de météorologie tropicale, application au cas particulier de l'Afrique occidentale centrale, 151p.

71 **Dia A.** (1991) : Contribution à l'étude des plantes alimentaires et médicinales de Kissane, village serrer de la région de Thiès. Thèse de Docteur en Pharmacie, Université Cheikh Anta Diop (Faculté de Médecine et Pharmacie), Dakar, 99p.

72 **Diabaté G.** (2002) : Analyse du secteur de l'anacarde situation actuelle et perspective de développement. Rapport de consultation. RCI, Abijan. 34 p.

73 **Djémélé E. et Adabouko L.** (1999) : Production et commercialisation de la noix de cajou en République du Bénin. Mémoire de maîtrise es Sciences économiques, FASJEP/UNB, 63p.

74 **Domergue M., Garcia D.E., Cortazar I., Séguin B., Brisson N. et Ripoche D.** (2003) : Le réchauffement récent du climat en France et ses conséquences sur l'agriculture. XVI e colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Varsovie (Pologne), 10 au 14 septembre 2003. Actes édités par K. Blazejczyk et A.B. Adamczyk, Acad. Pol. Sci., doc.geogr.nr 39, 85-88.

75 **Dugué P. (2001)** : Dynamique de plantation et durabilité des écosystèmes de cultures pérennes en zone de savane de Côte d'ivoire. Conférence internationale sur l'avenir des plantes pérennes : Investissement et durabilité en zones tropicales humides. Yamoussokro, 14 p.

76 **Eggli A.** (1985) : La conservation des sols à l'aide des méthodes agroforestières : le cas du Rwanda. Bull. Recherche Agron. de Gembloux Belgique 20(4), pp. 561-587.

77 **Enabor E.** (sans date) : Perspectives et limitations socio-économiques des systèmes taungya. Département de l'aménagement des ressources forestières, Université d'ibadan, et institut international d'agriculture tropicale, pp 1-4.

78 **Essouman H.** (1991) : Etude sociologique de quelques facteurs de la dégradation des ressources naturelles: cas de Ouèssè. Thèse d'ingénieur agronome. Abomey/Calavi : FSA/UNB, 91p.

79 **FAO** (1988) : Traditional food plants. FAO Food and Nutrition Paper, No. 42, xi + 593 p.

80 **FAO** (1988) : Traditional food plants. Food and Nutrition Paper, n° 42, XI, 593 p.

81 **FAO** (1991) : La mise au point d'un système d'exploitation agricole durable. Rome, pp1-4..

82 **FAO** (1991) : Les plantations à vocation de bois d'œuvre en Afrique intertropicale humide, Rome, 23p.

83 **FAO** (1992) : Programme International de Conservation et Restauration des Terres en Afrique. Etude de cas : Bénin, Rome. pp 5-9.

84 **FAO** (1995) : Les parcs agroforestiers en Afrique subsarienne. Rome, 258p.

85 **FAO** (1995) : Evaluation des ressources forestières 1990 - Pays tropicaux Rome, 153 p.

86 **FAO** (1995) : Forêts tropicales humides. Rome, pp 15-26.

87 **FAO** (1997) : World Agriculture Database Rome, pp 6-18.

88 **FAO** (2001) : Approche participative, communication et gestion des ressources forestières en Afrique subsaharienne. Rome, pp 7-11.

89 **Ferry O.** (1991) : Analyse simplifiée de la problématique de conservation des sols à Kinyami (Rwanda), AFVP, 1991, in Bull. du Réseau Érosion, pp 7-11.

90 **Filleron J-C.** (1990) : Potentialités du milieu naturel, densités de population et occupation du sol dans le Nord-Ouest ivoirien. in "La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest". (AUPELF, Coopération Française, UICN, ORSTOM et ENDA-TM), Documentation Française & Presses Universitaires de Dakar, Paris & Dakar, pp. 253 – 263.

91 **Floquet A. and Mongbo R.** (2000) : "Production de connaissances et de consensus pendant les MARP et au-delà". In: Lavigne Delville et al. (eds) Les enquêtes participatives en débat. Karthala/Gret/Icra, pp 5-9.

92 **Fontaine B.** (1981) : Pluviométrie soudano-sahélienne et dynamique atmosphérique sur l'Afrique occidentale et l'Atlantique du Nord : essai sur la variabilité physionomique et génétique d'une zone limite. Thèse de doctorat de 3ème cycle, Université de Bourgogne, Dijon, France, 166p.

93 **Fontaine B.** (1985) : La variabilité des précipitations en domaine Sahélien, et ses connexions avec la circulation atmosphérique Africaine et Atlantique. Cahiers du C.R.C n° 11, Dijon, France pp. 85 - 251.

94 **Fotsing J.-M. et Huaman D.** (2002) : "Impact des activités futures d'Ariane V sur l'environnement humain et naturel". Phase 1 : Bilan des acquis. Rapport d'étape du contrat de consultance institutionnelle IRD-CNES, Orléans, 28p.

95 **Franquin P.** (1968) : Analyse agroclimatique en régions tropicales : saison pluvieuse et saison humide. Cah. ORSTOM, sér. Biol., n°9, pp. 15-24

96 **G T E F A B** (2002) : compte rendu de la 9è réunion, Cotonou, Bénin 4 p.

97 **G T E F A B** (2002) : Quelques informations sur le marché béninois de l'anacarde. Note préparatoire à la séance de travail du 16 janvier 2003, pp. 4-6.

98 **Gagnon B.M.** (1998) : Etude de la filière anacarde au Bénin. Programme « entreprenariat Bénin » Bénin. Rapport définitif, 87p.

99 **Ganichot, B**. (2002) : Evolution de la date des vendanges dans les Côtes-du-Rhône méridionales. 6émes Rencontres Rhodaniennes. Ed. Institut Rhodanien. Orange, France, pp. 38-41.

100 **García de Cortázar I. A., Brisson N. et , Seguin B.** (2005) : Estimation de l'impact du changement climatique sur les résultats agronomique de la vigne avec le modèle STICS. Unite Climat Sol Environement, INRA, Site Agroparc, domaine St-Paul, F-84914, Avignon cedex 9, France, 9p.

101 **Garrett H.E., Rietvield W.J. et Fisher R.F.** (2000) : North American Agroforestry : An Integrated Science and Practice. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, Etats-Unis. 402 p.

102 **Gbaguidi A.** (1999) : L'économie de l'anacarde au Bénin. Mémoire de maîtrise de

Géographie. FLASH-UNB, 90 p + annexe.

103 **Giffard P.L.** (1974) : L'arbre dans le paysage sénégalais : sylviculture en zone tropicale sèche. Centre Technique Forestier Tropical, Dakar, pp 4-11.

104 **Glin L.** (2000) : Pour une gestion participative durable des ressources naturelles au Bénin : étude de la viabilité des groupements forestiers de la forêt classée de Tchaourou-Toui-Kilibo. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA-UNB, pp 38-55.

105 **Gonni S. G.** (2002) : Le rôle de l'anacardier dans le développement socio-économique dans le Département de la Donga. Mémoire de maîtrise de Géographie, Université d'Abomey-Calavi, pp, 21-49.

106 **Goujon P., Lefebvre A., Leturcq P., Marcellesi A. P. et Praloran J. C**. (1973) : Etudes sur l'Anacardier ; BFT, 1973.-n. 151, p. 27- 53.

107 **Grégoire J.M.** (2003) : "Caractérisation de la dynamique des feux et de l'évolution du couvert végétal dans le Parc du W : Burkina Faso Bénin et Niger". Rapport d'expertise Projet européen ECOPAS W, 64p.

108 **Grigon C. et Passeron J.C.** (1989) : Le savant et le populaire, Paris, Gallimard/Le Seuil, 260p.

109 **Gueye B. et Schoonmaker-Freudenberger K.** (1991) :, Introduction à la méthode accélérée de recherche participative (Marp ; Rapid Rural Appaisal), quelques notes pour appuyer une formation pratique, Londres, IIED. 70 p.

110 **Guijt I. et van Veldhuizen L.** (1998) : Quels outils pour l'agriculture durable ? analyse comparée des méthodes participatives, Programme Zones Arides, Dossier n°79, Londres, IIED, 36p.

111 **Gupta R.K.** (1993) : Multipurpose trees for agroforestiy and wasteland utilisation. 1993, XV, 562p.

112 **Herzog F.** (1994) : Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Côte d'Ivoire. In Agroforestry systems (Agrofor. syst.), vol. 27 n° 3, pp 259-267.

113 **Hodja H., Lubès H., Sabatier R., Servat E. et Paturel J.E.** (1996) : Etude spatio-temporelle de données pluviométriques XIIème Journées Hydrologiques de l'ORSTOM Montpellier, pp, 1-7.

114 **Houinato M. R. B.** (2001) : Phytologie , écologie, production et capacité de charge des formations végétales pâturées dans la région des monts Kouffè. Thèse de doctorat. Université Libre de Bruxelles, 219p. + annexe.

115 **Houndénou C.** (1992) : Variabilité pluviométrique et conséquences socioéconomiques dans les plateaux du bas-Bénin (Afrique de l'ouest). Mémoire de DEA. URA 909 du CNRS ''climatologie tropicale''. Université de Bourgogne. 2 volumes, Dijon, 90p.

116 **Houndénou C.** (1999) : Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide, diagnostic et modélisation. UMR 50 80 du CNRS, climatologie de l'espace tropicale, 341 p.

117 **Houssou P., Montcho M., Codjo T. et Amonsou E.** (2004) : Diagnostic sur les technologies de transformation de la pomme et de la noix cajou au Bénin pp 3-9.

118 **Houssou S. C.** (1998) : Les bioclimats humains de l'Atacora (nord-ouest du Bénin) et leurs implications socio-économiques. Thèse de doctorat nouveau régime, Université de Bourgogne, Dijon, 322p.

119 **Imorou K.M., Akpovi C. S., Viyégbé C. A. et Bibi C.** (1996) : Filière anacarde : étude de l'opportunité d'une valorisation dans le Zou-Nord, CIDR, France-Bénin, 90 p.

120 **INRAB** (1995) : Fiches techniques sur les sols et les essences forestières. IN RAB, édition 1995 ; 68 p.

121 **INRAB** (1995) : Filière anacarde au Bénin, document provisoire. MDR, Cotonou. 35 p.

122 **INRAB** (1995) : Plan Directeur de la Recherche Agricole du Bénin Volume1. Politique Nationale de Recherche Agricole, INRAB. Cotonou, pp. 4-11.

123 **INRAB** (1996) : Plan directeur de la recherche agricole du Bénin. Vol 2-. Première partie. Plan de développement à long terme. ISNAR, 1996; 154 p.

124 **INRAB** (1997) : Diagnostic global/gestion des ressources naturelles. Cellule Gestion de terroir. Cotonou, Bénin, pp 12-16.

125 **INRAB** (1999) : La filière anacarde dans l'Atacora et la Donga. MDR Cotonou, 32p.

126 **INRAB** (2005) : Mieux produire l'anacardier au Bénin, Cotonou, Bénin, 63 p.

127 **INRAB** (1996) : Etude sociologique pour l'aménagement concerté et intégré des massifs forestiers d'Agoua, des monts Kouffè et de Wari-Maro. MDR, Cotonou 83 p.

128 **INSAE** (2003) : Troisième recensement général de la population et de l'habitation : quelques résultats; 9 p.

129 **IPCC** (1997) : Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Evaluation de la vulnérabilité. Rapport spécial du Groupe de travail II, 27 p.

130 **IPCC** (2000) : Scénarios d'émissions. Rapport spécial du Groupe de travail III, 27 p.

131 **IPCC** (2001) : Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'Evaluation de la vulnérabilité en Afrique. Island Press, Washington.

53p.

132 **IPCC** (2007) : 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, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 p.

133 **Issa M. S.** (1995) : Impacts potentiels d'un changement climatique dû au doublement du CO2 atmosphérique sur l'agriculture en République du Bénin. Mémoire de DESS. Université Senghor d'Alexandrie. 113 p.

134 **Janicot S.** (1990) : Variabilité des précipitations en Afrique de l'Ouest et circulations quasi-stationnaire durant un phase de transition climatique. Thèse de Doctorat d'Etat, université de Paris VI, France, 600 p.

135 **Janicot S. et Fontaine B.** (1993) : L'évolution des idées sur la variabilité interannuelle en Afrique Occidentale. Métorologie, V^{ème} série, n°25, pp. 69-82.

136 **Jayaweera D. M. A.** (1981) : Medicinal Plants (indigenous and exotic) used in Ceylon. Part I. Colombo, Sri Lanka: The National Science Council of Sri Lanka, pp. 64-65.

137 **Johnson D. V.** (1973) : The botany, origin, and spread of the cashew, Anacardium occidentale L. Journal of Plantation Crops, 1: pp 1-7.

138 **king K. F. S.** (1979): Agroforestry and fragile ecosystems: soil research in agroforestry. Kenya, ICRAF pp 2-5.

139 **Koudokpon V.** (1992) : Pour une recherche participative : stratégie et développement d'une approche de recherche avec les paysans au Bénin. Institut National de Recherches Agricole du Bénin (INRAB) et Institut Royal des Tropiques (KIT), Pays-Bas, pp. 4-6.

140 **Lacroix E.** (2000) : Les anacardes et les noix de Cajou à Bassila, au Bénin. LUSO-CONSULT-PRRF, Cotonou, Bénin, 38p.

141 **Lakoussan A. G. A.** (2002) : Commercialisation de l'anacarde au Bénin, 4 p.

142 **Lasier J., Getahun A. et Velez M.** (1999) : Intégration de la production animale dans l'agroforesterie. Programme petits ruminants, Centre international de l'élevage pour l'Afrique, et Institut international d'agriculture tropicale, pp 1-3.

143 **Lazareff G.** (1993) : Vers un écodéveloppement participatif, Paris, L'Harmattan, pp 5-11.

144 **Lazareff G. et Arab M**. (2002) : Développement local et communautés rurales, Approches et instruments pour une dynamique de concertation, Paris, Karthala, pp. 6-12.

145 **Le Barbé L.** (1993) : Les ressources en eaux superficielles de la République du

Bénin. Collection Monographies hydrographiques n°11, ORSTOM, Paris, 540p.

146 **Le Roux P.** (2000). Expertise du programme anacardier, Volet Filières Agricoles. Rapport définitif, CNEARC, Montpellier, France, 130 p.

147 **Leakey R.** (1996) : Definition of agroforestry revisited. Agroforetry Today, pp. 5-7.

148 **LECREDE** (1996) : Récession pluviométrique et mutation socioéconomiques dans le Département du Zou. Coopération interuniversitaire, Bénin-Dijon. UNB/FLASH/DGAT/LECREDE 52 p + annexe.

149 **Lefebvre A.** (1966) : Technologie et culture de l'Anacardier à Madagascar, BFT, 1966.- n° 108, p. 21-41.

150 **Lemaître P., Bediye P. et Ahouadi H.** (2004) : Diagnostic global de la filière anacarde au Bénin. MAEP, PADSE. Rapport final, pp, 4-11.

151 **Leroux M.** (1983) : Le climat de l'Afrique tropicale. Thèse de doctorat d'état. Université de Bourgogne, Dijon, 3 volumes, 1427 p.

152 **Lo M.** (1994) : Paysage et utilisation de l'espace : la dégradation des milieux naturels en Pays sereer (Sénégal) (THIES ND-28-XIV à 1:200 000). Thèse de Doctorat d'Université (Géographie Physique), Université Louis Pasteur (UFR de Géographie & CEREG) et ORSTOM (UR 3J), Strasbourg, 347 p.

153 **Loset J. et Mathieu C.** (1997) : Dictionnaire de science du sol. Paris, 407 p.

154 **Lovenstein H., Zohar R. Y. et Aronson J.** (1987) : Water-harvesting based agroforestry in the arid regions of Israel. Meteorology and Agroforestry, International Workshop on the application of Meteor. to Agroforestry Systems Planning and Managment, pp 241-244.

155 **LSSEE** (1982) : Notice explicative sur les cartes d'aptitudes culturales du Bénin. Etude n°251, Cotonou, Bénin.

156 **Lubes H., Masson J-M., Srval E., Parturel J-E. et Kouamé B.** (1994) : Caractérisation de fluctuactions dans une série chronologique par l'application de tests statistiques, études bibliographiques. Programme ICCARE, ORSTOM, rapport n°3, 21 p.

157 **Lundgren B. O. et Raintree J. B.** (1982) : Sustained agroforestry. In Nestel, B. (éd.) pp. 37-49.

158 **Lundgren B. O. et Young A.** (1992) : Land use management in relation to soil conservation and agroforestry. *In Kebede T. and Hurui H. (ed.), soil conservation for survival*, chap 14 pp. 143-155.

159 **Madické N.** (1991) : Le rôle des arbres dans les systèmes de production et de consommation des populations rurales du Sénégal. Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA), Secteur Centre-Sud, Kaolack, Sénégal, pp. 7-11.

160 **MAEP** (2001) : Schéma directeur du développement rural du Bénin : Plan stratégique opérationnel. Cotonou, Bénin, pp. 2-4.

161 **Mafteïla M.** (2002) : Marché international de la noix de cajou et les pays africains évolution et perspectives. Communication dans d'un colloque organisé par CCI à Abijan en Côte d'Ivoire, pp. 5-15.

162 **Mahoungou I. G.** (2003) : Les structures spatiales des précipitations saisonnières de l'Afrique équatoriale Atlantique et leurs relations avec les températures de surface océanique de l'Atlantique équatoriale de 1950 à 1993. Mémoire de DEA de géographie physique, université de Marien Ngouabi, Brazzaville, 140 p.

163 **Mainguet M**. (1995) : L'homme et la sécheresse. Masson, Paris, 335 p.

164 **Mainguet M.** (2003) : les sécheresses et le génie créateur de l'homme dans les milieux secs : nouvelle géographie de l'adaptation ? In académie Reims, France, pp 4-6.

165 **Malezieux E**. (2007) : Les Systèmes Agroforestiers : une solution pour et par ur gestion durable de la biodiversité. CIRAD-Département Persyst - UMR SYSTEM Mompellier, France, pp. 1-2.

166 **Mallet B.** (1996) : Symposium sur le développement et la recherche en agroforesterie dans les régions humides d'Afrique centrale et de l'Ouest. Yaoundé, Caméroun, pp. 15-31.

167 **Mamadou D.** (1991) : Corrélations du climat avec la production de gomme arabique en zone sylvo-pastorale du Sénégal : conséquences sylvicoles. In acte du colloques sur '' influence du climat sur la production des cultures tropicales'' Wagadougou, Burkina-Faso, pp. 269-280.

168 **Maman J. et Houndagba J.C.** (1991) : Environnement et développement. Document préparatoire pour l'environnement pour la conférence des Nations Unies, rapport Bénin, 118p.

169 **Mane L. K.** (1991) : Méthodologie pour une identification des unités homogènes en vue d'un développement rationnel du terroir. Exemple de Tako (Région de Louga - Sénégal). Rapport de stage à la Direction des Eaux, Forêts, Chasses et Conservation des Sols (DEFCCS), Université Cheikh Anta Diop (Département de Géographie), Dakar, 153 p.

170 **Martin P.J. Kasuga L. J. et Bashiru R. A.** (1998) : Cashew farm upgrading : Agronomic options for increasing cashew production by smallholder farmers in Tanzania. Expl. Agic. (1998), Volume 34, pp. 137-1 52.

171 **MDR** (1992) : Compendium sur les statistiques agricoles pour la campagne 92-93.

172 **MDR** (1996) : Etude de faisabilité du programme d'appui à la promotion des filières Anacarde, Arachide, Manioc et Pomme de terre. Cabinet Samusfor, 90 p.

173 **Mémento de l'agronome** (2002) : Version numérique.

174 **Memento de l'économie africaine au sud du sahara** (1965) : Numéro spécial du bulletin de l'Afrique noire (N°354). Paris, EDIAFRIC, pp. 177-190.

175 **Mercier J-R.** (1991) : La déforestation en Afrique : situation et perspectives. EDISUD, Aix-en Provence, 176 p.

176 **Mietton M.** (1993) : Anthropisation et désertification. Rapport de synthèse. Actes du Colloque en hommage à R. Coque. (Février 1993). Presses de l'Ecole Normale Supérieure de St. Cloud. 7p.

177 **MISD** (2001) : Atlas monographique des communes du Bénin. DED, CIDCL ; juin 2001.

178 **Monneveux P. et This D.** (1997) : . « Génétique et tolérance des plantes cultivées à la sécheresse : espoirs et difficultés ». Sécheresse, vol. 8, n° 1, pp 29-37.

179 **Morel R.** (1995) : La sécheresse en Afrique de l'Ouest. *Revue de Géographie de Lyon*, N°70 , pp. 215-22.

180 **Mulindabigwi V., Janssens M.J.J**. (2002) : Influence des systèmes d'utilisation du terroir sur la dynamique de la matière organique et sur l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans la haute vallée de l'Ouémé/Bénin. Actes du symposium sur ''la gestion efficiente des ressources en eau dans le bassin versant de l'Ouémé. Cotonou, Bénin pp. 49.

181 **Murniati G D.P. et Gintings A.N.** (2001) : The contribution of agroforestry systems to reducing farmers' dependence on the resources of adjacent national parks. Agroforestry Systems, 52: pp. 171-184.

182 **Nair M K., Bhaskara Rao EVV., Nambiar K.K.N. et Nambiar M.C.** (1979) : Cashew (Anacardium occidentale L.). Kerala, India : Cent rai Plantation Crops Research Institute, pp. 15-19.

183 **Nair P.K.R.** (1980) : Agroforestiy species: a crop sheets manuel. Nairobi, ICRAF, pp 7-14.

184 **Nakicenovic N.** (2000) : Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of IPCC, Cambridge, RU et New York, USA. 599 p.

185 **Nambiar M.C., Baskar Rao E.W. et Thankamma Pillai P.K.** (1990) : Cashew. In: Bose TK, Mitra SK, eds. Fruits: Tropical and Subtropical. Calcutta, India: Naya Prokash, pp. 386-419.

186 **Netrer J. et Wasserman W.** (1974) : Applied linear statistical models. Editions IRWIN, INC, pp. 382-386.

187 **Ngenzi E. et Mietton M.** (1995) : Occupation du sol et pratiques culturales en

fonction de la pente. Stratégies anti-érosives paysannes au Rwanda. Bull. du Réseau Erosion n° 15, 31-43.

188 **Nouaceur Z.** (1995) : Disparités pluviométriques régionales, sécheresse et déséquilibres de l'environnement mauritanien. *Revue de Géographie de Lyon*, pp. 39-45.

189 **Nouy B., Baudouin L., Djégui N. et Omoré A.**. (1999) : Le palmier à huile en conditions hydriques limitantes. *Plantations, Recherche, Développement*, **6** (1) : pp. 31-45.

190 **Nsia S.** (1999) : Institutions coutumières et gestion des ressources naturelles. Contribution à l'analyse socio-institutionnelle et réglementaire de la gestion des forêts classées : cas de la forêt de Kétou-Dogo au Bénin, Mémoire de maîtrise, UAC, pp. 4-19.

191 **OBEMINES** (1989) : Notice explicative de la Géologie à 1/200 000. 77 p + carte

192 **Odidi E.** (2000) : Plantation d'anacardiers et aménagement de l'espace dans la Sous-préfecture de Bantè. Mémoire de maîtrise de Géographie. FLASH-UNB, 111 p.

193 **Ogouwalé E.** (2001) : Vulnérabilité/Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le Département des Collines. Mémoire de maîtrise de Géographie. UAC/FLASH, 119 p.

194 **Ogouwalé E.** (2004) : Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional. Mémoire de DEA. UAC/FLASH/EDP, 103 p.

195 **Ogouwalé E.** (2006) : Changements Climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospectives pour la sécurité alimentaire. Thèse de doctorat nouveau régime, EDP/FLASH, 301 p.

196 **Ohier J.G.** (1979) : Cashew. Communication, Royal Tropical Institute, Amsterdam, No. 71, 260 p.

197 **Okioh C.L.** (1972) : Contribution à l'étude morphologique des reliefs résiduels de la région de Dassa-Zoumé, Fita et Savalou (Dahomey) Thèse de 3ème cycle de géographie. Paris VII- 170 p.

198 **Olivier de Sardan J.P. et Paquot E.** (1991) : D'un savoir à l'autre, les agents de développement comme médiateurs, Paris, Gret/Coopération française, pp3-9.

199 **Oloukoï L.** (2004) : Evaluation de l'impact de la politique de la taxation sur les rentabilités financière et économique de la filière anacarde au Bénin. Mémoire de maîtrise es-Sciences économiques. FASEG/UAC, 60 p.

200 **ONASA** (2001) : Atlas de sécurité alimentaire et nutritionnelle du Bénin. Cotonou, Bénin pp. 7-11.

201 **Ongoma A.** (1980) : Le point de vue du PNUE sur l'agroforesterie.

202 **ONSP** (2001). Projet de Promotion et d'Organisation de la Filière Anacarde au Bénin. Rapport définitif, Cotonou, Bénin, 59 p.

203 **ORSTOM** (1980) : L'arbre en Afrique tropicale. La fonction et le signe. Cahiers ORSTOM, Coll. Sciences Humaines, Vol. XVII, n° 3-4.

204 **Ouédrago J. S.** (1995) : Les parcs agroforestiers au Burkina-Faso. N°79. Rapport de consultation pour le réseau SALWA/CIRA. Ouagadougou, Burkina-Faso 76p.

205 **Owino F.** (sans date) : L'agroforesterie au Kenya : Perspectives et problèmes. Département des forêts, Université de Nairobi, Nairobi, Kenya, pp 7-11.

206 **PADSE** (2003**)** : Diagnostic global de la filière anacarde au Bénin. MAEP/PADSE 2003, 60 p.

207 **PADSE** (Projet d'Amélioration et de Diversification des Systèmes d'Exploitation), (2001) : Rapport annuel 2001. 65 p.

208 **Painter T., Sumberg J. et Price T.** (1994): "Your Terroir is my 'Action Space': Implications of Differentiation, Mobility and Diversification for the Approche Terroir in Sahelian West Africa".Africa 64 (4), pp 447-464.

209 **Pasquis R.** (1998) : Agroforesterie et développement durable en Amazonie. In Bois et forêts des tropiques (Bois for. trop.) n°258, Montpellier pp. 19-36.

210 **Paturel J.E., Servat E., Kouame B., Boyer J.F., Lubes H. et Masson J.M.** (1995) : manifestations de la sécheresse en Afrique de l'ouest non sahélienne. cas de la Côte d'Ivoire, du Togo et du Bénin. Sécheresse, vol 6(1), pp 95-102.

211 **Paturel J.E., Servat E., Lubes-NIEL H. et Delattre M.O.** (1997) : Variabilité climatique et analyse de séries pluviométriques de longue durée en Afrique de l'ouest et centrale non sahélienne. Compte-rendu de l'Académie des Sciences - Géosciences de surface, vol 325, pp 779-782.

212 **Peltier R. et Eyog Matig 0.** (1993) : Les essais d'agroforesterie au Nord-Cameroun, BFT, 1988, n°. 217, pp. 3-32.

213 **Peltier R. et Pity B. (1993)** : De la culture itinérante sur brûlis au jardin agroforestier en passant par les jachères enrichies, BFT, 1993, n°235, pp. 49- 57.

214 **Peter P.** (sans date) : L'agroforestier aux pieds nus : Un catalyseur possible. Faculté des forêts, Université de Fribourg-en-Brispau, République fédérale d'Allemagne.

215 **PGRN** (1992) : Rapport d'évaluation du PGRN. Document de la Banque Mondiale, février 1992.

216 **Philippe L. D.** (2005) : Les diagnostics participatifs dans le cadre des projets de

développement rural dans les pays en développement : postulats, pratiques et effets sociaux des PRA/Marp. 1ère version, Paris, 26P

217 **Pionetti C.** (1998) : semence et savoirs en Inde- diversité en péril : Enquête sur la biodiversité agricole, Editions Cultures Croisées, Paris, 131p.

218 **Pionetti C.** (2000) : "La route de la biodiversité", in Globe-Mémoires. L'Inde debout, n°3, Avril 2000, pp.38-41.

219 **Planhol X. et Rognon P.** (1970) : Les zones tropicales arides et subtropicales, A. Colin, Paris, 487 p.

220 **PNUD** (1997) : Rapport sur le développement humain au Bénin. Cotonou, pp 13-18.

221 **PNUE/CIFOR** (1997) : Promotion de l'aménagement forestier dans la zone de forêt tropicale humide d'Afrique Occidentale et Centrale anglophone, Naïrobi Kenya, pp. 5-13.

222 **Poncet Y., Mullon C. et Kuper M.** (2002) : Organisation spatiale d'un écosystème exploité : les choix spatiaux dans la modélisation intégrée du delta intérieur du Niger au Mali. L'Espace Géographique 31 (2), pp 118-130.

223 **Poore D.** (1998) : Pas de forêt sans aménagement, Actualité des Forêts Tropicales, Vol 6, Pt 4, pp 10-12.

224 **Pretty J.** (2000) : “Des systèmes de recherche alternatifs pour une agriculture durable”, In Lavigne Delville, Ph. et al. (eds) Les enquêtes participatives en débat: ambitions, pratiques, enjeux.

225 **PRRF** (2000) : Projet Forestier de Bassila, Les Anacardiers et les Noix de Cajou à Bassila, au Bénin. Rapport d’activités. Cotonou, Bénin, 234 p.

226 **PRRF-PADSE** (2002) : Comment créer et gérer les plantations d’anacardier ? fiche technique n°2, Bénin, 10 p.

227 **PRRF-PADSE** (2002) : Comment produire de jeunes plants d’anacardier en pépinière ? Fiche technique n°1, Bénin, 8 p.

228 **Purseglove J.W.** (1968) : Tropical crops: dicotyledons 1 et 2. Longmans, London. pp. 520-719.

229 **Raintree J. B.** (1985) : Les voies de l’agroforesterie : régime foncier, culture itinérante et agriculture permanente. Unasylva vol. 38, n°(154).

230 **Ralph W. et Roberts R.P.F.** (2005) : les forets, les arbres et les objectifs du millénaire pour le développement. ACDI, 6 p.

231 **Ramade F.** (1981) : Ecologie des ressources naturelles. Masson, Paris, pp. 193-

260.

232 **République de Burundi** (1989) : « L'agroforesterie au Burundi ». Bujumbura, mars 1989, Min. de l'Aménagement, du Tourisme et de l'Environnement – ISABU, pp 3-5.

233 **Richard J-F.** (1991) : Une Science du Paysage en Afrique de l'Ouest. ORSTOM-Actualités, n°34, ORSTOM, Paris, pp. 2 – 9.

234 **Riou C.** (1980) : Aspects climatiques de la sécheresse de part et d'autre du Sahara (de l'Afrique Centrale sèche à la Tunisie). Cah. O.R.S.T.O.M.. sir. Bd.. 11~42, pp.43-51.

235 **Riou G.** (1998) : Sociétés rurales et environnement : gestion des ressources et dynamiques locales au sud, KARTHALA-GRET-REGARD, Paris, 405 p.

236 **Sabet J.** (1993) : Techniques de base pour la Gestion des Ressources Naturelles (Aménagement des bassins versants), pp. 1-8.

237 **Sanga S.** (1978) : Effects of forest fallow cultivation on forest production and soil Dans Farmers of the forest. Honolulu. Hawaï, East-West Center, pp. 11-14.

238 **Saqalli M.** (2000) : Arbres à usages multiples en zone rurale soudano-sahélienne : intérêts, potentialités et déceptions. ENGREF, Mompéllier (France), pp. 3-12.

239 **Schoonmaker F. M.K.** (1993) : « Champs, jachère et flexibilité », la gestion des ressources naturelles à Ndâme Mor Fademba, Sénégal; Résultats d'un étude réalisée selon la MARP », Londres, IIED, 53 p.

240 **Sèdjro M.** (2002). Analyse du secteur de l'anacarde/ Situation actuelle, perspective de développement. CNUCED/OMC (CCI), pp. 1-6.

241 **Sèdjro M. et Sanni-Agata L.** (2002) : République du Bénin. Analyse du secteur de l'anacarde situation actuelle et perspective de développement. CNUCED/OMC (CCI). 28 p.

242 **Séguin B.** (2003). Adaptation des systèmes de production agricole au changement climatique. CRAS Géoscience, pp 1-4.

243 **Sellamna N.** (2000) : « Du Rapid Rural Appraisal au Participatory Learning and Action : la participation a-t-elle besoin d'un paradigme scientifique ? », in Lavigne. Dakar, Sénégal, pp 11-19.

244 **Servat E., Paturel J.E., Lubes H., Kouamé B. et Masson J-M.** (1997) : variabilité des régimes pluviométriques en Afrique de l'ouest et centrale non sahélienne. Compte-Rendus de l'Académie des Sciences - Géosciences de surface, vol 324, pp. 835-838

245 **Shomari S. H.** (1990) : A review on Cashew Research in Tanzania. A paper

presented to Tanzania Agricultural Research Masterpian Conference, Arusha, 12-15 December, 10 pages.

246 **Singbo A. G. et Sodjinou E.** (2005) : Etude du système de commercialisation des noix d'anacarde dans les départements de l'Atacora et de la Donga au Bénin. Rapport technique final.

247 **Sinsin B.** (1985) : Contribution à l'utilisation rationnelle des ressources naturelles : Impact des activités anthropiques (braconnage et activités agropastorale) sur la faune et la flore dans le nord-Bénin ; Thèse d'ingénieur agronome. FSA, UNB, Abomey-calavi, Bénin, 172 p.

248 **Sinsin B.** (1991) : Saison de végétation et production de phytomasse dans les pâturages naturels du nord-Bénin. Actes du Colloque organisé par la Fondation Internationale pour la Science (IFS) sur l'influence du climat sur la production des cultures tropicales. Ouagadougou, pp. 281-292.

249 **Sinsin B.** (1994) : Perspectives offertes par l'agroforesterie en Afrique tropicale. Annales Faculté des sciences, n° spécial, Kisangani (RDC). pp 9-22.

250 **Smektala G., R. Peltier N., Sibelet M. Leroy R., Manlay C. F., Njiti M. Ntoupka. A. et Njiemoun O**. (2005) : Parcs agroforestiers sahéliens : de la conservation à l'aménagement. La revue en sciences de l'environnement Vertigo vol 6 no 2, pp. 1-4.

251 **Sodjinou E.** (2000) : Analyse économique des filières des Ressources Alimentaires Non Conventionnelles au Bénin : Cas de la filière des escargots géants africains dans les département de l'Atlantique et du Littoral. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, Ab-Calavi. 181 p.

252 **Sokpon N.** (1994) : Tenure foncière et propriété des ligneux dans les systèmes agroforestiers traditionnels au Bénin. Ann Fac Sc (Kisangani) 1994 : n° spécial, pp. 115-22.

253 **Somaiah M.** (1960) : Notes sur les plantations d'Anacardium occidentale (cashew nut), dans la province de Mysore (Inde), BFT, 1960. - n. 70, pp 22- 24.

254 **Sonwa D. J., Weise S. F., Ndoye O. et Janssens M. J.J.** (2003) : Promotion des agroforêts cacao en Afrique de l'Ouest et Centrale (AOC). Actes du XII^{ème} congrès mondial Québec, Canada, pp. 1-4.

255 **Sossou C. H.** (2004) : La filière anacarde au Bénin: potentialités de production et opportunités de marché. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du D.S. Université Catholique de Louvain. Faculté d'Ingénierie Biologique, Agronomique et Environnementale d'Economie Rurale. Bruxelles, Belgique, pp 1-39.

256 **Steppler H. A.** (1997) : Une identité et une stratégie pour l'agroforesterie. Conseil international pour la recherche en agroforesterie, Nairobi, Kenya, pp 10-17.

257 **Streets R.J.** (1962) : Exotic forest trees in British Commonwealth. Oxford,

Clarendon Press, pp 5-14.

258 **Tandjiékpon A.** (2005) : Caractérisation du système agroforestier à base d'anacardier (Anacadium occidentale L) en zone de savane du Bénin. Mémoire de DEA, UAC/FLASH/EDP, 104 p.

259 **Tandjiékpon A. et Téblékou K.** (2002) : Rapport de voyage d'étude sur l'anacardier en République de Tanzanie. INRAB/PADSE, 80 p.

260 **TCSNCBT** (2001): Annual Reports 1990 to 2001. Mtwara, Tanzania, pp 7-8.

261 **Téblékou K. et Tandjiékpon A.** (2002) : Rapport de l'atelier d'échanges techniques sur la culture de l'anacardier au Bénin, PRF-PADSE, Volet anacarde, Bénin, 15 p.

262 **Téblékou K. Tandjiékpon A. et Dah-Dovonon J.** (2001). Premier cours de formation en techniques de création et de gestion des plantations d'anacardier. URF, PADSE. Document de synthèse, pp 3-9.

263 **Tiamiyou E., et Sodjinou M.** (2003) : Etude diagnostic des filières maraîchères de la vallée du fleuve Niger. Rapport provisoire, PADSE, 120 p.

264 **Tohinlo P.J. (2001)** : Durabilité des modes d'exploitation des ressources naturelles en milieu fluvio-lacustre : Cas de Agonvè dans la sous-préfecture de Zangnanado. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA-UNB, 122 p.

265 **Topper C. et Kasuga L. J.** (2003) : Knowledge transfer for sustainable tree crop development. A case histoîy 0f the Tanzanian integrated cashew management programme. Bio Hybrids Agrosystems Ltd. RG6 5FY, pp. 1-17.

266 **Topper C. P., Martin P. J., Katinila N., Kikoka L. P., lamboil R., Masawe P. A. L. et Shomari S. H.** (1998) : The historical and institutional backgroung of the Tanzanian cashew indust,y. In: Proceedings of the international Cashew and Coconut Conference; Trees for life —the key to Development, (Topper C. P.; Caligari P.D.S, pp. 11-19.

267 **Torquebiau E. et Blasco F.** (1997) : Forêt tropicale et agroforesterie : l'arbre, acteur polyvalent du développement rural. Travaux Universitaires n° : 97 TOU3 0133, Université de Toulouse 3, pp. 4-16.

268 **Totin H.V.S.** (2003) : Changements climatiques et vulnérabilité des ressources en eau sur le plateau d'Allada : Approche prospective. Mémoire de Maîtrise de Géographie, DGAT/FLASH/UAC, 106 p.

269 **Totin H.V.S.** (2005) : Tendance hydroclimatique et scénarios de gestion des ressources en eau sur les plateaux du sud-Bénin. Mémoire de DEA, EDP/FLASH, 85 p.

270 **UICN/PNUE/WWF** (1980) : Stratégie mondiale de la conservation : la conservation des ressources vivantes au service du développement durable, Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources, Programme

des Nations Unies pour l'environnement et Fonds mondial pour la nature, Gland, Suisse, pp. 3-8.

271 **UICN/PNUE/WWF** (1991) : Sauver la planète. Stratégie pour l'avenir de la vie, Gland, Suisse, 250 p.

272 **URF** (2001) : Rapport annuel 2000. Unité de Recherches Forestières, 2001, 37 p.

273 **Vaillancourt J.-G**. (1994) : « Penser et concrétiser le développement durable » dans Écodécision, no 15, pp. 24-29.

274 **Van Eijnatten C.L.M.** (1991) : Anacardium occidentale L. In: VerheU EWM, Coronel RE, 1991. eds. Plant Resources ofSouth-EastAsia, No. 2 : Edible Fruits and Nuts. Wageningen, the Netherlands: Pudoc/Prosea, pp. 60-64.

275 **Vandiepenbeeck M.** (1995) : Détection pratique de changement de climat dans le cas d'une alternative au caractère aléatoire. Publications de l'Association Internationale de Climatologie, 8, pp. 117-124.

276 **Vissin E.** (2001) : Contribution à l'étude de la variabilité des précipitations et des écoulements dans le bassin béninois du fleuve Niger. Mémoire de DEA, université de Bourgogne, Dijon, 52 p.

277 **Vissin W.E.** (2007) : Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de Doctorat Unique, Dijon, France, 285 p.

278 **Vodougnon M. R.** (1996) : Dynamique de l'environnement : cas du plateau d´Abomey. Mémoire de maîtrise de géographie. FLASH-UNB, 75 p.

279 **Volkoff B.** (1970) : Carte pédologique de reconnaissance du Dahomey au 1/200000. Feuille de Porto-Novo, étude n°121. ORSTOM, Cotonou-Bénin, 80p + annexes.

280 **Wala K., Sinsin B., Atsu K., Kouami G**. **et Akpagana K.** (2005) : Typologie et structure des parcs agroforestiers dans la préfecture de Doufelgou (Togo). Sécheresse vol. 16, n° 3, septembre 2005, pp. 209-216.

281 **Weigel J.** (1990) : Trois années de foresterie au Sénégal oriental, intégration progressive de l'arbre planté dans les systèmes agraires soudano-sahéliens - Janv. 1990 - PARCE-IRAM, pp. 15-24.

282 **Weigel J.** (1991) : Manuel d'agroforesterie, à l'usage des agents de la SODEFITEX,-IRAM Juillet, 1991 pp. 4-11.

283 **Wohlfarth-Bottermann M.** (1996) : Anthropogenic changes in the vegetation cover in Côte d'Ivoire. Applied geography and development. A biannual collection of recent german contribution. Institute for Scientific Co-operation, Tübigen, Côte d'Ivoire, Vol 2. 44p.

284 **Yabi I.** (2002) : Particularités de la variabilité pluviométrique entre 7° et 8°N au Bénin. FLASH - UAC, Abomey-Calavi. 96 p.

285 **Yabi I.** (2005) : Rôle de l'agroforesterie à base de l'anacardier dans la dynamique de l'occupation du sol dans le secteur Agbassa-Idadjo. Mémoire de DEA, UAC/FLASH/EDP, 95 p.

286 **Yabi I.** (2007) : Recherche sur la variabilité de l'humidité relative dans le Centre du Bénin. Climat et développement n°3, LECREDE/DGAT/UAC, pp. 55-65.

287 **Yabi I. et Afouda F.** (2006) : Variabilité des hauteurs et du nombre de jours de pluie dans la région de transition climatique béninoise. Climat et développement, Université d'Abomey-Calavi, n°001, pp.13-22.

288 **Yabi I., Afouda F. et Boko M.** (2004) : Quelques particularités de la variabilité pluviométrique dans un climat de transition : Cas du département du Zou au Bénin (Afrique de l'ouest). Actes du XVIIème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie Université de Caen Basse-Normandie en France, pp. 237-240.

289 **Yabi I., Sinsin B. et Boko M.** (2006) : Culture de l'anacardier et dynamique de l'occupation du sol sur l'axe agbassa-idajo dans la région des monts kouffe. Actes de la troisième édition de l'atelier scientifique national organisée par l'INRAB. (Sous presse)

290 **Yèdomohan H.** (2002) : Etude de la végétation saxicole du secteur méridional du centre du Bénin. Mémoire de maîtrise de Géographie, Abomey-Calavi, DGAT/FLASH/UAC, 94 p.

291 **Young A.** (1986) : The potential of agroforestry for soil conservation. Part 1. Erosion Control. Working Paper n° 42 - ICRAF, Nairobi, Kenya.

292 **Young A.** (1989) : *Agroforestry for Soil Conservation Science and Practice of Agroforestry.* ICRAF-CAB Internat., Wallingford, UK, 275 p.

293 **Zéromé M.** (2003) : Quantification de la biodiversité agroforestière dans les terroirs de Dienina et Boussourou, Ségou (Mali). Mémoire de DESS du CRESA), Niamey-Niger, 80 p.

PRINCIPAUX SITES WEB CONSULTES

1 http://www.anacardium.info
2 http://businessafrica.hispeed.com/africabiz/cashflow.htm
3 http://rafi.ca/papers/pdf/op1.pdf
4 http://www. endatiers-monde.htm
5 http://www.africaonline.co.ci/AfricaOnline/infos/lejour
6 http://www.albanmuller.fr/francais/produits/huiles_vegetales/noix_cajou

7 http://www.fao.org/ag/agl/swlwpnr/reports/y_sf/benin/nouv-pol.htm
8 http://www.francophonie.org/syfia
9 http://www.Huile de noix de cajou - Codina_net.htm
10 http://www.huile.com
11 http://www.ibin.org/
12 http://www.nufficcs.nl/ciran/ikdm
13 http://www.sheabutter.org
14 http://www.worldagroforestrycentre.org/level1a.htm

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude 23

Figure 2 : Répartition géographique des stations retenues 38

Figure 3 : Répartition géographique des localités choisies 41

Figure 4 : Unités géologiques et géomorphologiques du Centre du Bénin 60

Figure 5 : Formations pédologiques du Centre du Bénin 63

Figure 6 : Evolution démographique de la population entre 1979 et 2002 71

Figure 7 : Densité de la population du Centre du Bénin en 2002 72

Figure 8 : Répartition (%) des groupes sociolinguistiques dans le Centre du Bénin 73

Figure 9 : Répartition géographique des pays producteurs de l'anacardier 82

Figure 10 : Grands groupes de producteurs d'anacardiers dans le monde 83

Figure 11 : Superficies plantées d'anacardiers en 2000 au Bénin 85

Figure 12 : Morphologie générale d'un arbre d'anacardier 86

Figure 13 : Evolution de la hauteur des anacardiers par tranche d'âge 87

Figure 14 : Développement du diamètre des anacardiers par tranches d'âge 88

Figure 15 : Evolution du diamètre des couronnes des anacardiers par tranche d'âge 89

Figure 16 : Pourcentage des producteurs selon la préférence des variétés d'anacardes 95

Figure 17 : Densité moyenne des plantations d'anacardiers 98

Figure 18 : Répartition des plantations par tranches d'âge 101

Figure 19 : Durée moyenne d'association des cultures annuelles avec l'anacardier 103

Figure 20 : Evolution de la surface de recouvrement de la couronne de l'anacardier suivant une densité de 50 arbres/ha 105

Figure 21: Pourcentage des gains issus de la vente des noix d'anacardier par rapport au revenu global du paysan 106

Figure 22 : Destinations des gains tirés de la vente de noix d'anacardiers 108

Figure 23 : Evolution dans le temps du bénéfice brut d'un hectare d'anacardiers 112

Figure 24 : Unités d'occupation du sol dans le Centre du Bénin en 2007 119

Figure 25 : Evolution comparée de l'espace cultural suivant la pratique

agroforestière et le système de culture itinérante 121

Figure 26 : Proportion des autres espèces pérennes présentes dans les plantations d'anacardiers 125

Figure 27 : Processus d'utilisation de la litière par l'anacardier et les cultures associées 127

Figure 28 : Conséquences du manque d'assistance technique aux producteurs agroforestiers à base de l'anacardier dans le Centre du Bénin 129

Figure 29 : Mouvement du FIT en Afrique 138

Figure 30 : Régime pluviométrique moyen par station dans la région d'étude (1971-2000) 141

Figure 31 : Isohyètes mensuelles dans la région d'étude (1971-2000) 144

Figure 32 : Regroupement des stations en fonction des totaux mensuels des précipitations (1971-2000) 145

Figure 33 : Répartition spatiale des totaux pluviométrique annuels moyens (1971-2000) dans la région d'étude 145

Figure 34 : Regroupement des stations en fonction des précipitations annuelles et des valeurs des coefficients de variation (1971-2000) 147

Figure 35 : Evolution mensuelle des températures (1971-2000) 149

Figure 36 : Variations mensuelles de l'humidité relative (1971-2000) 150

Figure 37 : Ecart à la valeur minimum des hauteurs pluviométriques par station 155

Figure 38 : Fréquence des années déficitaires 156

Figure 39 : Variation interannuelle de l'insolation dans le Centre du Bénin 160

Figure 40 : Changements observés sur (a) la température en surface moyennée sur le globe ; (b) l'élévation moyenne globale du niveau de la mer et (c) la couverture neigeuse de l'hémisphère Nord 165

Figure 41 : Evolution des émissions (Gt C) et de la concentration du CO_2 (ppmv) sous SRES A2 167

Figure 42 : Evolution de la température mondiale sous les divers scénarii 167

Figure 43 : Moyennes mobiles lissées des totaux pluviométriques 169

Figure 44 : Mise en évidence de la tendance pluviométrique et de rupture de stationnarité par le test de Pettit (1971-2000) 171

Figure 45 : Moyennes mobiles lissées des valeurs thermométriques minimales et maximales

173

Figure 46 : Mise en évidence d'une tendance thermométrique par test de Pettit dans le Centre du Bénin (1971-2000) 174

Figure 47 : Diverses réponses des producteurs face aux contraintes climatiques 179

Figure 48 : Schéma de gestion durable de l'agroforesterie basée sur l'anacardier 187

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Vue partielle des Collines à Savalou 61

Photo 2 : Galerie forestière le long du fleuve Ouémé à la latitude d'Idadjo 67

Photo 3 : Savane boisée (a) et forêt claire (b) à Agbassa 68

Photo 3 : Fleurs d'anacardier 91

Photo 4 : Fruit d'anacardier ; [noix (1) et pomme ou faux fruit (2)] 92

Photo 5 : Variétés d'anacardiers cultivées dans le Centre du Bénin pommes jaunes (1) ; pommes rouges (2) 94

Photo 6 : Vue partielle d'une plantation serrée à Bassila [(1) (210 pieds/ha)] et une jeune plantation bien espacée à Savalou [(2) (70 pieds/ha)] 99

Photo 7 : Décorticage (1 dépelluculage (2) irage d'amande (3) de noix d'anacardier à Glazoué (Clichés Balogoun, 2004) et une maison de transformation (d) de noix d'anacardiers à Savalou 114

Photo 8 : Plantation d'anacardiers de 5 ans en association avec le coton à Monkpa (Savalou) 120

Photo 9 : Litière en décomposition sous une plantation d'anacardiers à Alafia (a) et tas des bois d'anacardiers à la cuisine à Bantè (b) 126

Photo 10 : Plantation envahie par les mauvaises herbes à Agbassa (1), désherbée tardivement à Alafia (2) totalement (3) et partiellement (4) ravagées par les feux, conséquence de manque d'entretien appropriés à Bantè 131

Photo 11 : Pommes d'anacardiers abandonnées et en décomposition à Bantè (1) et Tchaourou (2) 183

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Caractéristiques des stations retenues 39

Tableau II : Matrice ayant servi au calcul de bilan hydrique 49

Tableau III : Corrélation entre les variables de croissance mesurées 90

Tableau IV : Composition moyenne pour 100 g de pomme de cajou fraîche 93

Tableau V : Modes d'accès à la terre servant à la plantation d'anacardier 96

Tableau VI : Pourcentage des plantations en fonction de la superficie par Commune 100

Tableau VII : Hiérarchisation des différentes cultures associées à l'anacardier 102

Tableau VIII : Recouvrement au sol d'un arbre d'anacardier 104

Tableau IX : Rendement moyen des noix d'anacardier dans le Centre du Bénin 109

Tableau X : Recettes moyennes d'exploitation de noix d'anacarde ha/ an 110

Tableau XI: Valeurs économiques caractéristiques d'un hectare de plantation d'anacardiers 111

Tableau XII : Rémunération du travail agricole lié à l'exploitation d'un hectare de plantation d'anacardiers 113

Tableau XIII : Vertus pharmaceutiques des composantes d'anacardier selon les populations 117

Tableau XIV : Utilisations des l'espace suivant les pratiques culturales 120

Tableau XV : Bilans financiers comparatifs des systèmes culturaux 123

Tableau XVI : Indicateurs de la diversité spécifique des champs agroforestiers 124

Tableau XVII : Normes climatiques de l'anacardier 148

Tableau VXIII : Ampleurs de déficit pluviométrique par station 157

Tableau XIX : Régime pluviométrique par station dans la région d'étude 158

Tableau XX : Résultats des tests statistiques 162

Tableau XXI : Hypothèses de base des scénarii de projections climatique 166

Tableau XXII : Synthèse du résultat du test de Kendall sur les valeurs pluviométriques 170

Tableau XXIII : Synthèse du résultat du test de Kendall sur les valeurs thermiques 173

Tableau XXIV : Projection pluviométrique en 2050 175

Tableau XXV : Valeurs de température, de l'ETP et de l'ISA en 2050 176

Tableau XXVI : Rendement futur (2050) de l'anacardier à Savè et Parakou 178

ANNEXE

*Ce questionnaire s'inscrit dans le cadre d'une recherche dont le thème est : ''**Etude de l'agroforesterie a base de l'anacardier et des contraintes climatiques à son développement dans le centre du Bénin''***

QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX PLANTEURS D'ANACARDIERS

I PLANTATION D'ANACARDIER

1-A quand remonte la plantation d'anacardier dans votre localité ?

2-Quel est l'âge de votre plantation ?

3-Quelle est la superficie de votre plantation ?

4.0 -Quelles sont les variétés d'anacardier cultivées ?

4.1 Quelle est plus cultivée ?

5.0 -S'agit – t- il d'une plantation mono spécifique ?

5.1 Sinon quelles sont les cultures qui y sont associées ?

6. Pourquoi faites-vous l'association ?

7. Jusqu'à quel âge de l'anacardier continuez-vous à faire l'association ?

Anacardier – coton	
Anacardier – maïs	
Anacardier – manioc	
Anacardier – igname	
Anacardier – coloquinte	
Anacardier –haricot	
Anacardier – maraîchers	

8- Recevez-vous une assistance technique de la part des agents du CERPA ou tout autre structure agroforestière ?

9- Quelle est la superficie totale de votre champ ?

10.0 Vous arrive – t – il de planter l'anacardier - en tête de culture (nouvelle friche) ?

Oui	
Non	

Si oui pourquoi ?

Sinon pourquoi ?

10.1 Vous arrive – t – il de planter l'anacardier sur des superficies jadis mises en jachère ?

Oui	
Non	

Si oui pourquoi ?

Sinon pourquoi ?

11- A quel âge approximatif l'anacardier donne le meilleur rendement ?

12- Pendant combien d'années dure l'exploitation d'une plantation ?

13 Connaissez-vous des méthodes/pratiques qui permettent d'améliorer le rendement ?

14- Quel est le nombre de pieds d'anacardier par hectare dans votre plantation ?

15- Vous arrive t-il de renouveler/rajeunir votre plantation ?

Oui	
Non	

Si oui après combien d'années ?

16- Quelle est la période de floraison/fructification de l'anacardier ?

17- Quelle est la période de récolte des noix d'anacardier ?

18- Pouvez-vous citer quelques années de bons rendements de votre plantation d'anacardier ?

19-Pouvez-vous citer quelques années où les rendements ont été faibles ?

Quelles en étaient les causes ?

20-Quelles sont les activités d'entretien que vous effectuez sur l'anacardier ?

21- Pouvez-vous estimer le coût d'entretien annuel par hectare?

22-Quelle est la main d'œuvre utilisée ?

Familiale	
Occasionnelle	
Permanente	

23- Quel est le mode d'acquisition du sol qui supporte votre plantation ?

Héritage	
Don	
Gage	
Prêt	
Achat	
Autres à préciser	

24-Y a t- il des conflits autour de la gestion des terres ?

Oui	
Non	

Si oui comment sont-ils réglés ?

25- Pensez-vous que la culture de l'anacardier freine la dégradation des formations forestières naturelles ?

Oui	
Non	

Si oui comment ?

Sinon pourquoi ?

II- INFLUENCE DU CLIMAT

26-Selon vous quels sont les paramètres du climat qui influencent la productivité de l'anacardier ?

Evènements	Oui	Non
Excès pluviométrique		
Déficit pluviométrique		
Mauvaise répartition saisonnière des pluies		
Excès thermique		
Température trop faible		
Harmattan vigoureuse ou de longue durée		
Harmattan faible ou de courte durée		
Autres à préciser		

27.0-Selon vous, quelle est la tendance pluviométrique actuelle ?

A la hausse		Pourquoi ?
A la baisse		Pourquoi ?

27.1Quelles peuvent être les conséquences d'une telle tendance pluviométrique sur la culture de l'anacardier ?

28.0 – Pouvez-vous citer quelques années d'excès pluviométrique ?

28.1 Quelles en ont été les conséquences sur le rendement de l'anacardier ?

29.0 – Pouvez-vous citer quelques années de déficit pluviométrique ?

29.1 Quelles en ont été les conséquences sur le rendement de l'anacardier ?

30-Quelles sont selon vous, les mesures qui permettent d'atténuer l'impact des aléas climatiques sur la production de l'anacardier ?

31- Quelles sont les autres difficultés liées à la culture de l'anacarde ?

les incendies	
la transhumance	
Autres à préciser	

III UTILITE DES PLANTATIONS

32- A combien pouvez-vous estimer votre revenu total annuel ?

33-Quelle est la part issue de la vente des produits de l'anacardier ?

34-Que faites-vous avec ce revenu ?

Entretien des plantations	
Règlement des problèmes quotidiens	
Scolarisation des enfants	
Epargne	
Autres à préciser	

35-Quels sont les produits vendus sur un anacardier ?

Noix	
Pomme	
Racine	
Ecorce	
Feuille	
Autres à préciser	

36-Comment se fait le stockage des noix d'anacardier

37- Utilisez-vous le bois d'anacardier :

Pour le chauffage	
Dans la construction	
Comme bois d'œuvre	
Autre à préciser	

38-Connaissez-vous quelques vertus pharmacopétiques de :

La pomme d'anacardier	
La racine d'anacardier	
L'écorce d'anacardier	
Feuilles d'anacardier	
La noix d'anacardier	
Autres à préciser	

39- Les plantations abritent –elles des espèces faunistiques particulières ?

40.0- Y a-t-il une tendance à la promotion de l'anacardier dans votre localité ?

Oui	
Non	

40.1Pourquoi ?

41-Votre impression générale sur la culture de l'anacardier et les impacts des aléas climatiques dans votre localité

IV IDENTITE DE L'ENQUETE

Nom et prénoms……

Sexe : …… Age : .....…… Ethnie……

Profession/Métier : ……

Village: …… Ancienneté dans la localité : ……

Merci pour votre contribution

*Ce questionnaire s'inscrit dans le cadre d'une recherche dont le thème est : ''**Etude de l'agroforesterie a base de l'anacardier et des contraintes climatiques à son développement dans le centre du Bénin''***

QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX STRUCTURES INTERVENANT DANS LE SECTEUR AGROFORESTIER ET LES PERSONNES RESSOURCES

1-Avez vous une idée des superficies occupées par les plantations d'anacardiers dans votre aire de d'intervention ?

2.0- S'agit – t- il des plantations mono spécifiques ?

Oui	
Non	

2.1 Sinon quelles sont les cultures associées à l'anacardier ?

3- Selon vous, pourquoi fait-on l'association ?

4-Jusqu'à quel âge de l'anacardier pratique -t-on l'association ?

5- Quel type d'assistance technique reçoivent les planteurs d'anacardier ?

6.0 La plantation de l’anacardier est – elle faite :

en tête de culture (nouvelle friche) ?	
sur des superficies jadis mis en jachère ?	

6.1Pourquoi ?

7.0- Connaissez-vous des variétés d’anacardier cultivées ?

7.1 Pourquoi ?

8- A quel âge approximatif l’anacardier donne le meilleur rendement ?

9- Pouvez-vous nous dire le nombre de pieds d’anacardier recommandé par hectare ?

10- Quelle est la période de floraison/fructification de l’anacardier ?

11- Quelle est la période de récolte des noix d’anacardier ?

12.0- Arrive t-il aux paysans de renouveler/rajeunir leurs plantations ?

Oui	
Non	

12.1 Si oui, à partir de quel âge ?

12.2 Comment se fait le renouvellement/rajeunissement ?

Destruction totale de l'ancienne plantation	
Destruction progressive	
Autres à préciser	

13.0- Pensez-vous que la culture de l'anacardier freine la dégradation des formations forestières naturelles ?

Oui	
Non	

13.1Si oui, comment ?

13.2 Si non, pourquoi ?

14.0- Pensez-vous que l'agroforesterie basée sur l'anacardier telle que pratiquée contribue à la stabilisation des paysans sur leur territoire de culture ?

Oui	
Non	

14.1 Sinon n'y a t –il pas des modes de production/gestion qui pourraient contribuer à sédentariser les paysans afin de freiner l'agression des formations naturelles ?

15.0 Pouvez-vous citer quelques années de bons rendements d'anacardiers dans votre secteur ?

15.1 A quoi attribuez-vous ces records de rendements ?

15.2 Pouvez-vous citer quelques années où les rendements ont été faibles ?

15.3 Selon vous que est –ce qui justifie ces contre performances des rendements ?

16 Selon vous quels sont les paramètres du climat qui influencent la productivité de l'anacardier ?

Evènements	Oui	Non
Excès pluviométrique		
Déficit pluviométrique		
Mauvaise répartition saisonnière des pluies		
Excès thermique		
Température trop faible		
Harmattan vigoureuse ou de longue		

durée		
Harmattan faible ou de courte durée		
Autres à préciser		

17.0 Selon vous, quelle est la tendance pluviométrique actuelle ?

A la hausse		Pourquoi ?
A la baisse		Pourquoi ?

17.1Quelles peuvent être les conséquences d'une telle tendance pluviométrique sur la culture de l'anacardier ?

18.0 – Pouvez-vous citer quelques années d'excès pluviométrique ?

18.1 Quelles en ont été les conséquences sur le rendement de l'anacardier ?

18.20 – Pouvez-vous citer quelques années de déficit pluviométrique ?

18.3 Quelles en ont été les conséquences sur le rendement de l'anacardier ?

19-Quelles sont selon vous, les mesures qui permettent d'atténuer l'impact des aléas climatiques sur la production de l'anacardier ?

20- Quelles sont les autres difficultés liées à la culture de l'anacarde ?

Les incendies	
Le vol	
La transhumance	
Défaut d'assistance technique	
Autres à préciser	

21-Votre impression générale sur la culture de l'anacardier et les impacts des aléas climatiques dans votre localité

IDENTITE DE L'ENQUETE

Localité …….....
Sexe……
Nom/nature de la structure ……
Nom de l'agent ……
Titre……
Ancienneté d'intervention dans la localité……

Merci pour votre contribution

Fiche de collecte des données dendrométriques

N°	Hauteur	Diamètre	Couronne	Commune	Localité	Ages	Coordonnées	Densité	Observations

TABLE DES MATIERES

Dédicace 2
Sommaire 3
Liste des sigles et abréviations 5
Avant-propos 7
Résumé 12
Sommary 13
INTRODUCTION 14
PREMIERE PARTIE :CADRES THEORIQUE ET GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE 17
CHAPITRE PREMIER JUSTIFICATION DU SUJET, CLARIFICATION DES CONCEPTS ET REVUE DE LA LITTERATURE 18
1-1 Justification de l'étude 18
1-2 Justification du choix de la région de l'étude 22
1-3 Hypothèses de la recherche 24
1-4 Objectifs de recherche 24
1-5 Clarification des concepts utilisés 25
1-5-1 Agroforesterie 25
1-5-2 Contrainte climatique et scénarii climatiques 27
1-6- Revue de la littérature 29
1-6-1 Agroforesterie 29
1-6-2- Contraintes climatiques et développement agricole 34
CHAPITRE DEUXIEME DEMARCHE METHODOLOGIQUE 37
2-1 collecte des données et informations 37
2-1-1 Sources documentaires 37
2-1-1-1 Données climatiques utilisées et choix des stations 38
2-1-1-2 Comblement des lacunes 39
2-1-2 Travaux de terrain 40
2-1-2-1 Collecte des informations auprès des différents acteurs 40
2-1-2-2 Estimation des rendements moyens annuels des noix d'anacardier 44
2-1-2-3 Collecte des données dendrométriques sur l'anacardier 44
2-1-2-4 Relevés phytosociologiques 45
2-2 Traitement des données et informations 45
2-2-1 Méthode d'analyse de la variabilité climatique dans le Centre du Bénin 45
2-2-2 Estimation de la physionomie du climat à horizon 2050 45
2-2-3 Recherche de dépendance entre les paramètres climatiques et le rendement de l'anacardier 52
2-2-4 Evaluation du rendement de l'anacardier d'ici 2050 54
2-2-5 Analyse des données dendrométriques de l'anacardier 54
2-2-6 Estimation de la surface terrienne de l'anacardier 54
2-2-7 Evaluation de la diversité biologique dans les champs agroforestiers 55
2-2-8 Evaluation de la rentabilité financière du système agroforestier à base de l'anacardier 56
CHAPITRE TROISIEME FONDEMENTS BIOPHYSIQUES ET HUMAINS DE LA PRATIQUE AGROFORESTIERE BASEE SUR L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN 58
3-1 Caractéristiques physiques du centre Bénin 58
3-1-1 Contexte géologique et géomorphologique 58
3-1-1 -1 Géologie de la région d'étude 58
3-1-1 -2 Composantes géomorphologiques de la région d'étude 60

3-1-2 Formations pédologiques du Centre du Bénin 62
3-1- 2-1 Sols ferrugineux tropicaux 64
3-1-2-2 Sols ferralitiques 65
3-1-2-3 Sols hydromorphes 65
3-1-3 Paysage végétal du Centre du Bénin 66
3-1-4 Réseau hydrographique 70
3-2 Contexte socioéconomique dans le centre du Bénin 71
3-2-1 Evolution démographique 71
3-2-2 Groupes socioculturels de la région d'étude 73
3-2-3 Principales articulations de l'économie du Centre du Bénin 74
SYNTHESE DE LA PREMIERE PARTIE 79
DEUXIEME PARTIE ANALYSE DU SYSTEME AGROFRESTIER BASEE SUR L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN 80
CHAPITRE QUATRIEME : AGROFORESTERIE A BASE DE L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN 81
4-1- Présentation de l'anacardier 81
4-1-1- Origine et évolution des superficies cultivées 81
4-1-2 Anatomie et caractéristiques morphologiques de l'anacardier et de ses composantes 86
4-1-3 Corrélation entre les paramètres morphologiques mesurés 89
4-1- 4 Système racinaire de l'anacardier 90
4-1- 5 Fleurs et fruits de l'anacardier 91
4-2 Caractéristiques fondamentales de la pratique agroforestiere à base de l'anacardier 96
4-2-1 Modes d'accès à la terre culturale dans le Centre du Bénin 96
4-2-2 - Semis des noix 97
4-2-3 – Densité des plantations d'anacardier 97
4-2-4 – Evolution des superficies agroforestières 99
4-2-5 – Cultures annuelles associées à l'anacardier 101
4-2-6 Surface terrienne moyenne 104
CHAPITRE CINQUIEME : ASPECTS SOCIOECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DE L'AGROFORESTERIE BASEE SUR L'ANACARDIER 106
5-1 Avantages économiques et sociaux de l'agroforesterie a base de l'anacardier dans le centre du Bénin 106
5-1-1 Importance des gains issus de la vente des noix d'anacardiers 106
5-1-2 Destinations du gain tiré de la vente des noix d'anacardiers 107
5-1-3 Rentabilité financière de la production de l'anacardier 109
5-1-4 Production d'anacardier, source d'emplois occasionnels 112
5-1-5 Transactions monétaires et émergence d'une bourgeoisie rurale 115
5-1-6 Fierté sociale et transfert d'héritage 116
5-1-7 Autres importances des produits d'anacardiers 117
5-2 impacts environnementaux de la pratique agroforestiere basée sur l'anacardier 118
5-2-1 Agroforesterie à base de l'anacardier, facteur de reboisement stabilisation agrosystèmes 118
5-2-2 Diversité spécifique au sein des champs agroforestiers 124
5-2-3 Autres intérêts écologiques de la culture de l'anacardier 125
5-3 Difficultés liées à l a pratique du système agroforestier base sur l'anacardier dans le centre du Bénin 128

5-3-1 Difficultés techniques 128
5-3-2 Difficultés financières et organisationnelles 130
5-3-3 Problèmes fonciers 132
SYNTHESEDE LA DEUXIEME PARTIE 134
TROISIEME PARTIE : CONTRAINTES CLIMATIQUES ET PRODUCTION DE L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN 135
CHAPITRE SIXIEME : CONTEXTE CLIMATIQUE ET PRODUCTION DE L'ANACARDIER DANS LE CENTRE DU BENIN 136
6-1 Physionomie climatique de la région d'étude 136
6-1-1 Centres d'action et circulation atmosphérique 136
6-1-2 Régime pluviométrique du Centre du Bénin 139
6-1-3 Caractéristiques thermométriques du centre du Bénin 148
6-1-4 Humidité relative moyenne mensuelle et développement de l'anacardier 150
6-2 Dynamique climatique et production de l'anacardier 152
6-2-1 Variabilité pluviométrie dans le Centre du Bénin et besoins hydriques de l'anacardier 152
6-2-2 Répartition saisonnière des précipitations et écologie de l'anacardier 157
6-2-3 Variation interannuelle de la durée d'insolation dans le Centre du Bénin et écologie de l'anacardier 159
6-3 Relation entre les paramètres climatiques et le rendement de l'anacardier 161
CHAPITRE SEPTIEME : IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'AGROFORESTERIE A BASE DE L'ANACARDIER ET MESURES DE GESTION DURABLE 164
7-1 Connaissances sur les changements climatiques 164
7-1-1 Bases scientifiques du réchauffement de la terre 164
7-1-2 Physionomie climatique mondiale future 166
7-2 Tendance climatique dans le centre du Bénin 168
7-2-1 Tendance pluviométrique 168
7-2-2 Tendance thermométrique 172
7-3 Pluviométrie et température futures dans la région de l'étude 175
7-4 Vulnérabilité de l'anacardier aux changements climatiques 177
7-4-1 Scénario analogue sec 177
7-4-2 Contexte climatique projeté par la méthode statistique 178
7-5 Réponses des acteurs face à la variabilité actuelle du climat 178
7-6 Propositions pour une gestion durable de l'agroforesterie à base de l'anacardier dans le centre du Bénin 180
SYNTHESE DE LA TROISIEME PARTIE 188
LIMITES DE LA RECHERCHE 189
CONCLUSION 191
BIBLIOGRAPHIE 194
LISTE DES FIGURES 216
LISTE DES PHOTOS 218
LISTE DES TABLEAUX 219
ANNEXE 221