



Université Senghor

Université internationale de langue française au service
Du développement africain

**Adaptation de l'agriculture aux changements
climatiques :
Cas du département de Téra au Niger**

Mémoire présenté

Par

DAOUDA HAMANI Oumarou

Pour l'obtention de Master en Développement
Au

**Département Environnement
(Spécialité : Gestion de l'environnement)**

Alexandrie

Egypte

Directeur de mémoire : **Christopher Bryant**, Professeur titulaire,
Géographie, Université de Montréal

Membres du jury :

2007

Dédicace

Au tout Puissant Allah (SWT), Le Souverain, Source de paix et de perfection, Le Gardien de la foi, Le Sauveur, L'Exalté, L'Irrésistible, Le Suprême : Gloire à Lui ! (Il est) au-dessus des partenaires qu'on Lui associe.

Ce travail est spécialement dédié à mon père Daouda et à ma mère Fati pour leur affection et leur soutien tout au long de mon séjour à Alexandrie, mais aussi pour leur amour de la recherche du savoir ;

Qu'Allah vous Bénisse !

Amen.

Résumé

Pays sahélien continental, au 3/4 désertique, le Niger a un climat du type tropical semi-aride et aride. Les variations du comportement climatique agissent sur son économie qui repose en grande partie sur le secteur de l'agriculture (production végétale et animale), qui contribue entre 30 et 40 % au PIB de ce pays et y fait vivre plus de 80% de la population.

Le changement climatique révèle au fil des années le degré de vulnérabilité du Niger, un pays qui a subi ces dernières années, des sécheresses et des famines à répétition qui ont anéanti tous ses efforts de développement.

Des stratégies d'adaptation de l'agriculture au changement climatique ont été étudiées pour le département de Téra, une des zones considérées jadis comme le « grenier du Niger », et qui subit de plein fouet les effets néfastes du changement climatique.

L'outil utilisé est la méthode AHP (Analytic Hierarchy Process) qui est un des outils d'aide à la prise de décisions multicritères.

Quatre critères et cinq alternatives ont été choisis sur la base de leurs pertinences aux grandes orientations Nationales en matière de SDR¹, SRP² et PANA³.

Un jugement d'experts a permis d'évaluer les différentes matrices de comparaison.

Les résultats des différentes analyses multicritères ont révélé que d'une part, « l'impact sur la sécurité alimentaire », avec un poids de 55% est le critère le plus important sur lequel doivent être axé toutes les stratégies d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le département de Téra.

D'autre part, ces résultats ont aussi révélé que l'alternative « vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques », avec une priorité globale de 47.4%, constitue la meilleure option d'adaptation de l'agriculture au changement climatique dans le département de Téra.

¹ Stratégie de Développement Rurale

² Stratégie de Réduction de la Pauvreté

³ Programme d'Action Nationale d'Adaptation (au changement climatique)

Table des matières

Dédicace.....	ii
Résumé.....	iii
Table des matières.....	iii
Liste des figures.....	iv
Liste des tableaux :.....	v
Liste des annexes :.....	v
Liste des abréviations.....	vi
Avant propos.....	vii
Remerciements.....	viii
Chapitre 1.....	1
Introduction.....	1
1.0 Le défi mondial de la modification du climat.....	2
1.1 Les impacts potentiels attendus du changement climatique en Afrique.....	3
1.2 Changement climatique et développement : principaux liens.....	6
1.3 Le Sahel, une région spécifique :.....	7
1.4 Conséquences des changements climatiques sur l'agriculture au Sahel.....	8
1.5 Contexte de l'étude.....	10
1.6 Problématique.....	11
1.7 Les objectifs de l'étude.....	13
Chapitre 2.....	15
A Revue littéraire :.....	15
2.0 Caractéristiques générales du Niger.....	15
2.1 Caractéristiques biophysiques.....	16
2.2 Caractéristiques socio-économiques.....	19
2.3 Pressions sur l'environnement.....	21
B Perturbations causées par la variabilité et les changements climatiques au Niger.....	21
2.4 Sur les processus biophysiques.....	21
2.5 Sur l'agriculture.....	22
2.6 Sur l'élevage.....	22
2.7 Sur la foresterie.....	22
2.8 Sur les ressources en eau.....	23
2.9 Sur la faune.....	23
2.10 Sur la pêche.....	24
2.11 Sur les zones humides.....	24
Chapitre 3.....	24
3.0 La zone d'étude.....	25
3.1 L'environnement biophysique de la zone d'étude :.....	25
3.2 L'hydrographie.....	27
3.3 Végétation.....	28
3.4 Faune.....	30
3.5 Les ressources en Sols.....	30
3.6 Les Zones agro-climatiques.....	31
3.7 L'agriculture.....	31
3.8 L'élevage.....	34
3.9 Les indicateurs de vulnérabilité.....	35
B Méthode et outils.....	39
3.11 Méthode :.....	39
3.12 Outil :.....	43

Chapitre 4.....	47
Résultats et analyse	47
4.0 Décomposition du problème en une structure hiérarchique.....	47
4.1 Analyse :.....	48
4.2 Résultats :.....	51
4.2.0 Etablissement des priorités.....	51
4.3 Classement des critères selon les priorités :.....	52
4.4 Priorité globale :.....	53
Chapitre 5.....	54
Discussion et conclusion.....	54
Discussion :.....	54
5.0 Enseignements tirés et perspectives :.....	62
5.1 Limites de l'application de l'étude :.....	62
Conclusion.....	62
Recommandations.....	64
Rôle des différents acteurs	64
Décideurs politiques	65
Services techniques :.....	65
Chercheurs :.....	65
Agriculteurs :.....	65
Bibliographiques.....	66
Annexes.....	70

Liste des figures

Figure 1: Impacts attendus du changement climatique en Afrique	4
Figure 2: Zonage bioclimatique du Niger en Afrique.....	10
Figure 3: Carte géographique du département de Téra.	13
Figure 4: Longueur de la saison agricole au Niger.	17
Figure 5: Subdivision du département de Téra.	25
Figure 6: Carte de la végétation dans le département de Téra.	29
Figure 7: Répartition de la pluviométrie dans le département de Téra.	34
Figure 8: Diagrammes d'activités typiques d'un cultivateur à Téra.	36
Figure 9: Niveau hiérarchique du problème.	47
Figure 10: Priorité relative des éléments du problème suivant la structure hiérarchique.	52
Figure 11: Stratégie d'adaptation : les demi-lunes.....	57
Figure 12: Stratégie d'adaptation : la technique de Zaï.....	58
Figure 13: Stratégies d'adaptation : Les cordons pierreux.....	60

Liste des tableaux :

Tableau 1: Les cultures dominantes du département de Téra	32
Tableau 2: Situation pluviométrique sur 6 ans	33
Tableau 3: Echelle des comparaisons des critères.....	45
Tableau 4: Les indices aléatoires pour des matrices de comparaisons.	46
Tableau 5: Sommaire des comparaisons entre les critères.	48
Tableau 6: Matrice de comparaison des critères par rapport à l'objectif.	49
Tableau 7: Comparaison des alternatives par rapport au critère «impact sur le revenu des populations ».	49
Tableau 8: Comparaison des alternatives par rapport au critère "impact sur la sécurité alimentaire"	49
Tableau 9: Comparaison des alternatives par rapport au critère "gestion rationnelle des ressources naturelles"	50
Tableau 10: Comparaison des alternatives par rapport au critère " relance de l'économie locale"	50
Tableau 11: Priorité des critères.	51
Tableau 12: Priorité des alternatives par rapport aux critères. (Voir calcul en annexe 10)	52

Liste des annexes :

Annexe 1: Liste des mares les plus importantes du département de Téra.....	70
Annexe 2: Situation hydraulique du département de Téra.....	70
Annexe 3: Bilan céréalier (mil sorgho) et besoin alimentaire.....	71
Annexe 4: Superficies emblavées comparées sur 9 ans.....	71
Annexe 5: Situation pluviométrique sur 6 ans.....	72
Annexe 6: Production de viande en Kg.....	72
Annexe 7: Evolution du cheptel du département de Téra.....	73
Annexe 8: Questionnaire.....	74
Annexe 9: Matrices de niveau 1 : Etablissement des priorités, calcul de Cohérence de la matrice.....	82
Annexe 10: Matrices de niveau 2. Etablissement des priorités.....	85
Annexe 11: Liste des experts consultés.....	87

Liste des abréviations

AHP : Analytic Hierarchy Process

AMC : Analyse multicritère

AME : Accords multilatéraux sur l'environnement

CCNUCC Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

CEDEAO : Communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest

CES/DRS : Conservation des Eaux et du Sol / Défense et Restauration des Sols.

CILSS : Comité inter-Etat de lutte contre la sécheresse au Sahel

DMN : Direction de la météorologie Nationale

DRSP : Document de stratégie pour la réduction de la pauvreté

ENDA-TM : Environnement et Développement du Tiers Monde

FEM : Fonds pour l'environnement mondial

GIEC : Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat (IPCC en Anglais)

ICRISAT: International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics

IDH : Indice du Développement Humain

INRAN : Institut National de Recherche Agronomique du Niger

LEG (anglais) : Groupe d'experts des Pays les Moins Avancés

MDP : Mécanisme de développement propre

NEPAD : Nouveau Partenariat pour le Développement de L'Afrique

OMD : Objectifs du Millénaire

OMM : Organisation météorologique mondiale

ONG : Organisation non gouvernementale

PANA : Programme d'Action National pour l'Adaptation aux changements climatiques

PIB : Produit Intérieur Brut

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

PPM /PPB: Parts per Million/Parts per Billion

REE : Rapport sur l'état de l'environnement

SAEIA/ Téra : Service d'arrondissement de l'élevage et des industries animales de Téra

SDR : Stratégie de développement rurale

SIG : Système d'Information Géographique

SRP : Stratégie de réduction de la pauvreté

Avant propos

Le changement climatique soulève de graves problèmes du point de vue du développement social et économique dans tous les pays. Les pays en développement y sont particulièrement vulnérables, car ils sont fortement tributaires des ressources naturelles et leur capacité à faire face aux répercussions du phénomène est limitée.

L'expérience indique que le meilleur moyen de combattre l'impact des changements climatiques sur les conditions de vie des populations pauvres consiste à intégrer les mesures d'adaptation dans la planification du développement. Dans un pays comme le Niger, où plus des 3/4 de la population vivent de l'agriculture, l'adaptation est essentiel pour atteindre les objectifs du millénaire pour le développement, et notamment l'objectif premier et fondamental qui est de réduire de moitié l'extrême pauvreté et la famine d'ici 2015.

Le but de cette présente étude est de contribuer de façon pratique au processus d'intégration de l'adaptation aux changements climatiques dans la politique sectorielle de l'agriculture au Niger en vue d'une meilleure réponse au fléau de la pauvreté et de la

famine que connaît ce pays. Nous espérons que ce mémoire sera un atout de plus dans un cadre dynamique et flexible permettant d'orienter et de coordonner les activités prioritaires en matière d'adaptation aux changements climatiques dans le pays.

Remerciements

Louange à **ALLAH (SWT)** Le Maître de l'autorité absolu, Le Puissant, Le Sage, Le Pourvoyeur, qui m'a créé à partir du néant et m'a procuré subsistance, pour tout ce qu'Il me fait (ce que je connais et ce que je ne connais pas).

Je serais ingrat si je n'apprécie pas fidèlement les efforts de mes honorables, et affectifs parents, mon père Mr **Daouda Hamani** et ma mère Madame **Fati Tahirou** pour leur amour et leur attention à mon égard. A eux, vont mes plus profondes gratitudee.

Ce projet de recherche a pu être réalisé grâce à l'appui et la participation de ma directrice de département, Madame Docteur **Caroline Gallez** et de mon encadreur de stage et de mémoire, Professeur **Bryant Christopher** de l'université de Montréal. Sans leur intérêt et appui soutenus, leur très grande compréhension et disponibilité, leurs nombreux conseils et précieuses recommandations, ce projet d'étude n'aurait jamais été possible.

Vos encouragements et votre soutien ont été très bénéfiques et fort appréciés.

L'accomplissement de cette recherche a été possible grâce au soutien financier, technique et logistique de l'Université Senghor et à travers elle la Francophonie à qui j'exprime ma profonde gratitude.

Mes profondes gratitude vont aussi à Messieurs **Serges Desroches**, coordonnateur du laboratoire de dynamique territoriale et de développement durable pour m'avoir encadré et suivi durant le stage que j'ai effectué à Montréal durant l'été 2006, ainsi que **François Bousquet**, du CIRAD, pour ses conseils et assistances en matière de modélisation.

Je souhaite remercier tout le personnel et les professeurs associés au Département Environnement de l'Université Senghor pour leur disponibilité, leur conseil et leur contribution durant tout mon séjour à Alexandrie.

Je dois aussi remercier tous mes collègues étudiants nigériens particulièrement mon colocataire **Issalak** et ceux des autres nationalités pour leur soutien moral et leur assistance.

Enfin je souhaite exprimer mes sincères appréciations à tous ceux qui ont contribué au succès de cette étude, particulièrement ceux dont les noms ne sont pas mentionnés. Que Le Tout-Puissant **ALLAH (SWT)** vous récompense tous, Amen.

Gloire au Tout-Puissant **ALLAH (SWT)** qui a rendu tout cela possible, car sans Son vouloir et Sa permission personne ne peut aider son prochain.

Chapitre 1

Introduction

Le climat est caractérisé par une tendance stable sur une longue période de caractéristiques météorologiques propres à un milieu géographique donné. Mais cette stabilité est très souvent rompue pour des causes diverses (très souvent naturelles), entraînant une modification durable que l'on nomme : changement climatique. De ce fait, le climat de la terre a déjà subi plusieurs modifications et autres évolutions cycliques au cours des âges géologiques comme l'attestent de nombreuses études paléoclimatologiques. Depuis une trentaine d'années, la préoccupation est devenue plus forte à propos des éventuels impacts des émissions industrielles de certains gaz (CFC, CH₄, CO₂, N₂O) sur le devenir du climat de la terre. C'est le problème du réchauffement global dû aux gaz à effet de serre. Le dioxyde de carbone est le gaz à effet de serre anthropogène le plus important. La concentration atmosphérique globale de CO₂ a augmenté d'une valeur pré-industrielle d'environ 280 ppm à 379 ppm en 2005. La concentration atmosphérique de CO₂ en 2005 excède de loin la normale naturelle au cours des 650.000 dernières années (180 à 300 ppm) comme déterminé à partir des noyaux de glace. Le taux d'augmentation annuel de concentration en dioxyde de carbone était plus grand pendant les 10 dernière années (moyenne de 1.9 ppm par an), qu'il ne l'avait été depuis que les mesures atmosphérique continues ont débuté (1960 - 2005 : 1.4 ppm par an) bien qu'il y ait de la variabilité d'année en année (IPCC, 2007). Le réchauffement du climat est sans équivoque, car il est maintenant évident à partir des observations que les températures moyennes globales de l'air et des océans augmentent, de même, la fonte répandue de la neige et de la glace augmente le niveau de la mer (IPCC, 2007).

Bref, toutes les autres composantes de l'environnement naturel, et par conséquent les activités humaines et la vie des populations, seront affectées. La santé, les écosystèmes terrestres et aquatiques et les systèmes socio-économiques comme l'agriculture, l'exploitation forestière, la pêche et les ressources en eau, éléments essentiels au développement et au bien-être de l'humanité, sont sensibles aux variations du climat, dont certains risquent d'être irréversibles. La société doit donc s'attendre à des bouleversements multiples auxquels elle devra s'adapter (GIEC 1996).

Très peu de travaux ont été entrepris sur l'évaluation des impacts des changements climatiques en Afrique. Le changement climatique est un phénomène qui se produit dans un monde qui déjà est sévèrement sujet à de graves problèmes de

disparité en termes de développement. C'est particulièrement vrai pour l'Afrique où l'existence de la pauvreté très répandue sur le continent, la faim et les maladies affectent des millions de personnes. Toutes les pronostiques prévoient que le changement climatique entrainera une détérioration des conditions de vie sur le continent (DFID, 2006). La plupart des effets seront sur ou par l'eau, et, en général le climat sera caractérisé par une plus grande variation et des événements extrêmes plus intenses. L'Afrique a déjà un climat fortement variable et imprévisible, et déjà beaucoup de systèmes africains, ne répondent plus aux pressions du climat existant. Sécheresses, inondations, élévation du niveau de la mer, impact sur la sécurité alimentaire, sur la productivité de l'agriculture, sur le commerce et l'exportations des produits, la santé, et l'énergie (DFID, 2006). En se basant sur des relations générales entre précipitations et populations d'herbivores, Magazda, (1991) prédit une réduction des populations de grands herbivores tels que les buffles et les éléphants, au fur et à mesure de la diminution de la productivité de la savane. Ominde et Juma (1991) soulignent la grande vulnérabilité de l'Afrique face au changement climatique en raison d'une forte dépendance agricole et d'une capacité d'adaptation limitée. Même les scénarios les plus optimistes (Reilly et al., 1994) prévoient des implications négatives des dommages agricoles sur le bien-être du consommateur en Afrique.

1.0 Le défi mondial de la modification du climat

L'une des préoccupations majeures actuelles de la communauté internationale est la modification du climat du fait de l'exacerbation du phénomène de l'effet de serre par le rejet dans l'atmosphère de gaz à effet de serre (notamment le dioxyde de carbone) par certaines activités humaines. Comme le climat a une influence importante sur les systèmes écologiques et socio-économiques, son dérèglement pourrait, suivant les régions du monde, avoir des incidences néfastes plus ou moins prononcées sur l'agriculture et la sécurité alimentaire, les océans, les zones côtières et le niveau des mers, la diversité biologique, les ressources en eau, la santé et l'industrie. Pour faire face à ces menaces, la communauté mondiale s'est dotée d'une convention, la Convention Cadre des Nations unies sur le Changement Climatique et son Protocole de Kyoto. Le Protocole de Kyoto (PK) est un instrument juridique additionnel à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) négocié pour répondre à l'adéquation des engagements au titre des articles 4.2.a et 4.2.b de la Convention. Il est aussi un mécanisme qui place les pays les plus émetteurs face à

leur responsabilité de pollueurs, qui impose des taux de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'environ 5,2% et permettant de faire des progrès considérables vers l'atteinte de l'objectif ultime de la CCNUCC. Outre l'importance qu'il accorde aux questions d'adaptation aux changements climatiques, le protocole offre des opportunités non négligeables aux pays en développement notamment dans le domaine de la lutte contre la pauvreté. L'objectif de contribution au développement durable du Mécanisme de développement propre (MDP) viserait dans ce contexte, la réduction de la pauvreté par l'accès à de nouveaux investissements et à une ouverture au marché mondial des secteurs de l'énergie, de la foresterie et de l'agriculture. Seraient entre autres associés à ces atouts, le renforcement des capacités institutionnelles et humaines et l'accès aux technologies nouvelles, propres et adaptées. Ainsi, l'adhésion au protocole de Kyoto par les Etats africains est aussi un argumentaire à charge pour le respect des obligations de réduction des gaz polluants par les pays développés - donc une contribution substantielle à la protection de l'environnement. Négocié de 1995 à 1997, le PK a connu un aboutissement difficile à Kyoto en décembre 1997 car l'équilibre des intérêts politico-économiques et environnementaux était trop précaire. Il fallait bien que ces négociations « accouchent » de quelque chose.

L'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) forment également en 1988 le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC). Le GIEC fournit un conseil Scientifique, technique et socio-économique à la communauté du monde à travers des Rapports d'Évaluations périodiques sur l'état de la connaissance, des causes du changement climatique, ses impacts potentiels et les options pour des stratégies de réponse.

1.1 Les impacts potentiels attendus du changement climatique en Afrique

Selon divers travaux scientifiques notamment dans le cadre des travaux du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat, l'Afrique comme la plupart des régions en développement serait particulièrement vulnérable aux impacts potentiels de changements climatiques. Ceux-ci pourraient accentuer le phénomène de désertification et perturber le système de production agricole qui accuse déjà un déficit chronique. Parmi les autres impacts négatifs possibles (figure 1), figure l'inondation des

zones du littoral qui présente déjà des signes d'érosion avancée notamment en Afrique de l'Ouest et de l'Est (Enda-tiers monde, 1997).

Figure 1: Impacts attendus du changement climatique en Afrique



Source: Vital Climate Graphics, Africa 2002, UNEP/GRID Arendal. Cartography by UNEP/GRID-Arendal, Norway <http://www.grida.no/climate.vitalafrica>

Des scientifiques africains, sous la coordination du Centre Africain des Applications Météorologique pour le Développement basé à Niamey au Niger, ont réalisé plusieurs études sur l'impact potentiel des changements climatiques en Afrique. Les conclusions de ces travaux pour les diverses sous-régions du continent confirme les informations de la figure 1, et révèlent que :

En Afrique du Nord, la détérioration des conditions climatiques a déjà contribué à l'avancée de la désertification, et a forcé des populations à migrer en direction des zones côtières les plus peuplées du nord. Ainsi, des terres fertiles qui pourraient être utilisées à des fins agricoles, sont occupées par des habitations urbaines. Actuellement, 50% des besoins alimentaires sont couverts par des importations ; mais ce pourcentage est appelé à croître jusqu'à 80% au cours des 50 prochaines années (Enda-tiers monde, 1997).

Au Sahara et au Sahel, la sécheresse est appelée à empirer. Les principaux impacts de la baisse de la pluviométrie sont la dégradation des sols, la baisse des productions agricoles et pastorales, et des ruptures chroniques d'approvisionnement en nourriture. On prévoit également des mouvements de populations continus sur une large échelle, une instabilité politique, un accroissement des maladies et une perte significative au niveau de la biodiversité (Enda-tiers monde, 1997).

Au Nord Est de l'Afrique, les événements climatiques extrêmes, à la fois des inondations et la sécheresse, sont vraisemblablement appelées à croître aussi bien en magnitude qu'en fréquence. La dessiccation à laquelle on s'attend aura de graves conséquences sur les économies de l'Égypte et du Soudan qui reposent sur de vastes zones d'agriculture irriguée, des éleveurs, et des réserves en eau pour les habitants des villes et la pêche. On s'attend à ce que la production alimentaire diminue. L'élévation du niveau des mers conduira à la destruction de ressources le long des côtes et au déplacement de populations. Les systèmes de transports et de télécommunications seront également affectés. (Enda-tiers monde, 1997).

En Afrique de l'Est et en Afrique Centrale, les changements prévisibles en matière de pluviométrie et l'accroissement des périodes de sécheresse devraient avoir un effet négatif sur la production agricole. La biodiversité extrêmement riche de cette région est aussi en danger. On s'attend à une recrudescence de l'incidence du paludisme, de la maladie du sommeil et d'autres maladies infectieuses. La migration des populations en direction des villes devrait s'accélérer. De fortes pluies et des inondations affecteront sévèrement les infrastructures de transport et de communications (Enda-tiers monde, 1997).

Dans les zones humides d'Afrique de l'Ouest, l'intensité des tempêtes et les inondations pourraient s'intensifier et le ravinage des sols par érosion empirer. Dans les zones arides, on s'attend à de plus fréquentes sécheresses et à des périodes sèches plus longues. Les zones côtières seront affectées par l'élévation du niveau des eaux,

entraînant une érosion côtière, la submersion de terres, des inondations et un accroissement de la salinité des nappes phréatiques. Les modifications attendues du climat par rapport à la norme actuelle conduiraient à des pertes de récoltes, des perturbations dans la gestion du bétail et de possibles famines. Les maladies devraient être en recrudescence (Enda-tiers monde, 1997).

La récente sécheresse en Afrique Australe donne un aperçu de ce qui pourrait résulter de l'effet de serre. Cette sécheresse, décrite comme étant la plus sévère de mémoire d'homme, représente simplement une condition transitoire en comparaison des prédictions liées à un doublement du taux de carbone dans l'atmosphère. Les gains de précipitation, s'ils se vérifient, seraient probablement annulés par l'accroissement de l'évapotranspiration. L'extension des terres arides pourrait s'accroître. Les systèmes agricoles seront sévèrement affectés. Il pourrait s'ensuivre une perte importante de ressources pour la biodiversité. Des pénuries d'électricité et la propagation de maladies pourraient également s'ensuivre. Des conflits politiques pourraient survenir à propos des rares ressources hydriques partagées.

L'incidence croissante de la famine est probablement la conséquence la plus tragique des changements climatiques en Afrique. Ceci ne sera pas un résultat inéluctable des changements climatiques, mais à cause de la prévalence existante de la pauvreté. Bien que la famine soit souvent associée à la sécheresse, c'est la pauvreté, et non le déficit alimentaire, qui amène la famine.

1.2 Changement climatique et développement : principaux liens

Indiscutablement, les choix et trajectoires de développement sont étroitement liés au climat. Celui-ci constitue en lui-même une ressource et influe sur la productivité d'autres ressources essentielles telles que les cultures, les forêts, la pêche et l'eau. Il peut aussi représenter un danger. Ses fluctuations naturelles diminuent l'aptitude de la collectivité à exploiter les ressources vitales et même à survivre. De même, les choix de développement des communautés humaines ont un effet démontrable sur le climat aux échelles locale et mondiale. La sur-construction contribue à la formation d'« îlots de chaleur » urbains, et la déforestation et les changements d'affectation des terres peuvent influencer les températures et le régime des précipitations à l'échelle régionale. L'augmentation des concentrations de GES résultant de l'activité industrielle provoque des changements climatiques mondiaux. Aujourd'hui, 34 % des émissions mondiales de CO₂ sont imputables aux pays en développement, mais si la tendance actuelle du

développement économique se maintient, cette proportion passera à 47 % en 2030, soit près de la moitié des émissions mondiales (AIE, 2002). Les choix et trajectoires de développement de ces pays constitueraient dès lors un vecteur essentiel de la réduction des émissions de GES à l'avenir, en complément de la réduction de ces émissions dans les pays industriels. Le changement climatique aura quant à lui des répercussions sur divers systèmes naturels et humains sur toute la planète dans les décennies et les siècles à venir, ce qui rejaillira sur le potentiel de développement.

La sensibilité au stress climatique est plus grande dans le cas des activités qui reposent sur l'exploitation de ressources naturelles elles-mêmes dépendantes du climat (p. ex. agriculture et pêche côtière), souvent vitales pour les populations pauvres. La capacité à s'y adapter et à y faire face est fonction de facteurs tels que la santé, la technologie, l'éducation, l'information, les qualifications et l'accès aux ressources, qui font tous défaut dans les pays et communautés pauvres. Du fait de moyens d'existence très sensibles aux effets du climat, conjugué à une plus faible capacité à faire face à ces derniers, les pays en développement présentent une vulnérabilité disproportionnée au changement climatique (GIEC, 2001). Par conséquent, les effets du climat peuvent aussi avoir des répercussions cruciales sur la réalisation des objectifs de développement, notamment lorsqu'ils frappent en premier lieu les groupes et communautés les plus vulnérables.

L'impact prévu sur l'accès aux ressources naturelles, la mortalité liée à la chaleur et la propagation des maladies à transmission vectorielle, par exemple, a des implications directes pour plusieurs des objectifs du millénaire pour le développement (OMD), que tous les pays membres des Nations unies ont adopté pour orienter leurs efforts de développement (Sperling, 2003). Cependant, la date fixée pour la réalisation des OMD est 2015 et les effets du changement climatique continueront de se manifester dans les années et les décennies suivantes (en fait, ils deviendront de plus en plus importants) (IPCC, 2007).

1.3 Le Sahel, une région spécifique :

À l'exception du Sénégal et du Cap Vert, les pays sahéliens enregistrent en 1994 un revenu annuel par tête inférieur à 500\$, qui est approximativement le revenu moyen en Afrique sub-saharienne. La situation des pays sahéliens est encore moins bonne en ce qui concerne le développement humain. Selon l'Indicateur de Développement Humain 2005 (PNUD 2005), les pays sahéliens s'échelonnent, sur 174 pays classés selon leur

niveau de développement humain, de la 149^{ième} à la 174^{ième} place (Niger). Parmi les cinq derniers pays classés, trois appartiennent à la région sahélienne ! Le Sahel apparaît comme la région du monde ayant le plus faible niveau de développement. Ce faible niveau de développement économique et social induit une pauvreté importante. Selon le FIDA (1993), qui a mis en cohérence l'ensemble des données disponibles sur la pauvreté rurale, plus de 60% de la population rurale sahélienne se situaient en 1990 au-dessous d'une ligne de pauvreté définie par un panier minimum de consommation. Au Sénégal, par exemple, plus du tiers de la population est en dessous du niveau de revenu permettant d'acquiescer la ration calorique minimale (Naudet, 1999).

Outre le phénomène de pauvreté, les handicaps du Sahel tiennent également à une grande vulnérabilité provenant de la permanence de l'incertitude et du risque. Le premier facteur de risque est d'origine climatique. La vulnérabilité climatique, et en particulier pluviométrique, constitue certainement la caractéristique première de la région sahélienne. Le Sahel se situe en permanence sous une menace latente de rupture des équilibres naturels. À plus d'un titre, la région semble engagée dans des processus écologiques non durables : extension des superficies cultivées, détérioration des sols, baisse de l'écoulement des grands bassins versants, consommation des ressources ligneuses.

Le risque qui caractérise le Sahel ne peut être cependant ramené à ses aspects environnementaux. Les situations sociales, politiques, financières présentent fréquemment des dangers comparables de rupture et de crise. L'incertitude et l'absence de stabilité s'imposent à tous les acteurs, et conditionnent leur prise de décision.

Qu'il s'agisse de la pluviométrie, du prix des matières premières, du niveau d'aide accordé ou encore de la stabilité sociale, les acteurs sahéliens ont peu de prise et/ou peu de vision de certains paramètres déterminants conditionnant leurs activités. Cette faible maîtrise de l'avenir semble bien une spécificité de la région, qui lui confère une grande vulnérabilité (Naudet, 1999).

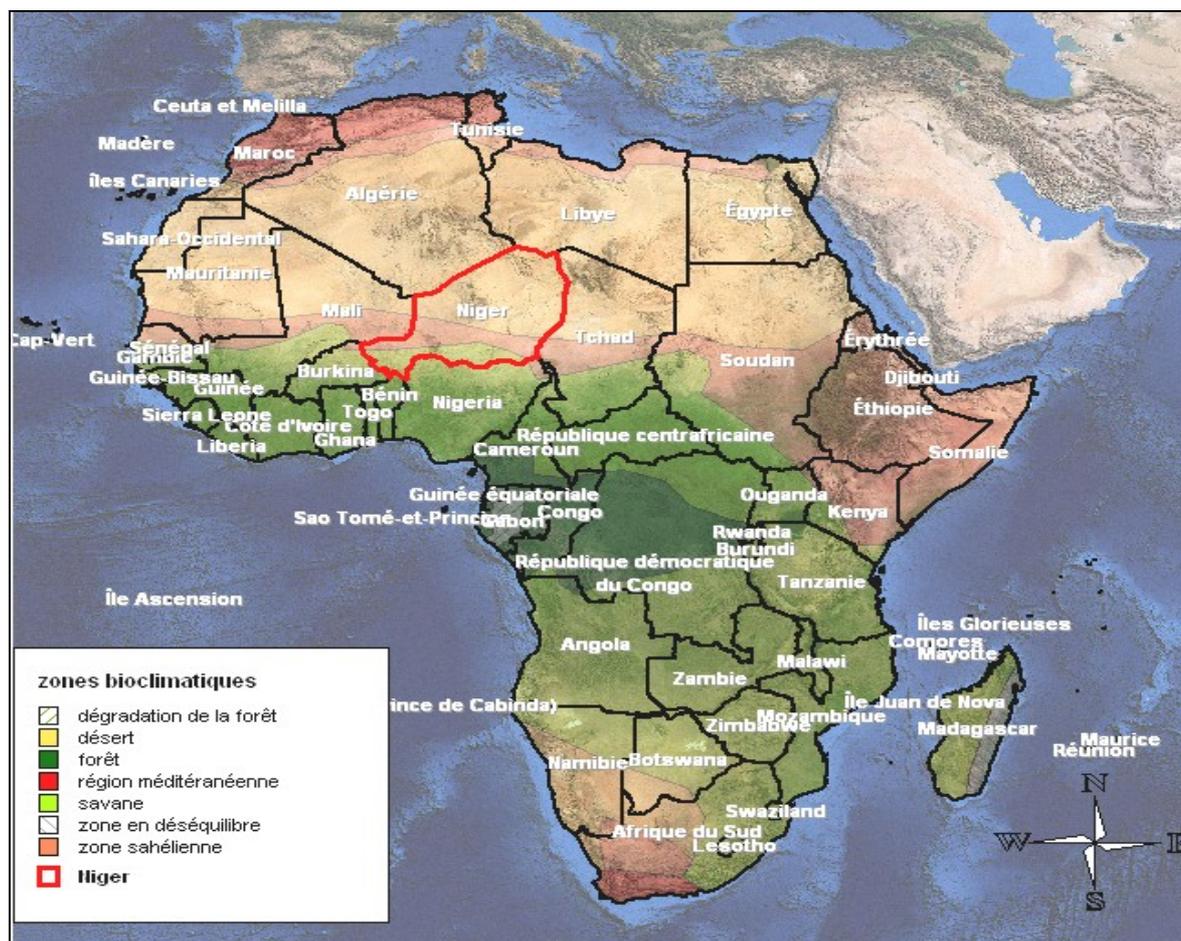
1.4 Conséquences des changements climatiques sur l'agriculture au Sahel

Les conséquences sont lourdes pour l'agriculteur et l'éleveur : ils doivent s'adapter à des pluies moins importantes en moyenne, mais surtout plus imprévisibles (ils savent de moins en moins quand les pluies vont arriver) et moins fiables (les pluies peuvent manquer au milieu de la saison).

Quand les pluies arrivent en retard, les semis doivent être différés. La plante risque alors de ne plus avoir le temps d'effectuer son cycle normal durant la saison des pluies. Plus grave encore, on peut assister à des phases sèches en cours de végétation ou à des arrêts prématurés des précipitations, en pleine période de formation des grains. Paradoxalement, on peut observer aussi, en zone sahélienne, des inondations à caractère catastrophique, des pluies à des périodes non souhaitables (comme celles qui ont provoqué des hécatombes sur le bétail au Sénégal et en Mauritanie). Ces fortes perturbations dans le calendrier normal des précipitations conduisent à des bouleversements dans le calendrier cultural. Elles ne permettent pas aux innovations que l'on peut introduire de s'exprimer. Des perturbations climatiques existent certes dans toutes les parties du monde mais le climat sahélien est particulièrement irrégulier et, surtout, les populations sahéliennes sont souvent moins bien armées pour y faire face. Elles ont une capacité de résilience très faible. Les assurances calamités n'existent pas. Seules les solidarités au sein de la famille peuvent jouer. Mais celles-ci ne peuvent pas toujours s'exercer.

1.5 Contexte de l'étude

Figure 2: Zonage bioclimatique du Niger en Afrique



Source : Environnement NEPAD,

Le Niger est un pays en développement où la productivité des terres arables demeure encore très faible, il est classé dans la catégorie des pays vulnérables où l'on rencontre surtout des populations à faibles revenus et faisant face à une insécurité alimentaire devenue pratiquement chronique. L'importance du climat se fait sentir sur pratiquement tous les aspects de la vie socioéconomique que ce soit sur les rendements céréaliers, la disponibilité des ressources en eau, la santé humaine et animale, pour ne citer que ces trois secteurs. Il faut souligner que la récurrence des crises alimentaires n'est pas seulement liée au seul climat, des facteurs comme les invasions acridiennes peuvent provoquer d'importants dégâts aux productions agro-sylvo-pastorales et des perturbations socio-économiques et environnementales importantes.

La vulnérabilité d'une région face au climat dépend en premier lieu des caractéristiques socio-économiques, environnementales et aussi culturelles de cette région. La baisse continue des précipitations observée dans ce pays depuis plus de trente

ans a créé dans des zones jusque là considérées comme humides, des conditions caractéristiques de milieux désertiques (figure 2), avec comme conséquence une amplification du phénomène migratoire vers les zones plus humide du sud ou vers les zones côtières, elles mêmes non à l'abri de cette baisse des précipitations. D'une manière globale, on distingue les impacts suivants du climat sur le développement socio-économique du Niger :

Impacts sur la santé humaine et les peuplements,

Impacts sur la production animale,

Impacts sur ressources en eaux,

Impacts sur les écosystèmes naturels,

Impacts sur l'approvisionnement énergétique,

Impacts sur l'agriculture.

Cette dernière étant principalement une agriculture de subsistance, elle est axée presque essentiellement vers la production céréalière, qui elle-même dépend de la forte variabilité de la longueur de la saison culturale et des dates de démarrage de la saison culturale ; à cela peuvent s'ajouter de longues séquences sèches en saison d'hivernage pouvant occasionner des pertes de semis.

Ainsi, les changements climatiques et leurs impacts futurs au Niger nous amènent-ils à nous poser dès à présent des questions ne serait-ce que sur le types d'agriculture à envisager dans un proche avenir, sur comment réduire la vulnérabilité face aux changements climatiques, et les mesures d'adaptation en vue de soutenir le développement socio-économique du pays.

C'est à ces questions que tentera de répondre cette étude.

1.6 Problématique

Les variations du comportement climatique agissent de tout temps sur les économies des pays du Sahel en général et celui du Niger en particulier, en raison de la place qu'y occupe l'agriculture. Incontestablement, la vulnérabilité du Niger face à la variabilité et au changement climatique contraste avec le faible niveau de prise de conscience de la menace par les décideurs. Certes, à l'échelle nationale, certaines initiatives sont prises pour minimiser l'impact du phénomène sur les populations, mais la complexité du problème appelle à une synergie entre le travail des scientifiques et celui des politiques.

Le changement climatique révèle au fil des années le degré de vulnérabilité du Niger, un pays fortement dépendant de l'agriculture et de l'élevage, activités qui font vivre plus de 80% de sa population. Les sécheresses et les famines à répétition au Niger et à travers le continent africain dans son ensemble aussi bien que les récentes inondations qu'ont connues l'Europe, le Bangladesh, le Vietnam ainsi que les cyclones Katrina, Mitch et Andrew qui ont balayé respectivement l'Amérique Centrale et les États-Unis sont assez révélateurs de la vulnérabilité des sociétés vis-à-vis des événements climatiques. Ceux-ci brisent la vie et paralysent l'économie. Dans les pires cas, des sociétés entières seront renvoyées dix années en arrière au plan de développement. Bien que ces événements pris isolément ne puissent être directement imputables au changement climatique, ils annoncent les changements en vue (Brett, 2004). Pour le Niger, le dérèglement du climat renforce les menaces qui pèsent déjà sur l'environnement et les populations. Il vient compromettre les efforts de développement. D'une manière générale, l'économie du Niger repose en grande partie sur les secteurs de l'agriculture et de l'élevage, qui contribuent entre 30 et 40 % au PIB de ce pays. Les principales productions végétales sont le mil/sorgho, le maïs, le niébé, l'arachide, l'oignon, le riz et même parfois, le blé. Quant au cheptel, il est essentiellement composé de bovins, d'ovins, de caprins, d'asiniens et de camelins. Ces deux composantes de l'économie sont fortement tributaires des aléas climatiques. En effet, au Niger, l'agriculture est une agriculture pluviale à faibles rendements et l'élevage un élevage extensif tributaire des ressources naturelles.

Il est de plus en plus admis que le réchauffement planétaire actuel ne peut être évité (IPCC, 2007). Les émissions passées et actuelles combinées aboutiront à un réchauffement supplémentaire de la terre de l'ordre d'un degré Celsius au cours des cinquante prochaines années. Dans la mesure où nous ne pourrons pas empêcher le changement climatique, les experts de la conservation se tournent vers les stratégies susceptibles d'accroître la capacité de résistances des écosystèmes et des communautés vivant directement ou indirectement des ressources naturelles face aux risques imputables à ce phénomène (Brett, 2004).

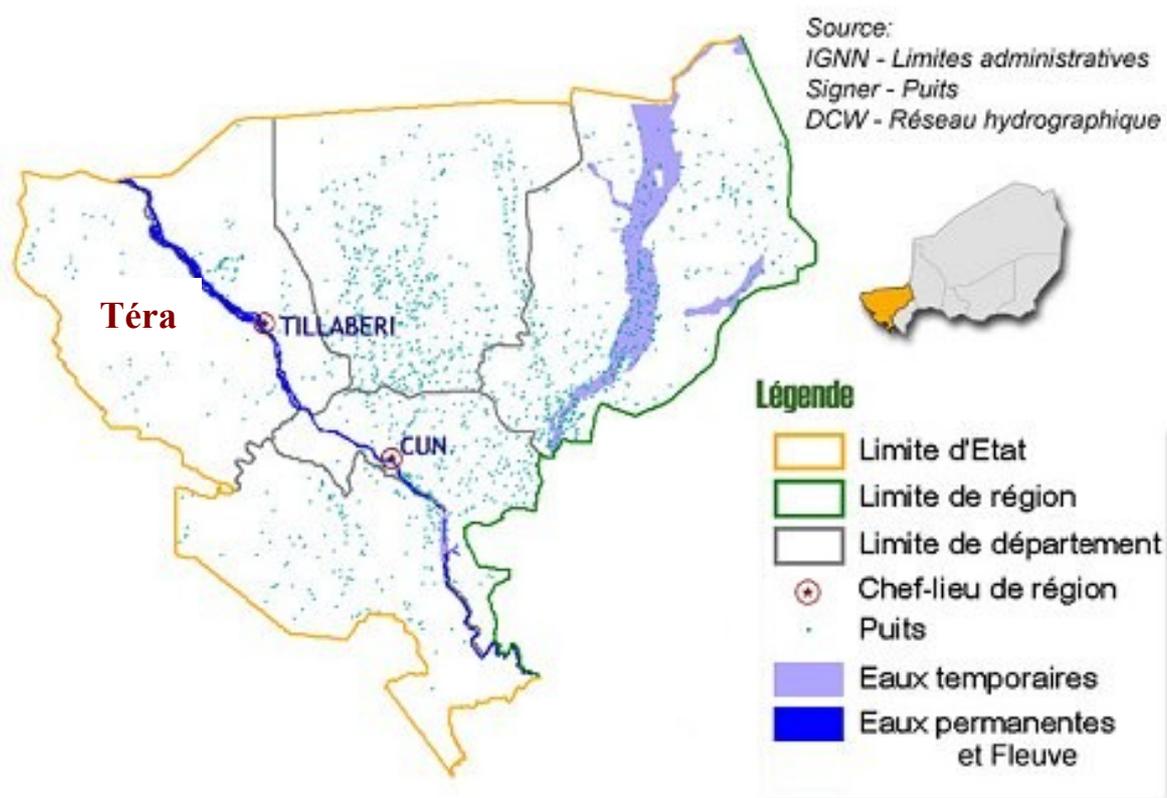
De ce fait, l'adaptation de l'agriculture au changement climatique implique de nouvelles formes de pratiques et d'innovations dans le système de production. Il s'agit de se donner les moyens de prendre en charge au mieux les incertitudes liées aux changements et à la variabilité climatique et de trouver ensemble des moyens d'adaptation.

1.7 Les objectifs de l'étude

L'objectif principal est de proposer des options d'adaptation efficaces pour limiter les impacts négatifs sur l'agriculture des changements climatiques dans le département de Téra (figure 3).

En effet, Téra était considéré comme l'un des « greniers » du Niger et l'un des principaux fournisseurs de la sous-région en produits d'élevage (p. ex. viande, lait et cuir) jusqu'à ce que les sécheresses des années 1970 et 1980 viennent tout compromettre et placer cette région dans la catégorie des zones les plus déficitaires du pays sur le plan agricole (annexes 3, 4, 6).

Figure 3: Carte géographique du département de Téra.



L'importance de notre démarche est d'accompagner le processus de prise de décision par les décideurs politiques, les organismes de développement exerçant dans la région (p. ex. ONG, associations), ainsi que les acteurs locaux pour une meilleure adaptation de l'agriculture de la région au changement et à la variabilité climatique.

Les objectifs spécifiques de ce travail visent d'une part à réorienter le système agricole afin d'éviter les crises récurrentes de famines et d'insécurité alimentaire dans la région, et d'autre part, il s'agit de proposer aux autorités locales et nationales les connaissances nécessaires à la prise de décision.

Le second chapitre est consacré à la revue littéraire et à l'analyse des perturbations causées par le changement climatique au Niger. Dans un premier temps il s'agit de faire une présentation du Niger à travers ses caractéristiques biophysiques, socio-économiques, et la pression exercée sur l'environnement dans ce pays. Cette présentation du Niger sera suivie d'une analyse des perturbations causées par le changement climatique sur les différents composants du secteur primaire du pays (agriculture, élevage, forêt, faune, pêche) ainsi que sur les processus biophysiques.

Dans le chapitre 3, nous ferons une présentation détaillée de la zone d'étude qui est le département de Téra, ainsi qu'une présentation de la méthodologie de recherche. Il s'agira ici d'explicité et de justifier la méthode et l'outil utilisés dans cette étude.

Le chapitre 4 est consacré aux résultats et à leur analyse. Seront ainsi abordés, la décomposition du problème en structure hiérarchique et le traitement et l'analyse des résultats issus des questionnaires. Ainsi dans ce chapitre, nous calculerons le poids de chaque critère et alternative, ainsi que les priorités globales, ce qui nous permettra de déterminer la meilleure option d'adaptation de l'agriculture au changement climatique dans le département de Téra.

Dans la continuité de ce travail, **le chapitre 5** s'appuie sur les acquis des précédents chapitres pour servir de base de discussion sur les résultats obtenus au chapitre précédent. Les leçons tirées et les perspectives ainsi que les limites de l'étude seront également abordées dans ce chapitre qui se terminera par une conclusion et des recommandations.

Chapitre 2

Ce chapitre est consacré à la revue littéraire et à l'analyse des perturbations causées par le changement climatique au Niger. Dans un premier temps il s'agit de faire une présentation du Niger à travers ses caractéristiques biophysiques, socio-économiques, et la pression exercée sur l'environnement dans ce pays. Cette présentation du Niger sera suivie d'une analyse des perturbations causées par le changement climatique sur les différents composants du secteur primaire du pays (agriculture, élevage, forêt, faune, pêche) ainsi que sur les processus biophysiques.

A Revue littéraire :

2.0 Caractéristiques générales du Niger

Pays sahélien et enclavé, dont le point le plus proche de la mer se trouve à environ 600 km, le Niger (figure 2) couvre une superficie de 1.267.000 km² et s'inscrit entre la longitude 0° 16' et 16° Est, et la latitude 11°1' et 23°17' Nord (figure 1). Les 3/4 du pays sont occupés par des déserts (figure 2) dont celui du Ténéré qui compte parmi les déserts les plus célèbres du monde.

L'économie du pays repose en grande partie sur l'agriculture et l'élevage. Par ailleurs, les sols sont en général pauvres et la superficie potentiellement cultivable estimée à 15 millions d'hectares (REE 2005), représente moins de 12% de la superficie totale du pays. Ces sols en majorité dunaires sont peu productifs et très sensibles à l'érosion hydrique et éolienne. Le potentiel en terre irrigable est estimé à 270 000 hectares (REE, 2005), dont 140 000 hectares sont situés dans la vallée du fleuve Niger (GIEC, 1997).

La population du Niger est de 11.060.291 habitants en 2001 (RGP 2001). Essentiellement rurale (83,8%), elle tire la grande partie de son revenu de l'exploitation des ressources naturelles (REE, 2005).

Le taux d'accroissement de la population est l'un des plus élevés au monde, il est de 3,3% en 2001 (REE, 2005). Cet accroissement démographique combiné aux conditions climatiques contraignantes (sécheresse) et aux systèmes d'exploitation inadaptés et peu rationnels des ressources naturelles ont conduit à des déséquilibres écologiques qui se traduisent par la précarité des moyens d'existence. Selon le scénario tendanciel des statistiques nationales, la population atteindra 17,3 millions en l'an 2015 et 24,1 millions en 2025.

2.1 Caractéristiques biophysiques

Caractérisé par de basses altitudes (200 à 500 m), le relief est marqué par des massifs montagneux très anciens au nord-ouest (massif de l'Aïr), des plaines et des plateaux au sud.

La partie Nord du Niger est occupée par des grandes zones géomorphologiques dont les principales sont :

- 1le massif cristallin de l'Aïr dont le point culminant (Mont GREBOUNE) s'élève à plus de 2.000 m d'altitude ;
- 2le massif gréseux du Termit ;
- 3les grandes zones d'épandage des écoulements venant de l'Aïr ;
- 4les plateaux désertiques ;
- 5les vastes étendues sableuses désertiques (Ténéré et Tal).

La partie Sud du Niger est caractérisée par une alternance de plaines et de plateaux entrecoupés par des :

- 1les affleurements de roches précambriennes à l'Ouest ;
- 2les chaînes de collines du crétacé et du tertiaire au centre et à l'Est ;
- 3les vallées et des cuvettes d'Ouest en Est.

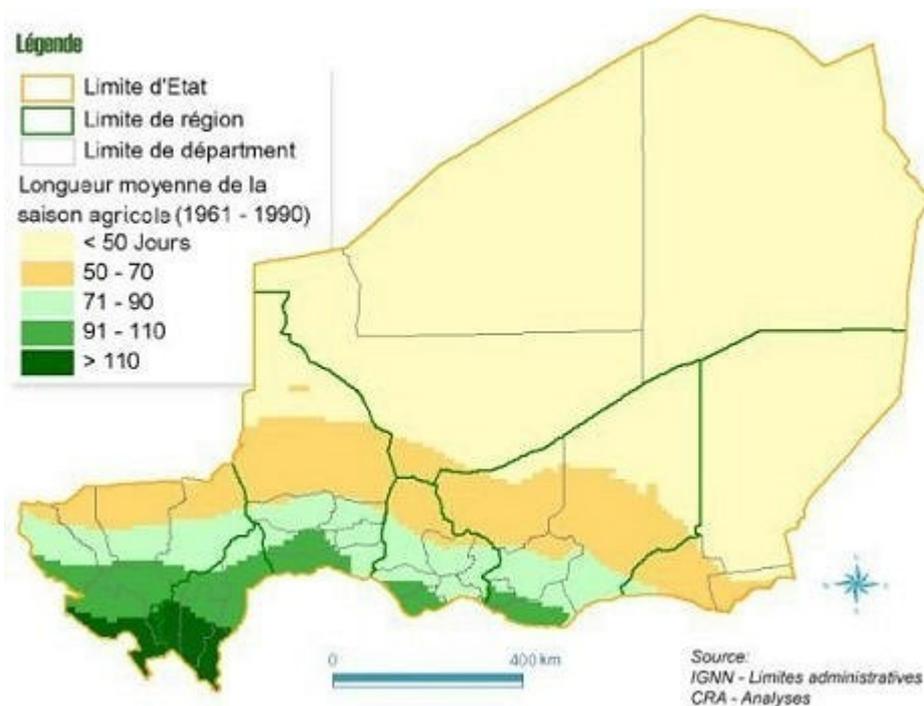
Le climat est de type tropical semi aride, caractérisé par deux saisons : une saison sèche allant d'octobre à mai et une saison pluvieuse allant de juin à septembre.

Pendant la saison sèche, la température moyenne fluctue entre 18,1 et 33,1 °C (DMN, 2005) Au cours de cette saison, l'harmattan (vent chaud et sec) de vitesse modérée (5 à 10 m/s) soufflant du Nord-est ou d'Est reste dominant sur tout le pays. Les records de températures observés sont de -2,4°C (observé le 13 janvier 1995 à Bilma) pour les températures minimales et de 49,5°C (observé le 07 septembre 1978 à Diffa) pour les températures maximales (DMN, 2005). Pendant la saison des pluies, la température moyenne varie entre 28,1 et 31,7 °C (DMN, 2005). La mousson (vent humide) soufflant du Sud-ouest vers le Nord-est reste dominante sur la majeure partie du pays. La vitesse du vent est généralement faible à modérée (2 à 8 m/s) (DMN, 2005) au cours de cette période, mais on peut observer des vents maximums instantanés (rafales) avec des vitesses supérieures à 40 m/s (DMN, 2005) lors du passage des lignes de grains se déplaçant d'Est en Ouest.

La pluviométrie est caractérisée par une forte variation dans l'espace et dans le temps. Cette pluviométrie permet en année normale la recharge des nappes, la formation

des plans d'eau et le développement du couvert végétal. Depuis le début des années 1970, on observe une baisse de la pluviométrie qui se traduit par une migration des isohyètes vers le Sud (figure 4). Ainsi, on distingue quatre zones climatiques au Niger (figure 4) (REE et DMN, 2005) :

Figure 4: Longueur de la saison agricole au Niger.



1. La zone sahélo soudanienne qui représente environ 1% de la superficie totale du pays et reçoit 600 à 800 mm de pluie en moyenne par an ; elle est propice à la production agricole et animale ;

12. La zone sahélienne qui couvre 10% du pays et reçoit 300 à 600 mm de pluie en moyenne par an ; elle est propice à l'agro pastoralisme ;

23. La zone sahélo saharienne qui représente 12% de la superficie du pays et reçoit 150 mm à 300 mm de pluie en moyenne par an). Elle est propice à l'élevage transhumant ;

4. la zone saharienne, désertique, qui couvre 77% du pays et reçoit moins de 150 mm de pluie en moyenne par an. On y pratique des cultures irriguées.

Au plan pédologique, les sols cultivés au Niger ont une carence généralisée en matière organique et en phosphore. Ils sont affectés par une baisse continue de leur fertilité, une tendance à l'acidification, une sensibilité à l'érosion hydrique et éolienne, une faible capacité de rétention en eau et des phénomènes d'alcalinisation et de

salinisation. Il faut souligner que 80 à 85% des sols cultivables sont dunaires et seulement 15 à 20% sont des sols hydromorphes moyennement argileux (SEDES, 1987). Les zones montagneuses et de grands plateaux (Aïr, Ader Doutchi, Continental terminal) sont dominés par des lithosols. Les vallées fossiles (Dallols, Goulbi, Korama), les vallées du fleuve, la Komadougou, le Lac Tchad et les cuvettes du Manga sont dominées essentiellement par des sols hydromorphes et les vertisols.

En matière des ressources en eau, le Niger, bien que pays à climat sec, dispose d'abondantes ressources en eau souterraine et de surface qui constituent l'essentiel des ressources hydriques du pays. Cependant, le réseau hydrographique se révèle relativement mince comparativement à la situation dans d'autres Etats d'Afrique Occidentale. La contrainte majeure réside dans l'accessibilité à ces ressources du fait de conditions d'exploitation souvent difficiles. Actuellement, cette difficulté ne permet pas l'instauration de conditions optimales nécessaires à la satisfaction des besoins des populations, du cheptel et des autres activités économiques.

Le taux de renouvellement des eaux souterraines est estimé à 2,5 milliards de m³ par an (REE, 2005). Les ressources en eaux souterraines non renouvelables sont estimées à plus de 2.000 milliards de m³. Les ressources en eau de surface, elles, sont évaluées à environ 30 milliards de m³ par an.

Sur le plan de la végétation, le Niger abrite des espèces et des formations végétales représentées par plusieurs étages biogéographiques. La flore nigérienne renferme environ 1600 espèces. La superficie des terres à vocation forestière est estimée à 14.000.000 ha. Dans la frange méridionale sahélo soudanienne on rencontre des forêts galeries et des savanes boisées, dans la zone sahélienne dominant les savanes arbustives et herbeuses. En zones sahélo saharienne et saharienne, les formations végétales contractées telles les steppes arbustives et herbeuses sont présentes (SNPA/DB, 1998).

Sur le plan de la faune, l'étagement bioclimatique du Niger permet au pays de disposer d'une faune riche et variée composée de 3200 espèces animales dont 168 espèces de mammifères, 512 espèces d'oiseaux, 150 espèces de reptiles et amphibiens, 112 espèces de poissons et beaucoup d'invertébrés (mollusques, insectes) (SNPA/DB, 1998).

La faune mammalienne nigérienne est en régression pour deux raisons :

1des causes anthropiques (braconnage, compétition avec les ongulés domestiques, et la destruction des habitats) ;

2des causes naturelles (sécheresse, etc.).

Par ailleurs le Niger dispose des réserves de faune et des parcs nationaux.

Le secteur énergétique est dominé par la consommation prépondérante du sous secteur énergie domestique, essentiellement basée sur les ressources ligneuses (bois et résidus de biomasse). En effet, ces ressources ligneuses représentent 90% du bilan énergétique contre 8% pour les hydrocarbures et 2% pour l'électricité (REE, 2005). Cette situation contribue fortement à la dégradation du couvert forestier.

Les potentialités en énergies renouvelables (solaire, éolienne, hydraulique) sont très importantes, mais peu exploitées jusqu'à présent. Quant aux potentialités énergétiques offertes par l'uranium, elles ne sont pas encore exploitées.

Dans le domaine des mines, les différentes campagnes de prospections minière et pétrolière entreprises depuis plus de 50 ans dans le sous-sol nigérien ont mis en évidence l'existence d'un potentiel pétrolier et minier varié et considérable : au total une trentaine de substances minérales et près de 300 indices et gisements ont été répertoriés.

À part les hydrocarbures et les substances minérales ayant fait ou faisant l'objet d'exploitation industrielle ou semi-industrielle (uranium, charbon, calcaire phosphate, étain...), on peut citer les indices et gîtes de métaux précieux (or, platine, argent), de métaux à usages spéciaux (lithium, cobalt, chrome, manganèse) et de métaux de base (cuivre, plomb, Zinc).

Le tissu industriel du Niger est très faible et composé essentiellement de quelques unités de production, notamment de ciment, de chaux, agro-alimentaires (abattoirs, boulangeries, chimiques, boissons...) et les industries minières. Au début des années 1980, le pays a connu une floraison d'unités industrielles suite au boom de l'Uranium, particulièrement dans le centre sud du pays. Aujourd'hui, seules quelques 33% (REE, 2005) des unités sont encore opérationnelles avec un niveau d'activité assez réduit. Cependant, on assiste, depuis quelques années, à une reprise dans le cadre du Programme de Promotion du Secteur Privé.

2.2 Caractéristiques socio-économiques

Le Niger compte 11.060.291 habitants (RGP, 2001). Le taux de croissance démographique moyen est de 3,3 % (REE, 2005). La densité moyenne de la population est de 8,7 habitant/km². La majorité des Nigériens vit dans la bande sud du pays favorable aux activités agricoles et pastorales (REE, 2005).

Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques : Cas du département de Téra au Niger

L'économie nigérienne est essentiellement basée sur le secteur rural. En effet, en 2001 les productions agro-sylvo-pastorales contribuaient à 38,1% au PIB total du pays (INS/ME/F, 2005).

La part relative de chacun de ces secteurs est la suivante :

-Productions agricoles : 21,8% ;

-Elevage : 10,1% ;

-Forêt et pêche : 6,2%

Les produits agro-sylvo-pastoraux représentent 27,2% des recettes totales d'exportations (INS/ME/F, 2005), composés essentiellement de :

118,2% des produits d'élevage (animaux sur pieds)

29% de denrées agricoles (de produits bruts et de coton égrené)

Le secteur rural constitue également le premier pourvoyeur d'emploi. Il représente 83,7% de la population totale qui exerce des d'activités dans divers secteurs : agriculture, élevage, exploitation des ressources forestières, fauniques et halieutiques (SDR, 2003).

L'économie fragile du pays est lourdement pénalisée par l'enclavement interne et externe, la forte croissance démographique, un environnement écologique des plus austères, et la pauvreté. Le Niger est classé 177^{ème} sur 177 pays pour un Indice de Développement humain (IDH) de 0,281. L'indice de Pauvreté Humaine (IPH) est de 64,4% (PNUD, 2005).

En 2005, le niveau de vie du pays est caractérisé par (INS/ME/F, 2005) :

1un PIB par tête nominal 120 976 FCFA ;

2une espérance de vie : 49,6 ans ;

3une mortalité infantile : 108,2 enfants sur 1000 ;

4un taux d'analphabétisme : 72,3 % ;

5un taux de fécondité 7,2 enfants par femme.

L'urbanisation a connu une croissance relativement rapide. La population urbaine (concentration de plus de 5000 habitants) qui ne représentait que 5,3% dans les années 1960, atteint 13% en 2001 (RGP, 2001). D'après les projections, elle atteindrait 30% en l'an 2020. Cette augmentation rapide de la population urbaine est liée à l'exode rural.

Selon les études réalisées au niveau national notamment le DSRP, deux nigériens sur trois sont pauvres, et un sur trois extrêmement pauvre. Neuf nigériens pauvres sur dix vivent en milieu rural, et trois sur quatre sont des femmes. En zones urbaines un nigérien sur deux est pauvre et un sur quatre, extrêmement pauvre.

2.3 Pressions sur l'environnement

Les pressions exercées sur l'environnement sont notamment :

- 1• le déboisement ;
- 2• le surpâturage ;
- 3• le braconnage ;
- 4• l'érosion ;
- 5• la prolifération des déchets plastiques et domestiques ;
- 6• la pollution du sol ;
- 7• la pollution des eaux de surface et souterraines ;
- 8• les feux de brousse.

B Perturbations causées par la variabilité et les changements climatiques au Niger

2.4 Sur les processus biophysiques

La variabilité et les changements climatiques sont à l'origine de plusieurs perturbations sur les processus biophysiques, dont entre autres :

- 1• la diminution de la superficie totale des espaces forestiers ;
- 2• la perte accélérée de la biodiversité animale et végétale ;
- 3• l'insuffisance de la régénération naturelle ;
- 4• la dégradation des sols ;
- 5• la diminution des eaux de surfaces et la baisse de la nappe phréatique ;
- 6• l'ensablement qui menace les différents cours d'eau, en particulier le fleuve Niger ;
- 7• la perturbation et la modification des écosystèmes ;
- 8• la prolifération d'espèces végétales inutilisables par le bétail et la population ;
- 9• le stress hydrique dû à la chaleur ;
- 10• l'affectation des cultures lors de la floraison ;
- 11• l'affectation des zones humides ;
- 12• la perte des jeunes plantations ;
- 13• la prolifération des maladies climato-sensibles.

14

2.5 Sur l'agriculture

La production agricole excédentaire jusqu'au début des années 1970, ne couvrait à la fin des années 1980 que 86% des besoins alimentaires pour devenir structurellement déficitaire de nos jours à cause principalement des sécheresses. Il a été remarqué que le bilan céréalier a été particulièrement négatif de 1989 à 1996 (PANA, 2005).

Les inondations tout comme la sécheresse influencent de façon négative l'agriculture. Pour l'année 1998 par exemple ce sont 588 ha de rizières, 8608 ha de champs de mil et 203 vergers qui ont été endommagés au Niger. Les inondations contribuent à la destruction et la perte des productions.

2.6 Sur l'élevage

Au Niger la contribution de l'élevage s'élève à 10 % du PIB en 2003 (INS : ME/F, 2003)

Le mode d'élevage le plus courant est de type extensif à semi-extensif. Les années de sécheresse des périodes 1968-1973 et 1977-1985 ont occasionné des pertes énormes sur le cheptel. En effet, ce dernier a été décimé à plus de 50%. Chez les ovins 5.04% de pertes ont été enregistrées contre 21.92% chez les caprins en 1974. En 1984 les pertes à la première année qui suit la sécheresse se sont élevées à 33% chez les caprins et 35% chez les ovins. Les caprins semblent donc plus résistants. Les camelins ont enregistré les taux de perte les plus bas : 17,48% en 1974 et 19% en 1984 (Rapport national sur la vulnérabilité, 2003)

En définitive, on peut conclure que les périodes de sécheresse vécues au Niger sont principalement à la base d'une diminution considérable du cheptel constituant le capital productif essentiel des éleveurs.

En 2005, les inondations selon le bilan des dégâts publié par le SAP/GC sur l'ensemble du pays a causé la mort de 7798 têtes de bétail (dont 1254 gros ruminants et 6544 petits ruminants) (SAP/GC, 2005). Aussi, de 1990 à 1999, environ 155.000 ha de forêts sont brûlés chaque année soit 2,7 % de la superficie des terres forestières et de 1990 à 1998, il a été dénombré 777 cas de feux de brousse qui ont consumé environ 1.311.862,2 ha de forêts et pâturage.

2.7 Sur la foresterie

Les superficies forestières d'environ 338.180 ha sont perdues du fait des sécheresses de 1968, 1973, 1977, 1985 et 2004 et par bien d'autres facteurs anthropiques et des variations climatiques ; environ 100.000 à 120.000 ha de superficies forestières disparaissent chaque année (.REE, 2005).

Les enquêtes réalisées sur les espèces forestières disparues ou menacées de disparition dans le cadre du Projet National de Recherche Agronomique au niveau des départements de Diffa, Zinder, Maradi, Dosso et Tahoua, révèlent là aussi, l'effet de la baisse de la pluviométrie dans la disparition de beaucoup d'espèces forestières (Larwanou, 1996, 1997, 1998) .

Les inondations, les pluies diluviennes et les crues occasionnent des pertes d'espèces végétales ligneuses et herbacées. Elles contribuent à la mort prématurée de certaines espèces et provoquent le faible développement des espèces fourragères.

Les vents violents accompagnant souvent les lignes de grains orageuses occasionnent le plus souvent des dégâts sur les forêts, la végétation et les sols.

2.8 Sur les ressources en eau

Les ressources en eau ont subi au cours des trente dernières années les effets pervers des multiples sécheresses. En effet, la sensibilité des ressources en eau de surface aux variabilités climatiques a été mise en évidence en utilisant les indices de débits du Fleuve Niger à Niamey, de la Komadougou Yobé à Bagara, du Goulbi de Maradi à Nielloua. De 1969 à 1994, on a constaté une diminution de 34% du module annuel du fleuve Niger et plus de 70% pour les débits journaliers minimum. La période d'étiage est passée de 50 jours à 4 mois. La réduction du volume dynamique du fleuve qui est passé de 1800 m³ en 1970 à 200 m³ en 1990 ; la réduction des réserves en eau car chaque année, 27 milliards de m³ sont perdus (PANA, 2006). La force du débit des eaux de ruissellement durant les pluies diluviennes érode considérablement les sols. Les eaux emportent dans les lits des cours d'eau des quantités importantes de sable d'où l'ensablement des cours d'eau dont le plus préoccupant à l'heure actuelle est celui du fleuve Niger.

2.9 Sur la faune

Parmi les variations climatiques, la baisse de la pluviométrie est l'un des principaux facteurs de dégradation des habitats et de diminution de la diversité biologique. En effet, il a été constaté que plus de 60% du territoire national ont presque atteint le seuil critique de dégradation des habitats et plus de vingt (20) espèces ont disparu ou sont au bord de l'extinction (addax, autruche, entre autres) (PANA, 2006). Aussi les inondations et les hautes températures provoquent les mêmes effets sur la faune. Les feux de brousse quant à eux détruisent la faune et son habitat et entraînent une érosion génétique des espèces fauniques. Les hautes températures provoquent la mort des animaux et ralentissent la reproduction de certaines espèces comme les reptiles et les oiseaux. Elles contribuent à la disparition des espèces aquatiques à travers l'assèchement des points d'eau.

2.10 Sur la pêche

Les phénomènes climatiques extrêmes, en particulier la sécheresse, ont contribué à l'assèchement des points d'eau, donc à une diminution de la production piscicole et a ensuite provoqué une baisse des revenus des pêcheurs.

L'ensablement des points d'eau de surface occasionné à long terme par les pluies diluviennes et l'élévation de l'évaporation due aux fortes températures, contribue à la baisse de la production piscicole, ou on compte au moins dix (10) espèces de poissons qui ont quasiment disparu du fleuve Niger (PANA, 2006).

2.11 Sur les zones humides

Tout comme les actions dévastatrices de l'homme sur les ressources naturelles (surexploitation, ensablement, culture...), les sécheresses constituent un des ennemis redoutables des zones humides. De 1974 à 2004, le Niger a connu de pertes énormes de cette richesse écologique. En effet, si certains plans d'eau se sont évaporés, d'autres se sont retirés totalement du Niger à une certaine époque comme c'est le cas du lac Tchad pour lequel le Niger a perdu 310 000 ha sous l'effet persistant des années successives de sécheresses (PANA, 2006). Les inondations/pluies diluviennes/crués provoquent le débordement des Zones Humides avec la destruction des infrastructures en aval et les hautes températures engendrent le dessèchement des zones humides.

Chapitre 3

Ce chapitre est consacré à une présentation succincte de la zone d'étude et de la méthodologie de recherche. Ainsi, dans un premier temps l'environnement biophysique et les aspects socio-économiques du département de Téra seront analysés. En second lieu, il sera question de la méthode d'identification des critères et de la présentation et justification de l'outil AHP (Analytic Hierarchy Process) qui est l'outil d'aide à la décision multicritère qui est utilisé dans cette étude.

A Méthodologie

3.0 La zone d'étude

Le département de Téra est situé au nord-ouest du pays, à 180 km de Niamey la capitale. Il couvre une superficie de 15794 km² pour une population estimée à 432824 habitants en 2001 (RGP, 2001). Outre la ville de Téra, le département est composé de cinq (5) cantons : Téra, Dargol, Diagorou, Gorouol, et Kokorou (figures 3 et 5).

Figure 5: Subdivision du département de Téra.



3.1 L'environnement biophysique de la zone d'étude :

3.1.0 Situation géographique et relief :

Le département appartient à la zone du Liptako Gourma, et renferme quatre grands ensembles :

- des dunes de sable à pentes douces à abrupte qui s'étendent au nord sur un axe Est-ouest ;
- des roches granitiques au nord-ouest (Begorou tondo) ;
- des collines et plateaux latéritiques au nord-est ;
- des bassins versants.

3.1.1 La géomorphologie

Elle est essentiellement composée de roches dures qui forment le socle Birimien du Liptako Gourma. Ce sont des roches très anciennes (granitoïdes) qui ont subi plusieurs orogènes et mouvements métamorphiques et tectoniques.

Le sous-sol est constitué de :

- des roches dures du socle du précambrien du Liptako Gourma,
- des roches anciennes (granitoïde) et roches métamorphiques (schistes),
- les formations récentes du quaternaire constituées d'alluvions (sable, argile, limon) provenant de la désagrégation des roches en place et qui occupent les dépressions et les vallées où les épaisseurs sont plus importantes.

3.1.2 Le climat :

Le climat est du type sahélien caractérisé par deux (2) saisons : une saison sèche et une saison pluvieuse, qui, en générale s'étalent respectivement de novembre à mai et de juin à octobre.

L'atlas de l'agro-climatologie de la région nord du département de Tillabéri montre une détérioration progressive du régime pluviométrique de l'arrondissement de Téra depuis 1968, qui s'est aggravée au cours des années 1980 (SAT/DDRAT/MP, 1991).

3.1.3 Les Précipitations

Les précipitations varient de 250 à 400 mm selon les années. L'évapotranspiration (évaporation au niveau du couvert végétal), très forte, 2.560 mètre annuellement.

3.1.4 Les Températures

Les moyennes mensuelles sur 28 ans (1970 à 1997) montrent des fortes températures dans les mois de mars, avril, mai, et juin. Les basses températures sont enregistrées en novembre, décembre et janvier. Les plus basses températures ont été enregistrées en 1976 et 1991, alors que les plus hautes températures ont été relevées en 1973, 1984 et 1988.

3.1.5 L'Humidité de l'air

Les données relevées sur 28 ans (1969-1996) montrent que les mois de juillet, août et septembre sont les mois où l'humidité de l'air est plus importante.

3.1.6 Les vents

On rencontre deux (2) types de vents dominants dans l'arrondissement :

- l'harmattan, vent chaud et sec de vitesse relativement forte, qui souffle de novembre à mai suivant une direction est-ouest ;
- la mousson, vent frais et humide qui souffle de juin à septembre suivant la direction sud-ouest.

3.2 L'hydrographie

L'arrondissement de Téra renferme d'importantes ressources en eaux de surface (figure 3) dont le fleuve Niger et ses trois affluents (Gorouol, Dargol, Sirba) et plus d'une vingtaine de mares permanentes et semi-permanentes. Cependant les ressources en eaux souterraines sont très limitées à cause de la nature géologique du sous-sol.

Avec une longueur de 212 km dont 160 dans le département de Téra, le Dargol draine un bassin versant de 7200 km² dont 6940 km² dans le territoire nigérien. Son écoulement moyen est de 87 millions de m³ à Téra et 150 millions de m³ à Kakassi. En années sèches, cet apport se réduit de moitié pour une durée de retour de 10 ans et de

2/3 pour une durée de retour de 50 ans. Inversement en années humides, les apports sont doublés pour une durée de retour de 50 ans.

Le département de Téra dispose de plus de 20 mares (figure 3), dont huit (8) permanentes et 19 semi-permanentes et d'autres temporaires. Ces mares couvrent de grandes étendues à cause de leurs berges très plates.

3.2.0 Les retenues d'Eau

En plus du barrage de Téra construit en 1980, le programme de mobilisation des eaux de ruissellement, lancé en 1995, a permis la construction de six(6) ponts barrages sur la route Téra-Gotheye en 1997-1998. Il s'agit notamment de : Doumba, Firaw-koira, Bandio, Koulbaga et Dargol.

De part la nature géologique du sous-sol, le département de Téra souffre d'une insuffisance accrue des ressources en eaux souterraines. On distingue deux (2) types d'aquifères qui sont :

- Les aquifères alluviaux (superficiels) tributaires des précipitations annuelles et caractérisés par leurs faibles profondeurs. Ils sont exploités à travers des puits et puisards implantés dans les sables de koris et les limons en bordure du fleuve.
- Les aquifères discontinus du socle contenus dans les roches dures qui sont peu perméables. Ces aquifères sont focalisés essentiellement dans les fractures et dans les couches superficielles altérées des roches (altérités).

En général, ces altérités sont exploitées par des puits cimentés. Les couches profondes saines fracturées sont quant à elles exploitées par les forages avec des profondeurs allant de 5 à 10 m.

3.3 Végétation

La végétation (figure 6) est le domaine de plusieurs strates végétales de formations naturelles, dont les tailles et les dimensions sont fonctions du gradient pluviométrique. Elle constitue une zone de prédilection par excellence des animaux (pâturage) sur de vastes superficies. Cependant, elle fait l'objet d'une dégradation continue ces dernières

années tendant à la faire disparaître, suite aux actions anthropiques et aux aléas climatiques.

Elle se compose de (figure 6) :

- La flore arborée constituée de trois types de formations naturelles, situées dans les zones non encore occupées par l'agriculture :
 - Les massifs forestiers du Nord et centre situés sur des plaines, qui sont essentiellement composés d'acacias et de *Balanites aegyptiaca*. La superficie de ces massifs forestiers est mal connue. Dans cette catégorie des massifs se trouve la forêt classée de Téra d'une superficie de 44 000 ha.
 - Les massifs forestiers des plateaux. Ils sont constitués principalement de combrétacée. Jadis, ces formations abritaient une faune importante, aujourd'hui elles sont très dégradées sous les effets combinés de l'homme (l'agriculture, prélèvement de bois, pâturage...)
 - Les peuplements des vallées le long des affluents avec leurs parcs à *Acacias albida* et *Balanites aegyptiaca* dans la partie nord et centrale et au sud les palmiers doum et les *Piliostigma reticulatum*.

La superficie totale de cette catégorie de massif est estimée à 9000 ha. La densité des arbres varie de 200 à 400 arbres/ha. Ces formations forestières sont menacées par l'agriculture extensive et le surpâturage.

On note un seul domaine protégé, à savoir celui de Gazi, d'une superficie 300 ha, un seul domaine classé, celui de Téra avec 44 000 ha.

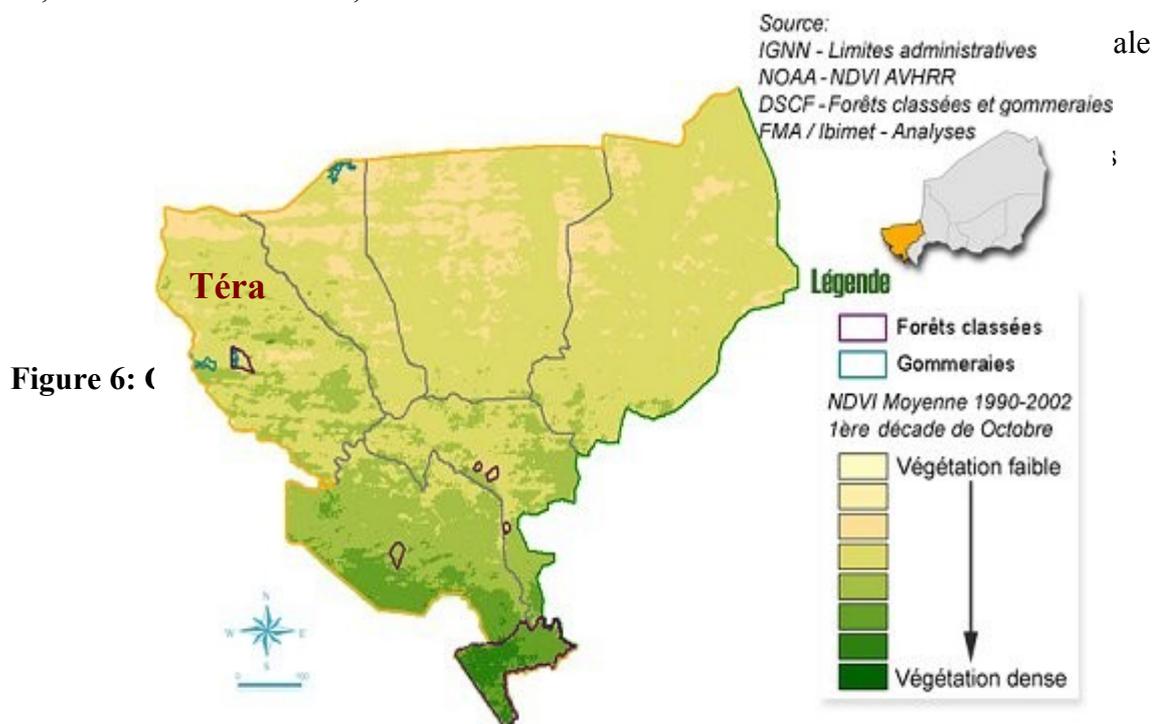


Figure 6: C

3.4 Faune

La faune sauvage, bien que mal connue, se caractérise par la présence de quelques mammifères (p. ex. gazelles dorcas, phacochères, hyènes, hérissons, écureuils, et lièvres, entre autres), des reptiles (serpent, lézards, margouillats) autour des points d'eau et zones de plateaux, les oiseaux (aquatiques et sahéliens) et les insectes (p. ex. punaises, cantharides, et coléoptères).

Un dénombrement effectué en 1995 par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) relève une trentaine d'espèces d'oiseaux d'eau dont 19 espèces d'importance internationale. Parmi ces espèces on peut citer : les canards casqué et armé, les hérons blancs et cendrés, le pélican blanc, la cigogne et la grue couronnée localisés autour des points d'eau permanents du département et plus particulièrement au tour du barrage de Téra.

3.5 Les ressources en Sols

Il existe trois types de sols :

- les sols sableux et les dunes, beaucoup plus marqués dans la partie nord ;
- les sols argilo-sableux localisés dans les bas fonds et cuvettes, le long du fleuve Niger et dans les lits des affluents ;
- les sols latéritiques fortement érodés qui sont impropres aux cultures et comportant quelques espèces forestières résistantes (*Acacia*

raddiana, Balanites aegyptiaca, Boccia senegalensis...) situés dans la partie nord-est.

3.6 Les Zones agro-climatiques

On distingue deux zones agro-climatiques à vocation particulière dans le département de Téra :

La zone nord à caractère mixte, c'est à dire agro-pastorale où l'agriculture et l'élevage se côtoient. Cette zone possède d'importantes enclaves pastorales où la majeure partie du cheptel de l'arrondissement se concentre pendant la saison des pluies et une bonne partie de la saison sèche. Elle est limitée au nord par les frontières du Mali et du Burkina Faso, au Nord-est par le fleuve Niger et au sud par le canton de Téra.

La zone sud agricole où les cultures ne sont généralement pas compromises par un déficit pluviométrique. Elle subit une forte pression démographique qui se manifeste par l'accroissement des superficies cultivées au détriment des meilleurs pâturages et par une charge animale plus forte en année de sécheresse. Cette zone est comprise entre la limite Nord du canton de Téra, la frontière du Burkina Faso à l'Ouest et au sud et le fleuve Niger à l'Est. Elle constitue la zone agricole par excellence.

3.7 L'agriculture

Dans la zone de Téra, elle est essentiellement une agriculture de subsistance. Elle est pratiquée par près de 93,7 % de la population active de la zone (SAA/Téra, 2003). Malgré cette proportion de pratiquants et la présence de plusieurs potentialités (abondance eaux de surface, plusieurs vallées humides et fertiles), l'agriculture n'arrive à couvrir les besoins alimentaires des populations qu'en année de bonne pluviométrie bien répartie dans l'espace, dans le temps et sans attaques acridiennes.

3.7.0 Zones agricoles à vocation spécifique

Les différentes productions et leurs modes de culture structurent la zone en trois sous-zones principales :

- La sous-zone dunaire s'étendant sur presque tout l'arrondissement avec les cultures sous pluies de mil, de sorgho, de niébé et les

cultures de case (sésame, arachide, gombo). Le sud et l'ouest de cette sous-zone produisent plus de céréales (mil et sorgho) que les autres parties de la même sous-zone à cause de la qualité des sols (argilo-sableux au sud et à l'ouest), la fréquence de la pluviométrie suffisante (500 mm au sud et 300 mm au nord en année normale) et l'usage presque général de la fumure organique.

- La vallée du fleuve avec les cultures de riz,
- Les vallées des trois affluents dont le Dargol et certains points d'eau permanents avec les cultures de contre saison cultivées en décrue.

3.7.1 Les cultures dominantes

Le mil, le sorgho et le niébé constituent les principales cultures de base (tableau 1).

Tableau 1: Les cultures dominantes du département de Téra

Type de culture	Superficie moyenne cultivée/ha/an	Rendement moyen/ha/an
Mil	195 282	400
Niébé (crue)	70 353	94,8
Niébé (décrue)	3006,08	1115,74
Sorgho	30 979	303,6
Cultures de contre saison*	-	-

Source : SAA/Téra, 2003

* Elles sont constituées des cultures d'oignon, choux, laitue, poivron, courge, patate et autres cultures pratiquées autour des points d'eau de surface (mares, barrage) ou dans les vallées où la nappe est peu profonde.

3.7.2 Système de production

En plus de l'encadrement des services agricoles, certains ONG et projets tentent d'améliorer le système de production et rendre le secteur plus performant, en dépit de l'influence de la tradition. Cette tradition, de part le mode d'accès à la terre, détient un certain pouvoir.

3.7.3 Mode d'accès à la terre :

Dans la zone de Téra, les agriculteurs accèdent à la terre par héritage. Les descendants d'une famille occupent les terres mises en valeur pour la première fois par un patriarche. Néanmoins le propriétaire de plusieurs champs qui n'arrive pas à les exploiter, peut en prêter à une tierce personne qui est dans le besoin. Dans ce cas, une Dim annuelle variable est attribuée chaque année au propriétaire de la terre après la récolte pour matérialiser le prêt. Les cas de vente de terres sont rares et sont d'ailleurs mal vus par les autres membres de la famille.

3.7.4 Système de culture :

Comme système de culture, les agriculteurs pratiquent la monoculture de mil et de sorgho dans les champs dunaires. Le niébé est souvent associé au mil ou au sorgho. La rotation des cultures n'est pas pratiquée par méconnaissance du système mais surtout à cause d'un attachement au mil.

3.7.5 Caractéristiques des exploitations

Les superficies des exploitations varient de 2 à 12 ha pour les cultures dunaires et de 0,25 à 1 ha pour les cultures de contre saison (culture en période de soudure, entre deux hivernages).

3.7.6 Performance du secteur agricole

Malgré l'existence d'énormes potentialités, ce secteur reste peu développé du fait de la persistance du système de production traditionnel et des effets liés aux changements climatiques.

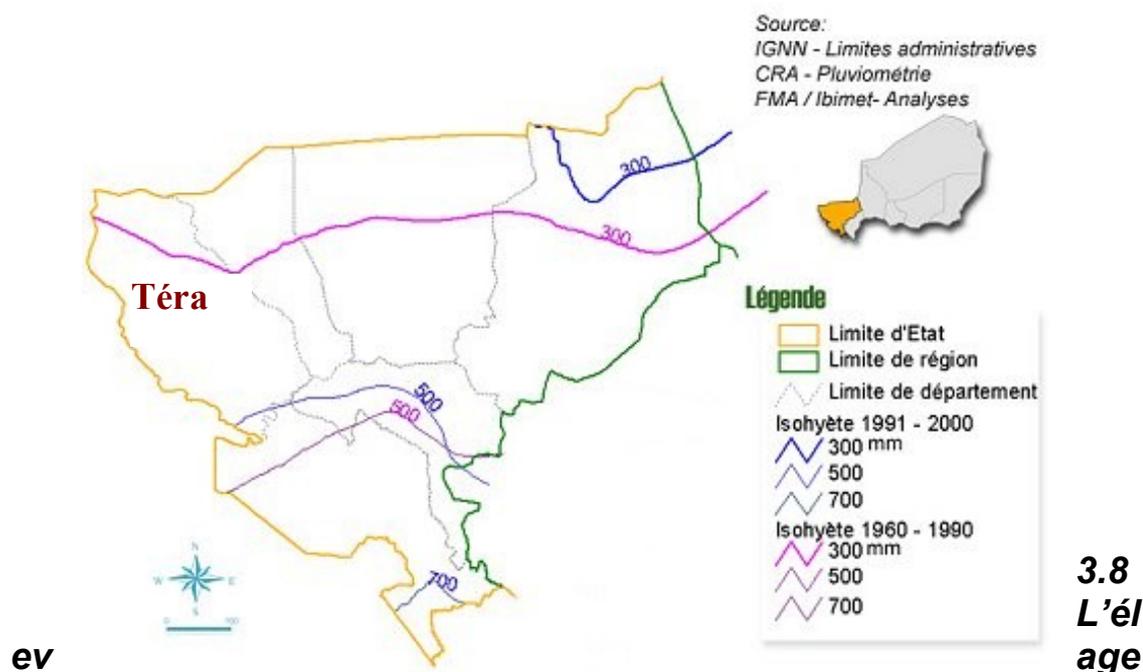
Tableau 2: Situation pluviométrique sur 6 ans

Années	2002		2001		2000		1999		1998		1997	
Localités	H (mm)	Nbre/J										
Bankilaré	305,2	-	383	-	246,6	23	340	28	398,2	31	246,6	25
Dargol	335,1	-	274,9	-	-	-	335,8	33	551,4	38	313,4	22
Dolbel	258,3	-	377,6	-	396,8	-	-	-	-	-	-	-
Gotheye	224,2	-	473,4	-	393,4	28	530	42	612,4	35	355	26
Méhanna	368,7	-	290,3	-	285,6	29	431,5	45	366,2	38	273,4	26
Téra	373,2	-	500,8	-	337,1	29	419,8	36	476,7	42	300,2	24

Source : SAA/Téra, 2003

L'analyse de cette partie montre clairement l'importance et la place qu'occupent les activités agricoles dans la vie socio-économique de la zone.

Figure 7: Répartition de la pluviométrie dans le département de Téra.



Le cheptel de l'Arrondissement de Téra est constitué de bovins, ovins, caprins, camélins, équins et asins. Les prévisions montrent (SAEIA/Téra, 1997) qu'en 35 ans (1972-2007), le cheptel de la région va doubler et cela constitue une potentialité énorme pour la zone. Le commerce des animaux s'effectue à travers un réseau de marchés hebdomadaires importants. Ces marchés alimentent les marchés à bétails de Niamey, Tillabéri et les pays voisins.

3.9 Les indicateurs de vulnérabilité

Le GIEC recommande une définition de la vulnérabilité presque exclusivement reliée aux changements climatiques avec sa définition suivante : « degré auquel un système est susceptible, ou se révèle incapable, de faire face aux effets néfastes des changements climatiques, notamment à la variabilité du climat et aux conditions climatiques extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de la magnitude et du taux de variation climatique auxquels un système se trouve exposé ; sa sensibilité, et sa capacité d'adaptation. » (www.ipcc.ch/pub/syrgloss.pdf). Le concept de vulnérabilité comprend aussi bien la vulnérabilité biophysique que la vulnérabilité sociale.

La vulnérabilité biophysique dans la région de Téra concerne essentiellement

- la faiblesse de la pluviométrie (tableau 2, figure 7)
- les attaques périodiques des cultures par des prédateurs
- la dégradation de l'environnement
- la mauvaise répartition des pluies dans l'espace et dans le temps (tableau 2, figure 7),
- une recrudescence des maladies contagieuses aviaires et parasitaires
- la mauvaise qualité du fourrage
- l'insuffisance des points d'eau dans la zone pastorale
- le faible potentiel génétique

La vulnérabilité sociale dans la région de Téra s'exprime à travers :

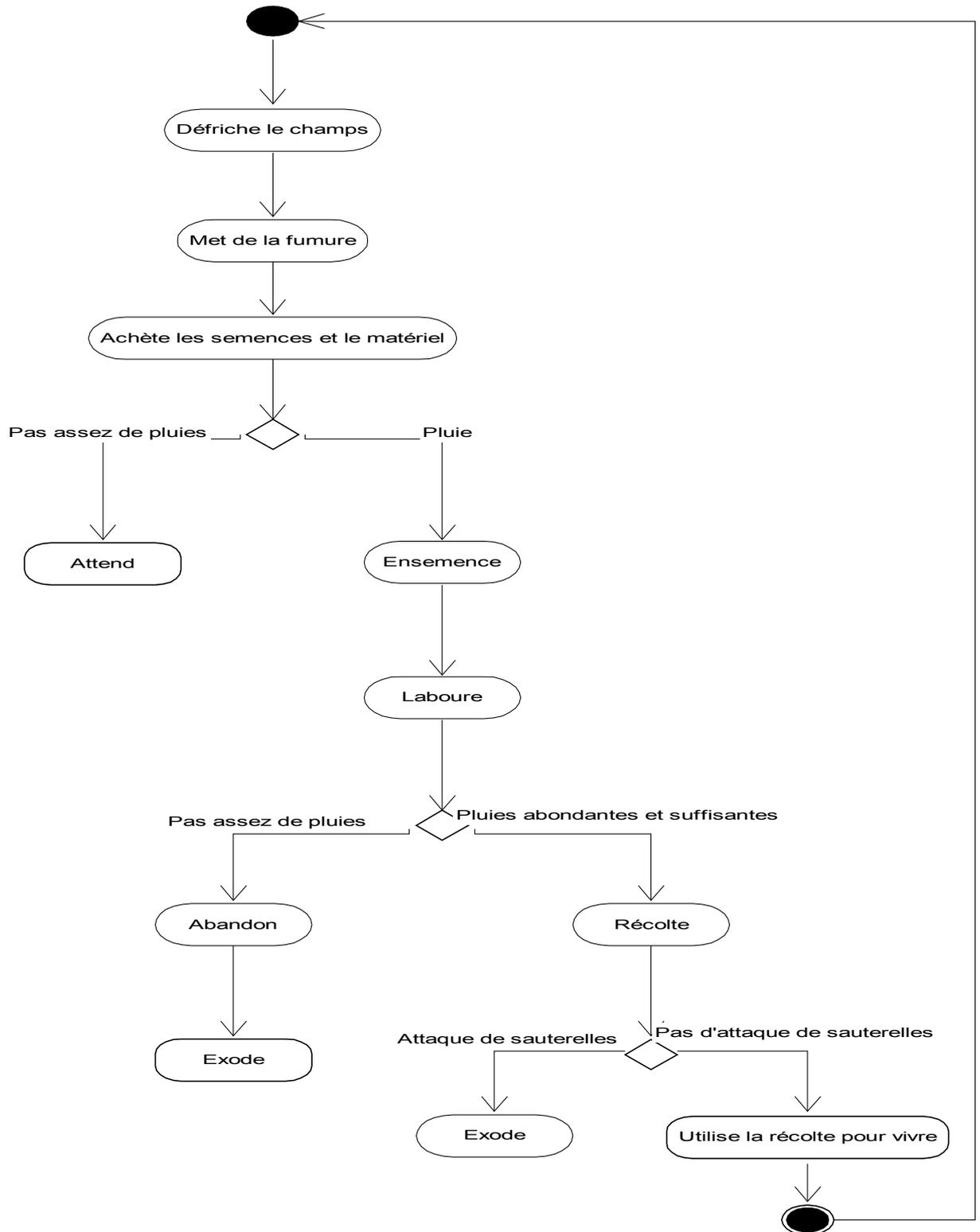
- des techniques de production archaïques (figure 8),
- un outillage rudimentaire (figure 8),
- des sous-équipements en intrants agricoles
- une insuffisance des moyens de formation et d'encadrement
- des conflits agriculteurs /éleveurs
- un manque de moyens logistique et matériel
- une pauvreté généralisée
- une insécurité alimentaire structurelle

Ces facteurs réunis font de cette agriculture, une agriculture de subsistance très dépendante des aléas climatiques, d'où le cycle récurrent de famine dans la région (figure 8). Se pose alors le problème de pauvreté car 64,4%des nigériens vivent avec moins de un dollar par jour (PNUD, 2005). Ce constat vient appuyer le travail de

Thomas & Sokona, 2002 pour qui les pays les moins avancés (PMA) quelque soit leur zone géographique, la vulnérabilité aux effets néfastes du changement climatique, est d'abord et avant tout, liée à la vulnérabilité économique et sociale de leurs populations.

Parmi les populations les plus vulnérables identifiées il y a les agriculteurs, les éleveurs, puis les femmes et les enfants (PNUD/PANA/CNEDD, 2005).

Figure 8: Diagrammes d'activités typiques d'un cultivateur à Téra.



(Source) : auteur

3.10 Les pratiques locales d'adaptations :

L'adaptation se réfère à tout ajustement dans les systèmes naturels ou dans les activités humaines, en réponse aux impacts du changement climatique réels ou prévus.

Les techniques actuelles en matière d'adaptation jusque là développées dans la région sont (PANA, 2006) :

- la vente des résidus agricoles
- l'achat des aliments de pénurie (farine de manioc) ; -
- la main d'œuvre saisonnière ; -
- le renforcement des activités génératrices de revenus ; -
- la pratique des cultures de contre saison ; -
- le déplacement involontaire des populations pour la recherche des terres et des pâturages ; -
- l'utilisation des variétés précoces.
- la vente des animaux ; -
- le creusement des puits au profit des éleveurs ; -
- la sédentarisation des éleveurs ; -
- le déplacement involontaire des populations pour la recherche des terres et des pâturages.
- la cueillette des produits forestiers non ligneux ; -
- la vente de bois énergie ; -
- la vente de paille ; -
- la pratique du troc (bois contre la nourriture).
- L'exode rural

Ces pratiques paraissent toutefois très limitées pour une adaptation à moyen et long terme. Il faut aussi souligner que ces pratiques ne sont pas juste des stratégies d'adaptation pour répondre au changement climatique. En effet, plusieurs de ces pratiques font partie du quotidien de ces populations, mais leur ampleur et leur intensité en période de sécheresse ou d'inondation en font de véritables stratégies de survie et donc d'adaptation pour ces populations.

B Méthode et outils

3.11 Méthode :

3.11.0 Identification des critères

Il faut d'abord rappeler que l'établissement de critères prioritaires et la hiérarchisation d'alternatives s'inscrivent dans une problématique qui sous tend les choix qui vont être opérés. Pour les Pays les Moins Avancés (PMA) et quelque soit la zone géographique, la vulnérabilité aux effets néfastes du changement climatique, est d'abord et avant tout, liée à la vulnérabilité économique et sociale de ses populations (Thomas, Jean Philippe & Sokona, 2002). Au Niger, ces populations pauvres représentent plus de 2/3 de la population totale et 1/3 sont extrêmement pauvres (PANA, 2005), voilà 5 ans que ce pays est classé en dernière position de l'indice de développement humain, 177^{ème} sur 177 pays par le PNUD (PNUD, 2005). Si on ajoute que le GIEC (rapport 2002) considère que les populations les plus pauvres sont les plus vulnérables aux effets du changement climatique, la problématique de référence doit être étroitement associée aux stratégies de réduction de la pauvreté aux actions d'adaptation aux effets néfastes du changement climatique.

Les critères proposés dans cette étude intègrent donc, d'un côté les acquis de la SRP (stratégie de réduction de la pauvreté au Niger) et de la SDR (Stratégie de développement rurale au Niger), de l'autre, les conditions spécifiques de la région de Téra en matière de vulnérabilité aux effets néfastes du changement climatique sur l'agriculture et enfin ces critères se basent sur les principes d'une gestion raisonnée de l'environnement et celui du développement durable.

Au Niger les grandes orientations de la SRP et de la SDR sont axées pour la première, sur l'amélioration des conditions de vie des populations pauvres (personnes vivant avec moins de un dollar U.S par jour), la finalité étant de ramener leur nombre à au moins 50% d'ici l'an 2015 (SRP, 2002). Pour la SDR, les axes stratégiques (SDR, 2004) sont :

- l'intensification des productions agro-sylvo-pastorales,
- la diversification des sources de revenu des ménages ruraux,
- la réduction de l'instabilité qui pèse sur les ménages ruraux à l'alimentation,
- l'amélioration et la valorisation des produits agro-sylvo-pastorales,
- la création des conditions d'une gestion durable des ressources naturelles,
- l'amélioration de la gestion du secteur rural,

-le renforcement des capacités des acteurs des ruraux.

Par ailleurs, les lignes directrices PANA définissent des domaines d'actions qui, en partie, intègrent ces critères :

-Degré d'effets néfastes des changements climatiques,

-Réduction de la pauvreté.

Enfin, au Niger, la Communication Nationale met en exergue en matière d'adaptation aux effets néfastes du Changement Climatique : la sécurité alimentaire, le renforcement des capacités, la lutte contre la désertification, la promotion des activités génératrices de revenus, et a défini des critères comme l'impact sur le taux de croissance économique des populations pauvres, les pertes évitées pour ces populations, et l'impact sur les ressources vulnérables, entre autres (PANA, 2005).

Ainsi quatre critères sont retenus pour cette étude, il s'agit de :

Critère 1 : L'impact sur le revenu des populations :

Le département de Téra subit une pauvreté massive et multiforme, en effet l'agriculture de la région dépend uniquement et directement des précipitations pour son apport en eau. Les pluies ont un impact direct sur la consommation de nourriture et sur le revenu des habitants puisque les récoltes représentent la majeure source de revenu. Ces populations sont donc très vulnérables aux incertitudes apportées par la variabilité du climat. En plus de se nourrir à même leurs récoltes ou leur production, les familles achètent des denrées pour varier leur alimentation ou pour la compléter lors d'une mauvaise production. Cela les rend dépendantes des prix du marché et par conséquent, des conditions climatiques. En effet, le prix des céréales découle de la récolte, donc des pluies, puisque la valeur varie selon la disponibilité et la rareté de la ressource, augmentent son prix. Lorsque la saison des pluies est mauvaise, non seulement les récoltes sont pauvres, mais le prix des céréales sur le marché est élevé. La variation des précipitations affecte ainsi la qualité de vie à travers les activités de subsistance, mais également à travers les échanges. Le cas de la crise alimentaire en 2005 démontre bien cette situation. En effet, les mauvaises précipitations lors de l'hivernage de 2004, suivie de l'invasion de criquets pèlerins dévastant les maigres récoltes, ont provoqué un mauvais rendement dans les champs de céréales. Cela a eu pour effet de gonfler le prix des céréales (jusqu'à trois fois plus élevé). À l'inverse, le prix du bétail s'est écroulé. Les éleveurs ne pouvaient donc pas obtenir un bon prix pour leurs bêtes afin d'acheter d'autres denrées.

On voit bien que l'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques passe par des chemins qui ne semblent pas directement liés au climat comme l'impact sur le revenu des populations, mais qui affectent leur vulnérabilité.

Critère 2 : L'impact sur la sécurité alimentaire :

Les sociétés agricoles et pastorales qui vivent dans le département de Téra sont confrontées à un complexe de facteurs interactifs (climat, démographie épidémies, épizooties, invasions acridiennes, systèmes socio-politiques, économiques et culturels inadaptés, et ainsi de suite) limitant considérablement leurs stratégies adaptatives au milieu. Le concept de sécurité alimentaire est défini comme l'accès de tous les individus à tout moment à suffisamment de nourriture pour mener une vie saine (Banque Mondiale, 1986). L'insécurité alimentaire est une situation dans laquelle la sous-alimentation, la diminution de la capacité de produire des aliments ou d'obtenir un revenu, et l'augmentation de la prédisposition à la maladie sont le résultat d'une insuffisance alimentaire.

Dans le département de Téra, la principale cause de l'insécurité alimentaire est d'ordre structurel lié à la très faible capacité de réponse des ménages en raison des conditions d'extrême vulnérabilité. Cette forme d'insécurité ne s'explique pas uniquement par l'absence de ressources alimentaires. Elle s'explique dans une large mesure par le faible niveau de revenus des ménages exposés et les difficultés d'accès aux ressources communautaires de base (le foncier, le capital bétail, l'eau, les activités génératrices de revenus monétaires, entre autres).

Dans les stratégies d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques, l'impact sur la sécurité alimentaire a pour but la mise en œuvre d'actions visant à rendre l'environnement physique plus favorable et les systèmes de production plus performante en vue d'assurer l'auto-suffisance alimentaire et d'éviter ainsi les cycles répétés des famines dans la zone.

Critère 3 : La gestion rationnelle des ressources naturelles :

Depuis le début des grandes sécheresses qui ont débuté à la fin des années soixante, le département de Téra est passé progressivement d'une zone agricole très productive à une zone pastorale. Les zones dunaires, jusqu'alors fixées par la végétation, se sont progressivement dégradées suite aux effets conjugués des sécheresses et aux actions anthropiques de déboisement, surpâturage et augmentation des surfaces cultivées. Il en

résulte comme conséquence un ensablement des cuvettes (zone de bas fond), source principale de production et de diversification agricole dans ces régions à potentialités agricoles très réduites.

Par rapport à l'objectif de trouver les meilleures options d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques, ce critère soutient le développement de techniques de pointe, des peuplements végétaux et animaux améliorés ainsi que de meilleures pratiques de gestion des sols et de l'eau qui ne permettent pas seulement de combattre l'insécurité alimentaire, mais sont également importantes pour instaurer les pratiques agricoles durables. Ces pratiques sont indispensables au maintien d'un juste équilibre entre la préservation et l'exploitation de toutes les ressources nécessaires pour produire des récoltes et élever du bétail.

Critère 4 : La relance de l'économie locale :

Téra est en train de devenir un véritable marché sous-régional, surtout pour le Nigeria, grâce à son immense potentialité pastorale. En effet, avec la vente de bétail, le département de Téra est devenu en quelques années, une plaque tournante du commerce des petits ruminants et de bovins en Afrique de l'ouest. De nombreux camions venus du Nigeria, lourdement chargés de céréales, parcourent les différents marchés à bétail de la région pour décharger leur cargaison avant de repartir avec quelques centaines de béliers achetés sur place. Du coup, l'économie locale connaît une nette activité de relance. Cette relance de l'économie locale peut être une option à envisager en vue d'une adaptation aux effets néfastes des changements climatiques.

L'identification des alternatives est principalement issue de l'étude de la communication nationale du PANA (Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques), et de son croisement avec le profil de la zone d'étude, combiné à l'analyse des risques inhérents aux changements climatiques. Ceci nous a permis d'en proposer cinq, à savoir :

Alternative 1 : Renforcement des capacités des services techniques,

Alternative 2 : Utilisation rationnelle des ressources en eau,

Alternative 3 : Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques,

Alternative 4 : Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères,

Alternative 5 : Développement des actions de conservation des eaux et du sol, défense et restauration du sol (CES/DRS) à des fins agricoles, pastorales et forestières.

Les critères et les alternatives pouvant être utilisés comme mesures d'adaptation pour limiter les impacts négatifs des changements climatiques sur l'agriculture dans le département de Téra ont fait l'objet d'un questionnaire (annexe 8) destiné à des experts (annexe 11) aussi bien nationaux qu'étrangers choisis sur base de leur connaissance du domaine de l'agriculture ou de leur compétence en matière d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques.

Les experts ont évalué les importances relatives des critères et alternatives sur une échelle présentée au tableau 3 variant de 1 (peu important) à 9 (extrêmement plus important).

3.12 Outil :

L'aide à la décision recouvre de nombreuses méthodes dont les plus utilisées sont les analyses coût/bénéfice, coût/efficacité, et multicritères et expert.

Méthode de comparaison du coût d'un programme avec ses bénéfices attendus, le rapport coût-bénéfice est une mesure du rendement total attendu par unité d'argent dépensé. Cette analyse ne prend généralement pas en considération les facteurs qui ne sont pas, en fin de compte, mesurés en termes économiques. Le rapport coût-efficacité compare des méthodes alternatives de réaliser un ensemble spécifique de résultats.

La méthode multicritère expert (exemple méthode DELPHI) est une méthode visant à organiser la consultation d'experts sur un sujet précis, souvent avec un caractère prospectif important.

Par rapport à notre objectif, il semble plus appropriée à notre champ d'investigation de se porter vers des analyses multicritères, car notre objectif n'est pas d'optimiser la décision mais d'obtenir les solutions les plus adaptées dans un contexte donnée ce qui a impliqué les avis d'une dizaine d'experts originaires de pays et d'institutions divers et de domaines aussi variés que la foresterie, l'agronomie, la biologie, entre autres (annexe 11).

3.12.0 Justification de l'outil utilisé :

Ainsi pour cette étude, nous avons choisi la méthode AHP (Analytic Hierarchy Process) (annexe 9), pour les raisons suivantes :

- Les unités de mesures peuvent être qualitatives ou quantitatives, des valeurs relatives ou absolues pour établir de priorités.
- Une structure hiérarchique qui permet de trier les éléments du système dans différents niveaux et dans de groupes à caractéristiques similaires.
- Une interdépendance qui permet de considérer les éléments du système sans insister dans un raisonnement linéaire.
- Une cohérence qui permet de garder une logique des jugements utilisés pour déterminer les priorités.
- Une synthèse permettant d'obtenir une appréciation générale de la désirabilité de chaque alternative.
- L'identification des priorités permet de considérer la priorité relative de chaque critère pour ainsi obtenir la meilleure alternative selon les objectifs identifiés.
- Une flexibilité qui permet son utilisation dans un éventail varié de problèmes non structurés.

3.12.1 AHP : Analytic Hierarchy Process_(Processus d'analyse hiérarchique)

AHP est une des méthodes de prise de décision à multicritères développée en 1980 par Thomas Saaty. Elle vise à affiner un processus de décision en examinant la cohérence et la logique des préférences du décideur.

C'est une méthodologie visant la résolution de problèmes avec plusieurs alternatives en appliquant plusieurs critères de décision simultanément. Elle est systématique, flexible et simple, et est utilisée fréquemment par les chercheurs et les praticiens afin de comparer plusieurs objectives ou alternatives. L'application de la méthode AHP se fait à deux niveaux : la structure hiérarchique et l'évaluation. Les décideurs peuvent rassembler les critères qualitatifs et quantitatifs dans la structure hiérarchique. La méthode intègre l'opinion et l'évaluation des experts, et décompose le problème de décision à multicritères en un système des hiérarchies, en descendant dans la hiérarchie de grands aux petits éléments. La structure hiérarchique de AHP reflète la tendance naturelle de l'esprit de l'homme. Cette structure hiérarchique clarifie le

problème et permet d'identifier la contribution de chaque élément à la décision finale. L'objectif du problème se situe au niveau le plus haut de la hiérarchie. Les critères et les sous critères, étant les éléments qui influencent l'objectif, se trouvent dans les niveaux intermédiaires de la hiérarchie. Les alternatives sont le niveau le plus bas de l'hiérarchie.

Parmi plusieurs méthodes de prise de décision à multicritères, AHP s'identifie par sa façon de déterminer les poids de critères. À l'étape d'évaluation, les éléments qui se situent à un même niveau de la hiérarchie sont comparés les uns avec les autres, par des comparaisons par paire. À chaque niveau de la hiérarchie, les comparaisons par paire sont effectuées par rapport aux éléments du niveau supérieur. Les décideurs qui font des estimations sur l'importance relative de divers éléments à l'aide des comparaisons par paire, sont des personnes ayant des connaissances approfondies et de l'expérience dans la matière. Pour que les comparaisons par paire soient compatibles, Saaty suggère de limiter le nombre maximal de critères ou d'alternatives à 7.

Le tableau 3 représente l'échelle utilisée pour les comparaisons par paire pour cette étude

Tableau 3: Echelle des comparaisons des critères

Jugement verbal	Évaluation numérique
extrêmement plus important	9
très fortement plus important	8
fortement plus important	7
modérément plus important	6
important	5
un peu plus important	4
égale importance	3
un peu moins important	2
importance égale	1

Source : d'après Saaty, 1984

Le processus de comparaison rapporte un rangement relatif des priorités. Les évaluations qualitatives sont transformées à des poids quantitatifs selon le degré d'influence des éléments de décision sur l'objectif du problème. Etant donné que ces évaluations se font par des individus, un manque d'objectivité et de compatibilité peuvent toujours apparaître lors des jugements subjectifs. Saaty a défini un indice de

cohérence (IC) : $IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, n : nombre d'éléments comparés. CI se compare avec RI appelée l'index aléatoire. Le tableau 4 contient les valeurs de RI, qui sont obtenues pour chaque dimension n de la matrice (annexe 9).

Tableau 4: Les indices aléatoires pour des matrices de comparaisons.

n	3	4	5	6	7	8
IA	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41

Source : d'après Saaty, 1984

Le ratio de compatibilité CR est calculé par : **CR = CI / RI**.

AHP tolère jusqu'à un degré d'incompatibilité de 0,10. **Lorsque le ratio de compatibilité dépasse cette valeur de 0,10, quelques révisions de jugement s'imposent** (Saaty, 1994).

Pour chacun des alternatives, le rangement final des éléments du niveau le plus bas (les alternatives) s'obtient en combinant les évaluations des éléments de tout niveau. Un bénéfice important est que AHP permet la prise d'une décision de groupe; les membres du groupe peuvent utiliser leur connaissance, leur expérience et leur capacité afin de décomposer le problème en des étapes de la hiérarchie et le résoudre avec AHP. Le transfert d'idées, les réflexions et les aperçus créent une compréhension et une représentation des sujets beaucoup plus complète.

Chapitre 4

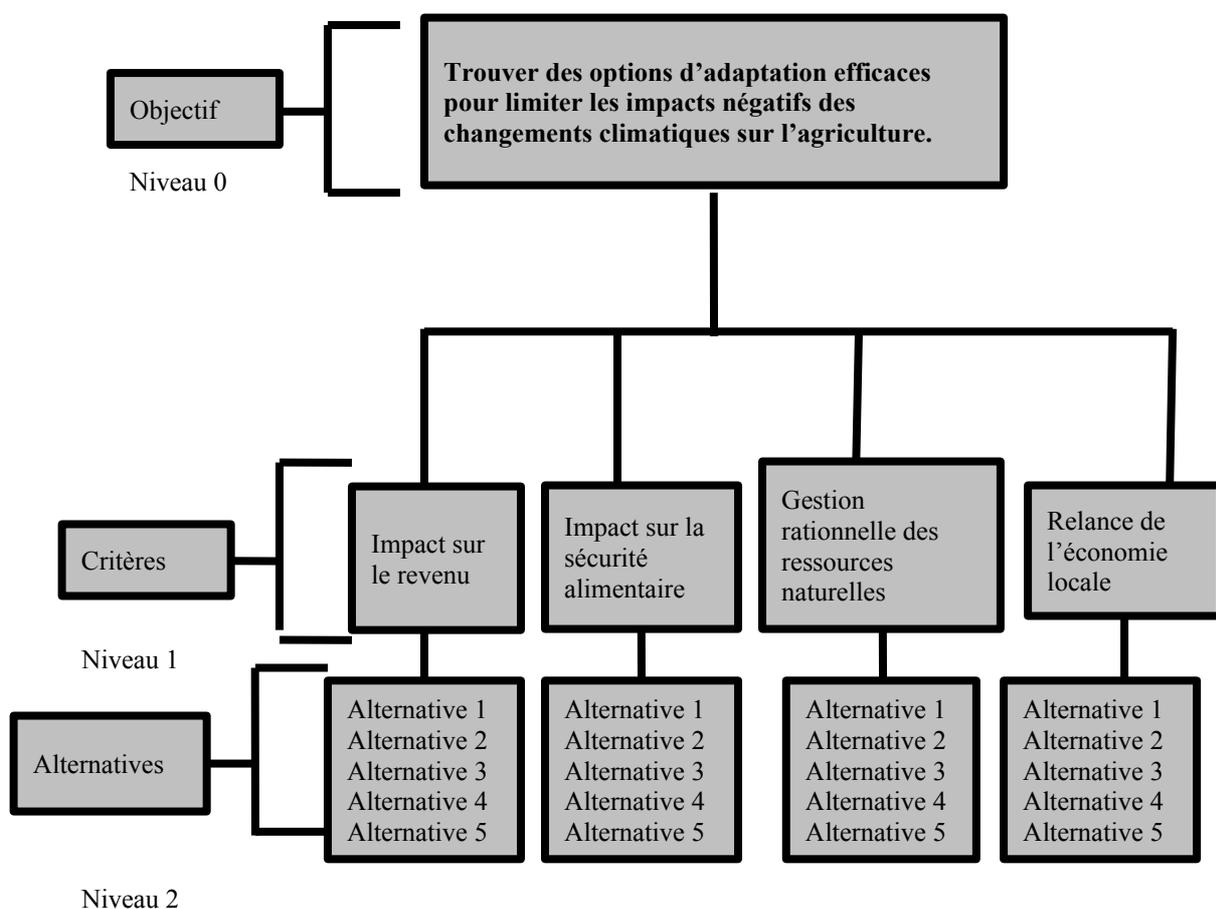
Ce chapitre est consacré aux résultats et à leur analyse. Seront ainsi abordés, la décomposition du problème en structure hiérarchique et le traitement et l'analyse des résultats issus des questionnaires. Ainsi dans ce chapitre, nous calculerons le poids de chaque critère et alternative, ainsi que les priorités globales, ce qui nous permettra de déterminer la meilleure option d'adaptation de l'agriculture au changement climatique dans le département de Téra.

Résultats et analyse

4.0 Décomposition du problème en une structure hiérarchique

Pour notre étude, nous avons construit trois niveaux hiérarchiques (figure 9). Le niveau 0 étant l'objectif, le niveau 1 compare les critères par rapport à l'objectif, le niveau 2 compare les alternatives par rapport à chaque critère. Le but de chaque analyse est de cibler le meilleur critère et la meilleure alternative par rapport au niveau hiérarchique supérieur.

Figure 9: Niveau hiérarchique du problème.



(Source : auteur)

Les alternatives

Alternative 1 : Renforcement des capacités des services techniques.

Alternative 2 : Utilisation rationnelle des ressources en eau.

Alternative 3 : Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques.

Alternative 4 : Diversification et intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères.

Alternative 5 : Développement des actions de CES/DRS⁴ à des fins agricoles, forestiers et pastorales.

4.1 Analyse :

À partir des explications données au chapitre précédent avec la justification du choix des critères et alternatives, il est maintenant possible de faire des comparaisons par paire. L'exercice d'apporter un jugement aux divers critères et alternatives a été effectué grâce à un questionnaire présenté à l'annexe 8. Ce questionnaire résume les caractéristiques du département de Téra, ce qui a permis aux experts (annexe 11) de pouvoir porter leurs jugements et leurs évaluations par rapport aux matrices de comparaison.

Pour le niveau 1, le sommaire des comparaisons entre les critères est présenté au tableau 5.

Tableau 5: Sommaire des comparaisons entre les critères.

Comparaisons	Critère le plus important	Evaluation
• Critère 1- Critère 2	Critère 2	5
• Critère 1- Critère 3	Critère 3	3
• Critère 1- Critère 4	Critère 4	2
• Critère 2- Critère 3	Critère 2	3
• Critère 2- Critère 4	Critère 2	5
• Critère 3- Critère 4	Critère 3	3

Source : questionnaires (annexe 8)

Matrices de comparaison

Les bases théoriques des matrices

⁴ Conservation des eaux et du sol/Défense et restauration du sol

Dans le but d'établir les priorités des différents éléments du problème, il faut effectuer des comparaisons binaires. C'est la comparaison des éléments deux à deux par rapport à un élément de niveau hiérarchique supérieur donné. L'analyse matricielle est simple d'utilisation.

Avant d'initier la comparaison binaire, les hiérarchies doivent être construites. Elles ont été présentées précédemment (voir figure 9). Le processus de comparaison binaire s'effectue en commençant au sommet de la hiérarchie en sélectionnant l'élément qui sera utilisé pour la première comparaison. Ensuite, on considère les éléments du niveau immédiatement inférieur. Une matrice de comparaison suit la forme présentée aux figures 9 et 10 Le nombre d'éléments à comparer gouverne la taille de la matrice.

Dans notre étude, certaines valeurs des ratios étaient supérieures à 0,1 ; par conséquent, on a invité certains experts à réviser leurs jugements afin d'aboutir à des résultats compatibles ce qui nous a permis d'aboutir aux différentes matrices de comparaison suivantes (tableaux 6, 7, 8, 9, 10) :

Matrice du niveau 1 : Les critères

Tableau 6: Matrice de comparaison des critères par rapport à l'objectif.

Critères	Critère 2	Critère 4	Critère 3	Critère 1
Critère 2	1	5	3	5
Critère 4	1/5	1	1/3	2
Critère 3	1/3	3	1	3
Critère 1	1/5	1/2	1/3	1

Matrice du niveau 2 : Les alternatives

Tableau 7: Comparaison des alternatives par rapport au critère «impact sur le revenu des populations ».

Par rapport au critère « impact sur le revenu des populations »					
Alternatives	Alter. 3	Alter. 5	Alter. 4	Alter. 2	Alter. 1
Alter. 3	1	3	3	9	9
Alter. 5	1/3	1	2	3	4
Alter. 4	1/3	1/2	1	4	3
Alter. 2	1/9	1/3	1/4	1	2
Alter. 1	1/9	1/4	1/3	1/2	1

Tableau 8: Comparaison des alternatives par rapport au critère "impact sur la sécurité alimentaire"

Par rapport au critère « impact sur la sécurité alimentaire »					
Alternatives	Alter. 3	Alter. 5	Alter. 4	Alter. 2	Alter. 1
Alter. 3	1	2	3	6	9
Alter. 5	1/2	1	2	3	6
Alter. 4	1/3	1/2	1	6	3

Alter. 2	1/6	1/3	1/6	1	2
Alter. 1	1/9	1/6	1/3	1/2	1

Tableau 9: Comparaison des alternatives par rapport au critère "gestion rationnelle des ressources naturelles"

Par rapport au critère « gestion rationnelle des ressources naturelles»					
Alternatives	Alter. 3	Alter. 5	Alter. 4	Alter. 2	Alter. 1
Alter. 3	1	2	3	6	9
Alter. 5	1/2	1	2	3	5
Alter. 4	1/3	1/2	1	2	4
Alter. 2	1/6	1/3	1/2	1	2
Alter. 1	1/9	1/5	1/4	1/2	1

Tableau 10: Comparaison des alternatives par rapport au critère " relance de l'économie locale"

Par rapport au critère « relance de l'économie locale »					
Alternatives	Alter. 3	Alter. 5	Alter. 4	Alter. 2	Alter. 1
Alter. 3	1	2	3	6	8
Alter. 5	1/2	1	3	4	4
Alter. 4	1/3	1/3	1	2	5
Alter. 2	1/6	1/4	1/2	1	3
Alter. 1	1/8	1/4	1/5	1/3	1

Dans la matrice, on évalue chaque élément de la colonne de gauche à chaque élément de la ligne supérieure par rapport à l'objectif (ou au critère) fixé. Par exemple dans le tableau 5, le critère 2 est donc un fortement plus important que le critère 4. La diagonale dans la matrice représente la comparaison d'un élément avec lui-même et correspond toujours à la valeur 1. Le nombre de comparaisons à effectuer se calcule ainsi :

$$\text{Nombre de comparaisons} = \frac{n^2 - n}{2} \text{ où } n = \text{nombre de critères.}$$

Puisque dans notre étude, le nombre de critères est de quatre, il y a donc 6 comparaisons à effectuer, soit le triangle supérieur au-dessus de la diagonale. Les valeurs réciproques sont utilisées pour compléter les cases sous la diagonale.

Pour obtenir l'ensemble des priorités globales du problème, il faut procéder à des opérations de pondération et d'addition qui fournissent un chiffre unique indiquant la priorité de chaque élément (annexe 9)

Les quatre étapes pour arriver aux valeurs des priorités sont les suivantes :

1. Additionner les colonnes de la matrice : tous les éléments d'une même colonne sont additionnés ;
2. Normaliser la matrice : chaque entrée de la matrice est divisée par le total de sa colonne.

La normalisation de la matrice permet alors des comparaisons significatives entre les éléments ;

3. Calculer la moyenne des lignes : tous les éléments d'une même ligne de la matrice normalisée sont additionnés et ensuite divisés par le nombre d'entrées qu'elle comporte ;
4. Résultat : le résultat de l'étape précédente fournit les pourcentages des priorités globales relatives.

Ces calculs sont effectués par le logiciel Expert Choice, mais dans le cadre de cette étude, faute de ce logiciel, nous avons utilisé Excel pour faire les calculs.

Toutes ces opérations se trouvent à l'annexe 9.

4.2 Résultats :

4.2.0 Etablissement des priorités

4.2.0.0 Les critères :

Le niveau 0 étant l'objectif, le calcul des priorités des critères du niveau 1 (annexe 9) par rapport à l'objectif, a donné les résultats illustrés au tableau 11.

Tableau 11: Priorité des critères.

Critères	Priorités
Critère 1	0,083
Critère 2	0,550
Critère 3	0,248
Critère 4	0,118

Le ratio de cohérence (RC) est **0,03** qui est inférieur à 0,1 (voir calcul en annexe 9). Les jugements sont donc considérés compatibles.

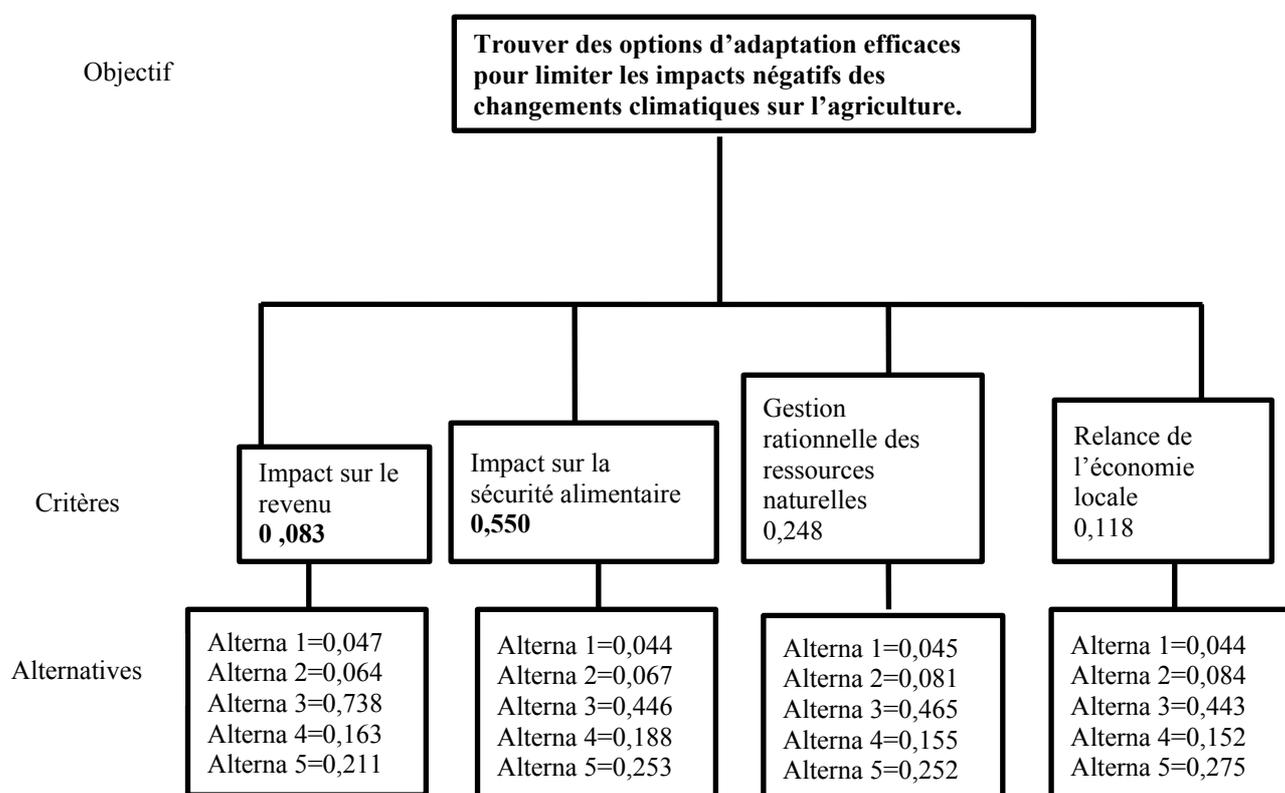
4.2.0.1 Les alternatives :

Le tableau 12 fait le sommaire des priorités des alternatives par rapport aux différents critères.

Tableau 12: Priorité des alternatives par rapport aux critères. (Voir calcul en annexe 10)

	Critère 1	Critère 2	Critère 3	Critère 4
Alternative 1	0,047	0,044	0,045	0,044
Alternative 2	0,064	0,067	0,081	0,084
Alternative 3	0,738	0,446	0,465	0,443
Alternative 4	0,163	0,188	0,155	0,152
Alternative 5	0,211	0,253	0,252	0,275

Les ratios de cohérence sont respectivement de 0,045, 0,041, 0, 0,030. Ces ratios sont largement inférieurs à 0,1, donc le degré de cohérence des comparaisons est acceptable.



(Source : auteur)

Figure 10: Priorité relative des éléments du problème suivant la structure hiérarchique.

4.3 Classement des critères selon les priorités :

Au total, la construction des matrices a nécessité 46 comparaisons. Toutes les matrices de comparaison pour les alternatives sont présentées à l'annexe 10.

La valeur de **0,550** (c'est-à-dire 55%) fait de l'impact sur la sécurité alimentaire (critère 2) non seulement le critère principal, mais aussi le critère déterminant de la décision finale quant à l'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le département de Téra (figure 10).

La gestion rationnelle des ressources naturelles qui a **0,248** (24,8%) comme poids (priorité) est le deuxième critère important des options d'adaptation. La relance de l'économie locale et l'impact sur le revenu des populations sont respectivement le troisième et le quatrième critère ayant comme poids **0,118** et **0,083** (figure 10).

4.4 Priorité globale :

La priorité des critères est combinée aux priorités des alternatives pour obtenir la **préférence globale** en matière d'options d'adaptation efficaces pour limiter les impacts négatifs des changements climatiques sur l'agriculture.

Priorité globale pour l'alternative 1 : Renforcement des capacités des services techniques.

$$0,083(0,047) + 0,550(0,044) + 0,248(0,045) + 0,118(0,044) = \mathbf{0,044}$$

Priorité globale pour l'alternative 2 : Utilisation rationnelle des ressources en eau.

$$0,083(0,064) + 0,550(0,067) + 0,248(0,081) + 0,118(0,084) = \mathbf{0,072}$$

Priorité globale pour l'alternative 3 : Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques.

$$0,083(0,738) + 0,550(0,446) + 0,248(0,465) + 0,118(0,443) = \mathbf{0,474}$$

Priorité globale pour l'alternative 4 : Diversification et intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères.

$$0,083(0,163) + 0,550(0,188) + 0,248(0,155) + 0,118(0,152) = \mathbf{0,173}$$

Priorité globale pour l'alternative 5 : Développement des actions de CES/DRS⁵ à des fins agricoles, forestiers et pastorales.

$$0,083(0,211) + 0,550(0,253) + 0,248(0,252) + 0,118(0,275) = \mathbf{0,251}$$

⁵ Conservation des eaux et du sol/Défense et restauration du sol

Au regard de ces résultats, la vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques (alternative 3), avec une priorité globale de 0,474 s'avère l'alternative la plus efficace comme option d'adaptation afin de limiter les impacts négatifs des changements climatiques sur l'agriculture dans le département de Téra.

Chapitre 5

Dans la continuité de ce travail, ce chapitre s'appuie sur les acquis des précédents chapitres pour servir de base de discussion sur les résultats obtenus au chapitre précédent. Les leçons tirées et les perspectives ainsi que les limites de l'étude seront également abordées dans ce chapitre qui se terminera par une conclusion et des recommandations.

Discussion et conclusion

Discussion :

L'analyse des résultats de l'étude révèle que d'une part l'impact sur la sécurité alimentaire est le critère le plus important sur lequel doivent être axés toutes les options d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le département de Téra. D'autre part, la vulgarisation des espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques est la meilleure de ces options.

Par contraste le renforcement des services techniques avec la plus faible priorité globale (0,044), est l'option la moins pertinente. Ceci peut s'expliquer du fait que par le passé d'énormes investissements en moyens humains, matériels, et financiers ont été alloués aux services départementaux de l'agriculture, de l'élevage et de l'environnement qui assistent les agriculteurs afin de rendre ces services plus performant et opérationnel, mais les résultats n'ont pas toujours été à la hauteur des espérances. Pire encore, on constate un sur-équipement de ces services notamment en véhicules tout terrain et en matériels informatiques qui contrastent avec les maigres résultats obtenus sur le terrain.

Fort de ce constat, les bailleurs de fond qui avaient assuré le financement de ces services, privilégient de plus en plus les ONG pour assister, encadrer et former les agriculteurs.

Le faible poids de cette alternative va tout simplement dans le même sens que les objectifs de la stratégie de développement rurale (SDR, 2004) dont l'une des lignes d'intervention prioritaire est de promouvoir et renforcer les organisations rurales au lieu des services techniques dont la tâche est de plus en plus occupé par les ONGs.

En revanche les poids respectifs des alternatives : «utilisation rationnelle des ressources en eau » ; et « diversification et intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères », qui sont respectivement **0,072** et **0,173** paraît plus surprenant.

L'explication est que le département de Téra ne dispose pas de ressources en eau souterraine contrairement au reste du pays, mais seulement des eaux de surface qui subissent une compétition entre les populations d'un côté et le bétail et l'évaporation de l'autre. De ce fait, le département de Téra est une région où l'intensification agricole est difficile à réaliser non seulement à cause des fortes variations pluviométriques mais aussi de la faible efficacité des engrais, car l'intensification implique une irrigation à outrance. Ces effets combinés réduisent la compétitivité d'une agriculture intensive. La faible efficacité des engrais est, en partie, inhérente aux propriétés de la fraction argileuse des substrats et à son taux de matière organique peu élevé. Ce taux bas est dû à la faible contribution des composants pérennes des végétations et des cultures, à cause de l'extrême aridité de la saison sèche. Cette situation est aggravée par un épuisement progressif des stocks de nutriments et de matière organique du sol causée par la surexploitation. Cette surexploitation est liée à une surpopulation relative. La pauvreté des ressources naturelles disponibles est si extrême que, même la densité démographique absolue encore faible entraîne déjà leur surexploitation. En réalité, l'intensification ne sera un succès relatif que dans les conditions les plus favorables, en ce qui concerne la disponibilité en eau, la qualité du sol et l'existence des marchés assurant un pouvoir d'achat notable. Elle ne concernera pratiquement que certaines cultures de rente. Même dans ces conditions, les actions d'intensification et leurs investissements seront souvent insuffisants, menaçant de ce fait leur durabilité.

Ainsi, les rangs des alternatives «utilisations rationnelles des ressources en eau » ; et « diversification et intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères » qui sont respectivement aux 3^e et 4^e positions, ne sont que le reflet de la situation de contrainte spécifique au département de Téra et qui s'exprime en terme de :

- mauvaise pluviométrie en termes de quantité et de répartition ;
- faiblesse du pouvoir d'achat ;
- coûts de production élevés ;
- insuffisance de fertilité du sol ;
- absence de débouchés.

La méthode d'aide à la décision nous a permis d'obtenir un ordre de priorité de **0,251** pour l'alternative « développement des actions de CES/DRS⁶ à des fins agricoles, forestiers et pastorales », ce qui la place en deuxième position des alternatives d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le département de Téra. En effet, l'érosion éolienne est sans conteste le phénomène de dégradation de l'environnement le plus important dans le département par son ampleur et ses effets. L'ensablement des terres de culture, des cuvettes, du fleuve et des infrastructures par le déplacement des dunes de sable constitue une des formes les plus dévastatrices de la désertification, conséquence des changements climatiques. Le ruissellement dû aux pluies violentes est à l'origine d'une érosion hydrique prononcée qui décape les sols, crée des ravines, et envase les plans d'eau. Enfin, les terres dunaires agricoles, zones de céréaliculture par excellence, connaissent une baisse drastique de fertilité, due à une très faible restitution de matière organique, au lessivage des sols, auxquels s'ajoute une forte pression démographique.

Plusieurs études ont démontré que le manque de fertilité des sols est le facteur limitant le plus important de la production au Sahel. La fertilisation est indiquée comme la voie la plus appropriée pour une exploitation judicieuse des ressources en eau. Il faut également souligner qu'une restauration des sols serait réalisable grâce aux techniques agro-forestières, plus accessibles aux agriculteurs que les engrais (Teme et al.1995). Les cordons pierreux, les diguettes et les demi-lunes constituent des techniques de conservation et de restauration des eaux et du sol très efficaces dans la stratégie d'adaptation aux changements climatiques. Des meilleurs résultats en matière de CES/DRS sont en effet obtenus dans le cadre de traitements globaux de bassins versants qui abordent les problèmes d'érosion dans leur ensemble.

- Les demi-lunes (figure 11) sont des demi-cercles creusés perpendiculairement à la pente et entourés en aval de levées de terre dites lunettes, également en demi-cercles, prolongées par des ailes en pierre ou en terre. Les demi - lunes

⁶ Conservation des eaux et du sol/Défense et restauration du sol

permettent de collecter les eaux de surface, de stabiliser les sols sur les pentes fortes et de récupérer les sols dégradés.

Figure 11: Stratégie d'adaptation : les demi-lunes



- Le zaï ou trou de plantation (figure 12) est une technique traditionnelle qui consiste à faire des trous enrichis en fumier ou compost qui servent à collecter les eaux de pluie sous forme de “poches d’eau”. Le zaï est assez efficace dans la récupération des terres dégradées.

Figure 12: Stratégie d'adaptation : la technique de Zaï



- Disposés suivant les courbes de niveau, les lignes en cailloux autrement appelés cordons pierreux (figure 13) sont, en général, utilisés sur les parties amont de la topo-séquence où les blocs de cuirasses et de cailloux sont abondants.

Figure 13: Stratégies d'adaptation : Les cordons pierreux



Deux contraintes majeures entravent le développement de ces opérations : l'insécurité foncière qui ne favorise pas de tels investissements, dont la portée est à long terme le coût relativement élevé et le faible encadrement des paysans. Pourtant, des expériences ont montré qu'on peut doubler ou même tripler les rendements agricoles grâce à de tels travaux (FAO, 1999).

Dans le cadre de la conservation des eaux et des sols, une sensibilisation des agriculteurs devrait être mise en œuvre pour assurer la gestion des ressources naturelles et de l'environnement.

Les actions à envisager dans le cadre de la gestion de la fertilité des sols devraient porter sur l'utilisation de fumures minérales et organiques, en tenant compte de la faible capacité de trésorerie des exploitants. Par ailleurs, des efforts de recherche et de vulgarisation devraient porter sur la valorisation des ressources minérales locales.

L'alternative « vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques » obtient la première position avec un poids de **0,474**, c'est-à-dire 47.4% du total des alternatives. Cela veut dire que cette alternative est la meilleure à même de satisfaire au critère « impact sur la sécurité alimentaire » qui lui-même est considéré comme l'axe principale sur lequel doit tourner toutes les actions d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le département de Téra.

En zone sahélienne, plus particulièrement au Niger, la productivité agricole rencontre d'énormes problèmes climatiques (insuffisance des précipitations. érosion. désertification), sanitaires (attaques parasitaires de tous ordres : entomologiques. mycosiques, microbiennes, bactériennes, virales, etc.), économiques, rendant ainsi aléatoire la sécurité alimentaire. Pour combler ce déficit, le développement d'espèces végétales et animales adaptées aux conditions climatiques paraît être une des solutions les mieux indiquées. Dans des conditions de sécheresse, Bryant et al (2006) montrent que pour s'adapter, les agriculteurs du sud-ouest de Montréal ont changé de semences, modifié leur gestion des pesticides, des fertilisants, de la densité de semis ainsi que le type de travail du sol.

Or, au Niger, grâce aux méthodes biotechnologiques, on peut procéder à un meilleur développement des semences, amélioration aussi bien qualitative que quantitative.

En résumé on peut dire que les résultats auxquels nous sommes arrivés montrent que la meilleure alternative est bien la vulgarisation des espèces animales et végétales

les mieux adaptées aux conditions climatiques, mais cela n'exclut pas les autres alternatives qui sont transversales à sa réalisation.

5.0 Enseignements tirés et perspectives :

Les principaux enseignements tirés de cette étude montrent que des stratégies d'adaptation efficaces existent, elles ont leurs limites, mais elles peuvent être améliorées par la recherche agricole. Ces stratégies peuvent être vulgarisées au niveau national et même sous-régionale aussi bien par les ONG que les services de l'Etat ou les institutions de recherche pour réduire l'insécurité alimentaire.

5.1 Limites de l'application de l'étude :

Nous sommes conscients que notre étude comporte des limites. En effet, notre projet de recherche s'est seulement intéressé à 5 alternatives d'adaptations de l'agriculture aux changements climatiques que nous avons jugés les plus pertinentes, quoiqu'il en existe une multitude. Ce choix s'explique par le fait que nous ne disposons pas du logiciel *Expert choice*, support informatique dont jouit la méthode AHP, qui aurait pu nous aider à intégrer un plus grand nombre d'alternatives au lieu de 5 seulement considérées pour cette étude. Ce logiciel assiste spécifiquement dans la phase de prise de décision, par la synthèse de l'ensemble des jugements fournis par les experts et basée sur un traitement analytique des données théoriquement fondées. D'autre part les difficultés d'accès à certaines données plus récentes de la zone d'étude, notamment le manque de modèle climatique, font que la généralisation de nos données à d'autres régions du pays ou de la région, ne peut se faire que partiellement, puisque que notre étude ne s'applique qu'à la zone étudiée.

Conclusion

Le but de cette étude était de trouver des options d'adaptation efficaces pour limiter les impacts négatifs des changements climatiques sur l'agriculture dans le département de Téra à travers l'application de la méthode d'aide à la décision multicritère à ce problème de sélection d'options.

La sélection de la meilleure option d'adaptation qui est un processus primordial dans l'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques, nécessite une prise en

considération de plusieurs critères. Cette sélection multicritère peut contenir des attributs qualitatifs et quantitatifs.

Dans notre problème, on a d'abord identifié les critères affectant le choix des options d'adaptation de lutte contre les effets négatifs des changements climatiques. 4 critères et 5 alternatives choisis sur la base de leur pertinence aux grandes orientations de la SDR, de la SRP et du PANA sont soumis à une dizaine d'experts nationaux et internationaux du secteur de l'agriculture et des changements climatiques, à l'aide de questionnaires.

Dans ce travail, on a utilisé la méthode d'aide à la décision multicritère AHP. Cette méthode facile à comprendre et à appliquer, est utilisée fréquemment par les chercheurs et les praticiens afin de comparer plusieurs alternatives et de faciliter la prise de décision.

Parmi plusieurs méthodes, AHP se démarque par sa façon de déterminer les poids des critères. Plusieurs comparaisons par paires sont effectuées afin de trouver les priorités relatives de chaque critère et alternative. Après avoir dressé la structure hiérarchique du problème, des matrices de comparaison par paire pour chaque niveau de la hiérarchie ont été construites. Grâce à cette méthode on a quantifié les 4 critères et 5 alternatives de notre problème et défini les priorités relatives de chaque élément de la hiérarchie.

« L'impact sur la sécurité alimentaire » est le critère sur lequel doit être axé toute mesure d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le département de Téra.

En combinant les priorités des critères aux priorités des alternatives, on a calculé les priorités globales. Les résultats de ces priorités globales font des l'alternatives « vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques » et « développement des actions de CES/DRS⁷ à des fins agricoles, forestiers et pastorales », les deux meilleures options d'adaptation.

Compte tenu de la croissance de la population mondiale, l'accent est souvent mis aujourd'hui sur la nécessité d'accroître la production et les rendements sans dégrader l'environnement et les capacités productives. D'où l'importance accordée depuis quelques années à la notion de développement durable.

En vue de promouvoir des options d'adaptation durables de l'agriculture aux changements climatiques tout en préservant l'environnement dans le département de

⁷ Conservation des eaux et du sol/Défense et restauration du sol

Téra, il conviendra de soutenir les agriculteurs avec des solutions leur permettant de gérer efficacement leurs ressources en sols pour en améliorer la fertilité et la productivité et de développer des systèmes de production techniquement adaptés, économiquement viables, socialement acceptables et écologiquement durables.

Malgré de nombreux critiques adressés à juste titre à cette méthode, pour notre problème de sélection de la meilleure option d'adaptation, AHP a été un outil effectif, adéquat, compréhensible et facile à appliquer.

Recommandations

Compte tenu des difficultés économiques et financières auxquelles fait face le Niger, l'aptitude à s'adapter aux changements climatiques est très faible. Il faut que le pays développe dès maintenant des stratégies «sans regrets» de manière et ce qu'elles puissent s'intégrer à la planification à long terme du développement durable.

Rôle des différents acteurs

L'intégration des mesures d'adaptation pertinentes dans le processus de lutte contre les effets négatifs des changements climatiques exigera la prise de décisions stratégiques à la fois par le gouvernement, les collectivités et les acteurs socio-économiques. La prise en compte par l'ensemble de ces acteurs des implications à long terme de leur action, fondement d'un développement durable, nécessite des changements de valeurs qui, comme la société, ne se réforment pas par décrets. Il ne faut donc pas négliger le travail sur une vision et des valeurs partagées :

- Nécessité de codifier et de planifier la mise en œuvre des actions d'adaptation ;
- Assistance des partenaires financiers pour accompagner les efforts au niveau national ;
- Des actions à entreprendre à l'échelle sous-régionale (CILSS, CEDEAO), en vue d'adopter une approche commune participative entre les pays pour renforcer les stratégies d'adaptation telles que la gestion des désastres, l'amélioration des systèmes d'alerte précoce, la communication des risques, la gestion intégrée des ressources communes ;

- La recherche agricole doit poursuivre les efforts pour trouver des technologies palliatives.

Décideurs politiques

- Favoriser la recherche agricole
- Améliorer la sécurité alimentaire en modifiant les modes de cultures et les variétés utilisées, en utilisant des technologies moins polluantes ;
- Assurer une meilleure gestion intégrée des ressources en eau (gestion des eaux de surface et du sous sol)
- Favoriser les actions de lutte contre la pauvreté à travers des activités génératrices de revenus (AGR) ;
- Valoriser l'utilisation des phosphates naturels pour la fertilisation des terres ;
- Promouvoir de la valeur ajoutée aux produits agricoles à travers leur stockage, leur conservation et leur transformation.
- Construction des barrages pour la captation des eaux de pluie ;

Services techniques :

- Coordination des interventions en concertation avec les ONGs ;
- Campagne de vulgarisation et de formation à l'intention des agriculteurs.
- Renforcement et maintien des activités de conservations des sols, tels que les demi-lunes, les cordons pierreux ou le zaï ;

Chercheurs :

- Valoriser, développer et diffuser les espèces locales végétales et animales les mieux résistantes à la sécheresse ;
- Utiliser les outils du système d'alerte précoce afin de planifier les activités agricoles et pastorales ;

Agriculteurs :

- Etablissement et diffusion d'un calendrier culturel, pour l'exécution des différentes opérations agricoles ;
- Utilisation des variétés améliorées et adaptées aux conditions agro-climatiques de la zone. Les travaux de sélection des variétés et d'amélioration génétique en cours à l'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN) et à

l'ICRISAT (International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics) sont très importants et doivent être soutenus.

Bibliographiques

1. AIE (2002), "World Energy Outlook", OCDE/AIE, Paris
2. DFID, Department for International Development; Climate Information for Development Needs: "An Action Plan for Africa Global Climate Observing System and United Nations Economic Commission for Africa and the International Research Institute for Climate and Society", Adis-Abeba, April 2006
3. Brett, O : « Vivre avec le changement climatique au Sahel », Kibaar No 10, juin 2004.
4. Bryant, C ; Desroche, S ; Da Costa, E et Côté, S. O ; « Projet de recherche sur la vulnérabilité des exploitations agricoles et l'adaptation au changement climatique au Québec ». Rapport des rencontres avec les agriculteurs et les professionnels agricoles du Sud-ouest de Montréal, du Centre du Québec et du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Juillet 2006.
5. DMN, 2005 Direction de la Météorologie Nationale 2005
6. Direction Départementale de l'Hydraulique, *Atlas pour la planification-Arrondissement de Téra*

7. Division carte SAT/DDRAT/MP, *Répertoire des signes cartographiques conventionnels*, Novembre 1991
8. Eda Ersek Uyanik, *L'application des méthodes de prise de décision multicritère au problème sélection du fournisseur*, mai 2005
9. FAO, 1999. "Proceedings of Sub-regional Workshop on Forestry Statistics in the Ecowas regions on data analysis and collection", Yamoussoukro, Côte-d'Ivoire, 13-18 décembre 1999.
10. Fida 1993 : *Pauvreté et développement économique* In Naudet, J D 1999 *vingt ans d'aide au Sahel : un bilan pour envisager la coopération de la génération à venir*.
11. GIEC (2001), « Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité », Cambridge University Press, Cambridge
12. GIEC, 1997) « Le Changement climatique : dimensions économiques et sociales », GIEC, édition : Paris, Association 4D, 1997, Version française
13. GIEC, 1996 : « Le changement climatique : dimensions économiques et sociales. » Contribution du groupe de travail III au deuxième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
14. INS/ME/F, 2005, Institut National de la Statistique/Ministère des Finances et de l'Economie
15. INS.ME/F, 2003 Institut National de la Statistique/Ministère des Finances et de l'Economie ; « rapport national sur la vulnérabilité, 2003 »
16. IPCC, 2007; "Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policy makers", février 2007
17. Larwanou, 1996, 1997, 1998, « Projet National de Recherche Agronomique »
18. Magadza, C. H. D, 1991: *Some possible impacts of climate change on African ecosystems*. In *climate change, sciences impacts and policy*. Proceeding of the second world climate conference, J. Jäger and H. L. Ferguson, Eds, Cambridge University Press, Cambridge.
19. Naudet, Jean David 1999 *vingt ans d'aide au Sahel, trouver des problèmes aux solutions* Ed Club du Sahel/OCDE
20. Omide, S. H and C. Juna, 1991: *A change in weather, African centre for technology studies*, ACTS Press, Nairobi

21. PANA, 2005 « Rapport sur l'évaluation des phénomènes extrêmes », PANA, 2005
22. PNUD, 2005, « Rapport du Développement Humain », PNUD, 2005
23. PNUD/PANA/CNEDD, 2005 ; « Rapport de synthèse de l'évaluation concertée sur la vulnérabilité et adaptation »
24. Programme Énergie d'Enda-tiers monde mars 1997, « Note d'information sur la mise en œuvre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) en Afrique »
25. Programme de relance économique, Ministère des finances juillet 1997
26. REE 2005, « Rapport sur l'état de l'environnement du Niger », Novembre 2005
27. REE et DMN, 2005 « Rapport sur l'état de l'environnement du Niger », Novembre 2005 et la Direction de la Météorologie Nationale
28. Reilly, J. N; Hohmann, and S. Kane, 1997: *Climate change and agricultural trade: who benefits, who loses? Global environmental change* 4 (1), 24-36.
29. RGP 2001, Recensement général de la Population et de l'Habitat au Niger, 2001
30. SAA /Téra, Service d'Arrondissement de l'Agriculture de Téra, « rapport 2003 »
31. Saaty T.L., "Fundamentals of Decision Making and Priority Theory", RWS Publications, Pittsburgh, (1994).
32. SAATY, T.L. (1984) « Décider face à la complexité : Une approche analytique multicritère d'aide à la décision », éd. ESF, 231 p.
33. SAEIA/ Téra : Service d'arrondissement de l'élevage et des industries animales de Téra, 1997
34. SAP/GC, 2005, SAP/GC, « Fiches annuelles d'identification des zones vulnérables, 2005 ». Bulletin N°37, SAP/GC, 2005
35. SDR, 2004 : Stratégie de Développement Rural
36. SDR, 2003, Stratégie de Développement Rural
37. SEDES, 1987
38. Service d'Arrondissement du Plan, « Esquisse d'un Plan Quinquennal sous-régional de développement pour l'arrondissement de Téra 1995-1999, Téra, Juillet 1995 »
39. SNPA/DB, 1998, « Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière de Diversité Biologique »
40. Sperling, F. (dir. pub.) (2003), *Poverty and Climate Change: Reducing the Vulnerability of the Poor through Adaptation*, report by the African Development

Bank, Asian Development Bank, UK Department for International Development (UK), Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (Germany), Ministry of Foreign Affairs Development Cooperation (Netherlands), OECD, United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme and World Bank.

41. Teme, B ; Breman, H ; Sissoko, K ; 1995 : *Intensification agricole au sahel : mythe ou réalité ?* Bamako, 28 Novembre - 2 Décembre 1995 présentation des résultats du projet Production Soudano-Sahélienne (PSS).
42. Thomas, Jean-Philippe & Sokona, Youba « Development First: a prerequisite for a sustainable world » IIED, « The future is now », London 2002
43. www.ipcc.ch/pub/syrgloss.pdf.

Annexes

Annexe 1: Liste des mares les plus importantes du département de Téra.

Désignation	Superficie totale (ha) mare eaux régime	Cantons
Youmban	2000 ha – Permanente	Gorouol
Manda	70 ha – Semi-Permanente	Gorouol
Zégué	85 ha – P	Gorouol
Ingui-Ezak	70 ha – P	Gorouol
Alemboulé	60 ha – P	Gorouol
Taklouset	45 ha – S-P	Gorouol
Tara	500 ha – S-P	Kokorou
Zaney	35 ha – P	Kokorou
Koulam	25 ha – S-P	Kokorou
Sedey	10 ha – S-P	Kokorou
Charmi	15 ha – S-P	Kokorou
N'Baram	25 ha – S-P	Kokorou
Kokorou	1200 ha – P	Kokorou
Zoribi	36 ha – S-P	Kokorou
Namga	75 ha – P	Kokorou
Bira	200 ha – P	Kokorou
N'solo (Commune)	70 ha – S-P	Téra
Sourguey – Bangui	70 ha – P	Kokorou
Yalalé	250 ha - P	Dargol
Tchéraou	500 ha – P	Dargol
Doulgou	30 ha – S-P	Dargol
Nabolé	40 ha – P	Dargol

Source : SAEIA/Téra

Annexe 2: Situation hydraulique du département de Téra.

Canton	Puits Cimentés	Forage	Total/PEM	Mini AEP	Taux de couverture
Dargol	12	158	170	4	22,33
Diagourou	6	48	54	2	31,14
Gorouol	30	68	98	1	34,40
Kokorou	14	112	126	3	40,07
Téra	12	74	86	4	41,65
Total	74	460	534	14	33,92%

Source : DDH/Tillabéri

Annexe 3: Bilan céréalier (mil sorgho) et besoin alimentaire.

Année	Production brute (t)	Production nette (t)	Besoins alimentaires	Écarts(t)
2002	137891	117207	106121	+11445
2001	126135	106385	104320,4	+3389,6
2000	99350	84448	101184	-16368
1999	130487,24	110914,45	101368	+18616,05
1998	138000	117300	993854	+21390
1997	66791	56772	91032	-34260
1996	66549	56567	88295	-31728
1995	88262	75022	85640	-10618
1994	102523	87144	83065	+4079
1993	78906	67070	80567	-13497
1992	82159	69835	78145	-8310
1991	127434	109319	75931	+33388
1990	45245	29887	73516	-43629
1989	65590	55529	71306	-15777
1988	111416	94698	69162	+25536

Source SAA/Téra

Annexe 4: Superficies emblavées comparées sur 9 ans.

Années Cultures	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993
Mil	229710	228454	243486	247349	229358	198254	211605	211885	174723
Sorgho	79122	43595	30454	45145	22361	17804	15603	18671	11212
Niébé	91252	76692	70454	98167	155033	33211	54578	52720	51657
Arachide	1471	3907		2771		5753	1303	1693	627
Maïs	99								
Riz		1931					400		
Voandzou		119					300	453	
Autres						7843		7673	
Total	401654	354698	344394	393432	402752	262868	283807	293095	238220

Source : SAA/Téra

Annexe 5: Situation pluviométrique sur 6 ans.

Années Localités	2002		2001		2000		1999		1998		1997	
	H (mm)	Nbre/ J	H (mm)	Nb r/J								
Bankilaré	305,2	-	383	-	246,6	23	340	28	398,2	31	246,6	25
Dargol	335,1	-	274,9	-	-	-	335,8	33	551,4	38	313,4	22
Dolbel	258,3	-	377,6	-	396,8	-	-	-	-	-	-	-
Gotheye	224,2	-	473,4	-	393,4	28	530	42	612,4	35	355	26
Méhanna	368,7	-	290,3	-	285,6	29	431,5	45	366,2	38	273,4	26
Téra	373,2	-	500,8	-	337,1	29	419,8	36	476,7	42	300,2	24

Source : SAA/Téra

Annexe 6: Production de viande en Kg.

Années	Bovins	Ovins	Caprins	Camélins
1988	175500	50441	73559	9928
1989	184225	62264	297153	5319
1990	170739	72899	298380	3546
1991	204498	64732	254609	6028
1992	396093	135137	350049	3900
1993	372478	218504	547675	3014
1994	262926	128814	278509	354
1995	350892	160318	330514	4787
1996	297171	186296	353787	2304
1997	259517	128198	311085	886

Source : SAEIA/Téra

Annexe 7: Evolution du cheptel du département de Téra.

Année	Bovins	Ovins	Caprins	Asins	Équins	Camelins	UBT
1972	105855	120739	29670	9642	3704	603	114869
1973	107972	124361	30411	9835	3760	642	117337
1974	100000	52000	63000	20000	250	250	98100
1975	120000	75000	125000	20000	1900	1350	137250
1976	130000	75000	125000	26000	1900	1250	145150
1977	150000	90000	170000	26520	2100	1700	173200
1978	153000	92700	174250	23026	2132	1726	176891
1979	200000	97720	144525	27000	2078	1943	209449
1980	216000	130000	148138	27432	2000	2000	229239
1981	220320	135000	151841	27981	2020	2040	234218
1982	224726	139256	155637	47194	2050	2071	239178
1983	246178	156000	165250	29340	3764	2754	272032
1984	241115	162240	220631	15000	3000	2785	266949
1985	107000	92940	130980	15300	1500	1500	127449
1986	109417	96192	135599	16836	1523	1524	130682
1987	111058	99559	136271	17173	1538	5188	137006
1988	112724	103040	138996	17516	1561	4579	138791
1989	114415	106650	141776	18216	1584	5355	142009
1990	119678	111982	148783	18950	1631	5456	148444
1991	125200	117600	156000	20000	1700	5560	155199
1992	131000	124000	163500	20496	1800	5500	162350
1993	136983	129654	171662	21315	1757	5773	169549
1994	143284	136136	179386	21315	1809	5855	177122
1995	146150	140120	183871	22176	1827	5947	180751
1996	156769	149355	195299	23071	1867	6083	192705
1997	152054	148760	192180	23532	1882	6126	188470
1998	163102	158451	205186	24003	1923	6267	201117
1999	166364	163205	210316	24427	1952	6261	205463
2000	169691	168101	215574	24972	1981	6456	210390
2001	173085	173144	220963	24972	2011	6553	214693
2002	176556	178339	226487	25472	2141	6652	219349
2003	180077	183689	232150	25981	2072	6751	224092
2004	183679	189199	237953	25981	2103	6853	228690
2005	187353	194875	243902	26501	2134	6955	233649
2006	191099	200722	249999	27031	2166	7060	238721
2007	194922	206743	256250	27571	2198	7166	243906

Source : SAEIA/Téra

Annexe 8: Questionnaire.

Profile de la région de Téra	
Milieu physique	
Potentialités	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Des disponibilités de terres aménageables de plus de 700 000 ha environ ; • Des terres des mares et vallées fertiles ; • Un sous-sol renfermant des minerais ; • L'existence de nombreux plans d'eau, • L'existence d'une faune et flore diversifiée 	<ul style="list-style-type: none"> • mauvaise répartition de la pluviométrie dans le temps et dans l'espace ; • érosions éolienne et hydrique ; • présence de socle granitique limitant les ressources en eaux souterraines ; • dégradation du couvert végétal ; • absence de structures locales de gestion ; • Braconnage ; • Absence de statistiques fiables sur la faune et la flore • Ensablement des principaux plans d'eau
Secteur agricole	
Potentialités	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • disponibilité de terres favorables à l'agriculture • plusieurs vallées et plans d'eau aménageables • disponibilité de la fumure organique • cheptel favorisant l'extension de la culture attelée • nombreuses ONG intervenant dans le secteur 	<ul style="list-style-type: none"> • climat défavorable • techniques inadaptées • environnement dégradé • attaques des ennemis des cultures • insuffisance de formation des producteurs • conflits agriculteurs /éleveurs
Secteur de l'élevage	
Potentialités	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • abondance du cheptel • existence de nombreux débouchés • importance des produits dérivés • existence de service d'encadrement • potentialités énormes en matières premières issues de l'élevage indispensables à l'émergence d'unités de transformation des produits de l'élevage dans la zone. 	<ul style="list-style-type: none"> • insuffisance de sensibilisation • recrudescence des maladies contagieuses aviaires et parasitaires • cherté des produits vétérinaires • manque de moyens logistique et matériel • mauvaise qualité du fourrage • faible potentiel génétique • insuffisance des points d'eau dans la zone pastorale • problème de gestion du troupeau.
Activités socio-économiques	
Potentialités	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Population très jeune 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible taux de scolarisation

Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques : Cas du département de Téra au Niger

<ul style="list-style-type: none"> • Nombreux sites touristiques et naturels • Echanges commerciales très développées avec les pays voisins 	<ul style="list-style-type: none"> • Très faible pouvoir d'achat • Croissance démographique galopante • Famines chroniques • Enclavement
---	--

Evaluation

Jugement verbal	Évaluation numérique
extrêmement plus important	9
très fortement plus important	8
fortement plus important	7
modérément plus important	6
plus important	5
importance égale	4
moins important	3
très moins important	2
extrêmement moins important	1

A partir de l'analyse du profil de la région de Téra, veuillez SVP évaluer en choisissant une note de 1 à 5 dans la case correspondante.

Objectif: Trouver les options d'adaptation efficaces afin de limiter les effets négatifs des changements climatiques sur l'agriculture.		
		Note
<u>Comparaison entre les critères</u>	Critère le plus important par rapport à l'objectif	
<ul style="list-style-type: none"> • Impact sur le revenu des populations • Impact sur la sécurité alimentaire. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Impact sur le revenu des populations • Gestion rationnelle des ressources naturelles. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Impact sur le revenu des populations • Relance de l'économie locale 		
<ul style="list-style-type: none"> • Impact sur la sécurité alimentaire • Gestion rationnelle des ressources naturelles 		
<ul style="list-style-type: none"> • Impact sur la sécurité alimentaire • Relance de l'économie locale 		

Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques : Cas du département de Téra au Niger

<ul style="list-style-type: none"> • Gestion rationnelle des ressources naturelles • Relance de l'économie locale 		
Commentaires		

Critère 1 : Impact sur le revenu des populations.		
		Note
Comparaison entre les alternatives	Alternative la plus importante	
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités des services techniques • Utilisation rationnelle des ressources en eaux 		
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités des services techniques • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques 		
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités des services techniques • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères 		
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités des services techniques • Développement des actions de CES/DRS⁸ à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation rationnelle des ressources en eaux • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques 		
<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation rationnelle des ressources en eaux • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères 		

⁸ **CES/DRS** : Conservation des Eaux et du Sol/Défense et Restauration des Sols

Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques : Cas du département de Téra au Niger

<ul style="list-style-type: none"> Utilisation rationnelle des ressources en eaux Développement des actions de CES/DRS à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
<ul style="list-style-type: none"> Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères 		
<ul style="list-style-type: none"> Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques Développement des actions de CES/DRS à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
<ul style="list-style-type: none"> Diversification et intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères Développement des actions de CES/DRS à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
Commentaires		

Critère 2 : Impact sur la sécurité alimentaire.

		Note
<u>Comparaison entre les alternatives</u>	Alternative la plus importante par rapport au critère 2	
<ul style="list-style-type: none"> Renforcement des capacités des services techniques Utilisation rationnelle des ressources en eaux 		
<ul style="list-style-type: none"> Renforcement des capacités des services techniques Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques 		
<ul style="list-style-type: none"> Renforcement des capacités des services techniques Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères 		
<ul style="list-style-type: none"> Renforcement des capacités des services techniques Développement des actions de CES/DRS⁹ à des fins agricoles, forestières et pastorales 		

⁹ **CES/DRS** : Conservation des Eaux et du Sol/Défense et Restauration des Sols

Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques : Cas du département de Téra au Niger

<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation rationnelle des ressources en eaux • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques 		
<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation rationnelle des ressources en eaux • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères 		
<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation rationnelle des ressources en eaux • Développement des actions de CES/DRS à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
<ul style="list-style-type: none"> • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères 		
<ul style="list-style-type: none"> • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques • Développement des actions de CES/DRS à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
<ul style="list-style-type: none"> • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères • Développement des actions de CES/DRS à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
Commentaires		

Critère 3 : Gestion rationnelle des ressources naturelles		
		Note
Comparaison entre les alternatives	Alternative la plus importante par rapport au critère 3	
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités des services techniques • Utilisation rationnelle des ressources en eaux 		
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités des services techniques 		

Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques : Cas du département de Téra au Niger

<ul style="list-style-type: none"> • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques 		
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités des services techniques • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères 		
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités des services techniques • Développement des actions de CES/DRS¹⁰ à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation rationnelle des ressources en eaux • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques 		
<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation rationnelle des ressources en eaux • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères 		
<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation rationnelle des ressources en eaux • Développement des actions de CES/DRS à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
<ul style="list-style-type: none"> • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères 		
<ul style="list-style-type: none"> • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques 		

¹⁰ CES/DRS : Conservation des Eaux et du Sol/Défense et Restauration des Sols

Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques : Cas du département de Téra au Niger

<ul style="list-style-type: none"> • Développement des actions de CES/DRS à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
<ul style="list-style-type: none"> • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères • Développement des actions de CES/DRS à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
Commentaires		

Critère 4 : Relance de l'économie locale		
		Note
<u>Comparaison entre les alternatives</u>	Alternative la plus importante par rapport au critère 4	
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités des services techniques • Utilisation rationnelle des ressources en eaux 		
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités des services techniques • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques 		
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités des services techniques • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères 		
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités des services techniques • Développement des actions de CES/DRS¹¹ à des fins agricoles, forestières et pastorales 		

¹¹ **CES/DRS** : Conservation des Eaux et du Sol/Défense et Restauration des Sols

Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques : Cas du département de Téra au Niger

<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation rationnelle des ressources en eaux • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques 		
<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation rationnelle des ressources en eaux • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères 		
<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation rationnelle des ressources en eaux • Développement des actions de CES/DRS à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
<ul style="list-style-type: none"> • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères 		
<ul style="list-style-type: none"> • Vulgarisation d'espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques • Développement des actions de CES/DRS à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
<ul style="list-style-type: none"> • Diversification et l'intensification des cultures irriguées et des espèces fourragères • Développement des actions de CES/DRS à des fins agricoles, forestières et pastorales 		
<p><u>Commentaires</u></p>		

Annexe 9: Matrices de niveau 1 : Etablissement des priorités, calcul de Cohérence de la matrice

Etablissement des priorités

Etape 1 : Somme des colonnes

Critères	Critère 2	Critère 4	Critère 3	Critère 1
Critère 2	1	5	3	5
Critère 4	1/5	1	1/3	2
Critère 3	1/3	3	1	3
Critère 1	1/5	1/2	1/3	1
Somme	1,73	9,5	4,66	11

Etape 2 : Diviser chaque élément par le total de la colonne.

Critères	Critère 2	Critère 4	Critère 3	Critère 1
Critère 2	0,578	0,526	0,644	0,454
Critère 4	0,116	0,105	0,071	0,182
Critère 3	0,190	0,316	0,214	0,273
Critère 1	0,116	0,053	0,071	0,091

Etape 3 : Moyenne des rangées et établissement des priorités.

Critères	Critère 2	Critère 4	Critère 3	Critère 1	Priorités
Critère 2	0,578	0,526	0,644	0,454	0,550
Critère 4	0,116	0,105	0,071	0,182	0,118
Critère 3	0,190	0,316	0,214	0,273	0,248
Critère 1	0,116	0,053	0,071	0,091	0,083

Cohérence de la matrice

Etape 1 : On multiplie chaque valeur de la première colonne par la priorité du critère ; on multiplie chaque valeur de la deuxième colonne par la priorité du deuxième critère, ainsi de suite...

On fait ensuite la somme des valeurs de chaque rangée.

$$0.55 \begin{bmatrix} 1 \\ 1/5 \\ 1/3 \\ 1/5 \end{bmatrix} + 0.118 \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \\ 3 \\ 1/2 \end{bmatrix} + 0.248 \begin{bmatrix} 3 \\ 1/3 \\ 1 \\ 1/3 \end{bmatrix} + 0.083 \begin{bmatrix} 5 \\ 2 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} 0.550 \\ 0.110 \\ 0.181 \\ 0.110 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.590 \\ 0.118 \\ 0.354 \\ 0.059 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.744 \\ 0.081 \\ 0.248 \\ 0.081 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.415 \\ 0.166 \\ 0.249 \\ 0.083 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.299 \\ 0.475 \\ 1.032 \\ 0.333 \end{bmatrix}$$

Etape 2: Divisez les éléments du vecteur de la somme pondérée par la priorité correspondant à chaque critère.

Critère 2 (Impact sur la sécurité alimentaire) : $\frac{2.299}{0.550} = 4.180$

Critère 3 (Gestion rationnelle des ressources naturelles) : $\frac{1.032}{0.248} = 4.161$

Critère 4 (Relance de l'économie locale) : $\frac{0.475}{0.118} = 4.025$

Critère 1 (Impact sur le revenu des populations) : $\frac{0.333}{0.083} = 4.012$

Etape 3 : Calcul de la moyenne des valeurs trouvées à l'étape 2.

$$\lambda_{\max} = \frac{(4,180 + 4,161 + 4,025 + 4,012)}{4} = 4,094$$

Etape 4 : Calcul de l'index de cohérence (IC).

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4.094 - 4}{4 - 1} = 0.031$$

Etape 5 : Calcul du ratio de cohérence

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

IA est l'index de cohérence d'une matrice de comparaison des paires aléatoirement générées.

n	3	4	5	6	7	8
IA	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41

$$RC = \frac{0.031}{0,90} = 0,03 \quad RC < 0,10, \text{ alors le degré de cohérence des comparaisons est}$$

acceptable.

Annexe 10: Matrices de niveau 2. Etablissement des priorités

Comparaison entre les alternatives :

Pour chaque alternative, on procède de la même façon que pour les critères aussi bien pour la détermination des priorités que pour ratio de cohérence.

Par rapport au critère « impact sur le revenu des populations »						
Alternatives	Alter. 3	Alter. 5	Alter. 4	Alter. 2	Alter. 1	Priorités
Alter. 3	1	3	3	9	9	0,738
Alter. 5	1/3	1	2	3	4	0,211
Alter. 4	1/3	1/2	1	4	3	0,162
Alter. 2	1/9	1/3	1/4	1	2	0,064
Alter. 1	1/9	1/4	1/3	1/2	1	0,047

Ratio de cohérence= 0,045<0,10 Donc le degré de cohérence est acceptable.

Par rapport au critère « impact sur la sécurité alimentaire »						
Alternatives	Alter. 3	Alter. 5	Alter. 4	Alter.2	Alter.1	Priorités
Alter. 3	1	2	3	6	9	0,446
Alter. 5	1/2	1	2	3	6	0,253
Alter. 4	1/3	1/2	1	6	3	0,188
Alter. 2	1/6	1/3	1/6	1	2	0,067
Alter. 1	1/9	1/6	1/3	1/2	1	0,044

Ratio de cohérence= 0,041<0,10 Donc le degré de cohérence est acceptable

Par rapport au critère « réduction de la dépendance aux aléas climatiques »						
Alternatives	Alter. 3	Alter. 5	Alter. 4	Alter. 2	Alter. 1	Priorités
Alter. 3	1	2	3	6	9	0,465



Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques : Cas du département de Téra au Niger

Alter. 5	1/2	1	2	3	5	0,252
Alter. 4	1/3	1/2	1	2	4	0,155
Alter. 2	1/6	1/3	1/2	1	2	0,081
Alter. 1	1/9	1/5	1/4	1/2	1	0,045

Ratio de cohérence= 0<0,10 Donc le degré de cohérence est acceptable.

Par rapport au critère « relance de l'économie locale »						
Alternatives	Alter. 3	Alter. 5	Alter. 4	Alter. 2	Alter. 1	Priorités
Alter. 3	1	2	3	6	8	0,443
Alter. 5	1/2	1	3	4	4	0,275
Alter. 4	1/3	1/3	1	2	5	0,152
Alter. 2	1/6	1/4	1/2	1	3	0,084
Alter. 1	1/8	1/4	1/5	1/3	1	0,044

Ratio de cohérence= 0,03<0,10 Donc le degré de cohérence est acceptable.

Annexe 11: Liste des experts consultés

Nom- Prénom	Champs d'expertise	Institution	Pays
Adessou Kwaku Sena	Biologiste	ONG Jeune Volontaire pour l'Environnement	Togo
Magumbala LeParfait	Ingénieur agronome spécialisé en Amélioration des plantes	Agence Centrafricaine de Développement Agricole	Centrafrique
Konde Yawovi Afidenyo	Ingénieur agronome en conception option Production Végétale	Institut de Conseil et d'Appui Technique (ICAT)	Togo
Dembele Siriki	Ingénieur agronome, spécialiste en structuration paysanne et décentralisation	AMDI-Ladiliso (ONG) : Conseil agricole, Décentralisation, Environnement et Développement Durable	Mali
Bene Kouadio Yeboi	Ingénieur forestier	Agence Nationale de Développement Rural (ANADER)	Côte d'Ivoire
Moussa Issalak	Ingénieur forestier	Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable (CNEDD)	Niger
Ngouana Kengné Cyrille	Biologiste	Ecumenical Service for People	Cameroun
Diallo Marième Soda	DEA en hydrogéologie	Université Cheik Anta Diop de Dakar	Sénégal
Boraye Monodji	Géographe	Centre National d'Appui à la Recherche (CNAR)	Tchad
Traoré Yacouba	Ingénieur agronome	Association pour le Développement Participatif du Mali (ADPM)	Mali