

**SMHI**

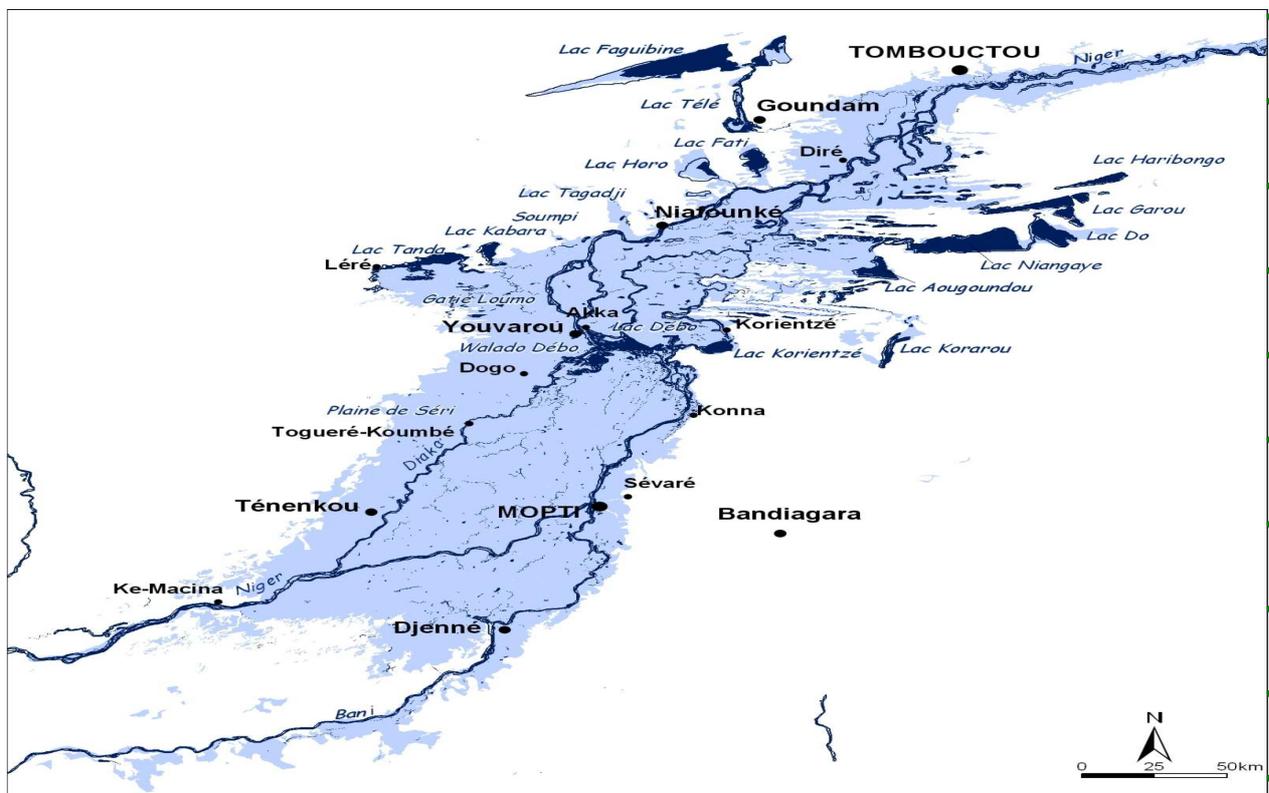
financé par



**Asdi**

**Programme International de Formation Avancée  
Changement Climatique, l'Atténuation et l'Adaptation**

## **VULNERABILITE DU DELTA INTERIEUR DU NIGER FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE**



**Idrissa MAIGA**

*Cellule de Planification et de Statistiques du Secteur de l'Eau, l'Environnement,  
l'Urbanisme et les Domaines de l'Etat (CPS/SEEUDE)*

**Septembre 2011**

## Sommaire

1. Préambule.....	3
2. Résumé .....	3
3. Introduction et objectifs de l'étude .....	5
4. Perspective de changement climatique .....	6
4.1 La Région de Mopti.....	6
4.2 Etat des secteurs de production des zones humides du Mali: .....	6
4.2.1 Le secteur des ressources naturelles:.....	6
4.2.2 Le secteur de l'énergie : .....	9
4.2.3 Le secteur de la santé: .....	10
5. Le Plan National d'Adaptation/Atténuation - changements climatiques au Mali.....	10
6. Méthodologie .....	12
7. Résultats .....	13
7.1 Caractéristiques climatiques du Delta Intérieur du Niger: .....	13
7.1.1 Les températures: .....	13
7.1.2 L'humidité de l'air: .....	14
7.1.3 Les vents:.....	14
7.1.4 Les précipitations: .....	14
7.2 Vulnérabilité du Delta Intérieur du Niger aux changements climatiques: .....	15
7.2.1 Identification des risques climatiques: .....	15
7.2.2 Identification des secteurs à risque climatique:.....	16
7.3 Stratégies de réponse ou d'adaptation initiées par les communautés: .....	19
8. Discussion .....	21
8.1 Les indicateurs de variabilité et de changement climatique:.....	21
8.1.1 Variations pluviométriques: .....	21
8.1.2 Variations des températures: .....	22
8.2 Impacts sur les différents secteurs:.....	23
8.2.1 Les ressources en eau: .....	23
8.2.2 La sécurité alimentaire: .....	24
8.2.3 Le milieu bâti: .....	25
9. Conclusions .....	26
10. Perspectives d'avenir.....	27
10.1 Esquisse d'un Plan d'Action: .....	27
10.2 Développement du modèle hydrologique « HYPE Niger » :.....	31
11. Remerciements .....	31
12. Références .....	32
13. Liste des définitions et abréviations .....	34

## ***1. Préambule***

Le présent rapport décrit les résultats de l'étude sur la vulnérabilité du Delta Intérieur du Niger face au changement climatique conduite dans le cadre du programme international de formation avancée sur le thème « Changements Climatiques – l'Atténuation et l'Adaptation », organisé conjointement par SWECO et SMHI sur financement de l'Agence Suédoise pour le Développement International (ASDI). Ce programme international de formation, premier du genre à l'intention des ressortissants de pays francophones de l'Afrique de l'Ouest, s'adresse particulièrement aux personnes qualifiées à prendre part aux processus de réformes stratégiques à différents niveaux et qui occupent des positions clés dans leur organisation leur permettant de piloter des processus de changement. Cette formation se focalise sur l'appui d'un projet de travail individuel ou de groupe qui doit s'insérer et se préparer au niveau des organisations des différents participants, ce projet de travail individuel constitue le concept de base du programme.

L'objectif principal du programme est d'accroître la connaissance des acteurs sur les changements climatiques et leurs conséquences et fournir des méthodes appropriées et adaptées pour pouvoir identifier les secteurs vulnérables de la société aussi bien au niveau national qu'international. Le programme de formation s'est déroulé en trois phases principales, une phase d'introduction qui s'est déroulée à Ouagadougou, une phase de formation avancée pendant laquelle nous avons acquis des connaissances pointues sur les changements climatiques, tenue en Suède et une phase de présentation des résultats des projets de travail individuel à Bamako.

## ***2. Résumé***

Ce rapport décrit les résultats du projet de travail individuel sur le thème « Vulnérabilité du Delta Intérieur du Niger Face aux Changements Climatiques », conduit dans le cadre du programme international de la formation avancée sur les changements climatiques, l'atténuation et l'adaptation organisé par SMHI sous financement de l'ASDI.

Le Delta Intérieur du Niger (DIN) est une zone humide d'importance internationale, dont l'ensemble est classé « Site Ramsar » depuis 2004. Il constitue la plus vaste zone humide continentale de l'Afrique de l'Ouest et se classe comme la seconde du continent après celle de l'Okavango au Botswana. Cette zone berceau de grandes civilisations, couvre les régions de Ségou, Mopti et de Tombouctou, sur une superficie estimée à 41 195 km<sup>2</sup>.

Ce patrimoine vital pour le Mali et la sous région ouest africaine subit les effets des changements climatiques : hausse de température, diminution de la pluviométrie et des crues et subséquemment une pression de plus en plus forte des populations à la recherche de zones humides. On assiste aujourd'hui à un amenuisement progressif de ses ressources naturelles, ce qui accentue la vulnérabilité de ses écosystèmes et des communautés qui y vivent. Elle est également une source de pressions et de tensions entre les exploitants des ressources naturelles.

Dans le contexte des changements climatiques, la plupart des pays en développement ont réalisé des études de vulnérabilité-adaptation afin d'explorer les actions d'adaptation visant à réduire leur vulnérabilité future et à commencer ou améliorer leur planification, c'est la logique des PANA (Programme d'Action National d'Adaptation). L'élaboration du PANA est une exigence de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) que le Mali a signée et ratifiée respectivement le 22 Septembre 1992 et le 28

Décembre 1994. Il a par la suite signé et ratifié le Protocole de Kyoto respectivement le 27 Janvier 1999 et le 28 Mars 2002. Le document donne un aperçu sur le contenu des activités prioritaires à entreprendre, des besoins et préoccupations pour faire face aux effets néfastes des changements climatiques. Le DIN est reconnu dans le PANA du Mali, comme une zone vulnérable potentiel à la variabilité et aux changements climatiques. L'étude de la vulnérabilité du Delta Intérieur du Niger aux changements climatiques s'inscrit dans plusieurs projets prioritaires identifiés dans le PANA, elle s'inscrit en particulier dans les projets N° 1, 2, 3, 5, 12 et 19.

L'ensemble du delta intérieur est couvert par une zone climatique sahélienne, avec des précipitations annuelles comprises entre 400 et 750 mm réparties sur 2 à 3 mois. Les caractéristiques climatologiques s'expliquent par le mécanisme de circulation de deux masses d'air:

- l'*harmattan*, vent continental tropical de direction Nord-Sud provenant du Sahara qui se caractérise par un air sec et une température élevée en été ;
- la *mousson*, vent équatorial maritime, provenant de l'anticyclone de Sainte-Hélène, de direction Sud-Est.

Les principaux paramètres pouvant influencer le régime hydrologique du delta sont l'ensoleillement, le vent, l'évapotranspiration, l'humidité relative, la tension de la vapeur d'eau, la température et les précipitations.

Le delta central est un milieu chaud, l'amplitude thermique y est élevée car dépassant 10°C dans la plupart des mois de l'année.

La saison des pluies est de courte durée (2-3 mois) dont le maximum est observé au mois d'août. La valeur moyenne inter-annuelle est de 505,6 mm.

Le déficit pluviométrique et la pollution sont les risques climatiques les plus fréquents dans la zones, suivent ensuite la sécheresse, l'ensablement et l'érosion hydrique et éolienne. Le risque climatique le moins important est la variation de température.

Dans le Delta Intérieur du Niger, l'agriculture est le secteur le plus exposé avant l'habitat et les secteurs de l'élevage, de la pêche, des ressources en eau, de la forêt et de la faune. Les secteurs les moins exposés aux changements climatiques sont ceux de l'éducation de l'industrie et du transport. Aussi, le déficit pluviométrique et la pollution sont les risques qui ont le plus d'effets sur les secteurs de production de cette zone.

De l'analyse des résultats, il apparaît que les changements climatiques sont une réalité dans la région de Mopti et plus précisément dans le Delta Intérieur du Niger pour la période de 1950 à nos jours et ces changements ont des répercussions sur les différents secteurs de la vie économique de la zone.

Actuellement, ces risques sont de plus en plus probables, principalement à cause de l'aggravation des phénomènes météorologiques dont ils dépendent. La variabilité des phénomènes climatiques et la diversité de leurs conséquences fait peser aujourd'hui de véritables menaces sur la disponibilité des ressources naturelles, la productivité des écosystèmes et souvent sur leur pérennité. Une autre sorte de menace est celle liée au milieu urbain à cause de la mauvaise répartition de la pluviométrie qui l'expose à des inondations de plus en plus fréquentes.

### ***3. Introduction et objectifs de l'étude***

Le Delta Intérieur du Niger (DIN) est une zone humide d'importance internationale, dont l'ensemble est classé « Site Ramsar » depuis 2004. Il constitue la plus vaste zone humide continentale de l'Afrique de l'Ouest et se classe comme la seconde du continent après celle de l'Okavango au Botswana. Cette zone berceau de grandes civilisations, couvre les régions de Ségou, Mopti et de Tombouctou, sur une superficie estimée à 41 195 km<sup>2</sup>.

Cet îlot de verdure à la bordure du Sahara possède une biodiversité comportant 117 espèces d'oiseaux afro-tropicales ou migratrices, 130 espèces de poissons (dont 15 ont disparues des captures des pêcheurs et 10 sont devenues rares) quelques mammifères aquatiques dont les plus nombreux sont les hippopotames et les lamantins. D'importants habitats aquatiques comme des bourgoutières, des forêts inondables, des lacs et des mares permanentes et temporaires qui constituent des zones de refuge et de reproduction pour cette biodiversité et jouent un rôle de patrimoine pour les populations à cause de leur importance au plan social et économique.

C'est une zone à fortes potentialités économiques qui assure plusieurs fonctions économiques dont bénéficient les communautés locales à savoir : (i) l'alimentation en eau; (ii) les pêcheries (le delta fournit plus des deux tiers des poissons pêchés au Mali) ; (iii) la production agricole (riz, maïs, maraîchage, etc.); (iv) la production animale; (v) la fourniture de bois de chauffe, du bois d'œuvre et autres matériaux de construction, (vi) la faune et la flore sauvages et (vii) la navigation. Outre ces fonctions économiques, le DIN assure également d'importantes fonctions écologiques nécessaires aux cycles biologiques. Il s'agit entre autres de la recharge des nappes et la rétention des éléments nutritifs du sol.

Ce patrimoine vital pour le Mali et la sous région ouest africaine subit les effets des changements climatiques : hausse de température, diminution de la pluviométrie et des crues et subséquemment une pression de plus en plus forte des populations à la recherche de zones humides. On assiste aujourd'hui à un amenuisement progressif de ses ressources naturelles, ce qui accentue la vulnérabilité de ses écosystèmes et des communautés qui y vivent. Elle est également une source de pressions et de tensions entre les exploitants des ressources naturelles.

Face à la vulnérabilité des écosystèmes et des communautés du Delta Intérieur du Niger, aux aléas climatiques et à la pression humaine, il est apparu important de s'engager activement dans la recherche, la formulation et l'application de stratégies d'adaptation et d'alerte précoce permettant de réduire cette vulnérabilité.

C'est dans cette optique que s'inscrit cette étude dont l'objectif général est d'évaluer la vulnérabilité du Delta Intérieur du Niger face au changement climatique et aux désastres naturels. Ses objectifs spécifiques sont:

- L'évaluation de la vulnérabilité du Delta Intérieur du Niger face au changement climatique;
- Le développement de plans d'action pour améliorer l'adaptation des villes et des campagnes au changement climatique et leur préparation aux désastres naturels ;
- La diffusion des résultats de l'étude pour une meilleure implication des parties prenantes dans les prises de décisions.

L'atteinte des objectifs spécifiques débouchera sur un plan d'actions pour l'adaptation au changement climatique et aux désastres naturels des villes et de la campagne.

## ***4. Perspective de changement climatique***

### ***4.1 La Région de Mopti***

La région de Mopti se caractérise par la fragilité des équilibres écologiques. Cette situation est exacerbée par une sécheresse persistante. L'exploitation agricole dans un tel environnement est souvent source de déséquilibres qui sont accentués par l'insuffisance ou la méconnaissance de règles de gestion adéquate.

Du fait de la dynamique des relations entre l'environnement et les systèmes de production prédominants dans la région, on distingue de grands déséquilibres agro-écologiques se traduisant par la dégradation de l'environnement mais aussi par des changements dans les comportements sociaux.

De façon générale, plusieurs facteurs sont à l'origine de l'appauvrissement des sols de la région. En plus du facteur climatique, on peut ajouter entre autres, la dégradation des formations forestières et des parcours pastoraux, la faible restitution au sol des prélèvements opérés par les cultures, la disparition des systèmes de jachère, la monoculture continue des céréales, la forte pression démographique et l'érosion éolienne et hydrique. On note une insuffisance dans l'intensification agricole et l'application des techniques de lutte anti-érosive.

Les formations forestières et les parcours pastoraux de la région sont dans un état de dégradation accentuée à cause des périodes de sécheresse qui durent depuis des décennies. Ils ont subi une modification profonde à cause de l'insuffisance de pluies et de la baisse des crues. A ces facteurs, il faut ajouter la forte pression de l'homme caractérisée par les feux de brousse, le surpâturage, la mise en valeur agricole des espaces jadis à usage exclusivement pastoral, la coupe abusive du bois et le braconnage.

L'insuffisance pluviométrique et la faiblesse des crues sont les facteurs majeurs de dégradation des ressources halieutiques de la région. Les autres facteurs négatifs sont : l'assèchement des lacs et mares qui constituent avec les plaines d'inondation les principales frayères du Delta Central et l'ensablement des fleuves entraînant le rétrécissement des pêcheries.

### ***4.2 Etat des secteurs de production des zones humides du Mali:***

#### **4.2.1 Le secteur des ressources naturelles:**

La nature des zones climatiques qui composent le Mali a créé une remarquable variabilité des conditions écologiques qui déterminent à leur tour une grande diversité des écosystèmes et des ressources biologiques. Le pays est de ce fait largement tributaire des conditions climatiques et principalement de la pluviométrie. Les ressources naturelles subissent tout naturellement les contrecoups de la variabilité et des changements climatiques notamment au niveau des secteurs de l'eau, de la diversité biologique et des sols.

A cause de leur importance majeure dans les divers domaines socio-économiques et culturels, les ressources forestières, fauniques et halieutiques font l'objet d'une exploitation anarchique et abusive conduisant à une dégradation accélérée de l'environnement.

#### **a) Les ressources en eaux :**

Le Mali est traversé par les deux plus grands fleuves de l'Afrique de l'Ouest, le Niger (4.200 km dont 1.700 au Mali) et le Sénégal (1.700 km). Ces deux fleuves forment avec leurs

affluents un important réseau hydrographique inscrit dans d'immenses bassins versants (300.000 km<sup>2</sup> pour le Niger et 155.000 km<sup>2</sup> pour le Sénégal) que le Mali partage avec 12 pays. On évalue le potentiel d'écoulement total de ces deux réseaux hydrographiques à 56 milliards de m<sup>3</sup> par an, soit, environ, un débit de 1.776 m<sup>3</sup>/s. Dans ces bassins, près de 400 zones humides (plaines inondables, lacs, mares, oueds etc.) ont été répertoriées, dont certaines comme le lac Walado-Débo, le lac Horo et la plaine de Séri sont classées sites Ramsar, et plus récemment le Delta Intérieur du Niger dans sa globalité, ce qui en fait la 2<sup>ème</sup> plus grande zone humide d'Afrique.

Les cours d'eau, dans les bassins desquels vit la presque totalité de la population du Mali, jouent un rôle essentiel dans l'économie nationale. Ils sont les moteurs du développement des activités économiques (alimentation en eau potable, agriculture, élevage, pêche, industrie, transport et artisanat, etc.). Les autres activités non moins importantes comme le tourisme et l'exploitation minière bénéficient des bienfaits de ces cours d'eau et de leurs affluents.

Bien que théoriquement abondantes, les ressources en eaux de surface et souterraines sont fortement menacées, entre autres par :

- le gaspillage et/ou la gestion non rationnelle des réseaux d'irrigation (notamment au niveau des grands systèmes d'irrigation tels que l'Office du Niger) ;
- la sédimentation et/ou l'ensablement des cours d'eau, des lacs et des mares ;
- les pollutions diverses ;
- le dépôt annuel de 13 millions de tonnes de limon au niveau des grands cours d'eau.

Ces divers phénomènes engendrent :

- des pertes annuelles estimées à 30.000 milliards de m<sup>3</sup> d'eau dans le delta intérieur du Niger ;
- une pollution des eaux de surface, mais également des nappes phréatiques profondes près des lieux de concentration de population, due pour l'essentiel aux déversements d'eaux domestiques usées et déchets ménagers dans les rivières et fleuves, auxquels s'ajoutent les déversements industriels ayant souvent une teneur élevée en éléments toxiques (provenant par exemple du tannage ou des mines d'or) qui menacent directement les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration.
- Une modification du système naturel des crues qui entraîne une transformation importante dans les systèmes de production traditionnels basés sur les cultures de décrue et diminue également les zones de pâturages naturels conduisant souvent à des conflits fonciers entre agriculteurs et éleveurs.

Malgré l'existence d'un potentiel considérable en eaux souterraines, son exploitation est confrontée à une répartition spatiale très irrégulière, aux difficultés de mobilisation et aux contraintes d'accès à l'eau (profondeur des nappes).

#### **b) Les ressources forestières:**

Le secteur forestier joue un rôle déterminant dans la vie socio-économique et culturelle des populations maliennes. Il fournit à la société des biens et services que nul autre secteur ne peut offrir (environ 93 % des besoins énergétiques, les produits alimentaires et

pharmaceutiques, l'écotourisme, la conservation de la diversité biologique, l'amélioration du cadre de vie, etc.).

Les formations naturelles ont subi de profondes modifications, dues essentiellement à l'aridité du climat, aux sécheresses successives et surtout aux activités anthropiques (défrichements agricoles, exploitation du bois de chauffe, surpâturage et émondage, feux de brousse, ...). Selon la DNEF, plus de 100.000 ha de forêts disparaissent chaque année. Les seuls prélèvements pour le bois de chauffe et charbon de bois (qui constituent la principale source de l'énergie domestique) sont estimés globalement à 5 millions de tonnes par an, ce qui correspond à l'exploitation de 400.000 ha et devraient atteindre ou dépasser 7 millions de tonnes dans les années à venir (Stratégie Energie Domestique). Le potentiel de régénération est quant à lui estimé à 7 millions de tonnes par an.

Dans le Delta intérieur du Niger, le couvert ligneux a subi les conséquences de la sécheresse ce qui fait que les espaces qui jadis étaient boisés sont aujourd'hui clairsemés ou remplacés par des herbacés ou par des dunes de sables et des bois morts.

### **c) La biodiversité**

Le patrimoine en ressources biologiques du Mali, riche et varié, est malheureusement menacé de disparition. Cette perte de la biodiversité est liée à un ensemble de facteurs complexes, dont les principaux sont d'ordre climatique, notamment les sécheresses récurrentes et d'ordre anthropique tels que le défrichement, l'exploitation anarchique du bois comme source d'énergie, les feux de brousse, la cueillette abusive de produits ligneux et herbacés (fruits verts, jeunes pousses, mutilation des arbres), le surpâturage, le braconnage, la pêche illicite, l'agriculture « minière », la pauvreté, l'utilisation abusive des produits chimiques, l'introduction d'espèces exotiques, etc.

Ces sécheresses fréquentes, plus que tout autre facteur, ont contribué à fragiliser davantage les écosystèmes, les rendant plus vulnérables à la moindre perturbation et accélèrent le rythme de dégradation des ressources biologiques. Les déficits hydriques qui en ont résulté, ont entraîné une réduction de la production primaire, une modification de la structure du couvert végétal et une réduction massive de la faune sauvage et du cheptel.

La réduction de la jachère a raccourci la période nécessaire aux processus de régénération et a accru la fragmentation des îlots de végétation naturelle qui constituent les « banques de semences ».

En détruisant la végétation herbacée et en réduisant le recouvrement ligneux, les feux dégradent les habitats indispensables à la faune. Les populations de reptiles, oiseaux, batraciens, insectes qui dépendent des micro-milieus de la strate herbacée sont réduites. Les petits animaux comme les insectes marcheurs qui ne peuvent pas échapper aux feux sont tués.

Concernant, la faune, l'étude sur l'impact de la fermeture de la chasse au Mali (1978), a révélé une nette régression des effectifs des grands ruminants. Elle a montré que certaines espèces de mammifères, de reptiles et d'oiseaux ont disparu ou sont menacées de disparition. Par ailleurs, elle a révélé une perturbation et une réduction de l'habitat naturel de plusieurs espèces de la faune sauvage dans toutes les zones naturelles du pays particulièrement dans les zones comme le Gourma et le Delta Intérieur du Niger.

La pêche, essentiellement pratiquée par des ethnies traditionnelles comme les Bozo, Somono et Sorko attire de plus en plus d'autres ethnies. Il en résulte une pratique de pêche intensive suite à l'accroissement des besoins, au perfectionnement des engins de pêche et à l'utilisation de substances toxiques et d'explosifs. La capacité de renouvellement de la production s'est révélée faible par rapport aux prélèvements dont elle fait l'objet.

#### **d) les sols:**

Les sols présentent d'une manière générale plusieurs contraintes importantes du point de vue agronomique qui limitent encore le potentiel cultivable. Les 3 à 3,5 millions d'ha de terres (PNAE, 1998) cultivés annuellement sont marqués par un niveau de fertilité moyen à faible, avec des carences en phosphore, en potassium, en soufre et par une forte sensibilité à l'érosion éolienne et/ou hydrique. Les pertes annuelles moyennes en terres arables du fait de l'érosion sont de l'ordre de 6,5 tonnes/ha/an, variant de 1 tonne au Nord à plus de 10 tonnes au Sud (Bishop et Allen, 1989). Des chiffres de 31 tonnes ont été enregistrés du côté de Sikasso.

La pression agricole sur les ressources a progressivement augmenté. L'augmentation des superficies n'a pas été accompagnée d'une augmentation des rendements des cultures vivrières qui sont restés faibles. Cette pression s'est traduite globalement par une dégradation importante des sols, marquée entre autres par l'augmentation des superficies défrichées. Elle se traduit aussi dans les régions où la pression démographique est forte par la mise en culture des terres marginales et/ou forestières, par une diminution de la durée des jachères, par une diminution de la fertilité et par une accentuation du phénomène de l'érosion.

### **4.2.2 Le secteur de l'énergie :**

Le secteur de l'énergie est peu performant au regard de certains indicateurs. En effet le Mali n'est producteur de pétrole et la consommation d'énergies conventionnelles reste relativement faible. Par contre, la biomasse - énergie constitue l'énergie principale consommée au Mali. La situation énergétique se résume comme suit:

- un bilan énergétique dominé à près de 90% par les combustibles ligneux (bois de feu et charbon de bois) ;
- un rythme de déforestation d'environ 400.000 ha/an pour une demande de bois énergie de 6.000.000 tonnes/an ;
- un taux d'accès à l'énergie électrique de 13% à l'échelle nationale, et moins de 1% en milieu rural ;
- une dépendance à l'égard des importations de produits pétroliers (500.000 tonnes/an, soit près de 10% du bilan énergétique national). En 2 000, la valeur des importations a atteint 70 milliards de FCFA contre 52 milliards en 1998 ;
- une faible part de l'énergie électrique dans le bilan énergétique soit moins de 1% ;
- un énorme potentiel, très peu valorisé, d'énergie solaire (en moyenne 2500 heures d'ensoleillement par an avec 5,68 KWh / jour) et éolienne (dans sa partie Nord, le pays dispose d'une vitesse de vent de 3 à 7 m/s) ;
- un grand potentiel, très peu valorisé, de biomasse disponible grâce à l'agriculture et l'élevage bases de l'économie malienne (800.000 tonnes de résidu pour la seule

culture de coton) et des plantes comme le pourghère donnant des graines dont l'huile peut se substituer au gasoil.

#### **4.2.3 Le secteur de la santé:**

Malgré l'allongement de l'espérance de vie à la naissance et le développement des systèmes de santé publique, les conditions sanitaires du Mali demeurent bien en deçà des normes internationales. Les maladies infectieuses et parasitaires comme le paludisme continuent d'y être endémiques.

Les enfants et les femmes en âge de procréer qui accusent les taux de mortalité et de morbidité les plus élevés, ont besoin d'être pris davantage en charge par le système de santé. La couverture vaccinale des enfants est encore faible malgré les efforts entrepris ces dernières années par les partenaires. La majorité de la population n'a pas encore accès à des soins médicaux adéquats.

### ***5. Le Plan National d'Adaptation/Atténuation - changements climatiques au Mali.***

La plupart des pays en développement et ceux du sahel en particulier, sont concernés par la réduction de leur vulnérabilité aux désastres naturels et aux impacts possibles des changements climatiques. C'est pourquoi, ils sont activement engagés, certains mieux que d'autres, dans la recherche, la définition et l'application de stratégies d'adaptation et d'alerte précoce. Dans le contexte des changements climatiques, la plupart des pays en développement ont réalisé des études de vulnérabilité-adaptation afin d'explorer les actions d'adaptation visant à réduire leur vulnérabilité future et à commencer ou améliorer leur planification, c'est la logique des PANA (Programme d'Action National d'Adaptation).

L'élaboration et l'exécution d'un Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques au Mali entre dans le cadre de la mise en œuvre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) que le Mali a signée et ratifiée respectivement le 22 Septembre 1992 et le 28 Décembre 1994. Il a par la suite signé et ratifié le Protocole de Kyoto respectivement le 27 Janvier 1999 et le 28 Mars 2002. Le document donne un aperçu sur le contenu des activités prioritaires à entreprendre, des besoins et préoccupations pour faire face aux effets néfastes des changements climatiques.

Le climat du Mali est de type sahélien et se caractérise par une grande variabilité inter annuelle de la pluviométrie qui se traduit par des années sèches récurrentes devenues de plus en plus fréquentes. Cette situation est liée à la nature du climat du Sahel et aux changements climatiques dont les manifestations à travers les effets néfastes constituent un grand handicap pour le développement du pays. En effet, la fragilité des écosystèmes du pays le rend très vulnérable à ces phénomènes et le contexte socio-économique difficile affaiblit ses capacités d'adaptation.

Face à une telle situation, des mesures d'adaptation s'imposent afin d'assurer un développement durable. Dans le cadre de l'identification et de l'adoption de ces mesures, le Gouvernement du Mali a élaboré sa Communication Nationale Initiale (CNI) qui a été présentée à la sixième Conférence des Parties en novembre 2000 à la Hayes (Pays Bas) et sa Stratégie Nationale en matière de changement et de variabilité climatique la même année.

Après ces étapes, il a engagé le processus d'élaboration du Programme d'Action National d'Adaptation (PANA) aux changements climatiques avec l'appui financier du Programme des Nations Unies pour le Développement/Fonds pour l'Environnement Mondial (PNUD/FEM).

Le PANA a pour objectif général de contribuer à l'atténuation des effets néfastes de la variabilité et des changements climatiques sur les populations les plus vulnérables dans la perspective d'un développement durable. Dans ce cadre un certain nombre de mesures d'adaptation qui sont conformes aux orientations du Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté (CSCR) et qui se retrouvent toutes dans la Stratégie de Développement Rural (SDR) ont été identifiées. Ces mesures d'adaptation sont toutes en synergie avec les dispositions des conventions post Rio que le Mali a ratifié à savoir : la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), la Convention sur la lutte Contre la Désertification (CCD) et la Convention sur la Diversité Biologique (CDB).

Au Mali, le processus du PANA a commencé en 2005 et s'est poursuivi jusqu'en 2007 en se basant essentiellement sur trois approches :

- Une approche consultative et participative associant les parties prenantes, en particulier les régions, les collectivités, les communautés locales, les représentants du secteur privé, des ONG et organismes de la société civile, ... ;
- Une approche multidisciplinaire et transparente basée sur l'intervention dans le processus de toutes les compétences ;
- Une approche complémentaire dans laquelle, il est pris en compte la synergie avec les plans et programmes nationaux existants ainsi que les accords environnementaux multilatéraux.

Ce processus a permis :

- L'identification des secteurs, communautés et zones les plus vulnérables à la variabilité et aux changements climatiques ;
- L'identification des mesures d'adaptation et des besoins prioritaires des secteurs, communautés et zones les plus vulnérables à la variabilité et aux changements climatiques, et ;
- L'identification de dix huit (18) options ou projets prioritaires d'adaptation.

La zone de notre projet individuel, les communautés cibles et les différents secteurs de notre intérêt sont reconnus, dans le PANA du Mali, comme vulnérables potentiels à la variabilité et aux changements climatiques. L'étude de la vulnérabilité du Delta Intérieur du Niger aux changements climatiques s'inscrit dans plusieurs projets prioritaires identifiés dans le PANA, elle s'inscrit en particulier dans les projets N° 1, 2, 3, 5, 12 et 19.

## **6. Méthodologie**

L'étude de la vulnérabilité du Delta Intérieur du Niger face aux changements climatiques s'est appuyée sur la richesse de l'expérience accumulée dans la zone par Wetlands International et ses partenaires, les services techniques de l'Etat et les populations locales selon une méthodologie basée sur l'analyse de la vulnérabilité et de l'adaptation des populations et des écosystèmes à la variabilité climatique. Pour faciliter l'élaboration d'éléments de réflexion et d'outils d'aide à la décision en lien avec la gestion des risques de développement liés aux changements climatiques, nous avons considéré trois secteurs illustratifs que sont la sécurité alimentaire, les ressources en eau et le milieu bâti. Nous avons considéré ces trois secteurs pour démontrer combien, les changements climatiques en association avec les comportements irresponsables de certaines communautés ou autorités peuvent hypothéquer le développement de la zone.

Pour analyser la vulnérabilité du Delta Intérieur du Niger aux effets néfastes des changements climatiques à travers ses principaux secteurs d'activité, nous nous sommes servi d'une part des résultats des études existantes mais surtout des connaissances et des expériences des parties prenantes notamment les communautés rurales. La revue de littérature a porté sur l'exploitation d'une documentation très fournie basée sur les résultats de plusieurs études conduites dans le Delta Intérieur du Niger sur une variété de thèmes dont les changements climatiques. Les connaissances des communautés rurales et surtout leurs expériences ont été recueillies lors d'un atelier organisé à Mopti et ont constituées les bases de l'évaluation de cette vulnérabilité.

L'atelier de formation sur les changements climatiques s'est déroulé du 23 au 27 novembre 2010 dans la salle de formation de l'Office Riz Mopti. Il a regroupé 20 participants venant des services techniques de l'Etat, des Collectivités Territoriales et des ONG partenaires. La méthodologie utilisée lors de cet atelier de formation a été basée sur :

- Des cours théoriques dispensés en présentations PowerPoint, suivis de discussions ;
- Des travaux pratiques en groupe, et
- Une visite de terrain.
- 

Organiser par Wetlands International dans le cadre de la Composante Recherche Action du projet de Réhabilitation des Ecosystèmes Dégradés du Delta Intérieur du Niger (REDDIN), l'atelier visait à mieux outiller les agents des services techniques de l'Etat, des collectivités territoriales et des ONG partenaires pour une prise en compte adéquate de la dimension des changements climatiques dans leurs interventions.

## 7. Résultats

Ce chapitre traite des résultats de l'étude. Il comprend, une partie décrivant les caractéristiques climatiques du Delta Intérieur du Niger sur la base des données collectées au niveau des services techniques de l'Etat et une partie décrivant la vulnérabilité du Delta Intérieur du Niger telle que sortie des conclusions de l'atelier de formation sur les changements climatiques.

### 7.1 Caractéristiques climatiques du Delta Intérieur du Niger:

L'ensemble du delta intérieur est couvert par une zone climatique sahélienne, avec des précipitations annuelles comprises entre 400 et 750 mm réparties sur 2 à 3 mois. Les caractéristiques climatologiques s'expliquent par le mécanisme de circulation de deux masses d'air:

- l'*harmattan*, vent continental tropical de direction Nord-Sud provenant du Sahara qui se caractérise par un air sec et une température élevée en été ;
- la *mousson*, vent équatorial maritime, provenant de l'anticyclone de Sainte-Hélène, de direction Sud-Est.

Le delta intérieur est caractérisé par une saison sèche et une saison des pluies centrée sur le mois d'août. Le passage d'une saison à l'autre est régi par le mouvement du Front Inter tropical (F.I.T.). Il décrit un mouvement oscillatoire du Nord au Sud et inversement. Ce phénomène explique la variation saisonnière de toutes les caractéristiques climatiques (pluie, température, vent, évaporation, humidité relative, et insolation) et aussi leur décroissance du Sud au Nord.

Les principaux paramètres pouvant influencer le régime hydrologique du delta sont l'ensoleillement, le vent, l'évapotranspiration, l'humidité relative, la tension de la vapeur d'eau, la température et les précipitations.

#### 7.1.1 Les températures:

Si l'on se réfère aux données du tableau N°1, on se rend compte que le delta central est un milieu chaud. Les températures maximales sont enregistrées pendant les mois de mars, avril et mai qui constituent les périodes les plus chaudes de l'année. L'amplitude thermique y est élevée car dépassant 10°C dans la plupart des mois de l'année.

Les plus faibles températures sont obtenues en décembre, janvier et février qui correspondent à la période fraîche et de décrue.

**Tableau N°1** : Variations mensuelles des températures en (°C) à Mopti de 1951 à 1980.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Tmax	32.8	35.9	39.0	41.0	40.2	37.2	33.8	23.3	34.1	37.6	36.5	33.3	36.5
Tmin	14.6	16.9	20.3	23.6	25.7	25.0	23.4	23.0	23.2	22.9	19.0	15.6	21.7
Ecart	18.2	19.0	18.7	17.4	14.5	12.2	10.4	0.3	10.9	14.7	17.7	17.5	14.8
T.Moy	23.5	26.4	29.7	32.3	32.9	31.1	28.6	23.2	28.6	30.3	27.8	24.5	29.1

Source : ASECNA Sévère/Mopti

### 7.1.2 L'humidité de l'air:

L'humidité relative est étudiée à la station de Mopti sur la période de 1951 à 1980. Les moyennes mensuelles interannuelles sont indiquées dans le tableau N°2. L'humidité minimale apparaît au mois de mars, alors que la maximale est observée en août. Il faut signaler également que l'évapotranspiration augmente quand l'humidité relative diminue et vice versa.

**Tableau N°2 :** Variations mensuelles de l'humidité relative de 1951-1980.

Station	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Mopti	34.0	27.7	23.7	25.9	38.7	53.5	67.1	75.6	74.1	61.1	43.4	38.8	47.0

*Source :* ASECNA Sévaré/Mopti

### 7.1.3 Les vents:

Dans le delta central, le régime des vents est caractérisé par l'harmattan, vent de l'Est ou Nord-Est qui domine toute la saison sèche et par la mousson, vent du Sud-Ouest ou du Sud qui annonce la saison des pluies. Les vitesses de ces vents sont relativement faibles. Dans le tableau N°3, l'on constate une croissance des vitesses du vent de novembre à juin et une décroissance de juin à octobre. Le minimum de vitesses à Mopti apparaît au mois d'octobre (1,4m/s) alors le maximum est de 2,7 m/s en juin.

**Tableau N°3 :** Vitesses moyennes mensuelles du vent (m/s) dans le delta de 1951-1980.

Station	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Mopti	2.2	2.3	2.6	2.5	2.5	2.7	2.5	1.8	1.5	1.4	1.7	2.1	2.2

*Source :* ASECNA Sévaré/Mopti

### 7.1.4 Les précipitations:

La variation saisonnière des précipitations de la station de Mopti figure dans le tableau N°4. Elle représente le climat sahélien dans le delta intérieur.

Le climat sahélien a une saison des pluies de courte durée de 2-3 mois (juillet, août et septembre) dont le maximum est observé au mois d'août.

Une analyse générale des quantités de pluies recueillies à la station de Mopti de 1950 à 2010 permet de constater que 1952 a été l'année la plus humide avec 963,6 mm de pluie et l'année la plus sèche a été 1984 avec seulement 328,7 mm de pluie. La valeur moyenne inter-annuelle est de 505,6 mm.

**Tableau N°4 :** Précipitations moyennes mensuelles de 1951-1980, station de référence de Mopti.

Station	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
Mopti	0.2	0.0	0.5	4.1	24.0	60.7	139.1	165.3	90.4	20.3	0.4	0.6	505.4

*Source :* ASECNA Sévaré/ Mopti

## **7.2 Vulnérabilité du Delta Intérieur du Niger aux changements climatiques:**

Selon le GIEC, "la « vulnérabilité » d'un système aux changements climatiques est le degré auquel ce 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".

Le degré de vulnérabilité des systèmes est aussi liée aux activités socio-économiques qui engendrent leur exploitation. L'analyse de la vulnérabilité comprend trois questions qui sont : qui est vulnérable ? à quoi ? et dans quelle mesure ? La réponse à ces trois questions peut être obtenue par l'analyse des moyens d'existence par rapport aux risques climatiques et aux modes d'existence.

### **7.2.1 Identification des risques climatiques:**

L'identification des risques ou aléas climatiques a été faite dans le cadre d'un travail de groupe lors d'un atelier de renforcement des capacités des acteurs du Projet de Réhabilitation des Ecosystèmes Dégradés du Delta Intérieur du Niger (REDDIN) sur le thème "Zones Humides et Changements Climatiques". Cette formation organisée par Wetlands International à Mopti visait entre autres, la stimulation de la prise de conscience des praticiens et des responsables politiques par rapport aux changements climatiques et aux mesures d'adaptation liées aux communautés et aux écosystèmes. Les risques climatiques les plus importants identifiés pour le Delta Intérieur du Niger sont entre autres :

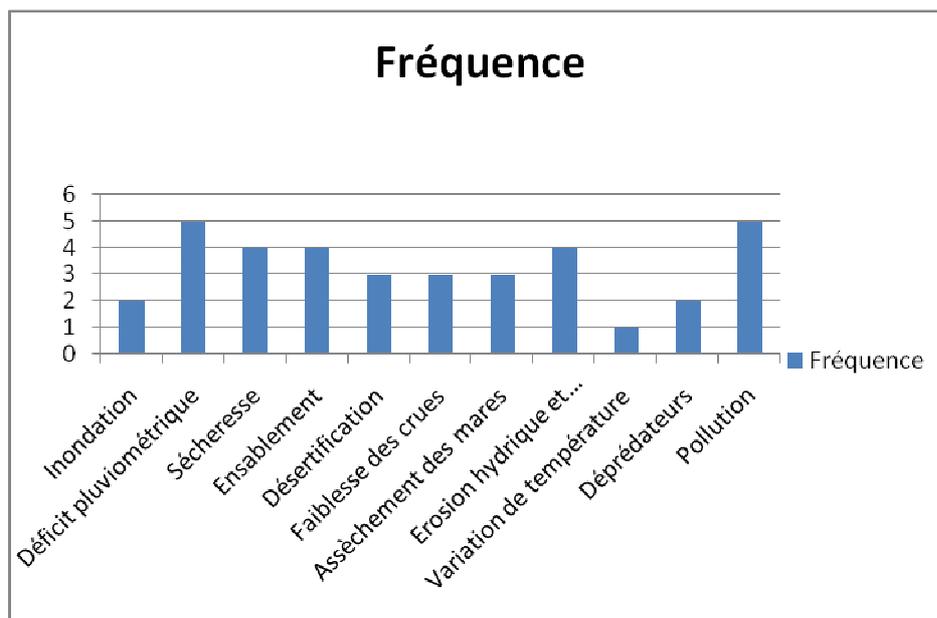
L'inondation, le déficit pluviométrique, la sécheresse, l'ensablement, la désertification, la faiblesse des crues, l'assèchement des mares, l'érosion hydrique et éolienne, la variation de température, les prédateurs et la pollution.

Pour évaluer l'ampleur de ces risques sur les secteurs potentiels à risques climatiques, le barème de notation du tableau suivant a été adopté.

**Tableau N° 5** : Barème de notation des risques

<b>Ampleur du risque climatique sur le secteur</b>	<b>Echelle</b>
Faible	1
Assez faible	2
Moyen	3
Assez fort	4
Fort	5

L'évaluation de l'ampleur de ces différents risques climatiques est illustré par la figure suivante



**Fig N° 1:** fréquence des différents aléas climatiques dans le Delta Intérieur du Niger

De l'analyse de cette figure, il ressort que le déficit pluviométrique et la pollution sont les risques climatiques les plus fréquents dans la zones, suivent ensuite la sécheresse, l'ensablement et l'érosion hydrique et éolienne. Le risque climatique le moins important est la variation de température.

Les conséquences des déficits pluviométriques se résument en une baisse généralisée de la production dans les secteurs principaux d'activité de la zone que sont

### 7.2.2 Identification des secteurs à risque climatique:

Comme l'identification des risques climatiques, l'identification des secteurs a aussi été faite dans le cadre d'un travail de groupe pendant le même atelier. A la suite de ce processus, les secteurs suivants ont été retenus comme secteurs à risques climatiques dans le Delta Intérieur du Niger. Ce sont : l'agriculture, l'élevage, la pêche, l'énergie, la santé, les ressources en eau, la faune, la forêt, le transport, l'éducation, l'industrie, l'habitat.

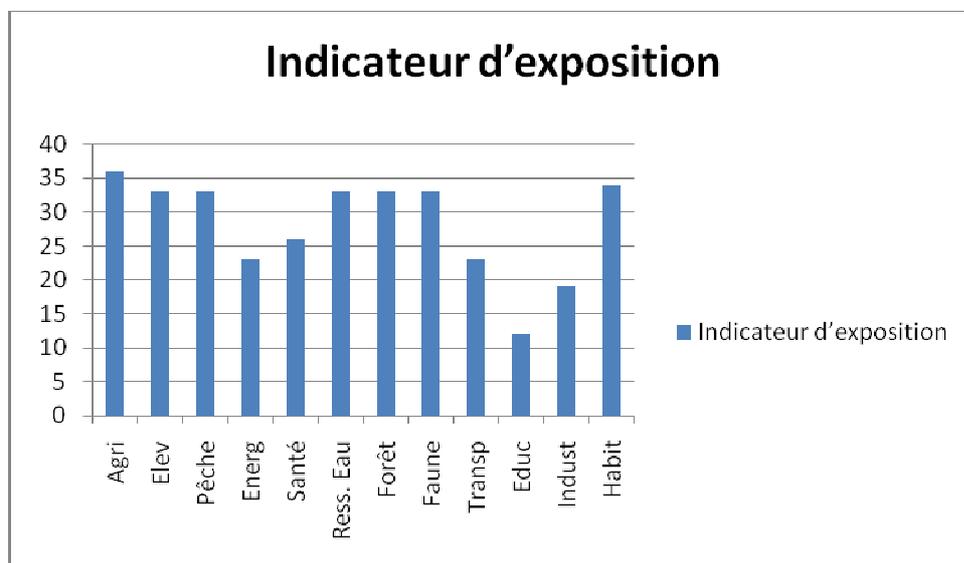
Dans le cas présent la sécurité alimentaire n'a pas été retenue comme secteur parce qu'elle est la contribution d'autres secteurs déjà cités comme l'agriculture, l'élevage et la pêche.

En utilisant le barème défini plus haut, il a été procédé à l'évaluation du poids des différents risques climatiques sur les différents secteurs. Le tableau 6 présente les résultats de cette évaluation.

**Tableau N° 6** : Matrice de sensibilité des différents secteurs en fonction des aléas climatiques.

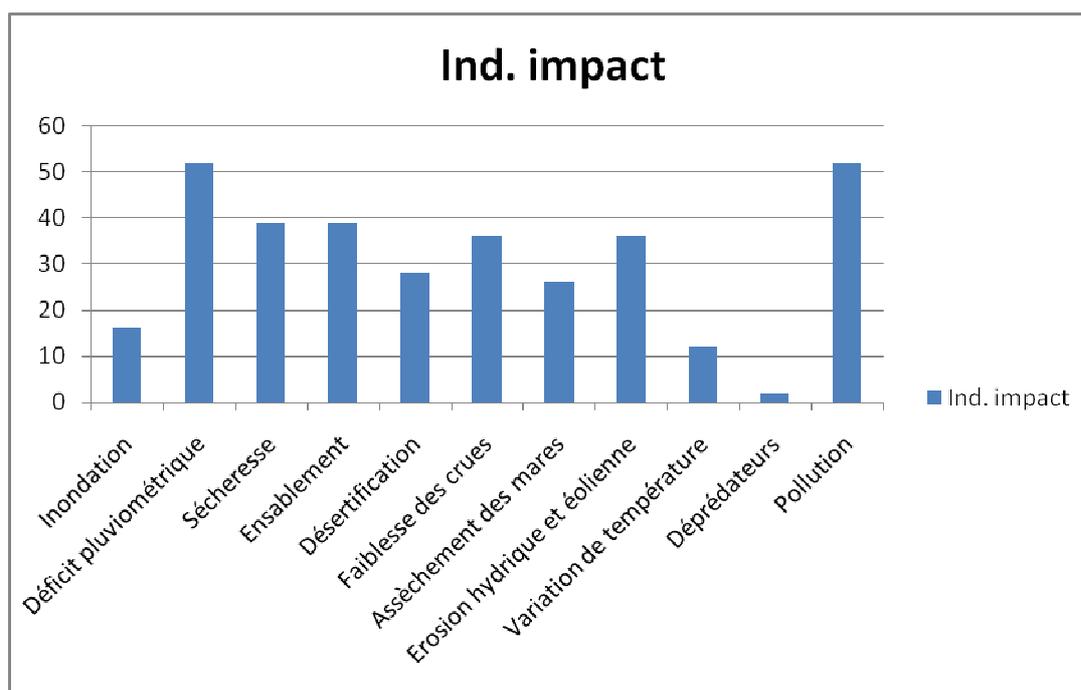
Secteurs	Aléas climatiques											Indicateur d'exposition
	Inondation	Déficit Pluv.	Sécheresse	Ensemblement	désertification	Faible crue	Assèchement des mares	Erosion	Variation temp.	Déprédateurs	Pollution	
Agri	2	5	4	4	3	3	3	4	1	2	5	<b>36</b>
Elev	1	5	4	4	3	3	3	4	1		5	<b>33</b>
Pêche	1	5	4	4	3	3	3	4	1		5	<b>33</b>
Energ	1	5	1	4	1	3	1	1	1		5	<b>23</b>
Santé	2	5	4	1	3	3	1	1	1		5	<b>26</b>
Ress. Eau	1	5	4	4	3	3	3	4	1		5	<b>33</b>
Forêt	1	5	4	4	3	3	3	4	1		5	<b>33</b>
Faune	1	5	4	4	3	3	3	4	1		5	<b>33</b>
Transp	2	1	1	4	1	3	1	4	1		5	<b>23</b>
Educ	1	1	1	1	1	3	1	1	1		1	<b>12</b>
Indust	1	5	4	1	1	3	1	1	1		1	<b>19</b>
Habit	2	5	4	4	3	3	3	4	1		5	<b>34</b>
<b>Ind. impact</b>	<b>16</b>	<b>52</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>28</b>	<b>36</b>	<b>26</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>52</b>	

L'analyse du graphique suivant permet d'identifier les secteurs les plus vulnérables aux changements climatiques. Ainsi, on peut constater que dans le Delta Intérieur du Niger, l'agriculture est le secteur le plus exposé avant l'habitat et les secteurs de l'élevage, de la pêche, des ressources en eau, de la forêt et de la faune. Les secteurs les moins exposés aux changements climatiques sont ceux de l'éducation de l'industrie et du transport.



**Fig N° 2:** indicateur d'exposition des différents secteurs.

De même, en fonction des indicateurs d'impact, on peut classer les différents risques climatiques en fonction de leur effet sur les différents secteurs de production dans la zone du Delta Intérieur du Niger. On constate alors que le déficit pluviométrique et la pollution sont les risques qui ont le plus d'effets sur les secteurs de production de cette zone. Les risques comme l'apparition des déprédateurs et les variations de température sont les risques climatiques qui présentent le moins d'effets sur les différents secteurs de production.



**Fig N° 3:** indicateur d'impact des risques climatiques identifiés dans le Delta Intérieur du Niger

### ***7.3 Stratégies de réponse ou d'adaptation initiées par les communautés:***

Les problèmes liés au climat ont évolué des fois en véritable situation de pénurie qui ont conduit les populations affectées à trouver des solutions d'urgence. Pour faire face aux impacts des changements climatiques sur le Delta Intérieur du Niger, des stratégies ont été identifiées en fonction des différents secteurs du développement rural et de l'habitat en milieu urbain.

**Tableau N° 7:** Stratégies d'adaptation par secteur

<b>Secteurs</b>	<b>Stratégies</b>	<b>avantages</b>	<b>Contraintes et risques liés à l'application</b>
Agriculture	Cordons pierreux ; Diguettes antiérosives Brise vent ; PPIV et PM ; Jachère	Augmentation des surfaces cultivables ; Réduction de la vitesse de ruissellement ; Fertilisation du sol ; Récupération des surfaces dénudées ; Augmentation et amélioration de la productivité.	Manque de matériels et matériaux ; Manque de technicité ; Mauvaises études socio économiques ; Non fonctionnalité des organes de gestion ; Manque de financement.
Pêche	Conventions locales de gestion ; Mise en défens ; Aménagement des mares ; Pisciculture artisanale et intensive.	Protection des écosystèmes ; Gestion rationnelle des ressources naturelles ; Mise en valeur des mares n'ayant pas de connexion avec le fleuve ; Amélioration des productions agricoles et piscicoles.	Non fonctionnalité des conventions ; Mauvaises pratiques de pêche ; Lâchées intempestives d'eau (par les barrages) ; Tarisement précoce des mares ; Difficulté de financement ; Manque de technicité.
Elevage	Régénération des bourgoutières ; Promotion du Vétiver ; Ensemencement des parcours ; Plantation d'arbres fourragers ; Conventions locales ; Mise en défens ; Déstockage (diminution des effectifs).	Protection des écosystèmes ; Lutte contre l'érosion ; Amélioration des productions agricoles et pastorales ; Diminution de la pression sur les pâturages.	Manque d'intrants ; Risques de conflits ; Installation tardive des pluies ; Mauvais fonctionnement des organes de gestion ; Divagation des animaux ; Surexploitation des pâturages.

## 8. Discussion

Dans le Delta Intérieur du Niger, les changements climatiques affectent tous les secteurs. Une analyse de la variabilité climatiques et de l'écoulement du fleuve à travers les données hydrologiques permet une meilleure compréhension du phénomène. Dans ce chapitre, nous interprétons les résultats afin de démontrer l'effectivité des changements climatiques dans le DIN sur la base de deux indicateurs, la pluviométrie et la température, pour ensuite, démontrer les conséquences de ces changements sur la sécurité alimentaire, les ressources en eau et le milieu bâti.

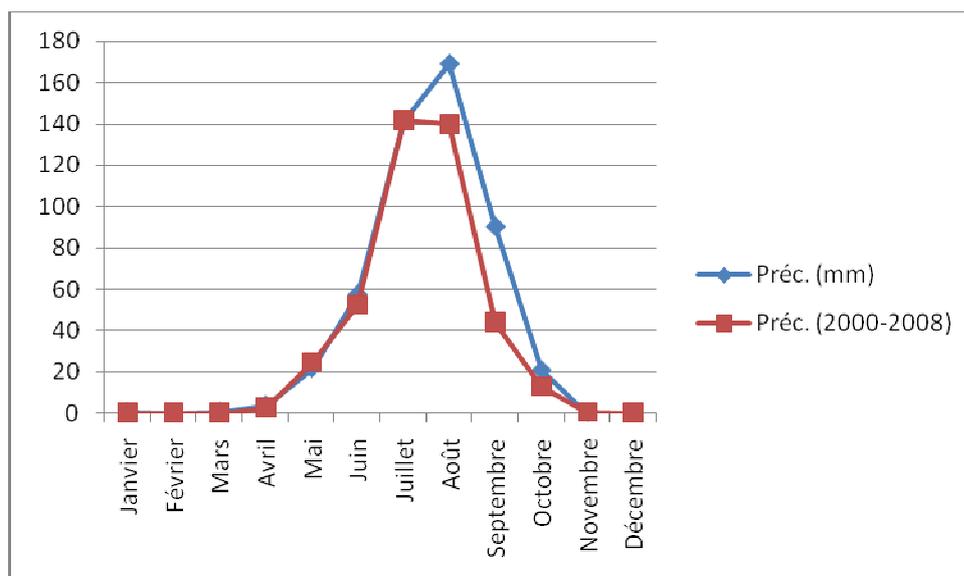
### 8.1 Les indicateurs de variabilité et de changement climatique:

Ce sous-chapitre décrit les variations enregistrées dans la région de Mopti concernant les deux principaux indicateurs des changements climatiques que sont la pluviométrie et la température.

#### 8.1.1 Variations pluviométriques:

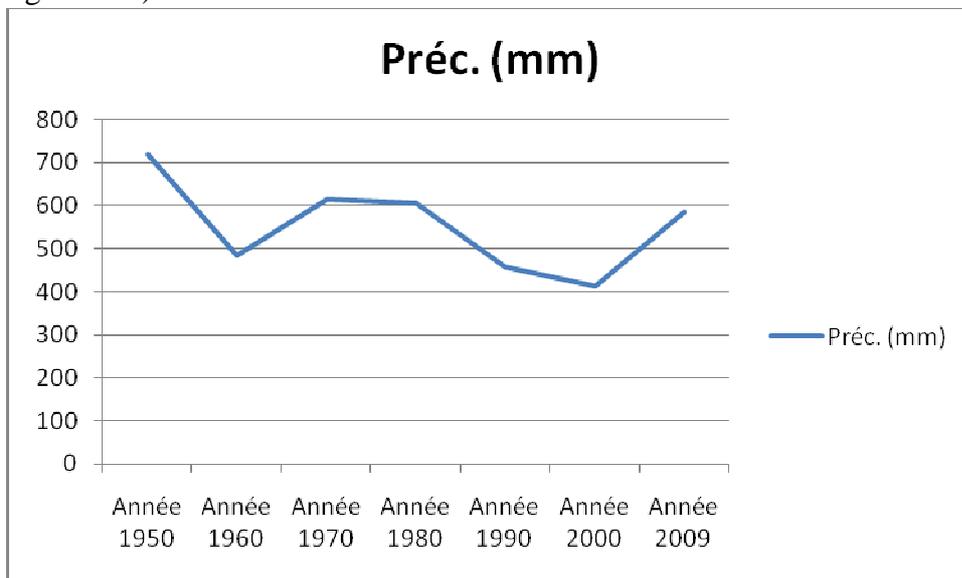
Durant notre période de référence (1950 – 2010), il a été enregistré de très fortes variabilités pluviométriques inter et intra annuelles. Les variabilités inter-annuelles ont souvent atteint 634,9 mm (exemple entre 1952 et 1984). Au cours de la même année, on a enregistré des mois avec une pluviométrie très faible, voir nulle et des mois très humides. De façon générale, presque la totalité de la pluviométrie d'une année est reçue pendant la saison dite des pluies qui est de 2 à 3 mois suivant les années.

La tendance pluviométrique est que pendant la décennie 2000-2009, la pluviométrie enregistrée est largement en baisse comparée à celle enregistrée de 1950 à 2009 (voir figure N°4). Aussi cette pluviométrie est souvent très mal répartie dans le temps.



**Figure N° 4 :** Précipitations mensuelles de 2000 à 2008 VS Précipitations mensuelles de 1950 à 2008.

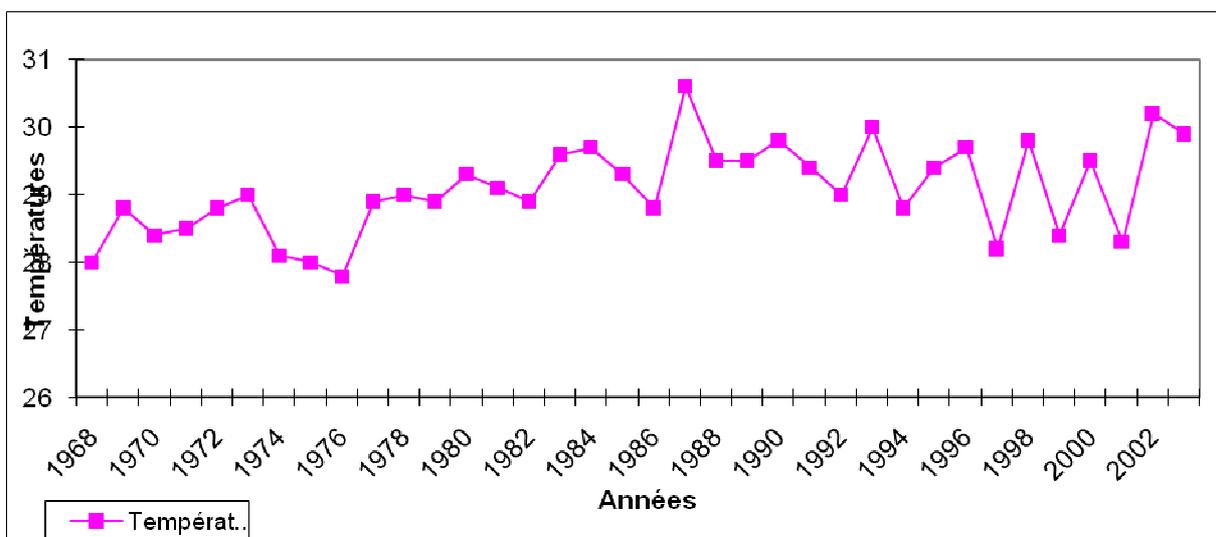
L'analyse de la pluviométrie de certaines années (1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 et 2009), confirme cette tendance à la baisse de la pluviométrie ces dernières années. On constate aussi une diminution de la période pluvieuse pendant ces dernières années (Voir figure N°5).



**Figure N° 5 :** Pluviométrie de certaine années (1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 et 2009) enregistrée à la station de Mopti.

### 8.1.2 Variations des températures:

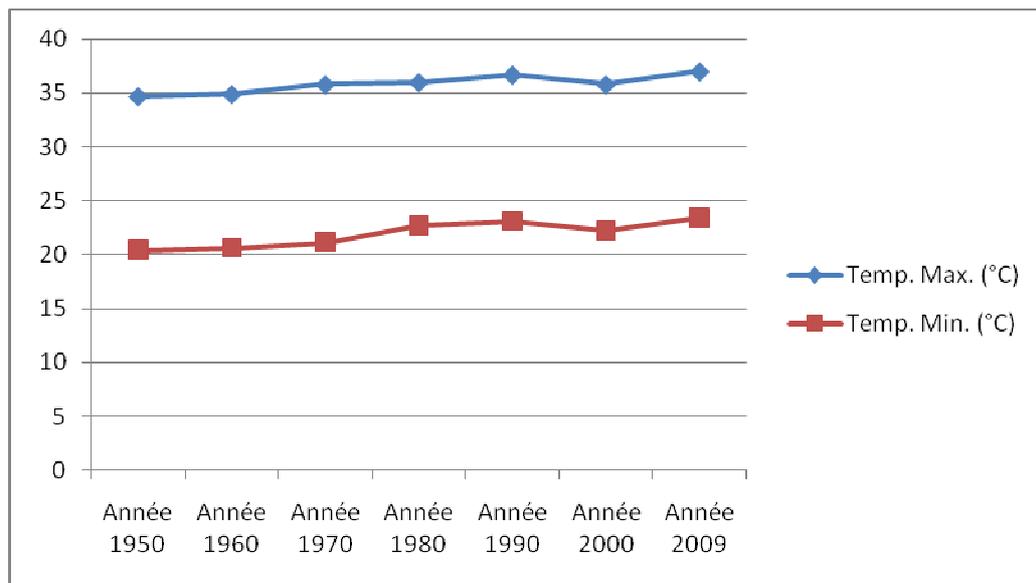
La figure cidessous retrace l'évolution des températures moyennes annuelles au niveau de la station de Mopti. On peut voir sur cette figure, qu'avant l'année 1980, les températures moyennes annuelles n'ont jamais atteint 30°C alors qu'elles manifestent une tendance à la hausse depuis cette date. Ainsi les années les plus chaudes ont été 1987 avec 30,6° C, 1993 avec 30°C et 2002 avec 30,2°C.



**Figure N° 6 :** Températures moyennes annuelles de 1968 à 2002.

En comparant les températures minimales et maximales de certaines années (1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 et 2009), on constate une évolution de la température en général dans la région de Mopti. Les températures minimales connaissent une augmentation plus sensible que les températures maximales. De 1950 à 2009, les températures minimales ont augmenté de 3°C dans la région de Mopti (20, 4°C à 23, 4°C) alors que les maximales ont augmenté de 2,3°C (34,7°C à 37,0°C).

Tout comme les températures moyennes annuelles, l'analyse des températures minimales et maximales de certaines années de la région de Mopti, confirme une augmentation de la température de la zone.



**Figure N° 7 :** Evolution des températures minimales et maximales dans la région de Mopti.

D'après tout ce qui précède, on peut conclure que les changements climatiques sont une réalité dans la région de Mopti et plus précisément dans le Delta Intérieur du Niger pour la période de 1950 à nos jours. Ces changements climatiques ont répercussions sur les différents secteurs de la vie économique du Delta Intérieur du Niger, cependant, nous allons nous intéresser aux impacts sur trois secteurs seulement.

## **8.2 Impacts sur les différents secteurs:**

Dans ce chapitre, nous discutons les conséquences de la variabilité et du changement climatique sur les secteurs des ressources en eau, de la sécurité alimentaire et du milieu bâti.

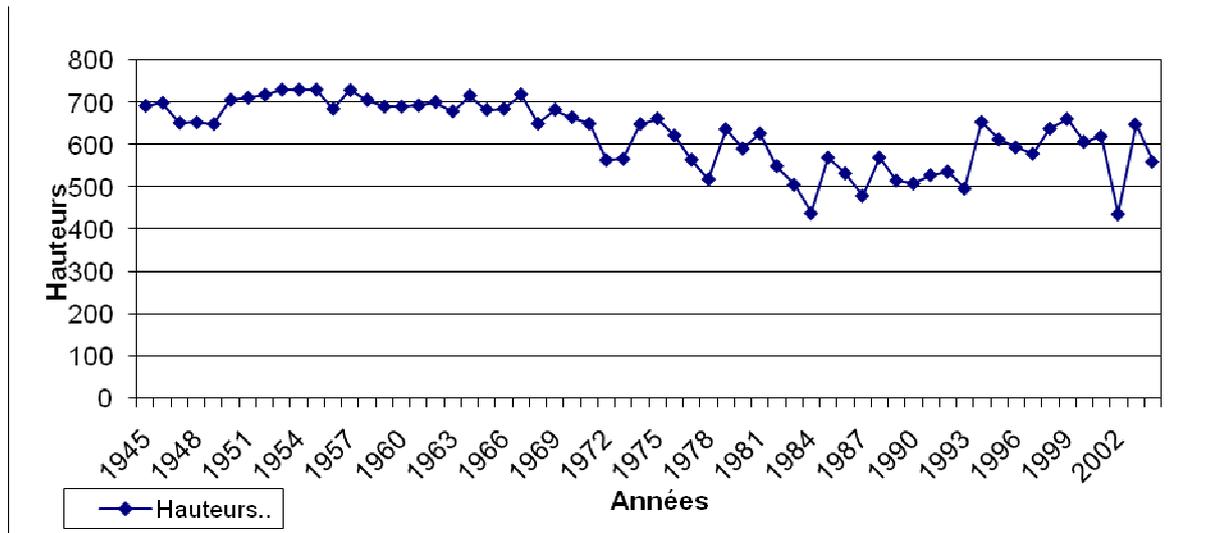
### **8.2.1 Les ressources en eau:**

L'analyse des hauteurs de crue du fleuve Niger de 1945 à 2004 donne le constat suivant:

- Une période où les hauteurs de crue sont presque toutes supérieures ou égales à 7 mètres.
- Une période où les hauteurs de crue sont en dessous de 7 mètres. Elles se situent entre 4 et 7 mètres et la moyenne de la plupart d'entre elles oscille autour de 5 mètres. Cette période a vu son niveau de crue le plus bas avec seulement 440 cm de hauteur contre 731 cm en

1954 qui est la plus grande hauteur qu'a connue la station de Mopti depuis 1945 soit une différence de 290 cm.

Entre 1953 et 2008, à la station de Mopti, le fleuve Niger a eu un débit interannuel de 952,53 m<sup>3</sup>/s. La persistance des années de sécheresse des années 1970 a entraîné une chute considérable du débit interannuel due principalement à la baisse de la pluviométrie qui a caractérisé cette période. La pression démographique, les usages irrationnels et les changements climatiques ont exacerbé l'impact de la diminution des ressources en eau du delta intérieur du Niger.



**Figure N° 8:** Niveau de la crue du fleuve Niger de 1945 à 2002 à Mopti.

### 8.2.2 La sécurité alimentaire:

Dans le Delta Intérieur du Niger, l'association de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche, semble être un facteur déterminant dans la lutte contre l'insécurité alimentaire. Dans la zone, la riziculture occupe 119 626 ha dont 37 090 ha aménagés par l'Office Riz Mopti pour la seule saison 2008 – 2009. La production de riz dans le DIN est passée de 50 000 – 100 000 tonnes dans les années 1980s à plus de 300 000 tonnes ces dernières années. Cette performance est liée d'une part à la bonne pluviométrie de ces dernières années et d'autre part à un changement dans les systèmes de culture (riziculture de submersion contrôlée, riziculture de maîtrise de l'eau, etc.) et à l'augmentation des superficies cultivées. Le DIN fournit actuellement, une partie substantielle de la production nationale de riz.

En plus de la production rizicole, le delta intérieur du Niger supporte 1 750 000 bovins, 740 000 ovins – caprins et des milliers d'autres animaux domestiques. Ces animaux se nourrissent des pâturages du delta pendant toute l'année sauf de juillet à novembre – décembre où ils sont conduits vers les terres exondées. L'élevage de ces animaux procure de la viande pour les habitants du DIN, mais aussi pour une grande partie de la population nationale. Selon une estimation faite en 2005 par la Direction Régionale des Productions et Industries Animales (DRPIA) de Mopti, les bovins, ovins et caprins du DIN fournissent 1 555 881 litres de lait.

La production annuelle de poisson a généralement varié entre 60 000 et 120 000 tonnes. elle varie selon les années et elle est étroitement liée au niveau de la crue de l'année précédente. La production maximum a été enregistrée en 1995 (131 000 tonnes) résultat de la bonne crue de 1994 et la production minimum en 2004 (61 073 tonnes) résultat de la faible crue de 2003. Cependant, le secteur de la pêche connaît de plus en plus des problèmes. Le nombre de pêcheurs dans le DIN a connu une explosion, il est passé de 70 000 en 1967 (Gallais 1967) à 294 702 présentement dont 103 145 résidents et 191 557 migrants. La pêche quotidienne d'un pêcheur varie de 35 kg par jour en début février à 7 kg par jour en fin juin (Kodio et al. 2002).

Cependant, cette sécurité alimentaire risque d'être largement hypothéquer par les différentes pressions et aléas qui pèsent sur le secteur. En effet, La démographie galopante et l'Office du Niger qui exploite présentement 82 000 ha de terre pour la riziculture en maîtrise totale de l'eau et qui dans le cadre de l'extension de ses superficies prévoit, l'aménagement de plus de 257 000 ha rendent cette sécurité alimentaire très incertaine. La zone dispose d'énormes potentialités pour assurer la sécurité alimentaire à ses habitants, mais à partir des grandes sécheresses des décennies 1970 et 1980, l'équilibre qui assure le renouvellement des ressources a été sérieusement bousculé. La crue dure moins longtemps, l'eau monte moins haut et se retire plus rapidement qu'avant. L'inondation couvre donc une superficie moindre de sol cultivable ou pâturable et cette tendance risque de se poursuivre dans les prochaines années à la faveur de certaines activités humaines accentuées par les effets du changement climatique.

Ainsi, les effets combinés de l'extension de l'Office du Niger et des changements climatiques risquent d'avoir de sérieux impacts aussi bien sur la production agricole et les produits de l'élevage que sur la production halieutique dans le DIN, puisqu'il a été démontré que la diminution de la crue d'1 cm dans le delta intérieur du Niger provoque une diminution dans les prises de 253 tonnes de poissons par an. De même, la diminution de la crue entraîne une diminution des surfaces inondées qui à son tour provoque une baisse de la production agricole.

### **8.2.3 Le milieu bâti:**

Le seul type de construction résidentielle que l'on rencontre, à l'exception de quelques édifices à l'euro-péenne, dans la ville de Mopti, est la concession (unité d'habitation). Ce type d'habitation constitué d'une enceinte à l'intérieur de laquelle se trouvent différentes constructions, comportant des logements et des magasins donnant en général sur une cour centrale, pivot de vie familiale. Les constructions sont le plus souvent en banco. La maçonnerie est en briques de banco. Le stabilisant utilisé est souvent l'herbe séchée, la paille de riz, le son de riz ou de petit mil. La couverture est généralement en banco battu sur des supports en rônier ou en lattes de bois. La durabilité de ce type d'habitat est fonction de la maçonnerie et de la qualité des matériaux traditionnels utilisés. Ces habitats ruraux nécessitent un entretien annuel avant ou après chaque saison des pluies. En effet, la couverture nécessite un entretien courant contre la perméabilité et les insectes nuisibles. La ville de Mopti a connu plusieurs plans d'assainissement élaborés à grands frais, qui n'ont jamais pu être exécutés à cause de la spécificité de la ville en matière d'assainissement qui demande des investissements trop lourds pour être mobilisés. Il y a donc des efforts importants à faire en matière de consolidation des acquis, de réalisation des systèmes d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales. Dans l'ensemble, c'est par un système

d'aménagement sommaire constitué de fossé à ciel ouvert que l'évacuation des eaux usées est effectuée.

A cause de l'irrégularité de la pluviométrie et surtout de la mauvaise répartition des pluies, il est très souvent arrivé que des quantités de pluies qui normalement doivent tomber en plusieurs jours, arrivent en un seul jour provoquant l'écroulement des maisons, la perte des biens matériels et des pertes en vies humaines. Devant la précarité des matériaux de construction, le style de construction, le manque d'ouvrages d'assainissement adéquat et la nature du site, les inondations deviennent de plus en plus fréquentes avec des conséquences comme l'écroulement des maisons et les pertes en vies humaines.

## ***9. Conclusions***

Le Delta Intérieur du Niger, à l'instar de toutes les régions du Mali, a toujours subi la variabilité climatique se traduisant par une alternance de périodes sèches et humides.

Les périodes sèches se caractérisent, sur le plan pluviométrique, par une faiblesse des précipitations par rapport à la normale. Le phénomène qui en résulte est la sécheresse dont les effets néfastes sont, entre autres, l'insuffisance des ressources en eau, la destruction des ressources forestières, l'assèchement précoces des mares et lacs, la diminution des ressources halieutiques.

Quant aux périodes humides, elles sont caractérisées par une abondance relative des précipitations, des ressources en eau, de la production agricole et des ressources halieutiques.

Au cours de ces dernières décennies la variabilité du climat a atteint une telle fréquence et durée, particulièrement pour la période sèche (longue série d'années de sécheresse consécutive à la baisse de la pluviométrie), que l'on peut penser à juste titre aux changements climatiques.

Pour l'avenir les scénarios climatiques prévoient encore une baisse plus accentuée des niveaux de pluviométrie et une augmentation des températures (de + 2°C d'ici 2020).

Si cette tendance se confirmait, les effets du changement climatique vont s'accroître et le Delta Intérieur du Niger sera en permanence soumis aux risques liés :

- à la pluviométrie aléatoire et insuffisante,
- aux inondations successives dont la fréquence semble croître de plus en plus,
- aux vents violents de plus en plus fréquents dans la zone.

Ces risques ont des conséquences directes et indirectes incalculables sur les ressources naturelles et l'économie du pays. Les principales ressources naturelles menacées par ces phénomènes climatiques sont, les ressources en eau, les sols, la faune et la flore.

Actuellement, ces risques sont de plus en plus probables, principalement à cause de l'aggravation des phénomènes météorologiques dont ils dépendent. La variabilité des phénomènes climatiques et la diversité de leurs conséquences fait peser aujourd'hui de véritables menaces sur la disponibilité des ressources naturelles et souvent sur leur pérennité. Une autre sorte de menace est celle liée au milieu urbain à cause de la mauvaise répartition de la pluviométrie qui l'expose à des inondations de plus en plus fréquentes.

En terme de conclusion, il me paraît opportun de rappeler que, la littérature sur les tendances de l'évolution des changements climatiques est abondante. Les informations et données

contenues dans ces rapports d'étude ont comme principale limite, leur caractère général. Si les conclusions de ces différentes études s'accordent à reconnaître que les effets des changements climatiques se traduisent par : une augmentation de la température du milieu ambiant, des déficits de pluviométrie et/ou inondations entraînant un déséquilibre de la dynamique des écosystèmes, des vents violents etc., aucun scénario ne permet de prédire l'avènement et l'ampleur des aléas.

En raison de l'inexistence de données spécifiques sur le DIN, l'appréciation de l'évolution des tendances des changements climatiques et des aléas se fonde essentiellement sur le discours tenu par les acteurs locaux : exploitants des ressources naturelles, élus locaux, agents de services techniques. On peut retenir de ce discours, un retour et la répartition relativement bonne des pluies depuis deux années, une bonne crue, un remplissage des mares et une timide reconstitution du couvert végétal dans certaines zones.

Il est quand même évident que certains facteurs climatiques comme le déficit climatique et la pollution sont les aléas les plus fréquents dans le DIN. Le secteur le plus vulnérable aux changements climatiques demeure l'agriculture suivi de l'habitat, de l'élevage et de la pêche. Le déficit pluviométrique et la pollution sont les risques climatiques qui affectent le plus les secteurs de production du Delta Intérieur du Niger. Les conséquences du déficit pluviométrique se résument en une baisse généralisée de la production dans les secteurs principaux d'activité de la zone alors que la pollution provoque des problèmes de santé chez les communautés.

## ***10. Perspectives d'avenir***

### ***10.1 Esquisse d'un Plan d'Action:***

En raison des enjeux socio-économiques et environnementaux, un plan d'action a été élaboré pour assurer aux communautés locales l'accompagnement requis dans une perspective de gestion durable des ressources naturelles et de lutte contre la pauvreté afin de soutenir leurs efforts de résilience face aux changements climatiques. Ce Plan d'Action se fonde sur les axes prioritaires d'intervention retenus au terme des analyses. Ces axes portent sur l'agriculture, l'élevage, la pêche et le milieu bâti.

## 1. Appui à l'intensification des PPIV

Activités	Résultats attendus	Indicateurs	Conditions critiques
1.1. Identifier à travers un diagnostic participatif, les sites favorables pour la création de PPIV.	Les sites propices pour la création de PPIV sont répertoriés.	Le nombre de sites répertoriés et validés par les communautés locales.	Etablissement de conventions avec les propriétaires traditionnels des sites répertoriés.
1.2. Réaliser selon les procédures établies, les études techniques détaillées.	La viabilité technique de chaque site ciblé, est établie.	Le nombre de sites viables au plan technique et économique.	
1.3. Mettre en place et former les membres des comités de gestion des PPIV.	La gestion du PPIV est assurée par un Comité de gestion dont les membres sont formés à leurs tâches.	Le nombre de PPIV jugés viables, gérés par un comité dont les membres sont formés en gestion.	Le choix des membres du Comité de gestion sur la base des principes démocratiques.
1.4. Réaliser les investissements physiques selon des bases établies et partagées de participation des bénéficiaires.	L'aménagement du PPIV est fait sur des bases établies et partagées de participation des bénéficiaires	Le niveau de participation des bénéficiaires à la réalisation des PPIV.	
1.5. Mettre en place un dispositif d'encadrement technique des exploitants des PPIV.	Les exploitants bénéficient d'un encadrement technique performant.	Le rendement des exploitations.	La motivation de l'encadrement technique.

## 2. Introduction de semences à cycle court :

Activités	Résultats attendus	Indicateurs de réussite	Conditions critiques
2.1. Identifier et sélectionner des paysans pilotes pour la promotion des semences améliorées.	Des paysans pilotes portent la promotion des semences améliorées.	Le nombre de champs d'expérimentation des semences améliorées.	La crédibilité des paysans pilotes sélectionnés.
2.2. Mettre en place un dispositif d'accompagnement technique des paysans pilotes.	Les paysans pilotes s'approprient les techniques culturelles appropriées ;	Le nombre de paysans pilote bénéficiant d'un encadrement technique approprié.	Les techniques culturelles introduites sont soutenables pour les paysans.

2.3. Mettre en place un dispositif communautaire d'évaluation des performances des semences et des pratiques culturelles introduites.	Des membres de la communauté bénéficiaire sont acteurs de l'appréciation des performances des pratiques de cultures introduites.	Le nombre de paysans ayant pris part au suivi et l'évaluation des performances des pratiques introduites.	L'implication des membres de la communauté à l'ensemble du processus.
2.4. Assurer une large diffusion des résultats positifs et négatifs des expériences pilotes.	Les avantages et les limites des pratiques introduites sont partagés par l'ensemble des membres de la communauté.	La proportion des membres de la communauté ayant connaissance des avantages et limites des pratiques introduites.	La crédibilité des porteurs des informations sur les avantages et les limites des pratiques introduites.

### 3. Régénération des bourgoutières :

Activités	Résultats attendus	Indicateurs de réussite	Conditions critiques
3.1. Identifier et sélectionner les sites propices à la bourgouculture.	Des sites favorables à la culture du bourgou sont identifiés à travers une démarche participative.	Le nombre de sites propices à la culture du bourgou, identifiés à travers une démarche communautaire.	Etablissement de Convention avec les Dioros.
3.2. Mettre en place un dispositif d'accompagnement technique des initiatives de bourgouculture.	Les bourgouculteurs s'approprient les techniques appropriées ;	Le nombre de bourgouculteurs bénéficiant d'un encadrement technique approprié.	Les techniques introduites sont soutenables pour les bourgouculteurs .
3.3. Mettre en place un dispositif de facilitation d'accès aux services financiers décentralisés.	Les bourgouculteurs accèdent aux services financiers décentralisés.	Le nombre de bourgouculteurs qui accèdent aux services financiers décentralisés	L'existence d'un fonds de garantie.

#### 4. Appui à l'intensification de la pisciculture :

Activités	Résultats attendus	Indicateurs de réussite	Conditions critiques
4.1. Identifier et sélectionner les sites favorables à la pisciculture.	Les sites propices à la pisciculture sont répertoriés.	Le nombre de sites favorables sélectionnés.	Un partenariat est établi avec les services de la pêche.
4.2. Mettre en place, un dispositif d'accompagnement des initiatives en matière de pisciculture.	Les initiatives de piscicultures sont accompagnées à travers un dispositif mis en place à cet effet.	Le nombre d'initiatives soutenues à travers le dispositif.	

#### 5. Le milieu bâti :

Activités	Résultats attendus	Indicateurs de réussite	Conditions critiques
5.1 Mettre en place un système d'alerte précoce.	Limiter les risques pour les personnes.	Le nombre de personnes sauvées.	Adhésion des communautés urbaines.
5.2 Aménager l'espace urbain pour limiter les risques de catastrophes.	Limiter les dommages aux biens dans la perspective de minimiser les travaux de remise en état.	Le coût des biens matériels sauvegardés.	Mobilisation des fonds nécessaires.

## **10.2 Développement du modèle hydrologique « HYPE Niger » :**

Dans le cadre du développement du modèle hydrologique « HYPE » et son extension sur le bassin du fleuve Niger, nous avons initié un projet intitulé ” La ville de Mopti et son urbanisation, face aux défis des changements climatiques” que nous souhaitons mettre en œuvre en collaboration avec SMHI, ASDI et la Mairie de Mopti. La maîtrise de cet outil et son utilisation nous permettra de simuler les changements futures du climat, prédire le comportement hydrologique du Delta Intérieur du Niger pour mieux adapter notre planification du développement.

## **11. Remerciements**

Au terme de ce cours d'un an, je voudrai tout d'abord remercier le Dieu tout puissant pour m'avoir accordé la force et les moyens d'atteindre mon objectif. Je joins à ces remerciements, tous mes collègues du cours pour leurs attitudes fraternelles, amicales et collaboratives. Je remercie particulièrement mon superviseur Eva Emell de SWECO (Swedish Consultants) pour sa rigueur et son assistance sans lesquelles ce travail ne serai peut être pas encore disponible. Que tout le personnel de SWECO trouve dans ce travail l'expression de ma profonde gratitude.

Je remercie sincèrement SMHI (Swedish Meteorological and Hydrological Institute) et tout son staff pour leur accueil chaleureux durant notre séjour à Norrköping. L'expertise et le professionnalisme de leurs professeurs m'ont laissé une profonde impression et ont fait naître chez moi de nouvelles ambitions.

Je suis particulièrement reconnaissant à l'Agence Suédoise pour le Développement International (ASDI) pour m'avoir sponsorisé. J'en profite pour remercier tout le peuple Suédois et son Gouvernement pour leur généreuse assistance.

Je remercie aussi toutes les populations du Delta Intérieur du Niger, mes collègues de Wetlands International à Sévare, ceux de la Cellule de Planification et de Statistiques du Secteur de l'Eau, l'Environnement, l'Urbanisme et des Domaines de l'Etat (CPS/SEEUDE) à Bamako, mes collaborateurs de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Que toutes les personnes dont les travaux ont été cités dans ce rapport, y trouve, l'expression de ma profonde gratitude.

En fin, je remercie ma très chère épouse (Lalla) et mes deux petits garçons (Mahmoud et Souleymane) pour leur patience, leur compréhension et leur support tout le long de cette épreuve.

## 12. Références

**Abdoulkadri O. TOURE, M. Bagayogo.** Vulnérabilité des ressources halieutiques aux impacts des changements climatiques dans le delta central du Niger : cas de la commune urbaine de Mopti. Mémoire de fin de cycle. 2010, 104 Pages.

**Beintema, A.J., Kamp van der J., Kone B.** 2007 – Les forêts inondées: trésors du Delta Intérieur du Niger au Mali. Wageningen: Wetlands International.

**Boire S :** La vulnérabilité des ressources en eau aux impacts des changements climatiques dans le bassin versant du Bani à Douna, FLASH/ Université de Bamako et CIFOR-TROFCCA, Octobre 2007, 40 pages.

**CNRST/Mali :** *Communication initiale sur les émissions des gaz à effet de serre (GES) dans le cadre de la CCNUCC*, Ministère de l'équipement de l'aménagement du territoire de l'environnement et de l'urbanisme, Septembre 2000, 160 pages.

**D. Orange, R. Arfi, M. Kuper, P. Morand & Y. Poncet (eds).** Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales: 431-453. Paris: IRD.

**Daget, Jacques,** les poissons du Niger supérieur. Dakar, mém., IFAN, 391 pages.

**Dansoko, D. & B. Kassibo.** 1989 – Étude des systèmes de productions halieutiques en 5ème région.

**Direction Nationale de la Météorologie :** Adaptation au changement climatique dans le delta central du Niger au Mali, CRA et ACDI en collaboration avec l'IER, ORM, OPM, DRHE, DRA ; Octobre 2005, 74 pages.

**Gallais, J.** 1967 – Le Delta Intérieur du Niger. Etudes de géographie régionale. Paris: Larose.

**Hassane, A.** 1999 – Influence des aménagements hydrauliques et hydro-agricoles du Niger supérieur sur l'inondation du delta intérieur du Niger (Mali). Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale d'Ingénieurs, Bamako, Mali.

**Hulme, M, Doherty R, Ngara T, New M, Lister D.** 2001 – African climate change: 1900-2100. Climate Research 17:145-168.

**Initiative Pauvreté Environnement (IPE-Mali),** 2009. Evaluation Intégrée des Ecosystèmes : Cas de la Région de Mopti au Mali. 121 pages, Rapport provisoire.

**Kassibo B :** La dynamique de la pêche dans le delta central du Niger (Mali) de la période coloniale à nos jours, in boucle du Niger. Tokyo, Kazanda junzo, (1988) pp 191 à 197.

**Kodio, A., P. Morand, K. Diénépo & R. Laë.** 2002 – Dynamique de la pêcherie du delta intérieur du Niger revisitée à la lumière des données récentes.

**Laë, R.** 1995 – Climatic and anthropogenic effects on fish diversity and fish yields in the Central Delta of the Niger River. Aquat. Living Resour. 8: 43-58.

**Mahé, G., J. C. Olivry, R. Dessouassi, F. Bamba & E. Servat** 2000 – Relations eaux de surface - eaux souterraines d'une rivière tropicale au Mali. C. R. Acad. Sc. Série IIa 330: 689-692.

**Marie, J.** 1983 – Recherche d'une solution aux problèmes de l'élevage dans le delta intérieur du Niger au Mali, vol 5. Rapport d synthèse, Bamako : CIPAE/ODEM. 151 pp.

**Marie, J.** 2000 – DELMASIG: hommes, milieux, enjeux spatiaux et fonciers dans le delta intérieur du Niger (Mali). Paris, Université de Paris X Nanterre; UFR SSA - Département de Géographie. 291 pp.

**Marty, A.,** 1993 – La gestion des terroirs et les éleveurs : un outil d'exclusion ou de négociation ? Revue du Tiers Monde, 34 (134) : 327-344.

**Morand, P., J. Quensièrre & C. Herry.** 1991 – Enquête pluridisciplinaire auprès des pêcheurs du delta Central du Niger: plan de sondage et estimateurs associés. Le Transfert d'Echelle, Séminfort 4: 195-211.

**Nadio, M.** 1984 – L'évolution du delta intérieur du Niger (Mali) 1956-1980. D'une région sous peuplée à une région sur-exploitée? Rouen: Univ. de Haute Normandie, Institut de géographie.

**Nicholson, S.** 2000 – Land surface processes and Sahel climate. Reviews of Geophysics 38: 117-139.

**Noray, M.K.** de. 2003 – Delta intérieur du fleuve Niger au Mali – Quand la crue fait la loi : l'organisation humaine et le partage des ressources dans un zone inondable à fort contraste. Vertigo – La revue en sciences de l'environnement 4 : 1-0.

**Wymenga E, Kone B, Kamp van der J, Zwarts L, editors.** Delta intérieur du fleuve Niger: ecologie et gestion durable des ressources naturelles. Veenwouden/Wageningen/Lelystad: A&W/WetlandsInternational/Rijkswaterstaat.p 201-207.

**Wymenga, E & Zwarts, L** 2009 – What are the possible ecological effects upstream of the planned Taoussa dam (Mali). A&W rapport 1250. Veenwouden: A&W. 26 pp.

**Zwarts L, Beukering van P, Kone B, Wymenga E, editors.** The Niger, a lifeline. Lelystad: Rijksaterstaat/IVM/Wetlands International/A&W. p 89-107.

<http://www.changementsclimatiques-mali.org>

### ***13. Liste des définitions et abréviations***

**CCD:** Convention Contre la Désertification

**CCNUCC:** Convention Cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques

**CDB:** Convention sur la Diversité Biologique

**CNI:** Communication Nationale Initiale

**CSCR:** Cadre Stratégique

**DIN:** Delta Intérieur du Niger

**DNEF:** Direction Nationale des Eaux et Forêts

**FIT:** Front Inter Tropical

**ONG:** Organisation Non Gouvernementale

**PANA:** Programme d'Action National d'Adaptation

**PNUD/FEM:** Programme des Nations Unies pour le Développement/ Fonds pour l'Environnement Mondial

**REDDIN:** projet de Réhabilitation des Ecosystèmes Dégradés du Delta Intérieur du Niger

**SDR:** Stratégies de Développement Rural

**SMHI:** Swedish Meteorological and Hydrological Institute

**SWECO:** Swedish Consultant

**UICN:** Union International pour la Conservation de la Nature