

REPUBLIQUE DU NIGER



Fraternité - Travail - Progrès

AFRICA ADAPTATION PROGRAMME - AAP

Supporting Integrated and Comprehensive Approaches to Climate Change Adaptation in Africa



CABINET DU PREMIER MINISTRE

-----x-----x-----

**Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable
(CNEDD)**



-----x-----x-----

Unité Nationale de Coordination du Projet AAP/Niger

-----x-----x-----

IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES FORETS AU NIGER

Rapport final

Décembre 2011

SOMMAIRE

SIGLE ET ABREVIATION	iii
RESUME	1
I/ METHODOLOGIE	3
II/ STRUCTURATION GENERALE	5
2.1/ Caractérisation des systèmes forestiers nationaux	5
2.1.1/ Caractéristiques et zonages climatiques du Niger	5
2.1.2/ Répartition des forêts par zone climatique	6
2.1.3/ Evolution du climat et son influence sur les forêts	6
2.1.4/ Caractérisations climatique, géologique et géomorphologique des différentes formations forestière du Niger	7
2.1.5/ Politique forestière	8
2.1.6/ Impacts attendus de la politique énergétique sur les forêts	9
2.2/ Identification et organisation des secteurs d'activités forestières	10
III/ REGARD SUR LES PARAMETRES DE REFERENCE EN PRELUDE AU DEVELOPPEMENT DU MODELE	11
3.1/ Ossature de la demande	11
3.1.1/ Consommation du bois-énergie	11
3.1.2/ Action des facteurs autres que la consommation humaine de bois-énergie	12
3.1.4/ Economie de bois-énergie	13
3.2/ Ossature de l'offre	13
3.2.1/ Caractérisation de l'offre	13
3.2.2/ Estimation global du potentiel forestier naturel	14
3.2.3/ Estimation de la productivité des forêts naturelles	15
3.2.5/ Estimation de la productivité des plantations artificielles	16
3.2.6/ Régression des superficies forestières	16
3.2.7/ Estimation des superficies brûlées par les feux de brousse	17
3.2.8/ Estimation des superficies des formations forestières naturelles sécurisées	18
3.2.9/ Estimation des superficies des formations forestières Plantées	18
3.3/ Besoins en données socio-économiques pour le modèle forestier	19
IV/ EVALUATION DES IMPACTS	20
4.1/ Définition de l'espace temporel	20
4.2/ Vulnérabilité du secteur forestier aux facteurs anthropiques	20
4.2.1/ Variables du modèle et leur pertinence	20
4.2.2/ Projection des impacts dus à la consommation du bois	21
4.2.3/ Projection des impacts anthropiques sur la production des forêts	21
4.3/ Vulnérabilité du secteur forestier aux facteurs climatiques	23
4.3.1/ Création du scénario de référence	23
4.3.2/ Simulations	29
4.4/ Contraintes du modèle	33
V/ MESURE D'ADAPTATION ET D'ATTENUATION DES IMPACTS	34
5.1/ Cas des formations forestières des bas fonds	34
5.2/ Cas des formations forestières sur plaine sableuse et des plateaux	34

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	36
ANNEXES.....	39

LISTE DES TABLEAU

<i>Tableau n°1</i> : Caractérisation de quelques formations forestières du Niger	6
<i>Tableau n°2</i> : Exemple de caractérisation des faciès de la forêt de Banbanrafi sud	8
<i>Tableau n°3</i> : Besoins en bois-énergie calculés en 1991	11
<i>Tableau n°4</i> : Evolution de l'offre en bois-énergie par les Marchés de 1996 à 2002	14
<i>Tableau n°5</i> : Superficie (ha) des ressources forestières naturelles par région	15
<i>Tableau n°6</i> : Productivité à l'hectare en fonction de la pluviométrie selon Clément (1982).....	16
<i>Tableau n°7</i> : Evolution de la superficie (x 1000 ha) des forêts selon les années	17
<i>Tableau n°8</i> : Valeur par défaut des pertes annuelles des forêts	17

LISTE DES FIGURES

<i>Figure n°1</i> : Régions climatiques du Niger	5
<i>Figure n°2</i> : Evolution de la pluviométrie au Sahel « NIGER » pour les périodes (1950-1969), (1970-1989) et (1990-2007)	7
<i>Figure n°3</i> : Superficies forestières épargnées par la substitution du bois de 200 à 2010	12
<i>Figure n°4</i> : Superficies forestières épargnées par l'usage des foyers améliorés de 2000 à 2010.....	13
<i>Figure n°5</i> : Evolution des superficies forestières brûlées de 2000 à 2010	18
<i>Figure n°6</i> : Evolution des superficies forestières sécurisées de 1992 à 2006	18
<i>Figure n°7</i> : Evolution des superficies plantées de 1985 à 2009	19
<i>Figure n°8</i> : Evolution des superficies forestières économisées par la substitution et l'usage des foyers améliorés	21
<i>Figure n°9</i> : Bilan bois-énergie de 2000 à 2050	21
<i>Figure n°10</i> : Anomalies moyennes annuelles de la pluviométrie période 1961 à 2007 au niveau des 59 stations du Niger (<i>Source</i> : DNM, 2010)	23
<i>Figure n°11</i> : Unités géomorphologiques des forêts sur plaines sableuses (<i>Source</i> : Ichaou, 2003).....	24
<i>Figure n°12</i> : Anomalies moyennes annuelles de la température maximale période 1961-2004 au niveau de 59 stations du Niger (<i>Source</i> : PANA, 2006).....	26
<i>Figure n°13</i> : Fonction exponentielle – productivité/pluviométrie	26
<i>Figure n°14</i> : Fonction linéaire – productivité/pluviométrie	27
<i>Figure n°15</i> : Fonction linéaire – productivité/température	28
<i>Figure n°16</i> : Courbe générale des tendances.....	29
<i>Figure n°17</i> : Anomalie d'accroissement de superficie entre scénario humide et sec pour la forêt de Banban Rafi (51.826 ha)	30
<i>Figure n°18</i> : Anomalie d'accroissement de superficie entre scénario humide et sec pour la forêt de Marigouna Bella (140.000 ha)	30
<i>Figure n°19</i> : Anomalie d'accroissement de superficie entre scénario humide et sec pour la forêt de Filingué (49.576 ha)	31

SIGLE ET ABREVIATION

CCCC	: Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CDB	: Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique
CCD	: Convention des Nations Unies de Lutte contre la Désertification
CTFED	: Cellule Technique de Coordination Foyers Améliorés
FAO	: Food and Agriculture Organization
FED	: Fonds Européen de Développement
GPL	: Gaz de Pétrole Liquéfié
GTZ	: Coopération Technique Allemande
INRAN	: Institut National de Recherche Agronomique du Niger
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
PAFN	: Projet d'Aménagement des Forêts Naturelles
PANA	: Programme d'Action National pour l'Adaptation aux changements climatiques
PAN-LCD/GRN	: Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification et de Gestion des Ressources Naturelles
PEII-ED	: Projet Energie II - Energie Domestique
PEII-VO	: Projet Energie II - Volet Offre
PED	: Projet Energie Domestique
PNEDD	: Plan National de l'Environnement pour un Développement Durable
RGP	: Recensement Général des Populations
PUSF	: Programme d'Utilisation des Sols et Forêts
SDA	: Schéma Directeur d'Approvisionnement en bois-énergie
SDR	: Stratégie de Développement Rural
SDRP	: Stratégie de Développement Accéléré et de Réduction de la Pauvreté
SIE	: Système d'Information Energétique
SRP	: Stratégie de Réduction de la Pauvreté

RESUME

Le climat du Niger est de type sahélien avec une longue saison sèche de huit à dix mois et une courte saison de pluies qui dure trois à quatre mois avec une importante variation du nombre de jours de pluie du nord au sud. Sous ce climat évolue une végétation forestière passant par des formations contractées ou arbustives claires au nord, à des formations plus diffuses et arborées au sud. Dans ces différents domaines, la répartition de la biomasse forestière est dictée, dans sa physionomie et sa composition floristique, par les conditions pédologiques et climatiques (surtout pluviométriques).

Pour mieux comprendre leur comportement, des recherches antérieures ont été menées par l'INRAN (Ichaou A. 2003 et 2004) afin de caractériser les différentes formations forestières selon les conditions climatiques, géologiques et géomorphologiques. Ces travaux ont démontré que les systèmes végétaux naturels des régions arides sont très dépendants de la production biologique, des facteurs physiques propres à ces zones.

Cependant, les analyses et observations d'un système écologique complexe qui font abstraction du climat ne fournissent qu'une partie des réponses attendues quant aux processus d'organisation, de fonctionnement et d'évolution de ce système. C'est pourquoi il est apparu indispensable de situer les formations forestières étudiées dans leurs contextes climatique et hydrographique.

D'après les prévisions météorologiques, l'évolution du climat au sahel dégage une tendance lente mais régulière à un réchauffement caractérisé par des oscillations d'amplitudes assez faibles mais de longue durée et des oscillations de courte durée. Dans l'hypothèse de la continuité de cette alternance, le modèle d'évolution des formations forestières a pris en compte les facteurs anthropiques à travers le bilan entre l'offre et la demande de bois ainsi les facteurs climatiques en particulier l'influence de la pluviométrie et de la température.

L'examen du bilan forestier sur la base de certaines hypothèses, révèle assez clairement un certain nombre de constats alarmants. A l'horizon 2050, la population du Niger serait d'environ 55 millions d'habitants, la superficie des formations serait seulement de 1.873.594 ha et produira seulement 3.116.337 tonnes de bois alors que la demande en bois sera de l'ordre 14.038.806 tonnes malgré la mise en œuvre de toutes les politiques de développement. Ce qui se traduira par un déficit de l'ordre 10.922.469 tonnes soit une dégradation annuelle d'environ 60.000 ha de forêts. Il apparaît en première analyse que la pression anthropique est sans doute l'une des causes principales des déséquilibres forestiers mais n'est pas la seule.

Pour les variables climatiques, le modèle mathématique de Clément (1982) qui permet de simuler la productivité de forêts en fonction des pluviométries moyennes annuelles a été utilisé et adapté aux formations forestières du Niger à partir des travaux de Ichaou A. (2003, 2004 et 2005). L'équation $A = 0,207e^{0,003p}$, qui en résulte donne la variation de productivité (A en stère/ha/an) des forêts en fonction de la pluviométrie annuelle relative (P en mm). Pour le facteur température, son influence se manifeste sur les forêts dans des conditions très particulières. Certaines espèces sont sensibles à de faibles écarts de la température moyenne et peuvent réagir lorsque les seuils de température dépassent ± 1 °C. En réalité, leur évolution leur permet de supporter des variations de température extrême lorsque la disponibilité en eau du sous sol est assurée.

Des simulations ont été effectuées pour tester l'évolution des forêts de Banbanrafi, de Marigouna - Bella et des plateaux de Filingué pour la période 2010 à 2050 à partir des scénarii sec et humide établis par l'équipe climat. Les résultats de ces simulations ont montré que pour une superficie initiale d'environ de 51.826 ha en 2010, la forêt de Banbanrafi augmenterait annuellement de 2.430 ha dans les conditions d'humidification du milieu alors qu'elle régresserait d'un taux de 1,56% dans les conditions d'aridité du climat. La superficie initiale de la forêt de Marigouna - Bella régresserait de 0,25% et celle des formations contractées des plateaux de Filingué d'environ 0,27%.

Dans tous les cas, le fonctionnement hydrique des formations forestières est régi par une quantité annuelle d'eau totale disponible qui dépend en gros de la topographie de la station, de l'existence ou non d'un transfert d'eau par le ruissellement, du captage et de l'infiltration du supplément d'eau venant d'un espace voisin. Selon Ichaou A. (2003 et 2004), le taux d'efficacité de récolte d'un supplément d'eau de ruissellement a été estimé à :

- Environ 64% (+/- 14) des pluies tombées annuellement en brousse linéaire (F1) ;
- Environ 49% (+/- 11) des pluies tombées annuellement en brousse mixte (F2) ;
- Environ 28% (+/- 19) des pluies tombées annuellement en brousse diffuse (F3).

Pour le calcul des conditions hydriques d'évolution des faciès forestiers, il est donc indispensable de tenir compte de la variabilité des niveaux d'eau reçu afin de déterminer la quantité de biomasse produite dans le cadre de ce modèle.

Cependant, la modélisation à partir des facteurs climatiques ou anthropiques, comme pour tout autre modèle, exige la disponibilité des statistiques aussi détaillées que possible et la combinaison de plusieurs facteurs. A ce jour, il n'y pas eu de travaux de recherche sur l'impact des facteurs climatiques sur les forêts et très peu de données existent et quelquefois incertaines du point de vue de leur fiabilité.

Dans ce cas, en attendant les résultats d'une recherche scientifique assez pointilleuse sur l'impact des différents facteurs du climat sur les forêts, les mesures d'atténuation et d'adaptation des effets du changement climatique à prendre, se situent dans la mise sous aménagement participatif des forêts. Les populations riveraines pourrons y veiller et ne couperaient que peu d'arbres par respect de la nature ou aux prescriptions techniques du plan d'aménagement.

Et compte tenu des particularités du fonctionnement biologique et hydrique de certains écosystèmes, de l'urgence et de l'étendue des formations forestières à aménager ainsi que des rôles que doivent jouer les acteurs locaux, un modèle d'aménagement plus en phase des réalités écologiques et qui éviterait la détérioration continue des formations forestières doit être développé.

I/ METHODOLOGIE

L'objectif de l'étude est de contribuer à l'évaluation approfondie des risques de changement sur les forêts et mettre en place un ensemble d'outils d'analyse et de planification à long terme pour gérer les incertitudes du développement économique et social du pays inhérentes aux changements climatiques. En termes d'objectifs spécifiques, il s'agit de sélectionner un modèle applicable pour les forêts au Niger.

Cette phase vise donc à approfondir l'étude réalisée dans le cadre de l'évaluation des impacts liés aux changements climatiques pour les secteurs clés du développement économique et social du Niger. Elle s'est donc appuyée sur une analyse bibliographique au cours de laquelle il est question du recensement et de l'exploitation de la documentation existante en rapport avec l'objet de l'étude et de construire un modèle de prévision des impacts climatiques sur la foresterie au Niger.

Une des premières tâches de l'étude a été de vérifier l'existence au Niger, ou ailleurs dans les conditions comparables, d'un modèle d'évaluation des impacts climatiques sur la foresterie et d'intégrer les paramètres et critères forestiers utiles pour l'analyse.

A défaut de l'existence d'un modèle, l'étude a évalué et analysé le type d'informations existantes sur l'évolution des forêts au Niger ainsi que leur mode de fonctionnement. Il a été exploité entre autres documentations :

- Des travaux de recherche réalisés par l'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN) à travers le Département forêt ;
- Les acquis des projets comme le PUSF, Projet Forestier IDA, PEII-ED, PED, PAFN etc.
- Les résultats des travaux de recherche réalisés par les institutions de recherche sous régionales ;
- Beaucoup de documents sur les stratégies et politiques environnementales, forestières et énergétiques au Niger, etc.

Dans la phase préparatoire et avec l'aide de la bibliographie collectée, les variables liées au comportement démographique de la population nigérienne, au comportement de la consommation et de l'offre des différents produits de la forêt ont été caractérisés.

Cela a permis de décrire l'évolution du potentiel forestier national et local, pour la période de référence, ainsi que les paramètres anthropiques qui peuvent influencer cette évolution.

Malgré un effort important de répertoire effectué, il n'a pas été possible d'inclure certains paramètres tels que la demande des produits forestiers non ligneux (PFNL) parce qu'il n'y a pas de données pertinentes.

Pour les projections des impacts anthropiques, la méthode d'estimation à grande échelle des types de prélèvements (défrichement, boisement et déboisement, aménagements forestiers etc.) et des quantités de bois produits et consommés (bilan offre et demande) par les populations a été développée par l'étude pour apprécier les impacts sur les forêts.

Par contre, les méthodes d'évaluation des impacts des paramètres climatiques (pluviométrie, température, ETP etc.) ne sont pas développées. Ce type d'étude n'a pas encore été exécuté, à notre connaissance, au Sahel et a fortiori au Niger. La démarche suivie consiste de partir sur la base des observations réalisées par les recherches de caractérisation géomorphologique des différentes formations forestières notamment l'exploitation des résultats des recherches faite par l'INRAN et les entretiens avec le département de recherche forestière. A partir de ces résultats, des hypothèses ont été posées et une analyse statistique des résultats a permis de ressortir les données les plus

significatifs afin de construire les modèles de régression (linéaire, logarithmique ou exponentiel) basés sur l'équation de Clément (1982).

La dernière section de l'analyse donne des simulations du modèle forêt obtenu en application du modèle climatique défini par l'équipe « climat » sur un échantillon de formations forestières pour la quantification de l'impact du paramètre climatique sur l'évolution de la forêt.

Dans beaucoup de cas, il y a eu des impacts directs qui ont été appréciés principalement à travers la méthode unidimensionnelle. Cependant, il peut y avoir également des impacts indirects liés à l'effet du paramètre, mais l'étude n'a pas permis d'en donner une appréciation.

Enfin, l'étude a fourni, de manière globale, des propositions d'atténuation des effets sur les forêts. Les raisons qui ont conduit à se limiter à cette proposition sont dues au fait que l'étude n'a pas eu les éléments d'analyse pertinents pour apprécier les effets socio-économiques sur les populations ainsi que les autres aspects sur le comportement des formations forestières telles la disparition des espèces végétales, la modification de composition floristique etc. Des travaux plus poussés, et pendant une longue période de recherche devront être faits pour apprécier ces impacts. Aussi, un approfondissement de cette étude sur l'analyse multidimensionnelle peut s'avérer très important si une thématique de recherche se matérialise dans l'avenir.

II/ STRUCTURATION GENERALE

2.1/ Caractérisation des systèmes forestiers nationaux

2.1.1/ Caractéristiques et zonages climatiques du Niger

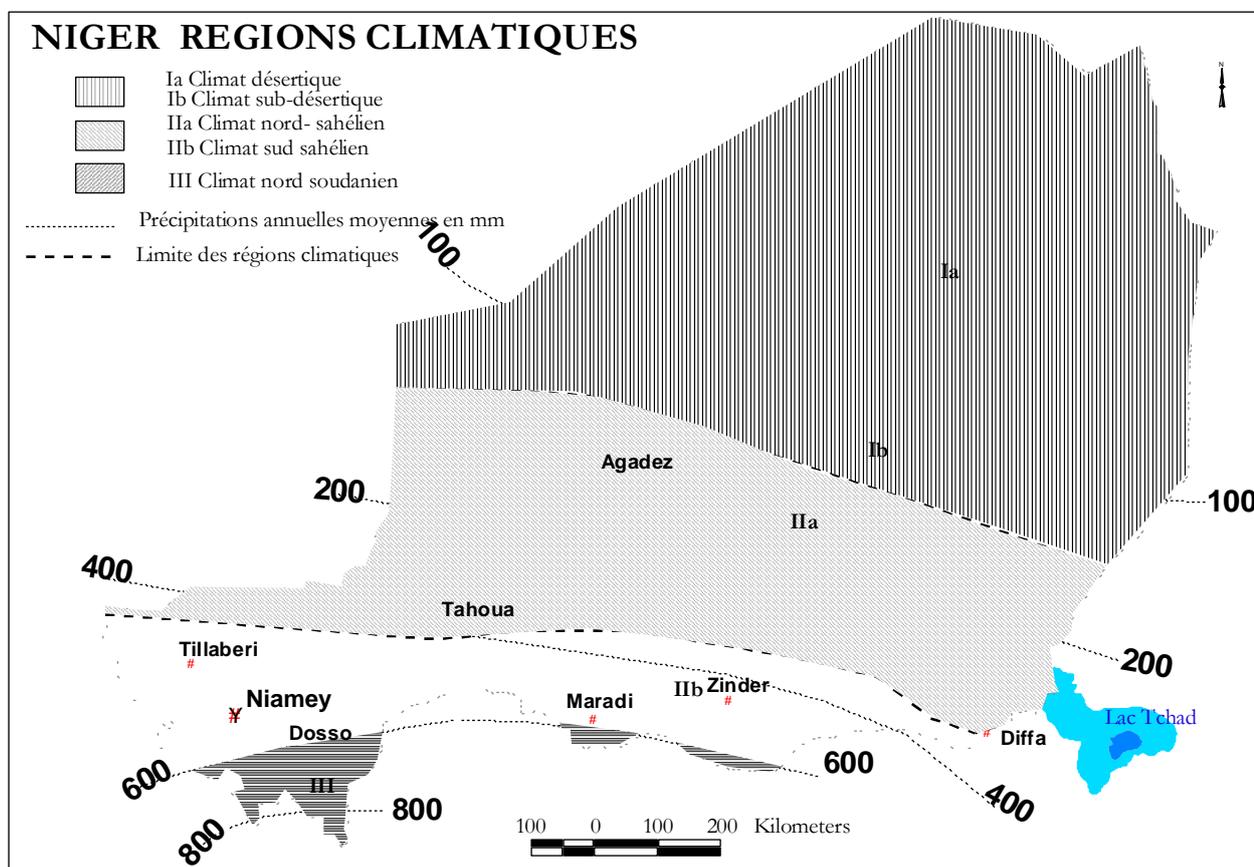


Figure n°1 : Zones climatiques du Niger (Source : IGNN 2005)

Le Niger d'aujourd'hui est caractérisé par un climat de type sahélien avec une longue saison sèche de huit à dix mois et une courte saison de pluies qui dure trois à quatre mois avec une importante variation du nombre de jours de pluie du nord au sud. On distingue quatre zones climatiques :

- La **zone saharienne** : Couvre 77% du pays, reçoit moins de 100-150 mm par an. En dehors du Ténéré, des vallées et des oasis de l'Air et du Kawar, la végétation forestière n'existe presque pas. Quant elle existe, c'est une steppe discontinue, généralement présente dans les dépressions.
- La **zone sahélo-Saharienne** : Couvre environ 12% de la superficie du pays. Elle reçoit 150 mm à 350 mm de pluie par an. Elle est caractérisée par une végétation de steppes herbacées et arbustives dominées par les graminées, qui lui confère une vocation essentiellement pastorale.
- La **zone sahélienne** : Couvre environ 10% de la superficie du pays, elle reçoit de 350 à 600 mm de pluie par an. Caractérisée par une végétation de steppes arborées et arbustives, c'est

une zone à vocation agricole. Elle est de ce fait soumise à une intense pression démographique.

- **La zone sahélo-soudanienne** : Couvre environ 1% de la superficie totale, reçoit 600 à 800 mm de pluie par an. Elle est dominée par des savanes arborées et arbustives. A vocation agricole, elle est très peuplée et abrite le Parc W.

Le domaine sahélien est caractérisé par une végétation passant par des formations contractées ou arbustives claires au nord, à des formations plus diffuses et arborées au sud. Il s'agit surtout d'une steppe à *Acacia raddiana* et *Aristida mutabiles* sur les substrats sableux ; à *Acacia sénégale* sur sol sablo-argileux et *Acacia nilotica* sur les berges des mares. Sur les cuirasse latéritiques on rencontre des fourrés à Combrétacées, Tiliacées, Mimosées, constituant les brousses, dites « tigrées » ou tachetées ». Dans les vallées fossiles et les grands koris, se développent des formations à *Acacia albida* et *Hyphaene thébaïca*.

Le domaine soudanien comprend une végétation de savane caractérisée par une strate herbacée continue où dominent les gaminées vivaces et une strate ligneuse renfermant des arbustes et des arbres. On y rencontre les forêts claires à *Anogeissus leiocarpus* ou les forêts galeries à *Mitragyna inermis*. On y rencontre également de grandes espèces telles que le karité, le baobab, le néré, le *Prosopis africana* etc.

2.1.2/ Répartition des forêts par zone climatique

La répartition de la biomasse forestière naturelle est dictée dans sa physionomie et sa composition floristique par les conditions pédologiques et climatiques (surtout pluviométriques). Ainsi, du nord au sud on distingue grossièrement les grands domaines bioclimatiques forestiers suivants :

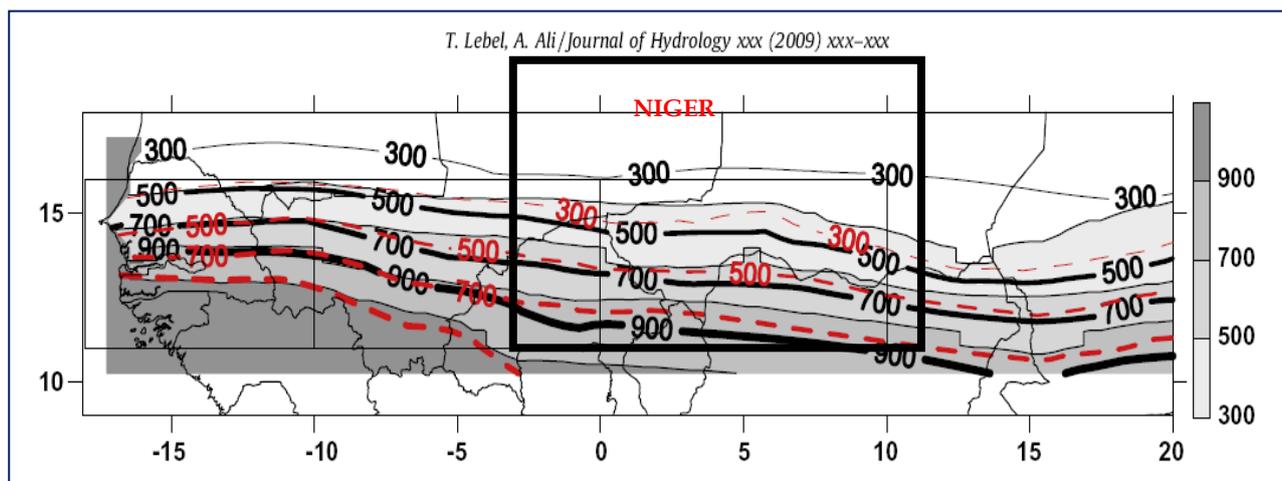
- Le domaine saharien : en dehors du Ténéré, des vallées et des oasis de l'Aïr et du Kowar, la végétation n'existe presque pas. Quant elle existe, c'est une steppe discontinue, généralement réfugiée dans les dépressions. Ce domaine représente environ 68% de la superficie du pays ;
- Le domaine sahélien qui couvre 29% du territoire et correspond pratiquement à la partie du Niger habité. Il porte sur la partie du territoire comprise entre le nord saharien et la frange sud d'occupation urbaine. Ce domaine est caractérisé par une végétation steppique passant des formations contractées ou arbustives claires à des types plus diffus et arborés au sud ;
- Le domaine soudanien qui couvre la partie la plus méridionale du pays : c'est la savane qui représente environ 3% du territoire. Plus boisé que le Sahel, il comporte une végétation caractérisée par une strate herbacée plus continue ou non. La strate ligneuse comporte des arbustes et des arbres capables de constituer localement des peuplements fermés. La végétation est globalement caractérisée par des Combrétacées et par la présence d'autres espèces de valeur comme le Karité, le Néré etc.

2.1.3/ Evolution du climat et son influence sur les forêts

L'évolution des pluviométries au sahel dégage (voir figure n°2) une tendance lente mais régulière à un dessèchement caractérisé par des oscillations d'amplitudes assez faibles mais de longue durée et des oscillations de courte durée mais d'amplitudes plus grandes appelées sécheresses. Ces sécheresses répétitives se sont produites entre 1639 et 1643 et entre 1738 et 1756 et plus récemment en 1913, 1972-1973, 1984-1985 et l'insécurité alimentaire de 2009. L'indice le plus révélateur de tous les temps demeure l'assèchement du fleuve Niger à Niamey (Niger) en 1985 lorsque celui-ci a cessé de couler. Cette tendance a connu une accélération ces dernières années, accélération attribuée à des causes humaines. Il s'agit notamment des modifications du couvert végétal suite

aux déboisements dans les zones sahéniennes et ceux des massifs forestiers des régions tropicales humides situées au sud du Sahel. Le retour irrégulier des pluies relativement abondantes ces dernières années notamment à partir de 1986 est certes porteur d'espoir mais il n'écarte pas le fait à peu près certain que l'irrégularité du climat sahénienn est une donnée fondamentale que rien ne permet de remettre en cause. La conséquence logique est que les pays sahéniens, parmi lesquels, le Niger garde une place géographique prépondérante et doit se préparer à cet événement considéré dès lors comme normal.

Figure n°2 : Evolution de la pluviométrie au Sahel « NIGER » pour les périodes (1950-1969), (1970-1989) et (1990-2007)



Source : Journal of Hydrology, 2009

La question, alors, que la présente analyse doit se poser concernant le climat sahénienn en général est la suivante : le prochain quart de siècle sera-t-il en moyenne plus ou moins humide que celui qui vient de se terminer.

Pour essayer de répondre à cette question fondamentale, l'évaluation des impacts climatiques sur les ressources forestières a formulé trois hypothèses :

1. l'hypothèse de la continuité avec une alternance de périodes sèches et de périodes humides qui a servi de développement des modèles d'évolution des accroissements forestiers et des superficies forestières ;
2. l'hypothèse de la rupture dans les tendances climatiques qui prévoit que le prochain quart de siècle sera en moyenne nettement plus sec que le précédent, au point de faire figure de catastrophe majeure ;
3. l'hypothèse d'une rupture dans les tendances du climat global de la terre qui créerait les conditions favorables à un accroissement de la pluviométrie au Niger.

En fonction de ces tendances, l'évolution des forêts peut être affectée par des impacts plausibles d'un dessèchement et d'une humidification du climat et la planification forestière doit prendre en compte de tels scénarii.

2.1.4/ Caractérisations climatique, géologique et géomorphologique des différentes formations forestière du Niger

Ichaou A. (2003 et 2004) a donné la caractérisation des différentes formations forestières selon les conditions climatiques, géologiques et géomorphologiques dans lesquelles elles évoluent. Selon ces différentes études, pour établir une caractérisation convenable du cadre biophysique et hydrique

des formations forestières, il s'est avéré nécessaire d'agir jusqu'au niveau de la typologie des faciès de végétation dont la dynamique est élucidée par la genèse climatique, la géologique et la géomorphologie des types de milieux.

Les systèmes végétaux naturels des régions arides sont très dépendants pour la production biologique, des facteurs physiques propres à ces zones. Pour cette raison, les approches géologique et géomorphologique qui se complètent, présentent un intérêt certain pour la caractérisation des formations végétales.

Pour les formations forestières, l'organisation spatiale et la distribution des ligneux dans chacune des stations écologiques seraient fonction de la géomorphologie qui semble être le facteur actif dans la formation des faciès de végétation. En effet, la structure et les dimensions de chacun des faciès de végétation semblent être la résultante : (i) de l'histoire géologique de la région (substratum, mouvements tectoniques, qualité et quantité des apports) et (ii) des transferts colluvio-alluviaux de matériaux, donc des conséquences de la géomorphologie.

Cependant, les analyses et observations d'un système écologique complexe qui font abstraction du climat ne fournissent qu'une partie des réponses attendues quant aux processus d'organisation, de fonctionnement et d'évolution de ce système. C'est pourquoi il est apparu indispensable de situer les formations forestières étudiées dans leurs contextes climatique et hydrographique.

Le tableau n°1 donne les caractéristiques climatique et hydrographique des formations forestières étudiées au Niger.

Ainsi, les caractéristiques des stations écologiques (donc des différents faciès de végétation) résulteraient de l'équilibre entre la géomorphologie, les ressources hydriques disponibles, la végétation ligneuse et herbacée retrouvée et les diverses pressions qui s'y exercent.

Nonobstant, la vision a priori des conditions hydriques homogènes liées au contexte des formations forestières sur plaine sableuse et sur plateau latéritique ou celle considérant dans les bas-fonds, les stations écologiques de milieux humides serait à nuancer sur la base des investigations faites par Ichaou A. (2003 et 2004). En effet, que ça soit dans les bas-fonds ou dans les plaines sableuses, le gradient du cadre géomorphologique détermine les différences fonctionnelles des composantes de la toposéquence et la variabilité des stations écologiques et des faciès de végétation.

Tableau n°1 : Caractérisation de quelques formations forestières du Niger

Formations forestières	Nom de la forêt (Lieu)	Situation géomorphologique	Climat	Superficie (ha)	Type de système alluvionnaire	Pente moyenne	Espèces forestières dominantes	Productivité (stère /ha/an)	Volume sur pied/ha		Durée de rotation
									Stère/ha	tms/ha	
Formation de bas-fonds	Téra (Onsolo)	Tête de bas-fonds	Sahélien (250 à 400 mm)	9.621	Vallée marécageuse	0,5 à 2	M. inermis, A. leiocarpus, B. aegyptiaca, A. nilotica, A. seyal	0,2 à 0,88	10,50	2,63	15
		Amont de bas-fonds				0,5 à 2		3,47	52,00	13,00	15
		Aval de bas-fonds				1		8,20	123,00	30,75	15
	Tahoua (Injinjiran)	Tête de bas-fonds	Sahélien (300 à 400 mm)	4.170	Vallée étroite	3	A. seyal, A. raddiana, B. aegyptiaca, A. ehrenbergiana	0,4 à 0,89	13,40	3,35	15
		Amont de bas-fonds				3		3,09	46,40	11,60	15
		Aval de bas-fonds				3		1,58	23,70	5,93	15
	Tanout (Tahuka)	Tête de bas-fonds	Sahélo-saharien (150 à 300 mm)	270	Mare	3	B. aegyptiaca, A. ehrenbergiana, Z. mauritiana, S. persica	0,4 à 0,95	14,20	3,55	15
		Amont de bas-fonds				3		5,68	85,20	21,30	15
		Aval de bas-fonds				3		8,97	134,50	33,63	15
	Tanout (Farack)	Tête de bas-fonds	Sahélo-saharien (150 à 300 mm)	270	Mare	3	B. aegyptiaca, A. ehrenbergiana, Z. mauritiana, S. persica	0,3 à 0,65	9,60	2,40	15
		Amont de bas-fonds				3		1,43	21,40	5,35	15
		Aval de bas-fonds				3		3,33	49,90	12,48	15
	Tanout (Inchillik)	Tête de bas-fonds	Sahélo-saharien (150 à 300 mm)	270	Mare	3	B. aegyptiaca, A. ehrenbergiana, Z. mauritiana, S. persica	0,3 à 0,85	12,70	3,18	15
		Amont de bas-fonds				3		8,40	126,00	31,50	15
		Aval de bas-fonds				3		7,91	118,60	29,65	15
Formation des plaines sableuses	Baban Rafi sud	Taillis primaire	Sahélo-soudanien (500 à 600 mm)	35.540	Plaines sableuses	1	C. nigricans, C. micranthum, G. senegalensis, P. reticulatum	0,35 à 1,14	9,30	2,33	11
		Taillis secondaire				1		1,93 à 2,7	11,79	2,95	11
	Baban Rafi nord	S1 : Dakessa	Sahélien (400 à 500 mm)	16.286	Plaines sableuses	1	C. nigricans, C. micranthum, G. senegalensis, P. reticulatum	0,92 à 1,40	15,40	3,85	11
		S3 : Tsaouni				1		0,92 à 2,36	26,00	6,50	11
		S5 : Koari				1		0,92 à 1,22	13,40	3,35	11
S6 : Gigawa	1	0,5 à 0,81	8,90	2,23	11						
Formation contractées des plateaux	Marigouna Bella	Brousse linéaire	Sahélo-soudanien (524 à 574 mm)	140.000	Plateaux latéritiques	1	C. micranthum, G. senegalensis, C. nigricans, L. acida, A. leiocarpus, P. erinaceus, B. costatum	1,32 à 1,61	21,00	5,25	7
		Brousse mixte				1		1,03 à 1,27	13,00	3,25	9
		Brousse diffuse : savane arborée				1		0,95 à 1,29	18,00	4,50	11
		Brousse diffuse : savane arbustive				1		0,92 à 1,15	10,00	2,50	11
		Formations des plateaux				1		0,55 à 1,044	9,00	2,25	7
	Filingué	Brousse linéaire	Sahélien (250 à 400 mm)	49.576	Plateaux latéritiques	1	G. senegalensis, C. micranthum, C. nigricans	0,37 à 1,23	7,91	1,98	7
		Brousse mixte				1		1,21 à 1,45	10,48	2,62	9

Formations forestières	Nom de la forêt (Lieu)	Situation géomorphologique	Climat	Superficie (ha)	Type de système alluvionnaire	Pente moyenne	Espèces forestières dominantes	Productivité (stère /ha/an)	Volume sur pied/ha		Durée de rotation
									Stère/ha	tms/ha	
	Dosso (Tounga)	Brousse linéaire	Sahélo-soudanien (524 à 574 mm)	14.379	Plateaux latéritiques	1	C. micranthum, G. senegalensis, C. nigricans, L. acida, A. leocarpus, P. erinaceus, B. costatum	0,64 à 2,44	17,16	4,29	7
		1				0,63 à 1,33		10,29	2,57	9	
		1				1,40 à 3,62		23,19	5,80	11	
Formation mixte	Gaya	Brousse diffuse	Soudanien (500 à 700 mm)	8.204	Plateaux latéritiques	0,5 à 2	G. senegalensis, C. micranthum, C. nigricans	1,72 à 3,45	28,01	7,00	11
		0,5 à 2				1,27 à 1,39		13,94	3,49	7	
		0,5 à 2				1,91 à 2,76		26,20	6,55	9	
Formation spécifique des vallées fossiles	Goulbin Kaba	Hyphaene thebaica	Sahélo-soudanien (550 à 600 mm)	31.469	Vallée fossile	0,5 à 2	A. albida, A. raddiana, H. thebaica, B. aegyptiaca, Z. mauritiana, P. reticulatum, B. rufescens				15
		0,5 à 2				0,3 à 0,52		7,81	1,95	15	
		0,5 à 2				0,2 à 0,45		5,19	1,30	15	
		0,5 à 2				0,3 à 0,85		13,00	3,25	15	
Parc agroforestier	Terroirs agricoles	Tsakoubé (Latéritique)	Sahélo-soudanien (400 à 600 mm)		Plaines sableuses	0,5 à 3	A. albida, P. reticulatum, P. africana, A. raddiana, C. glutinosum	0,33	5,00	1,25	15
		0,5 à 3				0,80		12,00	3,00	15	
		0,5 à 3				0,27		4,00	1,00	15	
		0,5 à 3				0,13		2,00	0,50	15	
Gommeraiie	Gommeraiie de Diffa	N'Guel Kolo	Sahélo-soudanien (400 à 600 mm)	1875	Plaines sableuses	0,5 à 3	A. senegal, A. raddiana, B. aegyptiaca, Z. mauritiana	0,54	8,16	2,04	15
		914		0,5 à 3		0,69		10,29	2,57	15	
		1046		0,5 à 3		0,61		9,19	2,30	15	
		795		0,5 à 3		0,49		7,29	1,82	15	
Forêt galerie	Galerie Dargol	Savane Arbustive dégradée (SAD)	Sahélo-soudanien (500 à 600 mm)	1.286	Vallée	0,5 à 3	M. inermis, P. reticulatum, D. mespiliformis, A. leiocarpus, Acacia sp.	2,63	39,40	9,85	15
		0,5 à 3				2,48		37,25	9,31	15	
		0,5 à 3				2,20		33,00	8,25	15	

Source : Ichaou, 2003, 2004

Tableau n°2 : Exemple de caractérisation des faciès de la forêt de Banbanrafi sud

Dénominations données par les acteurs locaux	Station 1 : "DAKESSA"	Station 2 : "JAN RAMNO"	Station 3 : "TSAOUNI"
Géologie	Quaternaire ancien	Quaternaire ancien	Quaternaire ancien
Géomorphologie	Glacis ensablé	Glacis faiblement ensablé	Glacis érodé
Sol	Sols ferrugineux tropicaux formés sur sable de la série de Madarounfa	Sols ferrugineux tropicaux formés sur sable de la série de Madarounfa	Sols ferrugineux : famille sur placages sablo-argileux issus d'alluvions à galets
Autres détails relatifs au contexte physique	Dépôt sableux en séquence homogène	Faible dépression à hydromorphie temporaire	Toposéquence composite : partie élevée (mont), talus (transition) et partie basse (val)
Espèces ligneuses dominantes	<i>Guiera senegalensis</i> +++ et <i>Combretum micranthum</i> ++	<i>Combretum micranthum</i> +++ <i>Combretum nigricans</i> ++ et <i>Guiera senegalensis</i> +	<i>Combretum nigricans</i> +++ <i>Combretum micranthum</i> ++ et <i>Guiera senegalensis</i> +
Espèces herbacées dominantes	<i>Tripogon minimus</i> +++ <i>Zornia glochidiata</i> ++	<i>Schizachyrium exile</i> +++	<i>Tripogon minimus</i> +++ <i>Schizachyrium exile</i> ++ Ou <i>Tripogon minimus</i> +++ <i>Zornia glochidiata</i> +++
Distribution de la végétation	(1) Distribution aléatoire des ligneux sur un tapis herbacé composé essentiellement de <i>Tripogon minimus</i> et <i>Zornia glochidiata</i> (2) Recouvrement global >70%	(1) Distribution des ligneux aléatoire et/ou agrégative (dans les faibles dépressions) (2) Tapis herbacé dominé par <i>Schizachyrium exile</i> > 80 cm (3) Recouvrement global >80%	(1) Bosquet dense dans les vals ou dépressions (2) Distribution agrégative mais clairsemée des ligneux sur les monts (3) Distribution aléatoire des ligneux sur le talus (4) Recouvrement global variable

Source : Ichaou A., 2004

2.1.5/ Politique forestière

La politique nigérienne en la matière a connu diverses évolutions, de la colonisation à nos jours. Elle a été, pendant longtemps, axée sur la conservation des ressources forestières et la mise en œuvre d'approche de type protectionniste.

Au fil des ans, le contexte national et international évoluant vers la prise en compte de la dimension globale de l'environnement, les différentes techniques forestières et approches de développement vont s'orienter vers la promotion des actions multisectorielles et intégrées dont les communautés locales seront au centre du développement.

Ainsi, en 1984, pour asseoir des politiques et stratégies appropriées pour conduire les actions de reboisement, un débat national a été organisé à Maradi. Au lieu de s'appesantir sur les actions de reboisement, le débat de Maradi a placé plus tôt la lutte contre la désertification dans le contexte global de développement rural. Au lendemain de l'adoption du document final intitulé « Engagement de Maradi », le gouvernement a pris un arrêté instituant les parcelles de reboisement des ministères, départements, Arrondissements, Communes, postes Administratifs, reboisements obligatoires, (dénommés encore engagement de Maradi). Cette disposition a davantage permis le

développement à grande échelle des opérations de production des plants et de plantations sur l'ensemble du Pays.

Les échanges entre pays, en matière de réflexion et d'action sur l'environnement, notamment à travers le Sommet Planète Terre en 1992 à Rio de Janeiro, vont donner une dimension planétaire aux problèmes d'environnement. Cette prise de conscience internationale amena les Nations Unies à l'élaboration d'un plan d'action global l'Agenda 21, la signature de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCCC), l'ouverture des négociations intergouvernementales sur la Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification (CCD), la Convention sur la Diversité Biologique (CDB).

Au niveau national, les effets du nouveau contexte international vont aboutir à l'élaboration du Plan National de l'Environnement pour un Développement Durable (PNEDD) en 2000 dont le Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification et de Gestion des Ressources Naturelles (PAN-LCD/GRN) pour la CCD et le Plan d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques (PANA) pour la CCCC.

Au plan stratégique, l'environnement durable est inclus dans la Stratégie de Développement Rural (SDR), adoptée en novembre 2003. Auparavant, le Niger avait adopté la Stratégie de réduction de la pauvreté (SRP) en 2002, devenue Stratégie de Développement accéléré et de Réduction de la Pauvreté (SDRP) après sa révision et son adoption en octobre 2007. La SDR, qui découle de la SDRP, intègre les programmes du PNEDD qui se rapportent au secteur rural et devient désormais le seul cadre de référence pour les actions environnementales en milieu rural.

En matière de forêts, la politique du Niger est orientée vers l'aménagement forestier villageois et la responsabilisation des populations à la gestion des ressources forestières. L'aménagement forestier villageois se réalise actuellement à travers les coopératives forestières pour les forêts classées et dans le cadre des marchés ruraux de bois au niveau des zones protégées. Tel que conçue dans les marchés ruraux, l'exploitation respecte toutes les normes techniques d'aménagement et de gestion. Ainsi le plan d'aménagement fixe le quota d'exploitation, le cycle et le temps de rotation, les normes de coupe de stérage et de vente de bois par les structures locales de gestion, les formes de restaurations et autres actions nécessaires à la durabilité de l'exploitation forestière.

2.1.6/ Impacts attendus de la politique énergétique sur les forêts

Le Ministère en charge de l'énergie a adopté sa déclaration de politique énergétique depuis 2004. A l'époque, cette déclaration de politique a défini des objectifs très ambitieux qui étaient au-delà des moyens de l'Etat. Sa révision est actuellement en cours et portera sur les visions ci-après en ce qui concerne les objectifs de valorisation des ressources énergétiques nationales et de préservation de l'environnement :

- Porter la part des énergies renouvelables dans le bilan énergétique national de 0,01% en 2006 à 10 % à l'horizon 2020 ;
- Produire 50.000 tonnes de briquettes de charbon sur le gisement de Tchirozérine à partir de 2009 et 100 000 tonnes de briquettes de charbon minéral sur le gisement de Salkadamna à partir de 2011 ;
- Équiper 75% des ménages urbains et 50% de ménages ruraux qui utilisent le bois avec des foyers à économie d'énergie d'ici 2016 ;
- Porter la consommation du gaz butane de 1550 tonnes en 2006 à 15 000 tonnes à l'horizon 2015 ;
- Porter de 0,01% en 2006 à 10 % la part du charbon minéral dans la consommation finale des ménages nigériens à l'horizon 2015.

2.2/ Identification et organisation des secteurs d'activités forestières

Au Niger, un espace forestier est en général le siège de multiples influences naturelles et usages anthropiques pour la production de biens matériels nécessaires à l'existence des communautés humaines avoisinantes, rurales ou urbaines.

Les productions forestières sont essentiellement destinées à la satisfaction des besoins énergétiques qui représente 87% de la consommation énergétique nationale et 97% de la consommation énergétique des ménages. Les énergies conventionnelles (électricité, produits pétroliers, charbon minéral) représentent moins de 13%.

Les consommations pour la satisfaction des besoins alimentaires complémentaires et de survie des populations riveraines des écosystèmes forestiers sont relativement limitées. Ces usages sont variables, suivant la situation socioculturelle, le type de forêt et son statut juridique (classée ou protégée) et les saisons. Beaucoup d'espèces forestières notamment le néré (*Parkia biglobosa*), le baobab (*Adansonia digitata*) sont très riches en protéines, en sucre et en certains oligo-éléments tels le fer, le magnésium et le zinc et sont utilisées au plan alimentaire. De ce fait, les sous-produits forestiers contribuent à augmenter l'apport au régime alimentaire des populations. En période de graves crises alimentaires, les populations nigériennes font souvent recours à l'usage de certains sous-produits forestiers (feuilles, fruits, noix) de certaines espèces ligneuses et herbacées comme base ou complément alimentaire (**Saadou, M. Soumana I., 1993**) ; les espèces les plus couramment utilisées sont *Boscia senegalensis* (feuilles et fruits), *Parkia biglobosa* (farine obtenue à partir de la pulpe), *Murua crassifolia*, *Cenchrus biflorus*, *Panicum turgidum*, *leptadania hastata*, *Cassia tora*, *Adansonia digitata*, *Ceratithea sesamoides*.

Les populations font également recours à la médecine traditionnelle, essentiellement basée sur la pharmacopée. Selon l'OMS, 80 % de la population nigérienne a recours à la pharmacopée traditionnelle. Les espèces les plus couramment utilisées sont : *Khaya senegalensis*, *Guera senegalensis*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Cassia sieberiana*, *Cassia siamea*, *Cassia singureana*, *Azadirachta indica*, *Bauhinia rufesens*, *Schweita americana*, *Boswellia odorata*, *Acacia nilotica var. adansonii*.

Les sous-produits forestiers (fruits et feuilles) rentrent pour 25 % dans la ration alimentaire des ruminants au Niger. Cet apport est d'autant plus important qu'il intervient en période de grand déficit alimentaire (saison sèche). Les espèces les plus sollicitées sont : *Faidherbia albida*, *Prosopis africana*, *Balanites aegyptiaca*, *Acacia radiana*, *Comiphora africana*, *bauhinia rufescens*, ...

Les communautés rurales récoltent des matériaux forestiers ligneux et non ligneux pour la fabrication des objets artisanaux. Elles fabriquent des meubles en rachis de rônier (*Borassus aethiopum*), des paniers, cordes et des nattes en feuilles de palmiers doum (*Hyphaene thebaica*), et tirent de l'huile de cuisine, des aliments, des fruits et des noix, des produits de tannage (*Acacia nilotica*). Le bois tiré de diverses espèces forestières est utilisé dans la fabrication de nombreux objets (tam-tam, selles des animaux, construction d'habitats, manches d'instruments aratoires, pirogues, récipients et ustensiles de cuisine, lits, forge,...).

Cette multifonctionnalité de l'espace forestier lui confère des usages variés, donc des perpétuels changements en termes d'émission et d'absorption de carbone.

III/ Regard sur les paramètres de référence en prélude au développement du modèle

3.1/ Ossature de la demande

3.1.1/ Consommation du bois-énergie

Comme signaler précédemment, la consommation du bois pour la satisfaction des besoins énergétiques des populations est l'usage le plus important des forêts nigériennes. Il n'existe aucune étude fiable donnant l'estimation quantitative des autres usages de la forêt.

A partir de plusieurs enquêtes de consommation de bois-énergie réalisées au Niger notamment par la GTZ, le FED, Projet Energie II, et très récemment le Système d'information Energétique (SIE-Niger), il a été estimé, de manière indicative les quantités de bois consommé par les différents ménages nigériens. Ces différentes enquêtes ont démontré que la demande de bois de feu est fonction de plusieurs paramètres, parmi lesquels le milieu (rural ou urbain) et la taille de l'agglomération. De toutes ces enquêtes, nous retiendrons dans le cadre de cet exercice, celle réalisée en 1989 par la Cellule Technique de Coordination Foyers Améliorés (CTFED) qui a permis de standardiser comme suit la consommation de bois des ménages selon le milieu :

Grands centres urbains	:	0,6 kg/personne/jour;
Villes moyennes	:	0,7 kg/personne/jour;
Milieu rural	:	0,8 kg/personne/jour.

En considérant les chiffres donnés par le recensement général de la population (RGP 1988 ou 2001) et sur la base des consommations unitaires par jour, par individu (ou par ménage), on peut déterminer la demande les besoins en bois-énergie et les prélèvements qui sont effectués chaque année (tableau n°3).

Tableau n°3 : Besoins en bois-énergie calculés en 1991

Département	Besoins en tonnes (1)	Besoins corrigés en tonnes (2)
Agadez	54.424	80.424
Diffa	53.613	53.613
Dosso	294.206	312.206
Maradi	395.146	435.146
Tahoua	375.203	394.203
Tillabéri	386.975	390.975
Zinder	400.997	425.995
Niamey (CUN)	87.220	220.220
Total besoins	2.047.784	2.312.784

Source : Plan National de Lutte Contre la Désertification (1991).

En corrigeant ces données calculées à partir de la population (colonne (1)) par la prise en compte des chiffres obtenus lors des enquêtes réelles de consommation au niveau des grands centres urbains, les besoins de bois de feu en 1991 sont donnés dans la colonne (2). Ainsi, la demande totale du pays en bois-énergie pouvait donc être estimée à **2.312.784 tonnes** en 1991. Sur cette demande totale, les besoins des populations rurales se chiffraient à environ 1,8 million de tonnes, contre 512.784 tonnes pour les grands et moyens centres urbains cumulés, soit respectivement **78% et 22 %** (Lawali E.M, 1999). La demande est aujourd'hui plus importante et avoisine les **3.170.000 tonnes**.

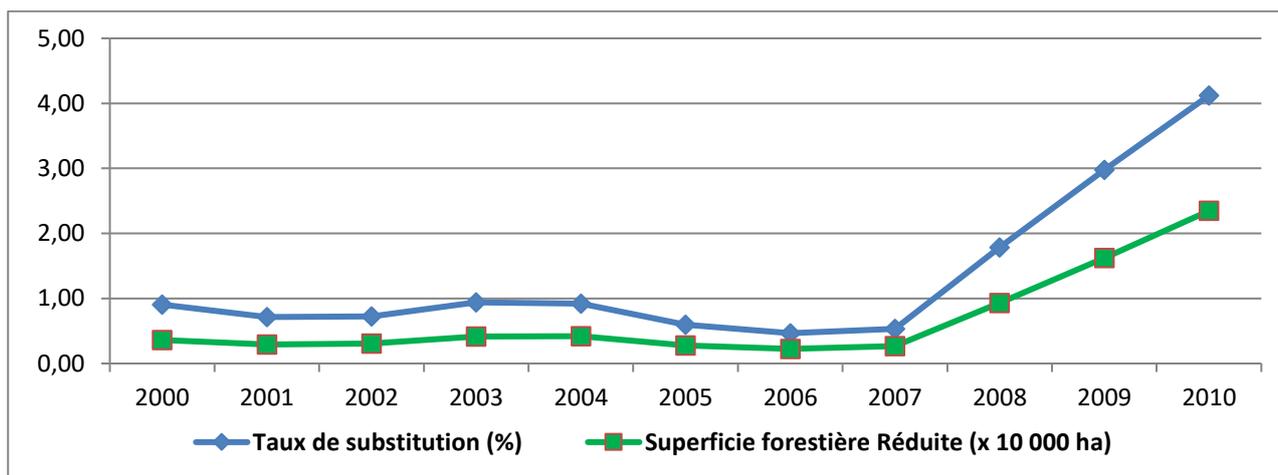
3.1.2/ Action des facteurs autres que la consommation humaine de bois-énergie

En plus de la pression des usages anthropiques, le couvert forestier est soumis aux feux de brousse provoqués ou non par l'homme et aux effets du climat.

Il existe des statistiques annuelles sur les superficies forestières affectées par les feux de brousse. Pour les régressions dus aux facteurs climatiques, nous ne disposons que des résultats qualitatifs de certaines études et analyses qui tendent à indiquer que le climat serait en partie responsable de la variation de la couverture forestière du Niger.

3.1.3/ Substitution du bois-énergie

Figure n°3 : Superficies forestières épargnées par la substitution du bois de 200 à 2010



L'évolution des superficies forestières préservées par substitution au Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL), au pétrole lampant et au charbon minéral, peut être déterminée en considérant le taux de substitution annuel. Ce taux, qui était de 1% en 2000, a chuté à 0,6% en 2006 malgré la baisse de la consommation du pétrole lampant et l'augmentation de la consommation du GPL. L'analyse menée dans le rapport 2007 du Système d'Information Energétique (SIE, 2007) montre que :

- la consommation actuelle du charbon minéral n'affecte pas la consommation finale d'énergie ;
- la consommation du pétrole lampant diminue de 7,2% ;
- celle de la biomasse et du GPL augmente respectivement de 3,3% et de 12,4%.

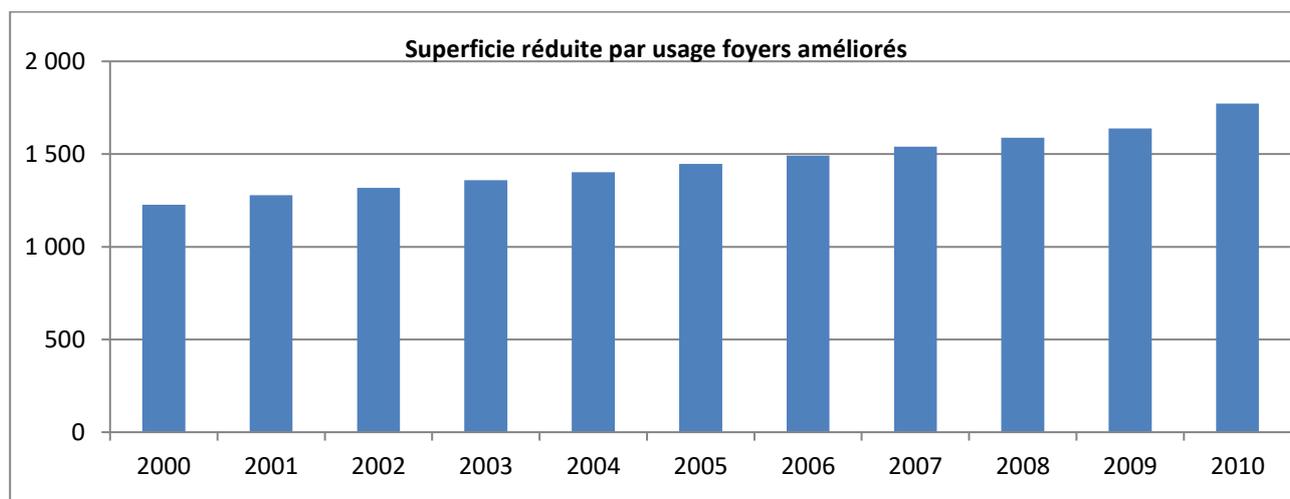
A cette allure, le taux de substitution continuera à chuter de 1% en 2000 à 0,4% à l'horizon 2015. Les superficies forestières préservées par la substitution du bois-énergie passeront de 3.500 ha en 2000 à seulement à 2.500 ha en 2015 avec une moyenne annuelle de 2600 ha. Les politiques de développement, prônée par l'Etat, prévoit d'atteindre les objectifs ci-après à l'horizon 2015 :

- la consommation du charbon minérale représentera 10% de la consommation finale des ménages comme défini dans le cadre de la SDRP à condition que l'allumage soit amélioré ;
- la consommation de GPL sera multipliée par dix (10) ;
- la consommation continuera à chuter de 7,2% si la politique des prix est maintenue et si les conditions du marché international ne sont pas clémentes ;
- la consommation de la biomasse augmentera conformément aux prévisions de la politique de population dont l'objectif est de réduire le taux de croissance à 2,5%.

Ce scénario, un peu plus optimiste, permet de faire passer le taux de substitution de 0,5% en 2006 à 9,4% en 2015. Les superficies forestières préservées par la substitution passeront alors de 2.200 ha en 2006 à 61.000 ha en 2015 avec une moyenne annuelle de 18.500 ha.

3.1.4/ Economie de bois-énergie

Figure n°4 : Superficies forestières épargnées par l'usage des foyers améliorés de 2000 à 2010



A l'image de ce qui s'effectue lors du changement des politiques sectorielles qui se perpétuent souvent comme des modes, l'appui au financement de la diffusion des foyers améliorés a vu le jour depuis les années 80. De nos jours, il est difficile d'avancer des chiffres exacts sur le nombre réel de foyers améliorés vulgarisés même si plusieurs milliers ont été diffusés. Les impacts au niveau de la réduction de la consommation du bois-énergie sont loin de faire l'unanimité selon les propres évaluations des différents projets. Cependant, les foyers améliorés dans les conditions de laboratoire ont réalisé des économies de bois de l'ordre de 30 à 40 %. Mais, il a été prouvé à travers plusieurs enquêtes que cette économie ne dépasse guère les 12% dans les conditions réelles d'utilisation.

Selon les résultats d'évaluation disponibles, l'engagement affirmé des politiques a permis de mettre l'accent sur la production, la vulgarisation, la commercialisation du produit et la formation des producteurs. L'objectif était d'inonder le marché de foyers améliorés pour être sûr d'économiser du bois. Pour la SDR, cet objectif était de vendre 322.210 foyers améliorés à l'horizon 2015. Avec cet effort, les superficies réduites par usage foyers améliorés ont passé de 1250 ha en 2000 à 1800 ha en 2010. Si l'on considère le cumul à partir de l'année 2000, la superficie forestière épargnée de dégradation grâce à l'utilisation des foyers améliorés s'élèverait à 16.000 ha.

3.2/ Ossature de l'offre

3.2.1/ Caractérisation de l'offre

La gestion de l'offre des forêts se résume essentiellement à la gestion de l'offre en bois-énergie qui combine un certain nombre d'objectifs visant en particulier à :

- Inverser la tendance à la dégradation des ressources forestières par la suppression à moyen terme des formes d'exploitations anarchiques et incontrôlées ;
- Garantir à long terme l'approvisionnement en combustibles ligneux des populations rurales et urbaines ;
- Responsabiliser les communautés rurales dans la gestion des ressources forestières de leurs terroirs ;
- Contribuer au bien-être des communautés rurales en luttant contre la pauvreté ;
- Créer les bases d'un développement économique et social au niveau local en prenant en compte la composante femme et jeune.

Pour atteindre ces objectifs, un outil de planification et d'orientation de l'exploitation des ressources forestières a été mis en place. Il s'agit des Schémas Directeurs d'Approvisionnement (SDA) des centres urbains en bois-énergie qui permettent de définir les zones prioritaires d'intervention et de déterminer le mode de gestion à appliquer sur un bassin d'approvisionnement de 150 km de rayon autour du centre urbain. A partir de cet outil, une grille de décision est établie qui permet de déterminer les prioritaires pouvant accueillir les marchés ruraux de bois.

Les marchés ruraux s'entendent des places et endroits où sont installées des structures organisées pour l'exploitation du bois-énergie à des fins commerciales hors des grandes agglomérations. Après plusieurs années de mise en œuvre de cette démarche, près de 300 marchés ruraux ont été mis en place par les différents programmes et projets. Ces marchés totalisent à eux seuls une superficie en aménagement de plus de 990.000 ha.

L'appréciation de l'offre en bois par les forêts a été faite en prenant l'exemple sur la Communauté Urbaine de Niamey. Le tableau n°4 donne une comparaison de certains paramètres et indicateurs tels que ressortis à travers les enquêtes filières bois de 1996 et de 2002 faites respectivement par le PEII-ED et le PED. La même analyse peut être faite pour les autres localités.

Tableau n°4 : Evolution de l'offre en bois-énergie par les Marchés de 1996 à 2002

Paramètres	1996	2002
Superficie forestière autour de Niamey (ha)	2.438.100	2.438.100
Quantité de bois exploitable (en tonne)	300.000	300.000
Nombre de marchés ruraux de bois	90	123
Superficie exploitée par les marchés (ha)	400.000	537.447
Taux d'occupation (%)	16	22
Offre potentiel des marchés de bois (tonne)	41.200	49.507
Production réelle (tonne)	25.000	37.898
Demande urbaine (tonne)	153.000	188.063
Satisfaction des besoins urbains (%)	16	20
Taux de couverture / Quantité exploitable (%)	8	13

Source : PED, 2003

Les ressources forestières du bassin d'approvisionnement de la ville de Niamey étaient estimées en 1992 (Schéma Directeur d'Approvisionnement en bois de la ville de Niamey) à 2.438.100 ha. En 1996, les 90 marchés ruraux de bois-énergie mis en place par le PEII-VO dans les Arrondissements de Kollo, Boboye et Say couvraient une superficie totale de 400.000 ha, ce qui représente un taux d'occupation de 16%. En 2002, il a été dénombré au total 123 marchés ruraux dans ce bassin d'approvisionnement qui couvrent une superficie totale de 537.447 ha soit un taux d'occupation de 22%.

Les besoins en bois-énergie du centre urbain de Niamey étaient respectivement de 153.000 et 188.063 tonnes en 1996 et 2002. Les marchés ruraux ravitaillent la ville de Niamey en bois pour une valeur respective de 25.000 et 37.898 tonnes en 1996 et 2002 soit un taux de satisfaction respectif de 16 et 20%. Le reste des besoins est couvert par le système d'exploitation incontrôlée. Il faut noter ici une évolution relativement significative en terme de formalisation des filières et de responsabilisation des populations à la gestion participative des ressources forestières passant de 8% en 1996 à 13% en 2003.

3.2.2/ Estimation global du potentiel forestier naturel

Il n'existe aucun inventaire forestier national au Niger. Mais plusieurs estimations des superficies en ressources forestières ont été ainsi proposées sur la base des inventaires localisés dans les différentes régions du pays ou à partir des massifs forestiers. Pour ce faire, les premiers travaux

portant sur l'évaluation des superficies forestières ont été effectués par le Club du Sahel (1981), avec l'appui du projet Planification et Utilisation des Sols et des Forêts (PUSF) de 1982 à 1989, constituent de nos jours les données les plus référencées (tableau ci-dessous).

Tableau n°5 : Superficie (ha) des ressources forestières naturelles par région

Régions ¹	Forêts marginales	Forêts primaires	Total
Tillabéry	4.451.300	2.562.600	7.013.900
Dosso	1.494.000	782.500	2.276.500
Tahoua	3.318.400	237.200	3.555.600
Maradi	479.000	327.800	806.800
Zinder	1.305.700	354.300	1.660.000
Diffa	573.800	209.800	783.600
Total	11.622.200	4.474.200	16.096 400

Sources : PUSF, 1983

D'autres sources ont par la suite donné des estimations en superficie forestière dont entres autres :

- Landy (1980) : 9.000.000 ha dont 6.000.000 ha en zone sahélo-saharienne, 2.600.000 ha en zone sahélienne et 300.000 ha en zone sahélo-soudanienne ;
- Catinot (1991) : moins de 13 millions d'ha de surfaces forestières (terrains forestiers marginaux ou non) ;
- FAO (1995) : 10.442.000 ha ;
- FAO (2000) : 12.102.000 hectares ;

En 1994, une étude de vulnérabilité des formations forestières nigériennes aux changements climatiques a estimé la superficie des forêts naturelles à 5.741.917 ha et celles des plantations à 40.984 ha. Selon l'étude sur le défrichement au Niger (République du Niger, 1997), on estime que de 1958 à 1997 la perte de superficie des forêts a été de l'ordre de 40 à 50 % aux profits essentiellement de l'agriculture, des besoins énergétiques par la production de bois de feu et du développement urbain. Les forêts classées ont été fortement dégradées et plus de 50 % d'entre elles ont perdu une grande partie de leur potentiel végétal.

Le Projet Energie II (1989 à 1996) a, par la suite, entrepris des travaux qui ont porté sur l'évaluation du stock de bois de chauffe disponible sur pieds dans un rayon de 150 km autour des principaux centres urbains du pays (Niamey, Zinder, Maradi). Ces travaux quoique moins exhaustifs que ceux entrepris par le PUSF sont tout de même plus précis. Les surfaces évaluées à l'intérieur de ce rayon de 150 km des trois (3) centres urbains tournent autour de 5 millions d'ha.

Comme référence au modèle en de développement, nous retiendrons les valeurs de référence de 16.096.400 ha en 1984 et de 12.102.000 ha en 2000.

3.2.3/ Estimation de la productivité des forêts naturelles

Les différentes méthodes d'inventaire développées ont permis d'évaluer l'accroissement des ressources forestières. Ainsi, le Projet PUSF (1986) a estimé cet accroissement à 0,5 stère/ha/an pour les forêts à Combrétacées. En fait, cette productivité est très variable de 0,5 stère à 1 stère par ha et par an suivant les sites, fonction de la couverture et de l'espèce qui domine la strate. Dans le cadre par exemple de l'élaboration des Schémas Directeurs d'Approvisionnement en bois énergie, le Projet Energie II a évalué le volume de bois sur pied à 5,22 stères/ha et a déterminé la valeur d'un (1) stère de bois sec qui pèse environ 250 kg.

¹ L'étude ne concerne pas la région d'Agadez

D'une manière générale, la productivité à l'hectare citée dans la littérature et dans l'élaboration de beaucoup de plans d'aménagement est basée sur l'équation de Clément (1982, 1983) et Catinot (1994) avec comme donnée entrante la pluviométrie plus la projection au sol des houppiers de la strate supérieure. Ce sont dans la majorité des cas des accroissements après coupe rase.

Tableau n°6 : Productivité à l'hectare en fonction de la pluviométrie selon Clément

Pluviosité	Accroissement	
	m ³ /ha/an	Stère/ha/an
500	0,32	0,7
1000	1,113	2,5
1500	2,5	5,5
1600	2,8	6,2

Avec 1 m³ = 650 kg = 2,2 stères (Source : Clément, 1982)

Ces accroissements sont des simplifications pratiques, car avant, il n'existait pas de données plus fiables et qui ne tiennent pas compte des différents faciès d'une formation forestière.

Les recherches effectuées par Dr Ichaou (2003 et 2004) ont permis d'aller plus loin et de donner plus de précision dans la détermination de la productivité des formations forestières notamment en descendant au niveau du faciès. Ces travaux ont également donné la caractérisation des différentes formations forestières selon les conditions climatiques, géologiques et géomorphologiques dans lesquelles elles évoluent. Ils seront une référence incontournable dans le cadre de cette étude pour la conception des modèles d'évaluation des impacts climatiques sur les forêts.

3.2.4/ Estimation de la productivité des Parcs argroforestiers

Il existe très peu de travaux sur la détermination de l'accroissement annuels des espèces ligneuses présentes dans les parcs agroforestiers. Les seuls travaux réalisés sont ceux du Projet Energie Domestique dans le cadre de la mise en place du dispositif des marchés ruraux de bois-énergie sur terroirs agricoles à Danmazadou (Madarounfa, région de Maradi) et à Ara Sofoua, Dan Koirey et Gaounawa (Magaria région de Zinder). Ces travaux ont porté sur l'accroissement annuel de plusieurs espèces forestières dont *Prosopis africana*, *Piliostigma reticulatum*, *Acacia albida* etc. A titre indicatif, les résultats de cette étude donnent un accroissement annuel estimé à 0,064 m³/an et par arbre pour le *Prosopis africana*.

3.2.5/ Estimation de la productivité des plantations artificielles

L'estimation de la productivité de plantations artificielles a été faite depuis les travaux du projet forestier IDA (1989). Ainsi, la productivité obtenue des plantations en sec d'*Azadirachta indica* et d'*Eucalyptus camaldulensis* varie entre 0,6 et 1 m³/ha/an ; celle des brise-vent sur les périmètres hydroagricoles varie entre 6 et 9,6 m³/ha/an ; celle des plantations forestières irriguées d'*Eucalyptus camaldulensis* varie entre 3 et 7 m³/ha/an selon les types de sols.

3.2.6/ Régression des superficies forestières

Plusieurs études ont cherché à quantifier les pertes annuelles de superficie forestières. Selon R. Catinot (1986), le besoin annuel en augmentation des terres de cultures est de 0,625 ha et par habitant rural. Cela se fait en défrichant les terres forestières. Avec cette estimation, les pertes annuelles de superficie forestière varient entre 100 000 et 170 000 ha.

L'évaluation réalisée par la Direction de l'Environnement à travers le "Bilan de reboisement au Niger : période 1984 à 1996", a montré que les pertes annuelles de superficies s'élèveraient à environ 200.000 ha. L'étude sur le défrichement au Niger (République du Niger, 1997), a estimé qu'en à elle que de 1958 à 1997 la perte de superficie des forêts est de l'ordre de 40 à 50 % au profit essentiellement de l'agriculture, de la production de bois de feu et du développement urbain.

Une étude de la FAO (1990) et celle qui a permis l'élaboration du document "Environnement et devenir du Niger" ont chiffré cette perte entre 70.000 et 80.000 ha par an. Par ailleurs le premier rapport de préparation du Projet d'Aménagement des Forêts Naturelles (FAO, 1996) a estimé que 100.000 ha sont soustraits annuellement à l'espace forestier sous l'effet combiné des facteurs climatiques, des coupes incontrôlées, de l'expansion des cultures. L'étude prospective du secteur forestier à l'horizon 2020 (FOSA, FAO, 2001) a montré que ces dernières décennies, le Niger a subi les effets d'une sécheresse persistante qui a accéléré une avancée du désert de 66 à 77 % de sa superficie au détriment des ressources forestières.

Enfin, d'après une autre étude de la FAO, citée par M. Hamadou et S. Gambo (1999), la part du défrichement agricole s'élèverait à 190.400 ha chaque année ; celle des variations climatiques et des sécheresses est estimée à 145.780 ha/an.

Tableau n°7 : Evolution de la superficie (x 1000 ha) des forêts selon les années

Régions	Agadez	Diffa	Dosso	Maradi	Tahoua	Tillabéry	Zinder	Total
Superficie de la Région	61.520	14.000	3.100	3.850	10.668	9.007	14.500	126.700
Superficie des forêts en 1970	-	784	2.277	807	3.556	7.014	1.660	16.096
Superficie des forêts en 1994	-	847	816	635	188	2.345	911	5.742
Taux de régression %	-	+ 8,1	- 64,1	- 21,3	- 94,7	- 66,6	- 45,1	- 59,6

Source : M. Hamadou et S. Gambo, 1999

En partant du tableau ci-dessus, le taux de régression moyen en 25 ans est d'environ 60 % soit 2,4 % par an.

Tableau n°8 : Valeur par défaut des pertes annuelles des forêts

Type de perte	Valeur
Superficie annuelle défrichée pour les besoins agricoles	190 400 ha/an
Pertes annuelles dues aux variations climatiques et sécheresses	145 780 ha/an
Besoin en terres agricoles nouvelles par habitant rural	0,625 ha/an
Taux de régression global annuel	2,4%

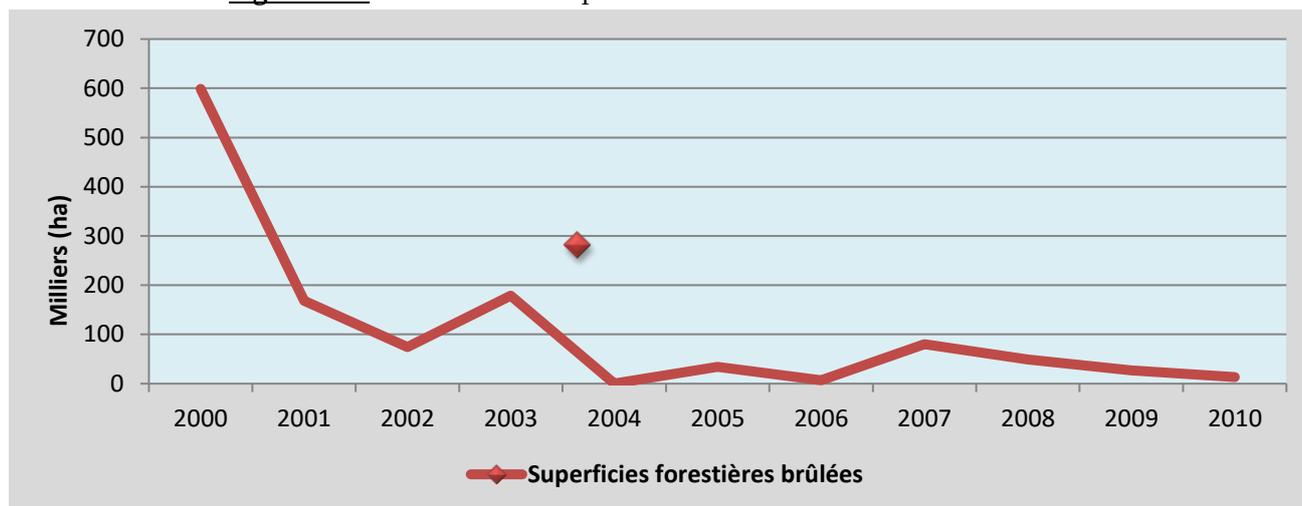
3.2.7/ Estimation des superficies brûlées par les feux de brousse

Les feux de brousse constituent un fléau, qui chaque année fait des dégâts au niveau des zones forestières et pastorales, en détruisant la diversité biologique et parfois même, la vie humaine.

Depuis 2000, le Niger mène d'intenses activités de sensibilisation, d'information et de réalisation des pare-feux dans les zones à risque.

Ainsi, les superficies des terres atteintes par le feu de brousse sont considérablement réduit de 2000 à 2009, passant de 599.000 ha à 27.182 ha.

Figure n°5 : Evolution des superficies forestières brûlées de 2000 à 2010

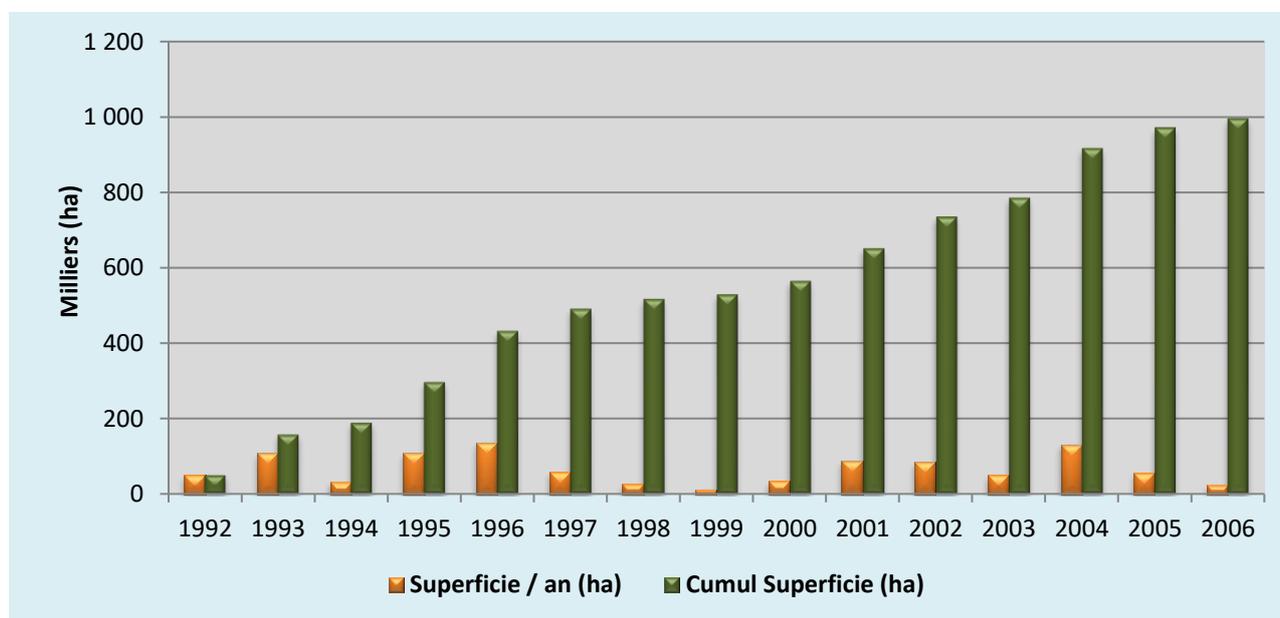


3.2.8/ Estimation des superficies des formations forestières naturelles sécurisées

Les forêts sous aménagement comprennent les différents massifs forestiers délimités et sécurisés, les marchés ruraux de bois-énergie aujourd’hui au nombre de 300. Elles disposent d’un système de gestion durable avec une étape fondamentale notamment la formation des exploitants en techniques d’exploitation et l’élaboration du Plan d’aménagement durable qui contient toutes les prescriptions techniques et institutionnelles à respecter au cours de l’exploitation de la ressource.

Nonobstant ces dispositions qu’il faut prendre, il y a celles qui sont liées à l’exploitation incontrôlée. De 1922 à 2010, seul 994.000 ha de forêts sont mis sous aménagement soit environ 12% seulement du potentiel forestier du Niger.

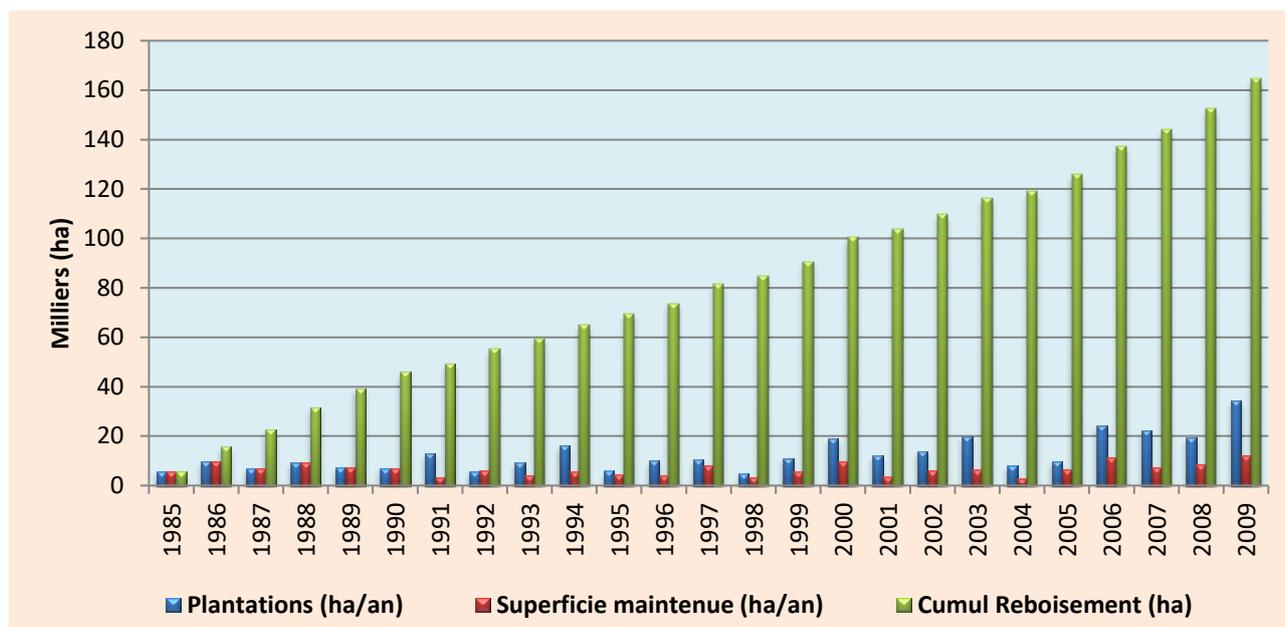
Figure n°6 : Evolution des superficies forestières sécurisées de 1992 à 2006



3.2.9/ Estimation des superficies des formations forestières Plantées

La superficie plantée de 1985 à 2009 s’élève à environ 315.806 ha soit une moyenne annuelle de 12.632 ha. Avec un taux de survie de 60% après cinq (5) années d’entretien, la superficie plantée s’élève 164.661 ha pour l’ensemble de la période.

Figure n°7 : Evolution des superficies plantées de 1985 à 2009



Source : Rapports Directions Techniques du Ministère en charge de l'Environnement (DE et DGE/EF)

3.3/ Besoins en données socio-économiques pour le modèle forestier

L'identification des facteurs socio-économiques qui affectent le développement des ressources forestières est une phase importante dans la détermination des impacts forestiers sur les changements climatiques.

Au niveau social, il y a l'influence des populations rurales et urbaines, de leur degré de pauvreté (monétaire, éducative et sanitaire etc.) et niveau de modernité en matière d'utilisation des produits de substitutions d'économie de bois-énergie.

Avec un taux de croissance exceptionnellement élevé et constant de 3,3% (INS, 2001) par an pour la période de 1984 à 2010, la population du Niger en 2010 est estimée à 15.203.822 habitants. Pendant que la population augmente à ce taux, la croissance du Produit Intérieur Brut (PIB) réel a été de 2,2 % en moyenne pour la même période.

L'économie du Niger repose en grande partie sur l'agriculture qui représentait 39,9 % du produit intérieur brut en 2003. Les productions issues de l'agriculture, de l'élevage, de l'exploitation des forêts, de la faune et de la pêche s'élevaient à 41% du PIB et fournissaient 44% des recettes d'exportation. Actuellement, 80% de la population nigérienne vit en zone rurale où les taux de pauvreté et d'extrême pauvreté avoisinent respectivement 66% et 36%. La pauvreté au Niger se caractérise notamment par une forte sous-scolarisation et des indicateurs sanitaires également très bas. L'incidence de la malnutrition parmi les enfants de moins de cinq ans est passée de 32% en 1992 à 36% en 2000, avec un taux de 41% en milieu rural. Avec une telle situation économique, la priorité majeure pour les acteurs ruraux et les décideurs demeure la question de la sécurité alimentaire.

Les séries de sécheresses et crises alimentaires (1973, 1984, 2001, 2005, 2010) n'ont fait qu'aggraver la situation conduisant à une pression de plus en plus forte sur l'environnement notamment la pression sur les forêts sources naturelles immédiatement accessibles et à bon prix.

Il en est de même pour l'accès des populations aux combustibles énergétiques modernes. En 2010, le taux de substitution au bois-énergie est encore inférieur à 2%. Seulement 5% de la population utilise des foyers améliorés capables d'économiser 12% de la consommation de bois-énergie.

IV/ EVALUATION DES IMPACTS

4.1/ Définition de l'espace temporel

L'année de référence, pour le calibrage des variables, a été choisie en fonction de l'année d'étude. Les données sur les facteurs climatiques qui concernent la pluviométrie annuelle, le nombre de jours de pluie, les températures annuelles (maxi et mini), l'humidité relative (maxi et mini) ont été obtenues dans l'annuaire des statistiques des cinquante ans d'indépendance du Niger sur une période de 90 ans allant de 1921 à 2009. Les données concernent onze (11) stations synoptiques. Elles ont été complétées par les données climatiques analysées lors de la seconde communication sur le climat et l'étude sur la variabilité climatique. En ce qui concerne les facteurs anthropiques, les références remontent de 1984 à 2005, période d'étude des grands projets forestiers comme le PUSF, le projet forestier IDA, le PEII, le PED et le PAFN. Ces programmes ont permis d'entreprendre des recherches à différents niveaux sur les formations forestières notamment à travers les publications effectuées par Dr Ichaou Aboubacar.

L'année terminale est généralement définie par la politique nationale de développement. En ce qui concerne le secteur forestier, les références en matière de politique de développement sont contenues dans la SDRP (2008 - 2012), la SDR (2006 - 2015), le PNEDD (pas de référence temporelle), la politique de population (2000 - 2015). Pour les besoins de l'exercice du modèle, la période d'analyse retenue concernera 2000 à 2050.

4.2/ Vulnérabilité du secteur forestier aux facteurs anthropiques

4.2.1/ Variables du modèle et leur pertinence

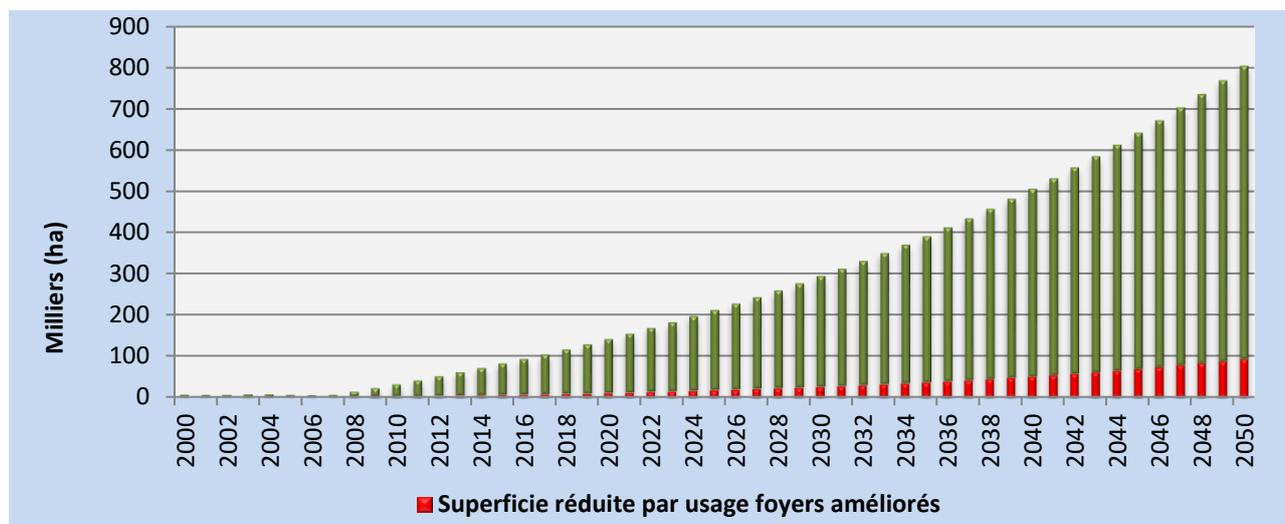
Il s'agit essentiellement des consommations intermédiaires sur le secteur forestier. Elles permettent de connaître les prélèvements effectués sur les forêts et la dépendance du secteur par rapport aux autres secteurs économiques et mais aussi de savoir sa contribution indirecte au développement des secteurs partenaires. Enfin elle joue le rôle de variable intermédiaire au calcul d'autres variables notamment la consommation des différentes ressources fournies par la forêt, les émissions de carbone liées à l'activité humaine sur les forêts, les superficies affectées par l'activité humaine etc.

Dans le cadre de ce modèle, les variables concerneront le volume de consommation de bois-énergie par les ménages ruraux et urbains, le taux de substitution du bois-énergie à travers l'utilisation des produits de substitution comme les GPL, le pétrole et le charbon minéral et enfin l'économie de bois engendrée par l'utilisation par les ménages des équipements genre foyers améliorés. Le défrichement des forêts à but agricole qui est de 0,625 ha/habitant/an n'a pas été pris en compte considérant tout bois prélevé au niveau des forêts fini par être utilisé comme bois de feu.

Certaines variables exogènes sont utilisées comme des données dans le modèle. Elles concernent les données démographiques, le taux de pénétration de certains produits et équipements de substitution au bois.

4.2.2/ Projection des impacts dus à la consommation du bois

Figure n°8 : Evolution des superficies forestières économisées par la substitution et l'usage des foyers améliorés



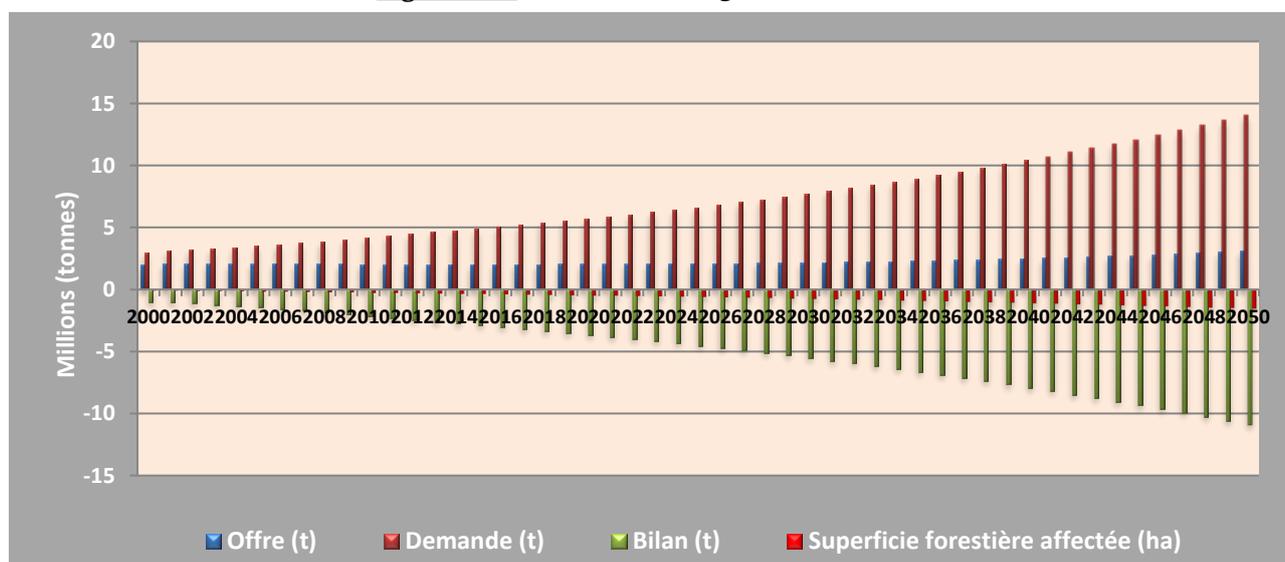
Deux facteurs influencent significativement la consommation du bois-énergie au Niger et limitent ainsi le déboisement des superficies forestières pour la production de bois de chauffe. Il s'agit de l'usage des foyers améliorés et de substitution du bois par le charbon minéral, les GPL et autres produits pétroliers.

Selon les conditions d'utilisation, les foyers améliorés peuvent permettre une économie variable entre 12 et 40% de bois. Dans les conditions moyennes, nous avons retenu un taux de 12%. Avec ce taux, les superficies forestières déboisées réduites seraient de 1200 ha en 2000. Elles seraient de 90.500 ha en 2050 avec l'application de la politique de vulgarisation des foyers améliorés.

Le taux de substitution par les produits alternatifs au bois énergie était de 0,7% en 2000. Ce taux avait permis d'économiser 6.000 ha de forêts. En 2050 et sous condition d'une application rigoureuse de la politique énergétique, ce taux serait de 30% et permettrait de réduire de 5 millions de tonnes la consommation de bois-énergie qui équivalent à une superficie épargnée de 800.000 ha.

4.2.3/ Projection des impacts anthropiques sur la production des forêts

Figure n°9 : Bilan bois-énergie de 2000 à 2050



- Le taux de croissance démographique passerait de 3,3% à 2,5% à l'horizon 2015 selon la politique de population et se maintiendrait jusqu'en 2050 ;
- Le taux d'urbanisation passera de 16,18% en 2000 à 38,80% en 2050 ;
- La consommation de bois énergie en milieu rural se maintiendra à 0,8 kg/personne/jour et celle du milieu urbain se maintiendra à 0,6 kg/personne/jour ;
- Le taux de pénétration des foyers améliorés passerait de 6% en 2000 à 20% en 2050 ;
- Le taux de régression annuel des formations forestières se maintiendra en moyenne à 2,4% : taux correspondant aux prélèvements des forêts par les défrichements agricoles, les coupes incontrôlées pour le bois de feu et les variabilités climatiques ;
- La productivité moyenne des formations forestières naturelles variera de 0,12 à 0,87 tonne/ha/an en fonction du type de formations forestières ;
- La mise en œuvre de la politique énergétique entrainera un rehaussement du taux de substitution de 1% en 2000 à 20% en 2050 ;
- Les superficies plantées passeront de 100.318 ha en 2000 à 1.873.594 ha en 2050.

L'examen du bilan forestier sur la base de ces hypothèses, révèle assez clairement un certain de constats alarmants. A l'horizon 2050, la population du Niger serait de plus de 55 millions d'habitants. Les formations forestières, pour une superficie de 10.853.068 ha, produiront seulement 3.116.337 tonnes de bois alors que la demande en bois sera de l'ordre 14.038.806 tonnes ; ce qui se traduira par un déficit de l'ordre 10.922.469 tonnes.

Il apparaît en première analyse que la pression anthropique est la variable motrice dans le changement et la composition des ressources forestières. Elle est sans doute l'une des causes principales mais elle n'est pas la cause fondamentale des déséquilibres entre l'homme et son milieu.

Mais si l'on analyse de plus près le comportement de certaines formations forestières comme celles de la forêt de Banbanrafi, l'inventaire des ressources, après une 1^{ère} rotation d'exploitation, montre une réduction de la dimension moyenne des tiges, alors que le volume de bois sur pied est globalement le même. L'exploitation de la forêt en taillis fureté a donc augmenté la production naturelle de la forêt mais a réparti le volume sur un plus grand nombre de tiges. Au niveau des normes techniques d'exploitation, le fait d'avoir du bois de taille moyenne après une 1^{ère} rotation a conduit l'équipe à allonger la durée de la rotation pour avoir en fin de 2^{nde} rotation des bois moyens de plus gros diamètre. En modifiant la durée de la rotation, il s'est avéré nécessaire de refaire un parcellaire plus large pour obtenir des exploitables pendant trois(3) ans.

Cette façon d'organiser la coupe à l'intérieur d'un bloc triennal permettra de surmonter les difficultés liées non seulement à la taille du bois mais aussi aux conditions d'insécurité alimentaire. Les ressources forestières étant un système recours en cas de mauvaise récolte, cela donnerait aux populations riveraines de la forêt une certaine marge de manœuvre pour des prélèvements supplémentaires en fonction des années pluviométriques ; sachant que le principe d'exploitation est basé sur une exploitation par volume et par contenance pour assurer un revenu régulier aux populations.

Ainsi, pour augmenter le volume moyen sur pied/ha et prendre en compte les risques liés certains biais de prélèvement notamment *la variabilité climatique, une marge supplémentaire de 20% à 50%* (variable en fonction du type de forêts) a été prise dans l'évaluation du quota.

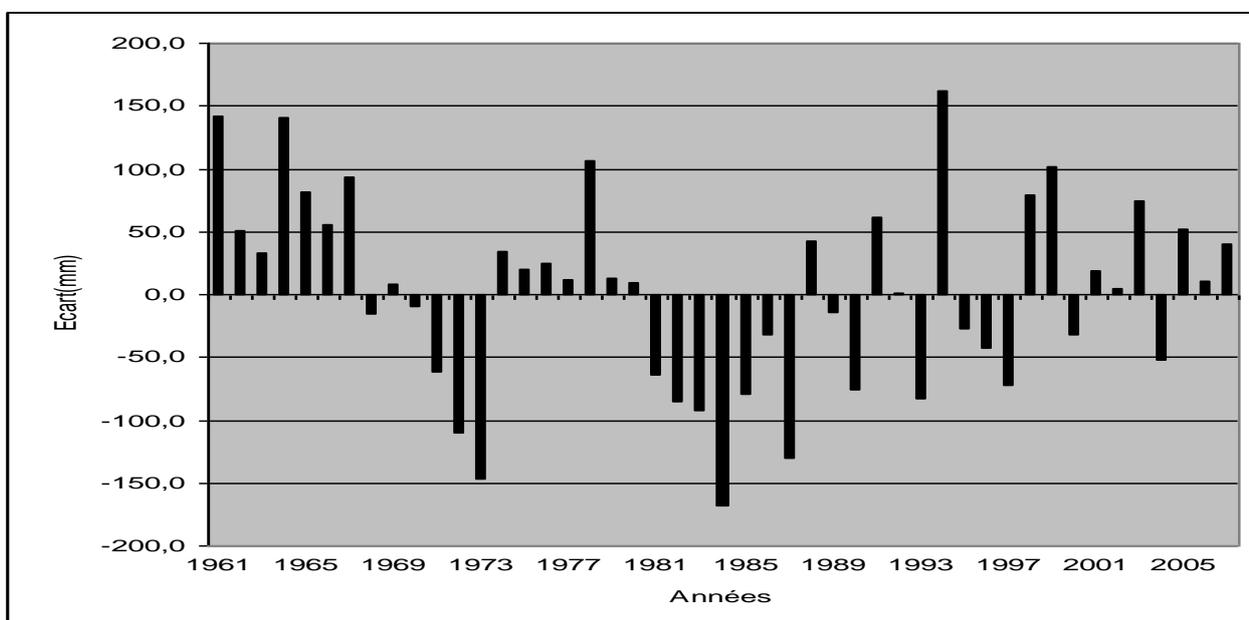
4.3/ Vulnérabilité du secteur forestier aux facteurs climatiques

4.3.1/ Création du scénario de référence

4.3.1.1/ Tendances et variabilité pluviométriques et hydriques évoluant sur les différentes formations forestières

L'analyse des anomalies de la pluviométrie au niveau de 59 stations météos réparties sur le territoire national, fait apparaître une tendance à un assèchement climatique qui se caractérise par la baisse globale des précipitations de 1950 à 1990 (figure n°10). De 1990 à 2007, on constate une relative humidification du climat. A partir de la figure n°10 ci-dessous, on peut constater des déficits pluviométriques entre 1969 et 1975, entre 1981 et 1987 et de façon sporadique de 1991 à 2003. Ce déficit hydrique consiste soit en un raccourcissement de la saison des pluies à cause d'un début tardif et d'une fin précoce, soit une tendance à la baisse des précipitations et/ou un déplacement sensible des isohyètes vers le sud. Ces variations pluviométriques influencent inexorablement le fonctionnement des écosystèmes forestiers en agissant sur la dynamique hydrique de surface et dans le sol.

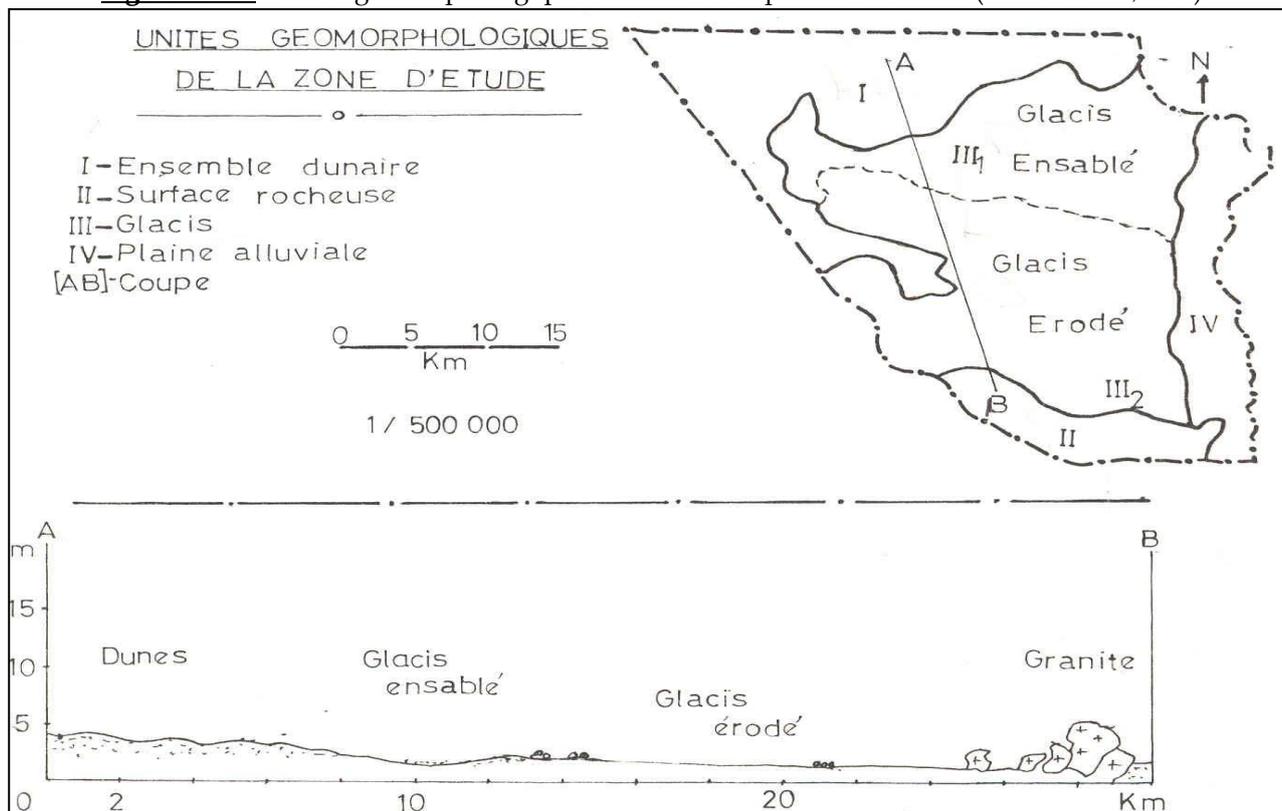
Figure n°10 : Anomalies moyennes annuelles de la pluviométrie période 1961 à 2007 au niveau des 59 stations du Niger (Source : DNM, 2010)



- *Cas des formations forestières sur plaine sableuse* : le fonctionnement hydrique de surface dominant les formations forestières de plaines sableuses comme celle de Babanrafi semble commandé par des mécanismes morphogénétiques dus aux actions cumulées du vent et des précipitations qui modèlent les unités de paysage : ensemble dunaire, glacis ensablé, glacis érodé. La redistribution et le dépôt des matériaux superficiels, la formation de croûtes d'érosion qui glacent le sol, l'infiltration dans les petites dépressions et les vals, et le ruissellement sur les talus ne sont que des résultats de ces mécanismes. Par conséquent, l'état de la végétation ligneuse et herbacée, son organisation spatiale et sa distribution dans chaque station sont liées à la géomorphologie qui semble être le facteur déterminant dans la formation des faciès de végétation. La géomorphologie détermine aussi les dynamiques de dépôt des particules solides ainsi que celles des eaux de ruissellement vers des zones bien spécifiques de production végétale. Sur la base des premiers résultats de la recherche d'accompagnement du PAFN, il semblerait que la végétation ait suivi un rythme d'adaptation parallèle aux évolutions géologique et climatique (déficits pluviométriques périodiques). Celui-ci s'est traduit par une réduction du recouvrement

suite à des mortalités de la végétation dans les zones à faible infiltration et d'autre part des dynamiques de colonisation située en aval des zones d'accumulation de l'eau de ruissellement provenant des zones nues qui jouent le rôle d'impluvium (talus).

Figure n°11 : Unités géomorphologiques des forêts sur plaines sableuses (Source : Ichaou, 2003)



Ainsi, en fonction des principales caractéristiques locales de la géomorphologie : pente, nature du sol, état de la surface du sol, texture de l'horizon de surface et profondeur du sol, se déterminent des gradients d'aptitudes spécifiques des unités morpho-pédologiques et d'accroissement de la végétation : perméabilité, capacité de stockage de l'eau, développement de croûtes pelliculaires superficielles.

- **Cas des formations forestières des bas-fonds :** D'un point de vue pratique, les bas-fonds correspondent aux fonds de petites vallées, pas très encaissées, allongées, inondées régulièrement en saison des pluies ou parcourues par de petits marigots à écoulement irrégulier et temporaire. Les marigots diffèrent sensiblement des véritables cours d'eau, en ce sens qu'après la saison des pluies, ils ne sont souvent matérialisés que par une suite de mares qui tarissent lentement au cours de la saison sèche. A ce titre, les bas-fonds constituent des modèles de représentation du réseau hydrographique des grandes surfaces d'aplanissement, d'altitude modeste et de relief peu contrasté.

Selon que l'on se situe dans les zones de tête de bas-fond, en amont et/ou en aval, les stations écologiques des bas-fonds sont nettement différentes sur le plan du fonctionnement hydrique. Les stations écologiques des têtes de bas-fond correspondent généralement aux stations écologiques les plus sèches, celles se situant en amont du bas-fond aux stations écologiques semi-humides et celles en aval aux stations écologiques humides.

A partir de ce processus la végétation s'adapte aux conditions locales en réduisant d'une part son recouvrement dans les zones à faible infiltration et d'autre part en amorçant des dynamiques de colonisation en aval des zones de décantation de l'eau provenant des zones nues qui jouent le rôle d'impluvium (talus).

- *Cas des formations forestières des plateaux* : L'organisation du couvert végétal observée dans le complexe forestier des formations de plateau types brousse tigrée ou brousse tachetée, sa distribution et son évolution sont une réponse à l'infiltration différentielle dans l'espace de l'eau de ruissellement. La structuration de la végétation est en fait commandée par l'interaction de plusieurs processus : endurcissement superficiel du sol, dégradation du couvert végétal, déclenchement du ruissellement, transfert horizontaux de l'eau de pluie, dépôt de particules, infiltration privilégiée dans certaines zones et développement de la végétation dans d'autres (Ichaou, 2003). A long terme, on aboutit à une discontinuité de la végétation jusqu'à atteindre un certain équilibre entre la géomorphologie, les ressources hydriques et la végétation.

Le fonctionnement et le bilan hydrique de cette formation forestière sèche ne dépendent pas seulement de la pluviométrie et de l'évapotranspiration potentielle enregistrée. Le bilan dépend au moins autant, sinon plus, de la géomorphologie et de la position topographique du site, c'est à dire de l'existence ou non d'un transfert d'eau par le ruissellement, du captage et de l'infiltration d'un supplément d'eau venant d'un espace nu voisin.

Il est aussi établi que les bandes de végétation migrent progressivement vers l'amont de la pente. La partie amont de la bande étant dans un front pionnier situé juste en aval d'une zone de sédimentation et d'un impluvium de ruissellement, le centre de la bande dans une phase de croissance et l'aval dans une phase de sénescence.

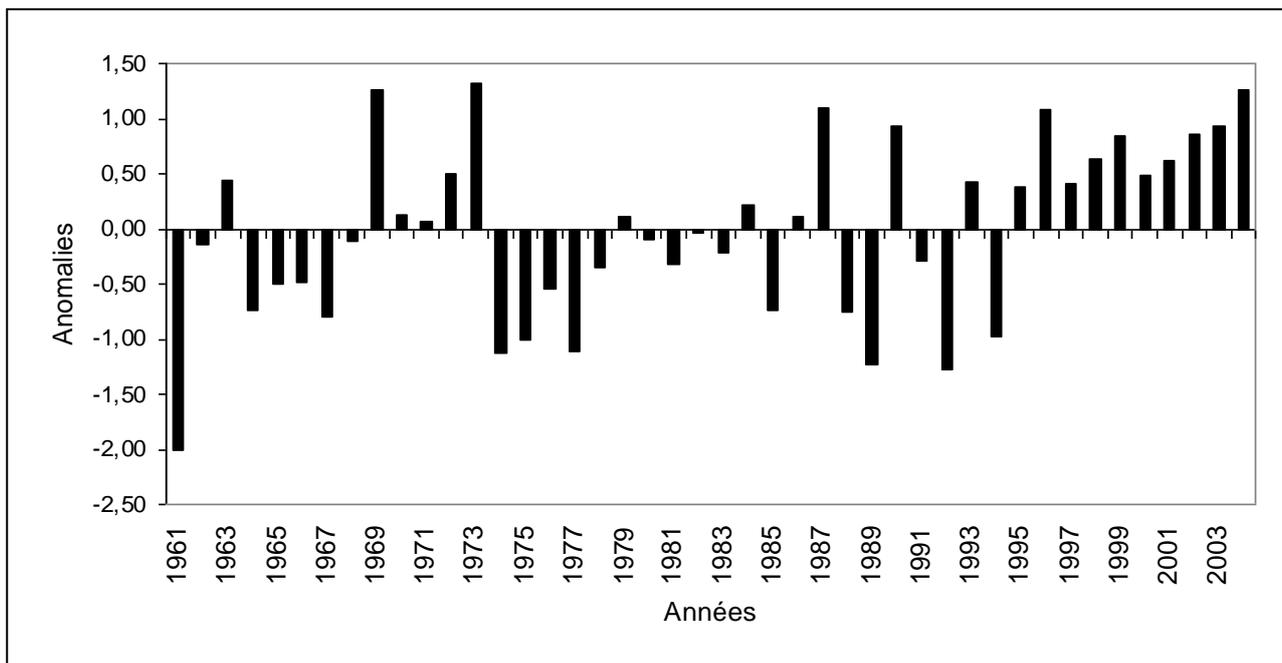
- *Cas des galeries forestières* : Ces formations forestières galeries sont spécifiques et n'ont pas fait l'objet de caractérisation ou d'étude détaillée au Niger. Les hypothèses formulées par Dr Ichaou, 2005, que nous rappelons ici porteraient à croire qu'elles résulteraient des modifications du cycle de l'eau dans le paysage. En effet, le déséquilibre dans la distribution spatiale de l'eau à l'échelle du paysage (versants d'un cours d'eau souffrant d'un déficit hydrique et vallées des affluents recevant l'excès d'eau), aurait des implications sur les dynamiques de croissance de cette formation forestière de galerie. Ainsi, la modification du cycle de l'eau à l'échelle du cadre physique global des bassins versants, s'accompagnerait toujours de phénomènes d'érosion hydrique et éolienne, et par conséquent d'une redistribution spatiale des matières transportées : transferts verticaux après infiltration (transport principalement sous forme dissoute), et transferts horizontaux grâce au ruissellement et au vent (transport de particules). Ainsi, le déséquilibre spatial en terme de ressources en eau s'accompagne d'un déséquilibre en terme de ressources végétales, sol et fertilité. Dans ce contexte, le transfert amont-aval de l'eau et de matières des versants, peut être bénéfique ou contraignant pour la dynamique et le fonctionnement de la végétation ligneuse.

L'approche géomorphologique a permis également d'identifier et de caractériser les principales stations écologiques et les faciès de végétation correspondants. L'analyse des informations recueillies dans les points d'observation permet de comprendre que l'organisation spatiale et la distribution des ligneux est fonction des stations écologiques différenciées selon les unités géomorphologiques qui s'organisent latéralement au sens d'écoulement du cours d'eau en : glacis-amont, glacis-aval, berge et lit.

4.3.1.2/ Tendances et variabilité des températures sur l'évolution des différentes formations forestières

L'analyse des anomalies réduites de la température a été à la figure n°12 ci-dessous établies sur la base des données des températures maximales de 13 stations de 1961 à 2004 ; D'après cette figure, il y a une tendance à la hausse des températures maximales et minimales de 1986 à 2004. Ce rehaussement de la température aura sans doute pour effet d'accroître le taux d'évapotranspiration potentielle et l'accélération de l'assèchement climatique.

Figure n°12 : Anomalies moyennes annuelles de la température maximale période 1961-2004 au niveau de 59 stations du Niger (Source : PANA, 2006)



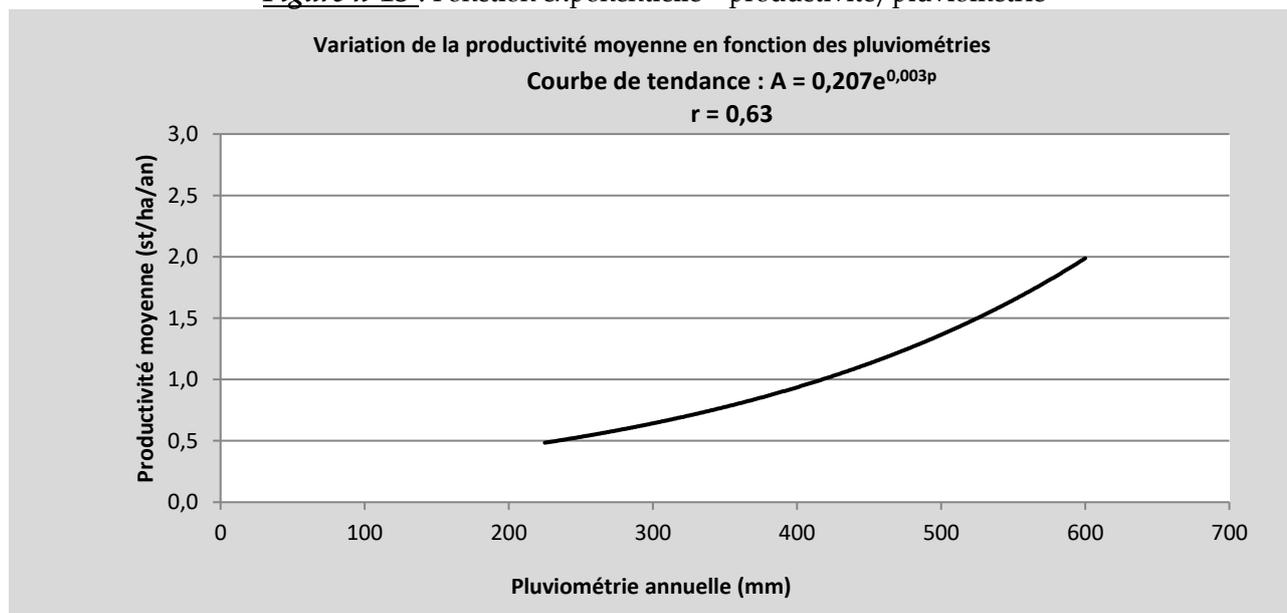
4.3.1.3/Modèle unidimensionnel sur l'accroissement des formations forestières

Le modèle mathématique de Clément (1982) permet de simuler la productivité de forêts en fonction des pluviométries moyennes annuelles. Ce modèle a surtout été développé sur les forêts humides équatoriales et subtropicales.

Sur la base des observations réalisées par l'INRAN dans le cadre des recherches financées par le PAFN (voir tableau en annexe), ce modèle a été développé pour les formations forestières du Niger. Ce modèle permet de simuler l'accroissement des forêts en fonction des facteurs climatiques (pluviométrie et température).

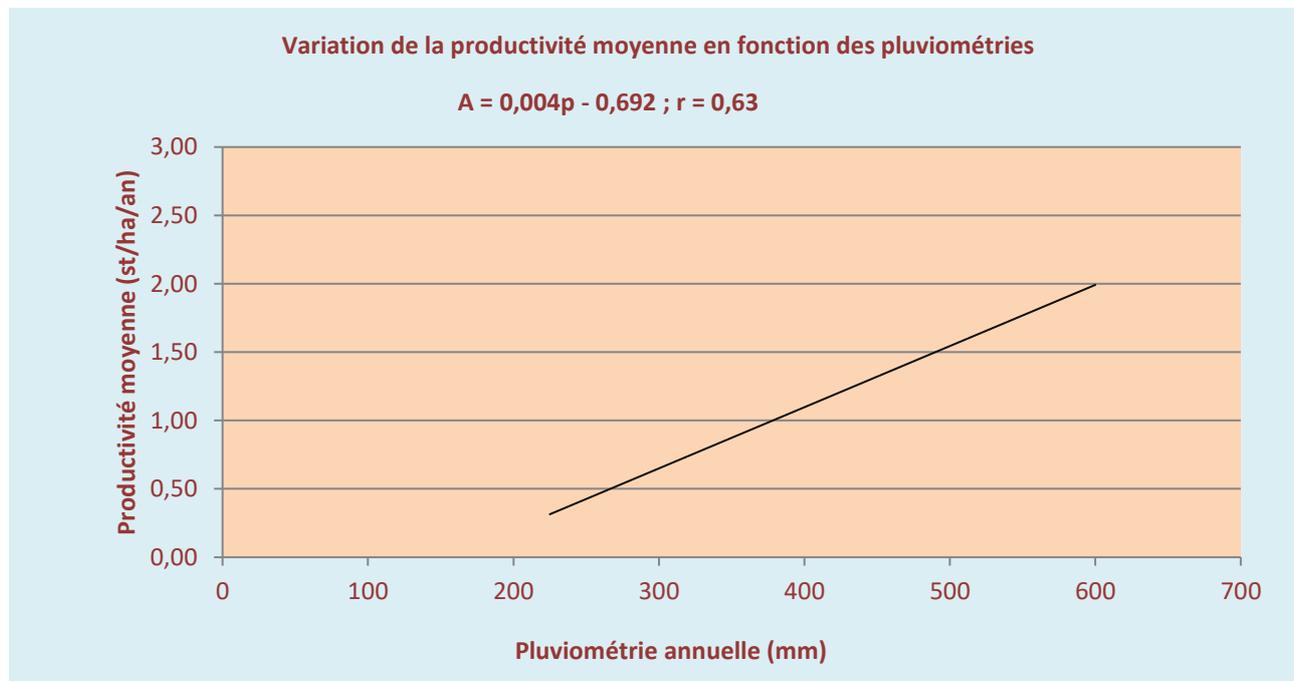
- *Accroissement des forêts en fonction de la pluviométrie moyenne annuelle :*

Figure n°13 : Fonction exponentielle - productivité/pluviométrie



L'équation exponentielle : $A = 0,207e^{0,003p}$, (figure n°13) donne la variation de productivité (A en stère/ha/an) des forêts naturelles en fonction de la pluviométrie annuelle relative (P en mm). Elle a été établie à partir des observations données dans le tableau n°1. Les pluviométries annuelles prise en compte correspondent à la quantité des pluies observées au niveau de la station synoptique la plus proche du point de vue climat. Elles correspondent également à la moyenne des années qui précèdent l'observation pour deux rotations.

Figure n°14 : Fonction linéaire - productivité/pluviométrie

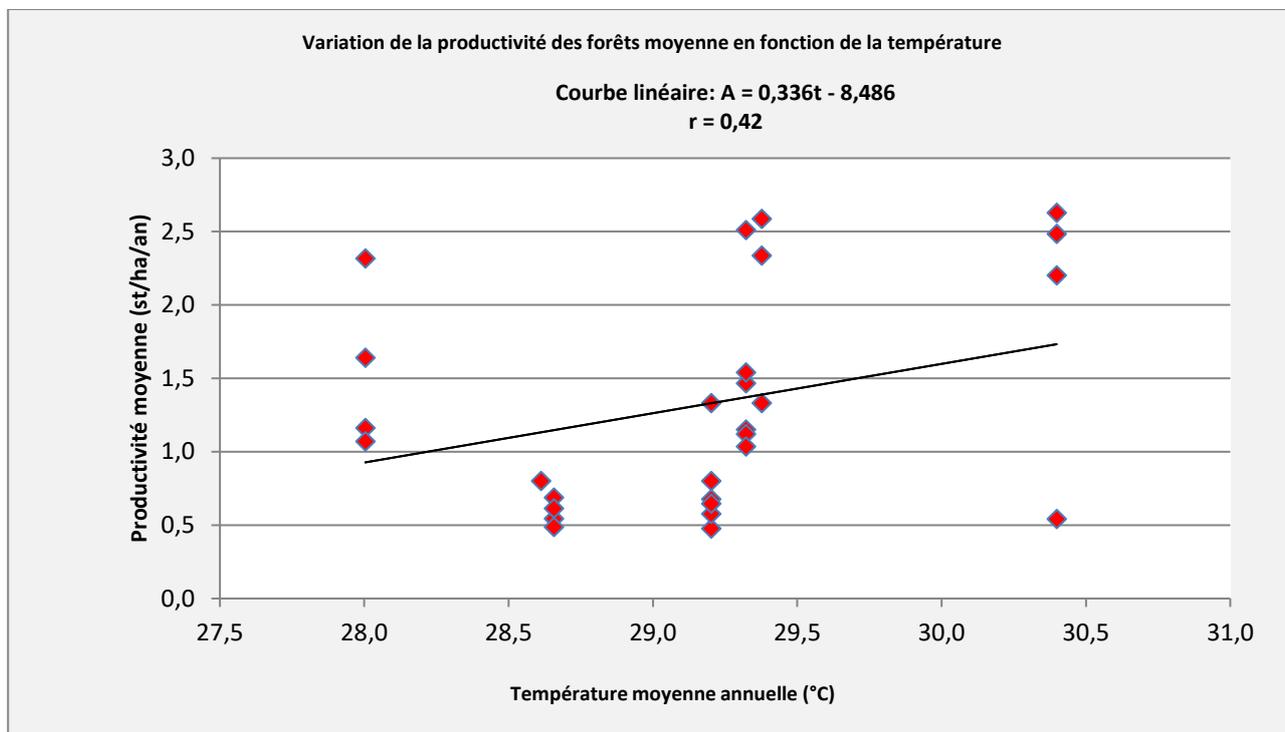


L'équation linéaire : $A = 0,004p - 0,692$, (figure n°14) donne la variation de productivité (A en stère/ha/an) des forêts naturelles en fonction de la pluviométrie annuelle relative (P en mm). En observant cette équation, on constate une tendance et un comportement en apparence aléatoire dans la fonction linéaire. L'accroissement annuel est inférieur à zéro lorsque les précipitations annuelles sont inférieures à 172 mm. Pouvons-nous considérer cette limite comme étant une valeur critique ? En l'absence de preuve scientifique et de mesures fiables, nous ne pouvons prédire un tel système.

En comparaison les deux formes de simulation, on peut conclure qu'il est plus significatif de considérer la fonction exponentielle. La complexité provient du fait que la plupart des systèmes environnementaux ou biologiques sont essentiellement non-linéaires compte tenue des fluctuations liées à divers facteurs. Une équation non-linéaire permettrait de corriger certaines variations extrêmes celles-ci engendrée par exemple dans le cas de l'estimation des productions au niveau des faciès en amont et en aval des formations forestières des bas-fonds, des « dakassa » et « Tsaouni » en formations forestières des plaines sableuses, des brousses diffuses ou en ilot dans le cas des formations mixtes. Ainsi, les rythmes de croissance végétative de nos formations forestières suivraient une forme exponentielle et ont des similitudes avec la variabilité pluviométrique donc avec la disponibilité hydrique.

- Accroissement des forêts en fonction de température :

Figure n°15 : Fonction linéaire – productivité/température



A partir des observations représentées par la figure n°15 ci-dessus, on peut dire qu'il n'existe de corrélation significative entre la température et la productivité des forêts. Pour le même type de formation forestière et pour la même température, la productivité peut varier du simple au double et dépend surtout de l'influence d'autres facteurs tels que le type de sol, la facilité de mobilisation des ressources hydriques etc. Ainsi par exemple dans le cas des formations contractées des plateaux à Marigouna – Bella et à Filingué qui évoluent dans des températures journalières moyennes annuelles entre 29,20°C et 29,32°C, la productivité peut varier entre 0,5 à 2,7 st/ha/an. Il en est de même pour les formations des plaines sableuses qui évoluent à des températures moyennes de 28°C et les forêts galeries du Dallol qui évoluent à des températures moyennes de 30,4°C.

Néanmoins, cette tendance montre très clairement le comportement des différentes formations forestières en fonction des variabilités de la température. Les températures moyennes journalières variant entre 27,5°C et 31°C en fonction des zones, nous pouvons situer les conditions d'évolutions des différentes formations forestières. Cependant, nous ne pouvons pas affirmer que la température n'a pas d'influence sur la productivité des formations forestières.

L'influence de la variabilité des températures se manifeste sur les formations forestières dans des conditions très particulières. Certaines espèces sont sensibles à de faibles écarts de la température moyenne et peuvent réagir lorsque les seuils de température dépassent ± 1 °C. Pour les espèces sahéniennes, les conditions de leur évolution très particulières leur permettent de supporter des variations de température extrême lors la disponibilité en eau du sous sol est assurée. Le système racinaire pivotant permet aux espèces d'atteindre le niveau de la nappe phréatique dès leur jeune âge. Aussi, la perte des feuilles en saison sèche et chaude réduit la transpiration et permet à la plante de résister.

Mais le réchauffement climatique affecte significativement les peuplements sénescents en fin de cycle de croissance ou très particulièrement lors des conditions de stress hydrique très prolongé ne permettant pas de restaurer la nappe phréatique. Dans ces deux cas, beaucoup d'espèces forestières sahéliennes sont sensibles à des écarts de la température moyenne et peuvent mourir lorsque les seuils de température augmentent. C'est ce qui explique la disparition de certains peuplements au nord dans les régions de Tillabéri, Zinder et Diffa. Les réchauffements climatiques pourraient affecter entre 15% et 65% des forêts au Niger suite à une mortalité importante des arbres comme dans le cas suivants :

- la mort sur pied d'espèces et peuplements forestiers dans la forêt de Mounouk (60.000 ha) ;
- la disparition de certaines espèces (Acacia sp, Commiphora africana et Balanites aegyptiaca) de leurs zones de répartition et leur remplacement par d'autres (Leptadenia pyrotechnica) à couverture moins importante dans la région de Gouré à la suite de la sécheresse de 1984 ;
- la concentration de certaines espèces (exemple Acacia leata), autrefois plus répandues, dans des micro-habitats (forêts de dépression) ;
- des perturbations dans la croissance des peuplements (productivité).

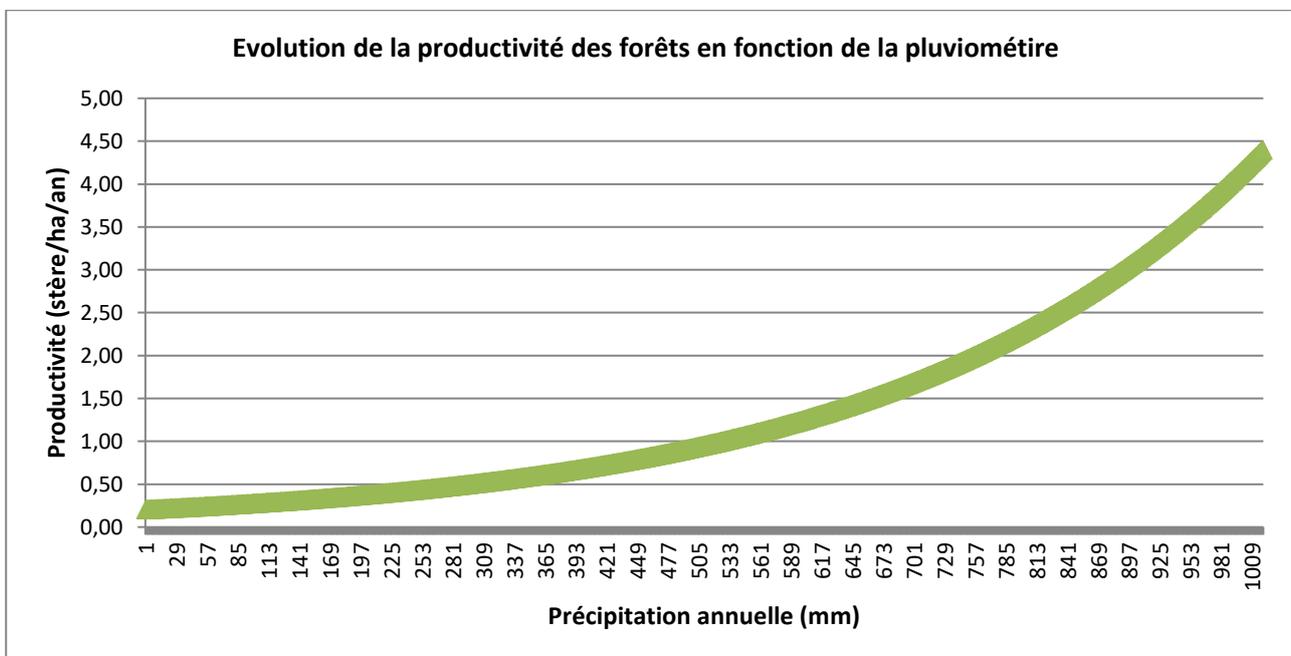
4.3.1.4/ Modèle multidimensionnel sur l'accroissement des formations forestières

Le modèle unidimensionnel simule l'équation avec un seul paramètre. Dans le modèle bidimensionnel, on peut croiser les autres facteurs climatiques (évapotranspiration, ensoleillement, nombre de jours de pluies etc.) et introduire les facteurs géomorphologiques (latitude, pente, paramètres du sol etc.). Ce modèle ajoute un degré de complexité supplémentaire et rend l'analyse plus cohérente et plus objective.

Pour ce type de modèle, nous ne disposons pas de données nous permettant de faire cette analyse.

4.3.2/ Simulations

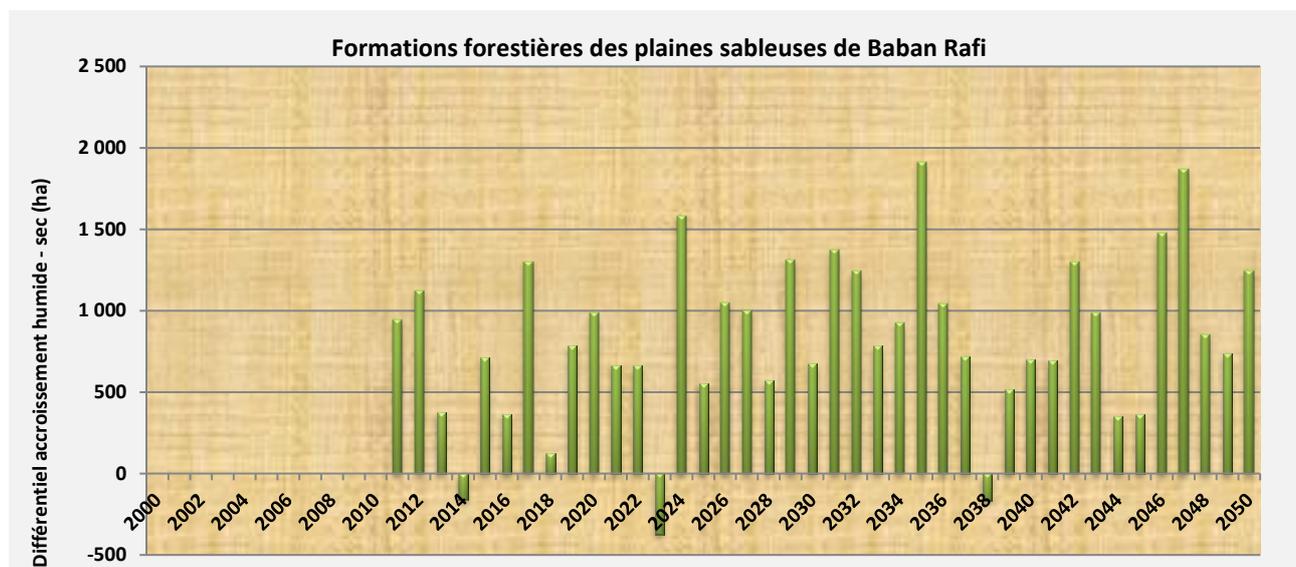
Figure n°16 : Courbe générale des tendances



La figure n°16 ci-dessus donne une simulation générale sur la productivité (A en stère/ha/an) des forêts en fonction de la pluviométrie (p en mm) par application de la courbe de tendance $A=0,207e^{0,003p}$ valable pour tous les types de forêts.

4.3.2.1/ Cas de la forêt de Banban Rafi

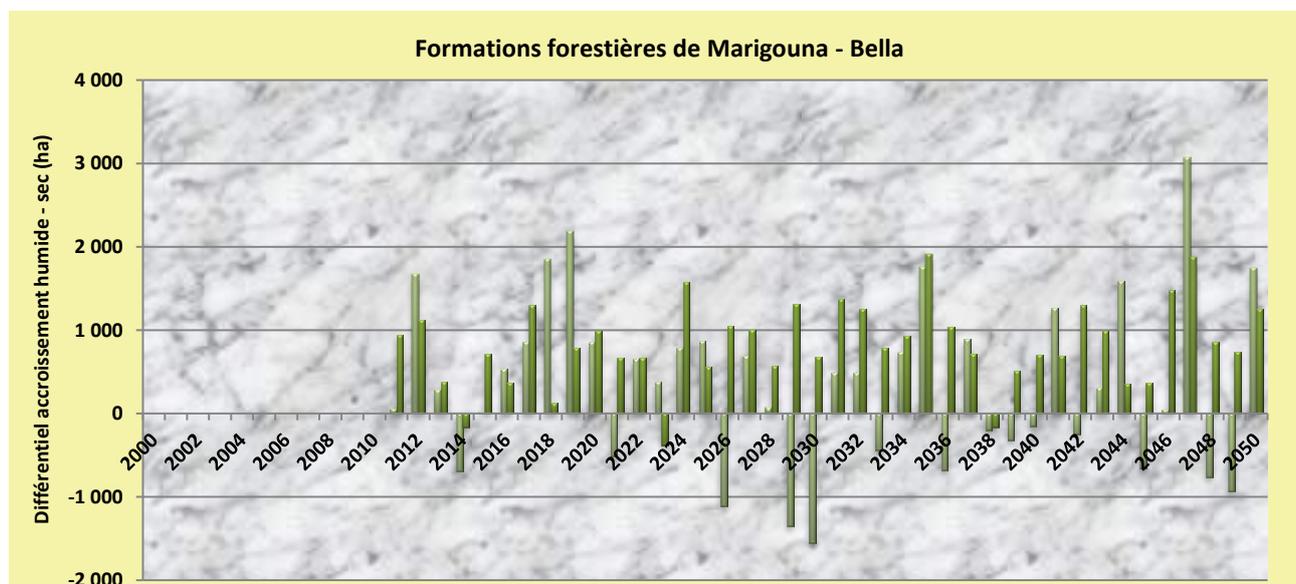
Figure n°17 : Anomalie d'accroissement de superficie entre scénario humide et sec pour la forêt de Banban Rafi (51.826 ha)



La superficie initiale de la forêt de Banbanrafi est d'environ de 51.826 ha en 2010. La mise en place des facteurs favorables à l'humidification des conditions climatiques du milieu engendrait une augmentation annuelle moyenne de 2.430 ha entre 2010 et 2050 sans tenir compte des facteurs anthropiques. Dans les conditions d'aridité du climat, l'augmentation moyenne annuelle des superficies serait de 1.620 ha. Ce qui entraîne une perte moyenne annuelle de plus de 800 ha pour la seule forêt de Banbanrafi soit environ 1,56%.

4.3.2.2/ Cas de la forêt de Marigouna - Bella

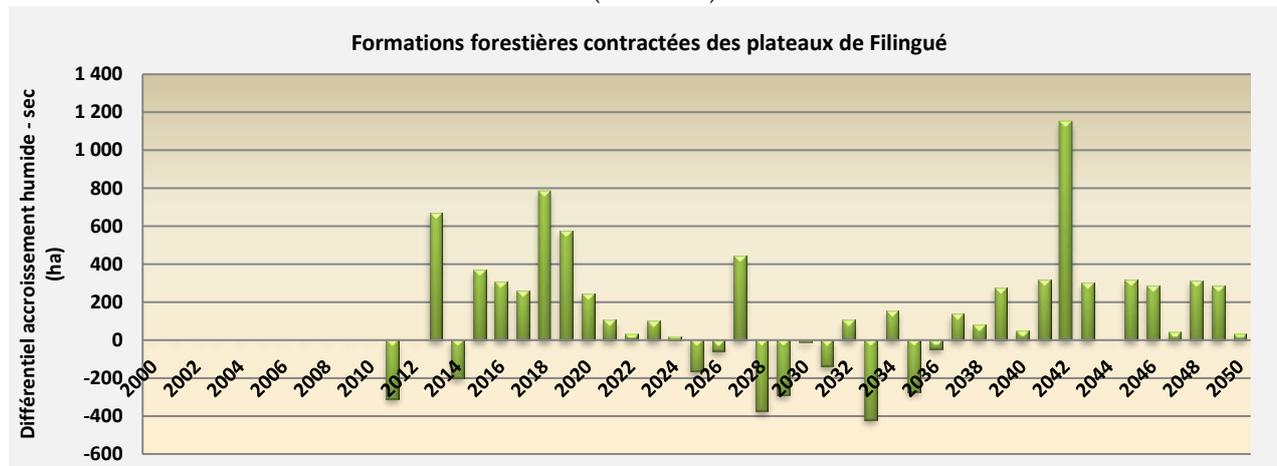
Figure n°18 : Anomalie d'accroissement de superficie entre scénario humide et sec pour la forêt de Marigouna Bella (140.000 ha)



La superficie initiale de la forêt de Marigouna - Bella est d'environ de 140.000 ha en 2010. La mise en place des facteurs favorables à l'humidification des conditions climatiques du milieu engendrait une augmentation annuelle moyenne de 2.040 ha entre 2010 et 2050 sans tenir compte des facteurs anthropiques contre 1.310 ha dans les conditions d'aridité du climat. Ce qui entraîne une perte moyenne annuelle de plus de 353 ha pour la seule forêt de Marigouna - Bella soit environ 0,25%.

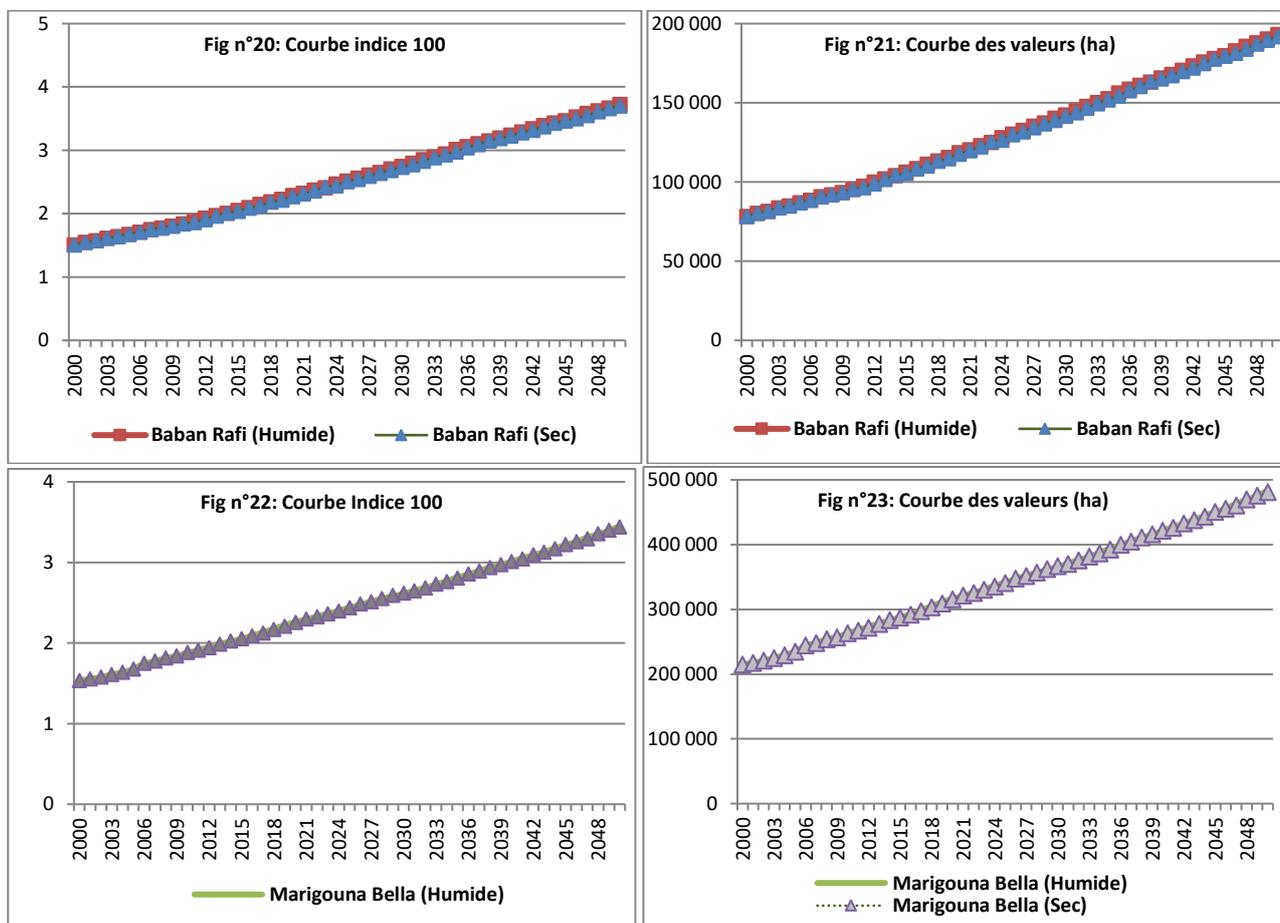
4.3.2.3/ Cas des formations forestières contractées des plateaux de Filingué

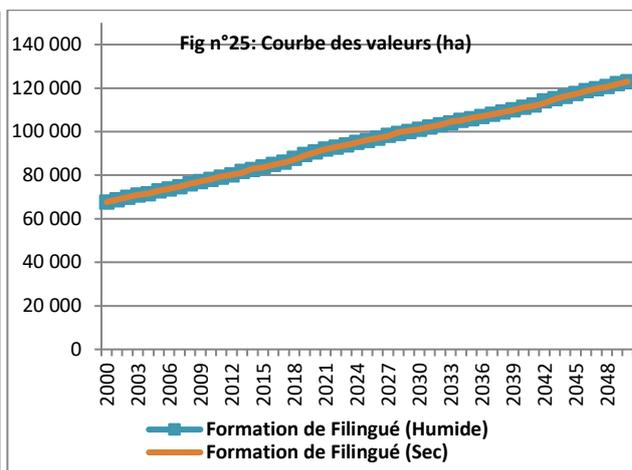
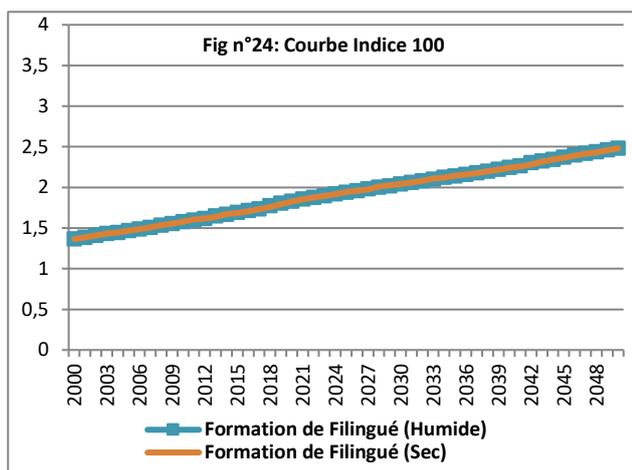
Figure n°19 : Anomalie d'accroissement de superficie entre scénario humide et sec pour la forêt de Filingué (49.576 ha)



La superficie initiale de la forêt des plateaux de Filingué est d'environ de 49.576 ha en 2010. La mise en place des facteurs favorables à l'humidification des conditions climatiques du milieu engendrait une augmentation annuelle moyenne de 1.171 ha entre 2010 et 2050 sans tenir compte des facteurs anthropiques contre 1.031 ha dans les conditions d'aridité du climat. Ce qui entraîne une perte moyenne annuelle de plus de 134 ha pour la seule forêt de des plateaux de Filingué soit environ 0,27%.

4.3.2.4/ Evolution des superficies forestières en fonction du scénario sec et humide





Les figures n°20 à 25 donnent une projection de l'évolution des superficies par formation forestière de 2000 à 2050 en fonction des scénarii sec et humide. On constate que quelque soit le type de scénario, les formations forestières continuent à croître pourvu qu'il est un minimum de pluviométrie. Les représentations illustrées au niveau des figures n°17 à 19 donnent des situations plus significatives puisqu'elles montrent les anomalies qui peuvent intervenir au cours de la période 2000 à 2050 en fonction des conditions d'aridité ou d'humidification du climat sur les formations forestières.

Cette comparaison prouve également que l'accroissement des formations forestières n'est pas influencé par d'autres paramètres d'aridité du climat comme les variations des températures, d'ETP et d'humidité relative de l'air. La durée de vie des espèces forestières sahéniennes pouvant allée de 100 à 250 ans, beaucoup d'espèces développent des caractères d'adaptation aux changements climatiques comme par exemple la perte des feuilles pendant les périodes sèches et d'ensoleillement et les systèmes racinaires pivotant permettant l'accès de l'arbre aux nappes phréatiques superficielles.

Si l'on prend en compte le facteur pluviométrique, en réalité, l'organisation de la végétation, sa distribution et son évolution seraient une réponse à l'infiltration différentielle de l'eau de ruissellement, d'où une discontinuité de la végétation dans l'espace. Dans tous les cas, le fonctionnement hydrique des formations forestières est en fait régi par une quantité annuelle d'eau totale disponible qui dépend en gros de la topographie de la station, de l'existence ou non d'un transfert d'eau par le ruissellement, du captage et de l'infiltration du supplément d'eau venant d'un espace nu voisin (Ichaou A., 2003 et 2004).

Les mesures complémentaires dans les forêts villageoises tests, des états de surface et des caractéristiques des bandes et inter-bandes effectuées au cours de la mission permettent de faire correspondre aux trois faciès des taux d'efficacité de récolte d'un supplément d'eau de ruissellement estimé à :

- Environ 64% (+/- 14) des pluies tombées annuellement en brousse linéaire (F1) ;
- Environ 49% (+/- 11) des pluies tombées annuellement en brousse mixte (F2) ;
- Environ 28% (+/- 19) des pluies tombées annuellement en brousse diffuse (F3).

Cette approche de calcul permet de justifier que ces massifs forestiers de part leur fonctionnement hydrique évoluent dans des conditions écologiques plus favorables qu'elles ne le paraissent. *Il faut donc tenir compte de la variabilité des niveaux d'eau reçu selon les faciès pour savoir quelle est la quantité de produite.*

Pour le cas par exemple de la forêt de Marigouna Bella, la station synoptique de référence est celle de Dosso. La moyenne annuelle de pluie tombée entre 1955 et 2000 est de 568 mm. En appliquant ces taux, on arrive à une moyenne de pluie tombée qui se situe théoriquement par faciès à :

- 932 mm/an pour le F1 : brousse linéaire ;
- 846 mm/an pour le F2 : brousse mixte ;
- 727 mm/an pour le F3 : savanes et brousses diffuses.

4.4/ Contraintes du modèle

La modélisation à partir des facteurs climatiques ou anthropiques comme pour tout autre modèle exige la disponibilité des statistiques aussi détaillées possibles. Or la maîtrise de la dynamique des formations forestières exige la combinaison de plusieurs facteurs de même envergure que n'importe quelle espèce évoluant dans la nature. C'est pourquoi, les conditions de régénération des formations forestières nigériennes constituent à l'heure actuelle une très grande préoccupation. En effet, en l'absence de connaissances scientifiques suffisantes relative à leur dynamique, il est difficile de prévoir leur évolution. A l'étape actuelle, très peu de données existent et quelquefois incertaines du point de vue de leur fiabilité :

- A ce jour, la plus part des travaux de recherche ont porté sur le fonctionnement : dynamique, productivité et modes de régénération basée sur la caractérisation géomorphologique et les conditions édaphiques ;
- Il y a aussi un manque d'expériences et de données en ce qui concerne la réponse des différentes espèces forestières à la variation des facteurs climatiques ;
- Certains peuplements comme par exemple les formations de bas fonds et le parc agroforestiers sont très peu étudiés.

V/ MESURE D'ADAPTATION ET D'ATTENUATION DES IMPACTS

5.1/ Cas des formations forestières des bas fonds

L'avenir des types de peuplements est dirigé par approche conservatoire mettant ainsi en exergue les menaces climatiques et anthropiques.

Certains massifs sont relativement bien conservés avec, dans beaucoup de cas une régénération quasi-absente, des jeunes pousses étouffées et présentant des signes de vieillissement. A un certain âge certains arbres cessent de croître et il est fort probable que la forêt tend vers un dépérissement souvent accéléré par le stress hydrique. Il faudra attendre plusieurs années avant que la régénération enfin libérée de la concurrence des dominants n'enclenche une dynamique de reconstitution.

D'autres subissent des coupes anarchiques et de fortes pressions pastorales. Il y a destruction systématique des semis et des rejets, réduction de la surface des peuplements et menace sur la biodiversité. Le massif n'est pas aménagé, personne ne se sent responsable de la bonne gestion, les exploitants récoltent ce qu'ils veulent et où ils veulent, sans qu'un contrôle ne soit exercé. Ils procèdent souvent par coupe intensive ou, tout au moins, s'empressent d'exploiter le maximum d'arbres et les plus beaux sujets, sans laisser des semenciers pour assurer la régénération des surfaces exploitées. Les plantules, les recrues et les rejets déjà en place ne sont pas épargnés par la dent du bétail. Bien que la régénération par semis de certaines essences existe, celle-ci est limitée, sinon compromise. Et comme de toute façon le massif n'est pas protégé, les effets combinés des rares feux de brousse et du bétail et de la sécheresse auront tôt fait de détruire cette régénération. Il s'ensuit une disparition progressive des ligneux dominants qui d'ailleurs sont graduellement remplacés par d'autres moins productifs en bois. Lorsque ce cycle se prolonge, il conduira à la dégradation totale de la formation forestière.

Dans les contextes de bas-fonds, les caractéristiques hydriques à un rôle déterminant dans le choix des mesures d'adaptation et d'atténuation. De ce fait, la prise en compte de cette liaison étroite est une condition essentielle de la réussite d'actions de régénération et/ou de gestion durable des formations forestières de bas-fond.

La mise sous aménagement participatif constitue la solution idoine pour cette catégorie de peuplement. Les populations riveraines pourront veiller à la forêt et ne couperaient que peu d'arbres par respect de la nature ou aux prescriptions techniques du plan d'aménagement. Des éclaircis et des coupes d'assainissement pour pallier au vieillissement des espèces peuvent être opérés sur les vieux sujets. Ainsi le maintien du couvert est assuré avec la réduction de la concurrence hydrique ainsi que la préparation des lits de germination.

5.2/ Cas des formations forestières sur plaine sableuse et des plateaux

La variabilité climatique affecterait considérablement l'accroissement du peuplement si les conditions géomorphologiques dans lesquels ils évoluent ne favorisent pas le maintien de conditions hydriques prolongées leur permettant de surmonter la sécheresse. Avec en plus le vieillissement des peuplements, l'absence de la régénération, les coupes abusives et la pression pastorale forte, ces formations sont appelées à disparaître.

Dans les contextes des formations contractées des plateaux et de plaines sableuses, le facteur géomorphologique (étant le plus actif dans l'évolution du modelé et dans le fonctionnement biologique et hydrique des stations écologiques) constitue la plate-forme incontournable sur laquelle les méthodes de régénération ligneuse doivent s'appuyer.

Selon Ichaou A. (2003), les espèces dominantes des faciès de végétation des formations contractées des plateaux et plaines sableuses forment une communauté végétale qui résulte d'une adaptation

aux conditions écologiques locales. Cela suppose qu'en conditions normales et sous une gestion judicieuse, les espèces dominantes de ces faciès se maintiennent durablement. Il peut être admissible de croire alors que les problèmes que pose la régénération des ligneux dominants sont principalement causés par les pratiques d'exploitation qui perturbent leur stabilité. La capacité de ces écosystèmes forestiers à retourner à un état d'équilibre après une perturbation temporaire est caractéristique de la stabilité du système.

Il a été établi que les bandes de végétation migrent progressivement vers l'amont de la pente. La partie amont de la bande étant dans un front pionnier situé juste en aval d'une zone de sédimentation et d'un impluvium de ruissellement, le centre de la bande dans une phase de croissance et l'aval dans une phase de sénescence.

Ces constats permettent de définir le cadre général des interventions d'aménagement et de gestion de ces formations, en jouant sur les potentialités locales déterminées par des facteurs biophysiques bien identifiés. Il apparaît en particulier que le mode de contraction en bandes régulières accroît la production forestière et doit donc être respecté, voire favorisé lorsqu'il est rendu possible par les conditions édapho-climatiques. Ainsi, certains glacis et zones nues ne devraient pas être systématiquement considérés comme des espaces perdus qu'il faudrait à tout prix aménager, mais appréciés en termes de ressource spatiale (impluvium) dotée d'un fort pouvoir de correction écologique que la nature adopte pour compenser le déséquilibre conjoncturel hydrique.

L'analyse attentive des modèles actuels d'aménagement forestier des formations contractées de plateaux et formation des plaines sableuses porte à croire que la plupart des expériences de terrain n'ont pas tenu compte du fonctionnement écologique.

En effet, compte tenu des particularités du fonctionnement biologique et hydrique de ces écosystèmes, de l'urgence et de l'étendue des formations forestières à aménager ainsi que des rôles que doivent jouer les acteurs locaux, un modèle d'aménagement plus en phase des réalités écologiques et qui éviterait la détérioration continue des formations forestières doit être développé. Ce modèle d'aménagement doit tenir compte des directives ci-après :

- *Eviter les interventions qui aménagent systématiquement des zones nues en désaccord avec les règles édictées par l'équilibre écologique pour le respect du fonctionnement particulier de cette composante du milieu qui joue un rôle d'impluvium ;*
- *Eviter les perturbations de la structure des trois faciès qui semblent liées à la dégradation des impluviums par des phénomènes érosifs imputable à la prolifération de nombreuses pistes de véhicules et ayant pour conséquence la réduction des transferts hydriques que génèrent les zones nues et la perturbation des bilans hydriques particuliers à chaque faciès ;*
- *Respecter l'harmonie organisationnelle et fonctionnelle des faciès F1 et F2 (en zones nues et zones boisées) qui détermine un bilan hydrique plus favorable ; Ceci revient à dire que les zones nues des faciès F1 et F2 ne devraient pas être systématiquement considérées comme des espaces perdus qu'il faudrait à tout prix aménager, mais appréciés en termes de ressource spatiale (impluvium) dotée d'un fort pouvoir de correction écologique que la nature adopte pour compenser le déséquilibre conjoncturel hydrique. En revanche, dans l'objectif d'augmenter la couverture végétale, les espaces nus des savanes et des brousses diffuses peuvent être systématiquement aménagés mécaniquement ou par réactivation des processus biologiques ;*
- *Ne pas déséquilibrer la structure de peuplements des espèces ligneuses dominantes et accompagnatrices ;*
- *Respecter la typologie des stations écologiques pour mettre en œuvre sans erreur les directives et modalités de gestion, d'exploitation et de régénération des peuplements : le cadre géomorphologique de la forêt serait un indicateur pour déterminer la nature des travaux d'amélioration de la structure des sols, la récupération des espaces nus (par réactivation processus biologiques), le choix des types d'ouvrages anti érosifs et leur pertinence en fonction des stations écologiques et l'intensité des coupes en fonction des zones.*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ada L. (1992) : Étude des systèmes agroforestiers sous rônier (*Borassus aethiopum*) dans la région de Gaya (Niger). Mém. DSPU / ENGREF/CIHEAM. 109 pages. + annexes.
2. Ambouta K (1985) : Edaphologie de la brousse tigrée au Niger. Thèse de Doctorat de 3ème cycle. Université de Nancy I : 116 pages.
3. Ambouta JMK (1997) : Définition et caractérisation des structures de végétation contractée au sahel : cas de la brousse tigrée de l'ouest nigérien. JM d'Herbès , JM K. Ambouta, R. Peltier. Jhon Lobby Eurotext : 41 - 57.
4. Aubreville A (1936) : Les forêts de la colonie du Niger : extrait d'un rapport de mission au Niger et au Nigeria. Bull. Com. Et. Hist. Scient. A.A.F., 19, 1, 1 : 95 pages.
5. Ada L., (1986) : Estimation du potentiel en bois de feu des formations forestières situées dans un rayon de 100 km autour de Dosso et exemple d'utilisation des résultats. Rapport mém. de Maîtrise Fac. Agronomie / Université Abdou Moumouni : 43 pages.
6. Ali M. et L. ADA (1999) : les Ressources Forestières Naturelles et les Plantations Forestières au Niger. Rapport CE-FAO Programme Partenariat (1998 – 2000), 51 pages.
7. Ambouta JMK. (1997) : Définition et caractérisation des structures de végétation contractée au sahel : cas de la brousse tigrée de l'ouest nigérien. JM d'Herbès , JM K. Ambouta, R. Peltier. Jhon Lobby Eurotext : 41 - 57.
8. Attari B. (1997) : Le schéma directeur d'approvisionnement en bois de la ville de Niamey. Direction de l'Environnement. JM d'Herbès , JM K. Ambouta, R. Peltier. Jhon Lobby Eurotext : 25- 37.
9. Burillon G. (1990) : Dépouillement de l'inventaire des ressources ligneuses du massif de Diakindi. Projet Energie II, Volet Offre, Niamey. Niger.
10. CNEDD (1984) : L'engagement de Maradi sur la lutte contre la désertification. Maradi du 21 au 28 mai 1984 : 59 pages.
11. D'Herbès JM, Valentin C. et Thiéry JM. (1997) : La brousse tigrée au Niger : synthèse des connaissances acquises. Hypothèse sur la genèse et les facteurs déterminant les différentes structures contractées. JM d'Herbès , JM K. Ambouta, R. Peltier. Jhon Lobby Eurotext : 131 – 152.
12. Direction de l'Environnement (1998) : Bilan des Opérations de Reboisement de 1984 à 1996, 12 pages.
13. FAO (1996) : Projet Aménagement Intégré des Forêts Naturelles - Rapport préparatoire - 50 pages + cartes, appendices et annexes.
14. FAO (2001b) : Les produits forestiers non ligneux au Niger. Division de la politique et de la planification forestière. Rome, Bureau Régional pour l'Afrique, Accra. 70 pages.
15. FAO (2001a) : Régime fiscal forestier et dépenses de l'Etat en faveur du secteur forestier au Niger. Division de la politique et de la planification forestière, Rome, Bureau Régional pour l'Afrique, Accra, 40 pages.
16. Fournier F. et A. Sasson (1983) : Ecosystèmes forestiers d'Afrique. Recherche sur les ressources naturelles XIX. éd. ORSTOM - UNESCO : 473 pages.
17. Garba M (1984) : Contribution à l'étude de la flore et de la végétation des milieux aquatiques et des sols hydromorphes de l'ouest de la République du Niger, de la longitude de Dongondoutchi au fleuve Niger. Thèse de Docteur de spécialité.
18. Garba, M (1998) : Evaluation de la diversité biologique au Niger, thème : Inventaire de la flore et de la faune ; Rapport provisoire, 102 pages.
19. Gambo. S ; Hamadou. M. (1999) : Etude de vulnérabilité des formations forestières nigériennes aux changements climatiques - CNEDD ; Projet NER/97/G33/IG/99 ; 10 pages.
20. Heermans F.G. (1985) : L'expérience de Guesselbodi : étude sur la gestion des de forêts naturelles au Niger. Bois de feu Informations n°14 : 3 – 6.
21. Hélène Marchand, 2003 ; Aide mémoire de la mission sur les foyers améliorés et économie d'énergie pour le Groupement CIRAD-Forêt / Louis Berger AT du Projet d'aménagement des forêts naturelles (PAFN) au Niger, 14 juillet au 11 août 2003 ; 26 pages.
22. Ichaou A et JM d'Herbès (1997) : Productivité comparées des formations structurées dans le sahel nigérien. Conséquences pour la gestion forestière. JM d'Herbès , JM K. Ambouta, R. Peltier. Jhon Lobby Eurotext : 119 – 130 pages.
23. Ichaou A. (1995) : Etude de la productivité des formations forestières de brousse tigrée et de brousse diffuse : conséquences pour la gestion et la régénération de ces formations. Mém. IPR de Katibougou spécialité Eaux et Forêts : 161 pages.
24. Ichaou A. (1996) : Productivité de la brousse tigrée dans l'Ouest du Niger. Dip. DEA. Université de Ouagadougou.
25. Ichaou A. et Oubarakou B. (2003) : Massifs forestiers de Marigouna – Bela et zones adjacentes ; Directives pour l'Elaboration des Plans de Gestion des Forêts villageoises et leur Traduction Subséquente ; 70 pages.
26. Ichaou A. et Oubarakou B. (2003) : Validation des résultats de l'inventaire des massifs de Baban rafi nord & sud et directives pour l'actualisation des plans de gestion des 22 marches ruraux de Baban rafi sud ; 79 pages.

27. Ichaou A. (2004) ; La caractérisation des formations forestières de bas-fonds et de plaines sableuses ; un préalable pour une meilleure connaissance de leur dynamique de régénération ; 91 pages.
28. Ichaou A. et Oubarakou B. (2004) : Evaluation des ressources forestières de 17 terroirs villageois de Filingue, Dosso & Gaya : Résultats des inventaires, Quotas de bois-énergie et Directives de gestion ; 44 pages.
29. ICRAF (1994) : Les parcs agroforestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest : conclusions et recommandations du symposium international de Ouagadougou. Coordination du Réseau SALWA : 22 pages.
30. Iktam, A (1998) : Le parc Agroforestier à karité au sud-ouest du Niger : Cas des Arrondissements de Boboye et de Gaya. Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies d'Ecologie Tropicale. Option Végétale : Université de Cocody ; Abidjan, Côte d'Ivoire.
31. INS, (2008) ; Annuaire statistique du Niger – 2003 – 2008 ; Edition 2008, 124 pages.
32. INS, (2010) ; Annuaire statistique des cinquante ans d'indépendance du Niger.
33. Islamane M. (2000) ; Etude prospective du secteur forestier pour le Niger à l'horizon 2020 ; 44p.
34. ISSAKA ADAMOU OUNTENI, 1993 ; Les "parcs" agroforestiers au Niger ; état des connaissances et perspectives de recherches ; 91 pages.
35. James Alegria, John G. Heermans et Gregory Minnick (1986) : Système de sondage pour déterminer la quantité en bois de chauffe des Combrétacées dans la forêt classée de Guesselbodi (Kollo) Niger. Projet Planification et Utilisation des Sols et Forêts (P.U.S.F.) : 37 p.
36. Laminou A. M., Massalabi A et Maï Moussa K. A. (1997) : Etude de la dynamique des défrichements au Niger, Ministère de l'Agriculture et de l'élevage, Projet Gestion des Ressources Naturelles et Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement : 18 p + annexes.
37. Larwanou, M (2000) : Situation actuelle et étude socio-économique des parcs à *Prosopis africana* dans les arrondissements de Matameye et Magaria (sud-est du Niger) ; Document du projet. INRAN, 18 pages.
38. Larwanou, M (2005): Dynamique de la végétation dans le domaine sahélien de l'ouest nigérien suivant un gradient d'aridité : rôles des facteurs écologiques, sociaux et économiques ; Thèse de Doctorat, Univ. Niamey, 186P.
39. Lawali E.M (1999) : Le bois-énergie au Niger : connaissances actuelles et tendances ; Rapport FAO ; 44 pages.
40. Heermans F.G. (1985) : L'expérience de Guesselbodi : étude sur la gestion des forêts naturelles au Niger. Bois de feu Informations n°14 : 3 – 6.
41. Hélène Marchand, 2003 ; Aide mémoire de la mission sur les foyers améliorés et économie d'énergie pour le Groupement CIRAD-Forêt / Louis Berger AT du Projet d'aménagement des forêts naturelles (PAFN) au Niger, 14 juillet au 11 août 2003 ; 26 pages.
42. Ichaou A et JM d'Herbès (1997) : Productivité comparées des formations structurées dans le sahel nigérien. Conséquences pour la gestion forestière. JM d'Herbès , JM K. Ambouta, R. Peltier. Jhon Lobbey Eurotext : 119 – 130 pages.
43. Ichaou A. (1995) : Etude de la productivité des formations forestières de brousse tigrée et de brousse diffuse : conséquences pour la gestion et la régénération de ces formations. Mém. IPR de Katibougou spécialité Eaux et Forêts : 161 pages.
44. Ichaou A. (1996) : Productivité de la brousse tigrée dans l'Ouest du Niger. Dip. DEA. Université de Ouagadougou.
45. Ichaou A. et Oubarakou B. (2003) : Massifs forestiers de Marigouna – Bela et zones adjacentes ; Directives pour l'Elaboration des Plans de Gestion des Forêts villageoises et leur Traduction Subséquente ; 70 pages.
46. Ichaou A. et Oubarakou B. (2003) : Validation des résultats de l'inventaire des massifs de Baban rafi nord & sud et directives pour l'actualisation des plans de gestion des 22 marches ruraux de Baban rafi sud ; 79 pages.
47. Ichaou A. (2004) ; La caractérisation des formations forestières de bas-fonds et de plaines sableuses ; un préalable pour une meilleure connaissance de leur dynamique de régénération ; 91 pages.
48. Ichaou A. et Oubarakou B. (2004) : Evaluation des ressources forestières de 17 terroirs villageois de Filingue, Dosso & Gaya : Résultats des inventaires, Quotas de bois-énergie et Directives de gestion ; 44 pages.
49. ICRAF (1994) : Les parcs agroforestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest : conclusions et recommandations du symposium international de Ouagadougou. Coordination du Réseau SALWA : 22 pages.
50. Iktam, A (1998) : Le parc Agroforestier à karité au sud-ouest du Niger : Cas des Arrondissements de Boboye et de Gaya. Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies d'Ecologie Tropicale. Option Végétale : Université de Cocody ; Abidjan, Côte d'Ivoire.
51. INS, (2008) ; Annuaire statistique du Niger – 2003 – 2008 ; Edition 2008, 124 pages.
52. INS, (2010) ; Annuaire statistique des cinquante ans d'indépendance du Niger.
53. Islamane M. (2000) ; Etude prospective du secteur forestier pour le Niger à l'horizon 2020 ; 44p.
54. ISSAKA ADAMOU OUNTENI, 1993 ; Les "parcs" agroforestiers au Niger ; état des connaissances et perspectives de recherches ; 91 pages.

55. James Alegria, John G. Heermans et Gregory Minnick (1986) : Système de sondage pour déterminer la quantité en bois de chauffe des Combrétacées dans la forêt classée de Guesselbodi (Kollo) Niger. Projet Planification et Utilisation des Sols et Forêts (P.U.S.F.) : 37 p.
56. Laminou A. M., Massalabi A et Maï Moussa K. A. (1997) : Etude de la dynamique des défrichements au Niger, Ministère de l'Agriculture et de l'élevage, Projet Gestion des Ressources Naturelles et Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement : 18 p + annexes.
57. Larwanou, M (2000) : Situation actuelle et étude socio-économique des parcs à *Prosopis africana* dans les arrondissements de Matameye et Magaria (sud-est du Niger) ; Document du projet. INRAN, 18 pages.
58. Larwanou, M (2005): Dynamique de la végétation dans le domaine sahélien de l'ouest nigérien suivant un gradient d'aridité : rôles des facteurs écologiques, sociaux et économiques ; Thèse de Doctorat, Univ. Niamey, 186P.
59. Lawali E.M (1999) : Le bois-énergie au Niger : connaissances actuelles et tendances ; Rapport FAO ; 44 pages.
60. Luc D. de Madron et Ichaou A. (2002) ; Définition d'une méthodologie d'inventaire pour la doumeraie du Goulbi N'Kaba et la forêt de Marigouna Bella en vue de l'élaboration du contenu technique de leur aménagement ; 68 pages.
61. Mahamane A (1997) : Structure fonctionnement et dynamique des parcs agroforestiers dans l'Ouest du Niger. Thèse de Doctorat 3ème Cycle. Université de Ouagadougou : 213 pages.
62. Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Direction de l'Environnement / Direction de la Faune, Pêche et Pisciculture (1993) : Rapport annuel d'activités Campagne 1992 : 218 pages.
63. Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Direction de l'Environnement / Direction de la Faune, Pêche et Pisciculture (1994) : Rapport annuel d'activités Campagne 1993.
64. Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Direction de l'Environnement / Direction de la Faune, Pêche et Pisciculture (1995) : Rapport annuel d'activités Campagne 1994.
65. Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Direction de l'Environnement / Direction de la Faune, Pêche et Pisciculture (1996) : Rapport annuel d'activités Campagne 1995 : 83 pages.
66. Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Direction de l'Environnement / Direction de la Faune, Pêche et Pisciculture (1999) : Rapport annuel d'activités Campagne 1996 : 72 pages.
67. MH/E, WWF, UICN (1996) : La Réserve Naturelle Nationale de l'Aïr et du Ténéré (Niger) ; La Connaissance des Eléments du Milieu Naturel et Humain dans le Cadre d'Orientations pour un Aménagement et une Conservation Durables, 678 pages.
68. Projet Energie II - Energie Domestique (1991) : Schéma Directeur d'Approvisionnement en bois énergie de Niamey : 112 pages + annexes.
69. Projet Energie II – Energie domestique (1993) : Schéma Directeur d'Approvisionnement en bois énergie de Maradi ; 113 pages annexes.
70. Projet Energie II – Energie domestique (1993) : Schéma Directeur d'Approvisionnement en bois énergie de Zinder ; 112 pages + annexes.
71. PUSF (1986) : Document de politique de la forêt classée de Guesselbodi. Ministère de l'Hydraulique et l'Environnement, Direction de l'Environnement : 25 pages.
72. République du Niger (2003) : Actualisation de la contribution du secteur forêt et pêche à la formation du PIB. Cabinet du Premier Ministre, CNEDD ; 55 pages.
73. République du Niger, MH/E (1995) : Document de travail : Bilan diagnostic et perspectives sur les politiques et stratégies environnementales. Environnement et devenir du Niger : 57 pages.
74. République du Niger, MH/E (1990) : Projet Forestier IDA du Niger : Dix ans d'expérience, 32 pages.
75. République du Niger et Agence Japonaise de Coopération Internationale (1999) : Etude sur le Plan de Lutte Contre la Désertification dans le Département de Tillabéry (Niger). Rapport Principal, 46 pages + annexes.
76. République du Niger, FAO (1999) : Document de Projet Appui à la Relance de la Production et la Commercialisation de la Gomme Arabique au Niger, 12 pages.
77. République du Niger ; UMSO (1984) : Projet de Développement du Gommier – Acacia Sénégal ; 48 pages + annexes.
78. Saadou, M. (1990) : La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger. Thèse de Doctorat es- Sciences Naturelles – Université de Niamey, Niger. 395p. + annexes.
79. Saadou, M. (1998) : Stratégie Nationale de plan d'action. Diversité biologique ; SE/CNEDD. Projet NER/97/G31/A/1G/99 ; Niamey, Niger, 138 pages.
80. Seyni S. (1996) : Le parc National du "W" et ses zones périphériques, seule Réserve de la biosphère du Niger. Environnement.
81. Wata I. et Hamadou M. (1994) : Etude sur le Bilan Analytique des Expériences en Matière d'Aménagement des Forêts, 85 pages.
82. ZAKARI. M. (1990) : Expérience des Coopératives d'Exploitation Forestière de la Majjia ; 16 pages + annexes.

ANNEXES
