



UNE PLATE-FORME POUR LES ACTEURS DU SECTEUR FORESTIER EN AFRIQUE

VULNERABILITE DES SYSTEMES BIOPHYSIQUES ET SOCIO-ECONOMIQUES DES FORETS TROPICALES HUMIDES D'AFRIQUE CENTRALE ET OCCIDENTALE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



DOCUMENT DE TRAVAIL DU FORUM FORESTIER AFRICAIN

© African Forest Forum 2014. Tous droits réservés. African Forest Forum. Avenue, Gigiri. P.O. Box 30677-00100, Nairobi, Kenya. Tel: +254 20 722 4203. Fax: +254 20 722 4001. Site web: www.afforum.org

Photo de couverture: African Forest Forum

Citation: Muoghalu, I. J., 2012. Vulnérabilité des systèmes biophysiques et socio-économiques des forêts humides tropicales au changement climatique en Afrique centrale et occidentale. African Forest Forum. Working Paper Series, Vol. 2 (13). 45 pp.

Avertissement

Les terminologies utilisées et les données présentées dans cette publication ne sont en aucune manière l'expression d'une opinion quelconque de la part du Forum Forestier Africain sur le statut juridique ou les autorités de quelque pays, territoire ou région que ce soit, ou sur la délimitation de leurs frontières ou les limites de leur système économique ou de leur niveau de développement. Des extraits peuvent être reproduits sans autorisation, à condition que la source soit dûment citée. Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles du Forum Forestier Africain.

Traduit de l'Anglais par: New Alliance Publishers.

Vulnérabilité des systèmes biophysiques et socio-économiques des forêts tropicales humides d'Afrique centrale et occidentale au changement climatique

Muoghalu Ikechukwu Joseph

Table des matières

Liste des tableaux	iv
Résumé	vi
CHAPITRE 1 Introduction.....	1
CHAPITRE 2 Forêts tropicales humides en Afrique centrale et occidentale.....	4
Caractéristiques des forêts tropicales humides.....	4
Ampleur et dynamiques/tendances.....	4
Importance socio-Economique des forêts tropicales humides	5
Menaces sur les forêts tropicales humides	7
CHAPITRE 3 Aperçu sur le changement et la variabilité climatique	8
Définition et indicateurs.....	8
Vulnérabilité au changement climatique.....	9
CHAPITRE 4 Vulnérabilité et impacts du changement climatique	11
Ressources hydriques.....	11
Ressources cotières.....	12
Biodiversité et foresterie.....	13
Agriculture.....	15
Habitations et infrastructures	16
Santé humaine.....	17
CHAPITRE 5 Production de savoir et placettes d'échantillonnage permanentes.....	20
État des connaissances actuelles sur les changements climatiques et les forêts tropicales humides	20
Placettes d'échantillonnage permanentes.....	22
CHAPITRE 6 Conclusion	25
Références bibliographiques	27

Liste des tableaux

Tableau 1. Etendue des forêts tropicales humides en Afrique de l'Ouest et du Centre.....	6
Tableau 2. Informations générales sur les réserves naturelles et placettes d'échantillonnage permanentes.....	24

Sigles et abréviations

CCNUCC	Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques des Forêts
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IITA	Institut International d'Agriculture Tropicale
IRM	Institut des Ressources Mondiales
IUFRO	Union Internationale des Instituts de Recherches Forestières
NMA	Agence Météorologique Nigériane
PNUD	Programme de Développement des Nations Unies pour le Développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
REDD	Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation Ressources en Eau
TAR	Troisième rapport d'évaluation du GIEC
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'Education la Science et la Culture
ZCIT	Zone de Convergence Inter-Tropicale

Résumé

La forêt tropicale de l'Afrique représente 18% du total mondial et couvre plus de 3,6 millions de km² en Afrique occidentale, orientale et centrale. La majeure partie des forêts tropicales d'Afrique se trouvent dans les parties centrale et occidentale avec les forêts du Bassin du Congo abritant la plus grande étendue continue du reste de forêts tropicales humides (FTH) en Afrique et la deuxième plus grande au monde après la forêt amazonienne.

Les FTH d'Afrique centrale et occidentale sont caractérisées par une pluviosité annuelle de 1400 à 4000 mm et comprennent à de basses altitudes des forêts décidues humides et denses et à des altitudes plus élevées (> 900 m d'altitude) des forêts denses afromontagnardes.

Une grande partie des populations qui vivent dans les zones rurales dépendent largement des FTH pour leur subsistance et l'exportation de bois alors que les produits forestiers non ligneux génèrent des revenus, surtout dans les pays d'Afrique centrale et occidentale.

La grande étendue de FTH d'Afrique occidentale et centrale séquestre une grande partie du carbone du continent et la vulnérabilité générale des peuples et des économies fait de la sous-région, une zone sensible aux impacts du changement climatique. Cependant, par manque de précision des prévisions climatiques, il est difficile de prévoir avec exactitude les conditions futures du climat dans les sous-régions. Mais, il est toujours nécessaire d'examiner les effets probables du changement climatique sur les forêts et les populations qui dépendent des produits et services forestiers afin de mettre en place des stratégies d'adaptation appropriées.

Les données climatiques montrent que le continent africain est plus chaud qu'il ne l'était il y a 100 ans avec un réchauffement d'environ 0,7°C dans la majeure partie du continent au cours du 20ème siècle, une diminution des précipitations sur une grande partie du Sahel et une augmentation de la pluviométrie dans le centre-est de l'Afrique. Au cours de ce siècle, on s'attend à ce que cette tendance de réchauffement et ces changements de régimes de précipitations continuent avec une hausse du niveau de la mer et une fréquence accrue des événements climatiques extrêmes.

En Afrique centrale et occidentale, les changements de température et de régime pluviométrique vont modifier les conditions environnementales auxquelles les arbres des FTH sont adaptés et les exposeront à de nouveaux ravageurs et maladies. La riche biodiversité, dont une partie est concentrée dans plusieurs centres d'endémisme des FTH, est menacée d'extinction à cause des changements climatiques.

Les inondations accrues résultant des tempêtes, pluies torrentielles et de l'élévation du niveau de la mer, exposeront un grand nombre de personnes à la mort subite et aux blessures immédiates par suite de noyades, de maladies infectieuses et d'exposition aux substances toxiques. Elles affecteront également l'agriculture et occasionneront des dégâts aux propriétés et aux infrastructures, telles que les routes, les barrages et réseaux électrique et téléphonique.

Les prédictions de températures élevées et précipitations altérées risquent de nuire à l'agriculture en réduisant la productivité de plusieurs cultures des régions forestières humides et causer des maladies infectieuses. En outre, des températures élevées accélèrent la décomposition de la matière organique du sol. L'accroissement du dioxyde de carbone atmosphérique à travers son impact sur les cultures vivrières et sur l'altération de leur régime climatique aura des impacts plus sévères sur l'agriculture dans la région. Les changements spatio-temporels de température, de régime pluviométrique et de taux d'humidité qui devraient se produire sous les différents scénarii climatiques auront une incidence sur la biologie et l'écologie des vecteurs et hôtes intermédiaires et augmenteront par conséquent le risque de transmission de maladies telles que le paludisme, le choléra, la fièvre de la vallée du rift, la peste et d'autres maladies à transmission vectorielle.

L'impact futur attendu du changement climatique sur les ressources hydriques est susceptible de provoquer un accroissement du volume des eaux de ruissellement en Afrique centrale mais une baisse en Afrique occidentale et une évapotranspiration potentielle accrue qui conduiraient à une réduction des eaux souterraines et à des changements pluviométriques. L'évaporation accrue pourrait avoir des effets graves sur certains lacs et réservoirs, conduisant à leur assèchement complet dans plusieurs cas. L'élévation du niveau de la mer entraînera la pollution de la plupart des ressources en eau le long de la côte par l'intrusion de l'eau de mer.

La réduction de la quantité d'eau conduira à une réduction de l'eau disponible pour la croissance des arbres et forêts, conduisant à une baisse de la productivité forestière et des rendements, ce qui causera une réduction progressive du couvert forestier. Cette situation aura des conséquences de grande envergure sur les ménages qui dépendent des FTH en Afrique centrale et occidentale.

Ainsi, les connaissances actuelles indiquent-elles que les FTH sont ou seront affectées négativement par le changement climatique (changements dans la composition des espèces et des groupes fonctionnels, réduction de la productivité et de la résilience, impacts sur la biodiversité, santé humaine, agriculture, eau, développement socio-économique et moyens de subsistance).

En dépit de ce qui précède, il existe des incertitudes sur les résultats des facteurs interdépendants (augmentation de la température, variabilité des précipitations,

événements climatiques extrêmes, fertilisation de dioxyde de carbone et feux de brousse). Il est par conséquent nécessaire de générer plus de connaissances à travers le suivi des facteurs climatiques et de la phénologie des forêts ainsi que la croissance et la régénération des espèces ligneuses et de synthétiser des données de plusieurs sites d'Afrique centrale et occidentale. L'accent devrait être mis sur l'examen des effets des changements de variables climatiques (température et précipitations) et de la concentration atmosphérique du dioxyde de carbone sur les FTH. En effet, parmi les variables climatiques affectant la croissance des plantes, la température, la disponibilité de l'eau et le dioxyde de carbone sont ceux établissant des relations significatives avec le changement climatique. Ceci est particulièrement vrai en raison de l'augmentation du CO₂ atmosphérique qui pourrait entraîner à l'avenir des élévations de température et éventuellement des changements climatiques. Il est également nécessaire d'avoir des estimations plus précises du couvert forestier et des taux de changement des FTH dus à la déforestation, à la dégradation et à la régénération des forêts en Afrique centrale et occidentale.

Ceci nécessite l'utilisation de placettes d'échantillonnage permanentes (PEP) pour recueillir les données et informations nécessaires. Cependant, il y a une très grande pénurie d'informations sur les PEP utilisées dans les études de la végétation dans les FTH des réserves naturelles intégrales (RNI) de l'Afrique centrale et occidentale avec des données et informations disponibles pouvant servir dans le cadre du suivi des impacts du changement climatique dans les FTH. Un hectare de placettes d'échantillonnage permanentes devrait être installé dans les RNI sélectionnées dans les FTH des pays de l'Afrique centrale et occidentale afin de générer des données et des informations qui seront utilisées pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique basée sur les forêts à travers le ré-échantillonnage et le suivi périodique des parcelles.

CHAPITRE 1 Introduction

Les ressources forestières tropicales d'Afrique représentent 18% du total mondial et couvre plus de 3,6 millions de km² en Afrique occidentale, orientale et centrale. Cette superficie totale peut être répartie comme suit: 2,69 millions de km² (74%) en Afrique centrale, 680 000 km² (19%) en Afrique occidentale et 250 000 km² (7%) en Afrique orientale (SOMMER, 1976). Ainsi, la majeure partie des forêts tropicales d'Afrique se trouvent-elles dans les parties centrale et occidentale avec le Bassin du Congo abritant la plus grande étendue contigüe restante de forêts tropicales humides (FTH) en Afrique et la deuxième plus grande au monde après la forêt amazonienne. Cet immense biome constitue environ 15% des FTH restantes du monde (FAO, 1988) et englobe la masse entière des terres de la République Démocratique du Congo, de la Guinée équatoriale et du Gabon ainsi que la majeure partie du Cameroun et du Congo et une petite partie (sud) de la République centrafricaine. Le WRI (1996) a indiqué que seules 8% (0,5 million de km²) des forêts de l'Afrique sont demeurées des «forêts frontalières»¹.

Le GIEC (2007) a rapporté que les FTH dans leur globalité font partie des écosystèmes susceptibles d'être les plus affectés par le changement climatique. La grande étendue de FTH d'Afrique centrale et occidentale séquestre une grande partie du carbone du continent alors que la vulnérabilité générale des populations et des économies de ces sous-régions d'Afrique fait de ces dernières des zones très sensibles aux impacts du changement climatique. Il est par exemple estimé à 46 milliards la quantité de stocks de carbone emmagasinés dans les forêts du Bassin du Congo (Nasi et al., 2006). Ces forêts sont actuellement menacées de déforestation et de dégradation à des degrés divers d'intensité avec un rythme variant d'un pays à un autre. Selon la FAO (2009), les pays d'Afrique de l'Ouest possédant des forêts humides ont collectivement perdu 710 000 hectares, soit environ 1,9% de leur couvert forestier entre 2000 et 2005. Les estimations en ce qui concerne les pays d'Afrique centrale, possédant de plus grandes étendues de forêts sont de 611 000 ha, soit 0,38% du couvert forestier. Si les taux de défrichement continuent d'augmenter, une quantité importante de carbone sera libérée dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone et pourrait ainsi contribuer à aggraver le changement climatique mondial.

Il est de plus en plus évident que le changement climatique, un autre facteur de stress, a un impact sur les forêts et les écosystèmes forestiers en Afrique centrale et occidentale et par conséquent, sur les moyens de subsistance des communautés riveraines ainsi que sur les

¹ La forêt frontalière est une forêt essentiellement primaire/naturelle et de taille suffisante grande pour abriter des populations écologiques viables d'espèces autochtones (WRI, 1996).

activités économiques nationales qui dépendent de la forêt et des produits et services ligneux. HULME (1996) et le GIEC (1998) ont conclu que le continent africain est particulièrement vulnérable aux effets du changement climatique en raison de la pauvreté généralisée, des sécheresses récurrentes, de la distribution inéquitable des terres et de la sur-dépendance vis-à-vis de l'agriculture pluviale. Les secteurs clé vulnérables identifiés par le GIEC (2007) comprennent l'agriculture, l'approvisionnement en denrées alimentaires, les infrastructures, la santé et les ressources en eau. L'Afrique sub-saharienne devrait souffrir le plus, non seulement en termes de productivité agricole réduite et d'insécurité accrue de l'eau, mais aussi en termes d'exposition accrue à l'inondation côtière, de conditions climatiques extrêmes et de risques accrus pour la santé humaine. La vulnérabilité au changement climatique est aggravée par un certain nombre de facteurs non climatiques, dont la pauvreté endémique, la faim, la forte prévalence des maladies, les conflits chroniques, les faibles niveaux de développement et la faible capacité d'adaptation.

Les impacts du changement climatique diminueront la capacité des forêts à fournir des biens et services, avec des conséquences négatives pour les moyens de subsistance des communautés dépendantes des forêts, en particulier en Afrique, où la capacité d'adaptation est faible (OKALI, 2011).

Comme stipulé dans les Termes de référence, les objectifs de cette étude sont:

- (i) d'examiner les informations disponibles sur la vulnérabilité des systèmes biophysiques (sol, eau, et ressources biologiques) et socio-économiques (santé humaine, moyens de subsistance, produits, commerce et développement) des FTH, des formations boisées et des savanes d'Afrique centrale et occidentale au changement climatique;
- (ii) d'examiner et d'évaluer les données et les informations disponibles sur les placettes d'échantillonnage permanentes (PEP) dans les FTH, les formations boisées et les savanes d'Afrique centrale et occidentale et d'évaluer l'état actuel et le potentiel de ces parcelles à être utilisées pour générer des données et informations afin de déterminer et modéliser les impacts du changement climatique sur les FTH, les formations boisées et les savanes (c'est-à-dire, l'état, la régénérescence, la croissance et la productivité des arbres et peuplements) et les exigences REDD +, y compris les MRV et les garanties de biodiversité dans les FTH, les formations boisées et les savanes d'Afrique centrale et occidentale; et
- (iii) d'identifier et de décrire les PEP existantes dans les forêts humides, les formations boisées et les savanes d'Afrique occidentale et centrale qui peuvent être considérées pour un suivi à long terme, pour une période initiale de 5 ans et de proposer des dispositions institutionnelles pour la gestion et le suivi durables, y compris des collectes régulières des données sur les forêts et ressources en arbre et les facteurs qui les affectent dans les PEP identifiées.

Ce rapport présente donc une revue sur la vulnérabilité des systèmes biophysiques et socio-économiques dans les FTH d'Afrique centrale et occidentale au changement climatique.

L'étude a été réalisée à travers une recherche extensive d'articles publiés dans des revues spécialisées, de publications d'organisations internationales et de rapports nationaux sur les forêts tropicales, en particulier ceux d'Afrique centrale et occidentale, sur le changement et la variabilité climatiques et leurs impacts sur les FTH et sur les placettes d'échantillonnage permanentes utilisées dans l'étude de la structure des forêts, de la productivité, de la dynamique et du fonctionnement des FTH en Afrique centrale et occidentale. Les chercheurs et les organisations internationales intervenant dans les FTH d'Afrique centrale et occidentale ont également été contactés personnellement pour renseigner sur certains aspects de cette étude. Des visites d'évaluation de l'état actuel de quelques placettes d'échantillonnage permanentes bien connues ont été effectuées. Les informations provenant de ces sources ci-dessus mentionnées ont été exploitées pour réaliser cette étude.

CHAPITRE 2 Forêts tropicales humides en Afrique centrale et occidentale

CARACTERISTIQUES DES FORETS TROPICALES HUMIDES

Les forêts tropicales humides (FTH) comprennent toutes les forêts des régions tropicales humides où la pluviométrie annuelle est supérieure à la quantité d'eau perdue par évaporation et transpiration (IUFRO, 2010). Il y a environ 70 pays situés dans la région des forêts tropicales humides, dont 31 en Afrique. Les forêts couvrent de vastes superficies sur le continent africain, mais sont concentrées en Afrique centrale et occidentale, où elles sont la base principale de la production de bois industriel (OKALI ET EYOG-MATIG, 2004). Les forêts humides d'Afrique sont caractérisées par une pluviométrie annuelle allant de 1400 mm à plus de 4000 mm. La moyenne mensuelle des précipitations ne dépasse pas 100 mm tout au long de l'année (WHITE, 1983). La longueur du calendrier cultural varie entre 271 à 365 jours par an (PARDEY ET AL., 2007). En Afrique, les FTH comprennent les forêts humides de basse altitude sous des régimes pluviométriques allant de 1000 à 2500 mm par an et les forêts tropicales proprement dites, de basse altitude, mais avec des régimes pluviométriques plus élevés (plus de 2500 mm par an); ce qui leur confère l'appellation collective de forêts humides. Les forêts humides d'altitudes plus élevées (en particulier les forêts feuillues afromontagnardes d'altitude > 900 m), bien que largement dispersées, couvrent moins de superficie (OKALI, 2011). Ces forêts sont en majeure partie caractérisées par des conifères de grande taille avec une canopée généralement fermée et composée d'une grande diversité d'espèces d'arbres. Les palmiers, les plantes grimpantes (lianes et vignes), les épiphytes et les héli-épiphytes y sont également abondants. Beaucoup de ces arbres ont souvent de grands contreforts leur servant de support mécanique pour résister aux contraintes dues au vent ou à la gravité et des feuilles relativement larges. L'écorce de ces arbres est généralement peu épaisse, ce qui les rend sensibles au feu. Elle est également en générale lisse et claire. Il y a aussi une grande diversité d'animaux.

AMPLEUR ET DYNAMIQUES/TENDANCES

La zone des forêts tropicales humides englobe en grande partie des régions de l'Afrique de l'Ouest (48 millions d'ha) et de l'Afrique centrale (202 millions d'ha) (IUFRO, 2010; Tableau 1). Les forêts humides du Bassin du Congo contenant environ 91% du reste des forêts humides d'Afrique, appartiennent à cette zone (IITA, 2000). Cette région est identifiée comme un important centre de biodiversité et d'endémisme (IUFRO, 2010). Les forêts humides d'Afrique occidentale, également connues sous le nom de forêts de la Haute-Guinée couvrent 10,9 millions d'hectares (IUFRO, 2010) et ont été désignées comme l'un

des points chauds de la biodiversité mondiale (MYERS ET AL., 2000). Elles sont connues abriter un grand nombre d'espèces fauniques et floristiques. On estime que la zone ouest-africaine des forêts humides contient 2800 espèces de plantes vasculaires forestières dont 650 sont endémiques et 400 considérées comme rares (POORTER ET AL., 2004). Les forêts afromontagnardes sont rencontrées à l'Ouest du Cameroun et à l'Est de la République Démocratique du Congo. JAGTAP et CHAN (2000) ont rapporté qu'à la suite des perturbations anthropiques, la forêt est maintenant composée d'une mosaïque de différents types d'utilisation des terres, des parcelles de forêts secondaires et des jachères ainsi que les résidus de végétation primaire.

Après que les FTH aient été détruites ou perturbées par des facteurs naturels ou anthropogéniques tels que les incendies, l'exploitation forestière, les ouragans, les chablis ou l'agriculture sur brûlis, une régénération naturelle commence à travers une série de stades de végétation (RICHARDS, 1955; SWAINE ET HALL, 1983). Le taux de changement de la structure et de la composition de la forêt est fortement influencé par la nature et l'étendue de la végétation résiduelle sous forme de repousses, d'arbres et d'arbustes résiduels, de semis/plants et/ou la réserve de semences du sol (UHL ET AL., 1981, GALINDO-GONZALEZ ET AL, 2000; ELMQVIST ET AL, 2001; CHADZON, 2003). Ainsi, la structure et la dynamique de la végétation forestière reflètent-elles une interaction complexe entre événements de perturbation et processus de régénération se déroulant dans le temps et l'espace (CHADZON, 2003).

IMPORTANCE SOCIO-ECONOMIQUE DES FORETS TROPICALES HUMIDES

Les FTH sont intimement liées aux systèmes socio-économiques et de production de la population en Afrique (OKALI, 2011). Les forêts fournissent du bois de chauffage, du bois, des médicaments traditionnels, des denrées alimentaires et des réserves de nourritures pour les urgences dues à la sécheresse. Une grande partie de la population vit dans les zones rurales et dépend des forêts pour la plupart de leurs besoins de subsistance. En outre, l'exportation du bois, des noix, des fruits, de la gomme et d'autres produits forestiers génère des devises pour les pays de la sous-région. Les exportations de produits ligneux contribuent pour plus de 60% au PIB dans certains pays d'Afrique centrale et occidentale (UIFRO, 2010). La production et la vente de gommes et de résines, de plantes médicinales, du miel et de la cire d'abeilles, de la viande de gibiers et d'autres produits forestiers non ligneux ont également une contribution économique considérable (SUNDERLAND ET AL., 1998) de même que le petit commerce des produits forestiers (SHACKLETON ET AL., 2007).

Tableau 1. Etendue des forêts tropicales humides en Afrique de l'Ouest et du Centre

Pays	Etendues des forêts en 2005		
	Superficies forestières (10 ³ ha)	Proportion par rapport à la superficie forestière totale (%)	Superficie par millier de personnes (ha)
Afrique de l'ouest			
Benin	2 351	21,3	268
Côte d'Ivoire	10 405	32,7	550
Ghana	5 517	24,2	240
Guinée Conakry	6 724	27,4	732
Libéria	3 154	32,7	881
Nigéria	11 089	12,2	77
Sierra Léone	2 754	38,5	480
Togo	386	7,1	60
Total	42 380	24,5	411
Afrique centrale			
Angola	59 104	47,4	3 570
Cameroun	21 205	45,6	1 169
République de la Centre-Afrique	22 755	36,5	5 337
Congo	22 471	65,8	6 091
République Démocratique du Congo	133 610	58,9	2 203
Guinée Equatoriale	1 632	58,2	3 297
Gabon	21 775	84,5	16 662
Total	282 552	56,7	5 476

Source: Adapté à partir de FAO (2009).

En outre, les arbres et arbustes forestiers fournissent des services environnementaux comme la séquestration du carbone, l'absorption et la transpiration d'eau nécessaire pour la précipitation, le maintien de la fertilité des sols et l'abri pour un grand éventail d'espèces végétales et animales. Les forêts font aussi l'objet d'une attention internationale en raison de leur riche biodiversité et des produits uniques qu'elles fournissent ainsi que leur haute productivité et leur potentiel d'influer sur le changement climatique (OKALI, 2011). Elles

servent également d'habitation et de base culturelle pour les Baka (un des groupes de pygmées), un peuple semi-nomade de chasseur-cueilleur d'Afrique centrale.

MENACES SUR LES FORETS TROPICALES HUMIDES

Les forêts tropicales humides sont menacées et sont en plein recul en Afrique centrale et occidentale à cause de la déforestation massive et de la dégradation des forêts avec toutes les implications. Cette situation est due à la surexploitation ou l'exploitation irrationnelle, à la pratique de l'agriculture sur brûlis, à l'exploitation forestière sélective, à la collecte intensive et abusive de bois de chauffe, à l'explosion démographique, à l'accroissement des infrastructures et aux conflits. Les autres menaces comprennent les imminents feux de brousse, les sécheresses, les inondations ainsi que les ravageurs et les maladies résultant du changement et de la variabilité climatiques. La principale menace qui plane sur les forêts est leur conversion en une autre forme d'exploitation des terres, comme l'agriculture (agriculture de subsistance et plantations de cultures de rente tels que le cacao, le palmier à huile, l'hévéa, la noix de kola et les plantations d'arbres à croissance rapide tels que le teck, le gmelina et l'eucalyptus) en plus d'autres menaces émanant de l'urbanisation, de l'industrialisation et du développement des infrastructures. La dégradation des forêts semble être évidente de par: la mauvaise structure de la forêt existante, la croissance effrénée des espèces grimpantes, les enchevêtrements, la disparition d'espèces dont beaucoup semblent avoir été exterminées au niveau local et la réduction drastique de la taille des billes de bois disponible pour le fraisage (ONOCHIE, 1990). Par exemple, selon la FAO (2003), près de 12 millions d'ha de forêts ont été perdus de 1990 à 2000 en Afrique de l'Ouest alors que combinées, les pertes de superficies forestières en Afrique de l'Ouest et centrale entre 2000 à 2010, avoisinent 15 millions d'hectares (CHAKRAVARTY ET AL., 2012). En Afrique centrale où la population est estimée à près de 80 millions d'habitants, dont 65 millions vivent actuellement dans les forêts ou à proximité (FAO, 2003), les communautés locales pratiquent principalement l'agriculture sur brûlis et la chasse. La principale préoccupation liée à la disparition de ces forêts est la perte rapide de la flore et de la faune, conduisant à la réduction des populations d'animaux et de plantes sauvages. Les forêts subissent des changements de structure, de dynamique, de productivité et de fonction à la suite de ces perturbations. A cause de la variabilité et du changement climatique, les forêts restantes sont également en pleine mutation en raison de l'altération de l'environnement physique, chimique et biologique auquel les espèces doivent s'adapter.

CHAPITRE 3 Aperçu sur le changement et la variabilité climatique

DEFINITION ET INDICATEURS

La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) dans son article 1 définit le changement climatique comme «un changement du climat qui est attribué directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui vient s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables» (NATIONS UNIES, 1992). OKALI (2010), a rapporté que selon les rapports du GIEC, les principaux indicateurs les mieux connus du changement climatique sont:

- ▶ le réchauffement climatique mondial: la hausse de la température de la surface terrestre à un rythme plus rapide qu'il ne l'avait été pendant 1000 ans, la température moyenne mondiale de 15°C ayant augmenté de 0,3 à 0,6°C depuis 1900;
- ▶ des calottes glaciaires et des glaciers dans les régions froides en fusion, la couverture de neige mondiale diminuée de 10% entre 1960 et 2000;
- ▶ la fonte des glaces et le gonflement thermique des océans conduisant à l'élévation du niveau de la mer; le niveau global moyen de la mer ayant augmenté de 10 à 25 cm au cours des 100 dernières années et prévu augmenter de 0,09 à 0,88 cm au cours des 100 prochaines années; et;
- ▶ des augmentations corrélées des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, etc). Les concentrations de ces gaz dans l'atmosphère ont augmenté de façon spectaculaire depuis la révolution industrielle du 19^{ème} siècle avec l'augmentation rapide de la consommation de combustibles fossiles, en commençant par le charbon, puis le pétrole et le gaz pour l'énergie.

A ces indicateurs primaires, sont fortement associés, les conséquences de l'évolution des conditions météorologiques, des saisons changeantes, des événements météorologiques extrêmes, des inondations, des sécheresses, des incendies de forêt, des vagues de chaleur, de l'acidification des océans, le tout avec de graves répercussions sur la biodiversité, les moyens de subsistance et les activités socio-économiques (OKALI, 2010).

En Afrique, les données climatiques montrent également que le continent est plus chaud qu'il ne l'était il y a 100 ans (GIEC, 1996) avec un réchauffement d'environ 0,7°C dans presque tout le continent au cours du 20^{ème} siècle, une diminution des précipitations sur une

grande partie du Sahel et une augmentation des précipitations dans la partie Est de l'Afrique centrale (GIEC, 2001). Des scénarii de changement climatique sur l'Afrique, basés sur des résultats des modèles de circulation à l'aide de données recueillies par le Centre de distribution des données (DDC) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), indiquent que le continent connaîtra un réchauffement décennal allant de 0,2°C (scénario bas) à plus de 0,5°C (scénario haut). Ce réchauffement est plus consistant à l'intérieur des zones semi-arides et aux abords du Sahara et dans la partie centrale de l'Afrique australe. Au cours du prochain siècle, cette tendance de réchauffement et les changements de régimes de précipitations devraient se poursuivre avec une hausse du niveau de la mer et une fréquence accrue des événements météorologiques extrêmes.

VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Selon le GIEC (2007), la vulnérabilité est « le degré auquel les systèmes géophysiques, biologiques et socio-économiques sont susceptibles ou se révèlent incapables de faire face aux effets néfastes des changements climatiques, notamment à la variabilité du climat et aux conditions climatiques extrêmes ». Le terme vulnérabilité peut donc se référer au système vulnérable lui-même par exemple les îles de faible étendue ou les cités côtières; l'impact sur ce système, par exemple l'inondation des villes côtières et des terres agricoles ou la migration forcée ou le mécanisme engendrant ces impacts, par exemple la désintégration de la calotte glaciaire dans l'Antarctique de l'Ouest.

Le réchauffement anthropique a déjà provoqué de nombreux changements dans les forêts. En tant qu'écosystèmes durables, vastes, extensivement gérés et souvent établis sur des sites marginaux, les forêts réagissent sensiblement aux changements climatiques, ensemble avec les personnes, les sociétés et les activités économiques qui en dépendent (BERNIER ET SCHOENE, 2008). Le GIEC (2007) a prédit que les boréales, les montagnes, la Méditerranée, les mangroves et les FTH sont les écosystèmes forestiers les plus susceptibles d'être affectés par le changement climatique. Les forêts influencent aussi le changement climatique, en tant que sources de gaz à effet de serre lorsqu'elles sont détruites et comme des puits de carbone quand elles se développent et s'étendent (BERNIER ET SCHOENE, 2008).

Dans le plan d'action de Bali adopté par la treizième Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) en 2007 (CCNUCC, 2008), il a été proposé que les forêts dans les pays en développement soient considérées comme un outil de choix dans l'atténuation du changement climatique. En conséquence, les activités actuellement en cours comprennent la réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts dans les pays en développement (REDD) et la conservation et le renforcement des stocks de carbone à travers la gestion durable des forêts (REDD+).

L'Afrique est l'une des régions les plus vulnérables dans le monde. Selon le GIEC (1990), le changement climatique pourrait augmenter les températures moyennes et provoquer des changements considérables dans la répartition régionale et saisonnière des précipitations. Des études récentes ont indiqué une plus grande tendance au réchauffement et une variabilité spatiale et temporelle notable des précipitations en Afrique (NICHOLSON ET AL., 2000; CHAPPEL ET AGNEW, 2004, DAI ET AL., 2004; MALHI ET WRIGHT, 2004; KRUGER ET SHONGWE, 2004; HULME ET AL., 2005; NEW ET AL., 2006). Il a été par exemple rapporté un taux décennal de réchauffement de 0,29°C dans les forêts tropicales africaines (MALHI ET WRIGHT, 2004) et de 0,1 à 0,3°C en Afrique du Sud (KRUGER ET SHONGWE, 2004).

L'augmentation du nombre de vagues de chaleur en Afrique australe et occidentale et une diminution du nombre de jours extrêmement froids entre 1961 et 2000 ont été rapportées (NEW ET AL., 2006). En outre, une grande variabilité inter-annuelle des précipitations dans presque toute l'Afrique et une variabilité multi-décennale substantielle pour certaines régions ont été rapportées. En Afrique de l'Ouest, une baisse de la pluviosité annuelle a été observée depuis les années 60 avec une baisse d'environ 20 à 40% entre 1931-1960 et 1968-1990 (NICHOLSON ET AL, 2000, CHAPPAL ET AGNEW, 2004; DAI ET AL., 2004). MALHI et WRIGHT (2004) ont également noté dans les FTH et pour la période 1960-1998 une diminution des précipitations annuelles moyennes de l'ordre de 4% en Afrique de l'Ouest, de 3% et de 2% respectivement dans le Nord et le sud du Congo. NICHOLSON ET AL., (2000) ont cependant fait état d'une augmentation de 10% des précipitations annuelles le long de la côte Guinéenne au cours de ces 30 dernières années. Aussi GBUYIRO (1998) a-t-il montré que la diminution des précipitations dans les régions humides de l'Afrique de l'Ouest est d'environ 10 à 25% ou de 2,5% par décennie depuis le début du XIXe siècle. Ces changements de température et de pluviosité vont probablement modifier les conditions environnementales auxquelles les arbres des forêts tropicales d'Afrique centrale et occidentale étaient adaptés et les exposer à de nouveaux ravageurs et maladies. FISCHLIN ET AL., (2007) ont rapporté que les forêts humides qui connaissent généralement peu de saisonnalités climatiques sont très affectées par les changements de pluviosité dus au réchauffement climatique. Avec une réduction des précipitations, les forêts humides pourraient se transformer en des forêts décidues. En outre, les saisons sèches plus longues causées par le changement climatique, combiné à d'autres perturbations des systèmes forestiers rendent les écosystèmes forestiers particulièrement vulnérables aux incendies majeurs dans les forêts (IUFRO, 2010).

CHAPITRE 4 Vulnérabilité et impacts du changement climatique

L'impact du changement climatique peut être défini comme les conséquences du changement climatique sur les systèmes naturels et humains. Selon le GIEC (2007), les principaux facteurs de vulnérabilité sont associés à de nombreux systèmes sensibles au climat, y compris par exemple l'approvisionnement alimentaire, les infrastructures, la santé, les ressources hydriques, les systèmes côtiers, les écosystèmes, les cycles biogéochimiques mondiaux, les calottes glaciaires et les modes de circulation océanique et atmosphérique.

RESSOURCES HYDRIQUES

Les ressources hydriques sont inextricablement liées au climat. Par conséquent, la perspective du changement climatique a des conséquences graves sur les ressources hydriques et le développement régional (RIEBSAME ET AL., 1995). Une évaluation par l'UNEP (2002) a estimé que d'ici 2050, les précipitations en Afrique pourraient baisser de 5% et devenir très variables d'une année à une autre. Sur la base d'un climat futur prévisionnel, SCHOLZE ET AL. (2006) ont modélisé les risques de changement climatique et ont constaté que les eaux de ruissellement pourraient augmenter en Afrique tropicale mais diminueraient en Afrique de l'Ouest. Les augmentations de température projetées sont susceptibles de conduire à une évaporation accrue au niveau du continuum sol-plante de même qu'à une augmentation de l'eau libre. L'impact dominant du réchauffement climatique résultant de l'évapotranspiration potentielle accrue et du ruissellement réduit sera la réduction de l'eau du sol. En outre, à l'exception de la rivière Congo, les grands fleuves de l'Afrique centrale et occidentale (par exemple, le Niger et le Sénégal) traversent des terres semi-arides et arides avant d'atteindre la côte. Cela augmentera les pertes par évaporation à cause de la hausse des températures et probablement de la réduction des eaux de ruissellement à moins que celles-ci ne soient compensées par des précipitations accrues.

La variabilité accrue, prévue dans les précipitations, pourrait entraîner des inondations dans les zones forestières humides sous-régionales. Les inondations, exacerbées par ce changement climatique, entraînent souvent une contamination accrue de l'eau potable. Ainsi, lorsque l'eau est disponible, elle est souvent de mauvaise qualité, contribuant de ce fait à une gamme de problèmes sanitaires notamment la diarrhée, les vers intestinaux et le trachome. Une grande partie des difficultés liées au manque d'accès à l'eau potable et d'assainissement pèse sur les pauvres populations qui vivent dans des milieux dégradés et qui sont majoritairement des femmes et des enfants. L'augmentation de la température des eaux de surface a également été associée à la transmission de maladies. Par exemple, en

2012, il y avait de grandes inondations au Nigéria à cause des pluies excessives, que l'Agence météorologique nigériane (NIMET) a attribuées au retard dans le mouvement du Front Inter Tropical (FIT) également connu sous l'appellation de zone de Convergence Inter-Tropicale (ZCIT) (NJOKU, 2012).

RESSOURCES COTIERES

Le niveau de la mer va augmenter partout dans le monde en raison du réchauffement climatique (CONWAY, 2009). La principale cause, au moins à court terme, est la dilatation thermique des océans, résultant de la hausse des températures océaniques (CONWAY, 2009). Cette situation occasionnera une hausse d'environ un demi-mètre d'ici la fin du siècle (MEEHL ET AL., 2007). Il y a aussi la menace de la fonte des calottes polaires, conduisant même à une élévation plus dramatique du niveau de la mer. L'élévation du niveau de la mer associée au changement climatique aurait des conséquences graves sur les zones longeant la côte le long de l'Afrique centrale et occidentale. Les pays côtiers de l'Afrique centrale et occidentale ayant de petites étendues de lagunes qui sont exposées à l'érosion et par conséquent menacées par l'élévation du niveau de la mer sont l'Angola, le Cameroun, le Gabon, la Gambie, le Nigéria, le Sénégal et la Sierra Leone. Il y aura l'érosion et la submersion des terres basses (le long de la côte du Sénégal et du Delta du Niger et de l'estuaire de la Gambie) et une grande partie des terres actuellement consacrées à l'agriculture et à l'élevage dans ces zones seraient perdues, conduisant à des problèmes de développement socio-économiques et socio-culturels.

Selon le rapport de JALLOW ET AL. (1996), Banjul, la capitale de la Gambie, pourrait disparaître d'ici 50 à 60 ans sous l'effet de l'érosion côtière et de l'élévation du niveau de la mer, mettant plus de 42 000 personnes sous risque. Au Ghana, la zone côtière occupe moins de 7% de la superficie des terres, mais abrite 25% de la population et donc, toute hausse, aussi faible que soit-elle pourrait avoir des conséquences physiques néfastes sur l'économie (CONWAY, 2009). Ces conséquences pourraient inclure la connexion permanente des lagunes à la mer, l'infiltration de l'eau salée dans les terres, l'érosion côtière accrue, la salinisation des lagunes d'eau douce et des aquifères, l'approfondissement de la nappe phréatique dans les zones côtières, la destruction des zones humides et des industries connexes et la perte accélérée de la capitale Accra (CONWAY, 2009). Dans le Delta du Niger (Nigéria), on estime qu'avec une élévation du niveau de la mer atteignant 1 m, l'inondation peut rendre plus de 15 000 km² de terres inhabitables tandis que l'érosion peut dégrader plus de 300 km² (AWOSIKA ET AL., 1994). La région de Lagos qui est constituée de vastes plaines qui sont très vulnérables aux impacts du changement climatique et de l'élévation du niveau de la mer est généralement caractérisée par de zones de faible altitude dont la plupart sont à plus de 5 m en dessous du géoïde. Des pertes physiques, écologiques et socio-économiques considérables seront subies avec les augmentations d'environ 0,5 et 1 m du niveau de la mer prévues.

L'intrusion de l'eau salée pourrait également affecter la pêche et l'aquaculture lagunaire en Côte d'Ivoire (REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE, 2000), l'agriculture côtière (par exemple, les plantations de palmiers à huile et de cocotiers au Bénin et en Côte d'Ivoire et des échalotes au Ghana) et pourrait aggraver les inondations et la salinisation des sols (BOKO ET AL., 2007). Entre 130 et 235 km² de champs de riz (17% et 30% de la surface emblavée de riz) pourraient être perdus en Guinée à la suite d'inondation permanente et ce en fonction du niveau d'inondation considéré (entre 5 et 6 m) d'ici 2050 (REPUBLIQUE DE GUINEE, 2002).

L'élévation du niveau de la mer entraînera la pollution de la plupart des ressources en eau le long de la côte à travers l'intrusion d'eau de mer alors que la gestion des ressources hydriques devrait mettre l'accent sur la désalinisation.

BIODIVERSITE ET FORESTERIE

En Afrique centrale et occidentale, les FTH contribuent de manière significative à la biodiversité et au bien-être humain. Les utilisations de cette grande biodiversité des forêts sont orientées vers le consommable (aliments, fibres, énergie, abris, médicaments, commerce de gibiers, etc.) et autres tels que les services écosystémiques et le tourisme industriel, un secteur économique très important. Ces forêts, en particulier celles de l'Afrique centrale (les forêts du Bassin du Congo) sont d'importants réservoirs mondiaux de plantes et d'animaux. Les forêts tropicales humides du Bassin du Congo représentent 60% de la biodiversité de l'Afrique et sont importantes à la fois pour le nombre total d'espèces qui s'y trouvent et pour les espèces endémiques (IUFRO, 2010). Les aires protégées dans les forêts du Bassin du Congo abritent les plus grandes populations d'éléphants d'Afrique et abritent quatre des espèces de grands singes au monde et de nombreuses autres espèces uniques comme l'Okapi, le Bongo et le paon du Congo. Les forêts contiennent également au moins 12 000 espèces de plantes, de nombreuses espèces de mammifères, d'oiseaux, de reptiles, d'amphibiens, de poissons d'eau douce et de papillons (JUSTICE ET AL., 2001). Une partie de la biodiversité est concentrée dans plusieurs centres d'endémisme, tels que les habitats afromontagnards du Cameroun, les forêts ouest-équatoriales du Cameroun et du Gabon et les forêts de plaine à l'Est de la République Démocratique du Congo.

Il est généralement admis que les risques de perte de la biodiversité vont s'accroître avec le changement climatique (FISCHLIN ET AL., 2007). Ces risques sont relativement plus élevés dans les régions montagneuses d'Afrique tropicale à cause de l'absence de voies de migration pour les espèces de montagne (DESANKER ET AL., 2001). Ces zones ainsi que d'autres points de la biodiversité, qui sont principalement situés en dehors des aires protégées sont aussi sous la menace du changement climatique, de la vulnérabilité et d'autres contraintes. Les centres de biodiversité dans les montagnes sont particulièrement menacés par l'augmentation de la température parce que beaucoup de ces centres abritent des populations isolées sans aucune possibilité de migration verticale ou horizontale.

L'impact ultime du changement climatique sur la biodiversité est d'engendrer la perte de la biodiversité à travers l'extinction des espèces (OKALI, 2010). En examinant par la suite les résultats de diverses études de modélisation, le quatrième rapport d'évaluation du GIEC (2007) a confirmé que le changement climatique est un facteur majeur de perte de biodiversité dans les forêts tropicales et dans plusieurs autres écosystèmes. Il a été estimé qu'en moyenne 15 à 37% d'espèces disparaîtront d'ici 2050 et que les taux d'extinction de la biodiversité tropicale, liés au climat sont susceptibles de dépasser ceux prévus liés à la déforestation d'ici la fin de ce siècle. Ceci s'explique par le fait que tout léger changement de températures et de précipitations peut avoir des effets néfastes sur la viabilité des plantes et des animaux. Peut-être que l'une des plus grandes pertes, largement connues, sera la dégradation des forêts de la sous-région, en particulier le long du Bassin du Congo, à cause de l'exploitation forestière et de l'aridité croissante.

Les régimes de perturbations changeants interagiront avec le changement climatique de façon à contrôler la biodiversité, à travers par exemple des «conversions d'écosystèmes²» rapides et discontinues qui sont accompagnées par des mutations drastiques des espèces et même de leur extinction. Ceci est dû au fait que le changement climatique modifie les caractéristiques spatio-temporelles de la température et des précipitations. Ce sont les deux facteurs les plus déterminants dans la distribution et la productivité de la végétation, les variations géographiques dans la productivité et constituent par conséquent les impacts potentiels du changement climatique induits par le CO₂ sur les espèces forestières. Des changements subtils dans la composition spécifique de ces riches forêts affecteront les biens et services procurés par la biodiversité. La perte de la biodiversité affectera également et pourrait aggraver le changement climatique à travers un mécanisme de rétroaction positive dans la mesure où la biodiversité elle-même a un impact réciproque sur le changement climatique à travers la position centrale des plantes dans la modulation du cycle global du carbone (OKALI, 2010).

Des incendies se produisent dans les zones forestières où cela ne s'observait auparavant. Il est prédit que le changement climatique altèrera les probabilités d'intensification et la fréquence des feux de brousse dans les forêts (ex: BROWN ET AL., 2004) ; les incidents accrus dus aux feux de brousse rapportés dans les zones de forêts tropicales denses de par le monde, surtout dans les forêts décidues où la saison sèche excède 3 à 4 mois (ISICHEI ET AL., 1986; KINNARD ET O'BRIEN, 1998) impacteront la biodiversité à travers les effets sur la composition, la structure, la régénération et la capacité de reprise des forêts denses. Ceci s'explique par l'effet dévastateur du feu sur la forêt dense (KIO ET NNAOBI, 1983) puisque la résistance au feu observée chez les espèces d'arbres des savanes fait

² Les changements brusques ou rapides des statuts et services écosystémiques causés en franchissant un seuil où les fonctions, structure et processus fondamentaux sont fondamentalement changés à tel point où un changement rapide vers un nouvel état se produit

défaut (KEAY, 1959). Selon MACCHI ET AL. (2008), les principaux facteurs de perte de forêts sont les feux de brousse sévères, en particulier en Angola, en République Démocratique du Congo et au sud de la République Centrafricaine.

FAUSET ET AL. (2012) ont rapporté qu'au cours des deux dernières décennies, le changement dans la composition spécifique des forêts du Ghana est en passe de favoriser le développement des forêts décidues associées aux forêts sèches avec des espèces de la canopée ayant des besoins intermédiaires en lumière par rapport aux forêts humides sempervirentes et tolérant l'ombrage et avec des espèces de sous-canopée en réponse à des changements induits par la sécheresse dans la composition floristique et fonctionnelle des forêts tropicales. Ces changements ont commencé par se produire depuis le début de la sécheresse des années 70 en Afrique de l'Ouest, lesquelles sont peut-être liées aux températures haussières de la surface de la mer (DAI, 2011). Tous les changements vont ainsi créer des difficultés supplémentaires dans la gestion des forêts dans ces sous-régions de l'Afrique avec des effets corollaires sur les services économiques et sociaux que les sociétés et les populations tirent des forêts et de la diversité biologique dans les écosystèmes forestiers.

AGRICULTURE

L'agriculture constitue une part importante des économies d'Afrique centrale et occidentale avec un mélange de production vivrière et commerciale. En Afrique centrale par exemple, l'agriculture constitue l'activité principale et occupe 58 à 63% de la population et des pratiques telle que la culture itinérante sur brûlis ont continué à contribuer à la destruction des forêts (SONWA ET AL., 2010). La foresterie est un complément important à l'agriculture dans de nombreuses zones rurales. Dans les pays africains, un tiers du revenu provient de l'agriculture. Au Cameroun par exemple, près de 30% du PIB provient de l'agriculture (MOLUA, 2008). La production agricole et l'élevage contribuent pour environ 50% au revenu des ménages. Le secteur agricole est déjà entravé par sa dépendance vis à vis de la pluie, des sols pauvres et de technologie et méthodes culturales désuètes. Le secteur agricole est susceptible d'être durement touché, étant donné que les sécheresses et les inondations s'empirent, les températures et les périodes culturales changent et que les éleveurs sont obligés d'abandonner leurs terres (FLESHMAN, 2007). Cela pourrait créer des problèmes humanitaires et économiques considérables dans les sous-régions où l'agriculture représente 70% des emplois et est souvent le moteur des économies nationales - générant des recettes d'exportation, des matières premières industrielles et de la nourriture à coût réduit (FLESHMAN, 2007).

Une augmentation de la température et des précipitations est également susceptible de favoriser la prolifération des ravageurs qui nuisent aux cultures de base. Les conditions chaudes et humides d'Afrique centrale et occidentale sont idéales pour les insectes et les

maladies des cultures. Les insectes vont se multiplier et prospérer parce qu'au cours de la période culturale, certains insectes peuvent produire plusieurs descendants par femelle (PIMENTEL, 1993). La hausse des températures allongera la saison de reproduction et accroîtra le taux de reproduction qui, à son tour, pourra augmenter le nombre total d'insectes attaquant les cultures d'où des pertes de récoltes (PIMENTEL, 1993). En outre, les mauvaises herbes, qui sont mieux adaptées que les cultures, pourraient augmenter la compétition pour la lumière, l'humidité et les éléments nutritifs conduisant à une augmentation des pertes de récolte dues aux mauvaises herbes et aux ravageurs (PIMENTEL, 1993). En réponse à l'augmentation des ravageurs, il peut avoir une importante hausse dans l'utilisation des produits chimiques agricoles pour leur contrôle.

La distribution et la productivité du bétail pourraient être indirectement influencées à travers des changements dans la répartition des maladies animales à transmission vectorielle, telles la trypanosomiase (nagana) et la fièvre à tiques de la côte-Est et la maladie du corridor (HULME, 1996). Ainsi, les changements de température, du taux d'humidité, du taux de dioxyde de carbone, d'insectes nuisibles, de maladies animales et végétales et de mauvaises herbes dus au réchauffement climatique réduiront-elles la production vivrière dans la zone des FTH.

HABITATIONS ET INFRASTRUCTURES

Les principaux défis auxquels les populations devront probablement faire face dans ces sous-régions émanent des effets des événements extrêmes, comme les tempêtes tropicales, les inondations, les glissements de terrain, le vent et les élévations anormales du niveau de la mer, conséquences du changement climatique. De grands nombres de personnes sont actuellement menacés d'inondation (PNUD, 2004; UNESCO-WWAD, 2006), particulièrement dans les régions côtières où l'érosion côtière a déjà commencé par détruire des infrastructures, des habitations et des installations touristiques. Au Bénin, la zone résidentielle d'Akpakpa en est un exemple illustratif (NIIASSE ET AL., 2004). CONWAY (2009) a affirmé que les inondations pourraient se régulariser en Afrique, en partie, parce que certaines régions, y compris même les régions les plus sèches, connaîtront des précipitations plus élevées. Il est probable d'assister à de plus fréquents et intenses déluges qui peuvent causer des inondations. Il a reporté que 2007 a connu de lourdes inondations aussi bien en Afrique occidentale qu'en Afrique orientale et a énuméré comme conséquences directes et indirectes:

- ▶ les blessures et morts subites par noyade;
- ▶ les augmentations non spécifiques de la mortalité;
- ▶ l'augmentation du nombre de maladies infectieuses dont le paludisme;

- ▶ l'exposition aux substances toxiques;
- ▶ les dégâts créés aux propriétés et aux infrastructures, notamment les routes, les réseaux de chemin de fer, les barrages et la production d'énergie;
- ▶ les dégâts aux cultures et aux animaux;
- ▶ la démolition/dispersion des communautés;
- ▶ l'augmentation du stress psychologique et;
- ▶ les pressions sur les systèmes de santé et de sécurité sociale.

Les communications entre les établissements humains seront sérieusement perturbées, entravant le mouvement des biens et des personnes dans les sous-régions. De nombreux refuges seront inaccessibles par voie terrestre, conduisant à une diminution significative de leur approvisionnement alimentaire et médicale et entraînant des mortalités. Le changement climatique peut également conduire à des délocalisations industrielles, résultant soit de l'élévation du niveau de la mer en zones côtières ou des zones de transitions agro-écologiques. Les débits d'eau réduits entraîneraient des réductions de production d'énergie hydroélectrique, entraînant des effets négatifs sur la productivité et la relocalisation coûteuse des certaines industries. De nombreux havres et ports seront négativement affectés, avec des effets dévastateurs sur l'économie. Tous ces événements vont probablement exacerber la gestion des problèmes liés à la pollution, l'assainissement, l'élimination des déchets, l'approvisionnement en eau, la santé publique, les infrastructures et les technologies de production (GIEC, 1996).

SANTE HUMAINE

Le rapport spécial du GIEC sur les impacts régionaux du changement climatique (GIEC, 1998) reconnaît que le changement climatique aura d'impacts sur les maladies à transmission vectorielle. GITHEKO ET AL. (2000) ont en outre rapporté que les variations spatio-temporelles de température, de précipitation et d'humidité attendues sous différents scénarii de changement climatique affecteront la biologie et l'écologie des vecteurs et hôtes intermédiaires et par ricochet le risque de transmission de la maladie. Les espèces de moustique telles que celles du complexe *Anopheles gambiae*, *A. funestus*, *A. darling*, *Culex quinquefasciatus* et *Aedes aegypti* sont responsables de la transmission de la plupart des maladies à transmission vectorielle et sont en milieu aquatique, sensibles aux changements de température aux stades immatures et adultes (GITHEKO ET AL., 2000). Si la température de l'eau augmente, les larves prennent moins de temps pour arriver à maturité (RUEDA ET AL., 1990) et par conséquent, les insectes produiront un grand nombre de progénitures durant la période de transmission de la maladie. Dans les climats chauds, les moustiques femelles adultes digèrent le sang plus vite et se nourrissent plus fréquemment (GILLIES,

1953), ce qui augmente l'intensité de la transmission. De même, les parasites du paludisme et les virus complètent une incubation extrinsèque dans le moustique femelle dans un temps plus court à mesure que la température augmente (TURELL, 1989), augmentant de ce fait la proportion de vecteurs infectieux (GITHEKO ET AL., 2000). En outre, les précipitations accrues ont le potentiel d'augmenter le nombre et la qualité des sites de reproduction des vecteurs tels que les moustiques, les tiques et escargots et la densité de la végétation; affectant la disponibilité des sites restants. Les réservoirs de maladie chez les rongeurs peuvent augmenter alors que les abris favorables et la nourriture disponible conduiront à la croissance démographique, qui à son tour entraînera le débordement des maladies (GITHEKO ET AL., 2000).

Le climat de l'Afrique centrale et occidentale, comme ceux d'autres climats tropicaux africains est favorable à la plupart des grandes maladies à transmission vectorielle, dont le paludisme, la schistosomiase, l'onchocercose, la trypanosomiase, la filariose, la leishmaniose, la peste, la fièvre de la vallée du rift, la fièvre jaune et les fièvres hémorragiques à tiques (GITHEKO ET AL., 2000). Il y a aussi une grande diversité de complexes d'espèces de vecteurs qui ont le potentiel de se redistribuer vers de nouveaux habitats sous l'influence du climat, conduisant à l'évolution des pathologies (GITHEKO ET AL., 2000). Des études récentes en Afrique ont montré que le changement climatique aura des impacts directs et indirects sur les maladies endémiques en Afrique. Il est attendu que de petits changements de température et de précipitations favorisent les épidémies du paludisme dans les limites actuelles d'altitude et de latitude de transmission (LINDSAY ET MARTENS, 1998). Par ailleurs, les inondations pourraient faciliter la reproduction des vecteurs du paludisme et par conséquent, la transmission de la maladie (WARSAME ET AL., 1995), les épidémies de choléra, une maladie liée à l'eau et d'origine alimentaire, à travers la contamination des réserves publiques d'eau, causée par les inondations. Les pratiques non hygiéniques faisant suite à la pénurie d'eau, conséquence de la sécheresse faciliteront également l'épidémie de choléra.

En Afrique de l'ouest, des données récentes indiquent que le risque d'une nouvelle épizootie de la fièvre de la vallée du rift s'accroît dans la région (FONTENILLE ET AL., 1995), avec une exposition importante au virus au niveau des éleveurs et des gardes forestiers pendant la saison des pluies (OLALEYE ET AL., 1996). Il est attendu que les précipitations accrues, résultant du changement climatique augmentent le risque des infections chez le bétail et les hommes. En effet, des études sur les moustiques vecteurs de la maladie au Kenya (principalement *Aedes* et *Culex*) ont clairement montré qu'il y a un lien entre le risque de déclenchement de la maladie et les inondations (LINTHICUM ET AL., 1990). Il y a une augmentation probable de la peste, une maladie causée par les puces utilisant les rongeurs comme réservoir, car la population de rongeurs s'accroît après de fortes pluies, conséquence de l'abondance alimentaire. Une température accrue peut également accélérer le développement des puces et de l'agent pathogène qu'elles abritent. La

pollution des cours d'eau, des puits et autres sources hydriques en milieu rural par les inondations pourraient introduire des parasites, tels que les amibes et *les Cryptosporidium* dans l'eau à boire (ALTERHOLF ET AL., 1998).

CHAPITRE 5 Production de savoir et placettes d'échantillonnage permanentes

Les changements à long terme dans la végétation sont mieux étudiés au moyen de placettes d'échantillonnage permanentes. Les changements saisonniers de la flore et de la faune tout au long de l'année et, éventuellement, au cours des années consécutives peuvent être suivis par la mise en place des placettes d'échantillonnage permanentes (PEP). Ces parcelles sont, par principe, identifiées par des marqueurs permanentes et géo-référencées. L'inventaire des espèces végétales et animales et des paramètres écologiques est effectué à un intervalle régulier. Une grande partie de ce qui est connu sur la dynamique des forêts tropicales en termes de changements de leur structure, de leur dynamique, de leur productivité et leur fonction est le fruit d'un suivi à long terme des populations d'arbres tropicaux dans les placettes d'échantillonnage permanentes (LEWIS ET AL, 2004; CHADZON ET AL., 2007). Le suivi à long terme permet d'évaluer les changements dans la croissance forestière, l'intégration de nouvelles espèces et le taux de mortalité (PHILLIPS ET AL., 1994; SHEIL ET AL, 1995; LEWIS, 2006). Par ailleurs, en utilisant des équations allométriques, les mesures de diamètre d'arbre peuvent être converties en biomasse et teneur en carbone afin de déterminer si les forêts tropicales intactes constituent actuellement un puits de carbone, une source de carbone ou si elles sont neutres, et, par conséquent, la façon dont elles modèrent le rythme et l'ampleur du changement climatique (LEWIS, 2006).

ÉTAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LES FORETS TROPICALES HUMIDES

Les connaissances actuelles montrent que les FTH sont ou seront négativement affectées par les changements climatiques (changements dans la composition en espèces et en groupes fonctionnels, réduction de la productivité et de la résilience, impacts sur la biodiversité, l'agriculture, la santé humaine, l'eau, le développement socio-économique et les moyens de subsistance). En dépit de tout ce qui précède, il existe des incertitudes sur les résultats de l'interaction entre les facteurs climatiques (augmentation de la température, variabilité des précipitations, événements extrêmes, fertilisation carbonique et feux de brousse), d'où la nécessité de générer plus de connaissances à travers le suivi des facteurs

climatiques et de la phénologie de la forêt aussi bien que la croissance et la régénération des espèces ligneuses et la synthèse des données provenant de plusieurs sites.

En considérant les effets du changement climatique sur les FTH d'Afrique centrale et occidentale, l'accent devrait être mis sur l'examen des effets des changements des variables climatiques (température et précipitations) et des concentrations de dioxyde de carbone sur la croissance des plantes. Ceci parce que la température, la disponibilité de l'eau (déterminées par les précipitations et les caractéristiques des sols ainsi que d'autres variables météorologiques) et la concentration en dioxyde de carbone sont importantes non seulement en matière de changement climatique, mais aussi pour la croissance des plantes. Ceci est particulièrement important en raison de l'augmentation future prévue du CO₂ atmosphérique, provoquant dans l'avenir les hausses de température et, éventuellement, des changements climatiques brusques.

Les températures plus élevées prédites, les précipitations altérées et les niveaux plus élevés de concentration en CO₂ atmosphérique affecteraient négativement les forêts tropicales humides d'Afrique centrale et occidentale. Les arbres sont sensibles au changement climatique qui affecte les températures du sol et les niveaux d'humidité et détermine la vitalité des organismes nuisibles. Le régime hydrique de la forêt sera affecté par les changements dans les précipitations saisonnières, les caractéristiques intra-saisonnières des précipitations et les variations inter-annuelles des précipitations qui a leur tour pourraient affecter la composition en espèces, la croissance, la productivité, la phénologie et la régénération dans les zones des FTH d'Afrique occidentale et centrale. Déjà, les précipitations ont diminué en Afrique de l'Ouest et dans le nord du Bassin du Congo au cours des deux dernières décennies (MALHI ET WRIGHT, 2004). Il existe un seuil critique de disponibilité en eau en-dessous duquel les forêts tropicales ne peuvent survivre et se verront remplacer par des savanes (SALZMANN ET HOELZMANN, 2005). Ces forêts sont déjà relativement sèches (environ 1500 mm par an) et peuvent devenir des savanes si les tendances actuelles se poursuivent, ce qui conduirait à de grands flux de carbone dans l'atmosphère (LEWIS, 2005). Comme ces forêts s'assèchent, elles seront plus sensibles à l'incendie causé soit par la foudre ou par les actions humaines même si elles étaient supposées être à l'abri des feux de brousse. En outre, la hausse des températures ambiantes augmenterait la respiration des arbres, réduisant ainsi la croissance des forêts. Elle aura également un impact sur le sol, un élément vital des écosystèmes forestiers à travers l'augmentation de la température du sol, ce qui accélère la décomposition de la matière organique du sol, entraînant de ce fait la libération du CO₂ dans l'atmosphère et la diminution du rapport carbone/azote.

Les impacts de l'augmentation du CO₂ atmosphérique sur les forêts dans la sous-région seront complexifiés par les effets qu'il a sur les arbres outre le fait qu'elle peut modifier leur régime climatique. La plupart des plantes en croissance sous une meilleure exposition au CO₂ présentent des taux nets accrus de photosynthèse liés aux effets "fertilisants".

Toutefois, l'enrichissement en CO₂ a également tendance à fermer les stomates de la plante et ce faisant, réduit la transpiration par unité de surface foliaire, tout en améliorant la photosynthèse. Il est nécessaire d'étudier les effets de la disponibilité accrue de CO₂ sur les FTH, en particulier sur leur croissance, leur dynamique et leur régénération.

Il existe également des incertitudes sur la façon dont le biome de la forêt tropicale humide africaine et les espèces d'arbres réagiraient ou s'adaptent déjà aux changements dans leur environnement physique, biologique, chimique à la suite du changement et de la variabilité climatiques. Le changement climatique entraînerait probablement des changements dans la structure, la dynamique et la composition en espèces des FTH d'Afrique centrale et occidentale. Il est par conséquent nécessaire d'étudier les impacts du changement climatique sur les forêts, en particulier, sur les arbres pris individuellement, sur la composition en espèces, sur les groupes fonctionnels, sur la croissance, sur la phénologie et sur la régénération des forêts afin de produire des données et des informations qui seront utilisées pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique dans le cadre forestier. Ceci est important car tous les petits changements dans le biome de la forêt tropicale humide peuvent potentiellement conduire à des impacts globaux sur la vitesse et l'ampleur du changement climatique et la conservation de la biodiversité (LEWIS, 2005).

PLACETTES D'ÉCHANTILLONNAGE PERMANENTES

Il y a un grand manque d'informations sur les placettes d'échantillonnage permanentes (PEP) utilisées dans l'étude de la végétation des FTH d'Afrique centrale et occidentale. Même là où elles ont été installées, les informations sur leur localisation géographique (latitude et longitude), les données climatiques et les caractéristiques de la végétation manquent ou sont difficiles d'accès. Ceci est probablement dû au fait qu'au moment de leur mise en place, la technologie du système de positionnement géographique n'était pas encore disponible dans la plupart des pays d'Afrique centrale et occidentale ou qu'il n'y avait pas eu de suivi après mise en place. Certaines des PEP visitées étaient déjà complètement déboisées ou fortement dégradées. En outre, toutes les tentatives de renseignements sur les PEP par des chercheurs et des organisations internationales travaillant dans les ministères et les départements gouvernementaux de ces pays n'ont pas pu résoudre ce problème.

Cela laisse les réserves naturelles (RN) avec les données existantes comme la meilleure option dans le suivi-évaluation des impacts du changement climatique dans la sous-région. Les PEP et RN qui ont été trouvées comme étant intactes en utilisant le logiciel Google Earth aussi bien que les données et informations disponibles (Tableau 2) ainsi que les PEP et RN qui restent à identifier et à sélectionner dans certains pays de la sous-région, sont retenues dans le cadre du suivi-évaluation des impacts du changement climatique sur les

FTH d'Afrique centrale et occidentale. Les PEP établies dans les réserves seraient protégées par la réglementation en vigueur dans les différents pays.

Il est recommandé qu'un hectare de PEP soit installé sur chaque site. Une fois installées dans les RN, les PEP devraient être géoréférencées et délimitées avec des marqueurs permanents visibles pour faciliter l'identification ou servir de référence à l'avenir. Un chercheur dynamique, engagé et affilié à une institution devrait être identifié et recruté pour collecter les données et les informations sur les parcelles de suivi-évaluation des impacts du changement climatique sur les FTH. Les données à collecter devraient inclure les données sur les propriétés du sol, la composition des espèces (liane, arbustes et arbres) des groupes fonctionnels, la phénologie (feuilles caduques ou persistantes), la croissance des arbres, les surfaces terrières, la hauteur, la mortalité et la sélection. Cinq échantillons de terre doivent être prélevés jusqu'à 2 m de profondeur par parcelle et analysés pour le carbone, la distribution des nutriments avec la profondeur, la densité, la texture et le niveau de la nappe phréatique. Les espèces d'arbres devraient être entièrement identifiées et dénombrées; le diamètre à hauteur de poitrine (DHP = 1,3 m de hauteur) ou à 50 cm au-dessus du contrefort mesuré, étiquetées de façon permanente avec un numéro ou le nom de chaque espèce et suivies dans le temps. Les données recueillies à partir des placettes seront utilisées dans la compilation de la composition des espèces, des groupes fonctionnels et de la phénologie, ainsi que dans le calcul de la superficie de base de l'espèce dans chaque parcelle.

Tableau 2. Informations générales sur les réserves naturelles et placettes d'échantillonnage permanentes

Désignation	Pays	Éco-région	Superficie (ha)	Hauteur moyennes des précipitations (mm)	Altitude (m)	Localisation
RN Mount Nimba	Guinée/Côte d'Ivoire	Forêt tropicale/Savane arborée	17 130	-	450-1 752	7,32° – 7,44° E x 8,2° – 8,3° W
RN Yangambi	République Démocratique du Congo	Forêt humide	73 860	1 698	374 - 529	0.89° N, 24.48° E
PEP	Nigéria	Forêt semi-décidue	2,5	1 413	286 - 381	7,31° N, 4,31° E
RN de Takumanda (PEP)1	Cameroun	Forêt tropicale	-	-	120	6,03° N, 9,16° E
		Forêt de montagne	-	-	1 200	6,19° N, 9,23° E
PEP2	Ghana	Humide et semi-décidue	0,6	1 412	-	6,56° N, 2,22° E
		Humide à feuille persistant	1	1 659	-	5,35° N, 1,83° E
		Humide à feuille persistant	1	1 733	-	4,83° N, 2,1° E

Source: Sunderland et al. (2003); and Fauset et al. (2012).

CHAPITRE 6 Conclusion

Les FTH d'Afrique centrale et occidentale sont caractérisées par des précipitations annuelles de 1400 mm à 4000 mm et comprennent les forêts humides décidues et denses à de basse altitude et les forêts denses afromontagnardes à des altitudes élevées (> 900 m d'altitude). Une grande partie de la population vivant dans les zones rurales en Afrique centrale et occidentale dépend des forêts pour la plupart de leurs besoins de subsistance, et l'exportation de bois et de produits forestiers non ligneux génère des revenus pour les pays d'Afrique centrale et occidentale. Des scénarii de changement climatique pour l'Afrique indiquent un réchauffement climatique décennal allant de 0,2°C (scénario inférieur) à plus de 0,5°C (scénario supérieur). Au cours de ce siècle, on s'attend à ce que cette tendance de réchauffement et de changements dans les régimes pluviométriques se poursuivent et s'accompagnent d'une hausse du niveau de la mer et de la fréquence accrue des événements extrêmes. Ces tendances de changement climatique modifieront les conditions environnementales auxquelles sont adaptés les arbres des FTH d'Afrique centrale et occidentale, nuisant ainsi aux forêts et aux populations qui en dépendent.

Les connaissances actuelles montrent que les FTH sont ou seront négativement affectées par les changements climatiques (changements dans la composition en espèces et en groupes fonctionnels, réduction de la productivité et de la résilience, impacts sur la biodiversité, santé humaine, eau, agriculture, développement socio-économique et moyens de subsistance).

En dépit de tout ce qui précède, les caractéristiques et les impacts du changement climatique sur les FTH d'Afrique centrale et occidentale, à l'échelle régionale, n'ont pas encore été déterminées. Il existe des incertitudes sur les résultats de l'interaction des facteurs (augmentation de la température, variabilité des précipitations, événements météorologiques extrêmes, fertilisation carbonique et feux de brousse) sur les forêts humides, d'où la nécessité de produire plus de connaissances à travers le suivi des facteurs climatiques et de la phénologie de la forêt, la croissance, la régénération, la dynamique et la synthèse des données provenant de plusieurs -sites.

Cela nécessite l'établissement de PEP dans les FTH de certains pays représentatifs à travers l'Afrique centrale et occidentale afin de générer de données précises utilisables dans l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques basées sur la forêt à travers le ré-échantillonnage et le suivi périodique des parcelles. Ces données améliorées devraient intégrer l'impact de la hausse des températures, des changements en matière de précipitations et de l'augmentation de la concentration en CO₂ atmosphérique sur la croissance des forêts, leur régénération, leur composition en espèces, leur dynamique, leur

biomasse, leurs groupes fonctionnels, leur phénologie ainsi que des estimations plus précises du couvert forestier, de l'emplacement et des taux de changement résultant de la déforestation, de la dégradation et de la régénération des forêts.

Références bibliographiques

- Alterhoff, T.B., LeChevallier, M.W., Norton, W.D. and Rosen, J.S. 1998. Effects of rainfall on giardia and cryptosporidium. *Journal of American Water Works Association* 90: 66-80.
- Awosika, L.F., French, G.T., Nicholls, R.J. and Ibe, C.E. 1994. The impact of sea level rise on the coastline of Nigeria. In: O'Callahan, J. (ed.). *Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea. Proceedings IPCC Workshop at Margarita Island, Venezuela, 9-13 March 1992*, pp 123-154 National Oceanic and Atmosphere Administration, Silver Spring, MD, USA.
- Bernier, P. and Schoene, D. 2008. Adaptation forests and their management to climate change: an overview (<http://www.fao.org/docrep/011/i0670e02.htm>, accessed on 14-07-2012)
- Boko, M., Niang, I., Nyong, A., Vogel, C., Githeko, A., Medany, M., Osman-Elasha, B., Tabo, R. and Yanda, P. 2007. Africa. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. In: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (eds.). *Contribution to Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 433-467. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Brown, T.J., Hall, B.L. and Westerling, A.L. 2004. The impact of twenty-first century climate change on wildland fire change danger in the western United States: an applications perspective. *Climatic Change* 62: 365-388.
- Chadzon, R.L. 2003. Tropical forest recovery: Legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology and Evolutionary System* 6: 51-71.
- Chadzon, R.L., Letcher, S.G., Breugel, M., van Martinez-Ramos, M., Bongers, F. and Finegan, B. 2007. Rates of change in tree communities of secondary neotropical forests following major disturbances. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B: Biological Sciences* 362: 273-289.
- Chakravarty, S., Ghosh, S. K., Suresh, C. P., Dey, A. N. and Shukla, G. 2012. *Deforestation: Causes, Effects and Control Strategies*. In: Akias, O. C. (ed.). , *Global Perspectives on Sustainable Forest Management*, pp. 3-28. InTech, Croatia.
- Chappall, A. and Agnew, C.T. 2004. Modelling climate change in West African Sahel rainfall (1931-1990) as an artifact of changing station locations. *International Journal of Climatology* 24: 517-554.

- Conway, G. 2009. The Science of Climate Change in Africa: Impacts and Adaptation. Grantham Institute for Climate Change Discussion Paper No. 1. Imperial College, London.
- Dai, A. 2011. Drought under global warming: a review. *Wiley Interdisciplinary Review of Climate Change* 2: 45-65.
- Dai, A., Lamb, P.J., Trenberth, K.E., Hulme, M., Jones, P.D. and Xie, P. 2004. The recent Sahel drought is real. *International Journal Climatology* 24: 1323-1331.
- Desanker, P.V., Magadza, C., Allali, A., Bosalirwa, C., Boko, M., Dieudonne, G., Downing, T.E., Dube, P.O., Githeko, A., Githendu, M., Gonzalez, P., Gwary, D., Jallow, B., Nwafor, J. and Scholes, R. 2001. Africa. In: McCarty, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J. and White, K.S. (eds.). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 487-531. Cambridge University Press, Cambridge.
- Elmqvist, T., Wall, M., Berggren, A.L., Blix, L., Fritioff, A. and Rinman, U. 2001. Tropical forest re-organization after cyclone and fire disturbance in Samoa: remnant trees as biological legacies. *Conservation Ecology* 5(2), Art. No. 10 (<http://www.botany.hawaii.edu/basch/uhnpscesu/pdfs/sam/Elmqvist2001WS.pdf>, accessed on 14-07-2012).
- FAO. 1988. An Interim Report on the State of Resources in the Developing Countries. Publication of FAO Forest Resources Division, FAO, Rome.
- FAO. 2001. State of the World's Forests 2001. FAO, Rome.
- FAO. 2003. Forestry Outlook Study for Africa-African Forests: A View to 2002. African Development Bank, European Commission and the FAO, , Rome.
- FAO. 2009. State of World Forests 2009. FAO, Rome.
- Fauset, S., Baker, T.R., Lewis, S.I., Feldpausch, T.R., Affum-Baffoe, K., Foli, E.G., Hamer, K.C. and Swaine, M.D. 2012. Drought-induced shifts in floristic and functional composition of tropical forests in Ghana. *Ecology Letters* 15: 1120-1129 (doi:10.1111/j.1461-0248.2012.01834.x).
- Fischlin, A., Midgley, G.F., Price, J.T., Leemans, R., Turley, C., Rounsevell, M.D.A., Dube, O.P., Tarazona, J. and Velichko, A. A. 2007. Ecosystems, their properties, goods and services. In: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (eds.). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*.

Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.

Fleshman, M. 2007. Climate change: Africa gets ready planning how to deal with higher temperatures, shifting weather. *Africa Renewal* 21(2): 14.

Fontenille, D., Traore-Lamizana, M., Zeller, H., Mondo, M., Diallo, M. and Gigoutte, J. P. 1995. Short report: Rift Valley Fever in western Africa: isolations from *Aedes* mosquitoes during an interepizootic period. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 52: 403-404.

Galindo-Gonzalez, I., Guevara, S. and Sosa, V.J. 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in tropical rain forest. *Conservation Biology* 14: 1693-1703.

Gbuyiro, S.O. 1998. On Rainfall Variability, Enso and its Relationship with Nigeria Rainfall. M.Sc. Thesis, University of Lagos, Lagos.

Gillies, M.T. 1953. The duration of the gonotrophic cycle in *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus* with a note on the efficiency of hand catching. *East African Medical Journal* 30: 129-135.

Githeko, A.K., Lindsay, S.W., Confalonieri, U.E. and Patz, J.A. 2000. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. *Bulletin of the World Health Organization* 78(9): 1136-1147.

Hulme, M. (ed.). 1996. Climate Change in Southern Africa: An Exploration of some Potential Impacts and Implications in the SADC Region. Climatic Research Unit, University of East Anglia, Norwich, United Kingdom.

Hulme, M., Doherty, R., Ngara, T. and New, M. 2005. Global warming and African climate: a re-assessment. In: Pak, S.L. (ed.). *Climate Change and Africa*, pp. 29-40. Cambridge University Press, Cambridge.

IITA. 2000. IITA Strategic Plan 2001-2010 supporting document. International Institute of Agriculture, Ibadan, Nigeria.

IPCC 1990. Potential impacts of climate change. Report of Working Group 2. Intergovernmental Panel on Climate Change, 1-1 to 2. Geneva: World Meteorological Organization (WMO)/United Nations Environment Programme (UNEP).

IPCC. 1996. Climate Change 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Watson, R.T., Zinyowera, M.C. and Moss, R.H. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge.

- IPCC. 1998. The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC TAR 2001. Climate Change 2001. Impacts, Adaptation and Vulnerability. IPCC Working Group II. Third Assessment Report. In: McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J. and White, K.S. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. In: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (eds.). Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, pp. 7-22. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Isichei, A.O., Ekeleme, F. and Jimoh, B.A. 1986. Changes in a secondary forest in southwestern Nigeria following a ground fire. *Journal of Tropical Ecology* 2: 249-256.
- IUFRO. 2010. Climate Change Impacts on African Forests and People. IUFRO Occasional Paper No. 24. IUFRO Headquarters, Vienna.
- Jagtap, S.S. and Chan, A.K. 2000. Agrometeorological aspects of agriculture in the sub-humid and humid zones of Africa and Asia. *Agricultural and Forest Meteorology* 103(1 and 2): 59-72.
- Jallow, B. P., Barrow, M.K.A. and Leatherman, S.P. 1996. Vulnerability of the coastal zone of Gambia to sea level rise and development of response strategies and adaptation options. *Climate Research* 6: 165-177.
- Justice, C., Wilkie, D., Zhang, Q., Brunner, J. and Donoghue, C. 2001. Central African forests, carbon and climate change. *Climate Research* 17: 229-246.
- Keay, R.W.J. 1959. Outline of Nigerian Vegetation (3rd Edition). Federal Ministry of Information. Printing Division. Lagos.
- Kinnard, M. and O'Brien, T. 1998. Letter from Indonesia: forest fires that raged throughout Indonesia are linked to a quirky El Nino. *Wildlife Conservation*, March/April 1998.
- Kio, P.R.O. and Nnaobi, C.H. 1983. An economic analysis of the effects of forest fires - a case study of plantation losses in the 1982/83 dry season in southern Nigeria. Forest Research Institute, Ibadan (unpublished).
- Kruger, A.C. and Shongwe, S. 2004. Temperature trends in South Africa 1960-2003. *International Journal Climatology* 24: 1929-1945.

- Lewis, S. L. 2006. Tropical forests and the changing earth system. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 361: 439-450.
- Lewis, S.L., Phillips, O.L., Baker, T.R., Lloyd, J., Malhi, Y., Almeida, S., Higuchi, N., Laurance, W.F., Neill, D.A., Silva, J.N.M., Terborgh, J., Torres Lezama, A, Vazquez-Martinez, R., Brown, S., Chave, J., Kuebler, C., Nunez Vargas, P. and Vinceti, B. 2004. Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American long-term plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B: Biological Sciences* 359: 421-436.
- Lindsey, S.W. and Martens, W.J. 1998. Malaria in the African Highlands: past, present and future. *Bulletin of the World Health Organization* 76: 33-45.
- Linthicum, J.K., Bailey, C.L., Tucker, C.J., Mitchell, K.D., Logan, T.M., Davis, F.G., Kamau, C.W., Thande, P.C. and Wagatfeh, J.N. 1990. Application of polar-orbiting meteorological satellite data to detect flooding of Rift Valley Fever virus vector mosquito habitats in Kenya. *Medical Veterinary Entomology* 4: 433-438.
- Macchi, M., Oviedo, G., Gotheil, S., Cross, K., Boedhihartono, A., Wolfangel, C. and Howell, M. 2008. Indigenous and Traditional Peoples and Climate Change: Vulnerability and Adaptation. Issues Paper, IUCN, Gland.
- Malhi, Y. and Wright, J. 2004. Spatial patterns and recent trends in the climate of tropical forest regions. *Philosophical Transaction of Royal Society of London B: Biological Sciences* 359: 311-329.
- Meehl, G.A., Stocker, T.F., Collins, W., Friedingstein, P., Gaye, A., Gregory, J., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J., Noda, A., Raper, S., Watterson, I., Weaver, A. and Zhao, Z.C. 2007. Global Climate Projections. In: Solomon, S., Qui, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. and Miller, H.I. (eds.). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Molua, E.L. 2008. Turning up the heat on African agriculture: The impact of climate change on Cameroon's agriculture. *African Journal of Agricultural and Resource Economics* 2(1): 45-64.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., and Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403(6772): 853-858.
- Nasi, R., Cassagne, B. and Billand, A. 2006. Forest management in Central Africa: where are we? *International Forest Review* 8(1): 14-20.

- New, M., Hewitson, B., Stephenson, D.B., Tsiga, A., Kruger, A., Manhique, A., Gomez, B., Coelho, C.A.S., Masisi, D.N., Kululanga, E., Mbambalala, E., Adesina, F., Saleh, H., Kanyanga, J., Adosi, J., Bulane, L., Fortunata, L., Mdoka, M. L. and Lajoie, R. 2006. Evidence of trends in daily climate extremes over southern and West Africa. *Journal Geophysical Research* 111 (D14102.doi:10.1029/2005JD006289).
- Niiasse, M., Afouda, A. and Amani, A. (eds.). 2004. Reducing West Africa Vulnerability to Climate Impacts on Water Resources, Wetlands and desertification: Elements for a Regional Strategy for Preparedness and Adaptation. IUCN, Cambridge.
- Nicholson, S.E., Some, B. and Kone, B. 2000. Analysis of recent rainfall conditions in West Africa including the rainy season of the 1997 El Nino and 1998 La Nina years. *Journal of Climate* 13: 2628-2640.
- Njoku, J. 2012. 2012 Year of Flood Fury: A disaster foretold, but ignored? *Vanguard News*, October 03, 2012.
- Okali, D. 2010. Many species one planet one future. In: Ofozie, I.E., Awotoye, O.O. and Adewole, M.B. (eds.). *Many Species One Planet One Future*, pp. 8-21. Proceedings of the 3rd Annual Conference of the Institute of Ecology and Environmental, June 15-17, 2010, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife.
- Okali, D. 2011. Climate change and African moist forests. In: Chidumayo, E., Okali, D., Kowero, G. and Larwanou, M. (eds.). *Climate Change and African Forest and Wildlife Resources*, pp. 68-84. African Forestry Forum, Nairobi, Kenya.
- Okali, D. and Eyog-Matig, O. 2004. Rain Forest Management for Wood Production in West and Central Africa. A Report Prepared for the Project 'Lessons Learnt on Sustainable Forest Management in Africa'. The African Forest Research Network, Nairobi, Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry, Stockholm, and FAO, Rome.
- Olaleye, O.D., Tomori, O., Ladipo, M.A. and Schmitz, H. 1996. Rift Valley Fever in Nigeria: infections and humans. *Review of Science Technologies* 15: 923-935.
- Onochie, C.F.A. 1990. The Dying Forest. The Declining Forest Resources of Nigeria. A Keynote Address Delivered at the Fourth Annual Conference of the Botanical Society of Nigeria, Nsukka, 4-8 March, 1990.
- Phillips, O.L., Baker, T.R., Arroyo, L., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Malhi, Y., Monteagudo, A., Neill, D.A., Vargas, P.N., Silva, J.N.M., Terborgh, J., Vasquez Martinez, R., Alexiades, M., Almeida, S., Brown, S., Chave, J., Comiskey, J.A., Czimczik, C.I., Di Fiori, A., Erwin, T., Kuebler, C., Laurance, S.G., Nascimento, H.E.M., Olivier, J., Palacios, W., Patino, S., Pitman, N.C.A., Quesada, C.A., Saldias, M., Lezama, A.T. and Vinceti, R. 2004. Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976-

2001. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B: Biological Sciences 359: 381-407.
- Pardey, P., James, J., Alston, J., Wood, S., Koo, B., Binenbaum, E., Hurley, T. and Glewwe, P. 2007. Science, Technology and Skills. Instepp International Science and Technology Practice and Policy, University of Minnesota, Minnesota.
- Pimentel, D. 1993. Climate changes and food supply. Forum for Applied Research and Public Policy 8(4): 54-60.
- Poorter, L., Bongers, F., Kouame, F.N. and Hawthorne, W.D. (eds.). 2004. Biodiversity of West African Forests: An Ecological Atlas of Woody Plant Species. CABI Publishing, Oxford.
- République de Cote d'Ivoire. 2000. Communication Initiale de la Cote d'Ivoire. Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de la Forêt, Abidjan.
- République de Guinée. 2002. Communication Initiale de la Guinée à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Ministère des Mines, de la Géologie et de l'Environnement, Conakry.
- Richards, P.W. 1955. The secondary succession in tropical rain forest. Science Progress 43: 45-57.
- Riebsame, W.F. 1995. "Complex river basins". In: Strzepek, K.M. and Smith, J.B. (eds.). As Climate Changes, International Impacts and Implications, pp. 57-91. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rueda, L.M., Patel, K.J., Axtell, R.C. and Stinner, R.E. 1990. Temperature dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Journal of Medical Entomology 27: 892-898.
- Salzmann, U. and Hoelzmann, P. 2005. The Dahomey gap: an abrupt climatically induced rain forest fragmentation in West Africa during the late Holocene. Holocene 15: 190-199.
- Scholze, M., Knorr, R., Arnell, N.W. and Prentice, I.C. 2006. A climate change risk analysis for world ecosystems. Proceedings of the National Academy of Sciences 103(35): 13116-13120.
- Shackleton, C.M., Shackleton, S.E., Buiten, E. and Bird, N. 2007. The importance of dry woodlands and forests in rural livelihoods and poverty alleviation in South Africa. Forest Policy and Economics 9(5): 558-577.

- Sheil, D., Burslem, D.F.R.P. and Alder, D. 1995. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. *Journal of Ecology* 83: 331-333.
- Sommer, A. 1976. Attempt at an assessment of the world's tropical moist forests. *Unasylva* 28(112-113): 5-24.
- Sonwa, D.J., Bele, Y.M., Somorin, O.A. and Nkem, J. 2010. Central Africa is not only carbon stock. Preliminary efforts to promote adaptation to climate change for forest and communities in Congo Basin. *Nature and Faune* 25(1): 58-63.
- Sunderland, T.C.H., Clark, L.E. and Vantomme, P. (eds.). 1998. *Non-wood Forest Products of Central Africa: Current Research Issues and Prospects for Conservation and Development*. FAO, Rome.
- Sunderland, T.C.H., Comiskey, J.A., Besong, S., Mboh, H., Fonwebon, J. and Dione, M.A. 2003. Vegetation assessment of Takamanda Forest Reserve, Cameroon. *SI/MAB Series* 8: 19-53.
- Swaine, M.D. and Hall, J.B. 1983. Early succession on cleared forest land in Ghana. *Journal of Ecology* 71: 601-628.
- Turell, M.J. 1989. Effects of environmental temperature on the vector competence of *Aedes fowleii* for Rift Valley fever virus. *Research in Virology* 140: 147-154.
- Uhl, C., Clark, K., Clark, H. and Murphy, P. 1981. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon basin. *Journal of Ecology* 69: 631-649.
- United Nations 1992. United Nations Framework Convention on Climate Change. FCCC/INFORMAL/84, GE.05-62220 € 2000705
- UNDP 2004. *Reducing Disaster risk: A Challenge for Development*. UNDP Bureau for Crisis Prevention and Recovery, New York.
- UNEP. 2002. *Africa Environmental Outlook: Past, Present and Future Perspectives*. UNEP, Nairobi (<http://www.unep.org/dewar/Africa/publications/AEO-1/index.htm>, accessed on 18/10/2012)
- UNESCO-WWAP. 2006. *Water : A Shared Responsibility*. United Nations World Water Development Report 2. UNESCO, Paris and the United Nations World Water Assessment Programme, Paris.
- UNFCCC 2008. Report of the Conference of the Parties on its Thirteenth Session, Held in Bali from 3 to 15 December 2007. FCCC/CP/2007/6/Add.1. 14 March 2008. GE.08-61035.

- Warsame, M., Wernsdorfer, W.H., Hultdt, G., and Bjorkman, A. 1995. An epidemic of Plasmodium falciparum malaria in Balcad Somalia, and its causation. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 98: 142-145.
- White, F. 1983. The Vegetation of Africa-a descriptive memoir to accompany the UNESCO/AET/FAT/UNSO vegetation map of Africa. UNESCO, Paris.
- WRI. 1996. World Resources: A Guide to the Global Environment, 1996-1997. World Resources Institute (WRI)/United Nations Environment Programme/United Nations Development Programme/The World Bank. Oxford University Press, New York.

African Forest Forum



Adresse:

African Forest Forum

P.O. Box 30677-00100 Nairobi GPO KENYA

Tel: +254 20 722 4203 Fax: +254 20 722 4001

www.afforum.org

