



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

# LES RELATIONS EAU-FORÊT DANS LES ZONES SUBHUMIDES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST



DOCUMENT DE TRAVAIL DU FORUM FORESTIER AFRICAIN

VOLUME 1

NUMERO 1, 2011

Copyright © African Forest Forum 2011. Tous droits réservés. African Forest Forum P.O. Box 30677-00100  
Nairobi GPO KENYA Tel: +254 20 7224203 Fax: +254 20 722 4001 Website: [www.afforum.org](http://www.afforum.org)

Citation: Popoola, L. 2011. Les Relations Eau-Forêt dans les Zones Subhumides de l'Afrique de l'Ouest. African Forest Forum, Working Paper Series, Vol. (1)1, 32 pp.

Photo de couverture: The African Forest Forum

#### 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.

# Les Relations Eau-Forêt dans les Zones Subhumides de l'Afrique de l'Ouest

Labode Popoola<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre for Sustainable Development, University of Ibadan,  
Ibadan, Nigeria.

# Table des matières

Liste des tableaux .....	iv
Liste des figures .....	iv
Sigles et Abréviations .....	v
Avant-propos .....	vi
Résumé .....	viii
CHAPITRE 1 Introduction.....	1
Généralités.....	1
Etendue des ressources en eau partagées.....	2
Apprentissage et échange d'expériences et de meilleures pratiques.....	4
Potentiel pour la collaboration dans la gestion et l'utilisation des ressources en eau .....	4
Instruments économiques et circuits de financement dans la gestion des ressources en eau .....	5
Interdépendance en matière d'eau dans les zones subhumides de l'Afrique de l'Ouest	5
CHAPITRE 2 Gestion des ressources en eau en zone subhumide Ouest Africaine.....	8
Etat actuel des connaissances sur la répartition, la disponibilité et l'abondance de l'eau ..	8
Principaux problèmes et mesures de résolution.....	11
Origines des conflits de l'eau dans les zones subhumides de l'Afrique de l'Ouest.....	13
Obstacles à la coopération dans les zones subhumides de l'Afrique de l'Ouest.....	14
Tensions d'origine climatique et conflits liés aux cours d'eau partagés.....	15
CHAPITRE 3 Forêts et sources d'eau dans les zones subhumides de l'Afrique de l'Ouest ...	16
Principaux bassins versants et lignes de partage .....	16
Bassin du fleuve Sénégal .....	17
Bassin de la Volta.....	19
Gestion des forêts dans les zones de bassins versants.....	20
Acteurs impliqués dans l'approvisionnement, l'utilisation, le commerce et la gestion de l'eau .....	21

Suivi du cycle de l'eau.....	22
Connaissance des principes d'utilisation et de conservation de l'eau en foresterie.....	22
Surveillance environnementale à long terme.....	23
CHAPITRE 4 Directives pour la gestion des relations eau-forêt .....	24
Gestion Intégrée des Ressources en Eau.....	24
Politique Nationale comme un pré requis.....	25
Organisations gouvernementales.....	26
Rôle du secteur privé .....	26
Prise en compte des démunis .....	26
Disponibilité des ressources.....	27
Options de gestion durable des forêts.....	27
Références bibliographiques.....	29

## Liste des tableaux

Table 1: Ressources annuelles en eau renouvelable dans quelques pays de l'Afrique de l'Ouest en 1995..... 9

Table 2: Prélèvements annuels d'eau dans sept pays de l'Afrique de l'Ouest en 1995..... 11

## Liste des figures

Figure 1: Bassins fluviaux en zone subhumide de la sous-région Ouest Africaine..... 3

# Sigles et Abréviations

AQUASTAT	FAO's Information System on Water and Agriculture
CIGB	Commission Internationale des Grands Barrages
DCE	Directive-Cadre sur l'Eau
DGIS	The Netherlands Directorate General for International Development Cooperation
DGRE	Direction Générale des Ressources en Eau du Burkina Faso
FAO	Food and Agriculture Organization
GWP	Global Water Partnership
GWP-WA	West African Water Partnership
IUCN PACO	IUCN Regional Programme for Central and West Africa
IUCN	International Union for the Conservation of Nature
IWRM	Integrated Water Resources Management
MW	MegaWatt
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PAGEV	Projet d'Amélioration de la Gouvernance de l'Eau dans le Bassin de la Volta
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency
TVA	Taxe sur Valeur Ajoutée
UEMOA	Union Economique et Monétaire Ouest Africaine
WANI	Water and Nature Initiative
WFD	Water Framework Directive
WRC	Water Resources Commission

# Avant-propos

Avec 28 bassins fluviaux partagés couvrant 71% de la région, il apparaît que la sous-région sub-humide de l'Afrique de l'Ouest dispose de considérables ressources en eau. Cela rend aussi les pays de cette région très interdépendants en eau. Cependant, les preuves abondent qu'au cours de ce seul dernier siècle, de nombreuses parties de la sous-région ont été confrontées à des stress très sévères liés à l'eau. Cela a été attribué en partie à la variété du climat dans cette sous-région. Une grande partie de la zone sud jouit d'une pluviométrie relativement adéquate et bimodale entre Mars et Octobre, alors que la partie la plus sèche au Nord a un régime pluviométrique uni-modal qui dure à peine quatre mois au cours d'une année. En plus des variations climatiques, la situation est encore compliquée par le fait que les principaux cours d'eau de la région prennent sources dans les zones de fortes précipitations et coulent à travers la zone sahélienne. Plusieurs interventions ont été faites pour exploiter et optimiser les bénéfices de cette ressource, y compris la construction de grands barrages pour servir de réceptacles d'eau et pour la régulation des flux. Malgré ces efforts, le stress lié à l'eau demeure un sérieux problème dans de nombreuses parties de la sous-région.

En accord avec sa mission et son engagement dans la gestion durable des forêts africaines, et aussi dans la génération et le partage des connaissances et informations pour une gestion durable des forêts, le Forum Forestier Africain (AFF) a commandité une étude sur le vaste domaine des relations eau-forêt, couvrant huit pays de la région subhumide de l'Afrique occidentale, le Bénin, le Ghana, la Guinée Conakry, la Côte-d'Ivoire, le Liberia, le Nigeria, la Sierra Leone et le Togo. Les questions abordées dans cette étude comprennent: les questions liées à l'eau dans la sous-région, l'ampleur de l'engagement partagé et le désir de promouvoir la synergie et de renforcer la coopération des Etats membres sur ces questions, l'approvisionnement en eau dans la région en relation avec les écosystèmes forestiers, l'apprentissage et le partage des expériences et des meilleures pratiques, les possibilités de collaboration dans la gestion et l'utilisation des ressources en eau en relation avec les écosystèmes forestiers dans la sous-région. Il s'agissait essentiellement d'une étude documentaire visant principalement à identifier les principales ressources en eau dans la sous-région, comment elles sont liées à différents écosystèmes forestiers servant de bassins versants forestiers, et les défis et opportunités dans la gestion de ces forêts pour améliorer l'approvisionnement en eau de qualité dans la sous-région.

Le rapport aborde donc des questions relatives aux forêts et l'approvisionnement en eau, et plus spécifiquement les principaux bassins versants et bassins fluviaux, dans la mesure où ces derniers ont un rapport avec le maintien des écosystèmes forestiers, les problèmes liés à la gestion des forêts dans les zones de bassins versants, y compris les aspects liés aux politiques, réglementations, défis et opportunités. Le rapport identifie les intervenants sur les ressources en eau et recommande des approches d'harmonisation de leurs intérêts en

rapport avec l'approvisionnement en eau, son utilisation, son commerce et sa gestion. Il propose également des améliorations dans la connaissance et le partage d'information. En outre, certaines idées sont données sur les directives en matière de ressources en eau, y compris les politiques, mesures législatives et incitatives, coordonnées à l'échelle sous-régionale qui permettront d'améliorer la gestion des forêts pour l'approvisionnement durable en eau et la protection des bassins versants. Enfin, le rapport prône l'utilisation de technologies adaptées pour améliorer le rendement de l'eau et son utilisation dans la sous-région.

Ce rapport a été rendu possible grâce aux efforts concertés d'AFF et du Centre pour le développement durable de l'Université d'Ibadan au Nigeria, sous l'orientation de son directeur, le professeur Labode Popoola, auteur de ce rapport.



Prof. Godwin Kowero

Secrétaire Exécutif, African Forest Forum

## Résumé

Les tensions liées à l'eau résultent de l'insuffisance des réserves en eau et compromettent le développement humain en Afrique de l'Ouest. En plus des changements climatiques et hydrologiques, l'interdépendance des pays de la région subhumide vis-à-vis de l'eau et les actions anthropiques constituent d'autres facteurs principaux accentuant la pression sur les ressources en eau.

L'interdépendance en eau est une question capitale relative au stress lié à l'eau, une contrainte majeure pour les communautés de la région subhumide Ouest Africaine. La plupart des bassins fluviaux transfrontières sont partagés par au moins quatre à onze pays, assurant une distribution interzonale de l'eau à travers les régions humides et sèches. Cependant, la croissance rapide de la population et le développement urbain et industriel au cours des dernières décennies ont intensifié la pression sur les ressources en eau, exacerbant les risques de conflits en eau. En plus des troubles politiques et de la pauvreté, les conflits de l'eau constituent d'importants obstacles à la coopération pour la gestion des ressources en eau de l'Afrique de l'Ouest.

De grandes infrastructures ont été bâties en réponse à l'imprévisibilité des changements climatiques dans la sous-région. Elles contribuent significativement à l'augmentation de la capacité de stockage, la régulation des cours d'eau et au développement économique de la région. Cependant, le nombre important de grands barrages a accru les prélèvements non durables pour les différents besoins humains, a radicalement modifié les modes naturels de distribution de l'eau entre les riverains, et a conduit à des problèmes environnementaux tels que la perte des habitats, la déforestation, et la disparition des activités piscicoles, des cultures et des ressources forestières.

Les forêts dans la région subhumide de l'Afrique de l'Ouest contribuent de plusieurs manières au maintien des conditions environnementales et des cours d'eau naturels, tout en fournissant habitats, nourritures et aires de reproduction pour plusieurs espèces. Les forêts ont toujours été des zones de retenue d'eau potable. Cependant, plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest disposent de politiques inadéquates ou inexistantes de gestion des bassins et des forêts, aggravées par des stratégies de mise en œuvre inappropriées et des politiques de gouvernance inadéquates.

Les politiques et conventions internationales de gestion de l'eau connaissent des changements dynamiques et il y a un besoin urgent pour la région Ouest Africaine de développer des stratégies collaboratives de prise en charge de la gestion des ressources en eau, tenant compte de l'impact des forêts. Le Partenariat Mondial de l'Eau a défini la gestion intégrée des ressources en eau (IWRM) comme «*un processus de promotion d'un développement et d'une gestion coordonnés de l'eau, des terres et des ressources*

*annexes, afin de maximiser le bien-être économique et social de manière équitable, sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux».* Il existe un gros potentiel de mise en œuvre de moyens concrets pour l'adoption d'une IWRM, tout en développant des synergies transversales en matière de gestion des terres, des mesures novatrices et des mécanismes d'incitation pour établir et renforcer les capacités locales, nationales et sous-régionales à s'adapter aux systèmes de ressources foncier-eau/forêt-eau, de façon à faire face à la variabilité climatique.

Le présent document de travail passe en revue les états-des-lieux sur l'eau dans certains pays d'Afrique occidentale, les problèmes, défis et opportunités dans la gestion des ressources en eau et le rôle stratégique des forêts dans la gestion durable des ressources en eau dans les régions subhumides de l'Afrique de l'Ouest.

# CHAPITRE 1 Introduction

## GENERALITES

Plusieurs facteurs socio-économiques et environnementaux ont créé des conditions qui ont conduit l'Afrique à un niveau de vulnérabilité élevé. Au nombre de ces facteurs, le climat et l'eau représentent des sources de problèmes d'autant plus importants que des conditions climatiques et hydrologiques extrêmes coexistent souvent dans les mêmes régions (Oyebande et al., 2002). En Afrique, l'accumulation des déficits hydriques et écologiques au-delà de quatre décennies de sécheresse a prédisposé l'environnement à un degré élevé de dessèchement et de vulnérabilité (Falkenmark, 1989). La pauvreté généralisée est un autre facteur fondamental lié aux problèmes de l'eau en Afrique. La pauvreté est invalidante, et représente non seulement l'inaccessibilité aux ressources financières et matérielles, mais aussi à la connaissance, l'information et le savoir-faire technique, qui sont aussi des atouts nécessaires pour la lutte contre les problèmes de l'eau.

Pour de nombreuses raisons, les risques de conflits de l'eau représentent des conditions particulièrement aggravantes pour l'Afrique de l'Ouest (Niasse, 2000; Niasse et al., 2004). Premièrement, les pays Ouest Africains sont fortement interdépendants en matière d'eau: à l'exception des îles du Cap Vert, chacun des pays d'Afrique de l'Ouest se partage au moins l'un des 25 bassins fluviaux transfrontières de la région. Deuxièmement, le changement et la variabilité climatiques ont entraîné une baisse drastique de la pluviométrie annuelle moyenne et de l'écoulement des grands bassins fluviaux. Troisièmement, de nombreux pays ont planifié d'accroître les investissements dans les grandes infrastructures d'eau comme les barrages, avec comme résultat attendu non seulement l'augmentation des prélèvements d'eau, mais aussi une modification radicale des modes de répartition naturelle de l'eau entre les pays riverains.

L'histoire est riche d'événements de pénuries d'eau ayant sévi dans différents endroits de la planète à un moment ou à un autre. Ceci a toujours conduit à la concurrence et, plus souvent, à des luttes, voire des guerres intestines prolongées. Mais en dernier recours, les hommes ont toujours fini par s'adapter, soit en faisant face, ou parfois en se déplaçant. Dans un premier temps, les peuples ont suivi l'itinéraire des cours d'eau, s'installant aux abords des fleuves, lacs et sources d'eau, puis allant vers d'autres sources lorsque les premières se desséchaient du fait de la variabilité du climat. Par la suite, avec l'évolution des technologies, il était devenu possible de faire bouger les sources d'eau de leurs emplacements naturels, par la construction de réservoirs, d'aqueducs et de stations de forage. Cependant, ces cent dernières années ont connu une explosion démographique, avec le développement des grandes villes et métropoles. Par conséquent, la consommation d'eau a augmenté d'abord pour l'alimentation des hommes et de leur bétail, l'irrigation des

cultures, et par la suite pour assouvir leur soif insatiable d'accroissement économique à travers le développement d'industries consommatrices d'eau. Par ailleurs, les surcharges de la pollution ont outrepassé la capacité des écosystèmes vitaux à s'adapter, alors que dans le même temps, la concurrence pour l'eau n'a cessé d'accroître aussi bien au niveau national que régional. A tout ceci, s'ajoutent les menaces aux écosystèmes régionaux et globaux causés par les actions anthropiques, la variabilité et les changements climatiques.

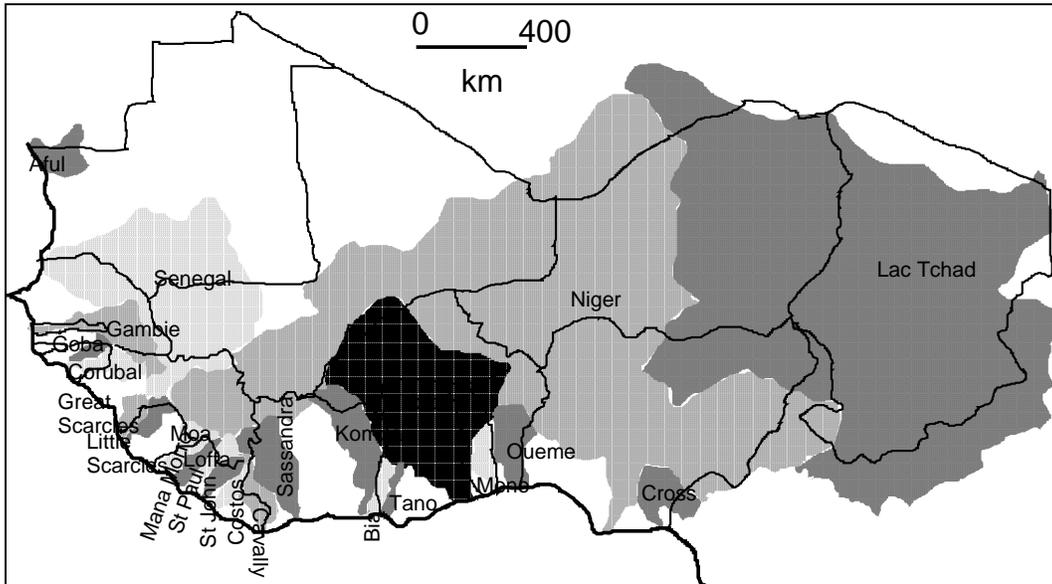
Le présent document de travail analyse les situations hydriques dans certains pays d'Afrique occidentale, les problèmes, défis et opportunités dans la gestion des ressources en eau et le rôle stratégique des forêts dans la gestion durable des ressources en eau dans les régions subhumides de l'Afrique de l'Ouest.

## ETENDUE DES RESSOURCES EN EAU PARTAGEES

L'Afrique de l'Ouest dispose de 28 bassins fluviaux transfrontières couvrant 71% de la région (Figure 1). Les plus importants sont: le Niger (partagés par 11 pays, tenant compte de la partie non active du bassin), le Sénégal (4 pays), la Volta (6 pays), le lac Tchad (8 pays), et le Comoé (4 pays). La sous-région dispose aussi de plusieurs milliards de m<sup>3</sup> de réserves d'eau douce, stockée dans les nappes phréatiques profondes. Paradoxalement, cette même partie du monde est souvent en proie à des pénuries d'eau à chaque fois que le besoin en eau se révèle. La non-disponibilité d'eau douce en Afrique de l'Ouest est d'autant plus aiguë qu'elle est aggravée par de brusques variations des conditions pluviométriques et climatiques. En l'absence d'infrastructures adéquates pour contrôler ces aléas, les économies nationales ont été concomitamment malmenées par les inondations et les sécheresses. Pour faire face à cette détérioration du contexte hydro-climatique, la construction de barrages est apparue comme une solution logique qui permettrait d'améliorer les capacités de stockage et la régulation des cours d'eau et de contribuer de manière significative au développement économique des pays de la sous-région.

En Afrique de l'Ouest, la transformation des cours d'eau est vieille de plusieurs années (en 1929, le barrage Kurra au Nigeria; en 1950, le barrage Tougouri de la Haute-Volta, actuel Burkina Faso). Cependant, l'apparition des vastes barrages remonte au début des années d'indépendance, où ils ont d'abord été construits pour produire de l'énergie: le barrage Akosombo 1964 au Ghana, et le barrage Kossou en Côte-d'Ivoire en 1970. Selon les informations de la base de données AQUASTAT de la FAO, et sur la base de la définition des grands barrages de la Commission Internationale des Grands Barrages (CIGB), l'Afrique de l'Ouest possède plus de 150 grands barrages sur les 1 300 à travers le continent et 45 000 dans le monde entier. La répartition des grands barrages en Afrique de l'Ouest montre clairement leur nombre limité en comparaison avec le reste du monde. Deux facteurs expliquent cette situation. D'une part, les fonds pour le développement de telles infrastructures sont limités à cause de la faiblesse économique des pays de la sous-région;

d'autre part, la vive opposition suscitée par ces œuvres à travers le monde a amené les nationaux, l'opinion publique internationale, ainsi que les institutions internationales, à reconsidérer leur soutien aux projets de construction des grands barrages.



**Figure 1: Bassins fluviaux en zone subhumide de la sous-région Ouest Africaine.**

Les deux plus grands barrages de l'Afrique de l'Ouest sont: le barrage d'Akosombo sur le fleuve Volta au Ghana, avec une hauteur de 134 m (4<sup>e</sup> en Afrique) et une capacité de 150 milliards de m<sup>3</sup> (3<sup>e</sup> en Afrique), et le barrage de Kossou sur le cours du Bandama en Côte-d'Ivoire avec une capacité de 28 milliards de m<sup>3</sup> (6<sup>e</sup> en Afrique). Plus de 50% des grands barrages construits en Afrique occidentale sont destinés à la production hydroélectrique, dont le bassin du Niger qui est actuellement la plus exploitée de l'Afrique de l'Ouest, avec plus de 2 004 MW de capacité hydroélectrique. Les barrages permettent aussi la régulation des cours d'eau naturels, variable selon les saisons et les changements climatiques, en les adaptant à la demande en eau pour l'irrigation, l'énergie hydroélectrique, l'eau potable, l'usage industriel et la navigation. Avec la construction de ces barrages, l'ouverture potentielle pour l'agriculture irriguée constitue un atout majeur pour la réalisation de l'autosuffisance alimentaire, et dans une plus large mesure, pour renforcer le développement en Afrique occidentale. En plus de la production agricole enregistrée au cours des saisons de pluies, les barrages permettent la culture de contre-saison agricole grâce à la disponibilité permanente en eau tout au long de l'année, à partir de l'endiguement des eaux d'inondation. Au niveau local, ces cultures subsidiaires contribuent

à l'amélioration des moyens de subsistance des populations locales tout en leur assurant une production de base tout au long de l'année. Les barrages favorisent également les loisirs, le tourisme, la pêche et la pisciculture, et peuvent parfois améliorer les conditions environnementales.

## APPRENTISSAGE ET ECHANGE D'EXPERIENCES ET DE MEILLEURES PRATIQUES

Les ressources en eau des zones subhumides de l'Afrique de l'Ouest paraissent abondantes, lorsque l'on considère le nombre de sources (rivières, lacs, ruisseaux, barrages et autres sources artificielles). Toutefois, la question est de connaître la durabilité de ces ressources et leur utilisation au cours des deux prochaines décennies, compte tenu des taux de croissance démographique et d'urbanisation de la sous-région. A ces défis, s'ajoute la question du changement global, en particulier, le changement climatique. Les risques de conflits liés à l'eau sont donc importants et sont susceptibles d'accroître. Heureusement, ces risques n'ont pas encore abouti à des affrontements ouverts armés ; mais combien de temps cela peut être encore évité n'est que pure spéculation. Les leçons à retenir sont donc que des efforts réfléchis doivent être déployés pour atténuer tous les facteurs prédisposant à des conflits, tels que la déforestation et les risques climatiques, avec d'autres impacts qui peuvent perturber les moyens de subsistance. Il urge donc d'éliminer les risques de perturbation des relations pacifiques entre les pays partageant les mêmes cours d'eau.

## POTENTIEL POUR LA COLLABORATION DANS LA GESTION ET L'UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU

Le fait que des pays partageant les mêmes cours d'eau ont coexisté sans conflits majeurs présage de l'existence d'un potentiel pour la collaboration, à condition que les ressources en eau dans la sous-région soient correctement et équitablement mises à profit. La Communauté Economique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) doit jouer un rôle clé dans l'élaboration de mesures durables visant à assurer une participation équitable de l'investissement dans la gestion des masses d'eau et le partage des avantages (gouvernance, recherche et développement, gestion des ressources). Il est bien possible de mettre en place des moyens concrets pour l'adoption d'une Gestion Intégrée des Ressources en Eau (IWRM) ainsi que des synergies transversales en matière de gestion des terres, des mesures novatrices et des mécanismes d'incitation pour établir et renforcer les capacités locales, nationales et sous-régionales à s'adapter aux systèmes de ressources foncier-eau/forêt-eau de façon à faire face à la variabilité climatique. Ces solutions inclusives et durables représentent la clé d'une gestion et d'une utilisation collaborative des ressources en eau dans la sous-région. La mise en application de certains

instruments économiques comme indiqué ci-dessous participeront aussi à la bonne gestion des ressources en eau dans la sous-région.

## **Instruments économiques et circuits de financement dans la gestion des ressources en eau**

Les instruments économiques qui pourraient être utilisés pour la mise en œuvre des politiques nationales dans le domaine de la gestion des ressources hydriques comprennent les éléments listés ci-dessous.

- ▶ Les frais relatifs à l'utilisation de l'eau, les grilles tarifaires et les charges progressivement élevées à un niveau suffisant pour couvrir les coûts d'investissement, de prélèvements d'eau, de collecte et de traitement des eaux usées, afin d'amener les utilisateurs privés et publics à adopter des technologies économiques comprenant les systèmes de recyclage et de réutilisation de l'eau, de réduction ou d'élimination des déchets qui seraient autrement déversés dans des effluents ou dans le sol, et la gestion des bassins versants.
- ▶ Les amendes pour utilisation abusive des ressources en eau, comprenant entre autres les prélèvements illégaux et ceux dépassant les niveaux admissibles, ainsi que la transgression des normes spécifiées pour l'élimination des eaux usées. Ici, le principe pollueur-payeur devrait être appliqué.
- ▶ Les subventions sous forme de fonds gouvernementaux et budgétaires, crédits spécifiques des Fonds Nationaux pour la protection de l'environnement, et les fondations de soutien aux investissements environnementaux.
- ▶ Les incitations fiscales: ajustements fiscaux pro-écologiques visant principalement à réduire certaines dépenses d'investissement destinées à la protection des ressources en eau, et l'application de la Taxe sur Valeur Ajoutée (TVA) à taux réduits pour les fabricants de certains produits et ceux contribuant à la protection des ressources hydriques.

## **Interdépendance en matière d'eau dans les zones subhumides de l'Afrique de l'Ouest**

L'une des caractéristiques notables de la sous-région Ouest Africaine est le contraste marqué entre les zones humides et arides. Ce contraste est toutefois atténué par la configuration du réseau hydrographique de la région. En effet, les principaux cours d'eau de la région (Niger, Sénégal, Gambie, réseau hydrographique du lac Tchad) prennent source dans les zones de forte pluviométrie, avant de traverser les zones sahéliennes, qui connaissent des déficits pluviométriques chroniques. Ainsi, ces cours d'eau assurent un transfert interzonal d'eau douce des régions humides vers les zones arides, créant ainsi

une forte interdépendance en matière d'eau entre les pays ouest-africains. Les 17 pays de la sous-région se partagent 25 fleuves transfrontières. Le bassin du fleuve Niger est partagée par 11 pays contre 8, 6 et 4 pour le bassin du lac Tchad, le fleuve Volta et le fleuve Sénégal, respectivement. La majorité des pays Ouest Africains ont un taux de dépendance de plus de 40% (Niasse, 2002).

En réponse au caractère imprévisible des conditions hydro-climatiques, et comme manifestation de la pression croissante sur les ressources en eau, la construction des grands barrages a connu une augmentation significative en Afrique de l'Ouest. Bien que le nombre de grands barrages en Afrique de l'Ouest soit encore actuellement faible (par rapport à d'autres régions de l'Afrique et d'autres continents), il existe un nombre relativement important de projets à différents niveaux de planification et d'exécution qui illustre la volonté délibérée de l'Afrique de l'Ouest d'apporter des solutions structurelles au changement climatique en réponse à une concurrence grandissante pour l'eau. Sur le seul fleuve Niger, on ne dénombre pas moins de 20 projets de construction de nouveaux grands barrages. Parmi les projets les plus avancés se retrouvent Fomi et Kamarato en Guinée, Kenie, Tossaye et Labezanga au Mali, Mékrou au Bénin et au Niger, Kandadji au Niger, Lokoja, Makurdi et Onistha au Nigeria. Des pays comme la Guinée ou le Bénin ont chacun des plans pour quatre à cinq grands barrages dont la réalisation est attendue pour les années à venir.

En stockant de l'eau douce sur des saisons et des années d'abondance, et en la rendant accessible en cas de besoin, les barrages représentent un moyen de lutte contre la pénurie et la non-fiabilité de l'eau, afin de parvenir à un approvisionnement raisonnable en eau, et ce faisant, à une incidence significative sur les modes et les modalités d'accès à l'eau et autres ressources dépendantes. Par conséquent, la multiplication des barrages augmente la pression sur les ressources en eau – qui se traduit par l'augmentation des prélèvements et la modification des régimes d'écoulement en raison de la fragmentation des cours d'eau (Niasse, 2000).

Le succès des lois relatives aux eaux transfrontières a historiquement reposé sur une entente multilatérale, axée sur un développement et une gestion conjointe des ressources. L'allocation est un processus de répartition de l'approvisionnement en eau en opposition à la création et au maintien durable des ressources en eau pour une utilisation future (Niasse, 2000). Historiquement, les accords multilatéraux ont favorisé le développement durable des ressources en eau. Ces lois régissent le lac Tchad et les bassins du Niger, du Sénégal et de la Volta, y compris la plupart, ou tous les Etats riverains, et ont pour but de promouvoir le développement économique par des investissements visant à réduire la pénurie économique d'eau (Tatlock, 2006). Les experts disent que le développement est le seul moyen de soulager les pays des tensions futures liées à l'eau, quel que soit leur niveau d'abondance et de rareté en eau. Il devient donc crucial d'améliorer les programmes d'eau et d'assainissement afin de stimuler la croissance et soutenir le développement

économique (Tatlock, 2006). Et puisqu'il faut du temps pour développer ces programmes, le paradoxe qui apparaît ici est que les pays pauvres sont incapables de se développer en raison des tensions liées à l'eau, et cette instabilité économique empêche le développement de programmes visant à réduire ces tensions.

# CHAPITRE 2 Gestion des ressources en eau en zone subhumide Ouest Africaine

## ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES SUR LA REPARTITION, LA DISPONIBILITE ET L'ABONDANCE DE L'EAU

Selon la mesure utilisée, les ressources en eau renouvelables de la sous-région semblent relativement abondantes. Par exemple le ratio utilisation/ressources (obtenu en faisant le rapport prélèvement total d'eau sur ressources renouvelables disponibles) donne une indication globale de la pression moyenne sur les ressources en eau disponibles. Des valeurs de ce ratio proche de 0,10 indiquent l'apparition probable de stress (Raskin et al., 1997). Comme l'indique le tableau 1, les valeurs de ce ratio restent dans la gamme de 0,01 à 0,03 pour les pays de l'UEMOA, indiquant l'absence de stress généralisé pour la région.

Cependant, au-delà des indications fournies par cette mesure, la situation semble peu relictante. Comme le montre le tableau 1, une question importante pour certains pays, en particulier le Niger, est leur dépendance vis-à-vis des ressources externes en eau, telle que mesurée par le taux de dépendance, qui est le ratio des flux externes sur les ressources totales (Heaps et al., 1999). Au Niger, la quasi-totalité des ressources renouvelables proviennent de l'extérieur du pays, en majorité du fleuve Niger (FAO, 1995), qui traverse la partie sud-ouest extrême du pays. Cette forte dépendance rend le Niger vulnérable à de futures réductions du flux transfrontière, pour peu que les autres pays augmentent leur consommation, avec comme implication la naissance de conflits pour l'eau (Heaps et al., 1999). De tels conflits sont déjà ordinaires dans d'autres parties du monde comme l'Afrique du Nord, le Moyen-Orient et en Asie centrale.

En outre, les faibles valeurs du ratio d'utilisation des ressources indiquées dans le tableau 1 semblent plus refléter la faiblesse de l'accès à l'eau que son abondance, étant donné que les prélèvements annuels pour usages domestiques sont faibles, entre 4 et 17 m<sup>3</sup> par habitant, en comparaison aux exigences minimales estimées pour les besoins de base de 18 m<sup>3</sup> par habitant et par an (Gleick, 1996). Par ailleurs, le ratio utilisation / ressources ne reflète pas la forte variation de la disponibilité de l'eau dans la région, aussi bien dans le temps que dans l'espace. L'approvisionnement en eau au Mali et au Niger est concentré dans les parties sud-ouest des deux pays, limitant ainsi la disponibilité de l'eau dans une grande partie de ces pays (Heaps et al., 1999).

**Table 1: Ressources annuelles en eau renouvelable dans quelques pays de l'Afrique de l'Ouest en 1995**

Pays	Ressources internes (m <sup>3</sup> )			Total cours d'eau transfrontières (km <sup>3</sup> )	Dépendance	Coefficient de variation des précipitations	Utilisation/ressource	Utilisation/ressource interne
	Sol	Surface	Total					
<b>Bénin</b>	2	9	11	16	0,60	0,06	2	9
<b>Burkina Faso</b>	10	8	18	0	0,00	0,06	10	8
<b>Côte d'Ivoire</b>	38	39	77	1	0,01	0,05	38	39
<b>Mali</b>	20	40	60	40	0,40	0,13	20	40
<b>Niger</b>	3	0	4	29	0,89	0,14	3	0
<b>Sénégal</b>	8	19	26	13	0,33	0,12	8	19
<b>Togo</b>	6	6	12	1	0,04	0,07	6	6

Sources: FAO (1995) and Raskin et al. (1997).

Dans les pays sahéliens, la plupart des rivières sont temporaires et les précipitations sont irrégulières et très localisées (FAO, 1995). Lorsque les précipitations finissent par arriver, elles sont sévères et brèves, d'où un approvisionnement irrégulier en eau pour les cultures ; ce qui peut rendre compact la surface du sol et conduire à des pertes de sol par ruissellement. L'utilisation efficiente de l'eau disponible, tout en luttant pour conserver le sol, et pour réduire les risques de mauvaise récolte dus à une pluviométrie défailante deviennent alors des défis à relever chaque année pour les agriculteurs de la région (Heaps et al., 1999). Il existe aussi une forte variation interannuelle, telle que mesurée par le coefficient de variation des précipitations (Tableau 1). Des valeurs de cet indicateur au-delà de 0,06 révéleraient la présence de stress (Raskin et al., 1997). Les valeurs pour l'ensemble des pays de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA), sauf la Côte d'Ivoire, atteignent ou dépassent ce seuil.

L'effet probable du développement industriel et urbain futur, et l'expansion de l'agriculture irriguée sont inévitables dans la sous-région. Par exemple, les prélèvements pour l'agriculture irriguée représentent actuellement 87% des prélèvements d'eau dans la région (Tableau 2), même si seulement environ 2% des terres cultivées dans la région sont irriguées (Heaps et al., 1999). Ces données (Tableau 2) excluent l'immense zone soudano-sahélienne agro-climatique du Nigeria, qui dépend aussi en grande partie de l'agriculture irriguée. Ceci illustre l'augmentation potentielle énorme des prélèvements qui pourraient se produire à mesure que l'agriculture irriguée se développe. Ces scénarii appellent à une planification minutieuse, à défaut de quoi la concurrence accrue pour les rares ressources en eau provoquées par ces effets pourrait accroître la pression relative aux besoins en eau connus par les ménages de subsistance.

**Table 2: Prélèvements annuels d'eau dans sept pays de l'Afrique de l'Ouest en 1995.**

Pays	Proportion de prélèvement (%)			Total (km <sup>3</sup> / an)
	Agriculture	Domestique	Industriel	
<b>Bénin</b>	64	22	14	0,2
<b>Burkina Faso</b>	80	20	0	0,2
<b>Côte d'Ivoire</b>	67	24	9	0,9
<b>Mali</b>	98	1	1	2,5
<b>Niger</b>	84	14	1	0,7
<b>Sénégal</b>	91	6	3	1,4
<b>Togo</b>	26	63	11	0,1
<b>Total</b>	87	10	3	6,1

**Source:** FAO (1995)

## PRINCIPAUX PROBLEMES ET MESURES DE RESOLUTION

L'Afrique de l'Ouest subhumide souffre d'une surcharge chronique liée aux pressions d'une croissance rapide des zones urbaines, à la faiblesse des gouvernements, à la corruption, à la mauvaise gestion des ressources, aux mauvais investissements à long terme exacerbés par l'absence de programmes de recherche dans le domaine de l'environnement, et des infrastructures urbaines (Oyebanji, 2001). Dans certains cas, la perturbation ou la contamination des réserves d'eau, des infrastructures urbaines et des milieux ruraux a incité des violences domestiques et transfrontalières. Il est donc nécessaire d'incorporer l'amélioration de l'eau dans le développement économique afin de mettre un terme aux graves problèmes causés par les tensions liées à l'eau, d'améliorer la santé publique et de faire progresser la stabilité économique de la région.

L'augmentation de la tension sur les ressources en eau douce de l'Afrique est la conséquence de perturbations naturelles et celles d'origine humaine (Falkenmark, 1989).

La croissance démographique rapide, la pollution par les pesticides et les engrais, et les effluents industriels contribuent tous aux tensions liées à l'eau en Afrique. Une autre cause de tension est la dégradation de l'environnement. Les forêts, qui servent de bassins versants naturels importants, sont défrichées pour l'obtention du bois de chauffage, du bois pour usages multiples et pour l'agriculture. Les terres agricoles sont dégradées par l'érosion des sols et la destruction du couvert végétal. Peut-être bien qu'à part le changement climatique, la menace la plus importante pour les réseaux d'eau douce dans la sous-région est celle induite par les nombreux projets d'hydraulique qui ont été développés dans la région. Ces projets vont des barrages des petites fermes aux constructions à coup de plusieurs millions de dollars, comme le barrage d'Akosombo sur le Bassin de la Volta, qui représente le plus grand lac artificiel du monde. Selon Gordon (1998), les effets de ces modèles comprennent, entre autres:

- ▶ la perte des habitats;
- ▶ l'obstruction à la migration des poissons et de la faune;
- ▶ la déforestation;
- ▶ la salinisation et l'acidification des sols;
- ▶ l'obstruction des couloirs de transhumance des nomades;
- ▶ la perte du pouvoir de contrôle au niveau local sur les ressources naturelles;
- ▶ la disparition des activités piscicoles, des cultures, du pâturage, et des ressources forestières.

Plusieurs questions sont au centre de la gestion de l'eau et des écosystèmes de la sous-région.

- 1) La gestion intégrée des ressources et leur utilisation (les lois sur l'eau, les droits de l'eau, les structures institutionnelles, la planification, la gestion et les processus décisionnels, l'accès à l'eau potable et aux services sanitaires, en particulier en milieu urbain; les risques naturels et les conflits transfrontières).
- 2) L'environnement politique, économique et juridique en appui au développement durable (la gestion de la demande à travers une politique de prix et d'incitation à la conservation, la valorisation de l'eau et des services liés à l'eau, les impacts économiques de la pollution et de la surexploitation des ressources).
- 3) L'accès à la technologie et la participation à la prise de décision (instruments juridiques et administratifs qui permettent une participation directe des usagers de l'eau, du

gouvernement et des autres acteurs à la planification, au développement et la gestion des ressources en eau).

- 4) Les stratégies de financement et d'investissement dans les ressources en eau (projets de développement des ressources en eau, mesures non-structurelles et amélioration de la gestion des ressources hydriques).
- 5) L'accès à l'information et à la technologie pour améliorer la gestion des ressources en eau (les mécanismes d'échange d'information sur la technologie de l'eau, et sur les expériences de gestion entre organisations et pays, la promotion des technologies appropriées qui soutiennent le développement durable, la formation et l'éducation du public).

Les tensions liées à l'eau font référence aux problèmes économiques, sociaux ou environnementaux causés par les besoins en eau non satisfaits. La réduction des stocks d'eau est souvent causée par la contamination, la sécheresse, ou une perturbation dans la distribution. Un cas extrême est celui de la situation créée au cours des années de crise politique en Côte d'Ivoire, avec la division entre le Nord aux mains des rebelles armés, et le Sud subissant les décisions du Gouvernement. Ce conflit a conduit à des impayés de factures d'eau, d'où des perturbations dans la distribution, faisant planer une menace dangereuse sur la santé des populations de la région par l'augmentation du risque des infections d'origine hydrique telles que le choléra. A l'instar des autres pays de la sous-région, le Nigeria a du mal à atteindre les Objectifs du Millénaire pour le Développement parce que de nombreux projets de l'eau ont été abandonnés, principalement en raison de la corruption, des coups d'Etat, ainsi que des processus non-consensuels de planification du développement. Ainsi, des niveaux élevés de pollution ont été atteints, contaminant les eaux de surface abondamment disponibles, désormais non potables.

## **Origines des conflits de l'eau dans les zones subhumides de l'Afrique de l'Ouest**

Les conflits dans le domaine de l'eau sont principalement causés par différents facteurs humains et naturels. Ces problèmes peuvent normalement être regroupés en trois grandes catégories: la qualité de l'eau, la quantité d'eau, et les problèmes de l'écosystème. La demande d'approvisionnement en eau augmente avec la croissance démographique, conduisant souvent à des prélèvements non durables. La consommation humaine et les activités de l'industrie et de l'agriculture génèrent des déchets qui sont généralement déversés dans les cours d'eau. L'environnement et les écosystèmes ont besoin d'eau, et satisfaire ces exigences sont souvent en conflit avec la satisfaction des autres demandes. L'utilisation des terres et les changements dans le domaine foncier jouent également un rôle important dans la naissance des tensions. Les facteurs naturels comprennent la

répartition naturelle, les événements climatiques extrêmes (inondations, sécheresses, cyclones), les climats arides et semi-arides et les situations locales naturelles. Bien que l'intervention humaine arrive à minimiser l'impact de ces facteurs naturels, les conflits pour l'eau peuvent être aggravés par le manque de considération et l'ignorance du rôle important des fonctions des écosystèmes, ainsi que le manque de consultation entre les acteurs.

## **Obstacles à la coopération dans les zones subhumides de l'Afrique de l'Ouest**

Très souvent, la source du conflit pour l'eau représente en elle-même un obstacle à la coopération. Il serait difficile de réduire la forte utilisation de l'eau en amont lorsque cela est dû à une augmentation de la population. Les conflits liés à la qualité de l'eau, causés par la pollution résultant du développement agricole extensif en amont, pourraient avoir en aval des implications pour la sécurité alimentaire des pays. Dans un grand bassin fluvial, l'eau peut être gérée à des fins multiples, telles que la production d'énergie électrique, la production alimentaire, le développement industriel, l'approvisionnement en eau des municipalités, les loisirs, ou une combinaison de tout ceci. Différents groupes d'utilisateurs ayant des objectifs différents auront alors des difficultés pour arriver à une programmation consensuelle de la quantité et du temps de distribution de l'eau.

Les décisions politiques entraînées par d'autres facteurs peuvent également influencer sur la gestion des ressources en eau. Par exemple, le déplacement des frontières politiques peut délimiter de nouvelles zones riveraines dans les bassins fluviaux internationaux. Le pouvoir politique, ou l'absence de celui-ci, peuvent également rendre la coopération plus difficile. Ainsi, un groupe occupant la zone en amont d'un bassin ou ayant plus de pouvoir politique a plus de contrôle dans la mise en œuvre des projets de développement que les autres groupes. Les différences dans les niveaux de développement économique peuvent aussi être des obstacles. Un pays développé peut disposer de meilleures options pour trouver d'autres sources d'eau, et peut être moins regardant sur une source de conflit qu'un pays voisin moins développé. Les conflits de l'eau résultant de l'évolution des initiatives humaines de développement telles que les barrages et les détours d'eau sont susceptibles d'être plus sévères que ceux résultant de phénomènes naturels, tels que les inondations et les sécheresses.

Parmi les autres obstacles à la coopération on compte les troubles potentiels d'origine socio-économique politique, la pauvreté et le sous-développement socio-économique. Préoccupés par leur survie quotidienne, les communautés perdent de l'intérêt pour les initiatives de coopération qui pourraient bien être bénéfiques à l'avenir. D'autres défis concernent le manque d'information, les inégalités dans les procédures existantes de répartition de l'eau, le savoir, les avantages géographiques et la faiblesse des lois et des conventions ratifiées au niveau mondial, en particulier les mécanismes d'application. De nombreux pays à bassins internationaux souffrent également de la faiblesse des institutions

(y compris l'absence de démocratie et de bonne gouvernance, le manque de volonté politique, le manque de financement et autres soutiens pour le développement institutionnel).

## **Tensions d'origine climatique et conflits liés aux cours d'eau partagés**

Les facteurs naturels, tels que le climat, sont généralement négligés dans l'analyse des causes sous-jacentes des conflits de l'eau parce que les efforts en cours pour évaluer et traiter les impacts climatiques - y compris sur l'eau sont centrés au niveau national. C'est le cas des Plans d'Action National d'Adaptation (PANA) actuels élaborés par les Pays les Moins Développés afin d'améliorer leurs stratégies d'adaptation et leur capacité à s'adapter au changement climatique, au niveau national, sans aucune dimension régionale. Dans ces cas, les tensions induites par le climat et les risques de conflits entre les pays ne sont pas dûment pris en compte dans les efforts actuels d'adaptation. Cela prendra du temps pour y arriver, mais il devient impératif que cela arrive.

# CHAPITRE 3 Forêts et sources d'eau dans les zones subhumides de l'Afrique de l'Ouest

## PRINCIPAUX BASSINS VERSANTS ET LIGNES DE PARTAGE

Les forêts contribuent de différentes manières au maintien des conditions environnementales locales en aval. Sur le plan physique elles stabilisent le cours supérieur des bassins versants où les précipitations sont fortes, les terres en pente raide et susceptible au glissement (Revenga et al., 1998). Les racines des arbres "pompe" l'eau, réduisant ainsi l'humidité du sol et la probabilité de coulées de boue, tandis que leurs structures profondes augmentent la résistance des sols au cisaillement et aident à prévenir les glissements de terrain. Les forêts et autres types de végétation sont également cruciales pour modérer les flux d'eau en absorbant l'eau des précipitations pour la relâcher selon un rythme contrôlé et régulier. Par exemple, elles limitent le ruissellement pendant les périodes de marée haute permettant de maintenir le débit durant les périodes sèches. La déforestation, par exemple, peut transformer des périodes d'inondations annuelles stables en épisodes d'inondations destructrices, suivies d'épisodes de fortes sécheresses (Matthews et al., 2000). En outre, les forêts fournissent un habitat pour de nombreuses espèces terrestres. Dans de nombreuses zones inondables, les forêts fournissent également une grande partie de l'alimentation et des frayères pour la reproduction desquelles dépendent les poissons et autres espèces. Les terres en zone forestière ont toujours été de préférence les zones de retenue d'eau potable. L'eau est filtrée et purifiée dans une certaine mesure par son passage à travers le feuillage des sols et des forêts. Plus important peut-être encore, les terres boisées sont relativement plus exemptes des polluants provenant des activités d'élevage, d'agriculture, ou de l'activité des industries.

Contrairement aux pays développés dotés de bonnes dispositions légales relatives à la gestion des différents bassins versants, l'utilisation de l'eau et la protection contre les effets néfastes des conditions climatiques extrêmes (inondations et sécheresses), l'Afrique de l'Ouest ne dispose que de politiques d'inadéquates (si elles existent) de gestion des bassins versants et de l'eau. Et lorsque les documents existent, ils sont confrontés à un autre défi: la mise en œuvre inadéquate ou inappropriée des stratégies.

Le Projet de Politique de l'Eau du Ghana représente un bon modèle dont d'autres pays de la sous-région pourrait s'inspirer. La politique du Ghana vise la disponibilité et la facilité d'accès à l'eau en quantité suffisante pour la production vivrière, l'abreuvement du bétail, et

la pêche durable en eau douce comme conditions prédominantes pour la réalisation de la sécurité alimentaire et l'autosuffisance dans la production alimentaire pour répondre aux besoins nutritionnels de la population. Pour atteindre ce but, le gouvernement s'est engagé à:

- ▶ soutenir les initiatives de micro-irrigation et d'irrigation de fond de vallée dans les communautés rurales ;
- ▶ renforcer les capacités communales à assumer un rôle central dans le soutien du fonctionnement des activités des collectivités locales pour le maintien des infrastructures d'irrigation à petite échelle et les autres unités de production alimentaire ;
- ▶ promouvoir les partenariats entre secteurs public et privé dans la fourniture des infrastructures lourdes pour l'irrigation à usage commercial ;
- ▶ encourager l'utilisation efficace des engrais afin de réduire la pollution des sources d'eau, ainsi que l'utilisation des variétés à haut rendement, et la promotion des services de vulgarisation agricole pour assurer la conservation de l'eau ;
- ▶ promouvoir et encourager les techniques d'utilisation efficiente de l'eau en l'agriculture, et la réduction des pertes le long du circuit de transmission de l'eau dans les systèmes d'irrigation ;
- ▶ gérer l'utilisation des terres et contrôler la dégradation des terres, y compris les feux de brousse afin de réduire les pertes de sol et l'envasement des cours d'eau ;
- ▶ mettre en place un système de tarification et un mécanisme de distribution de l'eau d'irrigation qui serait abordable aux agriculteurs tout en assurant le recouvrement des coûts d'investissements dans les infrastructures ;
- ▶ utiliser les données et informations sur les cycles de l'eau, la couverture/utilisation des terres, les sols et les facteurs socio-économiques pour la planification, la conception et le développement des projets agricoles.

## **Bassin du fleuve Sénégal**

D'une longueur de 1 800 km, le fleuve Sénégal, véritable bouée de sauvetage pour le Sahel, est partagé par quatre pays: la Guinée, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. Les hautes terres abondamment arrosées de la Guinée représentent la principale source d'une grande partie des eaux du fleuve Sénégal (Varis et al., 2006). Il traverse ensuite les plaines, qui deviennent de plus en plus arides vers l'embouchure du fleuve. Le fleuve et la vallée environnante ont soutenu la population riveraine de différentes manières à travers les siècles, dans des conditions climatiques difficiles et extrêmement variables. Les méthodes traditionnelles de subsistance et les modes d'utilisation cyclique ont été les seuls usages

possibles jusqu'à l'introduction de l'agriculture moderne dans la vallée en 1950. Tout au long de l'histoire, il y a eu une fréquence élevée de périodes climatiques sèches qui ont provoqué des famines sévères et des conflits populaires, forçant les peuples à quitter la vallée. Les dernières décennies ont connu une multitude de problèmes différents dans cette vallée fragile. De graves sécheresses ont frappé la région, le taux de croissance de la population s'est élevé, l'économie a décliné, la sécurité alimentaire est devenue instable, ce qui engendra des exodes massifs, principalement vers des villes qui ont poussé comme des champignons, telles que Dakar, Bamako, Conakry et Nouakchott (Varis et al., 2006).

Cependant, au cours des cinq dernières décennies, le fleuve Sénégal a été considéré comme un moyen de renforcer les économies nationales des Etats bénéficiaires. Une initiative d'autosuffisance alimentaire, renforcée par le problème de l'alimentation de la population urbaine croissante et la probabilité de futures sécheresses, ont été les principales forces motrices des organisations nationales et internationales. Les programmes de grandes envergures pour moderniser l'agriculture, générer la production d'hydroélectricité et favoriser la navigation sont indiqués comme principaux moyens pour soutenir de telles initiatives. Cependant, le succès de ces initiatives a été plutôt maigre et la plupart du temps mitigé (Varis et Fraboulet-Jussila, 2002; Varis et Lahtela, 2002; Lahtela, 2002, 2003; Niasse et al, 2004).

Le fleuve Sénégal tout entier présente des contrastes marqués à différents points de vue (Varis et Fraboulet-Jussila 2002). L'expansion brusque de la ville de Dakar s'accompagne d'un besoin accru en eau. La ville possède l'avantage d'un secteur bien développé de fournitures d'eau. Malheureusement, le bassin du Sénégal à lui seul n'est plus suffisant pour couvrir les besoins actuels; et les besoins futurs restent encore mal évalués à cause de la croissance rapide de la population. Une part croissante de l'eau du fleuve Sénégal est transférée depuis le lac lointain de Guiers. Le retrait de l'eau renforce le besoin de restreindre l'usage local pour l'agriculture irriguée qui est le principal moteur de la destruction de la vallée du Ferlo. Des restrictions modérées de l'usage de l'eau deviennent alors nécessaires pour la population locale dans le cadre de la gestion des déchets humains, la lutte contre la pollution de l'environnement, le lessivage des éléments nutritifs par l'agriculture, l'assainissement insuffisant, et beaucoup d'autres aspects. Les avantages de telles restrictions seraient bénéfiques aussi bien pour les communautés elles-mêmes, que pour les réserves en eau de la ville.

L'agriculture intensive moderne basée sur les cultures de rente, qui génère des revenus à une mince couche de la population sans nourrir la population locale, a été soutenu au préalable par les gouvernements. Dans ces conditions, le principal perdant demeure l'agriculture locale, basée sur les méthodes traditionnelles, qui a été largement négligée dans les priorités nationales de développement, et qui pourtant reste la principale source de moyens de subsistance pour la majeure partie de la population locale, en particulier les plus démunis en milieu rural. L'agriculture intensive doit être soumise à des réglementations

concernant la décharge dans le lac de Guiers qui est déjà vulnérable. Ceci serait d'un avantage certain pour les communautés locales et aussi pour les réserves d'eau en milieu urbain.

Il existe un grand contraste entre les communautés semi-nomades et les peuplements sédentaires des rives du fleuve. Cependant, ces communautés se retrouvent embarquées dans le même bateau, lorsque la qualité et l'accessibilité de l'eau du fleuve se détériorent de plus en plus. La capacité de charge de la nature est très en dessous de la pression exercée par la taille excessive des troupeaux des semi-nomades que par celle provenant de l'agriculture et de la pêche locales. Ainsi, les familles nomades traditionnellement riches et prestigieuses avec des bétails de zébu de taille impressionnante perdent progressivement leur respect et leur dignité, et se retrouvent parmi les plus démunis.

## **Bassin de la Volta**

Le bassin de la Volta en Afrique de l'Ouest est un écosystème complexe où les défis relatifs à la gestion de l'eau sont variables, allant de l'absence de cadre pour la gestion de l'information et le partage des données, aux risques de conflits résultant de la concurrence croissante entre les usagers de l'eau et les différentes utilisations, et à la dégradation des sols et des terres conduisant à l'ensablement du réseau hydrographique et des réservoirs, le développement des mauvaises herbes aquatiques, en particulier les parties inférieures du bassin. Ce bassin est le 9<sup>ème</sup> le plus large en Afrique et est resté jusqu'à récemment, l'un des quelques bassins fluviaux transfrontières sans dispositions juridiques et institutionnelles formelles pour la gestion de ses eaux et des autres ressources naturelles.

En 2004, l'Initiative pour l'Eau et la Nature (WANI) de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) ont lancé le «Projet d'Amélioration de la Gouvernance en Eau dans le Bassin de la Volta», communément connu sous l'acronyme français PAGEV en réponse à la nécessité d'une coordination et d'une coopération transfrontière en matière de gestion des eaux du Bassin de la Volta et aussi pour expérimenter la mise en application de l'approche écosystémique dans la gestion des bassins hydrographiques. Le projet est mis en œuvre dans le bassin de la Volta qui est partagé par six pays (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ghana, Mali et Togo). Le Burkina Faso et le Ghana ont été choisis comme États pilotes, parce qu'étant les deux parmi les six pays riverains se partageant la plus grande proportion de la superficie du Bassin de la Volta (près de 85%). Le PAGEV est développé et mis en œuvre par le Programme pour l'Afrique Centrale et Occidentale de l'IUCN (PACO-IUCN) en collaboration avec le Partenariat Ouest Africain de l'Eau (GWP-WA), la Commission Ghanéenne des Ressources en Eau (WRC) et la Direction Générale des Ressources en Eau du Burkina Faso (DGRE) et bénéficie du soutien financier de l'Agence Suédoise de Développement International (Sida) et les Pays-Bas à travers la Direction Générale de la Coopération Internationale au Développement (DGIS). L'approche PAGEV

est basée sur trois composantes clés: l'amélioration de l'information de base sur les ressources en eau, l'IWRM, et l'amélioration institutionnelle et législative.

## GESTION DES FORETS DANS LES ZONES DE BASSINS VERSANTS

Falkenmark (1997) a introduit une terminologie utile: «l'eau verte et bleue ». L'eau verte est celle qui retourne dans l'atmosphère par évapotranspiration, comprenant la transpiration par la végétation, l'évaporation du sol, des lacs, et l'eau interceptée et évaporée du sommet du couvert végétal (principalement la cime des arbres). L'eau verte renferme la majeure partie de l'eau utilisée par les forêts et les cultures agricoles pour fournir la nourriture et les services environnementaux. De l'autre côté, l'eau bleue est la part restée dans les réserves souterraines profondes et le ruissellement de surface, à savoir par exemple l'eau disponible pour la consommation animale et humaine dans les zones urbaines en aval. La répartition des eaux des pluies en eau verte et bleue (Malmer et Nyberg, 2008) se fait selon un processus critique à savoir:

- 1) l'infiltration de l'eau dans le sol ou les eaux de ruissellement de surface, et
- 2) l'absorption de l'eau du sol par les plantes ou la recharge des eaux souterraines.

En règle générale, la régénération des forêts et le reboisement se présentent plus comme la répartition de l'eau en faveur de l'eau verte, réduisant ainsi la disponibilité de l'eau bleue (Scott et al., 2005). Le rôle des forêts dans la répartition en eau verte et bleue dans les régions tropicales semi-arides reste encore un long débat scientifique et politique (Rockström, 2003; Bruijnzeel, 2004). Il a été démontré que les forêts servent à maintenir un taux d'infiltration élevé par la chute de litière de qualité supérieure, et la protection des sols (par exemple, Bosch et Hewlett, 1982; Bruijnzeel, 1990). Le ruissellement intense de surface suite à la déforestation, et la dégradation probable des sols entraîne une augmentation momentanée de la quantité d'«eau bleue» dans les cours d'eau. Dans des conditions semi-arides, cela signifie moins d'eau en période pluvieuse et plus d'eau au cours de la deuxième phase du processus de partitionnement de l'eau contribuant à long terme à la recharge des réserves souterraines, et à favoriser par la suite les déversements en saison sèche. Les populations rurales vivent souvent ces situations, mais il serait physiquement fastidieux, long et cher d'investir dans des milieux disposant d'infrastructures très légères. En conséquence, seules quelques études ont rapporté la réduction des épisodes de saison sèche espérée sur le long terme (Bruijnzeel, 1989; Sandström, 1998). Toutefois, il existe des preuves qu'un «effet éponge » pourrait être perdu par la déforestation et la dégradation subséquente des sols, mais la conclusion ne saurait guère être généralisée à tous les écosystèmes semi-arides.

## ACTEURS IMPLIQUES DANS L'APPROVISIONNEMENT, L'UTILISATION, LE COMMERCE ET LA GESTION DE L'EAU

Au nombre des acteurs de l'eau identifiés dans la sous-région se trouvent:

- ▶ les décideurs, les politiciens des gouvernements fédéraux/étatiques, les décideurs politiques dans les départements ministériels de l'eau (gestion) et de l'environnement (lutte contre la pollution), et les dirigeants industriels ;
- ▶ les gestionnaires de l'eau (les ingénieurs municipaux, les ingénieurs de l'irrigation, spécialistes en gestion de l'eau et assainissement, et les spécialistes du traitement des eaux usées) ;
- ▶ les scientifiques (hydrologues, écologistes, sociologues, autres scientifiques et juristes) ;
- ▶ les groupes en général (les associations de consommateurs; les associations d'agriculteurs, les groupes d'intérêt particulier, les ONG, l'industrie, les mines, la foresterie; les professionnels de la médecine, les municipalités, le secteur du tourisme et les journalistes.

Les mécanismes de gouvernance adéquats sont des facteurs d'importance capitale pour une gestion efficace des bassins versants. Ils comprennent l'amélioration du processus de concertation et de coopération entre les acteurs à l'intérieur du secteur de l'eau, les acteurs des autres secteurs, et les autres partenaires. La planification intégrée de l'eau et de l'aménagement du territoire devient un impératif. Les efforts et les ressources ne devraient pas être gaspillés à essayer d'élaborer des programmes extrêmement détaillés de grande envergure. Au lieu de cela, les actions de planification devraient commencer du niveau le plus pratique - en général le niveau de sous-bassin. Un processus de synthèse en parallèle, avec une coordination continue et l'intégration des approches "top-down" et "bottom-up" seront nécessaires pour s'assurer que les plans agrégés peuvent répondre aux objectifs de la Directive-Cadre sur l'Eau (DCE).

Dans le contexte de la gestion de l'eau et des bassins versants, les systèmes de suivi-évaluation ne devraient pas se limiter uniquement à la mesure des paramètres physico-chimiques de la qualité de l'eau, mais devraient être élargi à tout l'écosystème. L'Afrique de l'Ouest possède de nombreux fleuves, lacs et écosystèmes terrestres d'une valeur précieuse et demandant de bonnes connaissances et une meilleure protection. La surveillance des paramètres biologiques d'une toute aussi grande importance, mais presque inexistante dans la région, devrait recevoir une attention particulière. Le plus important est que le système de surveillance soit perçu et organisé comme un outil nécessaire pour contrôler et gérer de manière appropriée et durable les plans d'eau et les bassins versants.

Une augmentation du nombre de poste de surveillance, des paramètres mesurés, ainsi que de la fréquence d'échantillonnage, devrait être l'axe prioritaire permettant de parvenir progressivement à la parité, conformément aux procédures standard. Le système de financement des activités de veille doit être considérablement amélioré dans tous les pays possédant un bassin.

Un autre problème de l'Afrique de l'Ouest est le manque de dispositions légales. Face à la crise mondiale actuelle de l'eau, il est nécessaire de formuler des politiques appropriées et adéquates sur l'eau et la gestion des bassins versants dans les pays membres. Ceci devra être soutenu par de bonnes stratégies de mise en œuvre et de bons programmes d'évaluation.

Un travail de sensibilisation et d'éducation du public est nécessaire pour la bonne gestion de l'eau et des bassins versants et il convient de doter le grand public et les citoyens de moyens leur permettant de respecter ces exigences tout en exerçant leurs droits. Par exemple, pour la préparation des programmes de gestion des réseaux hydrographiques, des connaissances spécifiques sur la manière d'impliquer le grand public et les partenaires dans ce processus sont nécessaires; et les ONG locales et les Partenariats Nationaux de l'Eau (PNE) pourraient servir d'exemple d'initiative à cet effet.

## SUIVI DU CYCLE DE L'EAU

### **Connaissance des principes d'utilisation et de conservation de l'eau en foresterie**

Dans l'agriculture, les perspectives d'augmentation de la production des cultures devrait provenir majoritairement des zones semi-arides et de l'agriculture pluviale. Falkenmark et Rockström (2008) ont relevé l'importance d'améliorer l'efficacité des systèmes de culture à transformer les pertes par évaporation en transpiration productive. Makurira et al. (2007) citent à cet effet l'exemple de la Tanzanie. De la même manière il est nécessaire de générer des connaissances de base sur le processus de partitionnement des eaux des précipitations dans les écosystèmes forestiers, afin de pouvoir mieux déterminer les effets de son application en milieux forestiers réels. Les domaines spécifiques d'étude comprennent :

- 1) étude non seulement du processus d'infiltration, mais aussi du processus de recharge réelle des réserves souterraines;
- 2) les liens entre la recharge des réserves souterraines et le flux au niveau des macropores, le carbone et l'agrégation des couches supérieures du sol, et les espèces arbustives ;

- 3) le développement et la symbiose entre les racines des arbres, les racines profondes et l'absorption de l'eau par les arbres ;
- 4) la transpiration des arbres en rapport avec la productivité,
- 5) l'interception (évaporation par la cime des arbres) par des espèces et structures forestières variables.

Pour une meilleure efficacité de la productivité de la biomasse forestière, la forêt elle-même devrait aussi se développer dans un environnement de plantations plurispécifiques comme les miombo ou dans un système de gestion intensive des zones boisées. Une meta analyse a démontré que les plantations d'espèces variées sont en général plus productives que les plantations monospécifiques (Piotto, 2008).

## **Surveillance environnementale à long terme**

Les programmes de surveillance à long terme et d'analyse qualifiée ont contribué majoritairement à la réussite du développement du secteur forestier des pays du Nord (Malmer et Nyberg, 2008). Il y a un besoin urgent d'élaborer et de tester de tels programmes de surveillance (par exemple, le suivi à long terme du rythme des précipitations et des cours d'eau, et les expérimentations forestières de long terme), et de renforcer les capacités du système académique universitaire en Afrique de l'Ouest.

# CHAPITRE 4 Directives pour la gestion des relations eau-forêt

Les infrastructures de l'eau, les cours d'eau, et leurs sources sont dans une certaine mesure protégés par des lois, à la fois nationales et internationales (Mohrmann, 1992). La loi internationale sur l'eau et la coopération internationale de l'eau connaissent des changements très dynamiques, avec l'introduction et/ou l'adaptation de divers accords relatifs à l'eau: mondiaux, régionaux, de bassins connexes, et bilatéraux. Ces lois ne sont pas que le résultat d'une expertise juridique et professionnelle dans le domaine, mais représentent l'aboutissement de négociations, qui constituent l'outil principal et le creuset par lequel les intérêts des différents secteurs, disciplines et pays sont conciliés (Cosgrove, 2003). La loi régissant les cours d'eau internationaux a évolué à travers les traités adaptés au niveau national (pratique des Etats) et international. Elle a été aussi inspirée par d'autres «sources» de droit: les principes généraux du droit, les décisions judiciaires, les résolutions et recommandations des organisations internationales (Opoku-Agyeman, 2001; Odame-Ababio, 2002; Cosgrove, 2003).

## GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU

Le Partenariat Mondial de l'Eau (GWP) a défini l'IWRM comme «un processus de promotion d'un développement et d'une gestion coordonnés de l'eau, des terres et des ressources annexes, afin de maximiser le bien-être économique et social de manière équitable, sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux».

Le concept d'IWRM, par opposition au concept "traditionnel" de l'utilisation sectorielle de l'eau, met l'accent sur la gestion de la demande et de l'approvisionnement en eau. Ainsi, l'intégration considère deux types de systèmes de base (Cosgrove, 2003):

- ▶ la nature, système d'une importance cruciale pour la disponibilité et la qualité des ressources, avec le large éventail de services environnementaux qu'elle fournit, et
- ▶ l'homme, mécanisme qui décide à la base de l'utilisation des ressources, facteur déterminant de la production de déchets et de la pollution des ressources, et qui doit également définir les axes prioritaires de développement.

L'intégration doit se produire à l'intérieur de ces systèmes, et entre eux, tout en tenant compte de la variabilité dans le temps et l'espace.

Pour garantir leur durabilité, les ressources en eau doivent être considérées de manière holistique, à la fois dans leur état naturel, et dans leur capacité à équilibrer la concurrence

des demandes de l'eau pour divers usages à savoir: domestiques, agricoles, industriels (y compris l'énergie), environnementaux (Ackerman, 1997; CMR, 1999, 2000). La gestion durable des ressources en eau nécessite une prise de décision intégrée systémique qui reconnaît l'interdépendance de trois aspects (Cosgrove, 2003). Premièrement, les décisions quant à l'utilisation des terres affectent aussi celles de l'eau, et les décisions en rapport avec l'eau affectent l'environnement et l'utilisation des terres. Deuxièmement, les décisions concernant notre avenir économique et social, actuellement organisé et fragmenté en secteurs socio-économiques influent sur l'hydrologie et nos écosystèmes vitaux. Troisièmement, les décisions au niveau international, national et local sont interdépendantes. D'un point de vue opérationnel, le défi actuel consiste à traduire les principes convenus en actions concrètes. L'IWRM, concept qui a été largement débattu, est la réponse actuelle à cette question. En conséquence, les institutions régionales et nationales doivent élaborer leurs propres pratiques de l'IWRM, tout en restant dans le cadre émergent de la collaboration régionale et mondiale.

## POLITIQUE NATIONALE COMME UN PRE REQUIS

Toutes les politiques nationales (et internationales) doivent reconnaître désormais que l'eau ne peut être gérée que selon une approche holistique, en tenant compte de son milieu naturel, des impacts des activités socio-économiques de l'homme, et d'autres variables telles que les changements climatiques. De toute évidence, aucun modèle unique de dispositif institutionnel ne peut convenir à tous les pays sur tous les continents. Mais il y a un consensus grandissant sur les facteurs essentiels qui permettront de créer les conditions d'une gestion améliorée de l'eau. Tous les pays doivent œuvrer pour une déclaration des principes de gestion de l'eau, soit par une loi sur l'eau ou une déclaration de politique nationale, à partir de laquelle devront découler toutes les actions à suivre. Les priorités devraient tenir compte à la fois de la qualité des conditions de vie humaine et de la protection écologique, autour desquelles devront être intégrées et incorporées toutes les autres préoccupations.

Il relève de la responsabilité des États de créer un système d'information qui décrit les tractations, négociations et compromis qui se réalisent lors des prises de décision. La transparence exige aussi des informations liées aux risques de sécheresses, d'une part et des inondations d'autre part. Etant donné que l'équilibre entre l'eau comme un bien économique et l'eau comme un bien social est constamment modifié pour refléter les changements dans l'environnement, les revenus, et l'utilisation, le système institutionnel régissant ces changements devrait aussi être en mesure de changer en conséquence. La loi devrait exiger des examens périodiques des politiques nationales basés sur une évaluation des changements survenus dans le temps.

## ORGANISATIONS GOUVERNEMENTALES

Le ministère en charge de l'eau devrait être investi de la responsabilité de la gestion au niveau national afin de définir un cadre de coopération global limitant la gestion fragmentée de l'eau. Les gouvernements devraient établir des structures faïtières, tels que les conseils nationaux de l'eau ou des ressources environnementales, chargés de négocier avec les différents secteurs et de coordonner les préoccupations locales et régionales, grâce à des structures de gestion systémique au niveau des bassins et dans les zones aquifères. Les gouvernements devraient également appuyer la création de telles structures de gestion au niveau des bassins et des zones aquifères. Comme la Commission Mondiale sur l'Eau l'a souligné, pour rendre tout ceci opérationnel, il est nécessaire de reconnaître la hiérarchie dans l'espace des bassins versants, des sous-bassins et des bassins. Au niveau de la prestation des services de l'eau, on obtiendrait souvent de meilleurs résultats si les structures de gestion de l'eau se convertissaient en prestataires de services, afin de mieux répondre à la clientèle multisectorielle.

## ROLE DU SECTEUR PRIVE

Les partenariats public-privés apparaissent de plus en plus dans un certain nombre de pays et il y a une séparation croissante des organes de décision des entités administratives. Une question majeure est de savoir comment amener les organisations à but lucratif du secteur privé à intégrer un peu plus les besoins environnementaux et sociaux dans leurs agendas. Les mouvements pour la sauvegarde de l'environnement s'organisent de plus en plus, avec des ressources pour s'assurer qu'ils sont représentés, si tant est que les véritables processus participatifs le permettent. Malheureusement, il apparaît que les pauvres sont toujours exclus de ces processus.

## PRISE EN COMPTE DES DEMUNIS

L'État peut jouer un rôle vital dans l'aide aux pauvres pour accéder aux lieux où les décisions concernant l'eau et ayant un impact direct sur eux, sont prises. Premièrement, les gouvernements devraient définir leurs politiques et les systèmes législatifs et administratifs de sorte qu'aucun citoyen ne soit exclu. Deuxièmement, les services devraient être fournis selon des approches centrées sur le client et visant la résolution des problèmes. Cela devrait s'appliquer à tous les services gouvernementaux, mais devrait aussi être une exigence du cadre réglementaire et dans les dispositions contractuelles avec les acteurs du secteur privé fournissant des services publics. Enfin, dans les cas où cela est nécessaire, des programmes d'action obligatoires devraient être exigés des fournisseurs de services publics, les obligeant à inclure des objectifs de satisfaction totale, ou à des quotas donnés, des besoins des démunis et des défavorisés.

## DISPONIBILITE DES RESSOURCES

L'exigence en capital est énorme, surtout si les besoins des zones sous-desservies et non-desservies doivent être respectés. Cependant, les sources traditionnelles de capital pour les financements publics s'amenuisent progressivement, étant donné que la mondialisation a entraîné une baisse des dépenses publiques et une concurrence grandissante pour le financement public. Les utilisateurs actuels, et non les contribuables, devraient payer tous les frais de livraison en tant que consommateurs, avec un système de compensation pour les pauvres. Pour la conservation et la réduction de la demande, ainsi que l'augmentation des recettes, chacun devrait contribuer, le but ultime visé étant le paiement intégral des coûts d'approvisionnement en eau et d'assainissement. Ces fonds doivent être mis à la disposition des gestionnaires du système de l'eau avec une compréhension claire des objectifs d'équité et d'efficacité attendus des systèmes de distribution.

## OPTIONS DE GESTION DURABLE DES FORETS

Certaines options de gestion forestière pour la gestion durable des bassins versants comprennent:

1. **Le boisement et le reboisement.** Ce sont des pratiques forestières dans lesquelles des espèces d'arbres sélectionnées sont plantées. Ils sont largement reconnus comme des moyens potentiels de compenser ou de réduire une partie des émissions anthropiques des gaz à effets de serre. Le boisement et le reboisement des zones sans forêt doivent accroître, ainsi, la prévention de la déforestation peut maintenir la quantité de carbone contenue dans les forêts. Leur coût relativement faible, comparativement aux options de compensation non-forestières, peut les rendre économiquement attractifs. Deux des espèces d'arbres les plus communément adoptées pour le boisement et le reboisement en Afrique de l'Ouest sont le *Gmelina arborea* et le *Tectona grandis*.
2. **Les modes de récolte durables.** Les humains peuvent aussi varier leur façon de gérer les forêts existantes afin d'accroître le stockage du carbone sur le site grâce à l'adoption de modes de récolte durables. Par exemple, les schémas de coupe sélective, rotations prolongées, exploitation à faible impact, et la sélection des espèces peut permettre d'atteindre un niveau moyen plus élevé de carbone séquestré.
3. **L'agroforesterie.** L'agroforesterie est un terme générique attribué aux systèmes d'utilisation des terres et pratiques dans lesquelles des espèces ligneuses pérennes sont délibérément intégrés aux cultures et/ou bétails sur la même terre. Les formes courantes de l'agroforesterie dans la sous-région sont: le système Taungya, les fermes forestières non ligneuses, et les cultures vivrières intercalées de légumineuses.

4. **La protection des forêts.** Il s'agit d'une stratégie de gestion forestière qui met l'accent sur la protection de la forêt, en particulier la prévention des foyers d'incendie, la promotion des pratiques de limitation des incendies dans les zones de risque accru d'incendie, et la prévention de la dégradation des terres forestières.

## Références bibliographiques

- Ackerman, M. 1997. Principles of water management for people and the environment. IUCN Wetlands Programme Newsletter 15:25-29.
- Bosch, J. M. and Hewlett, J. D. 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology* 55: 3–23.
- Bruijnzeel, L. A. 1989. (De)forestation and dry season flow in the tropics: a closer look. *Journal of Tropical Forest Science* 1:145–161.
- Bruijnzeel, L. A. 1990. Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: A state of knowledge review. UNESCO – IHP, Humid Tropics Programme, Paris.
- Bruijnzeel, L. A., 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 104: 185–228.
- Cosgrove, W. J. 2003. Water Security and Peace. A synthesis of studies prepared under the PCCP–Water for Peace process. An UNESCO–Green Cross International Initiative.
- Falkenmark, M., 1997. Society's interaction with the water cycle: A conceptual framework for a more holistic approach. *Hydrological Sciences* 42: 451–466.
- Falkenmark, M., 1989. The massive water shortage in Africa: why isn't it being addressed? *Ambio*. 18:112-18.
- Falkenmark, M. and Rockström, J., 2008. Building Resilience to Droughts in Desertification-prone Savannas. The Water Perspective. *Natural Resources Forum* 32: 93-102.
- FAO. 1995. Irrigation in Africa in Figures/l'Irrigation en Afrique en Chiffres. FAO, Rome.
- Gleick, P. H. 1996. "Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs," *Water International* 21: 83-92.
- Gordon, C. 1998. Freshwater Ecosystems in West Africa: Problems and Overlooked Potentials. Symposium Proceedings theme "Science in Africa: Emerging water managing issues. American Association for the Advancement of Science (AAAS) Africa Program". Philadelphia. P.A. February 1998
- Heaps, C., Humphreys, S., Kemp-Benedict, E., Raskin, P. and Sokona, Y. 1999. Sustainable Development in West Africa: Beginning the Process. A Collaborative Study

of The Stockholm Environment Institute — Boston and Environnement et Développement du Tiers-Monde. Stockholm Environment Institute - Boston Center

- Lahtela, V. 2002. Integrated Water Resources Management in West Africa – A Framework for Analysis. Licentiate Thesis, Helsinki University of Technology, Espoo.
- Makurira, H., Savenije, H. H. G., Uhlenbrook, S., Rockström, J. and Senzanje, A. 2007. Towards a better understanding of water partitioning processes for improved smallholder rainfed agricultural systems: A case study of Makanya catchment, Tanzania. *Physics and Chemistry of the Earth* 32:1082–1089.
- Malmer, A. and Nyberg, G., 2008. Forest and water relations in miombo woodlands: need for understanding of complex stand management. Research and development for sustainable management of semiarid miombo woodlands in East Africa. *Working Papers of the Finnish Forest Research Institute* 98: 70–86.
- Matthews, E., Payne, R., Rohweder, M. and Murray, S. 2000. Pilot Analysis of Global Ecosystems: Forest Ecosystems. Washington, DC: World Resources Institute.
- Mohrmann, J.C.J., 1992. New approaches for environmental management. *Development* 2:17-21.
- Niasse, M. 2000. Forest Water relation in West Africa. Climate-Induced Water Conflict Risks in West Africa: Recognizing and Coping with Increasing Climate Impacts on Shared Watercourses. IUCN-West Africa Regional Office (IUCN-BRAO) Human Security and Climate Change. An International Workshop held at Holmen Fjord Hotel, Asker, near Oslo, 21–23 June 2005.
- Niasse, M. 2002. Equity Dimensions of Dams-Based Water Resources Development – Winners and Losers. In: Steffen, W., Jäger, J. Carlson, D.J. and Bradshaw, C. (eds.), *Challenges of a Changing Earth*, pp.39-43. Springer. Berlin, London.
- Niasse, M., Afouda, A., Amani, A. (eds.). 2004. Reducing West Africa's Vulnerability to Climate Impacts on Water Resources, Wetlands and Desertification. Elements for a Regional Strategy for Preparedness and Adaptation. IUCN, Gland (Switzerland) and Cambridge (UK)
- Odame-Ababio, K. 2002. Integrated water resources management, environment and equity in national water laws: Ghana's perspective. A paper presented at the Workshop on Water Governance: Legal and Institutional Aspects of Water Resources Management in West Africa. Organized in Ouagadougou 25–27 September 2002 by IUCN-West Africa Office and IUCN Center for Environmental Law.

- Opoku-Agyeman, M. 2001. Shifting paradigms: towards the integration of customary practices into the environmental law and policy in Ghana. Paper presented by the Water Resources Commission at the Conference on Securing the Future organized by the Swedish Mining Association, 25 May–1 June 2001 in Skellefteå, Sweden.
- Oyebande, L., Amani, A., Mahé, G. and Diop, I. N. 2002. Climate Change, Water and Wetlands in West Africa: Building linkages for their Integrated Management. Working Paper. IUCN-BRAO. Ouagadougou.
- Oyebanji, L., 2001. Water problem in Africa – how can the science help? *Hydrological Sciences Journal* 46: 947-962.
- Piotto, D. 2008. A meta-analysis comparing tree growth in monocultures and mixed plantations. *Forest Ecology and Management* 255: 81–786.
- Raskin, P., Gleick, P., Kirshen, P., Pontius, G. and Strzepek, K. 1997. *Water Futures: Assessment of Long-range Patterns and Problems*. Background Document for the SEI/United Nations Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Revenga, C., Murray, S., Abramovitz, J. and Hammond, K. 1998. *Watersheds of the World: Ecological Value and Vulnerability*. Washington, DC: World Resources Institute,
- Rockström, J. 2003. Water for food and nature in drought prone tropics: vapour shift in rain-fed agriculture. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 358: 1997–2009.
- Sandström, K. 1998. Can forests 'provide' water: widespread myth or scientific reality? *Ambio* 27:132–138.
- Scott, D. F., Bruijnzeel, L. A. and Mackensen, J. 2005. The hydrological and soil impacts of forestation in the tropics. In: Bonell, M. and Bruijnzeel, L. A. (eds.), *Forest-water-people in the humid tropics*, p. 622–651. Cambridge University Press, Cambridge.
- Tatlock, C. W., 2006. *Water Stress in Sub-Saharan Africa*. Available at [http://www.cfr.org/publication/11240/water\\_stress\\_in\\_subsaharan\\_africa.html](http://www.cfr.org/publication/11240/water_stress_in_subsaharan_africa.html). Accessed 15/10/2009
- Varis, O. and Fraboulet-Jussila, S. 2002. Water resources management in the lower Senegal River basin—conflicting interests, environmental concerns, and policy options. *International Journal of Water Resources Development* 18:245-260.
- Varis, O. and Lahtela, V. 2002. Integrated water resources management dilemma along the Senegal River – Introducing an analytical framework. *International Journal of Water Resources Development* 18:501-521.

Varis, O., Stucki, V. and Fraboulet-Jussila, S. 2006. The Senegal River case. Case Study for 2006 HDR.

WRC. 1999. Institutional framework for water resources management in Ghana. Accra, Ghana.

WRC. 2000. Water resources management problems identification and prioritisation. Accra, Ghana.

# 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](http://www.afforum.org)

