

**PROGRAMME DE RECHERCHE**  
**« EAUX ET TERRITOIRES »**

**Rapport final de synthèse**  
*14 Octobre 2012*

**SCENARIOS DE GESTION DE L'EAU ET**  
**PARTAGE DES RESSOURCES DES BASSES VALLEES**  
**(GEOPAR)**

Stéphanie Duvail  
*IRD- UMR 208 "Patrimoines Locaux", National Museums of Kenya, P.O. BOX 40658*  
*- 00100 Nairobi, Kenya. Tél : +254 733 39 15 07 [stephanie.duvail@ird.fr](mailto:stephanie.duvail@ird.fr)*

**OBJECTIF ET DEMARCHE**

L'objectif général du projet de recherche est de contribuer à une meilleure connaissance des interactions entre rythmes hydrologiques, disponibilité des ressources renouvelables et stratégies des usagers dans les basses vallées d'Afrique de l'Est afin de disposer d'un modèle interprétatif facilitant la réflexion prospective et la prise de décision de la part des différents acteurs.

Le projet est organisé en 6 modules ou « Workpackages »

- WP 1 : Synthèse et normalisation des données existantes aux différentes échelles (locale, bassin-versant, régionale).
- WP 2 : Modélisation hydrologique (Développement de modèles hydrologiques des bassins versants étudiés et de modèles hydrauliques spatialisés des basses vallées étudiées).
- WP 3 : Description et modélisation des liens entre crue et écosystèmes (Description des services et valeurs d'une zone humide fonctionnelle. L'attention est portée sur le suivi de variables ayant une importance particulière pour les activités socio-économiques).
- WP 4 : Description et modélisation des liens entre crues et stratégies des acteurs (Identification des différents groupes sociaux et de leurs dynamiques sociales, description des pratiques locales d'usage des ressources renouvelables et formulation d'hypothèses sur les stratégies en fonction de plusieurs scénarios de crue. Implication des politiques actuelles d'aménagement du territoire et de gestion de l'eau).
- WP 5 : intégration des données, calibration, validation et couplage des modèles (lien entre régimes hydrologiques, services des écosystèmes et stratégies des différents acteurs).
- WP 6 : Analyse prospective (différents scénarios de gestion de l'eau sont envisagés et différentes trajectoires possibles de co-évolution Milieux/Sociétés identifiées).

**LE DEROULEMENT DU PROJET**

**Les partenaires**

L'équipe du projet est internationale (France, Royaume-Uni, Kenya, Tanzanie) et pluridisciplinaire : elle réunit des géographes, anthropologues, agronomes, hydrologues, hydrogéologues, pédologues, écologues, biologistes des pêches, topographes et botanistes. Une doctorante, 4 étudiants en Master et 5 étudiants en licence ou d'école d'ingénieur ont été accueillis en stage sur le projet.

<b>Pays d'origine</b>	<b>Organisme et son nom court</b>	<b>Participants (hors stagiaires)</b>
France	UMR 208 de l'Institut de Recherche pour le Développement « Patrimoines Locaux » (UMR 208 IRD)	Stéphanie Duvail, Jean-Luc Paul, Marie-Christine Cormier-Salem
France	Laboratoire d'étude des Interactions Sol - Agrosystème - Hydrosystème (R144 de l'IRD)	Crystèle Leauthaud (Doctorante), Jean Albergel,

	(UMR LISAH)	Patrick Zante, Yannick Pépin, Olivier Grunberger
France	UMR 6554 du CNRS « Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique » (UMR LETG)	Marc Robin, Paul Fattal, Ismaïl Benyoucef (Vacataire)
Grande Bretagne	Centre for Ecology and Hydrology de Wallingford , Unité "Hydroecology and Wetlands" (CEH Wallingford)	Mike Acreman, Olivier Hamerlynck
Tanzanie	Institute of Resource Assessment of the University of Dar Es Salaam (IRA)	Simon Mwansasu, Pius Yanda, Amos Majule
Tanzanie	Water resource Engineering Department of the University of Dar Es Salaam (WREP)	Patrick Valimba
Tanzanie	Rufiji District, Agriculture Department	Aggrey Mwakalinga
Kenya	National Museums of Kenya (NMK)	Dorothy Nyingi, Joseph Gathua, Quentin Luke
Kenya	Kenya Wildlife Service, Wetland department (KWS)	Judith Nyunja, Fred Omengo
Kenya	Institut Français de Recherche en Afrique (Nairobi)	Bernard Charlery de La Masselière, Bernard Calas, Delphine Lebrun (Vacataire)

**Autres partenaires associés au projet :**

- Water Resource Management Authority (WRMA), en charge de la gestion de la ressource en eau au Kenya et à ce titre responsable du suivi hydrologique. Une convention a été passée pour le suivi des équipements hydrologiques.
- Tana and Athi River Development Authority (TARDA), en charge des projets de développement dans le bassin de la Tana. Une convention a été passée pour la gestion conjointe de la station météorologique.
- Les Ministères de l'Eau au Kenya et en Tanzanie.
- L'Université de Louvain (UCL, équipe de Steven Bouillon) avec qui les données hydrologiques ont été partagées.
- L'institut Marin de Flandres (VLIZ, équipe de Jan Mees) pour le traitement des données halieutiques.
- L'International Livestock Research Institute (ILRI, équipe de Jan De Leeuw) pour le travail sur les images satellite et les données sur les pâturages.

**Intérêts et difficultés de la coopération avec des équipes européennes :** la coopération avec le CEH, l'UCL, le VLIZ n'a pas posé de difficultés, bien au contraire, il s'est agi d'une collaboration très fructueuse et enrichissante.

**Difficultés rencontrées**

L'équipe a été confrontée à la difficulté d'accès aux terrains (situés respectivement à 1 et à 2 jours de route de Nairobi où est localisée l'équipe de coordination). S'agissant par ailleurs de zones humides, les déplacements ne peuvent se faire que par bateau en saison des pluies. Le climat y est chaud et humide et ce sont des zones à forte prévalence de paludisme. Malgré la difficulté des terrains, et compte tenu du peu de données scientifiques de base (ce sont des terrains qui ont été peu étudiés), il a été nécessaire pour les chercheurs d'y passer beaucoup de temps en mission. Le projet a pu bénéficier sur ce point du soutien de l'IRD en termes de financements (budget récurrents de l'UMR Paloc), de logistique et de possibilités d'expatriation des chercheurs.

L'absence de données de base sur les terrains étudiés et notamment, pour le delta du Tana, l'absence de suivi hydrologique a contraint l'équipe à investir du temps dans l'installation de nouvelles stations hydro-climatiques, que l'on a veillé à enregistrer dans le réseau national. Malgré le caractère court des séries, l'objectif de modélisation hydrologique a néanmoins pu être atteint en utilisant une fonction de transfert pour reconstituer les données de débit à l'entrée du delta. Le site du Rufiji bénéficiait de séries de données plus longues, notre équipe y ayant préalablement installé un réseau de suivi hydro-climatique.

Un autre écueil tenait à la difficulté de coordination entre les partenaires, nombreux, et intervenant sur les deux pays, Kenya et Tanzanie. Un effort important de communication interne, et un travail

d'animation de l'équipe a été fourni. Il s'agit aujourd'hui de l'une des réussites du projet : une véritable équipe de travail internationale (France, Europe, Kenya, Tanzanie) s'est constitué autour de ce projet et a abouti à la constitution d'un réseau d'échange sur les zones humides du Kenya et de Tanzanie et à la constitution de KENWEB (Kenyan Wetland Biodiversity Research Team, <http://kenweb.museums.or.ke/>) qui compte aujourd'hui une vingtaine de membres de diverses institutions. Cette équipe reçoit un appui financier de l'IRD (2011-2014) à travers son programme de Jeunes Equipes Associées à l'IRD. Il s'agit d'une équipe soudée et dynamique, coordonnée par Dr. Dorothy Wanja Nyingi des National Museums of Kenya. Son programme de travail prolonge le travail du projet GEOPAR et applique les méthodes développées au sein du projet à d'autres zones humides d'Afrique de l'Est.

Une quatrième difficulté rencontrée est liée à l'actualité des sujets abordés tout au long du projet (la construction de grand barrages et les problématiques d'acquisition des terres par des investisseurs privés pour des projets irrigués d'agro-carburants). Outre le fait que l'information sur les projets n'est pas toujours publique et accessible, les chercheurs ont été fortement sollicités pour donner leur avis, pour partager leurs données, parfois lorsque le travail n'était pas encore abouti. Les interactions entre les chercheurs et la société civile a donc été importante et le travail de communication externe et de valorisation des résultats crucial. Au terme de ce projet, il nous semble que le chercheur peut jouer un rôle important dans la décision publique, en tant que force de proposition et de mise à jour de données essentielles au débat et à la prise de décision.

Enfin, des conflits inter-ethniques ont éclaté dans le delta du Tana à partir du mois d'août 2012. La participation des chercheurs aux réunions, débats et initiatives pour la paix ont quelque peu retardé l'écriture du rapport final (initialement prévu au mois de septembre mais rendu au mois d'octobre).

### **Conformité des réalisations au projet initial (en terme d'objectif, de planning, de démarche)**

Les objectifs en terme de mise en œuvre d'une interdisciplinarité, voire « transdisciplinarité »<sup>1</sup> ont été largement atteints.

Les objectifs d'amélioration de la connaissance des interactions entre rythmes hydrologiques, disponibilité des ressources renouvelables et stratégies des usagers dans les basses vallées d'Afrique de l'Est nous semblent également atteints. L'avis du conseil scientifique sur le rapport intermédiaire de GEOPAR soulignait que l'intégration des études hydrologiques écologiques et sociales était une étape cruciale du projet. Il nous semble que cet objectif a été atteint, l'équipe ayant mené une réflexion sur les **interactions** entre Eau/Ecosystèmes/Sociétés (et non seulement une description du fonctionnement des différentes composantes des territoires étudiés) en mobilisant de façon complémentaire les concepts de 'services écosystémiques' et de 'stratégies de gestion des ressources naturelles' des acteurs locaux. Grâce à cette double approche, il nous a été possible de définir des modèles d'adaptation des acteurs locaux aux variations hydro-climatiques et environnementales. La modélisation des stratégies (le terme de modélisation étant ici pris au sein large de sens large de représentation simplifié du fonctionnement des territoires étudiés) nous permet non pas de « prédire » les pratiques des acteurs mais tout au moins d'anticiper les réponses des acteurs locaux aux aléas hydro-climatiques et mettre à jour les seuils et difficultés d'adaptation sur les temps courts comme sur les temps longs. Nous avons par ailleurs pris garde de ne pas appliquer un schéma déterministe mais de bien penser les interactions Eaux/Ecosystèmes/Société dans la complexité de leur environnement social, politique, et économique.

Les éléments pour une définition des scénarios possibles sont fournis par les résultats du programme. L'information a, d'ores et déjà, été partagée au cours du programme par l'association de certains gestionnaires des zones humides au projet (KWS, District du Rufiji, WRMA, TARDA, Ministères de l'Eau). Il reste cependant à mettre un œuvre un atelier de présentation des résultats et de définition collective de scénarios avec les acteurs et les décideurs (prévu en septembre 2012 mais repoussé à octobre et novembre 2012).

---

<sup>1</sup> Définie au sens de Tress & Tress, 2006 (« Toward Defining concepts and the process of knowledge production in integrative research ») comme un projet mené par des chercheurs de plusieurs disciplines et des participants non-académiques pour une intégration des connaissances académiques et sociétales.

En termes de planning, des difficultés initiales de réception des budgets entre le Ministère et l'IRD, gestionnaire de la subvention, ont retardé certaines opérations de terrain en 2009 mais le projet a pu être mis en œuvre dans les limites réglementaires du calendrier prévu dans la convention.

En terme de communication interne, des ateliers réguliers (de démarrage, à mi parcours, de synthèse des résultats) ont eu lieu et des réunions mensuelles d'un comité de coordination organisées. La communication avec les partenaires Est-Africains a été facilitée par l'expatriation de la coordinatrice du projet au Kenya pour toute la durée du projet.

## LES RESULTATS

### Etudes hydro-climatiques

- Les deux zones humides étudiées présentent un rythme bimodal avec deux saisons des pluies, et une (Rufiji) ou deux crues annuelles (Tana). La tendance est à la diminution des débits, spécifiquement des débits de pointe, dans le Tana comme dans le Rufiji. Dans le Tana cette diminution du pic de crue est estimée à 20% suite à la construction du barrage de Masinga (Maingi et Marsh, 2002). Dans le Rufiji, aucune crue n'a dépassé 5000 m<sup>3</sup>/s depuis 2001.
- Dans le Rufiji, une analyse statistique de la pluviométrie à la station d'Utete montre que la tendance de la pluviométrie est également à la baisse. Le total annuel des 13 dernières années est 25% plus bas que le total pour la période 1923-1998, cette diminution correspondant surtout à une disparition de la petite saison des pluies.
- Deux modèles hydrologiques ont été développés pour les deux sites étudiés permettant de modéliser le remplissage des lacs de la plaine inondable du Rufiji et les superficies inondées dans la plaine du Tana. Ces modélisations sont détaillées dans 2 articles (**Duvail S., Mwakalinga A.B., Eijkelenburg A., Hamerlynck O., 2009, "Hydrological modelling of the floodplain-adjacent lakes in the Lower Rufiji (Tanzania)"** et **Leauthaud C., Duvail S., Belaud G., Moussa R., Grunberger O., and Albergel J. *under review*. "Floods and wetlands: combining a water-balance model and remote-sensing techniques to characterize hydrological processes of ecological importance in the Tana River Delta (Kenya)"**) et dans un troisième à venir (**Duvail et al. "Jointly thinking future flood scenarios: the exchange of local and scientific knowledge on the floodplain-adjacent lakes of the Lower Rufiji, Tanzania". Résumé accepté pour publication dans Hydrological Sciences Journal**).
- Les rythmes hydrologiques sont déterminants pour la fourniture de services écosystémiques. En effet, ce qui est essentiel pour la productivité halieutique, pastorale et agricole des zones humides étudiées, ce sont les inondations de la plaine (delta du Tana) et des lacs attenants (Plaine du Rufiji). Elles se produisent au-delà de 2500 m<sup>3</sup>/s dans le Rufiji et de 140 m<sup>3</sup>/s dans le Tana. Le niveau des services écosystémiques rendus dépend de la connexion des lacs, de la superficie inondée et de la durée d'inondation.

### Liens Crues / Ecosystèmes

- Les différents services écosystémiques des deux zones humides ont été décrits (article **Hamerlynck et al. 2010. "The communal forest wetland, rangeland and agricultural landscape mosaics of the Lower Tana, Kenya: a socio-ecological entity in peril"**).
- Une description encore plus précise et/ou une quantification ont été entreprises pour 3 services d'approvisionnement : la disponibilité de la ressource halieutique, la disponibilité des pâturages, les possibilités agricoles.
- Une rétrospective des liens entre les crues du fleuve Tana et ces trois services écosystémiques a été faite dans **Leauthaud C., Duvail S., Hamerlynck O., Paul J.L., Cochet H., Nyunja J., Albergel J., Grunberger O. (sous presse). "Floods and livelihoods: impact of changing water resources on wetland agro-ecological production systems in the Tana River Delta, Kenya"**.
- En ce qui concerne les interactions entre crue et ressources halieutiques : les résultats des suivis halieutiques, des suivis hydrologiques et des suivis des pratiques de pêche sur les lacs du Rufiji ont été analysés et croisés dans **Hamerlynck et al. 2011, "To connect or not to connect – floods, fisheries and livelihoods in the Lower Rufiji floodplain lakes, Tanzania"**. Nous montrons que le degré de connectivité entre le fleuve et les lacs a une influence sur la richesse de composition des espèces (sa diversité et sa valeur). L'article montre également que le revenu par pêcheur ne varie pas, le pêcheur ayant pour stratégie d'adapter ses techniques de pêche (active ou passive) au revenu attendu. En revanche, lorsque les lacs sont connectés, la pêche est une activité moins intense, moins consommatrice de temps et d'énergie, ce qui permet aux acteurs locaux de pratiquer d'autres activités rentables telle que l'agriculture.

- Les études sur les relations entre inondations et pâturages ont principalement été menées dans le delta du Tana, où l'élevage est une activité ancienne et revêtant une importance économique cruciale. L'effort de quantification s'est surtout porté sur la modélisation des conditions hydrologiques optimales pour le développement de *Echinochloa stagnina* (Bourgou), une plante extrêmement nutritive à croissance rapide qui très appréciée des troupeaux et recherchée par leurs bergers. La thèse de Crystèle Léauthaud-Harnett qui a été accueillie sur le programme, thèse intitulée « Services écosystémiques des prairies inondables : l'influence de la dynamique des crues sur le service de production fourragère » a porté sur ce thème. Les résultats de la thèse sont à venir (soutenance prévue en février 2013). Mais il apparaît déjà qu'il importe pour la bonne croissance du Bourgou que les crues soient synchronisées avec les pluies (il faut une pluie précédant la crue pour favoriser la croissance du pâturage). Par ailleurs, en régime d'inondation la plante a un taux de croissance plus élevé (10-12 g par jour contre 6 g par jour sous pluie). Enfin la superficie inondée en Bourgou est proportionnelle aux superficies inondées annuellement tandis que la recharge des nappes phréatiques étend la période de possibilité de pâturage par les troupeaux.

### **Liens crues/stratégies des acteurs locaux**

- Cependant le concept de « service écosystémique », bien que pertinent pour analyser les conditions de la disponibilité des ressources naturelles les plus utilisées par les communautés, nous a paru insuffisant pour expliquer dans le détail les pratiques des acteurs locaux. En effet, la seule disponibilité d'une ressource naturelle ne suffit pas à justifier son utilisation et les modalités de sa gestion par les populations locales. C'est ainsi par exemple que les pâturages du Rufiji ne sont pas exploités par les Warufiji. De même les activités de pêche sont longtemps restées secondaires pour les populations Orma et Pokomo dans le delta du Tana. Au delà d'une description détaillée des services écosystémiques de la zone humide, il nous a donc paru important de décrire les **stratégies des acteurs locaux**, que nous avons définies comme « l'élaboration de procédures comportementales adaptatives à la perception d'une situation donnée par un processus psycho-social délibératif qui puise au sein d'une bibliothèque de comportements issue de l'expérience commune et individuelle et l'enrichit ».

- En ce qui concerne les arbitrages entre activités et l'agencement du calendrier (ce qui correspond à des choix d'utilisation de la force de travail), il nous paraît donc possible de définir un schéma type, une « année idéale » à laquelle les acteurs locaux se réfèrent mentalement pour la conduite de leurs activités agricoles, de pêche, d'élevage, de foresterie et qu'ils adaptent en fonction des aléas hydro-climatiques. L'observation de plusieurs années de pratiques et des adaptations des acteurs locaux à diverses situations hydro-climatiques nous ont amenés à décrire cette « année idéale ».

- Un article **Paul et al. 2011 "Appropriation des ressources « naturelles » et criminalisation des communautés paysannes : le cas du Rufiji (Tanzanie)"** montre qu'en cas de sécheresse et de pêche à faible productivité les pêcheurs ont recours à des activités plus risquées telles que la pêche interdite dans la réserve de chasse voisine. D'une façon plus large, cet article montre aussi l'importance cruciale de la pêche pour une économie rurale qui, de prime abord, pourrait sembler reposer de façon primordiale sur les activités agricoles. C'est la diversité des activités et la possibilité de passer facilement d'une activité à l'autre qui constitue le socle de la stratégie de gestion des risques dans le Rufiji. Cette souplesse est moins prononcée dans le Tana où les identités respectivement pastorales des Ormas et agricoles des Pokomos sont plus marquées mais la situation de crise hydro-climatique et environnementale ces dernières années ont amené les Pokomos comme les Ormas à diversifier leurs activités, et pratiquer une pêche au filet dans les lacs et le fleuve, développer les activités d'élevage pour les Pokomos et les activités agricoles pour les Ormas.

### **Interactions Eau / Ecosystème / Société : analyse rétrospective et prospective**

De l'analyse de ces différents scénarios on peut conclure qu'il est plus difficile pour les acteurs locaux de s'adapter à une situation de sécheresse qu'à une situation de forte crue. Par ailleurs, la diversification des activités joue un rôle important dans la gestion des risques et comme stratégie adaptative face à l'aléa climatique. Dans le delta du Tana, le scénario de faible crue est très problématique pour les différentes communautés. Elle pousse les différents acteurs vers la même zone aval du delta soumise aux marées et donc produisant de (faible) superficies de pâturages et une possibilité de culture tout l'année. Il s'agit là d'une situation potentielle de conflit.

Ce schéma mental « d'année idéale » n'est bien sûr pas immuable. Il évolue en fonction du contexte (là encore hydro-climatique, environnemental mais aussi socio-culturel, économique, politique), mais l'adaptation à des changements qui s'inscrivent sur des temps longs (par exemple changement climatique, évolution sociale) semble plus difficile que les adaptations à des changements soudains.

De même, le répertoire des adaptations possibles à certains changements peut s'avérer inapproprié. De façon concomitante à la définition de cette année idéale, il nous a donc paru important d'étudier les conditions de l'innovation (qui sont bien souvent sociales comme le montrera l'article **Paul et al. in prep. Pêche, innovation technique et modernisation dans les villages de la plaine inondable du Rufiji (Tanzanie)** et les évolutions historiques des activités rurales sur le temps long (analyse rétrospectives des stratégies des acteurs locaux sur les 100 dernières années).

Cette analyse à plusieurs échelles temporelles (à l'échelle annuelle, à l'échelle de la décennie voire du siècle) montre que, contrairement aux idées reçues sur les conséquences des inondations perçues souvent des fléaux par les gestionnaires de l'Etat (Duvail et Hamerlynck 2007), les inondations n'ont pas de résultat négatif pour les économies, au contraire. Les dégâts causés par les crues sont compensés par les bénéfices associés aux crues (dépôt de limons fertile, recharge des nappes, possibilité de cultiver en récession, pêche plus productive). Sans occulter l'importance des autres facteurs historiques (socio-culturels, économiques, politiques) il est possible d'affirmer que l'ampleur, le calendrier et la synchronisation de l'inondation annuelle avec les pluies sont déterminants pour les économies rurales actuelles. Il s'agit d'une condition nécessaire pour le bon fonctionnement de l'économie rurale de la plaine inondable. En fonction de l'occurrence ou non de cette crue et de ces caractéristiques, les acteurs locaux développent des stratégies de mise en valeur du milieu.

Ce retour historique montre également que l'histoire du XXe siècle est celle de la dégradation des conditions de vie de ces populations, de l'appauvrissement de leur milieu, de la perte de leurs savoir-faire et de la déstructuration sans alternative de leur organisation sociale.

A cet égard, dans le delta du Tana la dégradation de l'environnement est beaucoup plus marquée que dans le Rufiji. La quasi-disparition de la crue a entraîné la réduction à minima des zones humides et de la biodiversité. Tous les services écosystémiques liés à l'existence de ces zones humides sont fortement touchés, et notamment les activités économiques des communautés locales. C'est dans la seule la zone humide tidale que persiste la riche biodiversité initiale du delta.

Face à cette dégradation, les options qui s'offrent aux membres des communautés locales sont limitées. La solution la plus systématique est l'exode vers la ville où vers d'autres zones rurales (bien que la forte pression sur le foncier qui caractérise le Kenya limite considérablement cette possibilité). Pour sa survie, la population restée sur place compte d'ailleurs bien souvent sur l'aide des citadins. Le recours à l'aide alimentaire publique ou privée est également systématique. Des stratégies productives de survie sont mises en place mais elles conduisent à une concentration excessive et conflictuelle des communautés sur les derniers espaces productifs disponibles. La répartition traditionnelle de l'espace entre les usagers qui, jusqu'aux années 1980, limitait les conflits et rendait possible les coopérations a été totalement bouleversée par l'économie de survie qui s'est mise en place ces dernières décennies. Ce bouleversement a débouché sur les récents conflits sanglants où le repli identitaire et l'opposition agriculteurs-éleveurs ont été rapidement et opportunément manipulés à des fins politiques. Seule une gestion de l'espace et de l'eau enfin tournée vers le bien-être des communautés locales pourrait apaiser les tensions.

Des facteurs supplémentaires de dégradation des zones humides côtières sont cependant à venir : la construction de nouveaux barrages juste en amont des zones étudiés (et en aval des barrages existants) est prévue (barrage de High Grand Falls au Kenya, barrage de Stiegler's Gorge en Tanzanie), de larges superficies de terres sont acquises par des investisseurs privés pour la mise en œuvre grands projets de culture irrigués d'agro-carburant (Jatropha et canne à sucre) sans que les populations locales soient directement associées à l'élaboration et la planification de ces projets, qui n'ont d'ailleurs pas fait l'objet d'études d'impacts approfondies et sérieuses. Cette problématique a fait l'objet d'un article récent (**Duvail et al. 2012 Land and water grabbing in an East African coastal wetland : the case of the Tana Delta**) et la problématique plus générale de l'orientation des politiques de développement et d'aménagement du territoire a été traitée (**Duvail, Médard et Paul 2010, Les communautés locales face aux grands projets d'aménagement des zones humides côtières en Afrique de L'Est**).

Enfin, ceci est conjugué avec un changement climatique global qui verra probablement la fréquence des événements extrêmes augmenter avec des années La Niña sans pluie et des années El Niño avec des pluies et des inondations hors normes et donc parfois catastrophiques. Ces événements extrêmes feront peu de dégâts pour des basses vallées restées naturelles mais pourraient s'avérer catastrophiques si les plaines inondables sont aménagées et si des infrastructures y sont construites.

Dans cette trajectoire de dégradation des conditions de vie pour les acteurs locaux, les conditions de maintien ou d'amélioration de leur niveau de vie passent par une gestion des barrages tenant compte de l'aval, la mise en œuvre d'une gouvernance partagée de l'eau, des choix politiques à faire vis-à-vis de l'accaparement des terres.

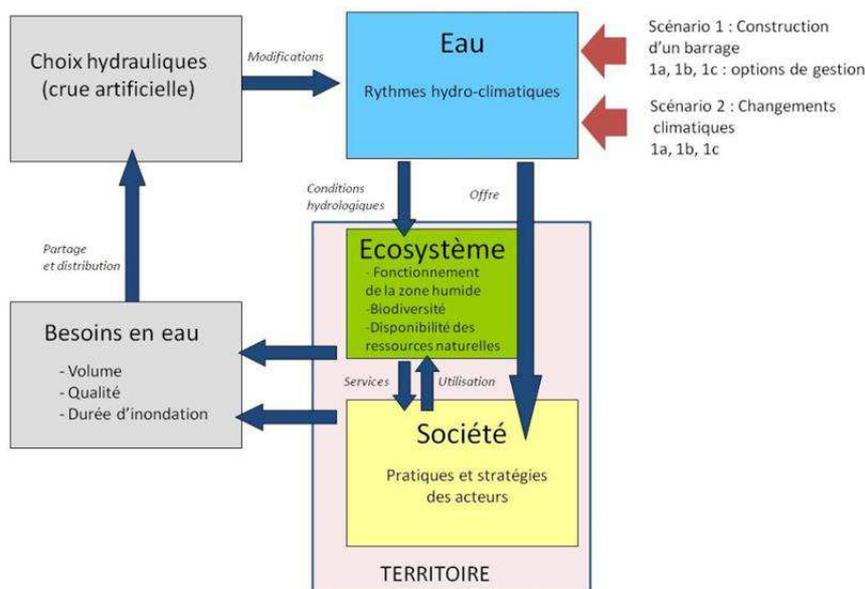
Deux grands types de scénarios peuvent être envisagés par sites, selon deux modèles de développement opposés : une conversion à la culture d'agro-carburants ou la création d'aires protégées tenant compte des communautés locales et leur intégration à une économie d'écotourisme. Ces différents scénarios sont décrits et serviront de base aux discussions avec les décideurs.

## DISCUSSION ET PERSPECTIVES DU PROJET

### 1 - Positionnement du projet au regard des objectifs du programme Eaux et Territoires

1.1 - Représentations, modélisations et connaissance des interactions entre systèmes naturels et systèmes sociaux.

Le projet s'est intéressé aux interactions entre rythmes hydro-climatiques, disponibilité des ressources naturelles et pratiques et stratégies des acteurs locaux. Ces interactions ont été analysées selon le cadre conceptuel suivant :



Nous avons ainsi porté un intérêt particulier aux **conditions hydrologiques** permettant un fonctionnement optimal de la zone humide et en conséquence rendant **disponible des ressources naturelles** pour les acteurs locaux (service écosystémique dit « d'approvisionnement »). Inversement, on s'intéresse aux **pratiques** d'utilisation des ressources naturelles disponibles et en particulier aux arbitrages qui sont faits entre diverses activités productives.

Pour étudier les **conditions écologiques de la disponibilité des ressources naturelles**, nous avons choisi de mobiliser le concept de « services écosystémiques ». Une revue préalable des défauts et avantages de ce concept appliqué aux plaines inondables a été réalisée. Au terme de cette analyse critique, le concept nous a paru pertinent pour décrire les relations entre les rythmes hydrologiques et disponibilité des ressources naturelles essentielles pour l'économie villageoise telle que pâturages, poissons, terres fertiles, eau, etc.

Cependant, mobiliser le seul concept de service écosystémique nous a paru insuffisant pour expliquer les **pratiques** de gestion des ressources naturelles des acteurs locaux. Il nous a paru essentiel de le combiner avec une analyse des **stratégies des acteurs locaux** face à différents scénarios hydro-climatiques et différentes situations de disponibilité des ressources naturelles. Par « **stratégie** », on entend une étude des critères de choix des acteurs locaux dans la conduite de leurs activités

économiques. La systématisation des critères de choix permet de modéliser les possibles adaptations des acteurs locaux à différents scénarios hydro-climatiques et à la disponibilité des ressources naturelles. Cette caractérisation des stratégies s'appuie sur un suivi concomitant et croisé des pratiques et des discours des acteurs locaux. La compréhension des stratégies a nécessité au préalable une caractérisation des sociétés étudiées, une analyse fine des systèmes de production locaux et de leur évolution dans le temps.

Le terme de « **modélisation** » est ici pris au sens large de représentation simplifiée du fonctionnement des territoires étudiés. Nous avons modélisé mathématiquement et quantifié les flux lorsque cela était possible (par exemple modèles hydrologiques, modèle-plante) mais pas systématiquement (les systèmes de production sont décrits en détails mais sans modélisation économique).

Nous nous sommes cependant gardés de réduire l'étude des interactions Eau/Ecosystèmes/Usages à une chaîne de causalité. Nous avons plutôt pris le parti de décrire la co-évolution des conditions hydro-climatiques, du fonctionnement des écosystèmes, et des systèmes socio-économiques en distinguant 3 dynamiques de co-évolution :

- Les rythmes saisonniers et la prise en compte de l'aléa hydroclimatique par les acteurs locaux, les stratégies mises en place pour minimiser le risque économique
- Les ruptures de fonctionnement nécessitant une adaptation des pratiques des acteurs locaux
- Les changements structurels du système : modification radicale de l'environnement, conflits d'acteurs.

1.2- Intervention active sur les systèmes, passage à l'action et d'ingénierie de la décision : démarches et outils de gestion intégrée, processus de transfert de la connaissance, d'intégration des résultats scientifiques et de l'expertise dans les processus de décision des politiques et, des gestionnaires publics ou privés ;

Dans le contexte Est-Africain, nous avons été amenés à interagir avec 3 types de décideurs :

**Les communautés locales** : communautés Pokomo et Orma dans le delta du Tana au Kenya et Warufiji dans la basse vallée du Rufiji. Elles sont organisées en villages fixés depuis les années 1960 dans le delta du Tana et depuis les années 1970 dans le delta du Rufiji. Cette organisation en village a été imposée par les Etats Kenyans et Tanzaniens indépendants dans des zones où l'habitat était nomade ou bien dispersé et ne recoupe pas complètement l'organisation traditionnelle en lignages (familles élargies). Dans les deux pays, les villages sont dirigés par un chef de village élu par l'ensemble des adultes du village, amené à prendre des décisions concernant la gestion des ressources renouvelables du village (règles de pêche, décisions administratives). Cependant la conduite des activités économiques (pêche, agriculture, élevage) se décide encore au sein de la famille élargie.

#### **Les décideurs politiques**

*Les décideurs politiques à l'échelle locale* : de nombreuses décisions politiques et notamment les décisions d'aménagement du territoire se prennent à l'échelle des Districts (équivalent en superficie à un département français, population de 100 000 à 200 000 habitants). La basse vallée du Rufiji se situe entièrement dans le District du Rufiji tandis que le delta du Tana est partagé entre le District du Tana et celui de Lamu. Depuis les processus de décentralisation qui ont été mis en place dans les années 1990, de nombreuses décisions reviennent aux Districts. Malheureusement, ces processus de décentralisation ne se sont pas accompagnés de transferts de moyens financiers, ni de programmes de renforcement des capacités techniques et ont résulté en une augmentation des charges d'imposition sur les populations locales. Il existe donc surtout une relation de contrôle du paiement des taxes entre le District et les communautés locales plus que de coopération et de développement de projets en commun. Ceci est aggravé par le fait que le personnel administratif n'est pas d'origine locale et dans les deux pays, la communication entre les communautés locales et les agents du District est souvent empreinte d'incompréhension voire de dédain envers les communautés locales (les fonctionnaires d'état sont recrutés parmi les élites principalement Chaggas en Tanzanie et Kikuyus au Kenya).

*Les décideurs politiques à l'échelle nationale* : les différents ministères (Eau, Agriculture, Pêche, Ressources naturelles, Environnement) et les agences para-publiques (WRMA, RUBADA, TARDA, KWS) ont un rôle à jouer dans les grandes décisions d'aménagement (vente de terres à des investisseurs privés pour de grands périmètres irrigués, décision de construction de barrages, gestion des aires protégées). Du fait de leur éloignement du terrain et de leur fonctionnement administratif complexe et parfois paralysant, ces organismes d'Etat sont souvent peu informés des réalités du

terrain. De plus, dans le contexte kenyan comme dans le contexte tanzanien leur intervention est malheureusement parfois un exemple de mauvaise gouvernance (vente de terres à des investisseurs privées sous des conditions obscures, grands projets surfacturés).

**Les ONG et les bailleurs de fonds :**

Dans le contexte Est-africain, il existe un important réseau d'ONG locales ou internationales (les ONG internationales ayant souvent des opérateurs locaux). Autour du Rufiji et du Tana, les ONG les plus investies sont des ONG environnementales (Nature Kenya, IUCN, WWF, East African Wildlife Society) et des ONG de défense des droits juridiques des communautés (Lawyers Environmental Action Team). Ces ONG ont souvent une meilleure connaissance du terrain que les services déconcentrés de l'Etat et travaillent avec les communautés mais leur approche peut être inégale (choix de certains villages pilotes) et est rarement de long terme (3 à 4 ans de durée du projet). Les bailleurs de fonds que sont les services de coopération des pays occidentaux travaillent souvent en partenariat avec ces ONG mais de plus en plus ne font que du soutien budgétaire au niveau central dont les impacts sur le terrain sont rarement identifiables.

L'un des défis de notre projet GEOPAR était de faire participer ces différents types d'acteurs à notre projet. Cette volonté de faire participer les différents décideurs part du constat qu'une seule restitution des résultats en fin de projet a peu d'impact. Nous avons donc souhaité associer pleinement les différents décideurs à notre projet dès son démarrage. L'objectif final du projet GEOPAR est de faire réfléchir les décisionnaires aux avenir possibles des zones humides étudiées en fonction de différents scénarios de gestion de l'eau et de renforcer les capacités des communautés locales pour interpellier les divers niveaux décisionnels avec une meilleure compréhension des relations entre l'hydrologie et les services rendus par les écosystèmes. Nous concevons notre rôle dans ce processus comme un rôle d'animation et d'apport d'information sur le fonctionnement des zones humides étudiées.

L'interaction se fait de manière différenciée selon les différents groupes de décisionnaires.

**Les interactions avec les communautés locales : « la recherche participative » :** Outre une attention particulière à expliquer les objectifs du projet et à détailler de façon réaliste ce que l'on peut en attendre (il est important de ne pas générer d'attentes irréalistes et de ne pas confondre « projet scientifique » et « projet de développement », le terme « projet » pouvant être galvaudé dans le contexte Est-Africain), nous avons mis en place une démarche de « recherche participative » depuis 2001 qui consiste en un réseau local d'acquisition des données hydrologiques, de pêche et sur l'alimentation avec des observateurs locaux. Grâce à des ateliers de restitution des données, les différentes observations sont détaillées, analysées et interprétées en commun. Les résultats de la modélisation sont montrés au fur et à mesure du développement du modèle. Les ateliers sont rendus le plus vivants et interactifs possible grâce à des jeux de rôle ou pièces de théâtre permettant de débattre d'une problématique précise (par exemple la mise en scène des relations entre gestionnaires de barrages et populations locales dans le cadre d'une petite pièce de théâtre fictive et improvisée) et s'accompagne d'une visite de terrain en commun. Les observateurs locaux ont ensuite pour tâche de diffuser l'information au sein de la communauté. De la régularité de ces rendez-vous est attendue une diffusion progressive de nos résultats de recherche auprès des communautés locales.

**Les interactions avec les décideurs locaux et nationaux : « l'association au projet » :** Pour la même raison d'inefficacité de produire un rapport final qui ne sera pas lu, le choix a été fait d'associer directement les gestionnaires locaux ou nationaux au projet de recherche. Dans le Rufiji nous travaillons en partenariat avec le District du Rufiji et en particulier ses départements Agriculture et Eau. Au Kenya, notre partenaire principal est le Kenya Wildlife Service (KWS) qui a la charge de cogérer avec les communautés locales le site Ramsar du delta du Tana (devenu un site Ramsar le 12 octobre 2012). Les missions de terrain sont faites en commun et les résultats partagés.

**Les interactions avec les ONG et Bailleurs de fonds : « La mise en réseau des informations » :** Une synergie est recherchée avec les différents programmes de recherche ou de développement en cours dans la même zone.

1.3 - de développement de vision de long terme et de scénarios non tendanciels à des horizons de plusieurs décennies visant à anticiper l'émergence de nouveaux problèmes et de ruptures dans un contexte de changement global

Un objectif appliqué est de faciliter la réflexion prospective et de confronter les différentes visions de l'avenir pour les espaces étudiés (les différentes perceptions de l'aménagement des territoires). Il ne s'agit pas de prédire ni de recommander un scénario plutôt qu'un autre mais d'analyser les possibles conséquences des politiques d'aménagement, d'envisager des scénarios permettant de préserver voire d'élargir les potentialités du milieu. Les résultats du projet fournissent les éléments pour alimenter la réflexion prospective, pour développer des modèles simples pour connaître le fonctionnement du système et imaginer des scénarios maximisant le bénéfice des acteurs locaux. Les compatibilités envisageables entre les différents usages de l'espace sont discutées ainsi que les incompatibilités.

## **2 - Perspectives**

### **2.1 – Du point de vue du programme et à l'échelle régionale**

Les aspects politiques de l'étude seront approfondis. La demande a été faite que nous soyons rejoints par un chercheur en science politique spécialiste du Kenya pour analyser les articulations entre les différentes échelles du jeu politique et les enjeux de la nouvelle politique d'aménagement du Nord-Est Kenya conformément à la politique « Vision 2030 ». L'organisation d'une conférence internationale sur les deltas et plaines inondables d'Afrique est prévue en 2013. Enfin l'équipe participera aux réflexions menées sur la pertinence du concept de services écosystémiques (dès décembre 2012 participation à un atelier au Sénégal sur ce thème).

### **2.2. - Conditions de généralisation des résultats en dehors du cas d'étude**

Le cadre d'analyse des interactions entre rythmes hydrologiques, disponibilité des ressources naturelles et pratiques des acteurs locaux ; l'application pratique que nous avons faite du concept de « services écosystémiques » des plaines inondables africaines et sa combinaison avec une modélisation des stratégies des acteurs locaux et de leur adaptation, est applicable à d'autres plaines inondables dans le monde.

Plus en détail, les modélisations hydrologiques réalisées et en particulier la modélisation du delta du Tana, qui utilise l'imagerie Modis, peut servir d'exemple sur des plaines inondables où les données sont peu nombreuses ou inexistantes.

De même, du point de vue méthodologique, l'étude des pêches réalisée dans le Rufiji, et en particulier le suivi des liens entre crues et pratiques de pêche nous paraît novateur. En effet les pêcheries tropicales sont bien souvent étudiées selon des données de pêches expérimentales et non selon des données sur les pratiques de pêche dans le temps. Une telle étude conjuguée à un suivi des données biologiques ouvre de nouvelles perspectives et a donné lieu à la définition d'un nouvel indice (income per hour of fishing : IPHF). Cet article a été reviewed par R. Welcomme, spécialiste des pêches en plaine inondable qui a approuvé la construction de cet indice.

D'une façon générale, les recherches menées au sein du projet et les publications qui s'y réfèrent associent hydrologie, écologie et anthropologie. Les nouvelles recherches entreprises dans le cadre de KENWEB sur de nouveaux terrains s'inspirent des méthodes développées dans GEOPAR.

## **ACTIONS DE TRANSFERT**

La communication des premiers résultats s'est faite au fur et à mesure des avancées du programme.

En avril 2009, une visite du delta du Tana a été organisée par l'équipe de GEOPAR pour une délégation de l'Ambassade de France (S.E. Elizabeth Barbier) et des directions des institutions partenaires (NMK, KWS).

Des discussions ont eu lieu avec le bureau local de l'AFD (Agence Française de Développement) à propos de l'implication de l'AFD dans la zone. Ces discussions ont amené l'AFD à réviser et adapter son soutien aux projets de canne à sucre dans le delta du Tana.

Les chercheurs du programme participent à la réunion mensuelle du « Kenya Wetlands Forum » qui réunit à Nairobi experts, praticiens des différents ministères, ONG, instituts de recherche. C'est pour le projet une bonne fenêtre d'exposition permettant d'informer de façon efficace les utilisateurs potentiels de nos résultats de recherche sur le delta du Tana.

Une collaboration a été développée avec l'agence de bassin WRMA (Water Resource Management Authority) pour une réhabilitation des stations de mesure dans le delta du Tana mais aussi pour des discussions sur le partage de l'eau à l'échelle du bassin versant. L'équipe a activement participé à un

atelier en juillet 2012 qui a eu lieu à Nyeri intitulé « Partners' Consultative Meeting - Tana River Basin » sur avec le soutien de l'ONG The Nature Conservancy (TNC). Une visite avait été préalablement organisée dans le delta du Tana sur 4 jours en février 2011 par notre équipe pour des membres de TNC et un projet de recherche à l'échelle du bassin versant développé avec diverses équipes de recherche kenyennes européennes et américaines (dont TNC) sur la gestion de l'eau à l'échelle du bassin versant du Tana, s'appuyant sur les acquis du programme pour le delta du Tana mais étendant l'analyse à l'ensemble du bassin-versant (projet soumis à la National Science Foundation).

En 2011, une exposition « Tana Delta : a wetland in the balance » a été préparée par les chercheurs de GEOPAR et de la jeune équipe associée à l'IRD KENWEB. Elle se compose de 85 photographies de format 20x30 pouces prises par les chercheurs sur le terrain, ainsi que de portraits pris par le photographe professionnel David Beatty. Les photographies sont accompagnées de légendes, posters et cartes, en français et en anglais, de divers objets propres aux activités de pêche d'élevage et d'agriculture du delta du Tana et d'un film documentaire de 25 minutes du cinéaste kenyan Khamis Ramadhan « Participatory Science : Restoration and sustainability of the Tana Delta »<sup>2</sup>, montrant les enjeux de la gestion de l'eau dans le delta et les réponses proposées par le travail de recherche sur le terrain. Elle a été réalisée dans le cadre de missions de terrain pour PACTER et GEOPAR et avec le soutien de l'UMR 208 de l'IRD « Patrimoines Locaux », de l'Institut Français, de la Direction de l'Information et de la Culture scientifiques pour le Sud de l'IRD, de la représentation IRD au Kenya, de l'Institut Français de Recherche en Afrique, de l'Ambassade de France au Kenya et des Musées Nationaux du Kenya. L'exposition et le documentaire ont d'abord été présentés à l'Alliance Française de Nairobi (juin 2011) puis à Mombasa (août 2011) et ensuite exposés au Musée National de Nairobi pendant une année (de septembre 2011 à Septembre 2012). Ces différentes manifestations ont eu un double effet : 1/ mieux faire connaître le delta et le métier de chercheur à un large public kenyan et expatrié, tant adulte que scolaire, de nombreuses visites d'élèves de collèges et lycées kenyans ayant été organisées tant dans les alliances françaises qu'au Musée National. 2/ initier un dialogue entre les différents gestionnaires à propos de l'avenir du delta, des débats ayant été organisés autour du film documentaire dans les différentes alliances françaises.

Les membres du projet GEOPAR ont également accueilli des jeunes étudiantes de l'école kenyenne Alliance-Girls School dans le cadre de « clubs sciences » organisés par l'ambassade de France au Kenya.

Parmi les actions à destination du grand public, il faut aussi mentionner 2 émissions radio : Jean-Luc Paul a été invité de l'émission radiophonique « Terre à Terre » de Ruth Stegassy sur France Culture le 22 octobre 2011. Pendant 54 minutes, il a présenté l'économie agraire du Rufiji à partir des recherches qui nous avons mené sur le terrain. Stéphanie Duvail a participé à une émission radiophonique sur Radio-France international : Duvail S. 2012 "Peut-on agir sur le cycle de l'eau ?". Emission radiophonique "Autour de la Question" – RFI- 5 janvier 2012.

En réaction aux conflits dans le delta du Tana, une action diplomatique des ambassadeurs de l'Union Européenne est prévue: les ambassadeurs se rendront sur le terrain dans le delta du Tana en Octobre 2012. Notre équipe a été sollicitée pour présenter les résultats du projet GEOPAR avant le départ de la mission et participer aux discussions sur la recherche d'une solution à long terme pour le partage de l'eau et des ressources du bas delta. Notre expertise logistique dans le delta du Tana a également été mise à contribution pour l'organisation de la mission diplomatique.

Enfin un atelier de présentation et de discussions des différents scénarios pour les zones humides est prévu en novembre 2012.

---

<sup>2</sup> Visible sur <http://www.youtube.com/watch?v=cGdBSP31tll&feature=related>

## LISTE DES PUBLICATIONS (JOINDRE COPIE EN 2 EXEMPLAIRES)

### Articles scientifiques publiés ou acceptés pour publication

#### Portant spécifiquement sur les résultats du projet GEOPAR

1. Leauthaud C., Duvail S., Hamerlynck O., Paul J.L., Cochet H. Nyunja J., Albergel J., Grunberger O. (sous presse). Floods and livelihoods: impact of changing water resources on wetland agro-ecological production systems in the Tana River Delta, Kenya, *Global Environmental Change*.
2. Leauthaud C., Duvail S., Belaud G., Moussa R., Grunberger O., and Albergel J. *under review*. Floods and wetlands: combining a water-balance model and remote-sensing techniques to characterize hydrological processes of ecological importance in the Tana River Delta (Kenya). *Hydrology and Earth System Science Discussions*, 9, 1–52.
3. Hamerlynck O., Luke Q., Nyange T.M., Duvail S. & Leauthaud C. 2012. Range Extension, Imminent Threats and Conservation Options for Two Endangered Primates: the Tana River Red Colobus *Procolobus rufomitratus rufomitratus* (Peters, 1879) and the Tana River Mangabey *Cercocebus galeritus* (Peters, 1879) in the Lower Tana Floodplain and Delta, Kenya. *African Primates*. 7(2): 211-217
4. Paul J.L. Duvail S. Hamerlynck O. 2011 - Appropriation des ressources « naturelles » et criminalisation des communautés paysannes : le cas du Rufiji (Tanzanie). *Civilisations*, 60-1: 143-175.
5. Hamerlynck, O., Duvail, S., Vandepitte, L., Kindinda, K., Nyingi, D.W., Paul, J.-L., Yanda, P.Z., Mwakalinga, A.B., Mgaya, Y.D. & J. Snoeks 2011. To connect or not to connect – floods, fisheries and livelihoods in the Lower Rufiji floodplain lakes, Tanzania. *Hydrological Sciences Journal* 56 (8) : 1436-1451.
6. Hamerlynck O., Nyunja J., Luke Q., Nyingi D., Lebrun D., Duvail S., 2010. The communal forest wetland, rangeland and agricultural landscape mosaics of the Lower Tana, Kenya: a socio-ecological entity in peril. In "Sustainable use of Biological Diversity in Socio-Ecological Production Landscapes, Background to the Satoyama Initiative for the benefit of biodiversity and human well-being". *Convention on Biological Diversity Technical Series n°52*, 184 p. pp. 54-62.
7. Duvail S., Valimba P., Nyunja J., Nyingi D., Hamerlynck O., Léauthaud C., Albergel J., 2010. "Floods and Ecosystem Services in Coastal Wetlands". Proceedings of the national workshop on research in the water sector, held at Utalii college, Nairobi, on 5th may, 2010. pp 14-28.
8. Lebrun D., Hamerlynck O., Duvail S., Nyunja J. 2010. The importance of flexibility: an analysis of the large-scale Tana Delta irrigation project in Kenya, implemented under an estate system. In Calas B. and Mumma Martinon C.A. (eds) "Shared Waters, Shared Opportunities", IFRA and Hakimani College. pp. 261-282
9. Hamerlynck O., Duvail S., Hoag H., Paul J.L., Yanda P. 2010. The large-scale irrigation potential of the Lower Rufiji Floodplain (Tanzania): Reality or persistent myth? In Calas B. et Mumma Martinon C.A. (eds) "Shared Waters, Shared Opportunities", IFRA and Hakimani College, pp. 219-234.
10. Duvail S., Mwakalinga A.B., Eijkelenburg A., Hamerlynck O., 2009, « Hydrological modelling of the floodplain-adjacent lakes in the Lower Rufiji (Tanzania) » Actes de la Conférence internationale « Implementing Environmental Water Allocations », Port Elizabeth, Afrique du Sud. 23-26 février 2009.
11. Lebrun Delphine 2009 « An irrigation project slowing down development: Waiting for rice ». *Revue Mambo*, Volume VIII, N°2, IFRA, Nairobi, Kenya .
12. Luke, Q. & Hamerlynck, O. 2009. A population of the Tana River Red Colobus *Procolobus rufomitratus rufomitratus* in the Tana Delta, Kenya. *Primate Tidings* 21:12-14.

#### S'appuyant sur les résultats du projet (mais concernant plus spécifiquement le projet PACTER)

13. Neville, K.J. et Dauvergne, P. in press. Biofuels and the politics of mapmaking. *Political Geography* (2012), doi:10.1016/j.polgeo.2012.03.006
14. Duvail S., Médard C., Hamerlynck O., Nyingi W.D. 2012. Land and water 'grabbing' in an East African coastal wetland: the Tana Delta case study. *Water Alternatives* 5(2). 322-343.

15. Duvail S., Médard C., Paul J.L., 2010. Les communautés locales face aux grands projets d'aménagement des zones humides côtières en Afrique de L'Est. *Politique Africaine* n°117, mars 2010, pp. 149-172.

#### Articles scientifiques en préparation

- Paul J.L., Hamerlynck O., Duvail S. & Kindinda K. H. Pêche, innovation technique et modernisation dans les villages de la plaine inondable du Rufiji (Tanzanie). (*Manuscript prêt*)
- Duvail et al. « Jointly thinking future flood scenarios: the exchange of local and scientific knowledge on the floodplain-adjacent lakes of the Lower Rufiji, Tanzania ». Résumé accepté pour publication dans *Hydrological Sciences Journal*.
- Duvail et al. Article méthodologique sur « services écosystémiques et stratégies des populations; pertinence des concepts pour les plaines inondables d'Afrique de L'Est ». Résumé accepté pour le Séminaire « Patrimoines et Territoires de l'Eau » de Saint-Louis, Décembre 2012.
- C. Leauthaud, P. Hiernaux, W. Musila, S. Duvail, L. Kergoat, M. Grippa, M. Obunga, K. Otoi, Growth patterns of *Echinochloa stagnina* (Retz) P Beauv. under different management scenarios (article en préparation).
- C. Leauthaud, P. Hiernaux, W. Musila, S. Duvail, L. Kergoat, M. Grippa, M. Obunga, K. Otoi, en préparation. A plant growth model for floodplain grasslands (article en préparation).
- C. Leauthaud, S. Duvail, O. Hamerlynck, J. Albergel, W. Nyingi, W. Musila, J. de Leeuw, O. Grunberger, en préparation. Impact of changing hydrological regimes on the fodder production of the floodplain grasslands of the Tana River Delta, in Kenya: a modeling approach (article en préparation).
- Hamerlynck, Mukwana L., et al. Publication du bilan carbone réalisé sur les terrasses attenantes au delta du Tana (article en préparation).
- Article sur "Land and water grabbing in the Rufiji Floodplain" (article prévu).
- Article sur la comparaison entre les 2 sites suite à l'atelier final (article prévu).

#### Communications à des conférences ou séminaires

*Portant spécifiquement sur les résultats du programme GEOPAR*

1. Njuguna H., Duvail S., Léauthaud C., Gathima D., Ngubu P., Nyingi D., Hamerlynck O., Albergel, 2012 - J. Restoring floods for improved ecosystem service delivery in the Tana Delta. Communication à l'atelier national Kenyan d'Hydrologie. 15 mai 2012, Naivasha, Kenya.
2. Leauthaud C., Duvail S., Belaud G., Albergel J., Moussa R., Grunberger O. 2012 - Drought and water scarcity for a pastoralist in coastal Kenya: the role of wetlands (and their floods) in a semi-arid region. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2012, 22-27 Avril 2012. Vienne, Autriche.
3. Leauthaud C., Duvail S., Belaud G., Albergel J., Moussa R., Grunberger O.. Contribution of MODIS satellite imagery in modelling the flooding patterns of the coastal wetlands of the Tana River, Kenya, poster presentation. EGU General Assembly 2012, April 22 – April 27, Vienna, Austria.
4. Duvail S. 2011. Natural and Cultural Heritage in East Africa : The Tana delta example, Séminaire "Heritage in East Africa" IFRA, Nairobi, Kenya 17-18 janvier 2011.
5. Nyingi D. Hamerlynck O. 2011 "The Tana delta : a wetland in the balance" 31 octobre au 4 novembre 2011 "Know Kenya more" Kenya Museum society.
6. Duvail S., Leauthaud C., Musila W., 2011 Quantifying the effects of floods on ecosystem services of wetlands: application on fodder production in the floodplain grasslands of the Tana River Delta, Kenya. National Museums of Kenya General Conference. 9 Novembre 2011.
7. Hamerlynck O., Luke Q., Nyange T., Nyingi D. & Duvail S. 2011. "Biodiversity Values & Ecosystem Services of the riverine Forests and Wetlands of the Tana Delta, Kenya". National Museums of Kenya 3rd Biennial Scientific Conference 9 to 11 November 2011
8. Gichuki N. 2011. Distribution and abundance of globally important bird communities in the Tana delta, Kenya: Some recent observations. National Museums of Kenya 3rd Biennial Scientific Conference 9 to 11 November 2011
9. Nyingi D. 2011 Comparisons of species composition, diversity and distribution of Fishes of the upper and lower Tana River. National Museums of Kenya 3rd Biennial Scientific Conference 9 to 11 November 2011
10. Leauthaud C., Duvail S., Hamerlynck O., Paul J-L., Cochet H., Nyunja J., Albergel J. 2010. The Tana river delta, Kenya: The impact of changing hydrological regimes of rivers on agro-

- ecological services for downstream users, poster presentation. Hydrology Conference "The Changing Physical and Social Environment: Hydrologic Impacts and Feedbacks", October 11 - 13, 2010, San Diego, CA, USA.
11. Duvail S. 2010. Communication orale "Environmental and social impacts of dams". Conférence au Lycée Français de Nairobi. 18 novembre 2010.
  12. Hamerlynck O. 2010 Présentation de « Scénarios de gestion de l'eau et partage des ressources des basses vallées (GEOPAR) » Séminaire du programme « Eau et territoires » Paris. Octobre 2010
  13. Hamerlynck O. 2010. Range extension, imminent threats and conservation options for two endangered primates: the Tana Red Colobus *Procolobus rufomitratus rufomitratus* (Peters, 1879) and the Tana Mangabey *Cercocebus galeritus* (Peters, 1879) in the Lower Tana Floodplain and Delta, Kenya Réunion conjointe du « Belgian Group for Primatology » et du groupe de contact FNRS Primatologie Lundi 11 octobre 2010, Université Libre de Bruxelles.
  14. Duvail S., Nyunja J., Nyingi W.D. 2010. Communication orale "East african coastal wetlands as natural and cultural heritage : the listing of the Rufiji Delta (Tanzania) and the Tana Delta (Kenya) under the Ramsar convention". Conférence Patrimoine, mémoire et politique = Heritage, memory and politics. Mombasa, Kenya 22 au 26 juin 2010..Notice Horizon fdi:010050369
  15. Duvail S. 2010. Communication orale "Floods and Ecosystem Services in Coastal Wetlands". National workshop on research in the water sector, Utalii college, Nairobi, Kenya, 5 mai 2010.
  16. Hamerlynck O., Nyingi D., Nyunja J., 2010. Public conference « What is biodiversity and why is it important? » organised by the Kenyan part of the project team, CIRAD and French Embassy to the French Secondary School of Nairobi (Lycée Denis Diderot) March 2010. Duvail S. 2009. Oral presentation « Functions, services et ressources – Solidarity, inequalities and sharing » workshop MEEDDAT/CNRS/CEMAGREF, Programme « Water and Land », Lyon, 17th June 2009.
  17. Duvail S. 2009. Oral presentation « How to help decision-makers? » workshop MEEDDAT/CNRS/CEMAGREF, Programme « Water and Land », Lyon, 16th June 2009.
  18. Duvail S. Mwakalinga A. 2009 « Hydrological modelling of the floodplain-adjacent lakes in the Lower Rufiji (Tanzania) » international conference « Implementing Environmental Water Allocations », Port Elizabeth, South Africa. 23rd-26th February 2009.
  19. Acreman M., Albergel J., Cormier-Salem M. C., Duvail S., Fattal P., Hamerlynck O., Leauthaud-Harnett C., Lebrun D., Lolivier K., Paul J.L., Mwakalinga A., Mwansasu S., Nyingi D., Nyunja J., Omengo F., Robin M., Valimba P., Yanda P., 2009. Poster: "Water and land in East-African coastal wetlands: a prospective analysis of change in the Lower Rufiji and Tana Basins". 6th Western Indian Ocean Marine Science Association International Scientific Congress, August 24-29, 2009, Saint Denis, Réunion Island, France.
- En relation avec les résultats du projet (communes avec le programme PACTER)*
20. Duvail S. 2012 Accaparement' de terres et d'eau en Afrique de l'Est (le cas du delta du Tana). Conférence invitée à l'Université de Lyon II. 27 janvier 2012
  21. Duvail S. 2011. What future for the Tana River Delta: Towards a RAMSAR Site or an area of Biofuel Production? Nairobi (Kenya), IFRA seminar, on Local Heritage, 21 Novembre 2011.
  22. Duvail S. et Médard C. 2011 Land and Water grabbing in the Tana Delta (Kenya). Conférence internationale « Land policies in East Africa », Kampala, Ouganda 3 et 4 Novembre 2011.
  23. Duvail S. 2011. Land and Water grabbing in East Africa. Séminaire franco-australien du programme « Eaux et Territoires ». 14 au 17 juin 2011. Montpellier France.

## RESUME (2 PAGES MAXIMUM) (En Français et en anglais)

### SCENARIOS DE GESTION DE L'EAU ET

#### PARTAGE DES RESSOURCES DES BASSES VALLEES

#### (GEOPAR)

Stéphanie Duvail

IRD- UMR 208 "Patrimoines Locaux", National Museums of Kenya, P.O. BOX 40658  
- 00100 Nairobi, Kenya. Tél : +254 733 39 15 07 [stephanie.duvail@ird.fr](mailto:stephanie.duvail@ird.fr)

### OBJECTIF ET DEMARCHE

L'objectif du projet est de contribuer à une meilleure connaissance des interactions entre rythmes hydrologiques, disponibilité des ressources renouvelables et stratégies des usagers dans les basses vallées d'Afrique de l'Est afin de disposer d'un modèle interprétatif facilitant la réflexion prospective et la prise de décision de la part des différents acteurs. Deux sites sont étudiés, le delta du Tana au Kenya et la plaine inondable du Rufiji en Tanzanie.

Les rythmes de l'hydrosystème sont décrits et modélisés. Les liens entre crue et écosystèmes sont ensuite analysés en mobilisant le concept de services écosystémiques. L'attention est portée sur des services d'approvisionnement ayant une importance particulière pour les activités socio-économiques. Sur la base d'une identification des différents groupes sociaux et de leurs dynamiques sociales, les pratiques locales d'usage des ressources renouvelables sont décrites et des hypothèses sur les stratégies en fonction de plusieurs scénarios de crue sont formulées et ensuite détaillées. Enfin, l'élaboration des scénarios pour l'avenir est fondée sur une analyse rétrospective des dynamiques d'évolution (approche diachronique) et sur les observations du fonctionnement actuel du système (approche synchronique).

### LES PARTENAIRES

Pays d'origine	Organisme et son nom court	Participants (hors stagiaires)
France	UMR 208 de l'Institut de Recherche pour le Développement « Patrimoines Locaux » (UMR 208 IRD)	Stéphanie Duvail, Jean-Luc Paul, Marie-Christine Cormier-Salem
France	Laboratoire d'étude des Interactions Sol - Agrosystème - Hydrosystème (R144 de l'IRD) (UMR LISAH)	Crystèle Leauthaud (Doctorante), Jean Albergel, Patrick Zante, Yannick Pépin, Olivier Grunberger
France	UMR 6554 du CNRS « Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique » (UMR LETG)	Marc Robin, Paul Fattal, Ismaïl Benyoucef (Vacataire)
Grande Bretagne	Centre for Ecology and Hydrology de Wallingford, Unité "Hydroecology and Wetlands" (CEH Wallingford)	Mike Acreman, Olivier Hamerlynck
Tanzanie	Institute of Resource Assessment of the University of Dar Es Salaam (IRA)	Simon Mwansasu, Pius Yanda, Amos Majule
Tanzanie	Water resource Engineering Department of the University of Dar Es Salaam (WREP)	Patrick Valimba
Tanzanie	Rufiji District, Agricultural Department	Aggrey Mwakalinga
Kenya	National Museums of Kenya (NMK)	Dorothy Nyingi, Joseph Gathua, Quentin Luke
Kenya	Kenya Wildlife Service, Wetland department (KWS)	Judith Nyunja, Fred Omengo
Kenya	Institut Français de Recherche en Afrique, Nairobi (IFRA)	Bernard Charlery de la Masselière, Bernard Calas, Delphine Lebrun (Vacataire)

## PRINCIPAUX RESULTATS

Les deux zones humides étudiées ont un régime pluviométrique bimodal avec une (Rufiji) ou deux crues annuelles (Tana) et une tendance à la diminution des débits (spécifiquement de pointe) et, dans le Rufiji, des précipitations. Les productivités halieutique, pastorale et agricole sont étroitement corrélées à l'inondation de la plaine (Tana et Rufiji) et au remplissage des lacs (Rufiji). Ces deux processus hydrologiques ont été modélisés (Duvail et al. 2009, Leauthaud et al. *under review*).

Les différents services écosystémiques des deux zones ont été décrits (Hamerlynck et al. 2010a). Dans le Rufiji, les interactions entre crue, ressources halieutiques et stratégies de pêche ont été analysées (Hamerlynck et al. 2011). Dans le Tana, l'influence de la dynamique des crues sur la production fourragère fait l'objet d'une thèse (Leauthaud, soutenance prévue en février 2013).

A la description détaillée des services écosystémiques nous avons adjoint celle des stratégies des acteurs locaux. L'observation de plusieurs années de pratiques et des adaptations des acteurs locaux à diverses situations hydro-climatiques nous a fourni de nombreuses données qualitatives et quantitatives : l'importance cruciale de l'association pêche/agriculture pour l'économie villageoise du Rufiji est démontré (Paul et al. 2011) tandis que nos analyses montrent que le potentiel pour une agriculture irriguée industrielle est surestimé dans les deux zones (Hamerlynck et al. 2010b, Lebrun et al. 2010). Dans le Tana, les groupes ethniques naguère spécialisés (agriculture, élevage ou pêche) diversifient leurs activités pour faire face à la crise hydro-climatique et environnementale (Leauthaud et al. *in Press*).

Les systèmes productifs du Rufiji et de la Tana sont donc fondés sur la crue et sa synchronisation aux précipitations et la condition de leur adaptabilité aux aléas est le libre accès à un large éventail de micro-milieus (Hamerlynck et al. 2010b). Or les évolutions récentes se caractérisent par une aliénation à la fois foncière et hydraulique au profit de l'industrie hydro-électrique et de l'agriculture industrielle (Duvail et al. 2012 ; Duvail, Médard et Paul 2010) qui se conjugue à des tendances climatiques défavorables. En réaction, les membres des communautés locales optent souvent pour l'exode. La population restée sur place survit souvent grâce à l'aide de ces citoyens et l'aide alimentaire publique ou privée. Parallèlement, elle développe des stratégies productives de survie conduisant à une concentration excessive et conflictuelle des communautés sur les derniers espaces productifs disponibles (Tana).

Stopper cette dégradation et améliorer le bien-être des communautés exigeraient une gestion des barrages tenant compte de l'aval, une gouvernance partagée de l'eau, une opposition politique à l'accaparement des terres. Nous avons envisagé deux grands scénarios prospectifs par site, un plus pessimiste et un plus optimiste, pour alimenter la réflexion des décideurs et de la société civile.

## SUMMARY (2 PAGES MAXIMUM)

### WATER MANAGEMENT SCENARIOS AND ALLOCATION OF COASTAL WETLAND RESOURCES

#### (GEOPAR)

Stéphanie Duvail

IRD- UMR 208 "Patrimoines Locaux", National Museums of Kenya, P.O. BOX 40658  
- 00100 Nairobi, Kenya. Tél : +254 733 39 15 07 [stephanie.duvail@ird.fr](mailto:stephanie.duvail@ird.fr)

#### OBJECTIVE AND APPROACH

The project objective is to contribute to increased knowledge on the interactions between the hydrogram, the availability of renewable resources and the user strategies in the lower valleys of East African rivers in order to provide an explanatory model capable of facilitating prospective thinking and decision-making by various stakeholders. The two study areas are the Tana River Delta in Kenya and the lower floodplain of the Rufiji River in Tanzania.

The flood hydrogram is described and modelled. The links between floods and ecosystems are then analysed using the ecosystem services conceptual framework. The emphasis is on provisioning ecosystem services that are particularly important for livelihoods. Through the identification of the various social groups and their dynamics, a description of local renewable resource use practices and the formulation of hypotheses on resource use strategies under various flood scenarios we explore the links between floods and stakeholder strategies. Finally, future scenarios are developed on the basis of a retrospective analysis of the evolutionary dynamics (diachronic approach) and observations of the current functioning of the system (synchronic approach).

#### PARTNERS

Country	Institution and acronym	Participants (interns not included)
France	UMR 208 de l'Institut de Recherche pour le Développement « Patrimoines Locaux » (UMR 208 IRD)	Stéphanie Duvail, Jean-Luc Paul, Marie-Christine Cormier-Salem
France	Laboratoire d'étude des Interactions Sol - Agrosystème - Hydrosystème (R144 de l'IRD) (UMR LISAH)	Crystèle Leauthaud (PhD student), Jean Albergel, Patrick Zante, Yannick Pépin, Olivier Grunberger
France	UMR 6554 du CNRS « Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique » (UMR LETG)	Marc Robin, Paul Fattal, Ismaïl Benyoucef (temporary staff)
United Kingdom	Centre for Ecology and Hydrology de Wallingford, Hydroecology and Wetlands Unit (CEH Wallingford)	Mike Acreman, Olivier Hamerlynck
Tanzania	Institute of Resource Assessment of the University of Dar Es Salaam (IRA)	Simon Mwansasu, Pius Yanda, Amos Majule
Tanzania	Water resource Engineering Department of the University of Dar Es Salaam (WREP)	Patrick Valimba
Tanzania	Rufiji District, Agricultural Department	Aggrey Mwakalinga
Kenya	National Museums of Kenya (NMK)	Dorothy Nyingi, Joseph Gathua, Quentin Luke
Kenya	Kenya Wildlife Service, Wetland department (KWS)	Judith Nyunja, Fred Omengo
Kenya	Institut Français de Recherche en Afrique, Nairobi (IFRA)	Bernard Charlery de la Masselière, Bernard Calas Delphine Lebrun (temporary staff)

## MAIN RESULTS

The two wetlands studied are characterised by a bimodal rainfall regime and one (Rufiji) or two flood peaks (Tana) with a tendency towards the reduction of the flow (and the peak flow in particular) as well as reduced local rainfall (Rufiji). The fisheries and the pastoral and agricultural productivity are closely correlated to flooding of the plains (Tana and Rufiji) and the connection between the river and the lakes (Rufiji). These processes have been modeled (Duvail et al. 2009, Leauthaud et al. *under review*).

The various ecosystem services of both areas have been described (Hamerlynck et al. 2010a). In the Rufiji, the interactions between flooding, fish resource and fisheries strategies in Rufiji have been analysed (Hamerlynck et al. 2011). In the Tana, the influence of flood dynamics on the production of pasture will be presented as a PhD thesis (Leauthaud, defence scheduled for February 2013).

In addition to a detailed description of the ecosystem services of the wetlands studied we have looked at the local user strategies. The multiannual observation of resource user practices and their adaptation to various hydro-climatic conditions have yielded both substantial quantitative and qualitative data that are still being processed. Results show that the combination of agriculture and fisheries is key to the village economy (Paul et al. 2011) while the large-scale irrigation potential in both areas is overestimated (Hamerlynck et al. 2010b, Lebrun et al. 2010). In the Tana, ethnic groups that were heretofore specialised (agriculture, livestock-keeping or fisheries) are diversifying their activities in order to cope with the hydro-climatic and environmental crisis (Leauthaud et al. *in press*).

The production systems in both areas are based on the flooding and its synchronisation with rainfall and coping with this risk is conditioned by open access to a range of micro-habitats (Hamerlynck et al. 2010b). However, the recent trends are towards reduced access to both land and water that are increasingly diverted to hydropower and industrial agriculture (Duvail et al. 2012 ; Duvail, Médard et Paul 2010), compounded by unfavourable climatic trends. As a result, members of the local communities now often opt for rural-urban migration. Those who stay increasingly depend on remittances from the townsfolk and public or private food support. In parallel, survival strategies are developed locally which results in excessive and conflictual concentration of the communities in the last available productive areas (Tana).

Halting this degradation and improving human well-being will require dam management procedures that take account of the downstream needs, shared water governance and a firm political stance on land grabbing. We have developed two main future scenarios for each site, one pessimistic and one optimistic, in order to feed into the prospective thinking by decision-makers and civil society.