

Un projet financé par le Programme des Nations Unies pour le Développement/Fonds pour l'Environnement Mondial (PNUD/FEM) et exécuté par le Service d'Appui aux Projets des Nations Unies (UNOPS)

**Etude Spécialisée de Sédimentation et ses
Conséquences (ESSED)**

Résumé des Conclusions

G. Patterson

2000

**Pollution Control and Other Measures to Protect Biodiversity in Lake Tanganyika
(RAF/92/G32)**

**Lutte contre la pollution et autres mesures visant à protéger la biodiversité du Lac Tanganyika
(RAF/92/G32)**

Le Projet sur la diversité biologique du lac Tanganyika a été formulé pour aider les quatre Etats riverains (Burundi, Congo, Tanzanie et Zambie) à élaborer un système efficace et durable pour gérer et conserver la diversité biologique du lac Tanganyika dans un avenir prévisible. Il est financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) par le biais du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD)

The Lake Tanganyika Biodiversity Project has been formulated to help the four riparian states (Burundi, Congo, Tanzania and Zambia) produce an effective and sustainable system for managing and conserving the biodiversity of Lake Tanganyika into the foreseeable future. It is funded by the Global Environmental Facility (GEF) through the United Nations Development Programme (UNDP).

Burundi: Institut National pour Environnement et Conservation de la Nature

RD Congo : Ministère de l'Environnement et de la Conservation de la Nature

Tanzania: Vice President's Office, Division of Environment

Zambia: Environmental Council of Zambia

Toute question concernant cette publication, ou toute demande d'exemplaire devrait être adressée à :

*Project Field Co-ordinator
Lake Tanganyika Biodiversity Project
PO Box 5956
Dar es Salaam, Tanzania*

*UK Co-ordinator,
Lake Tanganyika Biodiversity Project
Natural Resources Institute
Central Avenue, Chatham, Kent, ME4 4TB, UK*

Table des matières

	Page
1. INTRODUCTION	3
1.1 Décharge de sédiments dans le lac Tanganyika et ses conséquences – propositions de l'étude	3
1.2 L'Analyse Diagnostique Transfrontalière	4
2. METHODOLOGIE POUR L'ESSED	5
2.1 Introduction	5
2.2 Rapports et questionnaire	6
3. PRINCIPALES CONCLUSIONS DE L'ESSED	6
3.1 Gravité de l'impact	7
3.2 Résumé des conclusions de l'ESSED	8
3.3 Liens avec les autres Etudes Spécialisées du PBLT	8
4. SUIVI ET FUTURE RECHERCHE RECOMMANDES	9
4.1 Suivi	9
<i>Haute priorité</i>	9
<i>Moyenne priorité</i>	10
<i>Petite priorité</i>	10
4.2 Recherche	11
<i>Haute priorité</i>	11
<i>Moyenne priorité</i>	11
<i>Petite priorité</i>	12
5. ACTIONS DE GESTION	12
5.1 Généralités	12
5.2 Pratiques spécifiques de gestion	13
6. CONCLUSIONS	14

Liste des tableaux et Appendices

		Page
Tableau 1	Classement des problèmes par priorités – Lutte contre la Sédimentation	4
Tableau 2	Réduction/Contrôle de l'érosion causée par les pratiques agricoles inappropriées	5
Tableau 3	Réduction/Contrôle de la déforestation	5
Tableau 4	Rapports de l'ESSED	6
APPENDICE 1	Sous-composantes de l'ESSED (comme figurant dans le Tableau 4) – Rapports individuels, objectifs et principaux résultats	15
APPENDICE 2	Participants à l'ESSED	21

Etude Spécialisée de Sédimentation (ESSED) – Résumé des Conclusions

1. INTRODUCTION

Ce document voudrait résumer l'ESSED et définir la manière dont les sédiments en suspension menacent le Lac Tanganyika. Les questions clés concernent la façon dont les sédiments en suspension affectent la biodiversité, et soulèvent la question de savoir s'il y a un équilibre ou une menace supplémentaire se rapportant aux activités humaines en croissance dans le bassin du lac. Il aborde aussi les autres facteurs clés se rapportant à l'apport des sédiments, dont l'hydrologie du bassin, les éléments nutritifs associés avec les sédiments ainsi que les facteurs en amont qui font que ces matériaux sédimentaires se mobilisent. Ce document propose en plus une série d'actions prioritaires de suivi et de recherche à entreprendre dans le futur.

1.1 Décharge des sédiments dans le Lac Tanganyika et ses conséquences – propositions de l'étude

Au commencement du Projet sur la Biodiversité du Lac Tanganyika (1^{er} août 1995), les principaux buts de cette étude étaient identifiés comme suit :

- Investigation de la déforestation au sein de la région du bassin du lac et effet des changements dans l'utilisation du sol sur le taux du transport des sédiments vers le lac.
- Quantification des sédiments entrant actuellement dans le lac avec indication des variations saisonnières
- Suivre la trace du sort des particules entrant dans le lac (transport vertical et horizontal).
- Une investigation de la nature des particules de sédiments et une analyse de l'effet de la géologie du bassin, du climat et de la végétation sur la nature des apports de sédiments.
- Analyser l'impact des sédiments sur la colonne de l'eau, y compris l'effet des sédiments sur les importants paramètres limnologiques qui peuvent influencer les communautés de plancton. Ceci inclura l'impact direct des sédiments sur ces organismes ainsi que l'atteinte d'une compréhension de la façon dont les communautés de plancton sont impactées.
- Analyser l'impact des sédiments sur l'environnement benthique, l'effet des processus benthiques ainsi que les organismes benthiques. Ceci inclura la prise de petits échantillons de sédiments pour établir la chronologie historique, la fluctuation antérieure et les taux de réductions dans la biodiversité.

- Examiner les effets à long terme (et peut-être croissants) des taux de l'apport de sédiments vers le lac et examiner son impact probable.

Le premier objectif de l'ESSED était la production de l'Examen de Base qui a été analysé à la Réunion de Début du Projet, et les objectifs ont été affinés davantage et redéfinis de manière plus précise comme suit :

- Donner une vue plus étendue (en utilisant la télédétection à basse résolution) des changements de végétation dans le bassin du Lac Tanganyika et leurs effets probables sur l'apport de sédiments dans le lac.
- Produire l'imagerie à haute résolution des zones de signification spéciale (identifiées pendant les études préliminaires des contributions riveraines) pour l'analyse des séries de temps.
- Améliorer et/ou introduire le jaugeage des rivières dans un nombre d'endroits spécifiques en vue de comprendre la quantité et la saisonnalité de l'apport des sédiments.
- Analyse de l'hydrologie de la côte proche pour comprendre le sort des sédiments entrant dans le lac.
- Analyse de la nature physico-chimique des sédiments (qui peut varier dans le temps ou entre bassins).
- Examiner les processus limnologiques (flux d'éléments nutritifs et lumière) près de la côte et l'effet des hautes charges de sédiments sur ces processus.
- Exécuter une étude complète dans tout le lac (évaluation rapide) des sédiments (échantillonnage peu profond). Ceci résultera en production de cartes de types de sédiments, estimations du taux des changements de l'apport de sédiments, mesure de l'ampleur de l'influence des apports des principales rivières et production de cartes de la diversité des organismes benthiques.
- Examiner le rôle des importantes zones humides du bassin dans une tentative de prédire l'impact de leur probable destruction sur la charge des sédiments des rivières affluentes.
- Comprendre l'effet des hautes charges de sédiments sur la structure trophique de l'environnement littoral. Ceci inclura les effets sur la production (y compris la production primaire des algues et des bactéries), les populations des organismes ainsi que les impacts sur le comportement, l'alimentation et la croissance de ces organismes, ce qui permettra de comprendre la façon dont l'apport accru de sédiments affecte l'écosystème, et par conséquent, la diversité biologique.

1.2 L'Analyse Diagnostique Transfrontalière

Une partie préliminaire du développement de ce Programme d'Action Stratégique a été la réunion sur l'Analyse Diagnostique Transfrontalière (ADT) du PBLT organisée en novembre 1998. Dans cette réunion, un consensus régional classant par priorités les menaces à la biodiversité du Lac Tanganyika a été atteint. Ce classement dépendait non seulement du niveau de l'impact, mais aussi du fait de savoir s'il y avait des interventions de gestion appropriées qui pourraient modifier l'impact, et s'il y avait des avantages supplémentaires découlant des interventions de gestion. Ces conclusions sont résumées dans le Tableau 1 bien que seules quelques conclusions de l'ESSED aient été disponibles pour les délégués lors de cette réunion parce que beaucoup d'études étaient incomplètes à ce stade.

Tableau 1 Classement en priorités des problèmes – Lutte contre la Sédimentation

Problème spécifique	Rang
Erosion découlant des pratiques agricoles inappropriées	Haut
Déforestation	Haut
Etablissements humains mal conçus ou incontrôlés	Moyen
Extraction de sable et autres activités dans les berges des rivières	Moyen
Surpâturage dans les plaines	Moyen
Mauvaise installation ou mauvaise gestion des mines et carrières	Moyen
Conception ou construction insatisfaisante des routes	Moyen
Erosion provenant des feux de brousse incontrôlés	Petit
Mines et carrières potentiels	Petit

Les problèmes spécifiques ayant eu le score 'Haut' dans l'ADT ont été élaborés davantage dans les Tableaux 2 et 3.

Tableau 2 Réduction/Lutte contre l'érosion découlant des pratiques agricoles inappropriées

Action de gestion	Commentaires
<i>Gravité du problème</i>	<i>le problème est considéré grave parce que l'impact cumulatif des mauvaises pratiques agricoles forme la majeure source d'érosion, y compris celles qui déversent les sédiments dans les fragiles écosystèmes du lac.</i>
<i>Faisabilité des solutions</i>	<i>le problème n'est pas facile à résoudre, à cause de son ampleur, du grand nombre des agriculteurs concernés et des contraintes auxquelles ils sont confrontés. Cependant, les solutions techniques sont bien connues et les efforts sont en cours et les stratégies d'interventions s'améliorent sur base des expériences précédentes. Malgré l'ampleur du problème, les interventions peuvent être concentrées selon les deux critères de la viabilité de l'agriculture et de la protection du lac.</i>
<i>Avantages supplémentaires</i>	<i>Avantages sociaux et économiques provenant d'un développement agricole durable, la réduction de la perte de fertilité et la réduction du besoin d'engrais associé.</i>

Tableau 3 Réduction/lutte contre la déforestation

Action de gestion	de	Commentaires
<i>Gravité du problème</i>		<i>la déforestation, y compris la déforestation diffuse, grandement associée à l'expansion agricole, est une cause primaire d'érosion accélérée. Le problème est jugé particulièrement grave dans les réserves forestières classées comme forêts protégées, sur base de leur valeur de protection du bassin. Le problème couvre le défrichage agricole, la destruction des boisements par les feux de brousse, l'exploitation du bois (en particulier pour le charbon et, en Tanzanie, pour le séchage du tabac).</i>
<i>Faisabilité des solutions</i>		<i>le problème est difficile à résoudre, mais des réponses multiples sont connues, et sont mises en œuvre au niveau local. Un climat social favorable existe dans au moins une partie de la région et malgré l'ampleur du problème, il est possible de concentrer les efforts sur les régions les plus critiques.</i>
<i>Avantages supplémentaires</i>		<i>une lutte contre la déforestation et des actions en faveur de l'agroforesterie conduiraient à des avantages évidents en termes de production de bois et d'autres produits, de conservation du sol, du contrôle de l'eau et de la conservation de la biodiversité de la forêt (y compris les espèces endémiques régionales).</i>

2. METHODOLOGIE UTILISEE POUR L'ESSED

2.1 Introduction

La méthodologie choisie pour réaliser l'ESSED a compté sur l'identification des équipes pour conduire les aspects du travail sur base de leur expertise particulière et dans certains cas, la responsabilité des institutions. Le travail effectué, et le principal personnel impliqué sont indiqués en bas dans l'Appendice 1. Cette stratégie a été acceptée à la Réunion de Début du Projet où les lacunes dans les connaissances ont été discutées et les lacunes sur lesquelles la recherche pouvait être faite ont été identifiées. Ceci a résulté, cependant, en la réalisation de différentes activités dans différents endroits jusqu'à un certain degré, et l'ESSED devait compter sur la communication de ces résultats dans toute la région en évaluant comment les conclusions d'une région étaient transférables à une autre.

Une des questions claires soulevées dans l'Examen de Base de l'Etude et la Réunion de Début était la pénurie des données des observations à long terme sur les liens entre le lac et le bassin (principalement le débit des rivières et la charge). Celles-ci, si elles

avaient été disponibles, auraient fourni une indication de l'impact de la sédimentation sur le lac, et préciser si la situation qui existe actuellement a été déjà affectée par des changements induits par l'homme (en distinguant les impacts naturels et ceux provoqués par l'homme). Ces mesures sont absolument nécessaires pour évaluer si la menace existe actuellement.

Par conséquent, une activité clé qui a été initiée par l'ESSED était la mise en place ou la restauration des stations de jaugeage des rivières dans un nombre d'emplacements clés du bassin, et celles-ci avaient l'intention de non pas seulement fournir des données pour le projet lui-même, mais avaient aussi été identifiées (tôt dans le projet) comme une des zones clé où de futures activités d'observations seraient exigées. Les conclusions de l'ESSED ne nous ont pas fait changer cette vue (voir section sur les observations en dessous).

2.2 Rapports et questionnaire

Le principal résultat de l'ESSED a été une série de rapports techniques. Ceux-ci forment les documents de base qui, avec les examens de base, soutiennent les conclusions techniques de l'ESSED. Les conclusions signalées ici sont en partie une synthèse de ces documents techniques ; en plus, un questionnaire a été envoyé à tous les participants dans l'ESSED qui les a spécifiquement guidés pour examiner leurs conclusions à la lumière des priorités établies par le document du PAS (voir ci-dessus). Les résultats de celles-ci sont résumés ci-dessous et ont l'intention de former un consensus de l'expertise mise ensemble pour réaliser cette Etude Spécialisée. La liste de tous les participants dans l'ESSED se trouve à l'Appendice 2.

3. PRINCIPALES CONCLUSIONS DE L'ESSED

Les principales conclusions de l'ESSED sont incluses dans les séries de rapports techniques suivants (Tableau 4) qu'on peut trouver sur l'internet à l'adresse <http://www.ltbp.org/PDD5.HTM>. Ces rapports se trouvent aussi sur le CD final du projet. Un résumé de ces rapports est donné à l'Appendice 1.

Tableau 4 Rapports de l'ESSED

N° du Rapport	Auteurs et dates de production	Titre	No. de pages & taille du fichier
1	O'Reilly, C. 1998.	Impact of sedimentation on primary production. [<i>Impact de la sédimentation sur la production primaire</i>]	21p. - [492K]
2	Cohen, A. S., M. R. Palacios-Fest Dettman, D. Msaky, E. Livingstone, D. et McKee, B. 1999.	Paleo-limnological investigations. [<i>Investigations paléolimnologiques</i>]	165p. - [2.1Mb]
3	Duck, R. W. et S. F. K. Wewetzer. 1998.	"side-scan" sonar and echo-sounding surveys of the southern end of Lake Tanganyika. [<i>Etudes au sonar "side-scan" et à l'échosondeur du bout sud du Lac Tanganyika</i>]	24p. - [992K]
4	Sichingabula, H. 1999.	Analysis and results of discharge and sediment monitoring activities in the southern Lake Tanganyika basin, Zambia. [<i>Analyse et résultats des activités de l'écoulement et de l'étude des sédiments dans la bassin sud du Lac Tanganyika, Zambie</i>]	105p. - [1.7Mb]
5	Drake, N., M. Wooster, E. Symeonakis, et X. Zhang. 1999.	Soil erosion modelling in the Lake Tanganyika catchment. [<i>Modélisation de l'érosion du sol dans le Lac Tanganyika</i>]	67p. - [8.4Mb]
6	Eggermont, H. 2000.	Impact of sediments on the larval chironomid fauna of river deltas. [<i>Impact des sédiments sur la faune larvale des chironomidés des deltas de rivières</i>]	4p. - [164K]
7	Brion, N., E. Nzeyimana, L. Goeyens, D. Nahimana, et W. Baeyens. 1999.	Nitrogen dynamics in northern Lake Tanganyika. [<i>Dynamique de l'azote dans le nord du Lac Tanganyika</i>]	12p. - [520K]
8	Sebahene, M., M. Nduwayo, T. Songore, G. Ntungumburanye. 1999.	Travaux hydrologiques et d'échantillonnage sédimentologique du bassin du Lac Tanganyika (Burundi).	74p. - [1.63Mb]
9	Irvine, K., I. Donahue, E. Verheyen, R. Sinyinza, et M. Taylor. 2000.	Impact of sedimentation on biota. [<i>Impact de la sédimentation sur le biote</i>]	80p. - [320K]
10	Kakogozo, B., N. Kahindo, B. Mwenyemaile, et O. Drieu (ed.). 2000.	Etude Hydrologique du Bassin Nord-Ouest du Lac Tanganyika (R. D. Congo).	44p. - [1.3Mb]
11	Nkotagu, H., et Mwambo, K. 2000.	Hydrology of selected watersheds along the Lake Tanganyika shoreline. [<i>Hydrologie des bassins versants choisis le long de la côte du Lac Tanganyika</i>]	111p. - [711K]
12	Swarzenski, P.	Riverine delivery of contaminants and nutrients in impacted vs. non-impacted sites ¹ . [<i>Livraison riveraine de contaminants et d'éléments nutritifs dans les sites affectés vs non affectés</i>]	
13	Duck, R. W. 1998.	Kigoma Master Water Plan. [Report on the volumes of the plan held by LTBP]. [<i>Plan Directeur des Eaux de Kigoma</i>]	9p. - [25K]
14	Bryant, A. 1999.	Monitoring and explanation of sediment plumes in Lake Tanganyika (M.Sc. Dissertation). [<i>Suivi et explication des plumes de sédiments dans le Lac Tanganyika</i>]	92p. - [4.6Mb]
15	Irvine, K. et I. Donohue. 1999.	Review of taxonomic knowledge of the benthic invertebrates of Lake Tanganyika. [<i>Etude des connaissances taxonomiques des invertébrés benthiques du Lac Tanganyika</i>]	38p. - [76K]
	Huttula, T. (ed.). 1997.	Flow, thermal regime, and sediment transport: Studies in Lake Tanganyika. Kuopio University Publications C. <u>Natural</u> and <u>Environmental Sciences</u> ² [<i>Écoulement, régime thermal et transport des sédiments: Etudes dans le Lac Tanganyika</i>]	73. 173 p. - [4.3Mb]
	Patterson, G. 2000.	Sediment Discharge and Its Consequences Special Study (SedSS) - Advice to the Strategic Action Programme. [<i>Etude Spécialisée de la Sédimentation et ses conséquences – Avis au Programme d'Action Stratégique</i>]	22p. - [136K]
	Patterson, G. 2000.	Sediment Discharge and Its Consequences Special Study (SedSS) - Summary of findings. [<i>Etude Spécialisée de la Sédimentation et ses conséquences – Résumé des Conclusions</i>] (c.à.d. ce document).	22p. - [151K]

¹ Ce travail n'a pas été réalisé au cours du projet et n'est pas encore achevé à ce jour (31 Juillet 2000)

² Ce travail a été réalisé pour le LTBP sous l'Accord Interagence entre UNOPS et FAO

Ces résultats des différents groupes de gens indiqués dans le Tableau 4 et l'Appendice1 sont complexes et nécessitent une interprétation attentive.

3.1 Gravité de l'impact

En résumé, la gravité (menace à la biodiversité) du problème de l'apport des solides en suspension dans le lac est jugée haute, et ceci a probablement déjà provoqué une perte de biodiversité dans certaines parties du lac au cours des dernières années. Tel est le consensus de ceux qui ont participé dans l'étude spécialisée ainsi que celui du panel technique réuni à l'ADT. Il pourrait s'être révélé difficile de préciser si l'augmentation des sédiments ou l'augmentation des éléments nutritifs forme à long terme la seule plus grande menace au lac, mais comme elles sont si étroitement liées, elles ne peuvent pas et ne devraient pas être nécessairement isolées. L'Etude Spécialisée de Pollution (ESP) a confirmé que l'eutrophication, causée par l'apport accru d'éléments nutritifs, n'est pas une menace immédiate. Par conséquent, l'impact des solides en suspension est une menace principale et actuelle à la biodiversité du lac.

Même sans présentation de preuves ici (en utilisant le principe de précaution), il est clair que des efforts devraient être fournis pour réduire l'apport des sédiments dans le lac. Le Lac Victoria constitue un exemple de la façon dont un grand lac peut changer rapidement – Le Lac Tanganyika avec son plus grand volume et moins de populations riveraines peut ne pas avoir encore vu des changements dramatiques, bien que clairement l'équilibre entre le lac et le bassin ait changé dans les 50 dernières années ou plus, avec une augmentation en ruissellement de matières dissoutes et de matières en suspension menaçant la nature virginale du lac.

Les participants dans l'Etude Spécialisée de Sédimentation acceptent que les changements dans l'utilisation du sol et l'augmentation de l'écoulement des matières en suspension (et l'augmentation simultanée de l'écoulement des importants éléments nutritifs de plantes) est une menace très réelle tant à la biodiversité du lac qu'à la durabilité des modes de vie qui dépendent de la production du lac.

Le fait de réduire le transport des sédiments et des éléments nutritifs vers le lac a un autre net avantage car leur affluence accentuée vers le lac représente une perte importante à la fois des matières du sol et de la fertilité des systèmes agricoles du bassin. Dans ce sens, ce qui arrive dans le lac peut refléter une très grande catastrophe humaine car la production agricole dans le bassin du lac est compromise. La gestion du lac par conséquent a un double avantage car se dernier est l'ultime destinataire de ces pertes de terres et par conséquent il ne subit pas seulement la menace à son unique biodiversité mais il agit aussi comme un indicateur utile des activités dans le bassin.

En plus, les mêmes facteurs qui causent les augmentations dans la sédimentation peuvent aussi résulter en inondations accentuées pendant les pluies ce qui pourrait causer d'importants dégâts dans les secteurs de haute densité de population (à cause de la faible capacité du bassin à retenir l'eau des pluies) et ceci peut être une autre

question de gestion importante.

3.2 Conclusions résumées de l'ESSED

Ce résumé combine les conclusions de tous les participants dans l'ESSED (voir Appendice 1)

- Il y a de fortes preuves de grandes augmentations des solides en suspension entrant dans le lac si on compare aux taux des apports dans l'histoire.
- Il est clair que ceci est causé par une combinaison de déblaiements des boisements et des pratiques agricoles effectuées dans le bassin
- Il y a de fortes preuves que l'accroissement des apports de sédiments est en corrélation avec un accroissement des apports d'éléments nutritifs et de matières organiques au lac bien que les signes d'eutrophisation soient encore limités.
- Il y a quelques facteurs complexes qui affectent la distribution et par conséquent l'impact des sédiments dans le lac. Les preuves suggèrent que les bassins de taille moyenne sont particulièrement responsables pour le changement de l'écologie, et par conséquent, de la biodiversité adjacente aux embouchures des rivières (bassins d'à peu près 50 km² – 4000 km²). Ces facteurs ont par conséquent une forte composante régionale.
- Les distances sur lesquelles les sédiments sont transportés sont influencées par la saison et la topographie du rivage proche de la rivière.
- Les sédiments peuvent être transportés en quantités significatives à au moins 10 km de la source, et l'impact est plus probable là où les rivières se jettent sur des plates-formes du lac à pentes relativement douces.
- Il y a une pénurie de données des observations à long terme qui auraient pu être utilisées pour surveiller les changements de la dynamique des sédiments en suspension. Des mesures récentes ont quantifié l'apport des sédiments en suspension pour un certain nombre de rivières et il paraît essentiel que cette observation puisse continuer comme partie du travail ordinaire de l'institution nationale concernée dans tous les quatre pays
- Le taux actuel de l'afflux de sédiments se trouve bien au-dessus des niveaux historiques et est susceptible d'augmenter (ou au moins rester élevé) si la déforestation n'est pas contrôlée et/ou des mesures plus efficaces de conservation du sol ne sont pas initiées.
- Le travail de ce projet et le travail décrit dans la documentation suggère que la diversité dans une région particulière proche de la côte du lac est en corrélation négative avec l'apport des sédiments et il a par conséquent joué un rôle en dictant

la distribution des organismes pendant très longtemps.

- Il est clair que les augmentations récentes dans les charges des sédiments en suspension ont conduit à une réduction dans la distribution des habitats plus diversifiés (surface rocheuse) ainsi que la réduction directe de la diversité.

3.3 Liens avec les autres Etudes Spécialisées du PBLT

Ce rapport résume principalement les conclusions de l'ESSED, bien qu'il y ait beaucoup de choses écrites ici sur les autres dimensions de tout le projet et qu'il y ait un certain recouvrement avec les autres études spécialisées.

Toutes les Etudes Spécialisées dans ce projet sont dirigées vers la conservation, avec priorité dans la maintenance de la biodiversité (une valeur spéciale étant placée sur les espèces endémiques) dans le système du lac. Comme indiqué par l'Etude Spécialisée de Biodiversité (ESBIO) la principale menace concerne par conséquent l'étroite bande littorale autour du lac où réside la majorité des espèces. En plus, ce sont les habitats rocheux qui détiennent la plus grande diversité eu égard à la conservation. L'Etude Spécialisée des Pratiques de Pêche (ESPP) suggère qu'il est improbable que ces secteurs soient menacés par la surpêche (ou les pratiques de pêche préjudiciables, et il semblerait que la principale menace soit la sédimentation croissante qui cause des dégâts aux organismes présents, ainsi que la perte des habitats par l'envasement provoquant la perte des substrats auparavant durs.

L'ESBIO recommande une approche de "gestion du littoral" pour la conservation avec le zonage des habitats côtiers en eu égard à la fois à leur utilité de conservation et au degré de la menace. Il doit être souligné que la principale menace peut être une source ponctuelle des matières en suspension (une embouchure de rivière) à quelques kilomètres du site d'intérêt et la cause peut se situer à une plus grande distance, plus en amont dans le bassin, où les pratiques changeantes de l'utilisation du sol résultent en érosion accentuée. Comme affirmé ici, la taille du bassin et la topographie sous l'eau sont des questions importantes en ce qui regarde la distribution des sédiments une fois qu'ils entrent dans le lac – le transport horizontal des sédiments dans le lac est l'une des facettes les moins comprises des travaux effectués, car il est affecté par une gamme dynamique de facteurs complexes (tels que les caractéristiques physiques des matériaux, la topographie du fond, le vent, la densité de l'eau, etc.). Il a été montré par le travail sur la circulation du lac (Tableau 4) que les sédiments peuvent être transportés jusqu'à 10 km depuis l'embouchure de la Lufubu et de la Malagarasi.

En ce qui concerne la forme du zonage de la côte, l'ESSED conclut ce qui suit :

Les sites du littoral dans 10 km depuis le point du déversement d'un bassin de taille moyenne (50-4000 km²) sembleraient être les plus menacés par tout changement dans le taux de l'érosion au sein de ce bassin (plus probablement causé par la déforestation ou les changements dans les pratiques agricoles). En plus, les changements dans le bassin qui prennent origine dans le secteur démarqué dans la Figure 1 du rapport intitulé "Avis de l'ESSED au Programme d'Action Stratégique" (Tableau 4) sont particulièrement vulnérables et devraient être regardés comme la menace principale aux zones littorales proches du point de déversement de ces zones. Les zones littorales adjacentes à des bassins plus petits <50 km² (en particulier si la côte est en pentes raides étagées comme c'est habituellement le cas dans ces zones) seront moins affectées par les activités dans le bassin, et celles qui sont proches des bassins plus grands (> 4000 km²) ne sont pas susceptibles d'être affectées à la lumière de leur long historique dans l'apport des matières en suspension.

4. SUIVI ET FUTURE RECHERCHE RECOMMANDES

La différence entre la recherche et les observations est simplement que le travail des observations devrait être mené indéfiniment et par conséquent ces programmes doivent distinguer les priorités à la lumière des limites du budget périodique. La recherche indique la nécessité d'établir d'importantes réponses qui sont nécessaires pour atteindre une plus grande compréhension des liens complexes qui existent entre l'apport des sédiments au lac et les autres facteurs physiques et biologiques. Evidemment un recouvrement entre les deux existe, et le niveau de priorité donné ci-dessous est un consensus de tous les participants dans le projet et est un compromis entre les différents participants qui voient les priorités de manière différente. Certains commentaires des sites spécifiques ont été enlevés puisqu'il y a une bonne part de chevauchement dans l'étude; ils sont souvent valables à plus large échelle que dans les emplacements spécifiques avec lesquels les répondants peuvent être plus familiers.

4.1 Suivi

Haute priorité

La plupart des commentaires dans cette section se réfèrent à la continuation du (et l'addition à) réseau des observations des rivières mis en place par le projet. La plupart des participants considèrent la valeur des observations régulières des rivières et reconnaissent l'inadéquation des données qui étaient disponibles avant le projet. Le réseau établi par le projet (19 stations de jaugeage) peut être considéré comme un minimum et la plupart reconnaissent qu'un système beaucoup plus large des observations des rivières serait approprié pour acquérir une compréhension des questions hydrologiques dans le bassin du lac ainsi que pour acquérir de plus grandes découvertes dans l'érosion (causes et ampleur) affectant le bassin. Ce programme des observations est la clé à l'établissement de tendances à long terme. Les autres

commentaires dans cette section notent l'exigence clé de maintenir les infrastructures pour gérer ce programme des observations (et toutes les activités de recherche associées).

- Continuer à mesurer l'écoulement et les niveaux de l'eau sur les rivières étudiées et le lac – ceci devrait être mené par l'institution gouvernementale appropriée et le réseau devrait être revu et peut-être étendu
- Détermination de la concentration des sédiments en suspension dans les stations d'étude choisies
- Détermination des solides dissous des stations d'étude choisies y compris les éléments nutritifs clés qui indiquent la fertilité (N, P et Si)
- Identification et classification en haut, moyen et petit rang – rivages à risque (en tenant compte de l'apport potentiel de sédiments – liens avec les recommandations de l'ESBIO sur la gestion du littoral) autour du lac. Cet exercice devrait aussi subdiviser les modèles d'utilisation du sol en usages relativement discrets pour que la gestion puisse être plus efficace (ex. déforestation, agriculture, centres pour activités de pêche, etc.)
- Des efforts devraient être fournis pour harmoniser les méthodologies dans tous les travaux des futures observations afin d'améliorer la capacité des différentes équipes à comparer les résultats
- L'Autorité du Lac Tanganyika (telle que définie dans le PAS) devrait évaluer périodiquement (1-3 par an) l'implication et la capacité des institutions locales à mener les programmes des programmes de suivi et susciter un programme pour améliorer cette capacité là où elle est requise et chaque fois que nécessaire.
- Formation continue du personnel clé dans les méthodologies
- Maintenance des infrastructures (ex. bateaux et facilités de base des labos) pour permettre les activités des observations et de recherche. L'utilisation des autres institutions (écoles, etc.) dans les travaux d'observations devrait être explorée.
- Les chiffres clé de l'équilibre de l'eau pour le lac pris comme un tout ne sont pas disponibles. L'observation plus détaillée de la pluviosité, l'évaporation, le niveau de l'eau, les affluences et les sorties amélioreraient cette situation (certains ont été initiés par le projet). Si la sécurité le permet, l'établissement d'une station de jaugeage au seul exutoire du lac (Rivière Lukuga en RDC) devrait être une haute priorité.

Moyenne priorité

- Charge atmosphérique de l'ES ; il est suggéré que deux stations d'observation, une

au Nord et une autre au sud soient établies pour évaluer la charge atmosphérique (des particules de poussière et des éléments nutritifs clés).

- Faire les cartes des plumes de sédiments et de l'ampleur des sédiments près des embouchures des rivières. Ceci pourrait être fait via la télédétection et les écho signaux. Il serait plus utile de le faire avant et après les pluies.
- Application du modèle d'érosion et son usage régulier (voir ci-dessous pour les exigences supplémentaires de recherche pour ce travail).
- Etablir un système de suivi des pièges à sédiments faisant partie du programme en cours de suivi de la sédimentation à des stations choisies (ceci pourrait être inclus comme travail de recherche comme il est peu probable qu'un programme à long terme soit réalisable avec les ressources limitées).

Petite priorité

- Etudes écologiques sur le biote animal et sa réaction aux charges croissantes des sédiments. Ceci pourrait impliquer les études de terrain et de laboratoire des "modèles" d'organismes (travail déjà initié par le projet).
- La mesure régulière de la productivité primaire benthique, des sédiments en suspension et installés, et la biomasse des algues aux sites de différents niveaux d'impact.
- Détection des plumes – estimer les apports de sédiments dans le lac en détectant directement les plumes des sédiments dans le lac par l'utilisation de l'imagerie satellite. Nos investigations indiquent que ceci a un potentiel significatif mais une recherche ultérieure est nécessaire (voir ci-dessous).
- Initier une ou plusieurs stations fixes pour faire des profils verticaux afin d'évaluer la variabilité verticale et améliorer par conséquent les modèles de circulation dans le lac

4.2 Recherche

Grande priorité

- Obtenir les informations détaillées sur le taux de sédimentation à travers un petit nombre de deltas visés, pour permettre les efforts de modélisation significatifs pour lier les jeux de données sur les taux de sédimentation du lac au flux hydrologique des sédiments.
- Entreprendre des études botaniques et l'analyse des échantillons superficiels du pollen dans les bassins hydrologiques cibles afin d'interpréter entièrement les données palynologiques que nous avons acquises.

- Investiguer davantage la chimie complexe par laquelle les sédiments en suspension agissent comme transporteurs de polluants et d'éléments nutritifs (particulièrement N & P) dans le lac. Ceci peut permettre d'obtenir les données de substitut pour les apports d'éléments nutritifs de l'observation de la totalité des solides en suspension dans les rivières.
- Initier un programme d'études minéralogiques et chimiques (y compris l'analyse des isotopes) des sédiments pour comprendre leur source, le comportement et les impacts éventuels. Ceci pourrait être un outil puissant pour distinguer les flux proportionnés des boues des différentes sources de rivières.

Moyenne priorité

- Développement continu du modèle d'érosion conduisant à son application régulière. Ceci inclurait la validation des résultats de l'érosion et du modèle de l'acheminement contre les données de l'écoulement existant et de la charge de sédiments et des améliorations dans, par exemple, le modèle d'acheminement et l'estimation de la pluviosité. A cause des limites fournies par la résolution grossière du modèle, il serait utilisé plus efficacement s'il formait une partie d'un progiciel de modélisation plus complexe et multi-échelle. Une investigation initiale multi-échelle d'un secteur identifié comme érodant de manière significative constitue le premier stade dans le développement de ce processus et celui que nous recommandons.
- Etablir un modèle numérique de la qualité de l'eau pour le lac, centré sur l'hydrodynamique de l'équilibre de masse des éléments nutritifs et des polluants.
- Améliorer les connaissances sur la bathymétrie du lac, particulièrement dans les régions deltaïques, en vue de mieux comprendre les modèles du transport des sédiments et la dispersion des affluents.
- Commencer les analyses de gradients des sédiments et des distributions benthiques des invertébrés en travers des deltas cibles pour clarifier la portée à laquelle l'accumulation de ces indicateurs reflète la distribution ou le transport originaux et développer les fonctions de transfert pour mettre en rapport les impacts avec les réactions biotiques subséquentes.
- Investiguer davantage l'hypothèse de l'érosion climatique du sol déclencheur avancée dans cette étude en regardant les autres systèmes de rivières pour un événement de 1961 (voir les conclusions du groupe paléolimnologique dans l'Appendice 1). Ceci peut aussi être avancé par l'analyse des photographies répétées de sites de deltas bien localisés, et l'analyse secondaire des matériaux échantillons ayant des traceurs géochronologiques à haute précision plutôt que ^{210}Pb .

- Observer jusqu'à quelle ampleur les secteurs des zones humides environnantes agissent comme un évier des sédiments et des polluants
- Recherche pour permettre l'identification directe des conditions donnant naissance à l'enfoncement/flottaison des plumes et pour la conversion des images satellite aux estimations de la concentration effective des sédiments en suspension dans la plume. Une combinaison de la collecte des données *in situ* et satellite et l'intercalibrage sera nécessaire.
- Investiguer la mobilisation des profonds sédiments sous les conditions extrêmes.

Petite priorité

- Examiner la complexité des constituants sédimentaires avec les oxydes de fer; les eaux interstitielles peuvent être très hautes dans le fer réduit ; investiguer aussi comment cette complexité affecte la livraison et la disponibilité de tels éléments nutritifs comme le PO₄ aux organismes benthiques
- Effectuer une étude écologique des diatomées benthiques, puisque plus de données de plus de sites peuvent permettre l'identification des assemblages des communautés benthiques qui indiquent un déclin des conditions de l'écosystème aquatique
- Investiguer la distribution des feux dans le bassin et comprendre jusqu'à quelle ampleur l'éruption des feux renforce les taux de sédimentation

5. ACTIONS DE GESTION

5.1 Généralités

Le questionnaire (section 2.2) a demandé à tous les participants dans l'ESSED d'examiner quels résultats de leur étude pourraient annoncer les actions de gestion. Le résultat de l'ADT en ce qui concerne les questions de sédimentation promulguées a été offert pour aider à cela (c.à.d. Tableaux 1, 2 et 3). Un encouragement a été donné pour examiner toute autre question de gestion. Cette section examine les problèmes généraux et ensuite examine les options spécifiques pour amélioration. Il devrait être souligné encore une fois que ceci est une situation **gagnant-gagnant** où la perte du sol et de la fertilité est une menace importante à l'agriculture et cause aussi l'endommagement en aval au lac.

Comme action de gestion, il est clair que des pratiques agricoles plus viables doivent être mises en œuvre là où possible. La haute érosion semble se produire avant tout à cause du défrichement pour cultiver. L'érosion peut être assez grave jusqu'à exposer le soubassement dans certains cas. Certaines des méthodes pour réduire l'érosion des secteurs sous culture sont indiquées ci-dessous.

La déforestation est étroitement associée au problème d'agriculture. Les avantages de la plantation d'arbres peuvent être nombreux, y compris la rétention de l'eau, des éléments nutritifs et du sol. A part la réduction de l'érosion, la plantation d'arbres a aussi beaucoup d'avantages supplémentaires longtemps reconnus par les agronomes, dont la fourniture durable du bois (principalement pour le bois de chauffage et les matériaux de construction), l'ombrage, la production des fruits et l'utilisation des plantes légumineuses qui peuvent servir d'alternatives aux engrais (qui peuvent en fin de compte s'ajouter au poids des éléments nutritifs du lac). Les programmes de plantation d'arbres pourraient se concentrer sur les arbres ombragers et fruitiers dans les zones entourant les maisons. Les arbres natifs pourraient être plantés sur les pentes plus raides et ces zones probablement désignées comme réserves forestières. Une menace supplémentaire créée par l'enlèvement de la végétation est le potentiel accentué pour les inondations soudaines et les glissements du sol qui constituent un danger pour la vie et la propriété.

Les autres questions à aborder incluent les apports accentués des centres de populations. Ceci inclut l'érosion des sédiments provenant des secteurs défrichés pour la construction, la dénudation des berges des rivières, etc., mais est aussi concernée par les apports des éléments nutritifs. Ceux-ci peuvent se présenter sous forme de matières organiques terrestres, dont la désintégration peut réduire les concentrations en oxygène. Certaines de ces matières organiques peuvent être dues à une érosion accentuée des matières organiques du sol, mais les preuves suggèrent que certaines d'entre elles se présentent sous forme d'eaux usées (voir note de recherche additionnelle ci-dessous). Le développement de l'évacuation sanitaire des déchets serait un grand avantage tant pour les communautés locales que pour le lac. L'utilisation des amoncellements du compost communautaire peut être pratique tant pour le dépôt des déchets alimentaires organiques que pour la fertilisation du sol, particulièrement dans les secteurs de hautes densités de population.

Les feux sont une autre question qui contribue à la déforestation et à l'érosion accentuée. Par occasions, le brûlage des prairies peut se produire dans le seul but de maintenir un monopole dans la production des herbes (pour les toits en chaume) ou la lutte contre les insectes nuisibles. Davantage de travaux doivent être effectués pour déterminer les raisons de la plupart des feux qui se produisent et l'éducation et les alternatives doivent être fournis.

Des mesures pour contrôler le taux d'érosion et de déforestation doivent clairement être appliquées. L'étude de modélisation (voir Appendice 1) a provisoirement identifié cinq secteurs généraux où ces mesures de contrôle apparaissent être particulièrement assurées. Secteur 1 – nord-ouest du Burundi (se prolongeant au Rwanda). Secteur 2 – région nord-ouest de la côte en RD Congo. Secteur 3 – proche de la côte Burundaise, près de la frontière Tanzanienne. Secteur 4 - ouest de la Tanzanie (zones des hautes terres à l'Est de Mahale) et Secteur 5 – RD Congo (ceux-ci sont indiqués dans la Figure 1 du rapport intitulé "Avis de l'ESSED pour le Programme d'Action Stratégique": Tableau 4. Les deltas qui se drainent depuis certains de ces mêmes

secteurs ont été montrés par les travaux paléolimnologiques (Rapport 2, Appendice 1) aux secteurs de haut risque de sédimentation combinée (bassins hydrologiques actuellement non affectés ou légèrement affectés, avec des pentes sur grandes et basses zones vers le large) et sont particulièrement susceptibles de montrer une rapide dégradation suivant les futurs impacts, et en plus sont probablement plus facilement réglementés par des actions de gestion solides des bassins hydrographiques que ne le sont les secteurs qui ont déjà été gravement dégradés. Certains sont aussi montrés comme se drainant dans les zones de haute diversité (tel que le Parc National Mahale) et s'avèreraient être des zones de test attractives pour l'établissement des mesures de contrôle de l'érosion avant leur excessive exploitation.

Les participants dans l'ESSED par conséquent **acceptent fondamentalement** le Tableau 1 formulé par l'ADT qui classe en priorités les menaces causées par la sédimentation renforcée et les zones dans lesquelles les actions de gestion devraient fonctionner. Evidemment, la plupart des participants dans l'étude spécialisée ont l'expertise dans la compréhension de la dynamique de sédimentation et ses impacts sur le lac plutôt qu'ils n'ont de responsabilités de gestion. Cependant, il y a une compréhension générale des méthodes spécifiques qui seraient appropriées pour réduire l'érosion, et l'apport accentué des sédiments dans le lac, et celles-ci sont indiquées ici. Il est généralement accepté que la clé de voûte des actions de gestion est **l'éducation sur l'environnement**. Après avoir identifié les problèmes et les avoir classés par priorités, rien ne peut s'améliorer à moins que ces pratiques ne soient stoppées, minimisées ou entreprises dans une façon contrôlée (ex. développement des établissements humains). Le message de l'éducation sur l'environnement circule depuis les questionnaires jusqu'aux populations locales qui ne réalisent pas potentiellement les conséquences de leurs actions eu égard à la sédimentation.

5.2 Pratiques spécifiques de gestion

Il s'agit des pratiques spécifiques de gestion qui pourraient être examinées. Celles-ci sont approximativement dans l'ordre d'importance dicté par l'insistance donnée par les répondants au questionnaire (Section 2.2).

- Limiter le plus possible l'abattage des arbres et initier un programme de reforestation. Ceci devrait être entrepris et concentré dans une section en amont du bassin hydrographique où l'érosion maximum se produit normalement et en utilisant les espèces d'arbres appropriées qui ne résultent pas en l'épuisement des ressources d'eau souterraine qui maintiennent les flux d'eau de surface durant la saison sèche.
- Pratiquer la culture en terrasses sur les pentes raides
- Chercher la meilleure utilisation du sol disponible, ce qui signifie la nécessité de sélectionner les pratiques agricoles les plus appropriées selon le climat, le sol et les besoins des êtres humains.

- Réduire ou prévenir la culture sur les berges des rivières où l'érosion peut être grave
- Demander aux activités industrielles (telles que l'extraction de sable ou autres activités dans les lits des rivières) de mener une évaluation de l'impact environnemental (EIE) d'appliquer des mesures appropriées si des dégâts potentiels sont perçus
- Légiférer pour un programme requis de reforestation pendant et après le développement industriel
- Trouver des alternatives à la production du charbon de bois qui est une cause majeure de déforestation dans certains secteurs
- Gérer plus attentivement les feux de brousse dans la région
- Protéger les propriétaires des terres et leur offrir des compensations adéquates si les mesures de gestion requises les font bénéficier de moins de terre cultivable
- Construire des barrages pour la rétention des sédiments pendant la construction des routes ou dans les autres endroits où l'érosion menace
- Imposer des règlements plus stricts de construction destinés à réduire l'érosion.
- Limiter la conduite hors-piste

Tout ce qui précède est jugé comme des directives sensibles. Clairement, l'application de ces méthodes de gestion exige soit des règles ou des législations bien respectées, soit par convention soit par des politiques justes et équitables. Tous les répondants étaient conscients que la protection des modes de vie de ces gens dépendant de la terre était une priorité clé.

Concernant la situation des réserves d'eau souterraine, les répondants étaient prudents pour faire des recommandations spécifiques, particulièrement en l'absence des résultats minutieux des études sur tous les habitats du lac et la biodiversité, mais ont fait remarquer que la protection du bassin adjacent était une clé de la protection des environnements proches de la côte.

CONCLUSIONS

Le consensus général des participants dans l'ESSED est que le problème de sédimentation excessive est une menace majeure à la biodiversité du Lac Tanganyika et indique en plus un problème de perte d'éléments nutritifs du sol dans le bassin. Les sites du littoral dans 10 km du point de déversement d'un bassin de taille moyenne (50-4000 km²) sembleraient être les plus menacés par tout changement dans le taux de l'érosion au sein de ce bassin. En général, les participants dans l'ESSED ont renforcé le point de vue que les menaces et les actions de gestion prioritaires indiquées par l'ADT dans le Tableau 1 sont correctes. Ils ont aussi suggéré les priorités de suivi et les sujets de recherche qui pourraient avantager grandement la gestion des ressources naturelles dans l'avenir tant du lac que du bassin.

Ce document marque ainsi la conclusion de la première phase du Projet du FEM/GEF sur la Biodiversité du Lac Tanganyika. Cette étude a établi le cadre des futurs travaux et nous espérons que les recommandations données ici seront développées par les phases ultérieures du projet en vue de protéger l'intégrité de ce lac.

G. Patterson
31 juillet 200

APPENDICE 1 Sous-composantes de l'ESSED (tel qu'indiqué dans le Tableau 4) – Rapports individuels, objectifs et principales conclusions

Titre et n° du rapport	Principaux Participants	Principaux objectifs de l'étude	Principales conclusions de l'étude
<p>Rapport 1</p> <p>Impact de la Sédimentation sur la production primaire</p>	<p>O'Reilly</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comparer ce qui suit dans les bassins hydrologiques affectés et forestiers : production primaire nette, respiration, biomasse des algues, disponibilité de lumière, matériaux inorganiques fixés sur la surface rocheuse • Examiner la variation saisonnière dans la productivité primaire benthique. • Examiner l'effet de la remontée des eaux sur la productivité primaire benthique. 	<ul style="list-style-type: none"> • La productivité benthique nette ne diffère pas de façon significative entre le bassin boisé et le bassin déboisé. • La respiration benthique est de façon significative plus élevée dans le bassin affecté. • Il y a de façon significative de plus grandes quantités de matériaux inorganiques sur les roches au site affecté. • La biomasse des algues est de façon significative plus élevée au site affecté. • Il y a de façon significative moins d'oxygène dans l'eau au site affecté. • La variation saisonnière dans la productivité nette et la respiration sont insignifiantes dans les sites de la région de Kigoma mais sont significatives au site de Mpulungu.
<p>Rapport 2</p> <p>Investigations paléolimnologiques</p>	<p>Cohen, Palacios-Fest, Dettman, Livingstone, Lezzar, Msaky, McGill, Scholz et McKee</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Modèles des documents des changements historiques dans les taux de sédimentation et leurs relations aux changements probables dans la couverture forestière des bassins et/ou pratiques agricoles par l'investigation paléolimnologique des sédiments du lac aux sites d'étude. • Déterminer le début des changements significatifs dans la sédimentation et 	<ul style="list-style-type: none"> • Beaucoup d'échantillons montrent des augmentations du pollen des arbres et des spores de fougères aux dépens du pollen des herbes au cours des quelques derniers siècles. Nous interprétons cette conclusion surprenante comme le résultat probable de la conversion des paysages de basse élévation des prairies/boisements mixtes à l'utilisation du sol pour l'agriculture de subsistance. • Les taux accentués de sédimentation dans plusieurs de nos sites d'étude (3x plus accentués à certains sites Tanzaniens et

		<p>indicateurs de la condition du bassin dans les régions du Lac Tanganyika avec la population humaine moderne variante, et les mettre en rapport avec les changements enregistrés au niveau paléolimnologique, là où possible, aux enregistrements historiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre l'inter-rôle entre les facteurs climatiques et les changements causés par l'homme dans le style et le taux de sédimentation, particulièrement durant les intervalles de rapide changement. • Identifier des relations probables entre les changements du taux de sédimentation ou de la qualité de l'apport des sédiments et le changement écologique du lac sur la période d'étude, en utilisant une fois de plus les méthodes paléolimnologiques. • Identifier les régions ou les types de bassins dont les régions deltaïques ont été particulièrement sensibles aux changements de charges de sédiments dus à la déforestation pendant ces quelques derniers siècles. 	<p>jusqu'à 9x dans le Nord du Burundi) et les changements correspondants dans la composition chargée et la signature isotopique stable des sédiments est plus probablement un résultat de l'écoulement hydrologique accentué et des taux d'érosion sur un paysage progressivement déboisé.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ces changements sont prouvés dans les parties nordiques du lac avant le 20^{ème} siècle, bien qu'une majeure accélération des changements date de 1961 ou à peu près liés au fait que la haute pluviosité déclenche une augmentation de l'érosion • Les communautés d'invertébrés (spécialement les crustacés ostracodes) et leur registre de fossiles dans le Lac Tanganyika ont réagi à ces changements de façons complexes. Sous les régimes où la perturbation est très élevée et l'apport total des sédiments est en augmentation, la diversité est invariablement basse, et les communautés sont dominées par des espèces tolérant la charge des sédiments. • Pris comme un tout, les résultats suggèrent que la susceptibilité des écosystèmes (littoral, sous-littoral et de profondeur) du Lac Tanganyika pour guider les impacts de sédimentation variants, en fonction de la nature de l'hydrologie de l'arrière-pays et des conditions de la pente sous l'eau. Les plus larges bassins, en particulier ceux qui s'écoulent sur les niveaux du lac relativement doux, comme ceux étudiés dans le Nord du Burundi, sont à plus grand risque.
Rapport 3 Etudes au	Duck, Wewetzer, Sinyinza et	<ul style="list-style-type: none"> • Etude au sonar "side-scan" de Musende Bay entre la Station du PBLT et Kasakalawe Point, avec un programme d'échantillonnage 	<ul style="list-style-type: none"> • La relative simplicité de la bathymétrie de Musende Bay à grande échelle mais sa complexité à petite échelle. • La découverte, en utilisant le sonar "side-scan", d'une suite de

sonar "side-scan" et échosondeur du bout Sud du Lac Tanganyika	Syapila	<p>des sédiments du fonds pour aider à l'interprétation des sonographes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etude bathymétrique de Musende Bay pour augmenter l'étude au sonar "side-scan". • Etude bathymétrique du delta de la Rivière Lunzua, avec un programme d'échantillonnage des sédiments du fond. 	<p>terrasses côtières parallèles sous l'eau, qui peuvent être liés à de bas supports du lac antérieurs et datés.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La possible existence de micro-habitats dans les 'échelons' et les 'contremarches' des terrasses près de la côte. • L'imagerie acoustique des zones inégales des types de sédiments, les zones typiquement indicatives des variations du contenu des coquilles des mollusques morts et des mollusques vivants. Ceci coïncide avec les conclusions générales de Coulter qui a écrit que les gastéropodes et les bivalves du lac tendent à être localisés dans des habitats optimaux et que leurs distributions tendent à être 'inégaux' • L'observation des jeux d'ondulations des vagues côtières interférentes, qui indiquent les mouvements des sables mobiles par les vents soufflant surtout du Nord-Est et de façon moindre à partir du Nord-Ouest. • La carte bathymétrique produite pour les deltas de Lunzua révèle qu'elle a une simple morphologie principalement caractérisée par des pentes de moins de 0,5°. La vaste étagère plane est signe d'une large zone d'accumulation de sédiments. • L'absence des canaux de distribution dans le Delta de Lunzua.
Rapport 4 Analyse et résultats des activités de l'écoulement	Sichingabula	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en place six nouvelles stations pour l'observation de l'écoulement, du niveau de l'eau et des sédiments dans le bassin Sud du Lac Tanganyika • Déterminer les caractéristiques physiques et chimiques des ruisseaux se jetant dans le lac 	<ul style="list-style-type: none"> • Les débits moyens des rivières étudiées ont semblé se trouver entre 1,43 m₃/s⁻¹ dans Izi River et 98,6 m₃/s⁻¹ dans Lufubu River • La moyenne 'annuelle' des sédiments clastiques en suspension déposés dans le Lac Tanganyika par les rivières étudiées a semblé se trouver entre 1,25 tonnes dans Izi River et 208,8

<p>et de l'étude de sédiments dans le bassin Sud du Lac Tanganyika, Zambie</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer la distribution de la taille des particules des sédiments des matériaux des lits près des embouchures de cinq bassins d'étude • Evaluer la capacité des populations locales à contribuer positivement au projet et être impliquées dans le programme • Evaluer l'impact des activités humaines sur les régimes hydrologiques et les autres aspects y relatifs des ruisseaux étudiés 	<p>tonnes dans Lufubu River</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le volume total du débit s'écoulant vers le Lac Tanganyika par rivière étudiée dans la période d'étude a semblé se trouver entre 31,4 million m³/an⁻¹ pour Izi River et 2,2 milliards m³/an⁻¹ pour Lufubu River • Le volume total de sédiments en suspension déposés dans le Lac Tanganyika par les rivières étudiées est apparu se trouver entre 318,2 tonnes/an⁻¹ pour Izi River et 53.818 tonnes/an⁻¹ de Lufubu River • Les débits moyens des rivières étudiées sont apparus se trouver entre 1,43 m³/s⁻¹ dans Izi River et 98,6 m³/s⁻¹ dans Lufubu River • La moyenne 'annuelle' des sédiments clastiques en suspension déposés dans le Lac Tanganyika par les rivières étudiées est apparue se trouver entre 1,25 tonnes dans Izi River et 208,8 tonnes dans Lufubu River • Le volume total du débit s'écoulant vers le Lac Tanganyika par rivière étudiée dans la période d'étude est apparu se trouver entre 31,4 million m³/an⁻¹ pour Izi River et 2,2 milliards m³/an⁻¹ pour Lufubu River • Le volume total de sédiments en suspension déposés dans le Lac Tanganyika par les rivières étudiées est apparu se trouver entre 318,2 tonnes/an⁻¹ pour Izi River et 53.818 tonnes/an⁻¹ de Lufubu River • Les niveaux de l'eau du Lac Tanganyika variaient de 2,0 m au cours de la période étudiée et de 11,0 m au cours de la période entre 1957-1992 pour laquelle l'archivage des données est
--	--	--	--

			disponible.
<p>Rapport 5</p> <p>Modélisation de l'érosion du sol dans le bassin du lac Tanganyika</p>	<p>Drake, Wooster, Symeonakis et Zhang</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en œuvre un modèle d'érosion du sol à échelle régionale du bassin du lac Tanganyika et des régions environnantes par étapes quotidiennes et décennales en vue d'aider l'étude de l'érosion dans le bassin. L'étude devrait avoir une taille de 1-8 km pixel, et être conduite par une combinaison d'apports de télédétection, SIG et données météorologiques. • Utiliser ce modèle d'érosion du sol pour réaliser une étude rétrospective pour la saison humide 1996 en vue d'évaluer la faisabilité de l'utilisation du modèle pour le suivi à long terme. • Déterminer les méthodes optimales pour l'incorporation des estimations spatiales de pluviosité dans le modèle d'érosion du sol, se concentrant sur les données de jauge des pluies interpolées et les estimations dérivées de télédétection. • Investiguer l'érosion pour aider à l'estimation des apports de sédiments effectifs dans le lac. • Définir les secteurs du bassin qui sont les plus sensibles à l'érosion en prédisant les augmentations éventuelles de l'érosion 	<ul style="list-style-type: none"> • Le modèle d'érosion du sol, exécuté au moyen des estimations de télédétection de la couverture végétale, les estimations SIG de l'érodabilité et de la topographie du sol, et des estimations de télédétection et de météorologie de la pluviosité fournit un outil pour l'esquisse et l'investigation des secteurs sources d'érosion dans le bassin. Le modèle est très sensible à la pluviosité et les estimations par satellite apparaissent être les meilleures comme elles sont spatialement explicites (les mesures de pluviosité étant éparées dans beaucoup de secteurs). • Les études spatiales antérieures des apports de sédiments dans le lac ont simplement évalué la couverture forestière pour déterminer ces bassins les plus susceptibles de fournir une méthode plus directe une sédimentation accentuée due à la déforestation. Notre modèle fournit une méthode plus directe pour estimer les secteurs du lac affectés par les sédiments, fournit des cartes des secteurs sources, et fournit ainsi une amélioration significative de la compréhension des polluants qui fournit la menace la plus immédiate et la plus significative à l'écosystème du lac. • Les résultats de l'étude rétrospective de faisabilité et le démonstrateur en temps réel montrent que le fait de lier le modèle d'érosion d'échelle régionale à un algorithme d'acheminement peut produire des estimations à large bande, qui, dans beaucoup de cas, semblent supporter l'interprétation existante de la livraison des sédiments (c.à.d. la plupart des

		<p>basées sur les scénarios d'événements de pluviosité extrêmes, dégradation du sol et déforestation.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Développer un démonstrateur pour la prédiction en temps réel en utilisant les données de temps réel (LARST) de la station de réception AVHRR, actuellement basée à Kigoma, Tanzanie 	<p>sédiments entrent par la partie Nord du Lac). Cependant, l'actuel algorithme d'acheminement apparaît s'effondrer dans les régions de basse topographie (ex. parties de la rivière Malagarasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dans le bassin du Lac Tanganyika il y a seulement un grand secteur dans l'Ouest du Burundi (parce ce qu'il semble avoir toujours un faible couvert végétal). Cependant, beaucoup de secteurs du bassin étaient susceptibles d'érosion au cours de 1996 (ayant de très faibles couverts de végétation sur des pentes raides à certaines périodes de l'année). A ces emplacements, une grave érosion pourrait se produire si la pluviosité était aussi significative à ces périodes. Si les forêts devaient être enlevées de l'Ouest de la Tanzanie alors l'érosion y serait aussi très grave. • Les résultats montrent que l'exécution opérationnelle du modèle pourrait fournir aux pays riverains des informations actualisées sur l'érosion et la charge des sédiments qui pourraient être utilisées pour cibler la recherche et coordonner la rémédiation.
<p>Rapport 6</p> <p>Impact des sédiments sur la faune de larves de chironomidés des deltas des</p>	<p>Eggermont</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investiguer l'impact de la sédimentation sur la faune de chironomidés du Lac en comparant les assemblages des espèces des deltas des rivières des secteurs des bassins non perturbés (Gombe, Lubulungu et Kabesi) avec cinq secteurs hautement perturbés (Mwamgongo, Gatorongoro, Nyamuseni, Karonge/Kirasa & Luiche) 	<ul style="list-style-type: none"> • Les résultats suggèrent que la sédimentation n'a pas d'impact dominant sur la diversité et la composition des espèces des faunes de chironomidés dans le Lac Tanganyika. • La haute spécificité de la faune dans chaque delta de rivière souligne l'importance d'une stratégie de conservation qui couvre la longueur la plus grande possible de la côte du Lac Tanganyika.

rivières			
Rapport 7 Dynamique de l'azote dans le Nord du Lac Tanganyika	Brion, Nzeyimana, Goeyens, Nahimana et Baeyens	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer l'importance des rivières (étude conduite au Burundi) comme sources d'éléments nutritifs pour la colonne d'eau dans la partie nord du lac y compris la détermination des variations saisonnières de la charge en azote résultant des affluents les plus importants ; • Déterminer la distribution saisonnière de l'azote dans les eaux de surface du lac ; • Contribuer à la détermination des flux internes d'azote dans les eaux de surface du lac en mesurant les variations saisonnières de la prise d'azote par le phytoplancton 	<ul style="list-style-type: none"> • La charge annuelle d'azote inorganique dissous (DIN) déversée dans le lac représente 477 T de N dont la plus grande partie est sous forme NO_2 & NO_3. • Le plus grand contributaire est la Rivière Rusizi avec 450 T d'azote principalement sous formes oxydées. La Mutimbuzi représente seulement 11 T de N, principalement sous forme de nitrite et de nitrate, et la Ntahangwa 16 T de N avec ici une importante proportion d'ammonium (7 T) : ceci est facilement compréhensible car nous savons que cette rivière traverse la ville de Bujumbura où elle reçoit les eaux usées ménagères. • Pendant la saison humide, les concentrations de nitrite et de nitrate étaient presque toujours inférieures à la limite de détection ($0,05 \mu\text{M}$) et l'ammonium était la source la plus abondante de N, mais avec des concentrations ne dépassant jamais $0,2 \mu\text{M}$. Pendant la saison sèche, les concentrations de DIN ont augmenté jusqu'à $18 \mu\text{M}$, la nitrite et la nitrate étant les plus abondantes. • Les données sur les résultats de la prise de phytoplancton ne sont pas du tout disponibles, les données de la saison humide étant les seules analysées. Les résultats étaient extrêmement variables, les taux spécifiques allant de $0,0002$ à $0,02 \text{ h}^{-1}$, l'ammonium et la nitrate étant les formes dominantes de N prise, montrant un taux variable de régime de prise de N du phytoplancton. Nous voyons que même avec de très basses concentrations des éléments nutritifs ambiants (la nitrate et la

			nitrite étaient à la limite de détection), les taux de prise d'azote sont assez importants suggérant un cycle d'azote très rapide : les éléments nutritifs sont prises au même taux qu'ils sont produits ou fournis.
Rapport 8 Travaux hydrologiques d'échantillonnage sédimentologique du Bassin du Lac Tanganyika	Sebahene, Ntungumburanye, Songore et Nduwayo	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluer le volume des sédiments qui entrent dans le lac comme matières en suspension en observant six rivières dans la partie Nord et Nord-Est de la côte Burundaise du bassin du Lac Tanganyika, • Déterminer la taille des particules et les distributions minéralogiques des sédiments des lits • Déterminer les caractéristiques physiques et chimiques de l'eau dans ces six rivières. • Evaluer l'impact sur la biodiversité du Lac Tanganyika des apports excessifs de sédiments dus aux activités humaines. • Evaluer l'impact des activités humaines sur les régimes hydrauliques des rivières (en collaboration avec l'Etude Spécialisée de Socioéconomie). 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation de la quantité des sédiments entrant actuellement dans le lac, y compris les variations saisonnières • Jaugeage des rivières dans certains secteurs spécifiques en vue d'estimer la quantité des sédiments et des variations saisonnières des sédiments dans le Lac. • Evaluation des caractéristiques physiques des sédiments entrant dans le Lac. • Pour le secteur de Gatorongoro, le volume des sédiments directement déversés dans le lac au cours de l'année passée était estimé à 11.000 tonnes, dont la grande partie a été déversée pendant la saison des pluies (de janvier à avril 1999).
Rapport 9 Impact de la sédimentation sur le biote	Irvine, Sinyinza Donahue, Tierney, Verhayen, Syapila	<ul style="list-style-type: none"> • L'observation des embouchures des rivières Lunzua, Kalambo et autres (ex. Lufubu) en relation avec les modèles de distribution des sédiments. • Expériences de terrain pour établir la recolonisation des substrats rocheux suivant 	<ul style="list-style-type: none"> • L'observation mensuelle de la région du lac par delà les embouchures des rivières Kalambo et Lunzua a été en cours depuis janvier 1999 et l'échantillonnage intensive de la Lunzua, Kalambo et Lufubu a été faite en mars et septembre 1999. • Dans l'ensemble, il y a un décroissement du nombre de taxa et

		<p>la perturbation par les sédiments</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etablissement de facilités d'aquariums et mesurage des traits historiques de la vie des invertébrés lorsqu'ils sont sujets à des charges variées de sédiments. 	<p>des densités générales des animaux dans saison pluvieuse par comparaison à la saison sèche.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dans les expériences sur terrain d'ajout de sédiments sur les habitats rocheux, un impact négatif des sédiments sur les populations de gastéropodes a été démontré. L'interprétation des résultats pour les populations de poissons n'est pas encore complète. • Une facilité d'aquarium a été installée à la station des pêches de Mpulungu. Celle-ci permettra une gamme de travaux d'expérimentation.
<p>Rapport 10 Etude hydrobiologique du Bassin Nord-Ouest du Lac Tanganyika (RD Congo)</p>	<p>Kakogozo, Kahindo et Mwenyemali</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Quantification des sédiments qui entrent actuellement dans le lac y compris les variations saisonnières • Distributions verticales et horizontales des matières en suspension le long de la côte • Initier le jaugeage des rivières dans certaines zones spécifiques en vue d'estimer la quantité des apports de sédiments dans le lac et les variations saisonnières • Découvrir les types de transport des sédiments et les processus de sédimentation dans les embouchures des rivières • Découvrir les distributions de flux dans les rivières et la variabilité avec le temps 	<ul style="list-style-type: none"> • La valeur moyenne des contributions de Kalimabenge : 1.772 m³/s, Mulongwe : 2.187 m³/s, Kavimvira : 0.580 m³/s. • La moyenne des concentrations des matières en suspension des rivières est plus élevée pendant la saison pluvieuse et varie beaucoup d'une rivière à l'autre. Les valeurs vont de 65 mg/l⁻¹ à 3197,5 mg/l⁻¹. • La quantité totale des matières en suspension se déversant dans le lac est très significative durant la saison des pluies. Kalimabenge: 25,299 tonnes / an⁻¹, Mulongwe : 21,311 tonnes / an⁻¹, Kavimvira : 18,761 tonnes / an⁻¹. • Bien que le volume de l'eau déversée par ces rivières soit négligeable comparé au volume total de l'eau du lac, le volume des matières solides qu'elles déversent dans le lac est très significatif.
<p>Rapport 11</p>	<p>Nkotagu et Mwambo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Quantifier les taux actuels de sédimentation des bassins hydrologiques de Gombe tant 	<ul style="list-style-type: none"> • Le bassin hydrographique affecté a un ordre de magnitude supérieur à celui de l'environnement pur dans les taux actuels

<p>Hydrologie de bassins versants choisis le long de la côte du Lac Tanganyika</p>		<p>purs qu'affectés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caractériser la chimie des eaux naturelles et identifier les niveaux de polluants et d'éléments nutritifs tel que déversés dans le lac des bassins hydrologiques de Gombe tant virginaux qu'affectés. • Etablir le mode de transport d'éléments nutritifs et de polluants dans le lac • Calculer l'équilibre de l'eau dans les bassins hydrologiques de Gombe • En tirer un modèle conceptuel pour la gestion du lac Tanganyika 	<p>de sédimentation.</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'eau souterraine forme environ 70% de l'afflux total des ruisseaux vers le lac. • On observe que de bas niveaux d'éléments nutritifs et de polluants chimiques sont actuellement transportés par les ruisseaux se jetant dans le Lac • L'eau souterraine joue un rôle dominant dans le mode de transport d'éléments nutritifs et de polluants chimiques dans le Lac à long terme. • Des éléments nutritifs significatifs sont aussi transportés pendant les hautes crues. • Des facteurs naturels semblent jouer un rôle décisif en déterminant le caractère chimique de l'eau naturel dans les deux bassins hydrauliques. • Les sédiments peuvent être considérés comme le polluant majeur et probablement le transporteur le plus important des polluants qui menace la biodiversité du Lac
<p>Rapport 12 Livraison riveraine de contaminants et d'éléments nutritifs dans les sites affectés vs. non affectés</p>	<p>Swarzenski</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Etudier la livraison des contaminants et des éléments nutritifs dans les systèmes rivière-lac purs vs. lacs affectés. 	<ul style="list-style-type: none"> • En progression (ne fait pas partie du PBLT, mais fournira des données supplémentaires sur l'effet des activités qui ont lieu dans bassin sur la mobilisation des éléments nutritifs)

<p>Rapport 13</p> <p>Plan Directeur des Eaux de Kigoma</p>	Duck	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport sur les volumes du plan détenu par le PBLT 	<ul style="list-style-type: none"> • Les études des neuf volumes du rapport final du Plan Directeur des Eaux de Kigoma (Kigoma Water Master Plan – NORAD, 1982) détenues par le Projet sur la Biodiversité du Lac Tanganyika
<p>Rapport 14</p> <p>Observation et explication des plumes de sédiments dans le Lac Tanganyika (Thèse B.Sc.)</p>	Bryant	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluer la possibilité et identifier les procédures pour la détection, l'explication et l'observation d'éventuelles plumes de sédiments près de la surface dans le Lac Tanganyika, par l'utilisation de l'imagerie satellite de télédétection, techniques contemporaines de traitement d'images et analyse des données de terrain 	<ul style="list-style-type: none"> • Les résultats ont indiqué que la détection est possible dans beaucoup de situations, mais qu'à certaines périodes de l'année, et dans certains apports des rivières, les plumes plongent rapidement sous la surface (à cause de leur plus grandes densités). Avec des études ultérieures, il est probable que pour les plumes en flottaison, des mesures relativement précises de la concentration et de la distribution des sédiments en suspension pourraient être faites. Une combinaison de cette détection directe, couplée avec l'acheminement de l'érosion modélisée (voir au-dessus), a promet pour la surveillance holistique des apports de sédiments du lac.
<p>Etude de la circulation du Lac</p> <p>Etude de l'écoulement, régime thermal et</p>	<p>Timo Huttula (comme éditeur – beaucoup impliqués)</p> <p><i>N.B. Ce travail a été effectué sous l'Accord</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Etudier la circulation de l'eau entraînée par le vent • Etudier les phénomènes majeurs de remontée des eaux dans le bassin Sud du bassin du lac et leur rôle dans le transport vertical des eaux hypolimnétiques 	<ul style="list-style-type: none"> • La remontée des eaux dans le bout Sud du lac a été observée en 1996 et 1997, bien que ce n'était pas aussi complet que pendant l'année 1993. • Les données sur la température de l'eau ont révélé un basculement de la thermocline le long de l'axe principal du lac • Les mesures actuelles ont révélé de hautes vitesses à la variation des courants de surface (descendant de 20 - 40 m) à cause des vents locaux.

<p>transport des sédiments dans le lac Tanganyika</p>	<p><i>Inter Agence entre UNOPS et FAO</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Etudier les remontées d'eau secondaires et la déperdition de ces eaux entre les côtes Est et Ouest du lac • Etudier les oscillations périodiques dans le lac • Etudier la dispersion horizontale et le transport des matières suspendues dans le lac, surtout près des entrées des principales rivières 	<ul style="list-style-type: none"> • Les modèles de flux barotropiques ont été utilisés pour calculer les modèles de circulation et leur évolution avec le temps. Une haute résolution spatiale des modèles régionaux (de 0,4 km à 5 km) a permis de décrire en détail la dynamique du régime d'écoulement et son effet sur le transport des matières en suspension. • Pendant la saison sèche, l'écoulement des eaux des rivières et la concentrations des matières de particules en suspension dans les eaux des rivières est basse. Les simulations à l'aide des modèles régionaux de transport des sédiments ont montré que pendant ce temps, la dilution et l'advection des eaux des rivières se produisent dans les environs des embouchures des rivières. A cause de la haute friction hydraulique l'effet des plumes des rivières sur les courants est négligemment petite. La fixation gravitationnelle, le transport advectif par les courants poussés par le vent et la diffusion turbulente sont les principaux facteurs gouvernant qui génèrent les secteurs des plus hautes concentrations SPM principalement dans les zones peu profondes près des débouchés des rivières et des petits cours d'eau. La grande profondeur du lac réduit considérablement la probabilité d'érosion et la resuspension des particules solides à ces étroits secteurs le long de la côte. • Les courants dirigés du N - NO près de l'embouchure de la Rivière Malagarasi déterminent le déploiement dominant des matières en suspension dans la même direction. Les plumes des rivières sont atténuées dans la direction longitudinale. Pendant la saison humide, les gradients spatiaux sont plus élevés que
---	---	---	--

			<p>pendant la saison sèche. Ceci est le résultat de l'arrivée d'une plus grande concentration des SPM et des vitesses des affluents. Mais à cause des modèles d'écoulement similaires induits par le vent dans cette région, la plume calculée a la même forme allongée durant les deux saisons.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La plume SPM de River Lufubu se répand dans un secteur plus limité que celui de River Malagarasi. Ceci est dû à la profonde bathymétrie et la basse concentration SPM escomptée des eaux des rivières. • La version PC du modèle de traçage des particules (TANGPATH) a été développée en plus des modèles des grands ordinateurs. Le modèle incorpore les champs d'écoulement pré-calculés de la surface et de la profondeur moyenne du modèle du lac entier et régional. Il donne à l'utilisateur la possibilité d'étudier le transport des particules flottantes et fixes sous différentes conditions météorologiques des saisons humides et sèches.
--	--	--	---

APPENDICE 2 – Participants dans l'ESSED

Personnel Régional

Personne	Affiliation Institutionnelle (ou employé direct du Projet)
Dr Hudson Nkotagu*	University of Dar es Salaam, Tanzanie
Mr C. Rubabwa	University of Dar es Salaam, Tanzanie
Mr T. Mpyalimi	Tanzania Water Dept.
Mr H. Mdangi	TANAPA
Mr Shaban Shemdoe	Observateur de jauge – Project (Tanz.)
Mr George Shimba	Observateur de jauge – Project (Tanz.)
Mr Anatase Baletse	Observateur de jauge – Project (Tanz.)
Mr Shaban Haruna	Observateur de jauge – Project (Tanz.)
Ms K. Mbwambo	Tanz. Bureau of Standard
Ms E. Msaky	Tanz Petroleum Dev. Corp
Mr Gerva Shayo	Tanzanian Met. Dept.
Mr William Chilambo	Tanzanian Met. Dept.
Mr Medard Madula	Tanzanian Met. Dept.
Mr Henry Mchomba	Tanzanian Met. Dept.
Mr Joseph Maliba	Tanzanian Met. Dept.
M. Mathias Sebahene*	DGGM (Géomines), Burundi
M. Tharcisse Songore	DGGM (Géomines), Burundi
M. Manassé Nduwayo	IGEBU, Burundi
M. Gerard Ntungumburanye	IGEBU, Burundi
Dr Evariste Nzeyimana	Univ. Burundi
Mr David Nahimana	Univ. Burundi
M. Bombi Kakogozo*	Projet (RDC)
M. N'djunga Kahindo	CRH (RDC)
M. Banamwezi Mwenyemali	CRH (RDC)
Mrs Mujinga	CRH (RDC)
Dr Henry Sichingabula*	University of Zambia
Mr Mugandi Nasitwitwi	University of Zambia
Miss Lucy Muwowo	University of Zambia
Mr Happy Sikazwe	Zambian Water Affairs Dept.
Mr Sunday Ng'ambi	Zambian Water Affairs Dept.
Mr J C Chama	Zambian Water Affairs Dept.
Mr J B Chipasha	Zambian Water Affairs Dept.
Miss Prisca Chakumanda	Observateur de jauge – Project (Zambia)

Mr Labson Mpepo	Observateur de jauge – Projet (Zambie)
Mr Daniel Paka Matebele	Observateur de jauge – Projet (Zambie)
Mr Edward Chifunda	Observateur de jauge – Projet (Zambie)
Mr Alfred Mpondela	Observateur de jauge – Projet (Zambie)
Mr Abram Mbao	Observateur de jauge – Projet (Zambie)
Mr. Robert Sinyinza	Zambian Fisheries Dept.
Mr. Mutanga Syapila	Zambian Fisheries Dept.
Mr Whiteford Chomba	Zambian Fisheries Dept.
Mr Kennedy Kaoma	Zambian Fisheries Dept.
Mr Gideon Zulu	Zambian Fisheries Dept.

* indique le coordinateur national de l'étude

APPENDICE 2 - suite

Personnel International

Personne	Affiliation Institutionnelle	Autre soutien non-régional à ces institutions (pas indiqué ci-dessus)
Dr G. Patterson	NRI	Coordinateur de l'ES
Mr Olivier Drieu	NRI	Facilitateur de l'ES
Dr Andrew Cohen	Department of Geology, University of Arizona	Dr A. Cohen, Dr M. Palacios-Fest, Dr D. Dettman, Dr D. Livingstone, Dr K. Lezzar, Mr J. McGill, Dr C Scholz et Dr B McKee
Dr Robert Duck	Department of Geography, University of Dundee.	Dr S Wewetzer
Dr Ken Irvine	Department of Zoology, Trinity College, Dublin	Mr Ian Donahue, Dr P. Tierney, Dr E Verhayen
Dr Leo Goeyens	Department of Chemistry, Vrije Universiteit Brussel.	Dr N. Brion, Dr W Baeyens
Dr Martin Wooster	Department of Geography, Kings College London.	Dr N Drake, Dr Elias Symeonakis, Mr Xiaoyang Zhang, Mr Ross Bryant, Mr R. Loftie, Dr V. Copley