

REBUBLIQUE DU BURUNDI

**PROJET
PREPARATION DU PLAN D’ACTION NATIONAL
D’ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES
AU BURUNDI (PANA)**

**ETUDE SECTORIELLE :
LES ECOSYSTEMES NATURELS HUMIDES**

par NTAKIMAZI Gaspard

Mai 2006

Table des matières

Abréviations.....	iii
Liste des figures	iii
Liste des Tableaux.....	iii
Section 1 : Introduction et paramètres.....	1
Section 2 : Cadre du programme d’adaptation.....	1
2.1. Variabilité du climat et changements climatiques projetés.....	1
2.2. Contexte de l’étude.....	1
2.3. Méthodologie	2
2.4. Plan de l’étude.....	3
Section 3 : Recensement des besoins essentiels en matière d’adaptation	3
3.1. Description des écosystèmes de milieux humides retenus	4
3.1.1. Les écosystèmes associés au lac Tanganyika.....	4
3.1.2. Le complexe marécageux et lacustre du Bugesera.....	8
3.2. Les conditions climatiques et non climatiques actuelles	10
3.2.1. Au niveau des écosystèmes associés au lac Tanganyika.....	10
3.2.2. Au niveau du complexe marécageux et lacustre du Bugesera	15
3.3. Impacts et vulnérabilité des écosystèmes humides aux changements climatiques.....	18
3.3.1. Les écosystèmes associés au lac Tanganyika.....	18
3.3.2. Le complexe marécageux et lacustre du Bugesera.....	21
3.3.3. Synthèse sur les impacts et la vulnérabilité des écosystèmes humides aux changements climatiques.....	23
3.3.4. Résultats des consultations régionales	23
Section 4 : Identification des critères prioritaires.....	29
Section 5 : Prioritisation des actions d’adaptation	30
Section 6. Fiches de projet	33
7. Références bibliographiques	37
8. Annexes.....	39

Abréviations

CC	Changements climatiques
CCNUCC	Convention cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques
GES	Gaz à effet de serre
IGEBU	Institut Géographique du Burundi
INECN	Institut National pour l'Environnement et la conservation de la Nature.
MINATTE	Ministère de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l'Environnement
PANA	Plan d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques
R. D. Congo	République Démographique du Congo
RN4	Route Nationale n° 4
SETEMU	Services Techniques Municipaux

Liste des figures

- Figure 1: Le lac Tanganyika et son bassin versant
 Figure 2 : Le complexe marécageux et lacustre du Bugesera et Gisaka (bassin de l'Akagera)
 Figure 3: Fluctuations du niveau annuel moyen du lac Tanganyika de 1929 à 1997
 Figure 4: Fluctuations du niveau annuel moyen du lac Tanganyika de 1959 à 1996
 Figure 5: Fluctuations du niveau annuel moyen du lac Tanganyika de 1961 à 1992
 Figure 6: Carte du Delta de la Rusizi (775, .. : courbes de niveau altimétrique)
 Figure 7: Isohyètes dans le bassin de l'Akagera

Liste des Tableaux

- Tableau 1 : Précipitations mensuelles et annuelles (en mm) à Kirundo de 1997 à 2003
 Tableau 2: Précipitations annuelles de 1973 à 1981 (en mm) à Kirundo et à Mulehe
 Tableau 3: Synthèse des impacts des changements climatiques et de la vulnérabilité des écosystèmes humides en rapport avec le lac Tanganyika et ceux du complexe système marécageux et lacustre du Bugesera.
 Tableau 4: Impact des changements climatiques sur les écosystèmes humides et actions d'adaptation proposés lors des séminaires régionaux tenus à Ruyigi, à Kirundo, à Bujumbura, et à Gitega.
 Tableau 5 : Poids relatif et classement des critères d'adaptation triés par ordre décroissant.
 Tableau 6: Prioritisation des actions d'adaptation aux effets des changements climatiques

Section 1 : Introduction et paramètres

A la frontière entre l'Afrique Centrale et l'Afrique Orientale à laquelle il se rattache par bien de ses aspects de son relief, de son climat et des activités humaines, le Burundi, quoique de dimensions modestes, compte une nombre assez varié d'écosystèmes.

Tous ces écosystèmes subissent une pression humaine particulièrement élevée, à cause de la densité des populations qui est parmi les plus élevée en Afrique, et de l'importance de l'agriculture de subsistance dans l'économie nationale.

Les écosystèmes des milieux humides avaient été relativement préservés jusque dans les années 1970, mais l'extension des cultures s'y est aussi attaquée fortement, si bien qu'il subsiste qu'un nombre limité de marécages et de zones inondables intacts autour des lacs du pays. Ces derniers écosystèmes humides sont menacés de disparition, surtout à cause de leur exploitation pendant les périodes de déficit pluviométrique et de sécheresse sur les terres. Cette tendance devrait s'accroître à la suite des changements climatiques en cours et annoncés.

L'intégrité de ces milieux humides est pourtant d'une importance capitale, non seulement pour les ressources biologiques qu'ils procurent aux populations locales, mais aussi pour leur impact sur les équilibres hydrologique et climatologiques au niveau nation et régional.

Section 2 : Cadre du programme d'adaptation

2.1. Variabilité du climat et changements climatiques projetés

Dans la communication nationale du Burundi sur les changements climatique (2001), il a été mis en évidence que la tendance des températures minimales et moyennes à la hausse observées depuis les années 1980 devraient se poursuivre. La température moyenne connaîtrait une hausse de 0.4° tous les 10 ans, soit au total un accroissement de 1,9° C d'ici l'an 2050, avec un réchauffement plus important pendant la grande saison sèche (mai à octobre).

De même (République du Burundi, 2001), les projections sur l'évolution des données pluviométriques jusque en 2050 suggèrent une légère hausse de la pluviométrie moyenne (3% à 10%) par rapport à la situation de base, avec un caractère cyclique quasi décennal de l'alternance des excédents et des déficits pluviométriques. Dans la situation haute de l'impact des gaz à effet de serre (GES), la pluviométrie devrait être supérieure de 25% de la situation de base pour la période de novembre à mars (saison des pluies), et diminuée de 4 à 15% pour la période de mai à octobre. C'est-à-dire que la saison pluvieuse devrait être plus courte mais plus humide, alors que la saison sèche sera plus longue et plus aride.

2.2. Contexte de l'étude

L'étude ci-après s'inscrit dans le cadre du Projet « Préparation de Plan d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA) au Burundi, lequel s'inscrit lui-même dans le cadre de la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

Le projet fait suite à la première communication nationale du Burundi à conférence des parties en 2001, dans laquelle il avait été mis en évidence que le pays est très vulnérable dans plusieurs de ses secteurs sociaux et économiques aux impacts des changements climatiques.

Le Burundi doit donc mettre en place une stratégie et des actions d'adaptation à ces effets préjudiciables à son développement, d'autant plus qu'il a souscrit à la CCNUCC et aux autres conventions internationales en matière d'environnement comme la Convention sur la Diversité Biologique (CDB), la Convention sur la Prévention contre la Désertification, et la Convention « Ramsar » sur les écosystèmes humides.

Le PANA doit permettre de définir des activités prioritaires à mettre en œuvre pour répondre aux besoins immédiats et aux préoccupations les plus urgentes en ce qui concerne l'adaptation aux effets défavorables des changements climatiques présents et futurs.

Cette étude sectorielle, qui est une contribution à ce plan national en cours d'élaboration, est consacrée au secteur des **écosystèmes humides au Burundi**.

Les trois objectifs spécifiques de l'étude sont les suivants :

- la mise à jour et la synthèse des informations disponibles, climatiques et non climatiques, sur les écosystèmes humides, et sur les changements climatiques escomptés ;
- la détermination du type et de l'étendue des dommages auxquels les écosystèmes humides pourraient être exposés suite aux changements climatiques;
- l'identification des actions et d'un ordre de priorité, pour faire face aux effets des changements climatiques, sans toutefois freiner les objectifs du développement.

Cette étude ne se basera que sur les données disponibles, étant entendu que certaines sont malheureusement anciennes et parcellaires.

2.3. Méthodologie

Les données sur la situation climatique actuelle et les projections pour les décennies à venir utilisées dans cette étude sont celles fournies par l'IGEBU (2001) lors de la Communication initiale du Burundi sur les changements climatiques. Elles ont été complétées par des données plus récentes de publications internationales et de rapports similaires produits par les pays voisins.

La méthodologie adoptée pour l'évaluation des impacts associe les méthodes suivantes :

- l'enquête sur terrain et la méthode statistique
- l'analogie
- le jugement d'expert

La description des écosystèmes naturels des milieux est totalement fondée sur les enquêtes et les observations de terrain. La méthode statistique a été utilisée pour traitement des données d'enquêtes et d'observations de terrain tirées de la bibliographie.

Une consultation nationale a été organisée sous forme de séminaires régionaux, où les principaux partenaires de l'environnement dans les différentes provinces du pays ont été sollicités pour obtenir leur sentiment sur les problèmes posés par les changements climatiques et les solutions qu'ils proposent. Il y a eu ainsi quatre séminaires régionaux :

- à Ruyigi, où étaient aussi représentés les partenaires de Rutana, de Cankuzo, et de Makamba ; pour discuter surtout à propos des questions d'environnement ressenties dans les régions naturelles du Buyogoma, du Moso, et du Buragane

- à Kirundo, où étaient aussi représentés les partenaires Kayanza, de Ngozi, et de Muyinga ; pour discuter surtout de la situation telle que ressentie dans la dépression du Bugesera, et en partie dans les plateaux centraux au niveau des régions naturelles de Buyenzi et deBweru.
- Bujumbura, où étaient aussi représentés les partenaires de Bujumbura Rural, Bubanza et de Cibitoke ; pour échanger surtout sur la situation dans la région naturelle de l'Imbo et de tous les reliefs à l'ouest de la Crête Congo- Nil.
- et enfin à Gitega, où étaient aussi invités des représentant de Bururi, de Karusi, de Muramvya et de Mwaro, pour les questions d'environnement tels que ressentis dans les plateaux centraux.

L'approche par analogie suppose que la situation de base climatique et non climatique identifiée peut se rééditer et permet de projeter dans le futur la vulnérabilité et les impacts dus aux changements climatiques.

Le jugement d'expert a été utilisé à chaque étape et demeure incontournable pour ce genre d'étude.

2.4. Plan de l'étude

Cette étude s'articule autour de trois secteurs principaux, à savoir :

- un recensement des besoins essentiels en matière d'adaptation aux changements climatiques ;
- une identification des options prioritaires compte tenue des conditions socio-économiques du pays ;
- une identification des actions prioritaires.

Des fiches de projets sont proposés pour les projets retenus comme prioritaires

Section 3 : Recensement des besoins essentiels en matière d'adaptation

Au Burundi, les écosystèmes naturels de milieux humides non encore complètement modifiés par l'homme sont devenus rares, parce que la plus grande partie des fonds de vallées et des marécages sont actuellement exploités à des fins agricoles.

Dans cette étude, nous avons choisi de nous limiter à l'analyse des impacts et de la vulnérabilité au niveau des écosystèmes naturels associés au lac Tanganyika, c'est-à-dire le lac lui-même, sa plaine inondable et les marécages permanents ou temporaires à sa périphérie; ainsi que le complexe marécageux et lacustre du Bugesera.

Les critères qui ont déterminé notre choix sont les suivants :

- ces écosystèmes représentent un potentiel économique évident pour le pays ;
- il existe des données historiques sur les conditions climatiques qui ont prévalu et les impacts qu'elles ont eus sur ces écosystèmes, même si elles sont anciennes et incomplètes pour le Bugesera ;
- ces écosystèmes sont soumis à des pressions anthropiques diverses qui menacent leur pérennité.

3.1. Description des écosystèmes de milieux humides retenus

3.1. 1. Les écosystèmes associés au lac Tanganyika

Le lac Tanganyika occupe la partie la plus profonde du rift occidental. Avec une longueur de 671 km (Coenen & al. 1993), une largeur de 40 à 80 km, et une superficie de l'ordre 33000 km², le lac Tanganyika a des dimensions qui dépassent largement celles du Burundi. Son bassin versant, 273 156 km², l'est encore plus, parce que sa plus grande partie se trouve en Tanzanie (figure 1). La partie burundaise du lac couvre environ 2300 km², soit 7% de la superficie totale, alors que le bassin versant s'étend seulement sur un peu plus de 14 300 km², soit un peu plus de 5% du bassin versant.

Le lac est alimenté en eau par les précipitations à raison d'une moyenne de 29 km³ par an, soit une lame d'eau de 90 cm, et par plusieurs affluents dont les plus importants sont la rivière Rusizi au Nord qui draine les eaux du lac Kivu et la rivière Malagarazi à l'Est, pour un total annuel de l'ordre 14 km³, soit une lame de 44 cm. Un exutoire, la Lukuga, achemine une partie des eaux du lac (2.7 km³, soit 53 cm) vers le fleuve Congo à l'Ouest, mais ceci ne représente que 5.8% des sorties, la plus grande partie des pertes étant constituée par l'évaporation, soit 44 km³ (94.2 %) ou une lame d'eau de 135 cm (Coulter, 1991).

Les variations annuelles et interannuelles des entrées et des sorties font que le bilan hydrologique est positif ou négatif suivant les périodes, qui se traduit par des fluctuations annuelles du niveau d'eau de l'autre de un mètre, et des fluctuations interannuelles pouvant être encore plus importantes.

L'étendue et la complexité du système écologique «lac Tanganyika » ne permettent pas d'en faire une description détaillée dans le cadre de cette étude. Notons juste qu'il peut être compartimenté en ensembles très différents, à savoir :

- les estuaires et les marécages périphériques;
- la zone littorale et sub-littorale (0 à 40 m de profondeur),
- la zone benthique, de 40 m jusqu'à la limite inférieure de la couche oxygénée;
- la zone pélagique constituée par la masse d'eau du large.

Dans ce travail, nous nous intéresserons aux compartiments lacustres les plus susceptibles d'être concernés par les changements climatiques, à savoir la zone pélagique, la zone littorale, ainsi que les estuaires et les marécages périphériques.

La zone pélagique

Les conditions écologiques qui règnent dans la zone pélagique et qui déterminent la vie aquatiques sont notamment les substances nutritives et l'oxygène dissous dans l'eau. Ces dernières conditionnent la productivité primaire (croissance des algues et des végétaux), c'est-à-dire la source de nourriture pour tous les animaux aquatiques. La disponibilité de ces éléments est déterminée par des facteurs en rapport avec les conditions climatiques, et notamment la température et le brassage des eaux.

La température conditionne le degré de solubilité d'oxygène dans l'eau. Cet élément est de moins en moins soluble dans l'eau quand la température augmente ; les variations de cette dernière avec la profondeur et au cours de l'année ont un impact sur l'épaisseur de la couche oxygénée, et donc le développement et la distribution des organismes aquatiques dans la colonne d'eau.

Le brassage interne des eaux dans la cuvette lacustre, aussi fonction des variations de température dans la masse de eaux et des vents, déterminent la distribution des substances nutritives et donc la disposition de la productivité biologique.

C'est ainsi que la couche habitée par la faune ne se limite qu'à environ 100 m de profondeur au large du Burundi et 200 m à l'extrémité Sud, en Zambie.

La zone littorale et sub-littorale

La côte du lac Tanganyika a une longueur totale de 1850 km, dont 159 km au Burundi. La nature de ce littoral lacustre est une succession de substrats de type sablonneux, rocheux, mixte sablonneux - rocheux, et vaseux. Au Burundi, les plages sablonneuses dominent à raison de 78%, avec 4% pour les substrats rocheux, 8% pour les substrats mixtes et 10% pour les substrats vaseux (Coenen et al., 1993).

La zone littorale va de la surface à la profondeur d'extinction de la lumière pénétrant dans l'eau, c'est-à-dire 10 à 20 m selon la transparence locale de l'eau, suivi de la zone sub-littorale qui va jusqu'à 40 m de profondeur.

Les zones de fonds mou (sablonneux et vaseux) sont généralement bien dégagées, mais on trouve par endroits une végétation submergée ou émergente.

Les surfaces rocheuses, recouvertes d'une pellicule d'algues, offrent des habitats variés pour un nombre très important d'organismes aquatiques, dont les poissons.

Dans le bassin du lac au large de Bujumbura, c'est-à-dire depuis Gatumba jusqu'à l'embouchure de la Mugere, la pente du fond est très faible; une grande partie de la profondeur reste en dessous de 40 m. On peut dire la baie de Bujumbura est constituée essentiellement d'une zone littorale et sub-littorale avec des substrats mous.

Les estuaires et les marécages périphériques

Au Burundi, les plaines côtières du lac Tanganyika ont des dimensions importantes dans les régions de Bujumbura, de Rumonge et de Nyanza-Lac, mais les marécages et les zones inondables d'une certaine importance se limitent autour de l'estuaire de la Rusizi. Ils forment la partie « Delta » de la Réserve Gérée de la Rusizi.

D'une superficie d'environ 1000 ha, la partie « Delta » de la Réserve Gérée de la Rusizi est limité au Sud par le lac Tanganyika, au Nord par la route Bujumbura – Uvira, à l'Ouest et à l'Est par les deux bras de la Rusizi, la « Grande Rusizi » et la « Petite Rusizi », frontière entre le Burundi et la R. D. Congo.

Il s'agit d'un ensemble d'écosystèmes, les uns en permanence sous une faible couche d'eau, les autres inondées au cours de certains mois de l'année, alors que d'autres ne sont recouverts d'eau qu'au cours des années les plus pluvieuses.

La morphologie du delta a été façonnée par les variations annuelles et inter-annuelles qui ponctuent le niveau des eaux du lac. Il y a eu création, par l'action des vagues, d'un grand banc de sable qui a séparé le delta et le lac, délimitant une sorte de lagune avec formation de 2 étangs. Ces étangs ont des contours et une étendue très variables selon les saisons et les conditions climatiques dominantes.

Les écosystèmes et les types d'associations végétales y sont très diversifiés. On trouve, des zones les plus humides aux plus sèches (Ntakimazi & al. 2000):

une végétation flottante au niveau des étangs, ceinturée par des franges de *Phragmites* et de *Cyperus* ;
 une savane herbeuse, constituée essentiellement par une végétation à *Phragmites*, sur les terres fermes peu inondées ;
 une savane arborée formée encore d'une couche continue de *Phragmites*, où se sont développés de grands arbres, *Acacia polyacantha* ;
 un ensemble des fourrés formé essentiellement d'une espèce arbustive, *Lantana camara* ;
 une végétation pionnière sur les dunes sablonneuses séparant le lac Tanganyika et les étangs.

D'une manière générale, ces différents compartiments de l'écosystème « lac Tanganyika » sont surtout intéressants en tant que réservoirs d'une faune unique d'importance économique et scientifique considérables.

Les connaissances actuelles de la faune lacustre font état d'une richesse particulière pour ce qui est du nombre d'espèces en général, et celui des poissons en particulier. Au stade actuel des inventaires, la faune du lac est estimée à plus de 1500 espèces animales, dont plus de 500 sont endémiques. La faune ichtyologique déjà recensée est de 337 espèces pour le bassin versant du lac, dont 243 dans le lac lui-même; 201 parmi ces espèces lacustres sont endémiques. Les inventaires des espèces au niveau des eaux burundaises donnent environ 140 espèces dont la plus grande partie vit dans la zone littorale (Ntakimazi, 1995).

La productivité en poissons des eaux du lac Tanganyika étant estimée à environ 100 kg par et par an, cela permet des captures de l'ordre de 20 à 25 mille tonnes par an pour le Burundi. La plus grande partie de cette production vient de la zone pélagique.

A ces espèces d'une valeur alimentaire immédiate, on peut ajouter un grand nombre d'espèces ornementales, recherchées par les aquariophiles à travers le monde, qui représentent un potentiel d'emploi et de revenus pour les exportateurs et de rentrées de devises pour le pays.

Pour la faune, on peut encore ajouter les oiseaux, les reptiles et les mammifères aquatiques. Les oiseaux, certains sédentaires et d'autres migrateurs, fréquentent les alentours du lac et plus particulièrement les zones inondables du delta de la Rusizi (plus de 250 espèces). Les principaux représentants des reptiles sont le crocodile du Nil, une espèce protégée, le varan du Nil, des serpents, et des lézards et des tortues aquatiques. Pour les mammifères, il s'agit essentiellement de l'hippopotame, une autre espèce protégée, et des loutres; une petite population d'antilopes (*Tragelaphus scriptus* et *Tragelaphus spekei*) survit sur les savanes herbeuses inondables du delta. Cette dernière espèce est menacée de disparition en Afrique.

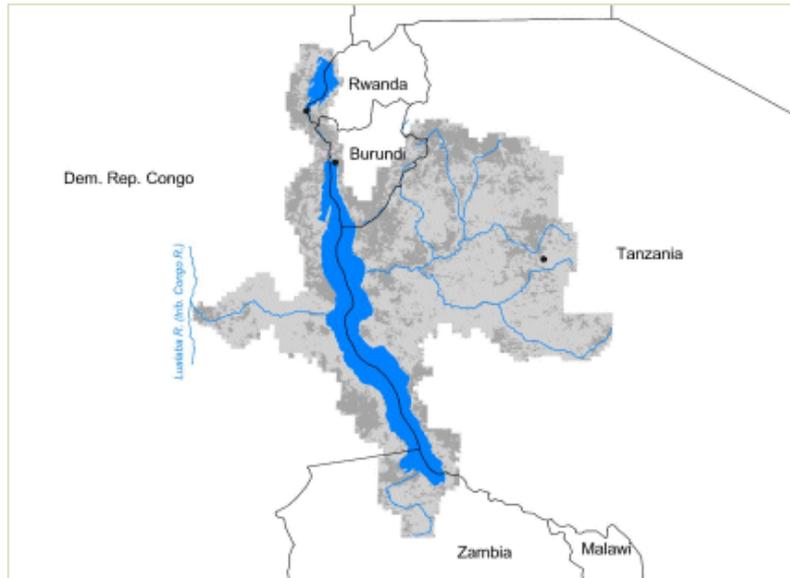


Figure 1: Le lac Tanganyika et son bassin versant
(<http://www.waterandnature.org/eatlas/html/af6.html>)

3.1.2. Le complexe marécageux et lacustre du Bugesera

La dépression du Bugesera, région naturelle à cheval sur le Burundi et le Rwanda, s'étale sur une altitude moyenne de 1350 à 1400 m, les collines, très arrondies, culminant quant à elles à 1500m (figure 2). La Nyabarongo et son affluent principal, l'Akanyaru, y ont creusé un sillon d'une cinquantaine de mètres de profondeur, s'élargissant en une vallée de plusieurs kilomètres dans son cours inférieur. Au fond de la vallée, les rivières serpentent à travers un vaste marais de papyrus, parsemé de nombreux lacs, dont la superficie va de quelques hectares à plusieurs milliers d'hectares.

La vallée marécageuse de la Nyabarongo commence à s'élargir aux environs de Kigali, mais c'est surtout à partir de la confluence avec l'Akanyaru, qu'elle prend le plus d'ampleur. En aval de Rwinzoka, toujours au Rwanda, la vallée prend son extension maximale, jusqu'à 10 km de large à la frontière avec le Burundi. Des lacs occupent une bonne partie de la vallée, tant du côté gauche de la rivière (dans le Gisaka, au Rwanda) que du côté droit, c'est-à-dire dans le Bugesera frontalier avec le Burundi.

Une série de petits lacs sont situés plus ou moins à la périphérie du marécage au Rwanda (Gashanga, Murago, Rumira, Mirayi, Kilimbi, Gaharwa, etc...), le plus important de tous étant le lac Rweru (environ 10000 ha dans les années 1980), frontalier entre le Burundi et le Rwanda. Le lac Kanzigiri est un prolongement du lac Rweru dans une vallée secondaire située au Burundi.

Le lac Rweru est en communication directe avec la Nyabarongo à son extrémité nord-est. L'écoulement, qui se fait normalement dans le sens lac rivière pendant la plus grande partie de l'année, s'inverse lors des crues de la Nyabarongo.

A la sortie du lac Rweru, commence la rivière Akagera dont la vallée marécageuse est réduite à 400 m de large, jusqu'aux chutes de Rusumo, 60 km en aval.

La rivière Akanyaru est un affluent de la Nyabarongo. Sa vallée marécageuse de l'Akanyaru, frontalière entre le Burundi et le Rwanda, s'étend sur une largeur de 200 m à 4 km de large, 70 km de long.

La rivière serpente dans un marais de papyrus où, par endroits elle se divise en de nombreuses ramifications, pour se reconstituer plus loin en un canal unique.

Les affluents du cours inférieur de l'Akanyaru sont tous marécageux, mais les plus importants sont situés sur la rive droite, c'est-à-dire dans le Bugesera. De nombreux lacs sont logés dans les vallées de ces affluents secondaires.

Au Burundi, les lacs d'une certaine importance sont, de l'amont à l'aval, le lac Rwihinda dans la vallée de la Nyavyamo, le lac Gacamirinda, et Cohoha frontalier avec le Rwanda mais dont 80 % de la superficie se trouve au Burundi.

Le lac Cohoha (environ 7800 ha dans les années 1980), occupe visiblement la vallée d'une ancienne rivière qui coulait vers la rivière Akanyaru. Cette vallée est barrée par une épaisse couche de vase tourbeuse sur un tronçon de vallée de 2 km de long et 500 m de large qui sépare le lac de l'Akanyaru. Il n'y a plus d'écoulement direct des eaux du lac vers la rivière, sauf lors des crues de l'Akanyaru.

Tous les lacs du système de l'Akanyaru ne restent sous eaux que grâce à l'existence d'un bouchon marécageux qui fait office de barrage.

Actuellement, le seul lac qui bénéficie d'un statut officiel de protection est le lac Rwihinda; c'est la Réserve Naturelle Gérée du lac Rwihinda, dont l'objectif principal était de protéger sa riche faune ornithologique. Ce lac, qui a été appelé « lac aux oiseaux », se caractérise par la présence de nombreuses espèces d'oiseaux sédentaires et migrateurs. Un inventaire de plus de 60 espèces essentiellement de milieux humides, a été constitué dans les années 1980. Les autres groupes faunistiques sont moins connus.

Les études biologiques qui ont été faites sur la faune de ces lacs mettent en évidence que la diversité biologique des poissons y est plutôt faible (Ntakimazi, 1985, 1991) si on la compare avec celle des grands lacs Est africain comme les lacs Tanganyika et Victoria, mais l'introduction de grands Cichlidés (3 espèces de Tilapias) dans les années 1950, du poisson chat africain dans les années 1980, et plus récemment de la carpe commune, permet actuellement d'importantes pêcheries dans ces lacs.

Avec une productivité potentielle de 150 kg de poissons par hectare et par an, on peut envisager des captures annuelles de 1500 tonnes pour le lac Rweru, et 900 tonnes pour le lac Cohoha, si la gestion des stocks était faite de manière rationnelle.

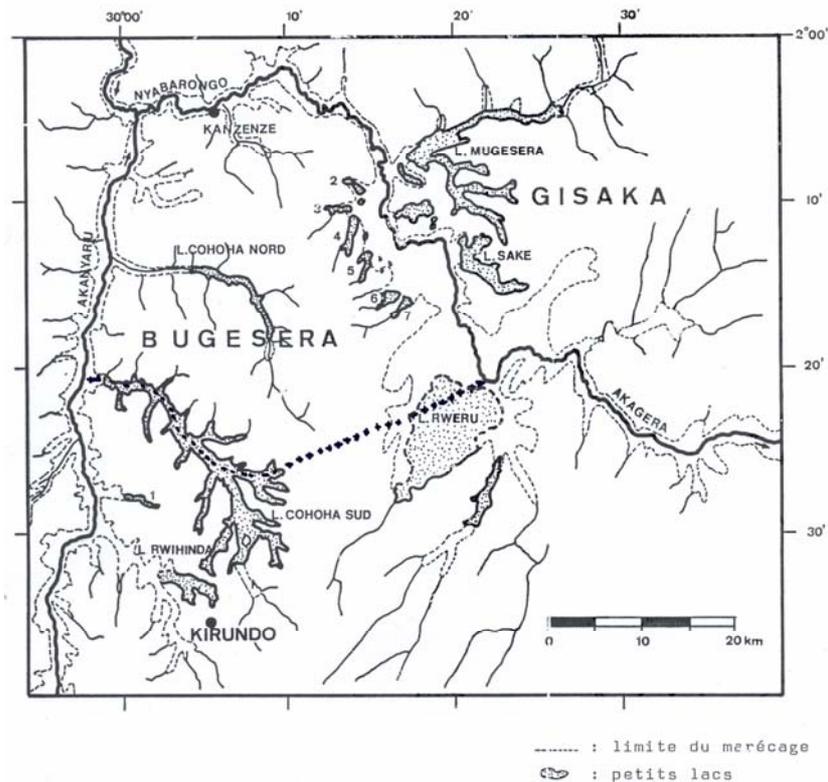


Figure 2 : Le complexe marécageux et lacustre du Bugesera et Gisaka (bassin de l'Akagera)

Lacs : 1 : Gacimirinda	4 : Rumira	7 : Gaharwa
2 : Gashanga	5 : Mirayi	8 : Birira
3 : Murago	6 : Kilimbi	9 : Kanzigiri

3.2. Les conditions climatiques et non climatiques actuelles

3.2.1. Au niveau des écosystèmes associés au lac Tanganyika

Les conditions climatiques qui ont une importance déterminante sur les écosystèmes du lac Tanganyika et de sa plaine inondable périphérique sont surtout la température de l'air qui se répercute sur celle de l'eau, les précipitations qui ont surtout une importance sur les niveaux du lac, de même que les vents qui, avec la température, gouvernent le brassage des eaux.

Voyons séparément ces phénomènes dans la masse des eaux lacustres (zone pélagique) et autour du lac (zone littorale et zones périphériques inondables).

La zone pélagique

Les enregistrements disponibles depuis les années 1960 au Nord et au Sud du lac ont permis de mettre en évidence une élévation de la température moyenne de 0.7°C à Bujumbura entre 1964 et 1994 et de 0.9°C à Mbala en Zambie entre 1956 et 1994 (Plisnier, 1997 et Verburg & al, 1997). Ceci est confirmé par les analyses de l'IGEBU (2001), où il apparaît que les moyennes mobiles de la température minimale ont augmenté de 1.2° C à Bujumbura

Pendant la même période, la vitesse moyenne du vent semble avoir eu une tendance à la diminution. A Bujumbura, les vitesses moyennes annuelles du vent ont variées entre 1.4 et 2.5 m/s de 1964 à 1979, et seulement entre 0.5 et 1.5 m/s de 1986 à 1990. Les vitesses moyennes mensuelles pour le vent sont plus élevées pendant la saison sèche où les moyennes journalières peuvent aller à 7 m/s (Plisnier, 1997).

Cette diminution de la vitesse du vent pourrait être due à un accroissement de la couverture nuageuse entraînée par une évaporation plus intense quand la température augmente (Plisnier 2004). La couverture nuageuse aurait pour effet de réduire les écarts de températures entre le jour et la nuit, en diminuant le réchauffement diurne et le refroidissement nocturne, avec pour effet la réduction des différences de température dans les masses d'air au dessus du lac et celles au dessus de terres; c'est en effet cette différence de températures qui détermine la vitesse des vents locaux.

L'influence de ces fluctuations annuelles de la température et celles de la direction et de la force du vent sur les brassages des eaux du lac et des courants intra-lacustres est connue. Au cours d'une année avec des vents forts, les vents dominants du Sud pendant la saison sèche poussent et accumulent les eaux chaudes de surface vers le Nord. Le courant de retour qui se fait en profondeur fait ressortir, au Sud du lac, les eaux profondes plus froides, moins oxygénées, mais plus riches en nutriments. Quand ces vents du Sud s'arrêtent en fin de saison sèche, il y a des oscillations rythmiques de toute la masse d'eau autour du niveau d'équilibre, avec pour effet de provoquer des vagues internes ascendantes qui ramènent aussi, près de la surface, des eaux profondes plus riches en nutriments, rendant les eaux de surface beaucoup plus productives C'est ce qu'on observe, d'octobre à décembre dans le bassin Nord du lac, où les eaux sont plus troubles suite à un développement plus important du phytoplancton et du zooplancton.

Au cours des années où les vents cités plus haut sont moins forts, tous ces phénomènes sont moins marqués.

Les données sur la température moyenne de l'eau, enregistrée dans la couche superficielle en 1956/1957 et en 1993/1994, sont respectivement de 25.99°C et 26.33°C, soit une augmentation de

0.34° C en 37 ans. Les différences sont plus importantes au cours de la saison sèche (0.40°C) que pendant la saison des pluies (0.28°C). Ce réchauffement semble aussi toucher les eaux profondes où la température est pourtant généralement plus stable; on a enregistré à 300 m de profondeur, des températures moyennes respectivement de 23.32°C et 23.46°C, soit une augmentation de 0.14° C (Plisnier 1997, Verburg et al. 1997).

Signalons en plus que, dans le bassin nord du lac, la transparence de l'eau (au disque de Secchi) était en moyenne de 13.6 m en 1957 et de 9.4 en 1994, tandis que l'épaisseur de la couche oxygénée, qui était de l'ordre de 80 à 100 m pendant la saison sèche en 1946-1947, était de 60 m en 1993/1994.

Plaine inondable et marécages périphériques

Les données historiques sur les fluctuations du niveau du lac Tanganyika existent de 1929 à 1996 (fig. 3). Il apparaît que le niveau du lac Tanganyika subit une oscillation annuelle, composée d'une hausse et d'une baisse concomitant respectivement avec la saison des pluies et la saison sèche, à laquelle se superpose des variations inter-annuelles.

Pour la période de 1931 à 1960, la hausse annuelle moyenne a été de 80.3 cm ; pour la période la période de 1960 à 1967, la hausse annuelle moyenne a été de 96.7 cm, et la baisse de 73.1 cm. Le niveau moyen du lac, pour la période de 1961 à 1990, a été de 775.09 m d'altitude.

On relève que les hausses de 1961-1962, 1962-1963, 1963-1964, sont consécutives à une pluviométrie très supérieure à la normale pendant trois années de suite sur l'ensemble du bassin versant, dont on a les données au Burundi pour les stations de Mparambo et Gisozi (IGEBU 2001). L'effet cumulé de ces hausses a porté le plan d'eau à un niveau de 773.55 à la fin de la saison sèche 1961 à celui de 777.06 m d'altitude à la fin de la saison des pluies en 1964, soit une hausse totale de 3.51m, et plus de 2 m au dessus du niveau annuel moyen (fig. 3, 4, et 5).

De 1993 à 1997, les hausses et les baisses annuelles ont été respectivement de 87 cm et 80 cm. Les hausses sont corrélées positivement avec les précipitations sur le bassin versant, tandis que les baisses sont essentiellement en rapport avec l'évaporation. Ces dernières varient d'ailleurs peu d'une année à l'autre (Verburg et al., 1997).

L'effet de ces oscillations du niveau du plan d'eau sur l'extension horizontale du lac peut être appréciée en observant la carte du delta de la Rusizi avec les courbes des niveaux à 775, 776, 777, 778 et 780 m (fig. 6). Le niveau moyen actuel du lac indiqué est à 775 m.

Parallèlement la ligne de côte, une dune qui s'élève jusqu'à 778 m isole plus ou moins une lagune dont le fond est à moins de 775 m, et qui est fragmentée en deux étangs quand le niveau baisse en dessous de 776 m.

Quand le niveau monte jusqu'à 776 m, près de 80% des écosystèmes du delta, au Sud de la RN4, se trouvent sous eaux. Ceci a été le cas dans les années 1962 à 1966, et 1968 à 1970. De 1963 à 1964, le niveau a même atteint 777 m, les eaux ont alors recouvert non seulement toute la partie au Sud de la route, mais aussi le village de Gatumba et une très large zone le long de la Grande et de la Petite Rusizi beaucoup plus en amont.

Ces fluctuations périodiques et inter-annuelles dans l'extension horizontale du lac agrandissent (ou réduisent selon le cas) la zone littorale lacustre, avec des impacts considérables sur les organismes aquatiques et notamment les poissons dont beaucoup d'espèces affectionnent les zones peu profondes pour se nourrir et se reproduire.

Dans le Secteur Delta de la Réserve de la Rusizi, les fluctuations du niveau se traduisent par un retrait des eaux pendant la saison sèche (de juin à septembre) sur une bande de plusieurs centaines de mètres dans le delta, des fois jusqu'au dessèchement quasi complet des étangs, suivi d'une remontée des eaux et une inondation de larges étendues pendant la saison des pluies (octobre à mai). Les variations inter-annuelles des précipitations se répercutent directement sur les étendues des surfaces exondées ou inondées.



Figure 3: Fluctuations du niveau annuel moyen du lac Tanganyika de 1929 à 1997 (Verburg et al. 1997)

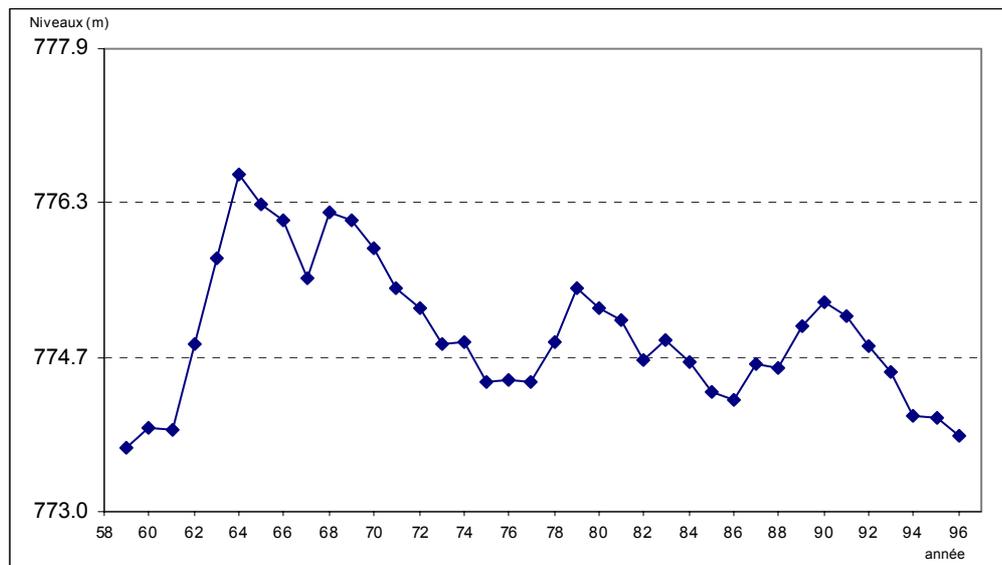


Figure 4: Fluctuations du niveau annuel moyen du lac Tanganyika de 1959 à 1996 (Données Verburg et al. 1997)

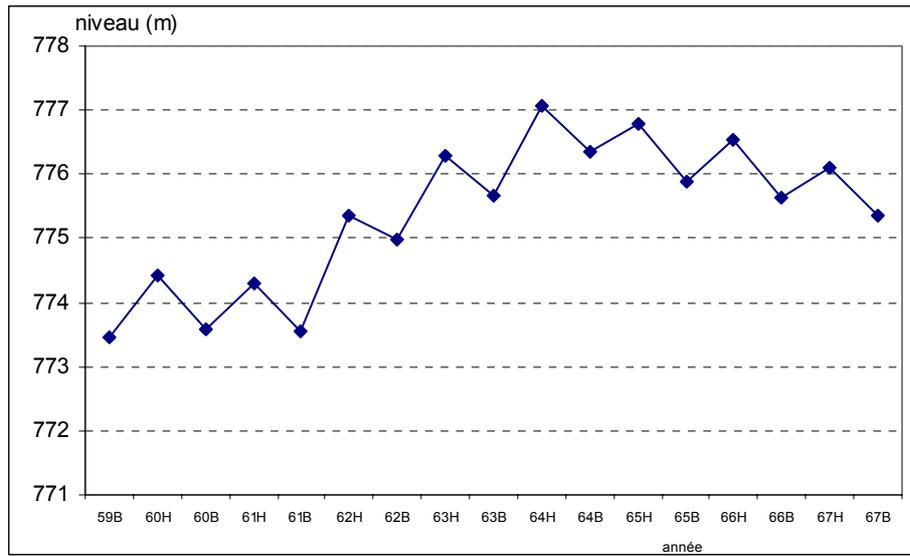


Figure 4: Fluctuations du niveau du lac Tanganyika de 1959 à 1967
(B, H: respectivement les niveaux les plus bas et les hauts dans l'année)

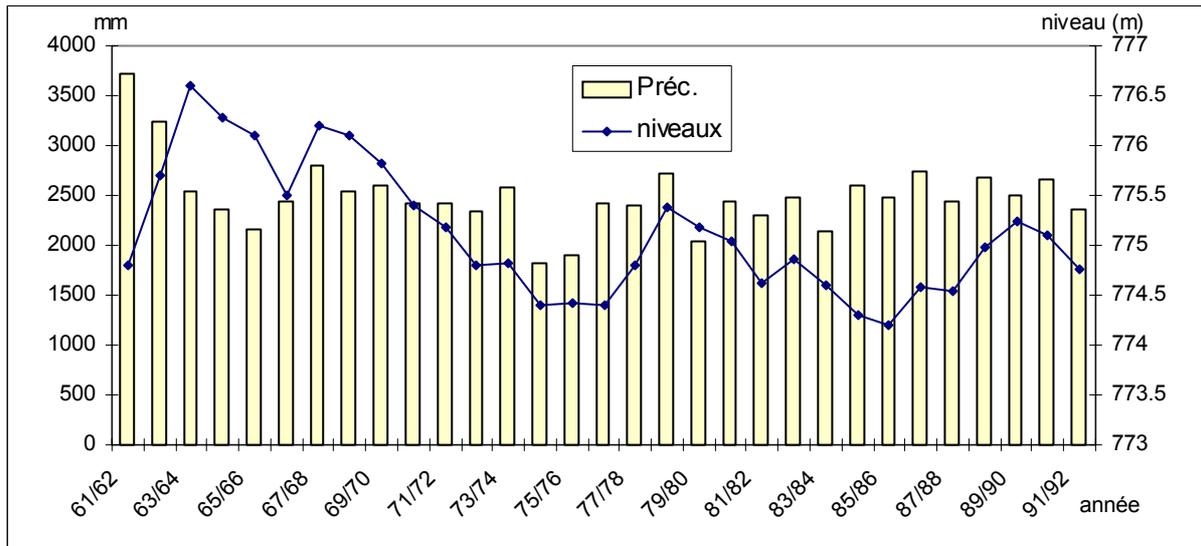


Figure 5: Fluctuations du niveau annuel moyen du lac Tanganyika de 1961 à 1992
en rapport avec les précipitations (Mparambo + Gisozi)

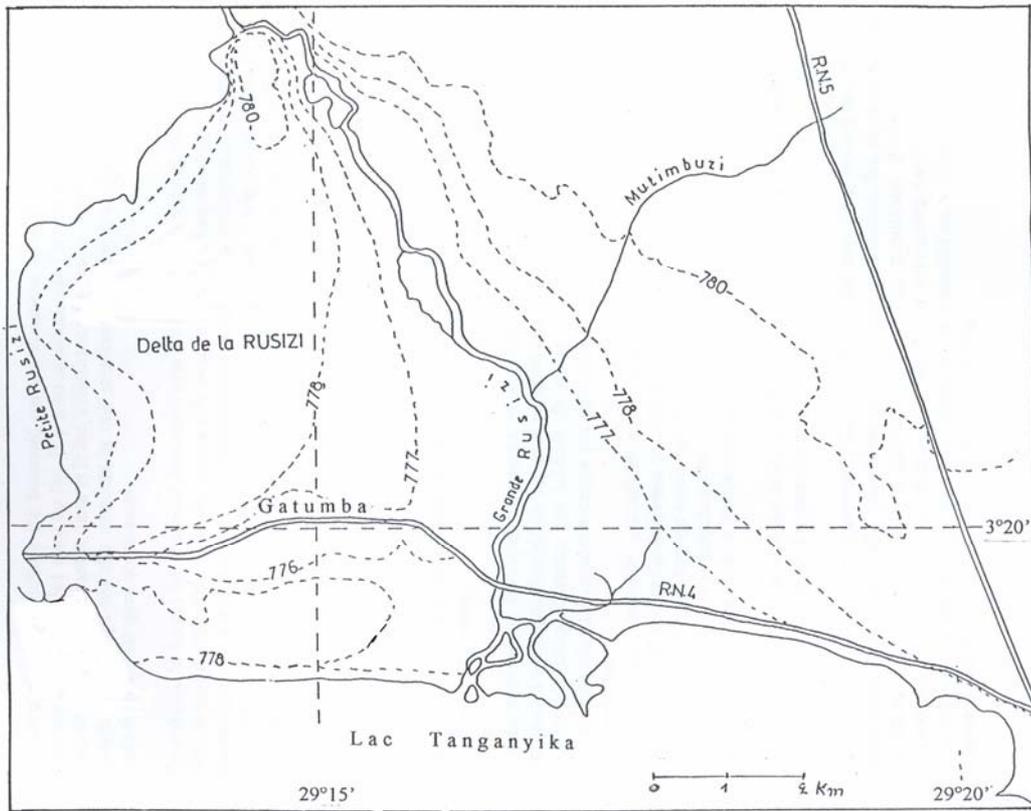


Figure 6: Carte du Delta de la Rusizi (775, ... : courbes de niveau altimétrique)

3.2.2. Au niveau du complexe marécageux et lacustre du Bugesera

Le climat qui règne sur la dépression du Bugesera est, comme sur le reste du pays, de type tropical, avec l'alternance d'une saison sèche de juin à septembre et d'une saison des pluies d'octobre à mai. La pluviométrie varie généralement entre 800 et 1000 mm/an. Les températures moyennes de l'ordre de 20 à 25° C.

On a observé une très forte irrégularité dans la répartition des précipitations sur l'année, ce qui perturbe gravement les saisons culturales. Malheureusement, les données météorologiques disponibles sont anciennes et incomplètes.

Les données de la station de Kirundo, à la périphérie du Bugesera, ne sont pas suffisamment représentatives de la situation réelle. On s'en rend compte en observant les précipitations globales mensuelles ou annuelles, comme le montrent les tableaux n°1 et 2 ci-dessous et la figure 7. Les précipitations à Kirundo (plus de 1000 mm) sont nettement plus que celle de Mulehe (moins de 800 mm)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
1997	90	23	122	232	175	3	0	21	21	108	230	220	1245
1998	279	141	133	196	114	27	8	3	135	101	41	26	1205
1999	60	12	173	98	84	0	0	43	106	71	69	134	848
2000	37	74	160	106	56	0	0	0	32	73	91	93	722
2001	149	37	146	136	64	6	88	36	127	131	79	98	1095
2002	102	98	175	165	179	0	0	1	67	63	120	61	1031
2003	129	79	132	283	103	3	9	61	80	78	108	58	1123

Tableau n° 1 : Précipitations mensuelles et annuelles (en mm) à Kirundo de 1997 à 2003 (Données IGEBU)

Année	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	Moyenne
Kirundo	976	1119	1116	903	1057	1024	894	893	1183	1016
Mulehe	685	657	548	593	862	849	661	737		699

Tableau n° 2: Précipitations annuelles de 1973 à 1981 (en mm) à Kirundo et à Mulehe (Données IGEBU)

En fait, les terres humides et les lacs de la dépression du Bugesera doivent leur existence au bilan hydrologique largement positif des massifs montagneux et des plateaux centraux au Nord Est et à l'Est, qui dégagent un important excédent d'écoulement vers l'Akanyaru et la Nyabarongo, pour approvisionner les lacs et les marécages.

Dans le Bugesera lui-même où le substratum est granitique, l'infiltration est plus difficile et les nappes profondes ne peuvent pas se constituer. Ceci explique pourquoi il y a très peu de sources permanentes dans la région. Par contre, l'évapotranspiration dans les milieux humides est plus élevée que les précipitations locales; le déficit hydrique qui en résulte ne peut être compensé par les apports très faibles du ruissellement local (Ntakimazi, 1985)

L'analyse des débits de l'Akanyaru, de la Nyabarongo et de la haute Akagera (Ntakimazi 1985) montre que les fluctuations de l'écoulement des rivières suivent logiquement celles du régime pluviométrique sur le bassin versant.

Le complexe marécageux du Bugesera constitue un réservoir qui permet le stockage d'un important volume d'eau pendant la saison des pluies et de le restituer plus lentement pendant la saison sèche. Ceci permet une régularisation annuelle et inter-annuelle du débit et du niveau de l'Akagera en aval.

Le bilan hydrologique global est positif quand les précipitations annuelles ont été plus élevées que la moyenne, négatif quand elles ont été plus faibles. Le surplus ou le déficit influencent l'écoulement de l'année suivante.

Les études hydrologiques et limnologiques qui ont été faites sur ces lacs ont mis en évidence des variations annuelles et inter-annuelles du niveau des eaux dans les rivières Akanyaru et Nyabarongo, qui entraînent celui des lacs. Des fluctuations de niveau de 1 à 1.5 m pour ces lacs de 3 à 7 m de profondeur représentent une modification importante dans le volume stocké, la profondeur et l'étendue des lacs, et ainsi influencent indirectement la plupart des paramètres écologiques dans les milieux lacustres.

Le complexe marécageux et lacustre du Bugesera est menacé d'assèchement suite au drainage pour l'extension des cultures, à la sédimentation dans les bas fonds suite à une érosion intense sur les collines pendant la saison des pluies, à l'affectation des terres humides au pâturage et l'extraction de matériaux de construction divers.

La végétation naturelle sur les berges, une savane boisée à *Acacia* et *Combretum*, est en cours de disparition, pour être remplacée par des cultures. Le marais à *Cyperus papyrus* qui occupait toutes les vallées et le pourtour des lacs est cours d'assèchement.

Ceci a pour conséquence le rabattement du niveau des nappes phréatiques, la destruction des habitats pour la biodiversité, l'accélération de l'érosion et l'augmentation de la turbidité des eaux.

Les matières en suspension dans l'eau, issues de l'érosion sur le bassin versant, sont en effet responsables d'une forte turbidité et d'une sédimentation excessive dans les habitats aquatiques, défavorable à la productivité biologique des eaux.

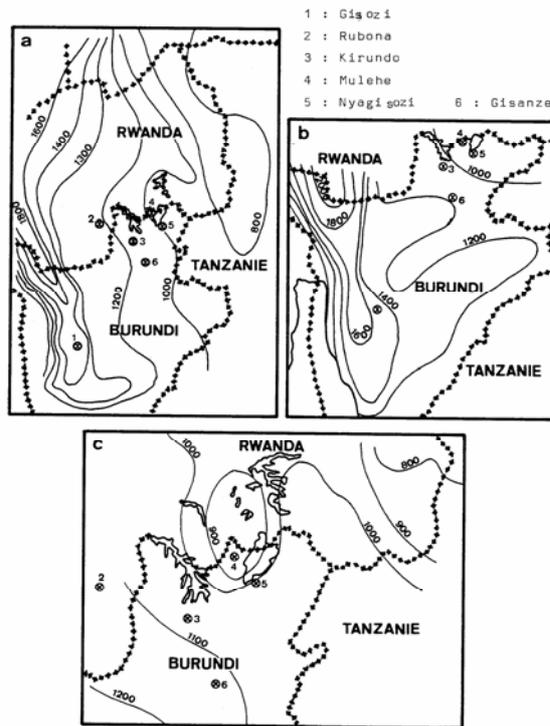


Figure 7: Isohyètes dans le bassin de l'Akagera (Ntakimazi, 1985)

3.3. Impacts et vulnérabilité des écosystèmes humides aux changements climatiques

3.3.1. Les écosystèmes associés au lac Tanganyika

La zone pélagique

Rappelons qu'une caractéristique importante du lac Tanganyika est la stratification de ses eaux, due principalement aux différences de températures dans ses différentes couches. Dans le bassin Nord du lac, la température des eaux de surface varie entre 26 ° et 27.4° C (24 à 28.5 dans le bassin Sud), alors que celle des eaux du fond reste proche de 23.4°C. Cette variation des températures de la surface au fond s'accompagne d'une stratification des teneurs en substances dissoutes dans l'eau, dont les substances nutritives indispensables pour la croissance pour le phytoplancton.

Un brassage interne des eaux a lieu périodiquement tout au long de l'année grâce à l'action des vents (alizés du S-E), conduisant même, au début de la saison sèche au Sud du lac et à la saison sèche au Nord du lac (octobre), à une remontée des eaux du fond, riches en substances nutritives, vers la surface. Ceci a pour résultat une multiplication massive d'algues planctoniques dans les couches superficielles et un développement consécutif du zooplancton et ensuite de la faune qui en dépend, notamment les poissons.

Il a été noté plus haut que depuis les années 1960, les températures de l'air ont déjà augmenté de 0.7° à 1.2° C et celles de l'eau de 0.28° à 0.40° C. Si la tendance actuelle se prolonge, les simulations indiquent que la température moyenne de l'eau aura augmentée de 0.6° C dans l'épilimnion et de 0.23° C dans l'hypolimnion d'ici 2050.

Ces températures plus élevées produisent une plus grande stabilité au sein du lac, c'est-à-dire une stratification plus forte. Ceci n'est pas favorable à la productivité du lac. Le réchauffement, associé à des vents plus faibles, font que la couche superficielle où se font les brassages avec enrichissement périodique en sels nutritifs en provenance des couches profondes et en oxygène en provenance de la surface, est moins épaisse. Ceci a pour conséquence une diminution de la productivité biologique pour la plus grande partie du lac,.

Plisnier (1997, 2000, 2004) font remarquer que les captures de poissons par unité d'effort baissent depuis les années 1970 tant au Sud du lac (en Zambie) surtout pour les sardines (Ndagala) qu'au Nord (Burundi) surtout pour les Lates (Mukeke).

Cette baisse des captures serait une conséquence de la diminution de la productivité du lac en phytoplancton, nourriture du zooplancton, lui-même nourriture des sardines (O'Reilly et al. 2003, Verburg et al. 2003, Plisnier, 2004).

Pour les captures de Lates (Mukeke), les observations sont un peu différentes; elles ont augmentés au Sud et plutôt diminuées au Nord du lac. L'explication vient du fait que cette espèce est un prédateur visuel. Il est plus actif et donc attrapé en plus grand nombre dans des eaux plus transparentes à la lumière comme le cas au Sud; par contre, il est moins actif ou même déserte les eaux plus troubles, ce qui est de plus en plus de la cas au Nord, au large du Burundi.

Dans le bassin Nord du lac, il a en effet été mis en évidence que la transparence de l'eau de surface a aussi diminué pendant la même période. Ceci est notamment dû à la remontée de la thermocline, c'est-à-dire la limite entre la couche des eaux de surface où se font les brassages, et

celle des eaux profondes plus riches en nutriments, la thermocline (68 m en 1957, 55 m dans les années 1990); dans les années 2050, elle devrait être de 47.5 m. (République du Burundi, 2001). Pendant la même période, l'épaisseur de la couche des eaux oxygénées, qui était en moyenne de 130 m en 1957, de 100 en 1994, ne devrait plus être que de 83 m en 2050.

Il y aura donc une diminution de la couche habitable dans le milieu pélagique, mais la remontée de la thermocline ramènera les eaux riches en nutriments en permanence dans la couche où se réalise la photosynthèse. Ceci devrait donc avoir un impact positif sur la production primaire et même sur le zooplancton.

Mais il y aura en même temps 3 limitations majeures :

Avec une couche d'eau oxygénée plus faible, cette productivité se fera dans un volume d'eau plus réduit;

La diminution l'épaisseur de la couche oxygénée, déjà plus faible par rapport au Sud, a une conséquence sur la réussite de la reproduction des sardines (Ndagala). Ces poissons pondent leurs œufs au large, qui s'enfoncent lentement vers le fond. Si l'éclosion, qui se déroule quelques heures après, a lieu pendant que les œufs sont encore dans la couche oxygénée, les larves nagent et reviennent vers la surface. Les œufs qui éclosent dans la couche anoxique sont perdus définitivement, ils y arrivent d'autant plus vite que la couche est faible.

L'augmentation de la production primaire dans la couche superficielle a comme incidence une diminution de la transparence de l'eau. Rappelons que les Mukeke (*Lates stappersii*), prédateurs visuels, semblent désertent ces eaux troubles même quand leur nourriture y est abondante.

En cas de changements climatiques dues aux gaz à effet de serres, ces phénomènes devraient s'accroître. Dans le scénario le plus haut, l'épaisseur de la zone de brassage devrait avoir en moyenne à 33 m, alors que la couche d'eau oxygénée aurait en moyenne 47.5 m. La disponibilité permanente des substances nutritives dans les couches peu profondes devraient favoriser une production primaire plus importante, pouvant aller jusqu'à l'eutrophisation.

Ce phénomène de l'eutrophisation, avec un développement anarchique d'algues et de végétaux flottants à la surface de l'eau, déjà observé localement au large de Bujumbura en octobre de chaque année, devrait donc s'étendre en surface avec le temps.

L'eutrophisation, avec ses conséquences sur les fluctuations des teneurs en oxygène dissous et le recouvrement des substrats du fond par des boues non oxygénées, devrait avoir une incidence marquée sur la composition de la faune des poissons. Les espèces favorisées seront les poissons planctonophages de surface (ex. les Tilapias), mais les prédateurs sélectifs, comme les Lates (Mukeke) et les espèces liées à des fonds clairs devraient se raréfier ou disparaître des zones affectées.

Les sardines (Ndagala, Lumpu), même avec une nourriture plus abondante, verront la réussite de l'éclosion de leurs œufs de plus en plus compromise.

Il est donc à craindre que, globalement, dans l'hypothèse d'un prolongement des tendances climatiques actuelles ou de changements dus aux gaz à effet de serres, les captures de poissons dans la zone pélagique au large du Burundi devraient diminuer sensiblement.

Dans les eaux burundaises, on ne doit pas toutefois pas oublier que la pression de la pêche (nombre trop élevé de pêcheurs et filets de trop petites mailles) est un autre facteur, non climatique de la diminution des captures.

La zone littorale lacustre

Si les conditions climatiques actuelles devaient se poursuivre comme telles, les projections faites plus haut prévoient que les précipitations devraient continuer comme par le passé, à avoir un

caractère cyclique plus ou moins décennal, avec une alternance des périodes excédentaires et déficitaires par rapport à la moyenne. Ceci veut donc dire que les niveaux moyens du lac et les fluctuations de celui-ci autour de cette moyenne seront observées d'ici 2050.

Le niveau moyen du lac pourrait continuer à se situer autour de 775 m, mais les minima telles qu'on les a enregistrés en 1959 (773.47 m) et les maxima connus en 1964 (777.06 m) pourront encore revenir ponctuellement d'ici 2050.

De même, les fluctuations annuelles de l'ordre de 78 cm devraient continuer à être observées, avec la possibilité qu'elles ne soient que de 46 cm ou qu'elles montent jusqu'à 182 cm certaines années.

En cas de changements climatiques dus au gaz à effet de serres, le niveau moyen du lac pourrait être, pendant certaines années, de l'ordre de 777 m, avec des amplitudes annuelles de plus de 130 cm. En sachant que 3 années successives de fortes précipitations ont porté le niveau du lac à plus de 3.5 m au-dessus de ce qu'il était précédemment, il n'est pas impossible que ceci se reproduise encore une fois dans les années à venir d'ici 2050.

C'est-à-dire que le niveau du lac pourrait atteindre exceptionnellement 780 m, tandis que les niveaux de 777 m et 778 m, qui pourront être atteints à la suite d'une ou deux années de fortes précipitations, seraient observés plus fréquemment.

L'impact de ces fluctuations annuelles et inter-annuelles sur « l'écosystème lac Tanganyika » n'est pas négligeable. La montée du niveau des eaux et l'extension de la côte lacustre jusque dans le delta de la Rusizi sur une distance par endroit de plus d'un kilomètre en amont, met la faune du lac en relation avec des étangs et de vastes herbiers inondables, sites de reproduction et de croissance pour beaucoup d'espèces lacustres, y compris des espèces pélagiques. Plus importante est la hausse du niveau du lac au cours d'une année, mieux la faune lacustre s'en porte.

Quand le niveau moyen du lac reste à un niveau élevé pendant plusieurs années de suite, la zone littorale, très productive pour la faune piscicole, est agrandie de plusieurs centaines d'hectares du lac. S'il monte encore plus, c'est une augmentation de plusieurs milliers d'hectares.

On peut estimer, à partir des courbes de niveau (fig.6), l'importance de la surface sous eaux quand le niveau monte à 776 m, 777 m, 778 et 780 m; ceci correspondront à un accroissement respectivement de l'ordre de 800 ha, 2000 ha, 3000 ha, 6000 ha de la zone littorale lacustre par rapport à la situation de 1997 (775 m d'altitude).

Il est évident que ces conditions, favorables du point de vue de « l'écosystème lac », seront plutôt catastrophiques pour les infrastructures, les villages et les terrains agricoles inondés.

Le delta de la Rusizi

La plaine du delta de la Rusizi est occupée par une flore et une faune adaptées aux conditions d'inondation et d'exondation alternées sur un cycle annuel ou pluriannuel.

Avec l'avancée ou le recul de l'eau, les associations végétales s'adaptent très rapidement, en colonisant ou en reculant dans le delta en fonction du niveau d'humidité qui convient à chaque espèce, depuis les végétaux flottants, les semi-inondées, les espèces des terres fermes mais humides, les espèces de terres sablonneuses bien drainées, et les espèces de dunes plus sèches. Les grands arbres comme les Acacias dont le cycle végétal est plus long, supportent à la fois des conditions d'inondation temporaire et d'assèchement prolongé du sol.

En cas de poursuite des tendances climatiques actuelles, les écosystèmes de la plaine inondable de la Rusizi devraient continuer dans leur cycle actuel, c'est-à-dire inondation des lagunes de Gatumba pendant la saison des pluies, avec développement des associations végétales en fonction des gradients d'humidité, et recul des eaux pendant la saison sèche jusque parfois à l'assèchement complet des étangs.

A la suite de précipitations excédentaires pendant une année ou deux, le niveau du lac devrait monter jusqu'à 776 m d'altitude, couvrant environ 800 ha dans le secteur, mais les associations végétales pourront se réinstaller en quelques années au fur et à mesure de la baisse pendant les années plus sèches.

Si rien ne les perturbe, les populations animales associées à ces milieux semi-aquatiques et terrestres, notamment les oiseaux et les mammifères, suivront le mouvement de va-et-vient.

En cas de changements climatiques dus aux gaz à effet de serre, les températures plus élevées devraient induire une évaporation plus importante. Ceci entraînera une baisse plus importante pendant les périodes de déficit pluviométrique, surtout au cours des longues saisons sèches, pour descendre en dessous de l'altitude de 773 m.

Pendant les périodes ou années de fortes précipitations, le niveau moyen du lac pourrait se maintenir plus longtemps à 776 m ou au-delà, mais il est peu vraisemblable que les formations végétales de zones semi-inondables et la faune associée qu'on trouve actuellement puissent s'installer plus au Nord autour d'une nouvelle ligne, parce se sera en dehors de la Réserve qui bénéficie d'une certaine protection par l'INECN.

Les écosystèmes du delta de la Rusizi sont, par contre, plus vulnérables à la baisse du niveau des eaux, parce que les populations riveraines ont alors tendance à occuper le terrain ainsi dégagé. Les associations végétales sont alors détruites définitivement par l'agriculture, le surpâturage, la coupe, les feux de brousses, etc. La faune avicole s'en va, et les grands mammifères détruits définitivement.

3.3.2. Le complexe marécageux et lacustre du Bugesera

Le complexe marécageux et lacustre du Bugesera n'a pas fait l'objet d'étude approfondie lors de la première communication nationale sur les changements climatiques.

Mais, compte tenu des dimensions modestes du pays, on peut extrapoler sur cette région les projections de l'évolution des températures et des précipitations trouvés ailleurs.

Rappelons que les projections de l'IGEBU jusqu'à l'horizon 2050 font état d'une élévation de la température de l'ordre de 2° C, et des cycles pluviométriques qui connaîtront une alternance plus ou moins décennale de périodes avec de périodes de précipitations excédentaires et des périodes sèches.

Rappelons aussi que la plus grande partie des eaux qui transite dans le complexe marécageux provient des massifs montagneux (Crête Congo-Nil et Plateaux centraux) au Nord Est et à l'Est, et que, dans le Bugesera lui-même, l'eau est stockée avec une élévation du niveau dans les marécages et les lacs, évaporée en partie, le surplus s'écoulant plus lentement ensuite vers l'aval.

Pendant les années à forte pluviosité, les marécages et les lacs font le plein d'eau, avec même de fortes inondations, le retour à la normale pouvant prendre plus d'une année. Par contre, au cours

des années avec un déficit pluviométrique sur les régions montagneux, comme cela est observé depuis les années 2000, le complexe du Bugesera où l'évaporation est plus intense perd plutôt de l'eau avec une diminution spectaculaire du niveau dans les lacs et les marécages.

Une élévation de la température dans la région aura donc comme conséquence une intensification de l'évaporation, surtout pendant la saison sèche. Ceci va accentuer la diminution du niveau des eaux dans les marécages et dans les lacs pendant les périodes de déficit pluviométrique.

Mais la principale menace qui pèse sur le complexe marécageux et lacustre réside dans l'utilisation qui en est faite par les populations riveraines.

Les marais constituent d'importantes réserves d'eau, de terrains agricoles, de litières, de fourrage et de matières premières pour les constructions et pour des produits artisanaux.

Devant l'accroissement de la densité de la population, la perte de la fertilité sur les milieux terrestres, surtout lors des périodes de sécheresse prolongées sur les collines, ces marais sont soumis à une exploitation intense et anarchique par l'agriculture. Comme le drainage n'est souvent pas bien fait, il en découle des pertes irréversibles de terres fertiles, de flore et de faune, un abaissement de la nappe phréatique et finalement un assèchement des lacs et des marais pendant les périodes sèches.

Les terres humides (lacs, marécages) des vallées de l'Akanyaru-Akagera sont ainsi menacées d'assèchement suite au mauvais drainage et au brûlis en vue de l'extension des cultures sur les zones semi-inondables habituellement couvertes de papyrus, de phragmites et autres végétaux de zones humides. Ces végétaux font aussi l'objet de surexploitation pour les usages domestiques divers.

Une autre menace qui pèse sur les terres humides est le sur-engravement dans les bas fonds suite à une érosion intense sur les collines à fortes pentes pendant les périodes de fortes pluies.

Tout ceci a aussi un impact sur la productivité agricole des terres humides et des pêcheries dans les lacs.

L'affectation des terres humides au pâturage suivie par le surpâturage surtout pendant la saison sèche, provoque une destruction souvent irréversible de la végétation et un tassement du sol.

De même, d'importantes superficies de terres humides ont été détruites suite à l'extraction de matériaux de construction divers, plus particulièrement l'argile pour la fabrication de briques et tuiles, le sable, le gravier et le moellon

La principale conséquence de tous ces impacts est que le complexe marécageux, réduit en surface et dégradé, ne sera plus en mesure de remplir son rôle de zone tampon, à savoir l'absorption d'eau en périodes de crues et la restitution des eaux en période d'étiage. Le résultat sera donc des inondations catastrophiques pendant les périodes précipitations excédentaires, et plutôt un dessèchement pendant les périodes de déficit pluviométrique.

En définitive, il y aura un rabattement du niveau des nappes phréatiques, la destruction des habitats pour la biodiversité, l'accélération de l'érosion et l'augmentation de la turbidité des eaux, et la perte de revenus de la pêche.

La disparition définitive des lacs du système de l'Akanyaru pourrait survenir encore plus vite, si les agriculteurs détruisent les barrières végétales qui les séparent de la rivière principale. C'est ce qui a provoqué le dessèchement du lac Cohoha Nord (au Rwanda) dans les années 1980.

Ainsi, l'exploitation anarchique des terres humides du Bugesera, qui est d'ailleurs déjà en cours, devrait conduire à leur disparition définitive, c'est-à-dire un dessèchement des lacs et des marécages, avec perte de terres fertiles, de flore et de faune, dont les stocks de poissons d'intérêt alimentaire et économique évident.

3.3.3. Synthèse sur les impacts et la vulnérabilité des écosystèmes humides aux changements climatiques

Une synthèse des impacts des changements climatiques et de la vulnérabilité des écosystèmes humides en rapport avec le lac Tanganyika et ceux du complexe système marécageux et lacustre du Bugesera fait l'objet du tableau 3.

3.3.4. Résultats des consultations régionales

Les consultations régionales ont permis de récolter des informations complémentaires sur les problèmes environnementaux perçus par les partenaires proches des écosystèmes humides étudiés plus haut, mais aussi pour les autres régions du pays, en cas de changements climatiques. Des actions pour surmonter ou s'adapter aux effets néfastes de ces changements ont aussi été proposées.

Ces informations sont regroupées dans le tableau 4. Comme il fallait s'y attendre, des similitudes dans les préoccupations et dans les solutions s'observent d'une région à l'autre.

Tableau 3: Synthèse des impacts des changements climatiques et de la vulnérabilité des écosystèmes humides en rapport avec le lac Tanganyika et ceux du complexe système marécageux et lacustre du Bugesera.

Zone cible	Impact des CC	Vulnérabilité	Actions d'adaptation
Zone pélagique du lac Tanganyika			
	Elévation de la température de l'eau et réduction de la vitesse des vents avec pour effet la réduction des brassages internes et un renforcement de la stratification thermique et chimique, d'où diminution de la couche superficielle riche en sels nutritifs et en oxygène	Diminution de la productivité en plancton, avec pour effet la diminution de la production de sardines (Ndagala et Lumpu)	Elaborer et mettre en application une réglementation de pêche respectueuse de l'environnement
		Reproduction des sardines moins réussie, donc réduction du nombre de juvéniles	Promouvoir et vulgariser des outils de pêche adaptés.
	Réduction de la transparence de l'eau dans le bassin Nord du lac	Diminution des captures de Mukeke (<i>Lates stappersii</i>)	Protéger du lac contre tous les facteurs qui aggravent la turbidité des eaux : charriage de matières en suspension, pollution d'origine industrielle et domestique
			Mettre en place et équiper un laboratoire d'analyses pour le suivi de la qualité des eaux
			Mettre en place un programme pour arrêter la propagation de la jacinthe d'eau
Zones littorale et sub-littorale du lac Tanganyika			
	Risque d'eutrophisation dans le bassin de Bujumbura, avec de fortes fluctuations des teneurs en oxygène dissous et des changements dans la structure des substrats du fonds	Désertion du bassin Nord du lac par les poissons prédateurs visuels dont Mukeke (<i>Lates</i>)	Aménager les décharges publiques de déchets solides selon des méthodes respectueuses de l'environnement
		Reproduction moins réussie pour les sardines (Ndagala et Lumpu) donc réduction du nombre de juvéniles	Protéger du lac contre la pollution par sédimentation par l'aménagement intégré des bassins versants de Mumirwa.
		Changements dans la composition de la faune et diminution de sa biodiversité	Mettre en place et équiper un centre de traitement des rejets industriels avant de les jeter dans le lac Tanganyika
	Fluctuations annuelles et interannuelles du niveau du lac avec pour effet une extension plus ou moins importante de la côte lacustre jusque dans le delta de la Rusizi.	Effets très favorables pour la productivité de l'écosystème « lac », mais catastrophiques pour les infrastructures humaines (habitations, pistes et routes, terrains agricoles)	Identifier et délimiter le littoral du lac Tanganyika Procéder à l'aménagement intégral et à la gestion intégrée du littoral du lac Tanganyika de Gatumba à Nyanza- Lac.

Plaine inondable et marécages périphériques au lac Tanganyika			
	Fluctuations annuelles et inter-annuelles du niveau du lac avec pour effet une extension plus ou moins importante des marécages pendant les périodes de précipitations excédentaires, et une régression pouvant aller jusqu'au dessèchement pendant les périodes de déficit pluviométrique	Les écosystèmes des marécages sont adaptés à cette alternance d'inondations et de dessèchement et s'y adaptent assez rapidement. La principale menace est que les populations riveraines ont tendance à occuper les terrains au cours des périodes de niveaux bas, détruisant les associations végétales typiques et la faune	Procéder à la délimitation du delta de la Rusizi
			Développer des activités alternatives et génératrices de revenus en faveur des populations riveraines de la Réserve Naturelle en vue d'atténuer la pression sur cet écosystème
			Réglementer l'exploitation conservatoire des ressources biologiques de la plaine inondable et les marécages du delta de la Rusizi
Le complexe marécageux et lacustre du Bugesera			
	Région non étudiés lors de la communication initiale	Données climatologiques et hydrologiques anciennes et partielles	Restaurer la station climatologique de Mulehe et installer de stations limnologiques sur l'Akanyaru et l'Akagera
		Scénarios et projections des changements climatiques non disponibles	Elaborer une étude des scénarios climatologiques et hydrologiques pour le Bugesera et l'Est du Burundi
	Les apports en eaux dans le système dépendent essentiellement des excédents d'écoulement des massifs montagneux de l'E et du N-E plus arrosés	Les marécages et les lacs ne se remplissent que quand il y a inondation à partir de l'amont	Promouvoir la protection et la restauration des bouchons marécageux en aval des lacs.
		Les lacs du Bugesera ne gardent leur eau que grâce à l'existence de bouchons marécageux intacts en aval	
	Evaporation plus élevée que les précipitations dans le Bugesera	Forte baisse de niveau pendant les saisons sèches et même risque de dessèchement pendant les très longues périodes de déficit pluviométrique	Maintenir des zones tampons et des zones marécageuses suffisamment importantes pour y stocker un maximum de réserves en eau;
	Écoulement de l'Akagera en aval dépendant de l'intégrité du réservoir de stockage en amont	Risques de trop fortes fluctuations du régime (inondations pendant les saisons pluvieuses et niveau trop bas pendant les périodes sèches)	
	Forte érosion sur le bassin versant pendant les périodes de fortes pluies	Envasement dans les bas fonds	Aménager et gérer la végétation naturelle existant dans et autour des écosystèmes marécageux et lacustres
		Sédimentation et accroissement de la turbidité des eaux dans les lacs, défavorable à la production biologique	Aménager les bassins versants des écosystèmes humides Délimiter et reboiser les zones littorales des écosystèmes humides

Exploitation du complexe marécageux accéléré pendant les périodes de faible pluviométrie sur les terres	Drainage et assèchement des marais, avec pour effet le rabattement des nappes phréatiques	Réglementer de manière stricte une exploitation conservatoire des zones humides pour l'agriculture, l'élevage et les besoins domestiques, avec notamment une délimitation de zones tampons à protéger, des techniques appropriées de drainage et un suivi permanent de l'évolution du système
	Utilisation comme pâturage avec pour effet le tassement du sol et la destruction de la flore et de la faune	
	Coupes de matériaux biologiques pour les constructions et les usages domestiques divers	
	Pression accrue de la pêche sur les ressources en poissons	Réglementer de manière effective et appropriée de la pression de la pêche dans les lacs
Extraction de matériaux de construction	Destruction de biotopes pour la faune et la flore	Réglementer de manière stricte l'extraction des matériaux de construction dans les fonds de vallées
	Risque de destruction des barrages qui retiennent les eaux des lacs	
Questions transversales		
	Connaissances et sensibilité insuffisantes des populations et des décideurs sur les contraintes d'une gestion conservatoire des écosystèmes humides	Renforcer l'éducation environnementale des parties prenantes aux écosystèmes humides Organiser des séances de sensibilisation des décideurs, des administrations locales, des populations à la base et autres intervenants autour et dans les écosystèmes humides

Tableau : Impact des changements climatiques sur les écosystèmes humides et actions d'adaptation proposés lors des séminaires régionaux tenus à Ruyigi, à Kirundo, à Bujumbura, et à Gitega.

Impact	Actions d'adaptation proposée	Ruyigi	Kirundo	Bujumbura	Gitega
Aléas climatiques					
Déficit pluviométrique (sécheresse)					
Dégradation des couvertures végétales et des écosystèmes naturels	Interdire toute installation de populations dans les réserves naturelles			X	X
	Mettre en place un système de lutte contre les feux de brousse	X	X		X
Feux de brousse	Sensibiliser et éduquer la population pour participer à la lutte contre les feux de brousse	X	X		
	Mettre en place des mesures légales très strictes pour décourager les feux de brousses	X	X		X
Disparition de la végétation autour des lacs et dans les marais suite à l'exploitation anarchique et à la sécheresse	Promouvoir un aménagement intégré des marais incluant l'ensemble des bassins versants		X		X
	Délimiter et faire respecter les zones tampons dans l'aménagement des marais et des abords de lacs	X	X	X	X
Diminution des ressources en eau	Promouvoir la maîtrise et la bonne gestion de l'eau notamment avec des retenues collinaires	X	X		X
	Mettre en place et promouvoir des méthodes adéquates d'irrigation et d'arrosage		X		X
Transhumance et surpâturage	Promouvoir la stabulation permanente	X	X		X
Fortes précipitations					
Erosion hydrique sur les versants et transport de boues les bas fonds	Promouvoir la lutte anti-érosive dans les zones de cultures	X	X		X
Inondation et envasement dans les marais, les fonds de vallées et les lacs	Protéger les marais par un aménagement adéquat au niveau des bassins versants	X	X		X
	Curage et draguage du port de Bujumbura			X	
Problèmes communs					
Connaissances insuffisantes sur les causes des changements climatiques	Mettre en place un système performant de collecte et de traitement des données climatologiques	X			
	Former un nombre suffisant de spécialistes en climatologie		X	X	
	Recherches en vue de l'identification des causes des CC au niveau national		X	X	

Insuffisance d'informations au sujet des phénomènes climatiques	Promouvoir la recherche en vue de la gestion des conséquences des CC		X	X	
	Former et sensibiliser la population sur la réalité et les conséquences des changements climatiques		X	X	
	Mettre en place un système d'alerte et d'adaptations coordonnés en prévision des catastrophes naturelles, dont climatiques		X	X	
	Mise en place de directives claires d'adaptation issues des recherches rigoureuses		X	X	
	Constitution de plans d'urgence et de stocks stratégiques en prévision de catastrophes probables		X	X	
Manque de techniciens formés dans la gestion de l'eau	Former les techniciens supérieurs et moyens dans la gestion de l'eau	X	X		
Manque de sensibilisation et de formation sur les méthodes appropriées de gestion des sols et des ressources naturelles et de protection de l'environnement	Promouvoir une approche ascendante pour la sensibilisation de population et des décideurs sur l'aménagement des ressources et la protection de l'environnement		X	X	X
	Mettre en place un programme de vulgarisation des méthodes rationnelle d'utilisation des ressources		X	X	
	Sensibilisation de la population s'appuyant sur les associations et les écoles locales				
	Mettre en place un cadre de collaboration entre la police de l'environnement et l'administration		X		X
Manque de coordination entre les différents intervenants dans la mise en valeur des ressources et l'aménagement du territoire	Mettre en place des plans régionaux concertés de la base au sommet et définissant un zonage pour les espaces à protéger rigoureusement, les espaces agricoles, les espaces forestiers, et ceux à consacrer à l'élevage.		X	X	X
	Promouvoir les études d'impact environnemental des aménagements des terres et des marais		X	X	X
	Promouvoir l'aménagement intégré des bassins versants		X		X
	Délimiter et protéger les bordures des lacs et des marais		X	X	
	Mettre en place un plan d'aménagement des marais		X		
	Coordination des projets en vue de la continuité des actions			X	
Pêche illicite et surpêche avec des engins illicites	Promouvoir l'application de la réglementation existant sur les pêches		X		
Pauvreté de la population	Promouvoir les activités génératrices de revenus pour les populations vulnérables		X	X	

Section 4 : Identification des critères prioritaires

Dans les lignes directrices pour l'établissement de programmes d'action nationaux aux fins d'adaptation, il est préconisé qu'un pays devait être libre de choisir les critères qui conviennent le mieux à sa situation.

Ainsi, l'équipe PANA du Burundi s'est convenu que les actions d'adaptations devraient être de nature à permettre :

- une adaptation aux effets changements climatiques ;
- la prévention des risques climatiques ;
- la gestion durable de l'environnement ;
- la lutte contre la pauvreté ;
- la sécurité alimentaire ;
- la promotion de la femme ;
- et la croissance économique.

Le coût des différentes actions est aussi un facteur important qui doit être pris en considération.

Après une évaluation des critères et une concertation au sein de l'équipe PANA, un poids relatif a été donné à chacun des derniers. Ceci a permis leur classement par priorité (tableau 5)

Tableau 5 : Poids relatif et classement des critères d'adaptation triées par ordre décroissant.

	Critères	Pondération absolue	Pondération relative
1	Gestion durable de l'environnement	25	0,25
2	Coût	20	0,20
3	Aptitude à l'adaptation	15	0,15
4	Lutte contre la Pauvreté	14	0,14
5	Sécurité alimentaire	10	0,10
6	Prévention des risques climatiques	10	0,10
7	Promotion de la femme	4	0,04
8	Croissance économique	2	0,02
	Total	100	1,00

Section 5 : Prioritisation des actions d'adaptation

La fusion des tableaux et permet d'obtenir une liste globale de trente-deux actions (32), dont (voir le tableau 1 en annexes):

- trois (3) en rapport avec la prévention de la pollution du lac Tanganyika ;
- deux (2) en rapport avec la gestion des marécages et zones inondables autour du lac Tanganyika ;
- quatre (4) en rapport avec la gestion des écosystèmes humides du Bugesera ;
- et deux valables pour tous les lacs.

Il a donc un total de 9 actions spécifiques sur les écosystèmes humides. Les dix-huit (18) autres sont des actions transversales, c'est-à-dire dont l'impact se répercute aussi sur les autres secteurs de l'environnement et la vie socio-économique nationale.

Des neuf (9) actions spécifiques sur les écosystèmes humides, nous en avons retenu cinq (5) pour la procédure de priorisation, soit:

1. Protéger le lac contre tous les facteurs qui aggravent la turbidité des eaux et la sédimentation.
2. Procéder à un aménagement intégral et à la gestion intégrée du littoral inondable du lac Tanganyika.
3. Promouvoir la gestion conservatoire des ressources biologiques dans les marécages et la plaine inondable du delta de la Rusizi
4. Délimiter les bouchons marécageux et les zones tampons en aval des lacs du Bugesera et y promouvoir la protection stricte ou la restauration là où ils sont déjà entamés.
5. Délimiter et protéger une bande de végétation naturelle d'au moins 50 m à des zones stratégiques autour du complexe marécageux et des lacs du Bugesera

Pour la priorisation des actions d'adaptations proposées, l'équipe PANA a utilisée l'analyse à critères multiples, qui permet de calculer le poids total de chacune, qui est la somme des poids relatifs (pondérés) calculés par rapport à sa pertinence avec chacun des huit (8) critères prioritaires retenus plus haut (Section 4).

Pour les critères avantageux, le poids relatif d'une option a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Score pondéré} = \frac{(\text{Score de l'option considéré} - \text{Score le plus petit})}{(\text{Score le plus grand} - \text{Score le plus petit})}$$

Pour les critères défavorables, dans ce cas ici c'était le Coût, le poids relatif d'une option a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Score pondéré} = \frac{(\text{Score le plus grand} - \text{Score considéré})}{(\text{Score le plus grand} - \text{Score le plus petit})}$$

Ces calculs, effectués dans une feuille de calcul de logiciel Excel, et l'ordre de priorité qui en a résulté sont détaillés dans le tableau 6 n° ci-après.

Ainsi, la liste des activités d'adaptation aux changements climatiques sélectionnées et rangées par ordre de priorité est la suivante :

	Action d'adaptation	Score
1	Délimiter les barrages marécageux et les zones tampons en aval des lacs du Bugesera et y promouvoir la protection stricte ou la restauration là où ils sont déjà entamés	7
2	Promouvoir la gestion conservatoire des ressources biologiques dans les marécages et la plaine inondable du delta de la Rusizi	5,75
3	Procéder à un aménagement intégral et à la gestion intégrée du littoral inondable du lac Tanganyika.	4,42
4	Délimiter et protéger une bande de végétation naturelle d'au moins 50 m à des zones stratégiques autour du complexe marécageux et des lacs du Bugesera	3,25
5	Protéger le lac contre tous les facteurs qui aggravent la turbidité des eaux et la sédimentation	0

Nous présentons ci-après des profils de projets pour les 3 premières activités.

Section 6. Fiches de projet

FICHE DE PROJET N° 1

1. Titre : **Protection / restauration des barrages marécageux et des zones tampons en aval des lacs du Bugesera**

2. Contexte et justification relativement aux changements climatiques

Le complexe marécageux et lacustre du Bugesera est menacé de disparition et même de dessèchement à cause de la pression de l'agriculture, de l'élevage et autres extractions par les populations riveraines, qui s'intensifient pendant les périodes de faible pluviométrie dans la région. Ces périodes de sécheresse, qui ont déjà été très dures au cours des cinq dernières années, devraient s'amplifier avec les changements climatiques annoncés.

On sait que les marécages et lacs du complexe de l'Akanyaru ne gardent leur eau que grâce à l'existence de bouchons marécageux intacts entre la rivière et les vallées secondaires, qu'un drainage des marais a pour effet le rabattement des nappes phréatiques, et que l'extraction désordonnée de matériaux divers (tourbe, végétaux, etc.) a pour effet la destruction des barrages végétaux qui retiennent les eaux des lacs.

Par ailleurs, les populations riveraines ont besoin des ressources issues du complexe marécageux pour leur alimentation et son développement.

Si ces barrages biologiques en aval des lacs n'étaient pas protégés ou restaurés là où ils sont déjà entamés, surtout pendant les périodes de sécheresse, ces lacs pourraient disparaître à court terme comme cela a déjà été le cas pour le lac Cohoha Nord au Rwanda, et en cours pour le lac Gacimirinda.

3. Description

- Objectifs des activités

Pour réussir l'objectif de maintenir les marécages et les lacs sous eau y compris pendant les périodes les plus sèches, il faut des actions au niveau de la sensibilisation, au niveau technique, et au niveau réglementaire. Il faut donc :

- informer et sensibiliser les populations riveraines sur l'impératif qu'il y a à protéger une partie du complexe hydrologique en vue de permettre l'exploitabilité d'autres parties sur le long terme.
- délimiter physiquement les zones tampons et autres zones marécageuses à protéger strictement et restaurer les zones sensibles déjà entamés ;
- mettre en place une réglementation et un suivi pour la pratique de l'agriculture et de l'élevage et pour l'extraction de certaines matières premières dans les zones autorisées.

- Intrants

Les intrants consistent dans :

- les activités d'information et de sensibilisation des populations concernées
- le travail technique de délimitation physique des zones sensibles et de restauration
- la mise en place d'une réglementation concertée et la mise en œuvre de celle-ci par les autorités locales en collaboration avec la police de l'environnement.

Toutes ces actions nécessitent des moyens humains, techniques (et moyens de déplacement) et financiers conséquents

- Extrants à court terme

Les lacs et les marécages du Bugesera, actuellement menacés de disparition pendant les périodes de sécheresse, pourront garder (ou retrouver) un niveau suffisant pour les besoins des populations en eau pour la consommation, l'agriculture irriguée, l'élevage, et la vie des poissons.

- Résultats potentiels à long terme

Le complexe marécageux et lacustre du Bugesera continue à remplir sa fonction hydrologique et climatique dans la région, tout en offrant des opportunités de revenus par une pratique raisonnable de l'agriculture, de l'élevage, et d'extractions diverses par les populations riverains.

4. Mise en œuvre**- Arrangements institutionnels**

L'initiative du projet sera sous la responsabilité de l'INECN qui travaillera sur le terrain avec l'administration locale (depuis le Gouverneur jusqu'aux chefs de collines) et la DPAE Kirundo

- Risques et obstacles

La région concernée par le projet est frontalière avec le Rwanda ; il faut envisager d'inclure une action diplomatique, depuis les instances les plus hautes au niveau national, pour obtenir la coopération du Rwanda.

Il faut aussi s'attendre à une forte résistance des propriétaires (ou supposés tels) des terrains qui seront concernés par le projets. Es arrangements ponctuels devront être trouvés à chaque fois.

- Suivi et évaluation

Le suivi et l'évaluation du projet devront être effectué par une équipe mixte permanente, constituée de techniciens et d'administratifs désignés par le Ministère ayant l'environnement et l'aménagement du territoire dans ses attributions.

- Ressources financières

FICHE DE PROJET N° 2

1. Titre : Gestion conservatoire des ressources biologiques dans les marécages et la plaine inondable du delta de la Rusizi

2. Contexte et justification relativement aux changements climatiques

Les écosystèmes de la plaine inondable du delta de la Rusizi sont sous la menace permanente des pressions l'agriculture, le pâturage, les coupes de bois, et les feux, surtout pendant les périodes de déficit pluviométrique qui s'accompagnent d'une baisse importante des niveaux dans le lac Tanganyika et dans rivière. Certaines personnes veulent même y installer des infrastructures permanentes. Les écosystèmes naturels typiques de cette zone risquent de disparaître définitivement

L'INECN, premier responsable des lieux, devrait se doter des moyens pour protéger plus efficacement ces écosystèmes contre toute dégradation. Une fois détruits; ils ne pourront plus se reconstituer, et les ressources biologiques qu'ils abritent seront perdus définitivement.

3. Description

- **Objectifs des activités**
- **Intrants**
- **Extrants à court terme**
- **Résultats potentiels à long terme**

4. Mise en œuvre

- **Arrangements institutionnels**
- **Risques et obstacles**
- **Suivi et évaluation**
- **Ressources financières**

FICHE DE PROJET N° 3

1. Titre : Aménagement et gestion intégrée du littoral inondable du lac Tanganyika.

2. Contexte et justification relativement aux changements climatiques

3. Description

- Objectifs des activités
- Intrants
- Extrants à court terme
- Résultats potentiels à long terme

4. Mise en œuvre

- Arrangements institutionnels
- Risques et obstacles
- Suivi et évaluation
- Ressources financières

7. Références bibliographiques

Coenen E. J., Hanek G., Kotilainen P., 1993: Shoreline classification of Lake Tanganyika based on the results of an aerial frame survey. FAO/FINNIDA Research for the Management of the Fisheries of Lake Tanganyika. GCP/RAF/271/FIN-TD/10.

Coulter G.W. (eds). 1991. Lake Tanganyika and its life. British Museum (Natural History) and Oxford University Press, Oxford. 354p.

IGEBU, 2001 : Evolution climatique actuelle et développement des scénarios de changements climatiques à l'horizon 2050.

Ntakimazi G., B. Nzigigahera, F. Nicayenzi, K. West, 2000 : L'état de la diversité biologique dans les milieux aquatiques et terrestres du delta de la Rusizi. Rapport de l'Etude Spéciale Biodiversité (ESBIO). Projet Lutte contre pollution et autres mesures visant à protéger la biodiversité du lac Tanganyika (RAF/92/G32).

Ntakimazi, G. 1985 : Hydrobiologie du Bugesera, en particulier des lacs Cohoha Sud et Rweru en vue d'une gestion qualitative de la forme piscicole. Vol. I et II, Thèse de doctorat, F.U.L., Arlon Belgique 454p.

Ntakimazi, G. 1991 : L'évolution de la faune piscicole dans les lacs Cohoha et Rweru au cours des dix dernières années. In : Rapport de la deuxième consultation technique portant sur l'aménagement des pêcheries des lacs Cohoha et Rweru. Projet Régional PNUD/FAO pour la planification des Pêches Continentales (PPEC), RAF/87/099-TD/30/91.

Ntakimazi, G., 1995 : Le rôle des Ecotones terre / eau dans la diversité biologique et les ressources du lac Tanganyika. Projet UNESCO/MAB/DANIDA 510/BDI/40, 1991-1994, Rapport final, 84 p.

O'Reilly C. M., Alin S. R., Plisnier P. D., Cohen A.S., Mckee B. A., 2003 : Climate change decrease aquatic ecosystem productivity of Lake Tanganyika, Africa. Nature, Vol.424 (766-768)

Plisnier, P. D. 1997: Climate, Limnology and fisheries changes of Lake Tanganyika. FAO/FINNIDA Research for the Management of the Fisheries of Lake Tanganyika. GCP/RAF/271/FIN-TD.72 (En) : 39p.

Plisnier P. D. 2000 : Receny climate and limnological changes in Lake Tanganyika. Verh. Internat. Verein. Limnol. 27 (1 – 4)

Plisnier P. D. 2004: Probable impact of global warming and ENSO on Lake Tanganyika. Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer 50 (2004-2), 185-196.

République du Burundi, 2001 : Communication initiale sur l'impact des gaz à effet de serres sur les changements climatiques au Burundi.

Verburg P., B. Kakogozo, L. Makassa, S. Muhoza, and J. M. Tumba, 1998 :

Hydrodynamics of Lake Tanganyika :1993-1996. Synopsis and interannual comparisons. FAO/FINNIDA Research for the Management of the Fisheries of Lake Tanganyika. GCP/RAF/271/FIN-TD.87 (En) : 52p.

Verburg P., Hecky R. & Kling H., 2003: Ecological consequences of a century of warming in Lake Tanganyika

United Republic of Tanzania, 2003. Initial National Communication under the United Nation framework Convention on the Climate Change (UNFCCC).

8. Annexes

1. Liste de l'ensemble des actions d'adaptation inventoriées dans cette étude

Actions en rapport avec la pollution du lac Tanganyika

1. Protéger du lac contre tous les facteurs qui aggravent la turbidité des eaux et la sédimentation
2. Mettre en place et équiper un centre de traitement des rejets industriels avant de les jeter dans le lac Tanganyika
3. Mettre en place et équiper un laboratoire d'analyses pour le suivi de la qualité des eaux du lac Tanganyika

Actions en rapport avec la gestion des écosystèmes humides autour du lac Tanganyika

4. Procéder à un aménagement intégral et à la gestion intégrée du littoral inondable du lac Tanganyika.
5. Promouvoir la gestion conservatoire des ressources biologiques dans les marécages et la plaine inondable du delta de la Rusizi

Actions en rapport avec la gestion des écosystèmes humides du Bugesera

6. Procéder à l'aménagement intégral et à la gestion intégrée du complexe marécageux et lacustre du Bugesera
7. Délimiter les barrages marécageux et les zones tampons en aval des lacs du Bugesera et y promouvoir la protection stricte ou la restauration là où ils sont déjà entamés
8. Délimiter et protéger une bande de végétation naturelle d'au moins 50 m à des zones stratégiques autour du complexe marécageux et des lacs du Bugesera
9. Mettre en place et promouvoir des méthodes adéquates d'irrigation et d'arrosage

Action valable pour tous les lacs

10. Promouvoir l'application de la réglementation existant sur les pêches
11. Mettre en place un programme pour arrêter la propagation de la jacinthe d'eau

Actions transversales (à impact national)

12. Aménager les décharges publiques de déchets solides selon des méthodes respectueuses de l'environnement
13. Elaborer une étude des scénarios climatologiques et hydrologiques pour le Bugesera et l'Est du Burundi
14. Promouvoir la maîtrise et la bonne gestion de l'eau notamment avec des retenues collinaires
15. Former les techniciens supérieurs et moyens dans la gestion de l'eau
16. Sensibiliser et éduquer la population pour participer à la lutte contre les feux de brousse
17. Promouvoir les études d'impact environnemental des aménagements des terres et des marais
18. Développer des activités alternatives et génératrices de revenus en faveur des populations vulnérables riveraines des écosystèmes humides
19. Promouvoir la stabulation permanente
20. Promouvoir la recherche en vue de l'identification des causes et de la gestion des conséquences des CC
21. Mettre en place de directives claires d'adaptation issues des recherches rigoureuses

22. Mettre en place un système d'alerte et d'adaptation coordonné en prévision des catastrophes naturelles climatiques
23. Mettre en place un programme de vulgarisation des méthodes rationnelle d'utilisation des ressources de l'environnement
24. Mettre en place un cadre de collaboration entre la police de l'environnement et l'administration
25. Mette en place des mesures légales très strictes pour décourager les feux de brousses
26. Interdire toute installation de populations dans les réserves naturelles
27. Former un nombre suffisant de spécialistes en climatologie
28. Informer et sensibiliser la population sur la réalité et les conséquences des changements climatiques
29. Mettre en place un système performant de collecte et de traitement des données climatologiques
30. Mettre en place des plans régionaux définissant un zonage pour les espaces à protéger rigoureusement, les espaces agricoles, les espaces forestiers, et ceux à consacrer à l'élevage.
31. Constituer des plans d'urgence et des stocks stratégiques en prévision de catastrophes naturelles probables
32. Curage du port de Bujumbura