





RÉSUMÉ



Bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi : Résumé

Publié par l'Autorité du Bassin du Lac Kivu et de la Rivière Ruzizi/Rusizi (ABAKIR) et Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH dans le cadre du projet « Appui à la gestion intégrée des ressources en eau du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi ».

Sièges sociaux : Rubavu, Rwanda ; Bonn et Eschborn, Allemagne.

Le programme est cofinancé par l'Union européenne et le Ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (BMZ). GIZ est responsable du contenu de cette publication.

TABLE DES MATIÈRES

1	Contexte de l'étude	5	7	Menaces environnementales	24
				7.1 Risques naturels	24
2	Gestion intégrée des ressources en eau du bassin	6		7.2 Dégradation des sols	2
	du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi			7.3 Sources potentielles de pollution	26
				7.4 Autres impacts humains	26
3	Définition de la zone d'étude	7			
			8	Services écosystémiques	27
4	Environnement physique	8		8.1 Écosystème aquatique	27
	4.1 Topographie, géomorphologie, types de sol et géologie	8		8.2 Écosystème forestier	28
	4.2 Contexte climatique	9		8.3 Solution potentielle : intégrer les paiements pour les services	29
	4.3 Démographie	11		écosystémiques (PSE) dans la gestion des bassins	
	4.4 Utilisation du sol	12			
			9	Cadres juridiques, institutionnels et transfrontaliers	30
5	Ressources en eau	16		pour la gestion des ressources en eau et de	
	5.1 Eaux de surface	16		l'environnement dans le bassin	
	5.2 Eaux souterraines	16		9.1 Cadres juridiques	30
	5.3 Qualité physicochimique de l'eau	17		9.2 Cadres institutionnels	3
	5.4 Bilan hydrologique	17		9.3 Cadres de gestion transfrontaliers et internationaux	32
6	Utilisation de l'eau	19	10	Propositions pour améliorer et harmoniser les cadres	33
	6.1 Eau potable	20		juridiques et le programme d'action dans le bassin	
	6.2 Agriculture	20			
	6.3 Hydroélectricité	22	11	Conclusions générales	3
	6.4 Extraction de méthane et de pétrole	22			
	6.5 Autres activités commerciales	22			

Liste des abréviations

ABAKIR Autorité du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi

CICOS Commission internationale du bassin Congo-Oubangui-Sangha

GIEC Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat

GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH

IWRM Gestion intégrée des ressources en eau

MININFRA Ministère des Infrastructures (Rwanda)

PES Paiements pour les services écosystémiques

RDC République démocratique du Congo

RUSLE Revised Universal Soil Loss Equation (équation universelle de perte de sol)

SWOT Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats (forces, faiblesses, opportunités et menaces)

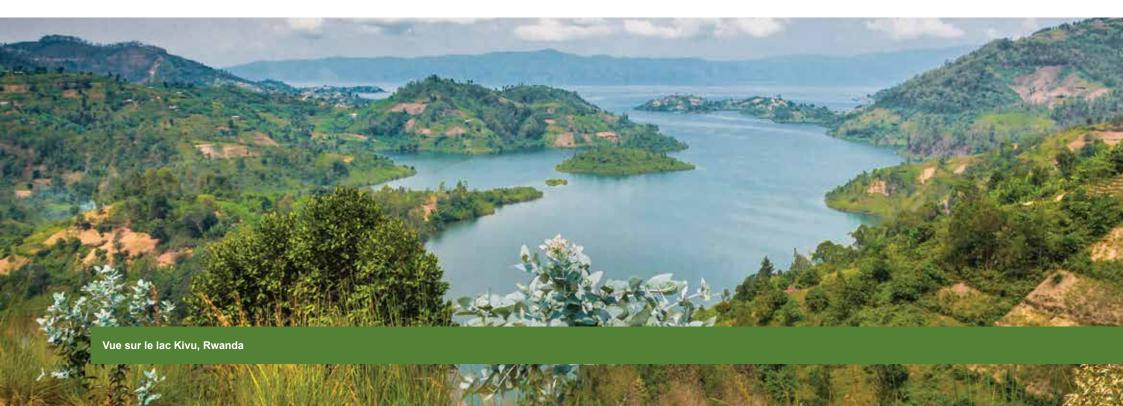
WEF Water-Energy-Food Security (Sécurité eau, énergie, alimentation)



Les trois États membres du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi, la République du Burundi, la République démocratique du Congo (RDC) et la République du Rwanda, ont fondé l'Autorité du bassin transfrontalier du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi, connue sous l'acronyme français « ABAKIR » (Autorité du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi)

en tant qu'autorité responsable de la gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi. La présente étude, financée par l'Union européenne et le Ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement, fait suite à une demande de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ) d'une étude de base étendue du bassin transfrontalier du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi, appuyant ainsi l'opérationnalité de cette autorité.

L'étude se concentre sur la **gestion intégrée des ressources en eau (GIRE)**, qui implique la coordination, le développement et la gestion de l'eau, des terres et des ressources connexes pour produire un bien-être économique et social, tout en tenant compte de la durabilité et des aspects environnementaux et écosystémiques. En soutenant ABAKIR, l'étude constitue également une opportunité d'encourager la coopération régionale.





CHAPITRE 2

Gestion intégrée des ressources en eau du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi

La Convention internationale relative à la gestion intégrée de la ressource en eau du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi a été signée le 4 novembre 2014 par les représentants du Burundi, de la RDC et du Rwanda. Cependant, les trois pays n'ont pas encore ratifié la convention.

ABAKIR a été établi en tant qu'organisme transitoire après la signature de la convention. La **mission d'ABAKIR** est de promouvoir le développement économique, industriel et social dans chacun des États membres en optimisant les avantages des ressources en eau et en augmentant l'utilisation des ressources en eau pour la production d'énergie et d'autres fins bénéfiques tout en préservant l'environnement. L'objectif d'ABAKIR est d'assurer la protection et la conservation des ressources en eau dans le bassin versant du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi grâce à une gestion intégrée et durable.

Pour atteindre cet objectif, les parties à la convention doivent :

- coopérer au développement d'une vision stratégique commune pour la gestion du bassin et à la mise en œuvre des programmes d'action qui en découlent;
- coopérer à la conception et à la mise en œuvre de règles et de normes harmonisées pour la gestion des ressources en eau dans le bassin;
- accorder une attention particulière aux communautés riveraines actuelles et futures afin qu'elles bénéficient de l'utilisation durable des ressources naturelles et de la gestion du bassin.

Actuellement, ABAKIR opère par le biais d'une structure de gouvernance temporaire dont le siège est à Rubavu, au Rwanda. Cette structure comprend un directeur coordinateur, un codirecteur chargé des opérations, et un codirecteur chargé de l'administration et des finances. Son mandat est de prendre des mesures préliminaires pour soutenir la ratification de la convention et l'établissement d'un ABAKIR trilatéral permanent, ce qui s'inscrit dans le cadre des politiques et stratégies sectorielles du Burundi, de la RDC et du Rwanda, qui visent à renforcer la collaboration régionale autour de la gestion des ressources naturelles et énergétiques, tout en protégeant l'environnement.

Sur le plan politique, un ABAKIR permanent **favorisera la stabilité régionale et la bonne gouvernance** en renforçant les relations entre les États membres. Il contribuera ainsi au maintien de la paix, car la gestion des ressources partagées est souvent source de conflits lorsqu'elle n'est pas structurée et réglementée.

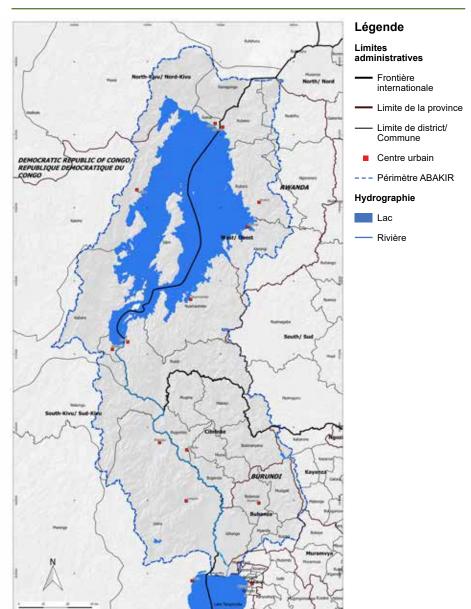


La zone d'étude englobe le bassin versant transfrontalier du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi jusqu'à son embouchure au lac Tanganyika. Elle se situe dans la zone d'intervention d'ABAKIR, et comprend des régions du Burundi, de la RDC et du Rwanda. Dans ces pays, la disponibilité de certaines données ainsi que leur qualité et leur précision ne sont pas toujours équivalentes. Afin d'harmoniser les données dans tout le bassin pour les besoins de cette étude, les données de terrain disponibles et accessibles ainsi que des données globales ont été combinées.

La superficie totale de la zone d'étude est de **13 449** km², dont 2706 km² (20,2 %) appartiennent au Burundi, 6227 km² (46,5 %) à la RDC et 4452 km² (33,3 %) au Rwanda. En tenant compte de la superficie du lac Kivu (2 412 km²), la superficie terrestre de la zone d'étude est de 10 973 km². Le bassin du lac Kivu est partagé uniquement entre la RDC et le Rwanda.

D'un point de vue administratif, les trois pays sont divisés en provinces. La zone d'étude englobe **huit provinces** : Cibitoke, Bubanza, Kayanza et Bujumbura rural au Burundi ; Nord-Kivu et Sud-Kivu en RDC ; et ouest et sud au Rwanda (voir Figure 1).

Figure 1 : Limites administratives dans la zone d'étude





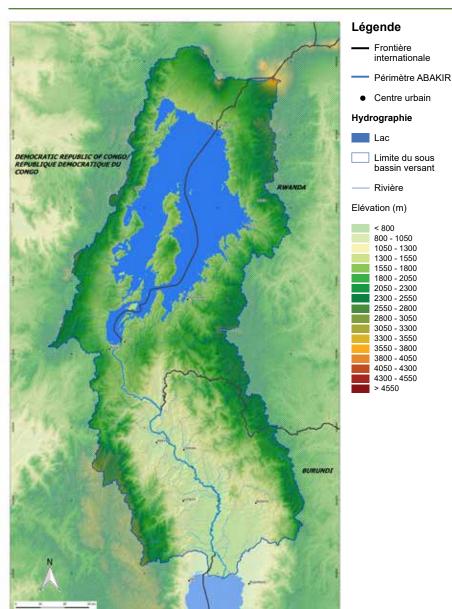
4.1 Topographie, géomorphologie, types de sol et géologie

Le Burundi, la RDC et le Rwanda font partie de la région des Grands Lacs africains : hautes montagnes, volcans, terrains érodés et lacs, dont le lac Kivu dans la zone d'étude. Sur le plan de la topographie, l'altitude et le relief, les paysages sont variés, marqués par une végétation abondante caractéristique du climat équatorial de haute altitude (voir Figure 2).

Dans la partie nord du bassin, les montagnes dépassent 3000 m d'altitude, atteignant respectivement 3058 m, 3470 m et 4507 m (volcans Nyamulagira, Nyiragongo et mont Karisimbi). Ceux-ci constituent la limite nord du bassin dans la chaîne des Virunga. Le relief généralement très accidenté du nord du bassin se traduit par des pentes fortes, avec des **gradients dépassant fréquemment 60 %.**



Figure 2 : Topographie de la zone d'étude



Le lac Kivu, dont l'altitude moyenne est de 1462 m, est un lac de barrage volcanique dont les rives sont divisées en de nombreuses baies, caps et îles. L'exutoire du lac Kivu est la rivière Ruzizi/Rusizi, qui coule vers le sud sur 168 km, creusant des gorges à travers des amas de basalte, pour se jeter dans le lac Tanganyika. La rivière draine la vaste plaine de la Ruzizi/Rusizi, qui s'étend sur environ 1345 km² à des altitudes comprises entre 770 m et 950 m.

La configuration géologique du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/
Rusizi comprend essentiellement des unités lithostratigraphiques d'âge
précambrien. Les principales roches métamorphiques sont des gneiss
et des complexes gneissiques et micaschistes, ainsi que des quartzites,
des métasédiments granitoïdes et schisteux, et de nombreuses intrusions
granitiques. La zone d'étude comprend également des dépôts sédimentaires
fluviolacustres d'âge cénozoïque (principalement dans la plaine de la
Ruzizi/Rusizi moyenne et inférieure), ainsi que des roches volcaniques
(principalement basaltiques) qui se sont formées depuis le Tertiaire jusqu'à
nos jours suite à des éruptions volcaniques successives (voir Figure 3).

Les sols du bassin sont regroupés en six groupes principaux : Umbrisols, Leptosols, Ferralsols, Gleysols, Acrisols et Andosols (voir Figure 4).

4.2 Contexte climatique

La zone d'étude est caractérisée par un **climat tropical**, marqué par un régime saisonnier avec une longue et une courte saison sèche, ainsi qu'une longue et une courte saison des pluies.

Les températures et l'évapotranspiration sont étroitement liées à la topographie. Les températures annuelles moyennes dans les neuf principaux centres urbains du bassin vont de 14,7 °C (Bigogwe) à 23 °C (Bubanza et Bugurama), tandis que les précipitations annuelles moyennes vont de 1020 mm (Cibitoke et Rubavu) à 1830 mm (Kalonge). Les précipitations varient en fonction de l'altitude et de la saison, et suivent un schéma à quatre cycles. Le Tableau 1 présente les valeurs moyennes de température, de précipitations et d'évapotranspiration pour neuf centres du bassin versant.

Figure 3 : Géologie de la zone d'étude

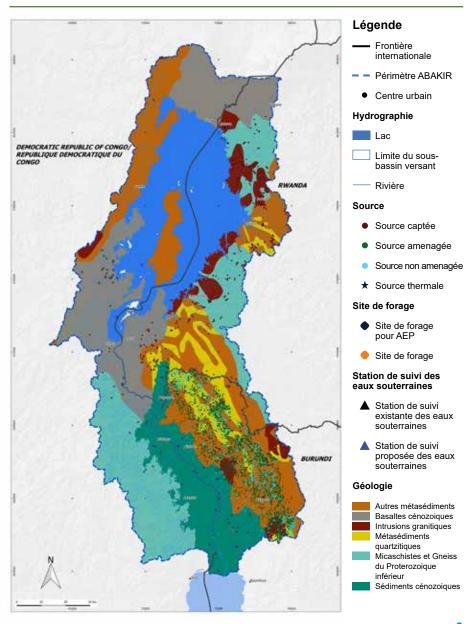
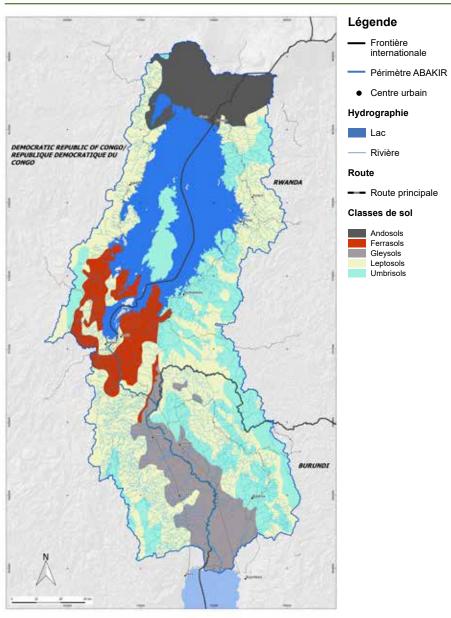


Figure 4 : Sols de la zone d'étude



Frontière internationale

Centre urbain

Ferrasols

Umbrisols

Tableau 1 : Variables climatiques dans les localités du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi

VILLE	ALTITUDE (m)	TEMPÉRATURE (°C)	PRÉCIPITATION (mm/an)	ÉVAPOTRANS- PIRATION (mm/an)
Bubanza (Burundi)	1 063	22.5	1 120	1 900
Cibitoke (Burundi)	930	23.0	1 020	1 970
Mount Lungera (Burundi)	2 470	15.4	1 650	1 200
Bigogwe (Rwanda)	2 350	14.7	1 250	1 190
Bugarama (Rwanda)	970	23.0	1 160	1 990
Rubavu (Rwanda)	1 510	19.2	1 020	1 200
Bukavu (RDC)	1 550	19.4	1 400	1 260
Kalehe (RDC)	1 850	16.8	1 530	1 170
Kalonge (RDC)	2 165	15.1	1 830	1 250

Pour prédire l'impact que le changement climatique pourrait avoir sur la zone d'étude, les projections des données de précipitations mensuelles ont été analysées pour quatre scénarios de forçage radiatif proposés par le Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat (GIEC). Seize modèles de circulation globale développés par le GIEC ont été utilisés comme références pour cette étude. Dans tous les scénarios, les précipitations annuelles ont tendance à augmenter légèrement en raison de l'impact du changement climatique.

En ce qui concerne la température atmosphérique proche de la surface, les 16 modèles indiquent une augmentation significative de la température d'ici à 2050, quel que soit le scénario de base. D'après les prévisions, il faut **s'attendre** à une augmentation des périodes de chaleur (jour et nuit) à l'avenir.

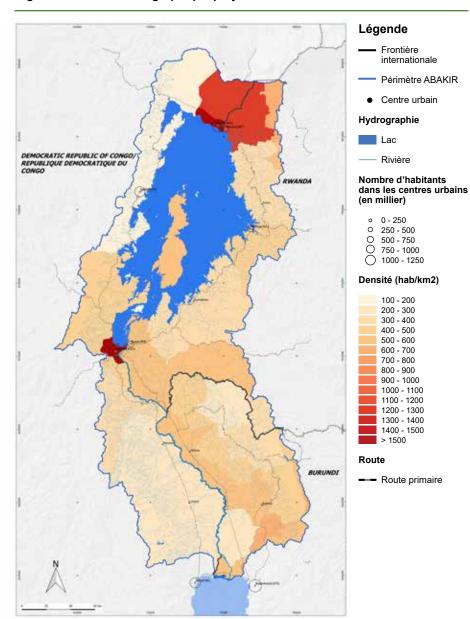
L'augmentation des températures et la modification de la répartition mensuelle des précipitations rendent plus probable l'apparition de sécheresses prolongées et plus fréquentes.

4.3 Démographie

La population du bassin en 2020 était estimée à 11 millions d'habitants, dont 6,8 millions d'habitants en RDC (62 %), 2,5 millions au Rwanda (23 %) et 1,7 million au Burundi (15 %). Compte tenu du taux de croissance démographique annuel actuel dans les trois pays, la population du bassin devrait atteindre 27,5 millions d'habitants en 2050, soit une augmentation de près de 150 % en 30 ans (voir Figure 6).

Le **Burundi** connaît actuellement une expansion importante de sa population, qui augmente de plus de 3 % par an compte tenu d'un taux de fécondité élevé (5,5 enfants/femme). D'autre part, le taux de pauvreté est très élevé, 72,9 % de la population vivant sous le seuil de pauvreté national en 2016. Il existe également de grandes disparités entre les zones rurales et urbaines. Ces

Figure 5 : Densité démographique projetée dans la zone d'étude en 2020



¹ Les quatre scénarios sont nommés en fonction de la fourchette de forçage radiatif ainsi obtenue pour l'année 2100 : le scénario RCP2.6 correspond à un forçage de + 2,6 W/m² et les scénarios RCP4.5, RCP6 et RCP8.5 correspondent respectivement à un forçage de + 4,5 W/m², + 6 W/m² et + 8,5 W/m².

Légende Frontière internationale Périmètre ABAKIR Centre urbain Hydrographie Lac DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO/ Rivière REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU Nombre d'habitants dans les centres urbains (en millier) 0 - 250 0 250 - 500 O 500 - 750 O 750 - 1000 O 1000 - 1500 1500 - 2000 > 2000 Densité (hab/km2) 100 - 200 200 - 300 300 - 400 400 - 500 500 - 600 600 - 700 700 - 800 800 - 900 900 - 1000 1000 - 1100 1100 - 1200 1200 - 1300 1300 - 1400 1400 - 1500 1500 - 2000 > 2000 Route --- Route primaire

Figure 6 : Densité démographique projetée dans la zone d'étude en 2050

disparités se reflètent par exemple dans l'accès à l'eau potable, avec 60 % de la population en milieu rural ayant accès à l'eau potable en 2013, contre 83 % de la population de la ville de Bujumbura. Seulement 39,6 % de la population urbaine a accès à l'électricité domestique. Plus de 85 % des hommes en âge de travailler travaillaient dans l'agriculture en 2014 (voir Figure 5).

Dans les provinces du Sud-Kivu et du Nord-Kivu en **RDC**, plus de 40 % de la population vit dans des zones urbaines. Les taux de pauvreté au Sud-Kivu (84,7 %) et au Nord-Kivu (72,9 %) sont supérieurs à la moyenne nationale (71,3 %) à cause du secteur agricole informel qui fournit près de 70 % des emplois. Seuls 38 % de la population ont accès à l'électricité (52 % en milieu urbain, 23 % en milieu rural) tandis que 82 % de la population ont accès à une source améliorée d'eau potable (94 % en milieu urbain, 69 % en milieu rural).

Au cours des deux dernières décennies, le taux de croissance démographique du **Rwanda** a diminué pour atteindre 2,2 %, avec un taux de fécondité de 4,6 enfants/femme. Entre 2000 et 2017, l'économie du Rwanda a connu une croissance moyenne de 6 % par an, ce qui le place parmi les 10 pays à la croissance la plus rapide au monde. Cela a engendré une réduction rapide de la pauvreté, 38 % de la population vivant sous le seuil de pauvreté national en 2017. Dans l'ouest, 75 % de la population travaille dans le secteur informel, l'agriculture étant la principale occupation et source de revenus pour la majeure partie de la population, à l'exception des 20 % de ménages les plus riches. En 2017, 34 % de la population avait accès à l'électricité, et 87,1 % avaient accès à une source d'eau améliorée.

Le pourcentage de la population en situation d'insécurité alimentaire dans les provinces situées le long de la rivière Ruzizi/Rusizi et du lac Kivu varie entre 30 % en moyenne au Rwanda et 40 % au Burundi, et 70 % en RDC.

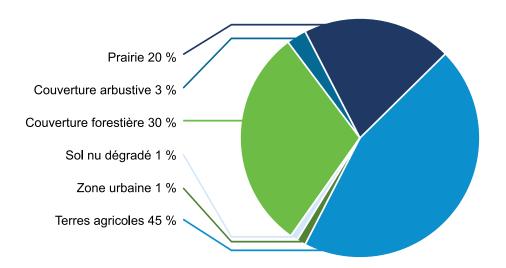
4.4 Utilisation du sol

En 2016, le bassin versant du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi était composé de 45 % de terres agricoles (voir Figure 6), 30 % de forêts, 20 % de prairies, 3 % de zones arbustives et 1 % de zones urbaines.

Les zones agricoles autour du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi sont principalement situées sur des pentes raides, avec de plus petites zones irriguées dans la plaine alluviale. Au cours des 25 dernières années, la superficie des terres consacrées à **l'agriculture a augmenté de 29 %, plus de 3200 km²** étant désormais utilisées à des fins agricoles. À l'inverse, la superficie couverte par la forêt a diminué pour atteindre 530 km² et celle des prairies a chuté à 2500 km².

Bien que l'utilisation des terres urbaines ne représentait que 1 % de la zone d'étude en 2016, la taille de la zone urbaine a augmenté de 43 %, passant de 164 km² à 290 km² entre 2011 et 2020, avec un taux de croissance annuel moyen d'environ 3 %. Cela signifie que les **villes s'étendent rapidement**. Ainsi, Goma et Rubavu (voir Figure 8) connaissent une croissance de 47 %.

Figure 7 : Couverture végétale sur les pentes du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi en 2016



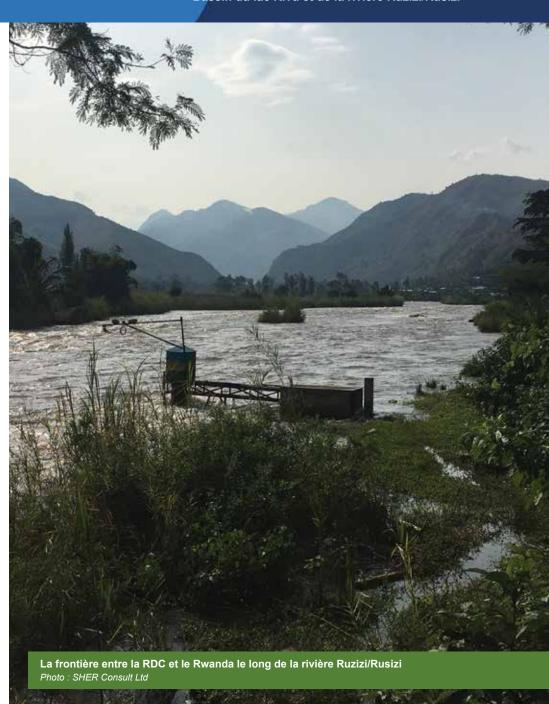
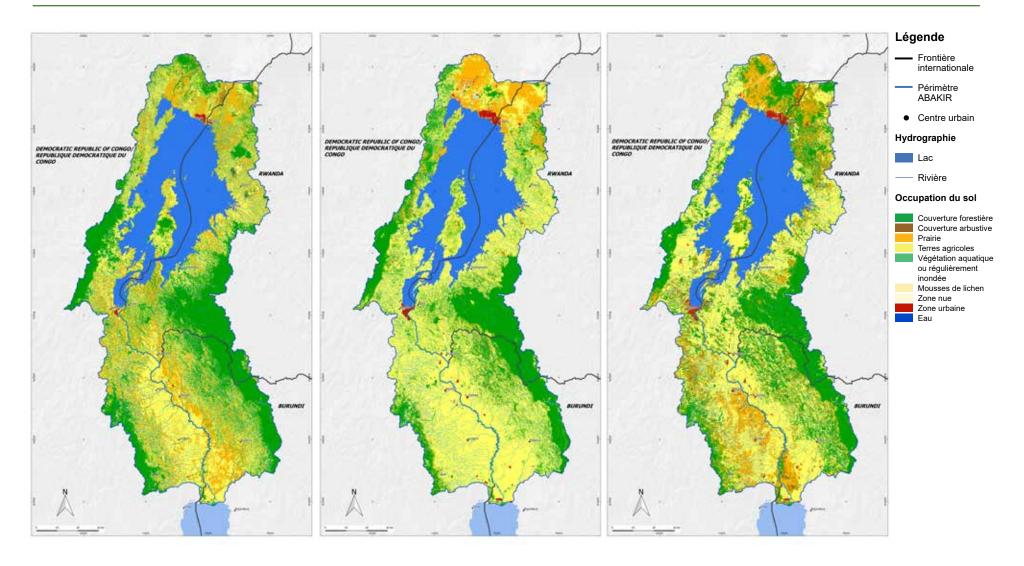


Figure 8 : Modifications de la couverture terrestre et des zones construites entre 1989, 2011 et 2016 (de gauche à droite)



Écosystèmes forestiers

Une grande partie du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi est délimitée par de hautes montagnes résultant de crêtes tectoniques et couvertes de forêts primaires denses en altitude. Au sein des parcs nationaux, ces forêts sont renforcées par des reboisements principalement d'Eucalyptus et de Pinus, voire de plantations de thé dans la zone tampon (Rwanda et Burundi).

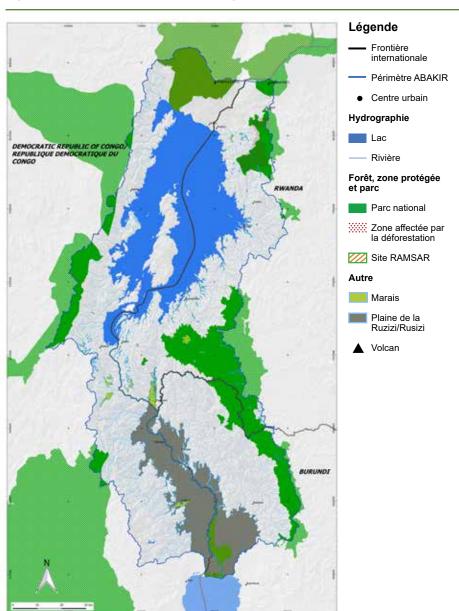
Des zones forestières présentant une biodiversité particulièrement intéressante sont également présentes dans la zone d'étude et à proximité (voir Tableau 2).

Tous ces parcs, forêts et zones naturels ont un **impact majeur sur la conservation des sols, les ressources en eau et la biodiversité**, et font partie d'un système complexe de forêts tropicales en Afrique équatoriale (voir Figure 9).

Tableau 2 : Zones forestières au sein des parcs nationaux dans le bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi

ZONES FORESTIÈRES DANS LE BASSIN	BIODIVERSITÉ INTÉRESSANTE
Parc national des Virunga (RDC) et parc national des volcans (Rwanda), 7769 km²	Abrite plusieurs espèces, notamment des primates comme les gorilles de montagne (site Ramsar depuis 2002)
Parc national de Gishwati-Mukura (Rwanda), actuellement 270 km² (mais 1000 km² auparavant) ; corridor en cours de replantation pour le relier à la forêt de Nyungwe au sud	60 espèces d'arbres, des chimpanzés et une grande variété d'espèces d'oiseaux
Réserve naturelle de Sud-Masisi et parc national de Kahuzi Bieza (RDC), plus de 6 000 km²	Habitat pour les gorilles de plaine, entre autres
Parc national transfrontalier de la forêt de Nyungwe entre le Rwanda et le Burundi (depuis 2002), 980 km²	Abrite des primates tels que des chimpanzés, mais aussi des babouins et des colobes, des singes de velours et d'autres singes (site Ramsar depuis 2002)
Parc naturel de la Ruzizi/Rusizi, 85 km²	Habitat d'hippopotames et de crocodiles, entre autres (site Ramsar depuis 1996)

Figure 9 : Parcs nationaux et zones protégées dans les environs de la zone d'étude





Les bassins versants du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi ont des superficies respectives de 7 392 km² et 6 057 km², pour **une superficie totale de 13 449 km²**, représentant l'ensemble de la zone d'étude.

5.1 Eaux de surface

Aux fins de l'étude, la zone totale a été divisée en 128 sous-bassins, dont 97 concernaient les rivières se jetant dans le lac Kivu et 31 les affluents de la rivière Ruzizi/Rusizi.

Lac Kivu

Le lac Kivu est situé à 1462 m au-dessus du niveau de la mer. Il a une profondeur maximale de 485 m et une profondeur moyenne de 240 m. C'est un lac méromictique, ce qui signifie que les eaux de surface et les eaux profondes ne se mélangent jamais, principalement en raison de la grande profondeur du lac et de sa faible exposition au vent du fait de sa situation entre deux chaînes de montagnes. L'eau du lac est relativement alcaline, le pH variant entre 9,47 à la surface et 6,02 à la profondeur maximale, et devenant progressivement plus acide à l'approche des grandes profondeurs.

Le lac Kivu contient environ **560 milliards de m³ d'eau**, et un volume de gaz dissous équivalent à 300 milliards de m³ de dioxyde de carbone, environ 60 milliards de m³ de méthane, ainsi que d'autres gaz, dont du sulfure d'hydrogène.

Les volumes de ces gaz dissous augmentent au fil des ans pour diverses raisons, notamment les fluides magmatiques souterrains ou de surface liés aux activités volcaniques.

Rivière Ruzizi/Rusizi et ses affluents

La rivière Ruzizi/Rusizi prend sa source dans la baie de Bukavu, dans la zone sud du lac Kivu. La rivière Ruzizi/Rusizi draine les eaux du lac Kivu vers le lac Tanganyika, et forme une frontière naturelle entre le Burundi, la RDC et le Rwanda. La rivière traverse un escarpement et l'altitude diminue de 1450 m à 770 m avec de nombreuses chutes d'eau (gorges), ce qui lui confère un potentiel de production d'énergie hydroélectrique estimé à environ **500 MW**.

5.2 Eaux souterraines

Les potentialités aquifères les plus importantes se trouvent dans l'aquifère alluvial de la plaine de la Ruzizi/Rusizi. Cet aquifère s'étend sur une superficie d'environ 1700 km² sur l'ensemble de la plaine alluviale de la Ruzizi/Rusizi, au niveau des basses vallées de ses affluents. Il se situe à une profondeur variant de 50 m à plus de 150 m dans la plaine de la Ruzizi/Rusizi, et de 10 m à 30 m dans les alluvions des basses vallées intérieures. Les eaux souterraines sont mobilisables à partir de forages, avec une productivité attendue supérieure à 10 l/s. Cependant, elle contient des niveaux élevés de fer et de manganèse, dépassant souvent les normes de l'eau potable. Les eaux souterraines du bassin sont principalement exploitées à partir de 550 sources naturelles (Burundi et Rwanda), essentiellement pour l'approvisionnement en eau potable des zones rurales.

Surveillance des eaux souterraines

La surveillance régulière des eaux souterraines est très limitée dans le bassin. Il n'existe que quatre stations de surveillance automatique du niveau des eaux souterraines et trois piézomètres, tous situés au Rwanda. Il est donc recommandé de mettre en place un réseau de surveillance des niveaux et de la qualité des eaux souterraines alluviales dans la plaine alluviale de la Ruzizi/Rusizi. Ce réseau aurait pour objectif de mieux comprendre et suivre la dynamique spatio-temporelle de l'accumulation des intrants agricoles (nitrates et pesticides) dans la nappe.

5.3 Qualité physicochimique de l'eau

Le problème majeur en matière de qualité des eaux de surface du bassin est une érosion massive, **avec une perte moyenne de sol d'environ 100 t/ha/an.**Cette érosion génère une turbidité extrêmement élevée et généralisée dans la plupart des cours d'eau du bassin. De plus, diverses formes de pollution liées à l'urbanisation et à l'industrialisation constituent une menace pour les ressources en eau.

Le suivi régulier de la qualité de l'eau (physicochimique, bactériologique, biologique) du lac et de ses affluents est très limité à ce jour, bien qu'il existe des données en provenance du Rwanda. Les paramètres mesurés sont le pH, le total des solides dissous, le total des solides en suspension, la température, la conductivité électrique, l'oxygène dissous et la turbidité.

Surveillance de la qualité des eaux de surface

Au Rwanda, 15 stations de surveillance de la qualité sont répertoriées dans la zone d'étude, mais elles ne font pas l'objet d'un suivi périodique. Parmi celles-ci, neuf sont actuellement fonctionnelles. Huit stations sont enregistrées du côté burundais, mais aucune station limnométrique n'a été signalée dans la partie du bassin versant située en RDC. L'expansion et l'intensification du réseau sont fortement recommandées pour assurer une mesure cohérente de la qualité de l'eau.

5.4 Bilan hydrologique

Un bilan hydrologique a été élaboré à l'échelle du bassin dans le cadre de cette étude (Tableau 3). L'analyse des résultats de ce bilan montre que, d'un point de vue quantitatif, les ressources en eau du bassin sont suffisantes pour satisfaire l'ensemble des usages identifiés en situation

de référence (2020) et pour les différents scénarios définis pour 2050. À l'échelle du bassin et des principaux sous-bassins, nous concluons donc que la disponibilité des ressources en eau ne constitue pas un facteur limitant pour le développement socio-économique de la zone d'étude.

Le lac lui-même reçoit 3 milliards de m³ de précipitations directes, tandis que l'évaporation directe de la surface libre du lac est estimée à 3,45 milliards de m³. Sur une base annuelle, le bilan hydrologique du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi présente donc un volume net non consommé de 6,4 milliards de m³.

Tableau 3 : Bilan hydrologique du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi

COMPARTIMENT	DÉBIT (M³/S/ ANNÉE MOYENNE)	PLUIE (MILLIONS DE M³/AN)	RUISSELLEMENT (MILLIONS DE M³/AN)	IRRIGATION (MILLIONS DE M³/AN)
Bassin du lac Kivu	71 (écoulement du lac vers Ruzizi/ Rusizi)	7 217	3 200	S. O.
Du bassin de la rivière Ruzizi/Rusizi à Kamanyola	8	979	532	19
De Kamanyola au lac Tanganika	206	6 899	3 603	467







Approche du nexus entre l'eau, l'énergie et la sécurité alimentaire

La **gestion intégrée des ressources en eau (GIRE)** implique la coordination, le développement et la gestion de l'eau, des terres et des ressources connexes afin d'engendrer un bien-être économique et social tout en tenant compte de la durabilité et des aspects environnementaux et écosystémiques. Cette étude intègre tous ces aspects, notamment à travers la caractérisation des différents usages d'eau rencontrée dans le bassin et les interactions qui peuvent se produire entre ces usages, en termes de quantité et de qualité de l'eau.

Cette étude se veut également intersectorielle et, en ce sens, elle s'inscrit dans l'approche du **nexus eau-énergie-sécurité alimentaire** (WEF). Cette approche met l'accent sur les interdépendances entre ces trois secteurs et la nécessité de créer des synergies et de réguler des compromis équitables entre les utilisations concurrentes des ressources. Elle est particulièrement pertinente dans le bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi, qui se caractérisent par une croissance démographique importante et par un développement économique fondé à la fois sur l'agriculture et sur la production d'énergie (hydroélectricité et gaz), ce qui signifie que la demande en eau augmente (voir Tableau 4).

Tableau 4 : Usages et demandes actuels en eau et ceux prévus dans le cadre du nexus WEF dans le bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi

	USAGE WEF ACTUEL ET PROJETÉ	BESOINS EN EAU
Approvisionnement en eau potable	Besoins en 2020 11 millions d'habitants	111 millions m³/an
	Besoins en 2050 27,5 millions d'habitants	277 millions m³/an
Irrigation	Périmètres opérationnels 12 500 ha	102 millions m³/an
	Périmètres opérationnels et planifiés 59 000 ha	486 millions m³/an
	Potentiel d'irrigation dans la plaine de la Ruzizi/Rusizi 125 000 ha	1 milliard m³/an
Hydroélectricité	Puissance électrique installée 80 MW	S. O.
	Puissance électrique potentielle 683 MW	S. O.

6.1 Eau potable

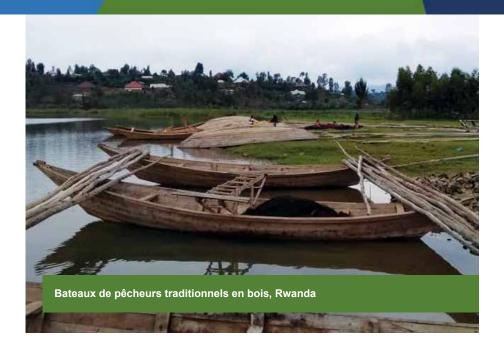
Dans le bassin, l'eau potable est principalement fournie à partir de captages de sources, à l'exception des grands centres urbains qui utilisent des ouvrages de prise d'eau dans les rivières ou le lac Kivu. Dans les zones urbaines, l'eau potable est fournie par des entreprises publiques ou partiellement publiques. En milieu rural, les réseaux d'adduction d'eau sont, selon les pays, gérés par des sociétés communales soutenues par une agence ministérielle (Burundi); exploités par des organisations non gouvernementales, des organisations paysannes ou des églises (RDC); ou confiés à des opérateurs privés (Rwanda). Le Tableau 5 présente un résumé de la population et des besoins en eau potable dans le bassin pour 2020 et 2050.

Tableau 5 : Estimation des besoins en eau potable des populations urbaines et rurales du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi en 2020 et 2050

ANNÉE	TYPE	POPULATION (millions d'habitants)	BESOINS EN EAU (millions m³/an)
2020	Urbaine	2,5	49
	Rurale	8,5	62
	Total	11,0	111
2050	Urbaine	6,5	125
	Rurale	21,0	152
	Total	27,5	277

6.2 Agriculture

L'agriculture dans le bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi repose presque entièrement sur l'agriculture pluviale et de subsistance ; elle est pratiquée sur des pentes parfois abruptes, fortement exposées à l'érosion, et est associée à l'élevage en stabulation, notamment au Burundi et au Rwanda. La province occidentale du Rwanda, qui bénéficie de terres volcaniques très fertiles et d'une pluviométrie abondante, produit 50 % des exportations agricoles



du pays (thé, café, pyrèthre, horticulture), et joue un rôle clé dans la sécurité alimentaire du Rwanda, plus de 50 % des produits agricoles (pommes de terre, haricots, maïs, etc.) ainsi que des produits de l'élevage provenant de cette région.

L'agriculture irriguée se trouve principalement dans la plaine de la Ruzizi/ Rusizi. Il existe de nombreux périmètres irrigués, répartis pour la plupart entre le Burundi et la RDC, mais les zones agricoles fonctionnelles ne couvrent que 12 500 ha de la plaine. Cependant, le potentiel agricole de toute la plaine de la Ruzizi/Rusizi est estimé à 125 713 ha sur une superficie totale de 177 905 ha. Les besoins annuels en eau estimés pour l'ensemble des périmètres (fonctionnels, planifiés et projetés pour l'irrigation) s'élèvent à 486 millions de m³, les besoins en eau des périmètres fonctionnels représentant 102 millions de m³ de ce total. Les problèmes techniques (érosion, détérioration du réseau d'irrigation, etc.) et sociaux (pression démographique, etc.) des périmètres irrigués entravent le développement et l'exploitation de leur potentiel.

Élevage d'animaux

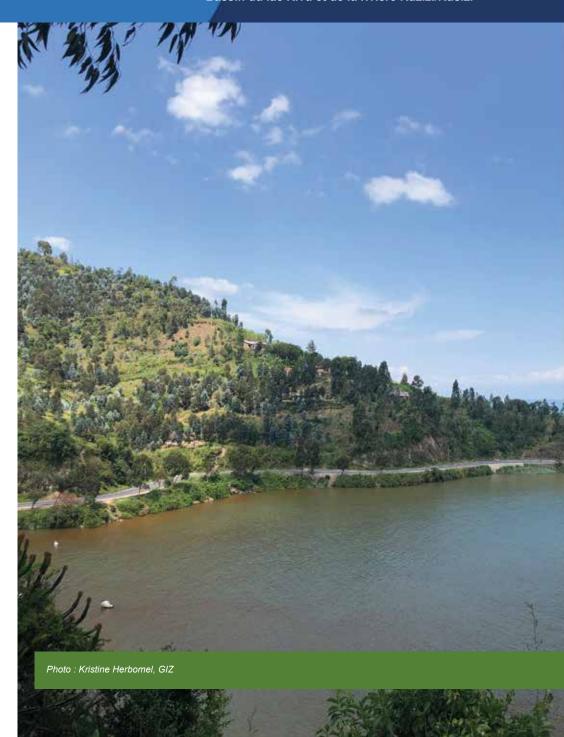
Dans toute la zone d'étude, l'élevage est pratiqué de manière traditionnelle, c.-à-d. sous forme d'un troupeau de trois à cinq animaux (jusqu'à trois grands ruminants) élevés à l'attache ou en stabulation. Ces dernières années, la croissance démographique et la pression sur les pâturages ont entraîné une augmentation des conflits entre éleveurs et agriculteurs. Cette situation oblige les éleveurs à déplacer régulièrement leurs troupeaux, notamment vers la réserve naturelle de Rukoko, une aire protégée, ou vers d'autres zones de pâturage situées en RDC.

Pêche et aquaculture

Avant l'introduction de *Limnothrissa miodon* (isambaza) dans le lac Kivu dans les années 1970, la pêche était une activité marginale pour les populations riveraines. La production piscicole a progressivement augmenté de 1500 t/an dans les années 1970 pour atteindre une production annuelle moyenne estimée à **6000 t/an** (1999). Actuellement, le nombre de personnes travaillant dans ce secteur est estimé entre 6500 et 7000 au Rwanda et un nombre similaire en RDC. Les pêcheurs sont organisés en coopératives et pêchent sur des trimarans (assemblages de trois grandes pirogues non motorisées) ou des pirogues motorisées. Outre l'isambaza, les principales espèces de poissons du lac Kivu sont le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*), l'inkube ou poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*) et les espèces *Haplochromis*.

La pression sur les ressources halieutiques augmente. Le nombre croissant de pêcheurs non réguliers et/ou plus pauvres qui utilisent des équipements de pêche illégaux, y compris des filets avec un maillage trop petit, constitue un problème majeur. Ce phénomène est particulièrement visible dans la baie de Bukavu où le nombre d'unités de pêche a fortement augmenté ces dernières années.

L'aquaculture est une alternative à la surpêche dans le lac Kivu. Le plan directeur de la pêche au Rwanda de 2017 propose le développement de 25 parcs d'aquaculture en cage sur le lac Kivu, chacun contenant environ 5000 cages



pour une capacité de production annuelle de 5 000 tonnes (1 t/cage). Dans la plaine d'Imbo, de nombreux étangs piscicoles ont déjà été installés. Les principaux facteurs limitant le développement de l'aquaculture sont le coût élevé, la rareté de la nourriture flottante pour les poissons (des granulés sont nécessaires pour ne pas polluer le lac) et la capacité quasi inexistante des équipements de stockage et de transport réfrigérés.

6.3 Hydroélectricité

Les trois pays riverains de la rivière Ruzizi/Rusizi coopèrent depuis des décennies à la construction d'une série de barrages le long de la zone escarpée de la rivière (Tableau 6).

Tableau 6 : Barrages le long de la rivière Ruzizi/Rusizi

BARRAGE	ANNÉE DE CONSTRUCTION	CAPACITÉ
Ruzizi/Rusizi I	1959	29,8 MW (seulement 21,2 MW disponibles)
Ruzizi/Rusizi II	1989	43,8 MW (seulement 36 MW disponibles)
Ruzizi/Rusizi III	Projeté (signé en 2019)	Jusqu'à 230 MW proposés
Ruzizi/Rusizi IV	Projeté	Jusqu'à 287 MW proposés

Bien que le potentiel hydroélectrique sur les 50 premiers kilomètres de la rivière Ruzizi/Rusizi soit considérable, il existe d'autres sites à potentiel dans le bassin. Ainsi, alors que la capacité installée actuelle du bassin est de 82 MW, y compris les petites centrales comme celle de Rwegura, la capacité potentielle est estimée à 681 MW.

Dans le bassin du lac Kivu, le potentiel hydroélectrique est beaucoup plus limité. Malgré l'escarpement, les bassins versants ne sont pas assez importants pour former des rivières à haut débit.

6.4 Extraction de méthane et de pétrole

Le Rwanda s'est lancé dans l'exploitation du méthane du lac Kivu pour la production et la distribution d'électricité dans le réseau national. Un comité d'experts internationaux mobilisé par les gouvernements de la RDC et du Rwanda a reconnu que l'extraction du gaz méthane pour la production d'énergie pouvait être une solution viable du point de vue de la gestion des risques, de l'environnement et de l'économie, mais seulement si elle respecte les directives obligatoires validées par les deux pays. Deux investissements sont opérationnels depuis 2015, à savoir le projet KivuWatt d'une capacité nominale brute de **26 MW** et le projet Symbion Power Lake Kivu Ltd d'une capacité nette de **50 MW**.

La structure géologique de certaines parties du lac Kivu indique une présence potentielle de pétrole. En 2017, la RDC et le Rwanda ont signé un accord pour l'exploration pétrolière dans le lac. Cette exploration a débuté en 2018 du côté rwandais avec une série de forages à faible profondeur et des tests géochimiques.

6.5 Autres activités commerciales

Le bassin comporte de multiples micro-industries, telles que des moulins à riz, des stations de lavage du café, des usines de thé, des usines de production de sucre, des centres de collecte et de traitement du lait et des abattoirs (voir Figure 10).

Industrie agroalimentaire

Un grand nombre de stations de lavage du **café** se trouvent sur les pentes de la crête Congo-Nil au Burundi et au Rwanda, tirant profit des nombreuses rivières pour satisfaire leurs besoins en eau. Le bassin comporte en outre quelques usines de **thé**, qui sont d'importantes consommatrices d'énergie.

Bâtiment

Le sud du bassin du Kivu et le bassin de la rivière Ruzizi/Rusizi comportent de la **roche calcaire**. Trois cimenteries consommant d'importantes quantités d'énergie et d'eau s'y sont installées. **De nouvelles cimenteries** sont en cours

Légende Frontière internationale Périmètre ABAKIR Centre urbain Hydrographie Lac Rivière Irrigation DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONG REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU PI des usines sucrières PI fonctionnel Pl planifié Priorité 1 Pl planifié Priorité 2 PI projeté Zone de PAI Centrale hydroélectrique Centrale hydro-électrique existante Centrale hydroélec-trique en construction Centrale hydroélectrique potentielle Aduction d'eau potable Site de forage pour AEP Source captée Source aménagée Station de pompage Station de pompage Autre usage de l'eau Platforme méthanière Pisciculture Forêt, zone protégée et parc Parc national Site RAMSAR Plaine de la Ruzizi/Rusizi Route Route principale

Figure 10 : Usages de l'eau dans l'ensemble de la région d'étude

de développement dans la partie nord du bassin, au pied des volcans, pour exploiter les roches volcaniques présentes à profusion. Le principal défi de toutes ces usines est l'accès à l'énergie en quantité suffisante.

Mines

Au Burundi, l'exploitation des minéraux a lieu principalement dans le lit des rivières des affluents de la Ruzizi/Rusizi. Cette activité, développée le plus souvent de manière artisanale (mais à grande échelle par endroits, notamment dans la rivière Muhira), entraîne une forte **dégradation du lit des rivières** et des conflits d'usage des ressources en eau, les prises d'eau et les canaux aménagés pour l'irrigation étant détournés pour les activités d'orpaillage. Les principaux minéraux exploités au Nord-Kivu et au Sud-Kivu sont l'or, la colombite tantalite (coltan), les diamants et le wolfram. L'étain, la monazite, le calcaire, la cassitérite, le gaz méthane et les eaux thermales sont également extraits.

Navigation

Le transport sur le lac Kivu est essentiel pour la population locale. En RDC, un système de transport lacustre existe pour les passagers et le fret, reliant les ports de Bukavu et de Goma. Du côté rwandais du lac, un projet soutenu par TRADEMARK East Africa est en cours, avec la construction de quatre ports et d'installations de navettes qui devraient permettre d'augmenter le volume du trafic de passagers à Ruzizi/Rusizi pour passer de 1,4 million de passagers en 2017 à 2,7 millions en 2036, et de 1,1 million à 2,1 millions à Rubavu.

Tourisme

Le bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi présente un potentiel touristique important et diversifié. Les rives récréatives du lac Kivu, les sites culturels et écotouristiques, le parc naturel de la Ruzizi/Rusizi et la proximité des parcs nationaux de Nyungwe et des Volcans sont autant d'atouts pour les activités touristiques. Les infrastructures touristiques sont principalement concentrées dans la partie nord du bassin, dans les villes de Goma et de Rubavu.



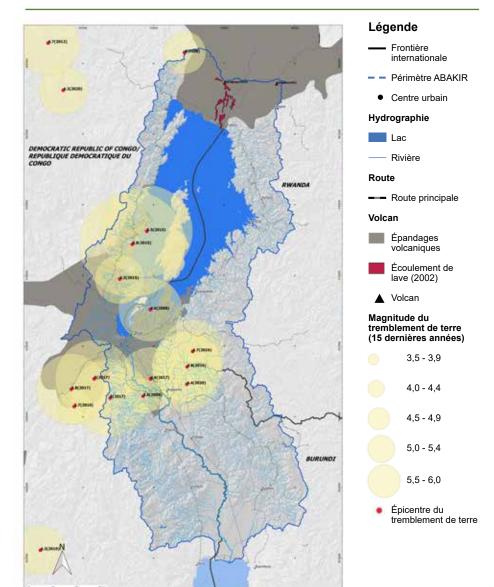
7.1 Risques naturels

Les principaux risques naturels identifiés dans la zone d'étude sont les éruptions volcaniques, les tremblements de terre, les explosions de gaz, les inondations et les glissements de terrain.

Plusieurs **volcans**, dont le Nyamulagira et le Nyiragongo, se situent au nord de la zone d'étude. Ce dernier est un volcan actif qui s'élève à une altitude de 3470 m, au nord de la ville de Goma. Il comporte le plus grand lac de lave du monde et représente un réel danger pour les villes de Goma et de Rubavu. Lors des éruptions de 1976 et de 2002, des dizaines de personnes sont mortes et des milliers d'autres ont été déplacées. Une perturbation majeure provenant de l'activité volcanique du Nyiragongo, ou de cônes volcaniques sous-marins, pourrait faire exploser les eaux profondes du lac Kivu, chargées de gaz dissous. Ces eaux **libéreraient** alors **des gaz asphyxiants** soit sous forme d'émanations limitées et localisées, soit sous forme d'une explosion cataclysmique touchant une grande partie du lac, menaçant la sécurité de millions de personnes dans le bassin (voir Figure 11).

Les **inondations** sont directement liées à un événement pluvieux, mais dépendent également de la taille et de la forme du bassin versant, de son occupation des sols et de sa topographie. Les inondations seront potentiellement plus nombreuses à l'avenir en raison du changement climatique, de l'urbanisation croissante et d'une plus grande dégradation des sols liée notamment à la pression foncière. En avril 2020, la crue de la rivière Ruzizi/Rusizi causée par les eaux de ruissellement a affecté environ

Figure 11 : Zones exposées aux risques naturels tels que les tremblements de terre et les éruptions volcaniques



6 000 ménages à l'ouest de Bujumbura au Burundi. En RDC, près de 20 000 ménages agricoles ont été affectés et 10 000 ha de cultures vivrières et maraîchères ont été dévastés.

La zone d'étude est située dans le rift Albertin, branche occidentale du rift est-africain, qui est composé de plaques tectoniques divergentes s'écartant à un rythme de 6 à 7 mm par an. De nombreux **séismes** se produisent chaque année et, au cours des 15 dernières années, plus de 28 séismes d'une magnitude supérieure à 4 sur l'échelle de Richter ont eu lieu dans la zone d'étude, menaçant la sécurité des habitants.

En outre, les pentes du rift Albertin sur les rives du lac Kivu sont particulièrement sujettes aux **glissements de terrain**. Leur nombre a augmenté depuis les années 2000 et 40 % de la population rwandaise y sont exposés, le risque étant plus élevé dans les districts de Ngororero, Nyabihu et Rutsiro.

7.2 Dégradation des sols

En raison de la croissance rapide de la population, l'agriculture à petite échelle se caractérise de plus en plus par une surexploitation des ressources naturelles dont elle dépend. À court et moyen terme, cette surexploitation entraîne des phénomènes de dégradation des sols qui, à leur tour, entraînent une baisse de la productivité des sols, des glissements de terrain ou de boue, et une diminution de la qualité et de la production d'eau potable. En outre, la réduction du couvert végétal, l'élimination ou l'altération de la végétation de sous-bois, l'exploitation minière, la destruction des forêts, les incendies d'origine humaine et le compactage du sol par le pâturage des animaux domestiques augmentent considérablement le risque d'érosion des sols.

Comme le montre le Tableau 7, les calculs effectués à l'aide de l'équation universelle révisée de perte de sol (RUSLE) estiment que les **pertes annuelles de sol dans différentes parties du bassin vont de 91 à 290 t/ha/an**. Le taux d'érosion le plus élevé par hectare se trouve dans le sous-bassin versant de

Tableau 7 : Pertes moyennes de sol dans le bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi, estimées par le modèle d'érosion RUSLE

LOCALISATION	PERTE MOYENNE DU SOL	
Tout le bassin versant	102 t/ha/an	
Bassin de la rivière Ruzizi/Rusizi	91 t/ha/an	
Bassin du lac Kivu	116 t/ha/an	
Sous-bassin versant de Chabiringa	290 t/ha/an	

Chabiringa. Il est dû à son type de sol volcanique qui est récent, mal structuré et friable, et à sa couverture végétale limitée. À l'inverse, le taux d'érosion des terrains forestiers non perturbés est généralement très faible.

Les sédiments transportés par la Ruzizi/Rusizi sont principalement apportés par les affluents directs entre l'exutoire du lac et la dernière centrale électrique. L'absence d'un piège à sable naturel entre les affluents du lac et la Ruzizi/Rusizi a un impact direct sur le remplissage des réservoirs et sur le niveau de production des centrales électriques lorsqu'il s'agit de prises d'eau de rivières de ruissellement. Les centrales installées sur la rivière Sebeya, par exemple, ont fréquemment des baisses de production ou des arrêts en raison de turbidités élevées observées lors d'intenses précipitations.

La durabilité des systèmes d'irrigation dans la plaine de la Ruzizi/Rusizi dépend à la fois de l'entretien des infrastructures d'irrigation, et de la gestion et de la conservation des sols dans les bassins versants alimentant les prises d'eau d'irrigation. La dégradation des bassins versants entraîne l'ensablement des canaux d'irrigation. L'entretien des infrastructures est partiellement efficace au Burundi et au Rwanda, mais beaucoup moins en RDC, tandis que la gestion de l'érosion dans les bassins versants constitue un problème commun aux trois pays.

Des mesures de restauration du sol peuvent être mises en œuvre, notamment la mise en place de terrasses progressives ou radicales, de bandes de culture, de bandes d'interculture, d'agroforesterie et de paillage. Toutes ces mesures visent à protéger la couverture du sol pendant les mois où l'érosion est la plus probable, en diminuant la vitesse de ruissellement de l'eau et en augmentant ainsi son infiltration.

7.3 Sources potentielles de pollution

Diverses sources potentielles de pollution représentent un réel danger pour le lac Kivu et la rivière Ruzizi/Rusizi. Dans toute la zone d'étude, il n'existe pas d'**infrastructure d'assainissement** collectif ni de collecte des déchets solides. Les eaux usées domestiques et industrielles insuffisamment traitées, mal traitées ou non traitées, provenant d'agglomérations urbaines en forte croissance sur les rives du lac augmentent la teneur en produits chimiques et en effluents, et accroissent la demande biochimique en oxygène du lac et de la rivière, les **contaminant** ainsi sur le **plan bactériologique et chimique**, ce qui entraîne un risque important de dégradation de la qualité des eaux du lac à proximité de ces zones. L'**intensification de l'agriculture** entraîne la contamination des eaux de surface et souterraines. La plaine d'Imbo, par exemple, est une zone d'agriculture intensive, et les eaux de surface comme les eaux souterraines, sont susceptibles de recevoir de grandes quantités de pesticides et d'engrais, ce qui entraîne une eutrophisation.

Le bassin fait également l'objet d'une pollution d'origine industrielle et minière, ainsi que celle des petites **industries agroalimentaires**, qui peuvent être une source de pollution lorsque les eaux usées sont rejetées directement dans les cours d'eau.

Les **activités minières** dans la région sont dominées par l'exploitation artisanale qui bénéficient de très peu d'investissements pour améliorer les conditions de travail ou la protection de l'environnement. La législation existante n'est pas vraiment contraignante pour ces mines à petite échelle, qui sont une source potentielle de contamination des eaux de surface par le biais, par exemple, du rejet de mercure dans les plans d'eau. L'exploitation

artisanale de l'or s'est fortement développée dans la région, notamment dans la province du Sud-Kivu et dans les rivières du Burundi.

7.4 Autres impacts humains

Un certain nombre d'impacts humains affectent l'environnement dans le bassin. Une sélection d'entre eux est présentée ci-dessous.

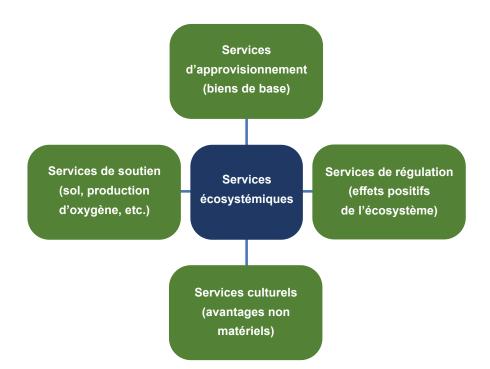
La conservation des zones tampons autour du lac Kivu ou des berges des principales rivières n'est pas toujours respectée, notamment dans les zones de développement urbain, ce qui entraîne des risques élevés de pollution de l'eau et de destruction des berges, qui sont également des zones de reproduction des poissons.

La discontinuité hydroécologique résulte des constructions nécessaires à la production d'hydroélectricité. Les barrages (principalement sur la rivière Ruzizi/Rusizi) entravent la migration des poissons, en particulier celle du *Barbus altianalis*, le seul poisson actuellement connu pour migrer du lac Tanganyika au lac Kivu, ayant des lieux de reproduction possibles dans certains affluents de la rivière Ruzizi/Rusizi. Des échelles à poissons ont été construites sur les deux premières centrales installées, mais doivent être rénovées, et des structures similaires devraient également être construites sur les centrales dont la construction est prévue.

Même si la surface occupée par les espaces urbains dans le bassin ne représente actuellement que 1 % de la superficie totale, certains défis sont particulièrement prononcés dans les zones urbaines. Le développement de systèmes d'assainissement est urgent dans toutes les villes du bassin, en particulier celles qui ont une population importante. La majorité des villes du bassin sont situées au pied des montagnes, qui sont des zones vulnérables à l'érosion et aux glissements de terrain. Les villes devront s'adapter aux conditions climatiques extrêmes en intégrant des mesures de résilience dans leurs normes de conception des infrastructures (routes, réseaux de drainage, etc.).



Les services écosystémiques peuvent être définis comme les avantages qu'un écosystème procure à la société, directement ou indirectement. Ils se produisent à plusieurs échelles, de la régulation du climat et la séquestration du carbone à l'échelle mondiale, à la protection contre les inondations, la formation des sols et le cycle des nutriments à l'échelle locale et régionale.



L'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire identifie quatre types de services écosystémiques.

- 1. Les services d'approvisionnement comprennent la production de biens de base tels que les cultures et le bétail, l'eau douce, le fourrage, le bois et les biocarburants, les ressources génétiques et les produits chimiques.
- 2. Les services de régulation sont les bénéfices obtenus lorsque les processus des écosystèmes affectent le monde biologique qui les entoure. Ces services comprennent la protection des inondations et des côtes, la pollinisation, la régulation de la qualité de l'eau et de l'air, la modulation des vecteurs de maladies, l'absorption des déchets et la régulation du climat.
- Les services culturels sont les avantages non matériels que les personnes tirent des écosystèmes par l'enrichissement, le développement cognitif, la réflexion, les loisirs et les expériences esthétiques et culturelles.
- 4. Les services de soutien sont ceux qui sont nécessaires à la production de tous les autres services écosystémiques. Leurs impacts sont indirects ou s'étendent sur de longues échelles de temps. Ils comprennent la production de biomasse par photosynthèse, la formation des sols, la production d'oxygène atmosphérique et le cycle des nutriments. Les services de soutien sont des processus écologiques de base qui maintiennent les écosystèmes sans nécessairement bénéficier directement aux personnes. La valeur de ces services se reflète dans les trois autres types de services décrits ci-dessus.

8.1 Écosystème aquatique

Les services écosystémiques aquatiques sont caractérisés par le potentiel du bassin à fournir de la nourriture à travers les activités de pêche et d'aquaculture, à produire de l'énergie à travers l'exploitation du gaz méthane sur le lac Kivu et la production d'énergie hydroélectrique sur la rivière Ruzizi/Rusizi, et à fournir de l'eau potable aux populations du bassin.

Alimentation en eau potable

L'écosystème aquatique assure naturellement l'approvisionnement en eau potable de la population vivant dans le bassin. L'eau consommée provient des rivières, des lacs, des sources ou des forages. La protection des bassins versants pour garantir la qualité de l'eau consommée est un enjeu majeur de santé publique et d'économie. Les aspects qualitatifs sont cruciaux et, par exemple, la dégradation des bassins versants doit être diminuée pour inhiber la turbidité.

Approvisionnement alimentaire

Bien que pauvre en nutriments, le lac contient une population planctonique suffisante pour permettre une production piscicole actuellement équivalente à environ 3 000 t/an au Rwanda et environ 4 700 t/an en RDC pour un revenu annuel variant entre 770 000 et 1 000 000 USD au profit des populations riveraines. La gestion durable des stocks de poissons et un écosystème intact sont donc indispensables au maintien de ces populations de pêcheurs.

Exploitation du gaz méthane

Les eaux profondes du lac pourraient contenir environ 60 km³ de méthane dissous (à 0 °C et 1 atm) qui peuvent être exploités pour la production d'énergie. L'exploitation du méthane du lac est un service écosystémique rare et spécifique au lac Kivu, et doit être réalisée avec le plus grand soin, en tenant compte des risques posés par la perturbation des différentes couches d'eau par le pompage et surtout par le rejet des eaux usées. Une catastrophe naturelle liée à une mauvaise manipulation est possible.

Énergie hydroélectrique

L'hydroélectricité est le principal service écosystémique de la rivière Ruzizi/ Rusizi, car la concentration de sels dissous dans l'eau ne permet pas d'autres utilisations (utilisation agricole, élevage ou approvisionnement en eau potable) sans traitement préalable.

8.2 Écosystème forestier

Services d'approvisionnement

Presque toutes les forêts du bassin sont des châteaux d'eau pour les réseaux hydrographiques existants. La plupart des forêts (forêts de Nyungwe-Kibira, forêts de Kahuzi-Biega et forêts des volcans Virunga) sont des forêts pluviales afromontagnardes qui captent les précipitations de la brume ou des nuages sous forme de gouttes ou de ruissellement le long des troncs et affectent positivement le bilan hydrologique du bassin versant. Le volume d'eau captée par ces forêts varie considérablement en fonction du régime pluvial, de la situation topographique, de la fréquence ou de la persistance des nuages et de la quantité de nuages poussés par le vent. Il peut être de l'ordre de 15 à 20 % dans les zones recevant 2000 à 3000 mm de précipitations par an, et jusqu'à 50 à 60 % dans les crêtes exposées et les zones à faible pluviométrie.

Beaucoup de ces forêts sont la principale source d'approvisionnement en bois pour l'énergie domestique (biomasse). En outre, en raison de leurs racines profondes et vigoureuses, ainsi que des différents niveaux de couverture végétale et de leur canopée, les forêts constituent la meilleure couverture pour réduire tous les types d'érosion de surface, en particulier l'érosion en nappe. La couverture forestière constitue également la couverture terrestre la plus adaptée pour résister aux glissements de terrain.

Services de régulation du climat

Du fait de leur altitude et de leur étendue, les forêts du bassin constituent une barrière contre les vents forts et sont l'une des raisons pour lesquelles le lac Kivu connaît un très faible mélange de ses couches d'eau. La présence de ces forêts d'altitude explique également le climat tempéré de la partie nord du bassin. La végétation aérienne de chaque hectare de forêt tropicale ancienne contient généralement 120 à 400 tonnes d'équivalents carbone, et plus encore si l'on considère la biomasse souterraine. En calculant sur une base de

20 USD par ha, la valeur en tonnes d'équivalents carbone de près de 1 545 100 ha de forêts primaires serait estimée à 31 millions USD.

Services culturels et touristiques

Tous les parcs naturels de la région possèdent une richesse unique et endémique de biodiversité qui en fait des sites d'importance mondiale. À ce titre, trois massifs forestiers du Rwanda (le parc national des Virunga, le parc national de Kahuzi-Biega et le parc national de Gishwati-Mukura) sont des sites du patrimoine naturel mondial de l'UNESCO. Le complexe du parc national des Virunga-Volcans-Mgahinga génère des revenus annuels estimés à près de 9 millions USD, principalement en raison de la biodiversité qui s'y trouve (l'animal emblématique est le gorille de montagne).

8.3 Solution potentielle : intégrer les paiements pour les services écosystémiques (PSE) dans la gestion des bassins

Les incitations et les financements pour la conservation des écosystèmes dans les bassins hydrographiques font cruellement défaut, ce qui conduit finalement à la dégradation des écosystèmes naturels et/ou à leur conversion en pâturages, en zones agricoles ou autres, et à la perte des services écosystémiques.

Les paiements pour les services écosystémiques (PSE) sont un mécanisme qui permet d'inverser cette dynamique afin que ceux qui garantissent le fonctionnement des services écosystémiques soient récompensés par les utilisateurs de ces services (par exemple, les consommateurs d'eau dans les centres urbains ou les projets hydroélectriques). Pour qu'un mécanisme de PSE soit efficace, il doit satisfaire à au moins six exigences clés :

1. Le mécanisme de PSE doit impliquer au moins un utilisateur d'un service écosystémique et au moins un fournisseur.



- 2. Le processus doit être transparent et accepté par toutes les parties.
- 3. La fourniture de services et leur paiement, ainsi que les conditions dans lesquelles ces paiements sont négociés et effectués, doivent être convenus entre les deux parties.
- 4. Le mécanisme de PSE doit porter sur un service écosystémique clairement défini et spécifier une utilisation des terres connue pour fournir ce service.
- 5. Les activités qui sont menées sur la zone qui produit le service doivent pouvoir être contrôlées et quantifiées.
- 6. Le mécanisme de PSE doit impliquer un paiement en espèces ou en nature par le bénéficiaire d'un service.

Dans le cadre du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi, ABAKIR pourrait initier et mettre en place un mécanisme de PSE en s'appuyant sur les institutions nationales existantes dans les trois pays pour assurer la valorisation et la protection des services écosystémiques.



CHAPITRE 9

Cadres juridiques, institutionnels et transfrontaliers pour la gestion des ressources en eau et de l'environnement dans le bassin

9.1 Cadres juridiques

Le Burundi, la RDC et le Rwanda disposent de cadres législatifs pour la gestion de l'eau et de l'environnement, comme indiqué dans le Tableau 8.

Un cadre juridique et réglementaire de gestion de l'environnement et de prévention de la dégradation des ressources naturelles est en place dans les trois pays, d'autant plus qu'ils ont ratifié de nombreuses conventions internationales, notamment la Convention sur la diversité biologique, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et la Convention sur la lutte contre la désertification. Toutefois, les réglementations ne sont actuellement pas pleinement appliquées dans de nombreux domaines et les engagements pris au niveau international ne se traduisent pas toujours par la mise en place des politiques et réglementations nationales requises ni par la mobilisation de fonds suffisants pour la mise en œuvre de ces plans et stratégies.

Le bassin du lac Kivu et la rivière Ruzizi/Rusizi sont confrontés aux problèmes suivants :

• La prévention de la pollution de l'eau par des substances organiques et chimiques et le contrôle de la qualité de l'eau sont insatisfaisants.

Tableau 8 : Législation régissant la gestion de l'eau et de l'environnement dans les pays du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi

LOIS ET DÉCRETS SUR LA GESTION DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT

Burundi

- Loi 1/01 du 30 juin 2000 portant code de l'environnement au Burundi
- Loi 1/02 du 26 mars 2012 portant code de l'eau : règles fondamentales et cadre institutionnel destinés à assurer la gestion rationnelle et durable des ressources en eau
- Convention sur la gestion durable du lac Tanganyika (2003)

RDC

- Loi 11/009 du 9 juillet 2011 sur les principes fondamentaux relatifs à la protection de l'environnement : vise à promouvoir une gestion durable des ressources naturelles, à prévenir les risques et à lutter contre toutes les formes de pollution et de nuisance
- Loi 15/026 du 31 décembre 2015 relative à l'eau : établit les règles et les instruments nécessaires à la gestion rationnelle et équilibrée des ressources en eau, y compris leur protection et leurs utilisations

Rwanda

- Loi 49/2018 du 21 septembre 2018 sur l'utilisation et la gestion des ressources en eau au Rwanda : régit l'utilisation, la gestion et la protection des ressources en eau
- Loi 48/2018 du 13 août 2018 sur les modalités de protection, conservation et promotion de l'environnement : définit les principes fondamentaux de la conservation
- Il n'existe aucune collaboration entre les pays pour faire respecter l'interdiction de certaines pratiques de pêche ou de l'utilisation de pesticides à usage restreint, ou pour protéger les berges des rivières et des lacs contre la dégradation.
- Il n'existe aucun accord pour la conservation des forêts primaires transfrontalières (parc national de Nyungwe et parc national de Kibira) ou des zones humides transfrontalières.
- Des lois et des décrets sont nécessaires pour harmoniser la législation relative à la terre, à l'eau et à la protection de l'environnement.

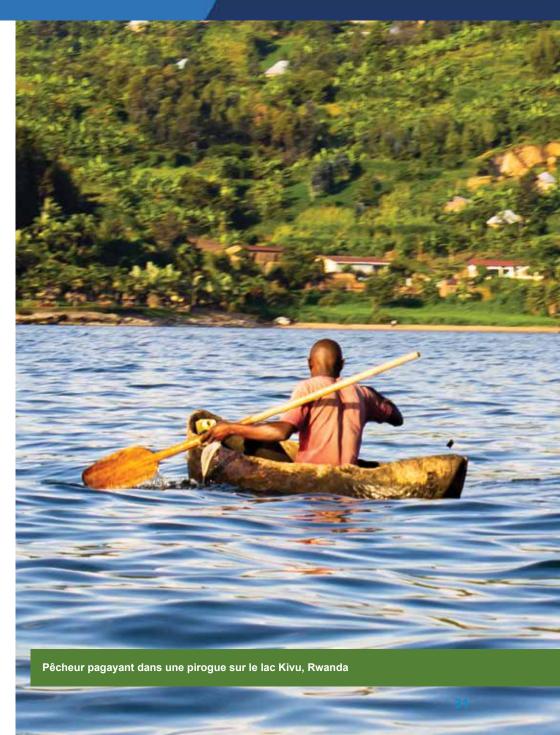
Jusqu'à présent, seul le Rwanda a effectué une réforme foncière en mettant en place un service foncier numérique centralisé qui a permis de sécuriser les titres fonciers et d'améliorer l'accès des femmes à la terre. La RDC et le Burundi n'ont pas encore mis en œuvre une telle réforme. Leur régime foncier est flou et peu sûr, ce qui peut empêcher ou compliquer la création de mécanismes de PSE si l'identité du propriétaire foncier n'est pas claire.

9.2 Cadres institutionnels

Au **Burundi**, la gestion des ressources naturelles relève du ministère de l'Environnement, de l'Agriculture et de l'Élevage depuis 2018. Pour le secteur de l'eau, le ministère de l'Hydraulique, de l'Énergie et des Mines est responsable de la planification, de la construction et de la gestion des infrastructures hydrauliques, énergétiques et d'assainissement de base.

En RDC, le ministère de l'Environnement et du Développement durable est responsable de la gestion des ressources naturelles. Le ministère de l'Énergie et des Ressources hydrauliques est responsable de la politique, de la gestion et de la distribution de l'eau potable et de l'électricité/ressources énergétiques. Le ministère du Plan, à travers son Comité national d'action eau, hygiène et assainissement, coordonne la réforme du secteur de l'eau potable, de l'hygiène et de l'assainissement.

Au **Rwanda**, la protection de l'environnement, la gestion durable des ressources naturelles et la lutte contre le changement climatique sont confiées au ministère de l'Environnement. D'autres ministères et autorités sont également impliqués dans la gestion des ressources naturelles. Le Conseil rwandais des ressources en eau (RWB), le ministère des Infrastructures (MININFRA) pour l'eau et l'assainissement, le ministère de l'Agriculture (à travers l'Office rwandais de développement de l'agriculture et des ressources animales) et la Direction générale de l'énergie du MININFRA sont impliqués dans la gestion des ressources en eau.



9.3 Cadres de gestion transfrontaliers et internationaux

Le Tableau 9 énumère les organismes opérant dans le bassin et leurs objectifs respectifs.

Tableau 9 : Objectifs des organisations transfrontalières et internationales travaillant dans le bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi

ORGANISATION	PAYS FONDATEURS	OBJECTIF
Organisations régionales		
Communauté économique des pays des Grands Lacs (CEPGL)	Burundi, RDC, Rwanda	Revitaliser le dialogue politique et l'intégration économique dans les Grands Lacs
Communauté économique des États de l'Afrique centrale (CEEAC)	Angola, Burundi, Cameroun, Gabon, Guinée équatoriale, RDC, République centrafricaine, République du Congo, Rwanda, Sao Tomé-et-Principe, Tchad	Promouvoir et renforcer une coopération harmonieuse et un développement dynamique, équilibré et autonome
Conférence internationale sur la région des Grands Lacs (CIRGL)	Angola, Burundi, Kenya, Ouganda, RDC, République centrafricaine, République du Congo, Rwanda, Soudan, Sud-Soudan, Tanzanie, Zambie	Pacte sur la paix, la sécurité, la stabilité et le développement dans la région des Grands Lacs
Organismes de gestion des bassin concernés		
Autorité du lac Tanganyika (ALT)	Burundi, RDC, Tanzanie, Zambie	Protéger et conserver de la biodiversité, et utiliser durablement les ressources naturelles du lac Tanganyika et de son bassin
Commission internationale du bassin Congo-Oubangui-Sangha (CICOS)	Angola, Cameroun, Gabon, RDC, République centrafricaine, République du Congo	Promouvoir la navigation intérieure : en 2007, la mission du CICOS a été étendue aux fonctions de la GIRE.
Initiative du bassin du Nil (NBI)	Burundi, Égypte, Érythrée, Éthiopie, Kenya, Ouganda, RDC, Rwanda, Soudan, Tanzanie	Fournir une plateforme pour la coopération entre les bassins, et pour les services de planification et de gestion des ressources en eau basés sur les systèmes d'information, et faciliter les projets transfrontaliers
Autorité du bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi (ABAKIR)	Burundi, RDC, Rwanda	Protéger et conserver les ressources en eau du bassin sur la base d'une gestion intégrée et durable



CHAPITRE 10

Propositions pour améliorer et harmoniser les cadres juridiques et le programme d'action dans le bassin

Des mesures visant la gestion durable, la préservation et la restauration des ressources en eau et des milieux associés du bassin sont nécessaires, ce qui exige une coopération renforcée entre les États membres. Un programme d'action comprenant les types de mesures suivants est proposé.

1. Harmonisation des politiques et des réglementations. Cela peut être réalisé en renforçant les capacités et les responsabilités des entités et organisations décentralisées chargées de la gestion des bassins versants ou des zones protégées. De même, l'harmonisation des politiques et des réglementations relatives à l'évaluation environnementale permettrait d'éviter les investissements nuisibles à l'environnement et l'utilisation de produits chimiques dangereux. L'établissement de règles communes en matière d'assainissement empêcherait le développement incontrôlé des centres urbains et des infrastructures hôtelières, et faciliterait la mise en place d'infrastructures d'assainissement appropriées. 2. Mise en œuvre des mécanismes de PSE.
Cela nécessite une bonne connaissance des services écosystémiques fournis au niveau des sous-bassins, l'identification des bénéficiaires des paiements sur la base des données foncières et la mise en place d'un mécanisme de

collecte des droits auprès des bénéficiaires des services. Ce

mécanisme doit être harmonisé entre les trois pays.

3. Renforcement et optimisation des réseaux de surveillance hydrométéorologique existants et des mesures d'amélioration des connaissances.

Les mécanismes pour y parvenir comprennent l'entretien des stations de surveillance existantes et l'établissement de nouvelles stations pour la surveillance des eaux de surface et souterraines (surveillance hydrométrique et piézométrique). En outre, des informations supplémentaires devraient être recueillies sur :

- l'hydrogéologie ;
- le prélèvement d'eau et le rejet d'eau ;
- les sources de pollution ;
- la qualité de l'eau ; et
- la dégradation des sols.

4. Renforcement de la structure d'ABAKIR.

Il s'agit de mettre en place des structures techniques opérationnelles et des mesures d'appui institutionnel, par exemple, une unité interne de planification et d'études, et un « observatoire des ressources en eau et des milieux associés du bassin ». Un soutien financier et technique devrait aider ABAKIR et les États membres à préparer les activités proposées.

5. Développement d'outils de gestion de bassin.

Il peut s'agir de systèmes d'observation et d'alerte, de modèles hydrologiques et de planification des ressources en eau, d'une boîte à outils GIRE, etc.

6. Réduction de la pression sur l'environnement.

Par exemple, en sélectionnant des projets d'infrastructure ayant un impact moindre sur l'environnement et les ressources en eau. La plupart des mesures requises sont du ressort des gouvernements nationaux, mais ABAKIR devrait jouer un rôle de catalyseur. Les mesures suivantes ont déjà été identifiées pour réduire la pression sur l'environnement, mais d'autres seront nécessaires à l'avenir.

6. Suite...

Ressources en eau et biodiversité

- Améliorer l'accès à l'eau et à l'assainissement
- Lutter contre la dégradation des ressources en eau
- Sauvegarder la biodiversité

Accès à l'énergie

- Améliorer l'accès à l'électricité
- Réduire l'utilisation du bois de chauffage

Sécurité alimentaire et biodiversité

- Protéger la pêche et la pisciculture
- Lutter contre la dégradation des sols
- Traiter les excréments des élevages intensifs

Contrôle de la pollution

- Améliorer la gestion des déchets solides
- Améliorer les processus industriels et miniers
- Réduire la pollution due au tourisme, aux infrastructures de santé et aux écoles

7. Introduction de mesures de gestion des risques naturels.

Les établissements humains dans les zones à haut risque de catastrophes naturelles doivent être évités à tout prix. Des mesures de gestion des risques naturels sont également nécessaires.



CHAPITRE 11

Conclusions générales

La situation actuelle de la gestion des ressources en eau et des environnements associés dans le bassin du lac Kivu et de la rivière Ruzizi/Rusizi peut être résumée sous la forme d'une analyse des **forces**, **faiblesses**, **opportunités et menaces (SWOT)**, comme indiqué ci-dessous.

FORCES

- Un bassin bien alimenté par d'importants apports d'eau avec un magnifique lac de grande taille qui a un potentiel remarquable pour le tourisme, la pêche et l'aquaculture, et la production d'électricité
- Des forêts protégées et une biodiversité remarquable qui renforcent le potentiel touristique, protègent le bassin et fournissent du bois de chauffage
- Une zone socioéconomique dynamique avec une population en forte croissance et un développement progressif des infrastructures

FAIBLESSES

- Les différents modèles de gouvernance de trois pays compliquent la gestion.
- La croissance démographique est difficile à contrôler.
- La superficie du bassin ne représente qu'une petite partie de la superficie totale de chacun des trois pays, ce qui ne favorise pas l'implication nationale dans la gestion.
- Alcalinité des eaux du lac Kivu et salinité des eaux de la rivière Ruzizi/Rusizi et de certains affluents
- Faible débit de la rivière pendant les mois secs (juin, juillet et août)
- Les affluents ont des débits faibles/limités.
- Absence de suivi hydrométéorologique dans le bassin
- Terrain accidenté du bassin, terres fragiles utilisées pour la culture le long des pentes, sujettes à l'érosion et aux glissements de terrain

OPPORTUNITÉS

- Stabilité politique et volonté politique de protection de l'environnement
- Bailleurs de fonds prêts à soutenir le développement du bassin et d'ABAKIR
- Projets transfrontaliers renforçant la cohésion régionale et chercheurs expérimentés consolidant la base de connaissances
- Pays mettant à jour leurs cadres juridiques pour une gestion durable de l'eau et de l'environnement

MENACES

- Extrême pauvreté des populations vivant dans le bassin, exerçant une forte pression sur les ressources naturelles
- Urbanisation explosive incontrôlée combinée à un manque d'assainissement et de collecte/traitement des déchets solides et liquides
- Utilisation incontrôlée et non durable du bois, défrichement des forêts et feux de brousse entraînant la perte de la biodiversité et l'érosion
- Agriculture et élevage sur des pentes abruptes provoquant l'érosion des sols et des glissements de terrain
- Plusieurs industries (mines, carrières, ciment, etc.) peu respectueuses de l'environnement et peu contrôlées par les autorités
- Surpêche dans le lac Kivu et la rivière Ruzizi/Rusizi, et braconnage dans les zones protégées
- Risques naturels élevés : éruptions volcaniques, éruptions limniques, forte sismicité, inondations, glissements de terrain, etc.







