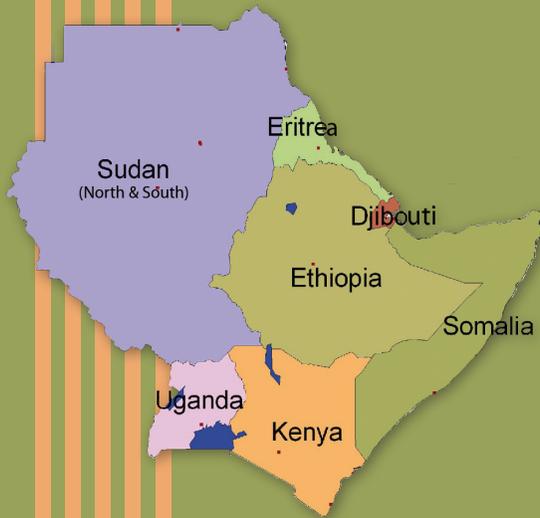


Projet Cartographie, évaluation et
gestion des ressources en eau trans-
frontalières dans la sous-région IGAD



Tome VI

COMPOSANTE GIRE



INTERGOVERNMENTAL AUTHORITY ON DEVELOPMENT
ON DEVELOPMENT



FACILITÉ AFRICAINE DE L'EAU



OBSERVATOIRE DU SAHARA ET DU SAHEL

Projet Cartographie, évaluation et gestion des ressources
en eau transfrontalières de la sous-région IGAD

Tome VI

COMPOSANTE GIRE

GIRE : Modélisation des ressources en eau transfrontalières
dans la sous-région de l'IGAD

Décembre 2011

Rapport élaboré avec le soutien de:



SEREFACO CONSULTANTS LIMITED

6 Katonga Road, Nakasero, PO Box 6916, KAMPALA

Tél. : 256 41 4342397 or 4255577, Fax : 256 41 4230691

E-mail : serefaco@serefacoconsultants.com

© Intergovernmental Authority on Development et Observatoire du Sahara et du Sahel

ISBN: 978-9973-856-66-1



PRÉFACE

La sous-région IGAD constitue l'une des régions les plus marginales du monde en terme de précipitation disponible pour la croissance de la végétation naturelle et la production agricole. Environ 80 % de la sous-région IGAD est aride et semi-arides avec un faible niveau d'utilisation de l'eau. La population est estimée à **206 millions en 2010** et devrait atteindre **462 millions en 2050** dans une zone de **5,2 millions de km²**.

Les manifestations les plus évidentes ont été les sécheresses périodiques et la désertification qui ont condamné des millions de personnes à la pauvreté perpétuelle et aux décès. Les populations tirent leur subsistance de l'eau et des activités de production primaire basées sur la terre tels que le pastoralisme nomade et l'agriculture de subsistance dans une région où la variabilité des précipitations est élevée. La sous-région est le foyer du plus grand nombre de communautés pastorales estimée à environ **17 millions**. La disponibilité de l'eau est donc vitale pour le développement de la région.

Les préoccupations croissantes sur la rareté de l'eau dans la sous-région IGAD ont attiré l'attention sur plusieurs défis socio-économiques liés à la gestion des ressources en eau.

Premièrement, comme la sous-région aspire au progrès économique et social, la demande en eau va augmenter en raison de la croissance démographique, l'augmentation des revenus, le changement des habitudes alimentaires, l'urbanisation et le développement industriel. Pendant que la demande augmente dans tous les secteurs, l'agriculture consommera la majeure partie de l'eau et focalisera les attentions pour l'ajustement de la pression de la demande.

Deuxièmement, il ya des préoccupations quant à la disponibilité de la sous-région de IGAD d'assez d'eau dans le futur pour répondre aux besoins de sécurité alimentaire d'une population en croissance rapide. Avec la sécurité alimentaire, la sécurité de l'eau est également devenue une question fondamentale pour le développement humain dans la sous-région.

S'il est un fait que l'eau occupe une position charnière dans le développement de la sous-région IGAD, **aucun pays membre ne dispose d'informations suffisantes** pour gérer ses ressources en eau de manière à assurer l'efficacité et l'équité économique dans la répartition de l'eau pour différents usages. En effet, quatre pays de l'IGAD à savoir **l'Erythrée, le Kenya, Djibouti et la Somalie** sont dans la catégorie des pays qui subissent la pénurie d'eau avec moins de **1 000 m³ par personne et par an**, voire moins.

De plus, en l'an 2025, même l'Éthiopie et l'Ouganda, qui ont actuellement suffisamment d'eau, seront en situation de stress hydrique (1000-2000 m³/personne/an) ; tandis que Djibouti, Érythrée, Kenya, Somalie et Soudan seront dans une situation de limite avec « 500 m³/personne/an » et ainsi donc l'eau limitera tout développement durable.

Aucun des États membres de l'IGAD n'a à l'heure actuelle la quantité d'eau par habitant nécessaire pour le développement industriel (2400 m³/jour). Ce manque d'eau limitera considérablement la production alimentaire, le maintien des écosystèmes et du développement économique, parmi d'autres besoins et usages.

Les ressources en eau lient les États membres de l'IGAD en interne et en externe avec les régions adjacentes. Six bassins fluviaux transfrontaliers et six systèmes aquifères transfrontaliers ont été identifiés dans la sous-région IGAD à ce stade de l'étude. **Le ratio des demandes en eau aux moyennes d'approvisionnement disponibles est seulement de 9 % en 2011 et de 15 % en 2031** selon les projections de cette étude intitulée « Cartographie, évaluation et gestion des ressources en eau transfrontalières dans la sous-région IGAD ». Cependant, il y a des problèmes spécifiques qui appellent la nécessité d'une connaissance adéquate des ressources en eau de surface et souterraines.

Cette étude (la première du genre dans la sous-région) a fourni une plateforme pour le recentrage des efforts au sein de la sous-région vers une meilleure quantification et la compréhension de l'ampleur de la pénurie d'eau et d'autres facteurs liés à l'eau qui influent sur le développement socio-économique dans la sous-région. Le plus important des moteurs de la demande en eau dans tous les secteurs est la population qui, dans la sous-région devrait augmenter de 165% entre 2010 et 2030, et de 136 % entre 2030 et 2050. Cette étude démontre que ces augmentations vont créer une augmentation significative des prélèvements d'eau pour l'approvisionnement domestique et pour l'industrie.

L'autre secteur important est l'agriculture, qui combine l'irrigation et l'élevage. Ici encore, la population est le paramètre le plus important du changement, régissant la demande alimentaire et donc la nécessité d'augmenter la productivité agricole à travers le développement de l'irrigation.

Le processus régional a mis en évidence le **faible niveau d'utilisation de l'eau** et donc de sécurité hydrique actuellement estimée à environ **3 %** des ressources en eau renouvelable annuellement comme un indicateur de base de l'absence globale de développement des infrastructures d'eau pour assurer la sécurité hydrique pour l'usage social, économique et environnementale. La sous-région IGAD est l'une des zones les plus vulnérables à la variabilité climatique et aux sécheresses récurrentes.

Par conséquent, il est nécessaire de mieux comprendre en profondeur la situation environnementale et de consolider les capacités de l'IGAD à surveiller les liens entre le climat et les systèmes d'eau avec l'identification et la cartographie des ressources en eau et des risques majeurs liés à la dégradation, la pollution et la détérioration de la qualité de l'eau. Les politiques, stratégies et objectifs de la coopération et la façon de les atteindre doivent être énoncées dans une deuxième phase du projet IGAD.

Il est important de noter que le projet IGAD a été mis en œuvre aux niveaux national et

sous-régional avec la participation active des institutions focales nationales en employant des consultants nationaux et régionaux. La coordination du projet est faite par l'OSS avec la création d'unités de coordination nationales dans les institutions focales nationales en charge de l'eau des Etats membres de l'IGAD. Le comité de pilotage du projet a été mis en place et la coordination régionale et sa facilitation ont été assurées par l'IGAD.

Nous tenons alors à remercier tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce projet : les Ministères en charge de l'Eau et des institutions nationales, les partenaires de coopération de l'IGAD et de l'OSS (particulièrement la Facilité Africaine de l'Eau), les équipes nationales, les consultants nationaux et internationaux, l'équipe du projet au sein du Secrétariat exécutif de l'OSS et le Secrétariat exécutif de l'IGAD.

Notre satisfaction a été de réussir l'appropriation de tous les résultats de ce projet par les équipes nationales ainsi que la mise en place au sein du Secrétariat Exécutif de l'IGAD d'outils performant permettant d'assurer la continuité de ce projet.

Ce projet final se compose de 7 documents indépendants, à savoir :

- Introduction, vue d'ensemble et recommandations
- Tome 1: Rapport de la composante du cadre institutionnel (le présent rapport)
- Tome 2: Rapport de la composante socioéconomique
- Tome 3: Rapport de la composante environnement
- Tome 4: Rapport de la composante SIG/ base de données
- Tome 5: Rapport de la composante Modélisation des ressources en eau/ hydrologie
- Tome 6: Rapport de la composante

Ces remerciements s'adressent aussi à SEREFACO Consultants limited et son équipe pour l'excellent travail qu'il a pu mener malgré toutes les difficultés rencontrées notamment par l'absence de données fiables.

Le Secrétaire Exécutif de l'OSS
Dr Ing. Chedli FEZZANI

Le Secrétaire Exécutif de l'IGAD
Eng. Mahboub Mohamed MAALIM



TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE	3
RÉSUMÉ EXÉCUTIF	17
INTRODUCTION	21
1. Contexte.....	21
2. Objectifs.....	21
3. Activités	22
GESTION DES RESSOURCES EN EAU DANS LA SOUS-REGION DE L'IGAD	25
1. Introduction.....	25
2. Défis pour la gestion intégrée des ressources en eau au niveau transfrontalier	25
3. Opportunités pour la gestion des ressources en eau transfrontalières dans la sous-région de l'IGAD	27
4. Principaux bassins transfrontaliers.....	30
GIRE ET GESTION DE L'EAU TRANSFRONTALIÈRE.....	31
1. Introduction.....	31
2. Application des principes de gire dans la sous-région de l'IGAD	32
3. Passage de la réflexion du cadre national au cadre transfrontalier	33
MODÉLISATION DE LA GESTION DE L'EAU.....	35
1. Introduction	35
2. Exemples de modèles de gestion de l'eau	35
3. Modélisation de la gestion de l'eau utilisant WEAP.....	37
4. Approche de modélisation WEAP	38
MISE EN PLACE DU MODÈLE WEAP POUR LES BASSINS TRANSFRONTALIERS DANS LA RÉGION DE L'IGAD.....	41

1. Introduction.....	41
2. Estimation et prévision de la demande	41
3. Estimation de l’approvisionnement en eau.....	43
4. Mise en place de l’analyse	43
5. Mise en place du scénario	44
HYPOTHÈSE ET VARIABLES GÉNÉRALES	45
1. Hypothèses générales	45
2. Mise en place du scénario	46
3. Scénarios considérés.....	46
BASSIN DE JUBA-SHEBELLE	49
1. Mise en place du modèle	49
2. Projections démographiques.....	49
3. Données de demande	51
4. Débit fluvial	51
5. Résultats.....	51
6. Remarques	54
BASSIN DU TURKANA-OMO.....	55
1. Projections démographiques.....	55
2. Données de la demande.....	56
3. Débit fluvial	56
4. Résultats.....	56
5. Remarques	58
BASSIN DU GASH-BARKA	59
1. Mise en place du modèle	59
2. Projections démographiques	59
3. Données de demande	60
4. Débit fluvial	60
5. Résultats.....	60
6. Remarques	62

BASIN DU DANAKIL	63
1. Mise en place du modèle	63
2. Projections démographiques.....	63
3. Données de la demande.....	64
4. Débit fluvial	64
5. Résultats.....	64
6. Remarques	67
BASSIN D’OGADEN	69
1. Mise en place du modèle	69
2. Projections démographiques	69
3. Données de la demande	70
4. Débit fluvial	70
5. Résultats.....	70
6. Remarques	73
BASIN D’AYESHA	75
1. Mise en place du modèle	75
2. Projections démographiques	75
3. Données de demande	76
4. Débit fluvial	76
5. RÉSULTATS	76
6. Remarques	78
CONCLUSIONS.....	79
RECOMMANDATIONS.....	81
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	83
ANNEXE 1 : LES DÉFIS DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PAYS DE L’IGAD..	85
ANNEXE 2 : CARTE DES BASSINS HYDROGRAPHIQUES	89
ANNEXE 3 : LIENS UTILES.....	91



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Évolution de l'application de GIRE dans la région de l'IGAD.	29
Tableau 2. Adhésion des pays de l'IGAD à des conventions/accords internationaux importants.....	30
Tableau 3. Surfaces irriguées dans les bassins transfrontaliers de la région de l'IGAD.....	47
Tableau 4. Ressources en eau souterraines et propriétés des aquifères dans les sous-bassins de l'IGAD.	48
Tableau 5. Données de population pour les régions du bassin du Juba-Shebelle.	50
Tableau 6. Projections de population dans le bassin du Juba-Shebelle.....	50
Tableau 7. Demande domestique et pour l'irrigation dans le bassin du Juba-Shebelle (Million m ³).....	52
Tableau 9. Volumes de stockage dans le bassin du Juba-Shebelle (Million m ³).	53
Tableau 8. Insuffisance dans le bassin du Juba-Shebelle (Million m ³).....	53
Tableau 10. Données de population pour les régions du bassin Turkana-Omo.	55
Tableau 11. Projections de population dans le bassin Turkana-Omo.....	56
Tableau 12. Demande domestique et pour l'irrigation au bassin du Turkana-Omo (Million m ³).	57
Tableau 13. Insuffisance par rapport à la demande dans le bassin du Turkana-Omo (Million m ³).	57
Tableau 14. Données de population pour les régions dans le bassin du Gash-Barka.	59
Tableau 15. Projections de population dans le bassin Gash-Barka.	60
Tableau 16. Variation mensuelle des ressources en eau disponibles au bassin du Gash-Barka (million m ³).....	60
Tableau 17. Demande domestique et pour l'irrigation dans le bassin du Gash-Barka (Million m ³).	61
Tableau 18. Insuffisance dans le bassin du Gash-Barka (Million m ³).....	61

Tableau 19. Données de population pour les régions dans le bassin du Danakil.	63
Tableau 20. Projections de la population dans le bassin du Danakil.	64
Tableau 21. Variation mensuelle des ressources en eau disponibles au bassin du Danakil (million m ³).	64
Tableau 22. Demande domestique et pour l'irrigation dans le bassin du Danakil (Million m ³).	65
Tableau 23. Insuffisance dans le bassin du Danakil (Million m ³).	65
Tableau 24. Baisse du pourcentage de l'insuffisance causée par l'exploitation ressources souterraines à certaines années.	66
Tableau 25. Données de population pour les régions du bassin d'Ogaden.	69
Tableau 26. Projections de population dans le bassin d'Ogaden.	70
Tableau 27. Variation mensuelle des ressources en eau disponibles au bassin d'Ogaden (million m ³).	70
Tableau 28. Demande domestique et pour l'irrigation dans le bassin d'Ogaden (Millions m ³).	71
Tableau 29. Insuffisance dans le bassin d'Ogaden (Million m ³).	71
Tableau 30. Baisse du pourcentage de l'insuffisance causée par l'exploitation ressources souterraines à certaines années.	72
Tableau 31. Données de population pour les régions du bassin Ayesha.	75
Tableau 32. Projections de population dans le bassin d'Ayesha.	76
Tableau 33. Variation mensuelle des ressources en eau disponibles au bassin d'Ayesha (million m ³).	76
Tableau 34. Insuffisance dans le bassin d'Ayesha.	77
Tableau 35. Baisse du pourcentage de l'insuffisance causée par l'exploitation des ressources souterraines à certaines années.	77
Tableau 36. Ressources annuelles totales en eau pour les bassins transfrontaliers de la région de l'IGAD.	80



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Processus de modélisation WEAP	42
Figure 2 : Mise en place du modèle pour le bassin du Juba-Shebelle. Pour les noms des centres de demande voir Tableau 5 (données démographiques) et Tableau 3 (données d'irrigation).....	49
Figure 3 : Variation mensuelle de ressources en eau disponibles dans le bassin du Juba-Shebelle.....	51
Figure 4: Mise en place du modèle pour le bassin du Turkana-Omo.	55
Figure 5 : Variation mensuelle des ressources en eau disponibles au bassin du Turkana-Omo (million m ³).	56
Figure 6 : Mise en place du modèle pour le bassin du Gash-Barka.....	59
Figure 7: Mise en place du modèle pour le bassin du Danakil.....	63
Figure 8 : Mise en place du modèle pour le bassin d'Ogaden.	69
Figure 9 : Mise en place du modèle pour le bassin d'Ayesha.....	75



LISTE DES ACRONYMES

TASA	Terre aride et semi-aride
AQUASTAT	Système d'Information Générale sur l'eau et l'Agriculture de la FAO
MMC	Milliards de mètres cubes
Cap-Net	Réseau International de renforcement de capacité en matière de gestion durable de l'eau
CDB	Convention sur la diversité biologique
CITES	Convention internationale du commerce des espèces en danger de disparition
BD	Base de données
EIE	Etude d'impact sur l'environnement
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FEM	Fonds pour l'environnement mondial
GWP	Partenariat Mondial de l'Eau
IGAD	Autorité Intergouvernementale pour le développement
GIRE	Gestion Intégrée des ressources en eau
NBI	Initiative du Bassin du Nil
SEI	Institut de Stockholm pour l'Environnement
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel
SWAT	Outil d'évaluation du sol et de l'eau
TdR	Termes de référence
CNUDB	Convention des Nations Unies sur la diversité biologique
CNULCD	Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification
CNUED	Conférence des Nations Unies pour l'Environnement et le Développement (Sommet de Rio)
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
CEE	Commission Economique des Nations Unies pour l'Europe
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
WEAP	Système d'évaluation et de planification de l'eau



RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Les défis de la gestion des ressources en eau transfrontalières des pays de l'IGAD sont nombreux et ont tendance à avoir des incidences transfrontalières. Ils comprennent : la pauvreté endémique, une démographie galopante, la désertification, des pluies très variables, qui affectent le régime pluviométrique et sont souvent la cause de sécheresse, les famines et la faim, la dégradation des sols due au déboisement et les conflits civils. La mise en œuvre de GIRE dans les bassins transfrontaliers constitue un mécanisme viable pour relever les défis. Le concept GIRE est représenté par ses principes qui constituent un pilier du processus de préparation des plans de gestion de l'eau. Ils définissent le besoin de conserver les ressources en eau, l'importance d'une approche participative du développement et de la gestion des ressources en eau, le rôle des femmes dans l'approvisionnement et la gestion des ressources en eau et la valeur économique de l'eau.

La modélisation de la gestion des ressources en eau dans la région de l'IGAD n'est pas facile. Les ressources hydriques sont éparpillées et variables. En outre, les données relatives à la demande et l'utilisation de l'eau sont rares et parfois peu fiables là où elles sont disponibles. On a utilisé le modèle WEAP (Evaluation et Planification des Eaux) pour la modélisation des ressources en eau dans plusieurs régions du monde. Ce modèle offre un moyen d'analyse de l'impact des politiques d'intervention (structurelles et non structurelles) sur la disponibilité et la demande des ressources en eau dans une région donnée. Le modèle a été développé avec succès pour six bassins transfrontaliers dans la région de l'IGAD. Les données utilisées de l'approvisionnement et de la demande étaient basées sur des études socio économiques et de modélisation des ressources en eau (voir tableau ci-dessous). L'utilisation possible des modèles pour tester l'impact de scénarios différents en matière de gestion de l'eau fut également explorée. L'idée principale qui a motivé le développement de modèles est que les modèles évolueront au fil du temps au fur et à mesure que l'on disposera d'autres informations sur les ressources et la demande en eau, ainsi que sur d'autres questions politiques.

Le modèle a été mis en place pour une année de base, l'année 2011, tandis que les simulations ont été réalisées sur 20 ans, avec pour terme 2031. Les premières évaluations ont révélé que tous les bassins ont des ressources en eau considérables et que si elles sont bien gérées, elles pourront couvrir tous les besoins des habitants du bassin. Les ressources en eau annuelles et estimations de la demande en eau pour 2011 et 2031 sont indiquées sur le tableau ci-dessous. Il est clair, à partir du tableau, que les ressources en eau disponibles dans les bassins sont en général suffisantes pour répondre aux demandes actuelles et futures. Le rapport entre la demande en eau et la quantité disponible s'élève

à une moyenne de seulement 9 % en 2011 et 15 % en 2031. Le problème réside dans les variations spatiales et temporelles en matière de disponibilité de l'eau. Les rivières coulent essentiellement pendant la saison des pluies qui ne dure que 4 à 5 mois entre les mois de juin et d'octobre chaque année. Les 7 à 8 autres mois sont généralement secs, et de nombreuses rivières s'assèchent également. Cela implique que, pour répondre à la demande prévue, l'investissement dans l'infrastructure de stockage de l'eau (sous forme de barrages et réservoirs) est inévitable. Certaines estimations préliminaires de stockage requis ont pu être calculées. Les estimations pourront être affinées lorsque l'on disposera de nouvelles données.

Bassin	Ressources en eau disponible (x 10 ⁶ m ³)		Demande domestique (x 10 ⁶ m ³)		Demande Agriculture (x 10 ⁶ m ³) - 2011	Total demande (x 10 ⁶ m ³)	
	Eau de surface	Eau souterraine	2011	2031		2011	2031**
Juba-Shebelle	64,600	43,700	578	1,054	1,192	1,770	2,824
Turkana-Omo	28,700	19,300	707	1,293	680	1,387	2,680
Gash-Barka	2,800	1,400	53	225	225	278	503
Danakil	1,000	600	52	99	60	112	211
Ogaden	14,100	6,500	91	165	310	401	566
Ayesha	123	-	4	7	0	4	11
Total	111,323	71,500	1,485	2,843	2,467	3,952	6,795

** les demandes d'irrigation supposées pour 2011. Pour les demandes totales y compris les projections de la demande d'irrigation, voir les scénarios spécifiques dans le rapport principal.

On peut tirer les recommandations suivantes de l'étude de modélisation GIRE :

- La mise en œuvre de GIRE est rendue difficile par l'absence de volonté politique, l'absence d'outils juridiques et institutionnels et aussi absence de ressources humaines. Il existe beaucoup d'organisations internationales qui ont de l'expérience dans l'appui des pays en voie de développement pour lancer le processus de mise en œuvre de GIRE ; parmi ces organisations le Partenariat Mondial de l'Eau, l'Unesco, le PNUD, Cap-Net, l'IWMI, le PNUE et autres. Ces organisations devraient être invitées le plus vite possible à partager leurs expériences et appuyer la mise en œuvre de GIRE dans les bassins transfrontaliers de l'IGAD.

- Les modèles GIRE étaient construits à partir des données disponibles au moment de l'analyse. Une analyse plus détaillée nécessitera plus de données sur les taux de demande en eau et de croissance de la demande y compris des données spécifiques sur les projets futurs de développement du secteur de l'eau dans la sous-région de l'IGAD. En particulier, l'élevage constitue un grand utilisateur d'eau mais les données de sa demande en eau n'étaient pas disponibles.

- Les modèles GIRE étaient construits d'une façon telle que des affinements peuvent être introduits par les utilisateurs. Le modèle WEAP peut être utilisé pour un grand nombre

d'applications y compris l'évaluation de scénario, l'impact du changement climatique, la gestion de l'irrigation, la modélisation de l'approvisionnement en eau, etc. La formation des utilisateurs du modèle garantira que son utilisation sera intégrée à leur travail quotidien and une masse de professionnels sera formée pour la mise en œuvre du modèle dans les bassins transfrontaliers.

1

INTRODUCTION

1. CONTEXTE

L'objectif du modèle de la gestion de l'eau consiste à préparer un plan de répartition de l'eau qui tient compte des besoins des différents utilisateurs/parties prenantes dans le bassin. En outre, un modèle de gestion de l'eau sert à étudier l'impact des différents scénarios futurs (changements dans l'hydrologie, décisions de gestion, changements socio-économiques, etc.) sur l'ensemble du système. Le modèle est alors utilisé pour tester l'impact des mesures d'atténuation proposées (tels que les changements dans l'allocation de l'eau à un secteur donné, changements de secteurs de priorités ou transferts d'eau libre dans et hors d'un bassin).

La sous-région de l'IGAD s'étend sur une superficie de 5,2 millions de km² avec une population d'environ 194 millions de personnes (2005) qui augmente à un taux annuel de 2,5 % (1990-2007). Près de 80 % de la sous-région est composée de plaines arides et semi-arides, recevant moins de 400 mm de pluie par an. Les statistiques mondiales d'utilisation des terres indiquent que les terres agricoles représentent 7 % de l'ensemble de la surface, les forêts 19 %, les pâturages permanents 28 % et les autres terres qui ne semblent pas exploitées 46 %.

La sous-région de l'IGAD est parmi les zones les plus vulnérables à la variabilité du climat et aux sécheresses récurrentes, et souffre des pires effets de ces conditions de l'environnement qui sont exacerbées par la tendance aux conflits. La sous-région est composée de sept pays – Djibouti, l'Erythrée, le Kenya, la Somalie, le Soudan et l'Ouganda – qui comprend la Corne de l'Afrique. La coexistence de conflits, du changement climatique et des changements et croissance démographique rapide a eu un effet néfaste sur la sous-région dont l'aggravation des effets de la sécheresse. Les famines récentes ont principalement pris de l'ampleur en raison des niveaux élevés de pauvreté endémique et de l'insécurité alimentaire. Le développement humain est faible et les inégalités sociales, économiques et politiques parmi les personnes ainsi qu'entre les régions au sein des divers pays sont omniprésentes.

2. OBJECTIFS

L'objectif principal de la mission CEG-RET consistait à évaluer et analyser les ressources en eau ainsi que les conditions socio-économiques et de l'environnement dans la sous-région et produire une stratégie, des recommandations et des plans d'action permettant aux Etats

membres de mettre en œuvre et exploiter un système de gestion des ressources en eau transfrontalières. Pour la partie GIRE, l'objectif essentiel consistait à promouvoir les principes de GIRE en matière de ressources en eau transfrontalières au sein de la sous-région de l'IGAD ; réaliser une planification conjointe des principaux bassins aquifères transfrontaliers prioritaires qui présentent un potentiel notable aux activités de développement basées sur l'eau ; élaborer des accords pour une planification conjointe et une mise en œuvre d'activités de développement transfrontaliers d'eau dans les grands systèmes transfrontaliers.

3. ACTIVITÉS

Les principales activités dans le cadre de la composante GIRE de l'étude sont :

- Conceptualisation d'un modèle GIRE ;
- Elaboration d'un modèle GIRE à la lumière des bassins transfrontaliers ;
- Développement d'un modèle GIRE pour les bassins transfrontaliers de la sous-région de l'IGAD.

La conceptualisation du modèle GIRE a suivi un nombre de démarches y compris : (1) justification du besoin d'un modèle GIRE ; (2) évaluation des difficultés existantes pour la mise en œuvre de GIRE ; (3) identification des opportunités d'une mise en œuvre de GIRE ; et (4) modélisation de GIRE.

La justification du besoin de GIRE dans les bassins transfrontaliers de l'IGAD visait l'évaluation des stratégies de l'IGAD en matière de gestion de l'environnement et la révision de la base pratique et théorique de GIRE.

Les difficultés à la mise en œuvre de GIRE dans l'IGAD sont liées aux cadres institutionnels et juridiques existants qui ne concernent pas les questions de GIRE directement. A ces aspects s'ajoutent d'autres facteurs tels que le taux élevé de pauvreté, le manque de capacité de GIRE ainsi que la haute fréquence des phénomènes climatiques extrêmes (inondations et sécheresse) dans la région.

On a utilisé le modèle d'évaluation et de planification de l'eau (WEAP) pour analyser l'effet d'autres actions de gestion de l'eau sur les systèmes de ressources en eau des divers bassins transfrontaliers et les valeurs mensuelles moyennes à long terme des ressources et des demandes en eau pour la modélisation.

Les scénarios futurs ont été basés sur les perspectives de développement dans les bassins transfrontaliers. En outre, des menaces futures dues au changement climatique et autres changements ont été également pris en compte. Les bassins considérés dans la composante GIRE de l'étude sont : (1) le Juba-Shebelle; (2) le Turkana-Omo; (3) le Gash-Barka; (4) le Danakil; (5) l'Ogaden and (6) l'Ayasha.

Des modèles ont été élaborés pour répondre à un certain nombre de questions, dont :

1. Utiliser l'information disponible de façon optimale. Les sources d'information ont inclus les rapports des pays, l'information de l'IGAD et de l'OSS ainsi que l'information provenant de sources régionales et internationales telles que la FAO, la Banque Mondiale,

l'Unesco, le PNUD et d'autres ;

- 2.** Il était indispensable que les modèles fournissent une représentation réaliste de l'offre et la demande et des lieux précis dans chacun des bassins. L'utilisation de WEAP, un système de modélisation SIG, a résolu cette question en veillant à ce que tous les centres de demande soient aussi proches que possible du lieu de la demande par rapport à la source d'approvisionnement (les rivières) ;
- 3.** Il était indispensable que les modèles soient suffisamment souples pour permettre tout développement et amélioration futurs au fur et à mesure de la disponibilité de plus d'information.

2

GESTION DES RESSOURCES EN EAU DANS LA SOUS-REGION DE L'IGAD

1. INTRODUCTION

La stratégie de l'IGAD¹ a défini la gestion durable des ressources naturelles et la protection de l'environnement comme le facteur principal dont dépend tout développement socio-économique. La région connaît des crises économiques persistantes principalement liées aux conditions de dégradation majeure des ressources naturelles et de l'environnement. Exacerbées par des sécheresses récurrentes et autres catastrophes naturelles ou causées par l'homme, elles produisent une pauvreté perpétuelle et un niveau de sous-développement qui à son tour accélère la dégradation des ressources naturelles et de l'environnement, fermant ainsi le cercle vicieux.

L'objectif des pays membres est de briser ce cycle en garantissant les conditions d'un environnement durable dans leurs activités économiques et sociales. La stratégie de l'IGAD pour les ressources naturelles et de l'environnement (2007) indique qu'une telle stratégie permettrait de réaliser la vision à long terme de l'IGAD selon laquelle les populations de cette région développeraient une identité régionale et vivraient en paix dans un environnement propre, ayant réduit la pauvreté par des programmes appropriés et efficaces de politique économique, de sécurité alimentaire, de protection de l'environnement et de gestion des ressources naturelles. Une telle stratégie placerait les personnes et les biens de subsistance au centre des débats autour du développement durable et reconnaîtrait que les êtres humains ont droit à une vie saine et productive en harmonie avec la nature.

2. DÉFIS POUR LA GESTION INTEGRÉE DES RESSOURCES EN EAU AU NIVEAU TRANSFRONTALIER

Les ressources en eau douce dans la région de l'IGAD se composent d'eau de surface, d'eau souterraine et de plans d'eau ouverts. La région dispose aussi de zones humides importantes, notamment en Ouganda, Ethiopie et Soudan, qui servent entre autres, au stockage de l'eau et comme filtres à l'eau polluée. La disponibilité d'eau douce est un des facteurs majeurs pour le développement social et économique. Les écosystèmes d'eau douce et de zones humides jouent des fonctions multiples allant de l'eau pour boire à l'assainissement, l'agriculture, la production d'énergie, la fabrication, le transport et l'habitat des espèces comme source

¹ Stratégie de l'IGAD, Autorité Intergouvernementale pour le Développement, Secrétariat de l'IGAD, Djibouti (2003)

de nourriture et de commerce. La région doit encore optimiser la gestion et l'utilisation de ses ressources hydriques. Il existe encore un potentiel pour améliorer l'approvisionnement d'eau et donc contribuer à la production agricole, appuyer les industries, fournir l'eau potable, l'assainissement et autres services d'infrastructure.

Bien que cinq pays de la région de l'IGAD partagent un des plus grands fleuves du monde, de nombreuses inégalités existent, par rapport à cette ressource commune, et sont difficiles à réparer. Des études montrent que le Bassin du Nil contient suffisamment d'eau pour les besoins de sa population. En outre, si la pluviométrie était mieux répartie sur le bassin, la part d'eau par habitant parmi la population du bassin dépasserait 10 000 m³ par personne par an, ce qui correspond à dix fois la limite de 1 000 m³ de rareté de l'eau par habitant par an en aval. Cela souligne donc la nécessité de coopération entre les Etats membres concernés car il y a d'énormes possibilités et avantages à exploiter les ressources en eau du Bassin du Nil. Le même argument vaut pour la coopération dans l'utilisation des ressources des zones humides des pays et autres plans d'eau douce dans la région.

L'état et l'intégrité des ressources d'eau douce dans la région continuent à jouer un rôle majeur de subsistance de plusieurs communautés. Par sa fonction comme source d'énergie, de nourriture et de bien-être l'eau douce contribue largement aux économies des pays. Toutefois, les estimations quantitatives des ressources de la région en eau douce et en zones humides comportent des lacunes. Etant donné que la région de l'IGAD fera face à un stress hydrique d'ici 2025, il lui est nécessaire de disposer des moyens adéquats pour explorer et évaluer ses réserves actuelles d'eau douce afin de mieux formuler des plans adéquats de gestion intégrée de ressources en eau.

L'annexe 1 indique les principaux défis à la gestion des ressources en eau dans chacun des pays de l'IGAD. Globalement, la plupart des défis sont les mêmes dans toute la sous-région et nécessitent des efforts collectifs. Cette situation serait mieux gérée par une approche transfrontalière de gestion des ressources en eau dans le cadre de GIRE qui permet de réaliser une coordination de l'action dans les bassins et d'exploiter les synergies entre les pays et cultures. Généralement, les questions transversales de gestion de ressources en eau pour la sous-région comprennent :

- La pauvreté endémique, plaçant la plupart des pays de la région parmi les plus pauvres du monde ;
- Une capacité humaine et institutionnelle trop limitée pour les défis existants en matière de gestion des ressources en eau ;
- Le vieillissement, la fragmentation et l'inadéquation de l'infrastructure pour évaluer et surveiller les ressources en eau ;
- Des précipitations très variables et irrégulières. Il en résulte:
 - Des variations interannuelles plus élevées du volume de précipitations et de leur durée, et des phénomènes extrêmes ;
 - Des saisons humides plus courtes et plus intenses et des saisons sèches plus longues et plus sèches produisant des récoltes et pâturages insuffisants et de faibles rendements ;

-
- Augmentation de l'évapotranspiration des réservoirs due au changement climatique ;
 - Augmentation de la demande d'eau d'irrigation avec le risque de conflits entre agriculteurs et autres utilisateurs sur les droits à l'eau ;
 - Augmentation de la demande d'engrais avec des risques accrus de pollution de l'eau souterraine et de surface ;
 - Pénuries d'eau causées par l'épuisement, ou la pollution, des ressources souterraines ;
 - Pression accrue sur les aquifères et risques de conflits transnationaux sur les droits à l'eau ;
 - Pollution de l'eau à partir de sources municipales, agricoles et industrielles. Manque de traitement des eaux ménagères ;
 - Explosion de la population avec une moyenne d'environ 2,7% dans la sous-région et migration rurale-urbaine créant de fortes concentrations de gens pauvres dans les villes ;
 - L'érosion du sol et la perte de la couverture végétale sont de graves problèmes surtout dans les zones montagneuses ;
 - Des questions de sécurité alimentaire. Des périodes fréquentes de sécheresse sévère conduisant à la famine et la faim;
 - Financement limité pour les projets d'infrastructure des ressources hydriques.

3. OPPORTUNITÉS POUR LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU TRANSFRONTALIÈRES DANS LA SOUS-RÉGION DE L'IGAD

La gestion des ressources en eau transfrontalières concerne la gestion commune d'objectifs et capacités humaines, politiques, sociales, institutionnelles et de financement qui souvent varient d'un pays à un autre. Parmi les principaux défis pour une gestion efficace des ressources en eau transfrontalières: obtenir l'engagement politique et la répartition des ressources financières dans tous les pays et à tous les niveaux de gouvernance concernés ; identifier le rôle de la gestion de l'eau transfrontalière dans un programme plus large de coopération régionale ou d'intégration.

Les zones frontalières entre les divers pays de l'IGAD sont souvent habitées par des populations de même origine ethnique ou d'origines similaires. Ces personnes coopèrent depuis longtemps entre elles par le partage des ressources, le commerce et le mariage. Même si ces rapports sont parfois sources de conflits, ils servent souvent de base solide sur lesquels des initiatives conjointes peuvent être développées et mises en œuvre. Le partage des ressources naturelles et de l'infrastructure peut souvent être litigieux et produire des conflits s'il n'est pas effectué d'une façon mutuellement bénéfique.

En tant que sous-région, la zone de l'IGAD est dotée de caractéristiques qui l'unifient et la distinguent des autres sous-régions. Les personnes dans la sous-région partagent les défis, les dangers et les espérances. Une vision commune peut donc être établie qui gouvernerait les efforts en matière de questions d'environnement et de développement transfrontaliers. En tant qu'institution, l'IGAD est bien placée pour assurer la gestion ; ce qui faciliterait

l'action dans les divers secteurs prioritaires dans l'intérêt de la région. Le cadre de l'IGAD offre un point focal naturel pour la résolution des différends et le partage des ressources. Toutefois, il est recommandé de conclure des accords spécifiques là où les ressources à partager sont importantes.

3.1. Stratégie de l'IGAD pour l'environnement et les ressources naturelles²

L'IGAD a formulé une stratégie pour l'Environnement et les Ressources Naturelles avec l'objectif global « **d'aider et compléter les efforts des Etats membres en matière de gestion de l'environnement et des ressources naturelles** ». Pour réaliser cet objectif, il s'agit de promouvoir : (i) l'harmonisation de systèmes compatibles de gouvernance de l'environnement ; (ii) le développement de données et d'informations fiables, rapides et facilement disponibles sur l'environnement et les ressources naturelles ; (iii) le renforcement de capacité pour la gestion de l'environnement et des ressources naturelles ; et (iv) la recherche et adoption de nouvelles technologies adéquates et abordables. Alors que la justification de l'approche transfrontalière à la gestion des ressources en eau figure dans tous les principes directeurs de la Stratégie de l'IGAD pour l'Environnement et les Ressources naturelles, les principes majeurs qui déterminent cette question sont :

- **Principe 3** : Respect du principe de subsidiarité, qui signifie que les décisions et les actions sont prises au niveau le plus approprié possible dans la hiérarchie. Les actions sont donc décidées au niveau régional de l'IGAD si celles des Etats membres sont jugées insuffisantes.
- **Principe 5** : Adhésion au principe de géométrie variable, qui reconnaît que les Etats membres sont à des niveaux différents de développement et avancent à des vitesses différentes en fonction de leurs priorités.
- **Principe 11** : Promotion de la gestion intégrée de l'environnement et des ressources naturelles pour un développement durable.

3.2. Évolution de l'application de GIRE dans la sous-région

Plusieurs pays de l'IGAD ont commencé ou ont déjà achevé le processus de mise en place d'éléments, même importants, du processus GIRE envisagé par la communauté internationale au sommet mondial sur le développement durable à Johannesburg en 2002 (Tableau 1). Les pays sont actuellement à des stades différents de réforme politique et juridique de création d'un environnement favorable, d'élaboration de plans GIRE, d'intégration des plans GIRE dans les plans nationaux de développement, de liaison des plans GIRE aux budgets nationaux du secteur de l'eau, de préparation d'outils d'efficience de l'eau et de promotion de la participation des intervenants. Malgré cela, il reste encore plusieurs défis à relever, dont l'articulation d'une meilleure gouvernance, le dialogue avec d'autres secteurs, autres que l'eau (agriculture, énergie, mines, finances, etc.), le renforcement de capacité individuelle et institutionnelle, la liaison de GIRE avec le changement climatique et les mécanismes de financement. Une approche transfrontalière au développement des ressources en eau

². IGAD (2007) Stratégie environnementale et des ressources naturelles ; Autorité Intergouvernementale pour le Développement, Secrétariat de l'IGAD, Djibouti.

dans la plupart des pays de l'IGAD contribue à un cadre politique plus ciblé et coordonné, permettant dans une certaine mesure une meilleure base de dialogue entre pays voisins.

Pays	Politique et législation	Arrangements Institutionnels	capacité Institutionnelle	plans GIRE	Efficacité de l'Eau	Engagement des acteurs	Durabilité environnementale	Suivi et information	Allocation Mécanisme
Djibouti	✓✓	✓x	✓x	✓x	xx	✓x	✓x	✓x	✓x
Erythrée	✓x	✓x	✓x	✓✓	xx	✓✓	✓x	✓x	✓x
Ethiopie	✓✓	✓✓	✓x	✓✓	✓✓	✓✓	✓x	✓x	✓x
Kenya	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓x	✓x	✓x
Somalie	xx	xx	xx	xx	xx	✓x	xx	xx	xx
Soudan	✓x	✓x	✓x	✓x	✓x	✓✓	✓x	✓x	✓x
Ouganda	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓x	✓✓	✓x

Extrait de GWP (2009)
Beyond African
Declarations: Supporting
the Implementation
of the Sharm el Sheikh
Commitments – Improving
Africa's Water Security;
Présentation à la Semaine
mondiale de l'eau.

✓✓ Réalisations substantielles ✓x Quelques infimes réalisations xx Peu de progrès

TABLEAU 1. Évolution de l'application de GIRE dans la région de l'IGAD.

3.3. Accords et conventions

La sous-région de l'IGAD fait partie d'un certain nombre d'accords et conventions qui visent à favoriser une gestion commune des ressources partagées. Il s'agit de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CNULCD), la Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC) et la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique (CDB). Les accords et les conventions sont des outils importants de coopération et seraient intégrés dans tous les accords bilatéraux relatifs au partage, la gestion et la conservation des ressources naturelles et des infrastructures transfrontalières. L'état des adhésions des états membres de l'IGAD à certains instruments régionaux et internationaux est présenté au Tableau 2. CITES est la convention relative au commerce international des espèces menacées de la faune et la flore sauvages ; CMS est la convention concernant les espèces migratrices alors que Ramsar concerne les zones humides.

Les principes directeurs en matière de gestion des ressources en eau transfrontalières sont l'objet de la Convention des Nations Unies sur l'utilisation autre que la navigation des cours d'eau internationaux, adoptée en 1997. La convention est un exemple de traité mondial applicable à l'eau douce internationale, et ses principes ont été largement appliqués dans la formulation d'accords régionaux et de bassins fluviaux relatifs à l'eau et jouent un rôle important dans le développement des relations entre les Etats riverains. La convention sur la protection et l'utilisation de cours d'eau transfrontaliers et de lacs internationaux établit un cadre de coopération entre les 56 pays membres de la commission économique des Nations Unies pour l'Europe pour prévenir et contrôler la pollution des cours d'eau transfrontaliers et elle est aussi pertinente dans des processus similaires dans la région de l'IGAD.

Pays	CBD	UNCCD	UNFCC	CITES	CMS	Ramsar
Djibouti	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Erythrée	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ethiopie	✓	✓	✓	✓	-	(presque)
Kenya	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Somalie	✓	✓	✓	✓	✓	-
Soudan	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ouganda	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Extrait de la Stratégie de l'IGAD pour l'environnement et les ressources naturelles (2007).

TABLEAU 2. Adhésion des pays de l'IGAD à des conventions/accords internationaux importants.

4. Principaux bassins transfrontaliers

Les six bassins transfrontaliers majeurs suivants ont été identifiés dans la sous-région de l'IGAD :

- Bassin d'Ayesha en Erythrée et Ethiopie ;
- Bassin du Gash-Baraka partagé par l'Erythrée et le Soudan ;
- Bassin du Juba-Shebelle en Ethiopie, Kenya et Somalie ;
- Bassin du Nil partagé par l'Erythrée, l'Ethiopie, le Kenya, le Soudan, l'Ouganda et 5 autres pays en dehors de la région de l'IGAD ;
- Bassin de l'Ogaden partagé par l'Ethiopie et la Somalie ;
- Bassin du Turkana-Omo partagé par l'Ethiopie, le Kenya, le Soudan et l'Ouganda.

3

GIRE ET GESTION DE L'EAU TRANSFRONTALIÈRE

1. INTRODUCTION

Selon le Partenariat Mondial de l'Eau – le comité technique consultatif (2000)- la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) *est un processus de promotion de coordination et de gestion de l'eau, de la terre et des ressources afférentes pour optimiser le bien-être économique et social d'une façon équitable sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux.* Le concept représente l'intégration dans tous les secteurs, l'intégration de l'utilisation, de la demande, avec l'environnement et avec les personnes. GIRE est nécessaire pour lutter contre la rareté et la pollution croissante de l'eau. Les méthodes comprennent la conservation et la réutilisation de l'eau, la récupération de l'eau et la gestion des déchets. Une combinaison adéquate de législation, de politiques de prix et de mesures d'application est essentielle pour optimiser la conservation et la protection de l'eau.

L'approche GIRE aide à gérer et développer des ressources en eau d'une façon durable et équilibrée, tenant compte des intérêts sociaux, économiques et de l'environnement. Elle reconnaît tous les groupes d'intérêt différents et concurrents, les secteurs qui utilisent l'eau et les abus et les besoins de l'environnement. L'approche intégrée assure la coordination de la gestion des ressources en eau dans tous les secteurs et par rapport à tous les groupes d'intérêt, et à différents niveaux, du local à l'international. Elle souligne l'implication dans la politique nationale et les processus législatifs en établissant une bonne gouvernance et en créant des mécanismes institutionnels et réglementaires efficaces comme voies à des décisions plus équitables et durables. Une gamme d'outils, telle que l'évaluation sociale et de l'environnement, des instruments économiques et des systèmes d'information et de suivi appuient ce processus.

Dans la mission actuelle, le concept GIRE est appliqué dans le cadre de ressources en eau transfrontalières dans la sous-région de l'IGAD. **L'objectif à long terme consiste à développer une vision partagée pour la sous-région**, basée sur les principes GIRE, qui contribueront à sensibiliser sur la question et faciliteront l'adoption et la mise en œuvre de politiques et stratégies communes ainsi que des dispositions juridiques et institutionnelles pour une gestion et un développement conjoints des ressources en eau transfrontalières. On espère que cela contribuera à la promotion des principes de GIRE dans la gestion des ressources en eau transfrontalières dans la sous-région de l'IGAD où les problèmes de pauvreté et de développement sont particulièrement liés à la disponibilité et à la qualité de l'eau. La mission devrait développer une feuille de route pour la création d'un environnement favorable à

l'établissement d'organisations de gestion des ressources en eau transfrontalières dans la sous-région. Les principaux domaines sont l'information et la gestion des connaissances, le suivi, le renforcement de capacité et la planification stratégique. Les sections ci-dessous offrent un cadre conceptuel possible pour la réalisation de ces objectifs.

2. APPLICATION DES PRINCIPES DE GIRE DANS LA SOUS-RÉGION DE L'IGAD

Au niveau des bassins, GIRE cherche à améliorer la gestion des ressources en eau par des moyens tels que le développement progressif des ressources en eau dans le bassin, la construction d'un cadre institutionnel plus intégré et l'établissement d'un environnement durable. Les principes de GIRE sont globalement basés sur les conditions d'intégration dans la planification de l'utilisation de l'eau et de la terre, la coopération multisectorielle, le développement d'un environnement durable, l'efficacité économique, l'égalité sociale et la participation des intervenants dans le processus de gestion de l'environnement et des ressources naturelles.

Les principes de GIRE reconnaissent que l'eau a plusieurs fonctions relevant des dimensions sociales, économiques, environnementale, physique ou d'infrastructure, institutionnelle, politique ainsi que culturelle, ethnique et sexuelle. GIRE représente donc un réel défi aux décideurs. Elle nécessite qu'on rompe avec l'usage, qu'on passe de la gestion sectorielle à la gestion intégrée, de l'approche descendante à des approches réceptives aux intervenants et à la demande, de la fixation sur l'approvisionnement à la gestion de la demande, de l'ordre et le contrôle à des formes de gouvernance plus coopératives et participatives, d'organisations de gestion fermées et contrôlées par des spécialistes à des organismes ouverts et transparents. Il s'agit en fin de compte avec GIRE de changer la nature de la gouvernance de l'eau définie comme 'la gamme de systèmes politiques, sociaux, économiques et administratifs qui sont en place pour développer et gérer les ressources en eau et délivrer les services de l'eau à différents niveaux de la société' (GWP 2002).

La Conférence Internationale de 1992 sur l'eau et l'environnement à Dublin en Irlande a posé les fondements directeurs d'une gestion intégrée des ressources mondiales en eau. Les principes suivants qui en ont découlé continuent à constituer la toile de fond des plans et mesures de GIRE :

- L'eau douce est une ressource limitée et vulnérable, et essentielle pour la vie, le développement et l'environnement ;
- Le développement et la gestion de l'eau devraient être basés sur une approche participative impliquant les utilisateurs, les planificateurs et les décideurs à tous les niveaux ;
- Les femmes jouent un rôle central dans la provision, la gestion et la sauvegarde de l'eau ;
- L'eau a une valeur économique dans toutes ses utilisations concurrentes et devrait être considérée comme un bien économique.

A la lumière de ces principes, GIRE s'avère être un concept impressionnant qui comprend tous les éléments de la bonne gouvernance de l'eau (par ex. la coordination, le développement

durable, la participation, l'égalité et la globalité). Elle est aussi largement acceptée sur un plan international comme une approche favorable à une utilisation effective, durable et équitable de l'eau. Cependant, l'application de GIRE a posé des problèmes dans le passé. L'interprétation des principes variera en fonction du cadre de son application. La faiblesse des cadres institutionnels dans la région de l'IGAD et les différences de niveau de développement signifieront des différences d'interprétation. Les principes rendent le concept de GIRE si vaste que les réformes des institutions devront être très larges. Les réformes sectorielles nécessitent une coopération aux plus hauts niveaux de développement et un engagement total des intervenants. Les applications réussies (par exemple au Bassin du Nil, à la SADC, au bassin du Sénégal etc.) serviront d'exemples pour faciliter la compréhension de l'application des principes de GIRE dans la sous-région de l'IGAD.

Les agences internationales suivantes appuient la mise en œuvre de GIRE dans des pays en voie de développement :

- Partenariat mondial de l'eau – www.gwp.org
- Portail de l'Unesco sur l'eau – www.unesco.org/water
- PNUD – www.undp.org
- Cap-Net – www.cap-net.org
- L'Institut international de gestion des ressources en eau – www.iwmi.cgiar.org
- Le Réseau international du FEM pour l'apprentissage et l'échange – www.iwlearn.net
- La Banque mondiale: Gestion des ressources en eau – <http://go.worldbank.org/9U3CAQINB0>
- L'Institut de la Banque mondiale – <http://go.worldbank.org/CO263O7XX0>
- WWF Campagne Rivières vivantes – www.panda.org
- Le Programme des Nations unies pour l'environnement – www.unep.org
- L'Organisation de gestion intégrée des ressources en eau – www.iwrm.org

Les organisations ci-dessus devraient être engagées le plus rapidement possible dans le processus de promotion de GIRE dans l'IGAD en raison de leur longue expérience qui servirait de leçon.

3. PASSAGE DE LA RÉFLEXION DU CADRE NATIONAL AU CADRE TRANSFRONTALIER

Les politiques pour l'utilisation et la protection des ressources en eau dans un pays donné sont établies par les gouvernements des Etats. Bien que la mise en œuvre de ces politiques est efficace à plusieurs niveaux, lorsqu'elle est effectuée dans le bassin il devient possible de produire des solutions pour tout le bassin et de résoudre des conflits en amont et en aval (pour le cas de rivières) ou entre des régions (pour le cas de lacs ou de ressources souterraines). L'approche par l'ensemble du bassin permet une étude d'impact à un niveau plus large. En d'autres termes, les politiques nationales, ainsi que les accords internationaux et les conventions régionales pour les eaux transfrontalières, sont appliqués aux bassins naturels. Le rapport entre administrer des ressources en eau dans un pays donné et les

gérer dans un bassin devient dynamique et réceptif aux changements de situations qu'ils soient sociaux, économiques ou relevant de l'environnement.

Les conflits potentiels d'intérêt dans les situations de ressources en eau transfrontalières peuvent être résolus par une confiance et compréhension mutuelles, des cadres juridiques et institutionnels appropriés, des approches conjointes de planification et de gestion et le partage des avantages écologiques et socio-économiques ainsi que les coûts correspondants. Toute société de bassin peut faire face à de nombreuses difficultés en fonction de sa situation. La coopération transfrontalière est un long processus complexe qui nécessite de la patience. Les questions transfrontalières doivent être accompagnées de souplesse au niveau des politiques nationales.

Les cadres de coopération transfrontalière produiront nécessairement diverses options, dont les multi-utilisations et les projets conjoints, et davantage de complexité en raison de la multitude de points de vues. Les questions transfrontalières peuvent nécessiter des changements dans les politiques nationales et la législation. Les approches descendantes de bassins entiers basées sur des principes d'ambiguïté constructive sont souvent essentielles pour favoriser la confiance et déclencher des actions de coopération dues à la nature politique de la répartition des ressources en eau transfrontalières.

4

MODÉLISATION DE LA GESTION DE L'EAU

1. INTRODUCTION

Différents modèles ont été développés pour la gestion des ressources en eau. Il existe deux types d'approches d'optimisation des ressources utilisées dans le modèle de gestion des ressources en eau, à savoir :

- Les modèles liés à l'hydrologie où la répartition est optimisée en fonction des spécifications hydrologiques ;
- Les modèles économiques qui optimisent la répartition sur la base de considérations économiques.

D'autres critères tels que l'équité ou la qualité de l'environnement peuvent aussi être utilisés. Les modèles suivants sont accompagnés d'une brève description démontrant la capacité de la modélisation à satisfaire nos besoins.

Dans un cadre GIRE, l'objectif du modèle de gestion de l'eau est de préparer un plan de répartition de l'eau qui tient compte des besoins des divers utilisateurs/intervenants dans le bassin. En outre, un modèle de gestion de l'eau permet de considérer l'impact des différents scénarios futurs (changement dans l'hydrologie, décisions de gestion, changements socio-économiques etc.) sur l'ensemble du système. Le modèle doit alors être utilisé pour tester l'impact des mesures d'atténuation proposées (telles que le changement dans l'allocation de l'eau à un secteur donné, changement dans les priorités du secteur ou transferts massifs d'eau dans et hors d'un bassin). Les modèles de gestion de l'eau présentés ci-dessous sont couramment utilisés.

2. EXEMPLES DE MODÈLES DE GESTION DE L'EAU

2.1. Système d'évaluation et de planification de l'eau (WEAP)

WEAP est un programme de simulation multi-usage multi-réservoir qui détermine l'allocation optimale de l'eau pour chaque étape sur la base des priorités de la demande et la préférence d'approvisionnement. Il fonctionne par étapes mensuelles selon le principe de base du comptage du bilan hydrique (SEI, 2008). Le modèle peut représenter tout système de ressources hydriques comprenant des débits naturels, des précipitations, l'évaporation et l'évapotranspiration comme données d'entrée. Les aspects opérationnels qui peuvent être

représentées comprennent le stockage et la libération de l'eau des réservoirs, les contrôles aux points de vidange des réservoirs, le débit de l'eau dans les canaux, la demande de consommation et la dispense d'hydroélectricité. On peut définir ces aspects opérationnels comme stables ou variables dans le temps. En outre, WEAP permet aux utilisateurs de développer leurs propres variables et équations pour améliorer davantage et adapter leur analyse aux contraintes et conditions locales avec la possibilité d'échange de données avec d'autres logiciels comme Excel (SEI, 2005).

2.2. Système de répartition de l'eau (WAS)

Le modèle de répartition de l'eau est un modèle annuel stable avec une limitation de l'extraction de l'eau à des volumes renouvelables annuellement. Les variations saisonnières et les questions pluriannuelles ne sont pas modélisées. On suppose que chaque source d'approvisionnement a un coût annuel renouvelable et un coût constant d'extraction par mètre cube jusqu'à ce montant. Les mêmes ressources en eau peuvent être exploitées par diverses sources (par ex. la même rivière ou aquifère). Les demandes de l'agriculture sont traitées très simplement. Le modèle WAS peut être appliqué à des régions plus grandes ou plus petites qu'un pays et optimise l'allocation sur la base de considérations économiques. Il traite la demande comme fonction du prix et la représente par la courbe de la demande.

2.3. Programme d'action pour les ressources en eau (WRAP)

WRAP simule la gestion des ressources en eau d'un bassin fluvial ou d'une région à bassins multiples selon un système de disponibilité et de fiabilité de l'allocation de l'eau basée sur un ordre de priorités pour des besoins d'eau spécifiques. L'impact des projets de développement et des stratégies de gestion des ressources en eau dans le bassin peut être évalué. Le logiciel de ce programme est généralisé et applicable à tout système fluvial ou de réservoir avec des fichiers d'entrée en cours d'élaboration pour chaque bassin fluvial concerné (www.ceprofs.tamu.edu).

2.4. MODSIM_DSS

MODSIM_DSS est un modèle de simulation par un logiciel libre. Le modèle peut simuler le fonctionnement réel de réservoir et la demande en eau. Les ensembles de données peuvent s'appliquer à des étapes quotidiennes, hebdomadaires ou mensuelles. C'est un système d'appui généralisé aux décisions de bassin et un modèle de réseau développé à la Colorado State University, et conçu pour répondre à la demande croissante et la pression exercée sur la direction de bassin. Il a été relié aux modèles de ruisseau-aquifère pour l'analyse de l'utilisation conjointe des ressources en eau souterraines et de surface, ainsi qu'aux modèles de simulation de la qualité d'eau pour évaluer l'efficacité des stratégies de contrôle de la pollution. Il peut être utilisé avec SIG pour répondre aux exigences spatiales intensives de base de données en matière de gestion de bassin. Les résultats de l'optimisation du réseau sont présentés en schémas graphiques (<http://modsim.engr.colostate.edu>).

3. MODÉLISATION DE LA GESTION DE L'EAU UTILISANT WEAP

3.1. Introduction

Le modèle de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) utilisant le système de planification et d'évaluation de l'eau (WEAP) intègre l'approvisionnement en eau généré par les processus hydrologiques à l'échelle du bassin avec un modèle de gestion de l'eau gouverné par la demande et les exigences de l'environnement ainsi que par un système hydrologique naturel de réservoirs, canaux et diversions.

Le modèle WEAP fut développé par l'Institut de l'Environnement de Stockholm (SEI) et peut être téléchargé de www.weap21.org. C'est un programme de simulation multi-usages et multi-réservoirs qui détermine l'allocation optimale de l'eau pour chaque étape sur la base du principe de comptage du bilan hydrique.

Le modèle offre un cadre global flexible et convivial pour la planification et l'analyse des politiques. WEAP comporte une approche intégrée de simulation aussi bien des flux naturels que des parties construites des systèmes hydriques. Cela permet au planificateur d'avoir une vue globale des aspects à considérer dans la gestion des ressources en eau pour une utilisation actuelle et future. Cela nous permet de prévoir les résultats de tout le système selon divers scénarios, et effectuer des comparaisons entre les diverses options afin d'évaluer l'ensemble des options de développement et de gestion de l'eau (SEI, 2005).

3.2. Avantages de WEAP

WEAP a été sélectionné pour réaliser la modélisation de la gestion des ressources en eau pour les bassins transfrontaliers de l'IGAD sur la base des critères suivants :

- Le modèle peut être utilisé à différents niveaux dans le temps et l'espace ;
- Le modèle est facile à utiliser avec une interface conviviale ;
- Le modèle a été utilisé avec succès dans plusieurs applications nationales et internationales ;
- Le modèle peut simuler l'hydrologie, l'utilisation souterraine, les interactions eau de surface-souterraine et le traitement des eaux usées ;
- Le modèle a une capacité intégrée pour construire et comparer des scénarios ;
- Le modèle est basé sur un système d'allocation basée sur la priorité et peut donc être utilisé pour négocier ;
- Le modèle permet aux intervenants de s'engager dans des procédures de gestion par le biais de données interactives. Cela permet de sensibiliser le public à l'accepter ;
- Le modèle permet aux utilisateurs d'avoir un contrôle interactif sur les données saisies, l'édition, le fonctionnement du modèle et l'affichage de sortie.

4. APPROCHE DE MODÉLISATION WEAP

La conception de WEAP a été déterminée par un certain nombre d'aspects méthodologiques : un cadre de planification global et intégré ; l'utilisation d'analyses de scénarios pour comprendre l'effet des divers choix de développement ; la capacité de gestion de demande ; la capacité d'évaluation de l'environnement ; et la facilité d'utilisation. Ils sont examinés tour à tour ci-dessous .

4.1. Cadre de planification global et intégré

WEAP place l'évaluation des problèmes spécifiques de l'eau dans un cadre global. L'intégration est effectuée sur plusieurs dimensions : entre l'offre et la demande, entre quantité et qualité et entre objectifs de développement économique et contraintes de l'environnement.

4.2. Analyse de scénarios

Sur la base de diverses tendances économiques, démographiques, hydrologiques et technologiques on effectue une prévision de scénario de « référence » ou d' « activité habituelle » qu'on appelle Scénario de Référence. Un ou plusieurs scénarios de politique peuvent ainsi être développés avec des hypothèses différentes sur l'avenir.

Les scénarios peuvent aborder un large éventail de questions « Et si », telles que : Et si la tendance de croissance démographique ou de développement économique changeait ? Et si les règles de fonctionnement de réservoirs étaient modifiées ? Et si les eaux souterraines étaient exploitées davantage ? Et si on introduisait la conservation de l'eau ? Et si on resserrait les exigences de l'écosystème ? Et si d'autres sources de pollution de l'eau s'ajoutaient ? Et si un programme de recyclage de l'eau était mis en œuvre ? Et si une technique plus efficace d'irrigation était mise en œuvre ? Et si le mélange de cultures agricoles changeait ? Et si le changement climatique modifiait l'hydrologie ? Ces scénarios peuvent être examinés simultanément avec les résultats pour une plus simple comparaison de leur impact sur le système hydrique.

4.3. Capacité de gestion de demande

WEAP peut représenter les effets de la gestion de la demande sur les systèmes hydriques. Les besoins en eau peuvent découler d'un ensemble détaillé d'utilisations finales, ou « services de l'eau » dans divers secteurs économiques. Par exemple, le secteur agricole pourrait être divisé selon les types de cultures, districts d'irrigation ou techniques d'irrigation. Un secteur urbain peut être organisé par pays, ville ou district de l'eau. La demande industrielle peut être divisée en sous-secteurs industriels et même en eau de fabrication et eau de refroidissement. Cette approche place les objectifs de développement et la délivrance de biens et services pour utilisation finale à la base de l'analyse de l'eau et permet une évaluation des effets des technologies avancées sur ces utilisations ainsi que les effets des variations de prix sur les volumes d'eau demandés. En outre, les priorités pour l'allocation de l'eau pour des demandes spécifiques ou à partir de sources spécifiques peuvent être spécifiées.

4.4. Impact sur l'environnement

Les analyses WEAP de scénarios peuvent tenir compte des exigences des écosystèmes aquatiques. Elles peuvent aussi faire un état de la pression de la pollution exercée par les diverses utilisations de l'eau sur l'ensemble du système. La pollution est identifiée depuis son démarrage jusqu'au traitement et écoulement dans les plans d'eau de surface et souterraine. La modélisation de concentrations des composantes de la qualité d'eau est effectuée dans les rivières.

4.5. Facilité d'utilisation

Une interface graphique intuitive fournit un moyen simple mais puissant pour construire, examiner et modifier le système et ses données. Les principales fonctions, à savoir saisir les données, calculer et réviser les résultats sont effectuées à travers un écran interactif qui invite l'utilisateur, identifie les erreurs et fournit une orientation sur écran. Les données WEAP extensibles et adaptables se conforment à l'évolution des besoins des analystes de l'eau au fur et à mesure que plus d'informations sont disponibles et que les questions de planification changent. En outre, WEAP permet aux utilisateurs de développer leurs propres variables et équations pour mieux affiner et/ou adapter l'analyse à des contraintes ou conditions locales.

5

MISE EN PLACE DU MODÈLE WEAP POUR LES BASSINS TRANSFRONTALIERS DANS LA RÉGION DE L'IGAD

1. INTRODUCTION

Un modèle WEAP a été mis en place pour chacun des bassins transfrontaliers dans la sous-région de l'IGAD. L'exercice de modélisation fut orienté vers la production de données et d'informations susceptibles d'aider les discussions sur l'établissement de cadres de gestion de ressources en eau transfrontalières dans les pays de l'IGAD. Les modèles devaient en particulier répondre aux vastes questions relatives à :

- La capacité des ressources hydriques identifiées à satisfaire la demande actuelle ;
- L'évaluation de la capacité de l'offre à satisfaire les prévisions de demande ;
- L'évaluation de la sensibilité des stratégies de partage de l'eau dans les pays et pour les secteurs d'utilisation d'eau ;
- L'analyse des différents plans de priorisation pour réduire les insuffisances en eau ;
- L'estimation des ressources en eau supplémentaires nécessaires dans le cas de pénurie.

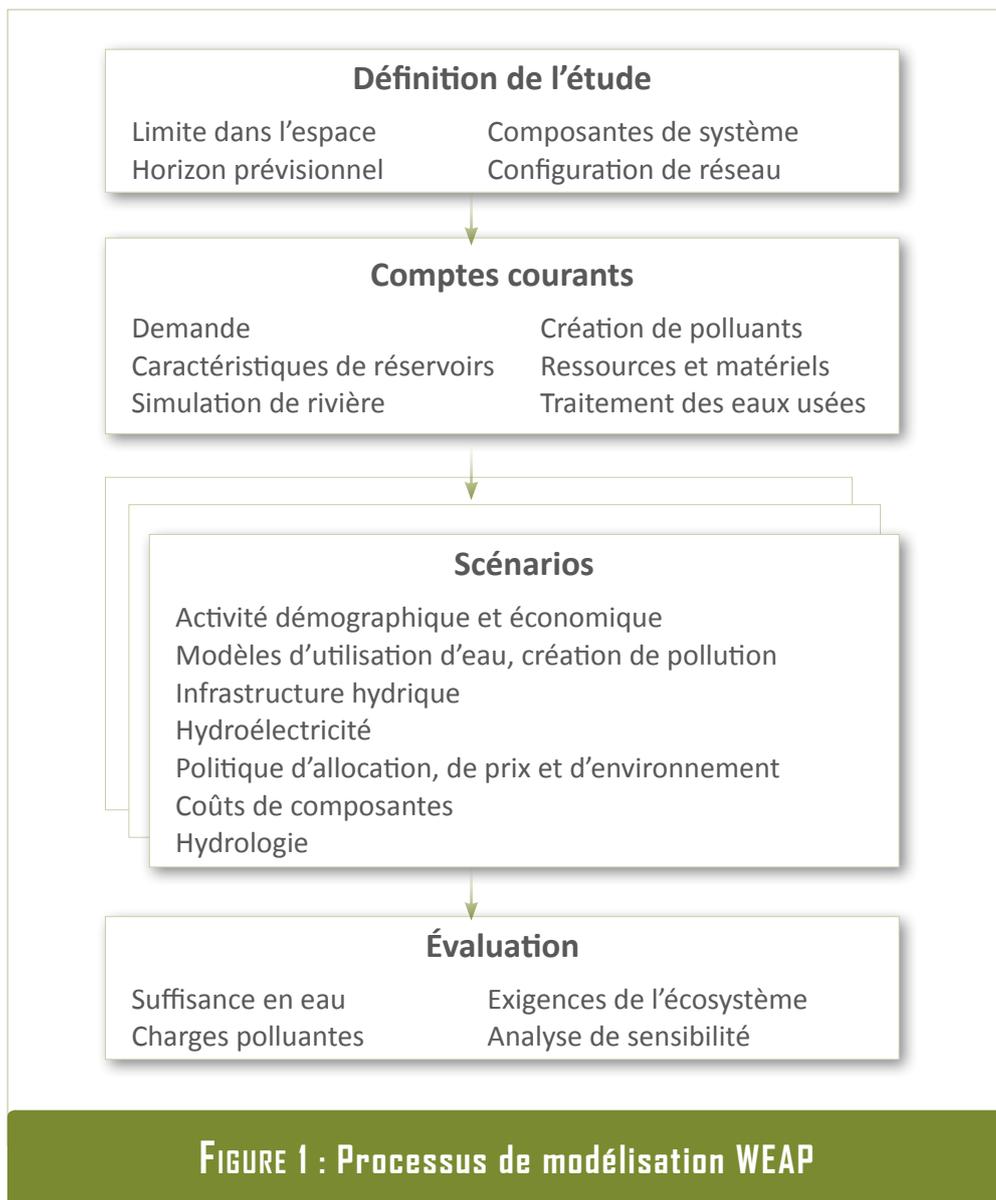
Les demandes en eau par catégorie étaient basées sur les conclusions du socio-économiste en Phase II. Les résultats du modéliste/hydrologue des ressources en eau ont permis de disposer de chiffres de disponibilité de l'eau. Pour la modélisation, on a utilisé des valeurs moyennes mensuelles à long terme (Janvier à Décembre) ainsi que des valeurs moyennes annuelles de disponibilité et demande en eau.

Le modèle WEAP se base sur des scénarios mais le processus de modélisation passe par un certain nombre de processus itératifs comme l'indique la Figure 1. Les sections suivantes présentent en bref l'approche adoptée pour la modélisation WEAP.

2. ESTIMATION ET PRÉVISION DE LA DEMANDE

La demande actuelle en eau provient des conclusions du socio-économiste. Les principales catégories de demande en eau comprennent :

- La demande domestique a été regroupée avec la demande industrielle et estimée en tant que demande annuelle en eau par personne ;



- L'agriculture et l'irrigation ont été regroupées par région (nombre d'hectares, utilisation d'eau annuelle/hectare) ;
- **Les demandes des écosystèmes** (exigences en débit) **n'ont pas été prises en compte à ce stade puisque les données n'étaient pas disponibles**. Cette catégorie de demande est importante et devra être ajoutée plus tard ;
- Les demandes de l'élevage ont été regroupées avec les estimations de l'agriculture. Afin de déterminer la demande en eau, l'information suivante fut aussi nécessaire :
- Des données de base de besoins en eau, classées par secteur et/ou utilisateurs spécifiques ;
- Priorisation des demandes en eau, à savoir quelles demandes doivent être satisfaites en premier. On a généralement supposé que la demande domestique devait être satisfaite en premier avant de considérer la demande de l'agriculture ;

-
- Les projections démographiques des capitales et des villes, les prévisions de niveau d'activité de production dans l'industrie et l'agriculture ;
 - La consommation d'eau (l'eau consommée par un lieu de demande est perdue du système, perdue pour l'évaporation, incorporée au produit, ou non recensée).

Les scénarios de développement futur furent établis sur la base des conclusions du socio-économiste sur la base d'une perspective réaliste de développement dans chacun des bassins transfrontaliers tenant compte des perspectives économiques, variabilité et changement climatique, impact sur l'homme (population, pollution etc.), impact sur l'environnement et changement dans le fonctionnement du système (par ex. règles de fonctionnement du réservoir). Ces scénarios ont été appliqués en tant que mesures d'offre ou de demande et mesures intégrées. Les mesures de la demande ont un impact sur les valeurs de la demande, les mesures de l'approvisionnement sur les valeurs de disponibilité de l'eau alors que les mesures intégrées sont une association de mesures d'approvisionnement et de demande. La capacité de l'approvisionnement actuel a été estimée sur la base de l'insuffisance à chaque étape et aussi du total pour toute la période de modélisation. Les centres de demande ont été identifiés en accord avec l'expert de SIG/Base de données.

3. ESTIMATION DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU

L'approvisionnement en eau a été basé sur l'estimation par l'hydrologue des ressources en eau dans chaque bassin transfrontalier. Les données étaient par étapes de un mois.

4. MISE EN PLACE DE L'ANALYSE

WEAP calcule le bilan hydrique et la masse de pollution pour chaque nœud et lien dans le système sur une base mensuelle. L'eau est répartie pour répondre à des exigences de débit et de consommation, en fonction des priorités de la demande, des préférences d'approvisionnement, du bilan de masse et autres contraintes.

WEAP fonctionne sur une base mensuelle du premier mois de l'exercice courant au dernier mois de la dernière année du scénario. Chaque mois est indépendant du précédent à l'exception du stockage de réservoir et aquifère. Par conséquent, toute l'eau qui entre dans le système durant un mois donné (par ex. headflow, recharge des nappes souterraines ou ruissellement dans les tronçons) est soit stockée dans un aquifère ou réservoir, ou quitte le système avant la fin du mois (par ex. débordement à la fin de la rivière, consommation par un site, évaporation du réservoir ou de tronçon de rivière, pertes de lien de transmission et de flux inverse). Parce que l'échelle de temps est relativement longue (le mois), on suppose que tous les flux ont lieu instantanément. Ainsi, un lieu de demande peut prélever l'eau d'une rivière, en consommer une partie, retourner le reste à une station de traitement des eaux usées qui la traite et la retourne à la rivière. Ce flux inverse est disponible à l'utilisation dans le même mois pour la demande en aval.

Les étapes principales pour la mise en place d'une analyse comprennent :

- Préparation de la zone d'analyse en fonction des conditions géographiques du bassin

transfrontalier en question. On a utilisé pour cela des instruments GIS ;

- Identification des centres d'approvisionnement et de demande. Ces centres peuvent être des villes, des terres d'irrigation, des complexes industriels etc. Parmi les zones d'approvisionnement des rivières et des réservoirs ;
- Les sites de demande, les réservoirs ou autre endroit spécifique le long de la rivière ont constitué les nœuds. Les nœuds sont reliés par des lignes qui représentent les conduits naturels ou artificiels comme les rivières, les canaux et les pipelines. Parmi ces lignes des rivières, des diversions, des liens de transmission et des liens de flux inverse. Les tronçons de rivières étaient définis comme la partie d'une rivière ou la diversion entre deux nœuds de rivière ou ce qui suit le dernier nœud de rivière ;
- Saisie de l'information de demande et approvisionnement cité ci-dessus.

5. MISE EN PLACE DU SCÉNARIO

Les scénarios sont des histoires cohérentes montrant comment un système dans l'avenir pourrait évoluer avec le temps dans un contexte socio-économique déterminé et dans un cadre spécifique de conditions politiques et technologiques. Les scénarios furent élaborés en utilisant WEAP puis ont été comparés pour évaluer leurs besoins en eau. D'autres critères d'évaluation peuvent comprendre les coûts et l'impact sur l'environnement. On a supposé que l'année de démarrage de tous les scénarios était 2011 pour l'établissement de comptes courants.

Les scénarios ont été utilisés pour répondre aux questions « Et si », telles que :

- Et si la tendance de croissance démographique ou de développement économique changeait ?
- Et si les règles de fonctionnement de réservoirs étaient modifiées ?
- Et si les eaux souterraines étaient exploitées davantage ?
- Et si on introduisait la conservation de l'eau ?
- Et si on resserrait les exigences de l'écosystème ?
- Et si une technique plus efficace d'irrigation était mise en œuvre ?
- Et si le mélange de cultures agricoles changeait ?
- Et si le changement climatique modifiait l'hydrologie ?

En résumé, les scénarios de WEAP englobent tout facteur qui pourrait changer avec le temps, y compris les facteurs qui changeraient en raison d'interventions politiques particulières, et ceux qui reflètent diverses hypothèses socio-économiques.

6

HYPOTHÈSE ET VARIABLES GÉNÉRALES

1. Hypothèses générales

Plusieurs hypothèses ont été faites dans la modélisation actuelle de GIRE dans le but de simplifier l'analyse et de rechercher les principaux scénarios dans le détail. Ces hypothèses se basaient sur des données disponibles dans les pays de l'IGAD :

1. Les données démographiques des différentes régions de chaque pays étaient fournies par le socio-économiste. On a supposé que le nombre de personnes à considérer dans le partage des ressources en eau du bassin est proportionnel au rapport de la zone, dans la région, qui se trouve dans le bassin. Par exemple, si le pourcentage de la zone de la région d'Oromia se trouvant dans le bassin du Juba-Schebelle est 48 %, la proportion de toute la population d'Oromia considérée dans la part des ressources en eau du Juba-Schebelle est aussi 48 %.
2. On a supposé que les taux de croissance démographique étaient équivalents aux moyennes nationales dans les différents pays.
3. **Les demandes en eau domestique et industrielle** ont été regroupées en un seul chiffre supposé être de **80 litres par personne par jour**. La demande domestique quotidienne est supposée être de 50 litres par habitant et la demande quotidienne industrielle est supposée être à 30 litres par habitant. Les estimations de demande représentent un objectif qui garantit la dignité et le bien-être de la population. Les 80 litres par habitant par jour se traduisent par une demande d'environ **30 m³ par habitant par an**.
4. **La demande en eau d'irrigation** a été établie à **12 000 m³/an**. Cela s'est fait à la lumière des moyennes régionales actuelles pour toute la région de l'IGAD. Toutefois, la demande en eau d'irrigation dépend de la différence entre deux variables du climat, à savoir les pluies et l'évapotranspiration potentielle (ou de référence) pendant la saison de croissance. Cette fonction varie largement dans le bassin de l'IGAD en raison des fortes variations climatiques produisant de larges variations dans la demande en eau d'irrigation d'un minimum de **1 100 m³/an en Ouganda à un maximum de 29 000 m³/an en Somalie**.
5. Les variables historiques hydrologiques moyennes seront reproduites dans l'avenir. Par conséquent, les projections futures de ressources en eau sont établies aux estimations mensuelles moyennes des valeurs simulées de SWAT.
6. 6. Chaque fois que les conditions conduisent à des insuffisances, quand la demande

totale en eau est supérieure à l'approvisionnement disponible, on a supposé que les options préliminaires de gestion de la demande en eau effectuaient l'équilibre entre les deux. Les mesures considérées sont les suivantes, par ordre de préférence :

- Provision de stockage. Cela a été simulé comme un stockage total pour la rivière donnée dans le système. Aucune identification d'un lieu de réservoir n'a été effectuée.
- Des améliorations des méthodes d'irrigation conduisent à une réduction de 10 % de la demande en eau d'irrigation chaque année.

2. MISE EN PLACE DU SCÉNARIO

Un certain nombre de scénarios ont été abordés dans cette étude.

Les scénarios sont des histoires cohérentes montrant comment un système dans l'avenir pourrait évoluer avec le temps dans un contexte socio-économique déterminé et dans un cadre spécifique de conditions politiques et technologiques. Les scénarios furent élaborés en utilisant WEAP puis ont été comparés pour évaluer leurs besoins en eau, leurs coûts et l'impact sur l'environnement. Comme il s'agit d'une étude, et en raison de l'insuffisance des données, l'accent a été mis sur l'évaluation des besoins en eau seulement. Le choix des scénarios s'est basé sur les conditions dans le scénario de référence pour chaque bassin où les demandes étaient établies à des valeurs actuelles, et les populations futures déterminées en utilisant les taux moyens de croissance de la population. Parmi les principales questions examinées :

- Combien faut-il stocker pour satisfaire les besoins actuels d'irrigation ?
- Combien faut-il ajouter à la réserve pour doubler la capacité d'irrigation ?

3. SCÉNARIOS CONSIDÉRÉS

■ **Conditions actuelles** : On a supposé que ce sont des conditions d'offre et de demande d'eau pour 2011.

■ **Période de référence** : On a pris 2012-2031. On a supposé une croissance de la population selon les moyennes nationales et la demande fixée à son niveau en 2011.

■ **Besoin de stockage** : Inclusion de stockage pour réduire la demande non satisfaite pendant la période de référence. Le stockage peut être soit des réservoirs de surface et des barrages ou un stockage souterrain (par exemple en renforçant la recharge).

■ **Doublement de surfaces irriguées** : Considéré seulement dans les bassins où les ressources en eau peuvent soutenir l'expansion. Des facteurs topographiques et autres peuvent limiter la mesure dans laquelle cela est réalisable. Mais l'objectif est de démontrer si les ressources en eau disponibles peuvent soutenir une telle action.

■ **Exploitation des eaux souterraines** : Cela n'est considéré que dans trois bassins à savoir l'Ogaden, l'Ayasha et le Danakil. L'hypothèse est que les **ressources exploitables sont jusqu'à 10 fois la productivité des aquifères** présentée au Tableau 4. Alors que les ressources

souterraines pour le reste des bassins est utile (surtout à satisfaire les demandes rurales et domestiques) elles ne représentent qu'une petite proportion des ressources totales en eau et ne changeraient pas grand-chose aux conclusions de cette étude. Par conséquent, les **analyses pour le Turkana-Omo, Juba-Shebelle et Gash-Barka se basent sur les ressources en eau de surface.**

3.1. Données de l'irrigation

Les données d'irrigation utilisées dans cette étude proviennent de la carte mondiale des surfaces irriguées de FAO AQUASTAT (<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/index10.stm>). La carte se base sur "les zones équipées pour l'irrigation" tel que rapporté par les pays. Les données nécessaires à la modélisation de la consommation d'eau d'irrigation spécifient trois valeurs :

- La surface irriguée en hectares. Cela provient d'AQUASTAT.
- Le besoin annuel en eau brut en mètres cube par hectare (m³/ha). Cette valeur dépend des besoins de la culture en eau. Un autre facteur déterminant est si l'irrigation remplit tous les besoins de la récolte ou si elle complète la pluviométrie pendant la saison sèche. Lorsque c'est possible, cette valeur provenait des rapports nationaux. Parmi les autres sources : des rapports de la FAO, la Banque mondiale et les Nations Unies.
- Le pourcentage d'eau déviée consommée. On a supposé 90 % dans tous les cas.

Tableau 3 ci-dessous indique les surfaces irriguées pour les divers sous-bassins classés en pays partageant chaque bassin transfrontalier.

Pays	Zone totale irriguée (ha)	Zone irriguée par bassin (ha)*					
		Turkana-Omo	Juba-Shabelle	Ogaden	Gash-Baraka	Ayesha	Danakil
Ethiopie	292,384	46,953	48,783	1,721		0	4,756
Kenya	101,706	9,720	7,134				
Ouganda	9,041						
Soudan	1,863,099				13,677		
Djibouti	859						
Erythrée	19,590				5,057		4,756
Somalie	196,753		142,814	23,429		0	
Total	2,483,432	56,673	198,731	25,150	18,734	0	9,512

Extrait de la carte mondiale des surfaces irriguées de la FAO (2007)

TABLEAU 3. Surfaces irriguées dans les bassins transfrontaliers de la région de l'IGAD.

3.2. Ressources souterraines

Etant donné la rareté des données sur les ressources souterraines dans la sous-région, les chiffres adoptés ici sont ceux de la British Geological Survey of the Natural Environment Research Council dans son projet sur la Résistance des Eaux Souterraines en Afrique (<http://www.bgs.ac.uk>). La carte aquifère d'Afrique a été produite en utilisant ces données de l'UNESCO : cartes nationales hydrogéologiques et propriétés des aquifères dans le continent.

Bassin	Classification du rendement de l'aquifère	Productivité de l'aquifère (l/s)	Productivité annuelle moyenne (m ³ /year)	Epaisseur saturée de l'aquifère (m)	Stockage de l'aquifère et types de débit
Juba-Shebelle	Modéré	1-5	78,840	25-250	Intergranulaire et flux de fracture
Ogaden	Fort	5-20	394,200	100-250	Intergranulaire et flux de fracture
Ayasha	Faible à modéré	0.5-1	23,652	25-100	Flux de fracture
Turkana-Omo	Modéré à fort	1-20	315,360	25-100	Flux de fracture
Danakil	Modéré	1-5	88,301	25-100	Flux de fracture
Gash-Barka	Faible	0.1-0.5	7,884	< 25	Flux de fracture dans de la matière érodée

TABLEAU 4. Ressources en eau souterraines et propriétés des aquifères dans les sous-bassins de l'IGAD.

7

BASSIN DE JUBA-SHEBELLE

1. MISE EN PLACE DU MODÈLE

Les centres de demande étaient conceptualisés en tant que nœuds là où la demande est concentrée. Les nœuds de demande domestique représentent la population de la plus grande unité administrative dans chaque pays qui se trouve dans le bassin étudié. Pour chaque rivière, le débit est supposé disponible tout le long de la rivière. Le modèle obtenu pour le bassin du Juba-Shebelle est l'objet de la Figure 2.

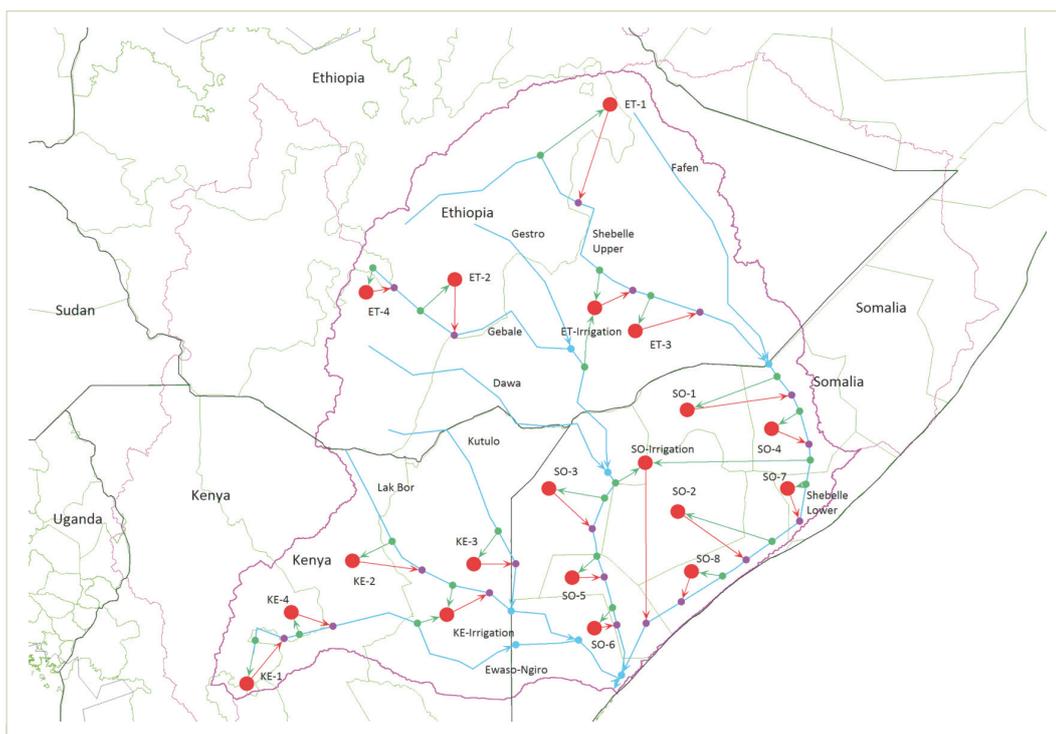


FIGURE 2 : Mise en place du modèle pour le bassin du Juba-Shebelle. Pour les noms des centres de demande voir Tableau 5 (données démographiques) et Tableau 3 (données d'irrigation).

2. PROJECTIONS DÉMOGRAPHIQUES

Le tableau 5 représente la population du bassin actualisée jusqu'à 2011 alors que le Tableau 6 représente les projections de population jusqu'en 2031.

No	Région	Pays	Total population	Ratio de surface dans le Bassin	Population dans le Bassin	Année de référence	Taux croissance Population	Population 2011
ET-1	Harari People	Ethiopie	183,344	1.00	183,344	2007	3.21	208,043
ET-2	Oromia	Ethiopie	27,158,471	0.48	13,026,600	2007	3.21	14,781,489
ET-3	Somali	Ethiopie	4,439,147	0.61	2,726,945	2007	3.21	3,094,308
ET-4	SNNP	Ethiopie	15,042,531	0.02	360,990	2007	3.21	409,621
KE-1	Central	Kenya	3,724,159	0.13	493,684	1999	2.69	678,870
KE-2	Eastern	Kenya	4,631,779	0.33	1,508,323	1999	2.69	2,074,112
KE-3	North-Eastern	Kenya	962,143	0.79	759,619	1999	2.69	1,044,561
KE-4	Rift Valley	Kenya	6,987,036	0.13	925,097	1999	2.69	1,272,111
SO-1	Bakool	Somalie	226,000	1.00	226,000	2007	2.81	252,493
SO-2	Bay	Somalie	1,106,000	1.00	1,106,000	2007	2.81	1,235,653
SO-3	Gedo	Somalie	576,777	1.00	576,777	2007	2.81	644,391
SO-4	Hiiraan	Somalie	219,300	0.73	160,656	2007	2.81	179,489
SO-5	Jubbada Dhexe	Somalie	362,601	0.99	360,712	2007	2.81	402,997
SO-6	Jubbada Hoose	Somalie	968,286	0.61	589,109	2007	2.81	658,169
SO-7	Shabeellaha Dhexe	Somalie	863,571	0.45	389,080	2007	2.81	434,691
SO-8	Shabeellaha Hoose	Somalie	1,399,868	0.98	1,368,441	2007	2.81	1,528,859
	Total							28,899,857

Les données de la population somalienne ont été obtenus à partir de <http://data.un.org>

TABLEAU 5. Données de population pour les régions du bassin du Juba-Shebelle.

Région	2011	2016	2021	2026	2031
Oromio	14,781,489	17,311,196	20,273,838	23,743,506	27,806,975
Somali	3,094,308	3,623,869	4,244,058	4,970,387	5,821,020
SNNP	409,621	479,724	561,824	657,974	770,580
Kenya_Central	678,870	775,224	885,255	1,010,902	1,154,382
Kenya_Eastern	2,074,112	2,368,498	2,704,667	3,088,549	3,526,917
Kenya_North-Eastern	1,044,561	1,192,819	1,362,120	1,555,450	1,776,221
Kenya_RiftValley	1,272,111	1,452,666	1,658,848	1,894,294	2,163,157
Baay	1,235,653	1,419,297	1,630,235	1,872,522	2,150,818
Gedo	644,391	740,161	850,165	976,517	1,121,648
J_Hoose	658,169	755,987	868,342	997,396	1,145,631
S_Dhexe	434,691	499,295	573,501	658,735	756,637
S_Hoose	1,528,859	1,756,080	2,017,070	2,316,849	2,661,182
Tous les autres	1,043,022	1,202,722	1,386,959	1,599,516	1,844,763
Total	28,899,857	33,577,537	39,016,880	45,342,599	52,699,932

TABLEAU 6. Projections de population dans le bassin du Juba-Shebelle.

3. DONNÉES DE DEMANDE

3.1. Demande domestique

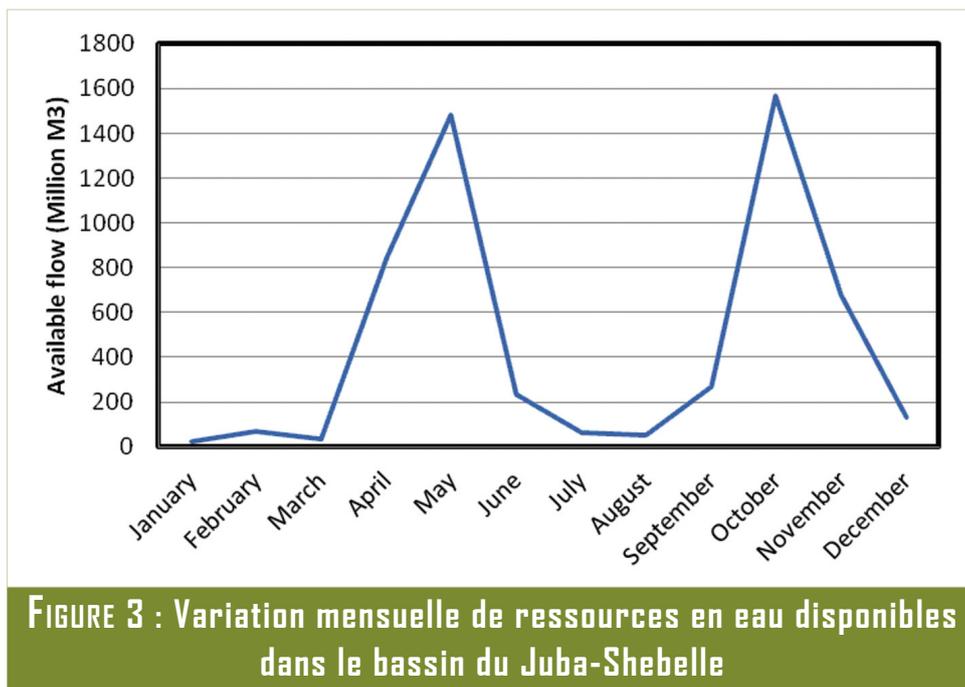
Les demandes domestique et industrielle en eau ont été regroupées en un seul chiffre supposé à 80 litres par personne par jour. Cela se traduit par une moyenne domestique annuelle de **30 m³ par personne par an**.

3.2. Demande pour l'irrigation

La demande d'eau pour l'irrigation a été fixée à 12000 m³/an. Les surfaces irriguées en Ethiopie, au Kenya et en Somalie sont de 48 783 ha, 7 134 ha et 142 814 ha respectivement.

4. Débit fluvial

Les données de débit fluvial ont été modélisées en utilisant SWAT. Les ressources en eau annuelles disponibles sont de 5 500 x 10⁶ m³ avec la répartition mensuelle comme indiqué à la Figure 3.



5. RÉSULTATS

5.1. Scénario : référence

Les conclusions démontrent que la croissance démographique dans la région augmenterait la **demande en eau domestique** dont l'approvisionnement **passerait de 11 % à 19,3 %** (Tableau 7). Jusqu'à 50 % de cette demande est couvert par la région d'Oromia en Ethiopie. Les surfaces irriguées sont représentées au Tableau 3. Le fait que la répartition n'est

uniforme ni dans l'espace ni dans le temps signifie qu'il n'est pas possible de satisfaire toute la demande domestique par les ressources fluviales. **Le Tableau 8** indique les **nœuds d'insuffisance** dans le bassin du **Juba-Schebelle**. L'insuffisance ne peut pas être comblée par d'autres ressources comme les eaux souterraines ou la récupération d'eau. L'autre option consiste à construire un stockage sous forme de barrages et de réservoirs pour stocker l'eau pendant la saison humide et l'utiliser pendant la saison sèche.

Région	2011	2016	2021	2026	2031
Demande domestique					
Baay	24.7	28.4	32.6	37.5	43
Bakool	5	5.8	6.7	7.7	8.8
Gedo	12.9	14.8	17	19.5	22.4
Harari People	4.2	4.9	5.7	6.7	7.8
Hiiraan	3.6	4.1	4.7	5.4	6.2
Jubbada_Dhexe	8.1	9.3	10.6	12.2	14
Jubbada_Hoose	13.2	15.1	17.4	19.9	22.9
Kenya_Central	13.6	15.5	17.7	20.2	23.1
Kenya_Eastern	41.5	47.4	54.1	61.8	70.5
Kenya_NorthEaster	20.9	23.9	27.2	31.1	35.5
Kenya_RiftValley	25.4	29.1	33.2	37.9	43.3
Oromia	295.6	346.2	405.5	474.9	556.1
SNNP	8.2	9.6	11.2	13.2	15.4
Shabeellaha_Dhexe	8.7	10	11.5	13.2	15.1
Shabeellaha_Hoose	30.6	35.1	40.3	46.3	53.2
Somali	61.9	72.5	84.9	99.4	116.4
Total domestique	578.1	671.7	780.3	906.9	1053.7
Demande irrigation					
Ethiopie	292.7	292.7	292.7	292.7	292.7
Kenya	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8
Somalie	856.9	856.9	856.9	856.9	856.9
Total (irrigation)	1192.4	1192.4	1192.4	1192.4	1192.4
Demande totale	1770.4	1863.9	1972.7	2099.2	2246.4

TABLEAU 7. Demande domestique et pour l'irrigation dans le bassin du Juba-Shebelle (Million m³).

5.2. Scénario : stockage en réservoir

Les insuffisances du scénario de référence étaient très élevées avec une moyenne de plus de 25 % de la demande totale d'ici 2031. Afin de trouver des moyens pour combler le déficit, un scénario supplémentaire a été simulé avec des réservoirs de différentes tailles pour stocker

Région	2011	2016	2021	2026	2031
Déficit domestique					
Baay	0	0	0	0	0.1
Bakool	0	0	0	0	0
Gedo	0	0	0	0	0
Harari People	0	0	0.1	0.2	0.3
Hiiraan	0	0	0	0	0
Jubbada_Dhexe	0	0	0	0	0
Jubbada_Hoose	0	0	0	0	0
Kenya_Central	2.3	2.9	3.7	4.5	5.5
Kenya_Eastern	15.8	18.3	21.1	24.1	28.5
Kenya_NorthEaster	12.6	15	17.8	21.3	25.3
Kenya_RiftValley	4.3	5.5	6.9	8.5	10.3
Oromia	18.4	31.3	46.4	68.3	104.9
SNNP	0.7	1.1	1.5	2.1	3.1
Shabeellaha_Dhexe	0	0	0	0	0
Shabeellaha_Hoose	0	0	0	0	0.1
Somali	0	0.2	1.2	2.5	3.9
Total (domestique)	54.1	74.3	98.7	131.6	182
Déficit irrigation					
Ethiopie	92.3	94.8	96.9	99.5	101.8
Kenya	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
Somalie	270.1	275.7	282.7	290.8	297.9
Total (irrigation)	370.3	378.4	387.5	398.2	407.6
Total déficit	424.5	452.7	486.2	529.8	589.8

TABLEAU 8. Insuffisance dans le bassin du Juba-Shebelle (Million m³).

l'eau pendant la saison humide en prévoyance de la saison sèche. Les volumes moyens de stockage nécessaires pour faire disparaître toutes les insuffisances dans le système sont présentées au Tableau 9. Le tableau montre qu'une capacité totale de stockage d'eau de 356 millions m³ sera nécessaire pour satisfaire la demande prévue d'ici 2031.

Site de demande	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Active volume
Réservoir Ewaso Ngiro	21.5	25	22	25	25	25	22.3	18	25	25	25	25	7.0
Réservoir Genale	92.3	82.2	46.8	150	150	150	124.7	94.1	111	150	150	126.5	103.2
Réservoir Lak Bor	19.8	15.8	10.9	20	20	20	15.3	10.4	6.1	20	20	20	13.9
Réservoir Shebelle	181	120.5	59.4	173.4	300	300	249.4	187.9	219.7	300	300	253	240.6
Total	314.7	243.5	139.2	368.4	495	495	411.8	310.3	361.7	495	495	424.5	355.8

TABLEAU 9. Volumes de stockage dans le bassin du Juba-Shebelle (Million m³).

6. REMARQUES

Les simulations ci-dessus montrent que :

- Les ressources en eau dans le bassin du Juba-Shebelle sont déjà trop exploitées. Pendant la saison sèche les ressources en eau ne sont pas suffisantes pour répondre à la demande courante en eau.
- La construction de réservoirs de stockage d'eau contribuerait à répondre aux besoins actuels en eau dans le bassin. Un stockage total d'au moins 360 millions m³ serait nécessaire.
- La mise en œuvre de mesures de gestion de la demande en eau est nécessaire. Cela est surtout valable pour la gestion de la demande d'eau pour l'irrigation qui représente 70 % de l'insuffisance.

BASSIN DU TURKANA-OMO

Les centres de demande ont été conceptualisés en tant que nœuds là où la demande est forte. Les nœuds de demande domestique représentent la population de la plus grande unité administrative dans chaque pays du bassin de l'étude. Pour chaque rivière, le débit est supposé disponible tout au long de la rivière. Le modèle obtenu pour le bassin du Turkana-Omo est présenté à la Figure 4.

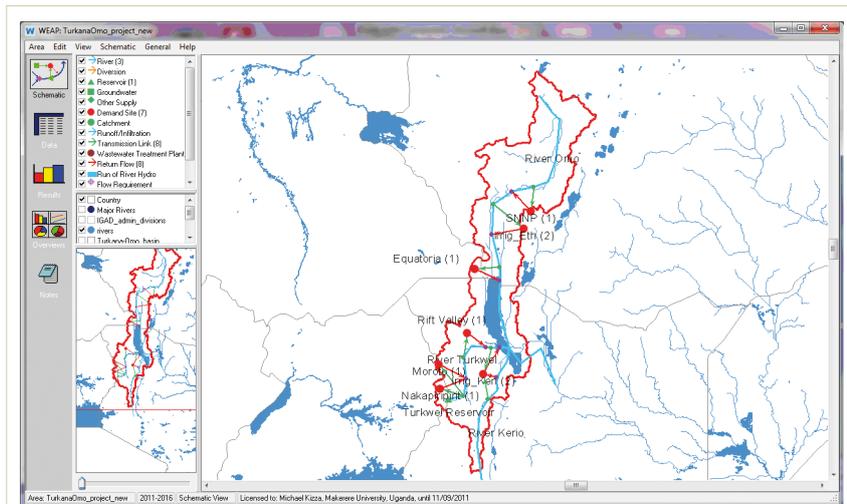


FIGURE 4: Mise en place du modèle pour le bassin du Turkana-Omo.

1. PROJECTIONS DÉMOGRAPHIQUES

Tableau 10 présente la population du bassin actualisée jusqu'à 2011 alors que Tableau 11 indique les projections démographiques.

ID	Région/ District	Pays	Total population	Ratio superficie Bassin (%)	Population Bassin	Année de référence	Taux croissance population	Population 2011
ET-1	Oromia	Ethiopie	27,158,471	13.2	3,576,493	2007	3.21	4058303
ET-2	SNNP	Ethiopie	15,042,531	72.7	10,940,179	2007	3.21	12413994
KE-3	Rift Valley	Kenya	6987036	42.3	2,952,359	1999	2.69	4059822
SU-1	Equatoria	Soudan	1,341,000	0.8	10,713	2007	2.14	11660
UG-1	Moroto*	Ouganda	170,500	6.6	11,178	2007	3.20	14842
UG-2	Nakapiripirit**	Ouganda	156,500	29.5	46,223	2007	2.00	55,241
Total Population								20,613,862

TABLEAU 10. Données de population pour les régions du bassin Turkana-Omo.

* de www.moroto.go.ug

** de www.nakapiripirit.go.ug

Région	2011	2016	2021	2026	2031
Nakapiripirit	55,241	64,978	76,430	89,901	105,747
Moroto	14,842	17,458	20,535	24,154	28,412
Rift Valley	4,059,822	4,636,046	5,294,056	6,045,459	6,903,512
Equatoria	11,660	12,962	14,410	16,019	17,808
SNNP	12,413,994	14,538,527	17,026,654	19,940,599	23,353,237
Oromia	4,058,303	4,752,842	5,566,244	6,518,852	7,634,490
Total	23,568,609	27,396,937	31,851,354	37,034,884	43,067,596

TABLEAU II. Projections de population dans le bassin Turkana-Omo.

2. DONNÉES DE LA DEMANDE

2.1. Demande domestique

Les demandes domestique et industrielle en eau ont été regroupées en un seul chiffre supposé à 80 litres par personne par jour. Cela se traduit par une moyenne domestique annuelle de 30 m³ par personne par an.

2.2. Demande de l'irrigation

Le taux de la demande d'eau pour l'irrigation a été fixé à 12 000 m³/an. Les surfaces irriguées dans les parties du bassin se trouvant en Ethiopie et au Kenya sont respectivement de **46 933 ha** et **9 720 ha**. Aucun document sur l'irrigation n'est disponible pour les parties du bassin se trouvant au Soudan et en Ouganda.

3. DÉBIT FLUVIAL

Les données du débit fluvial ont été modélisées en utilisant SWAT. La ressource en eau annuelle disponible est de 28,108 x 10⁶ m³ avec la répartition mensuelle comme indiqué à la Figure 5.

4. RÉSULTATS

4.1. Scénario : Référence

La **demande domestique** passe de **618 millions m³** (48 % de la demande totale) en 2011 à **1 141 millions m³** (62 %) en **2031** (Tableau

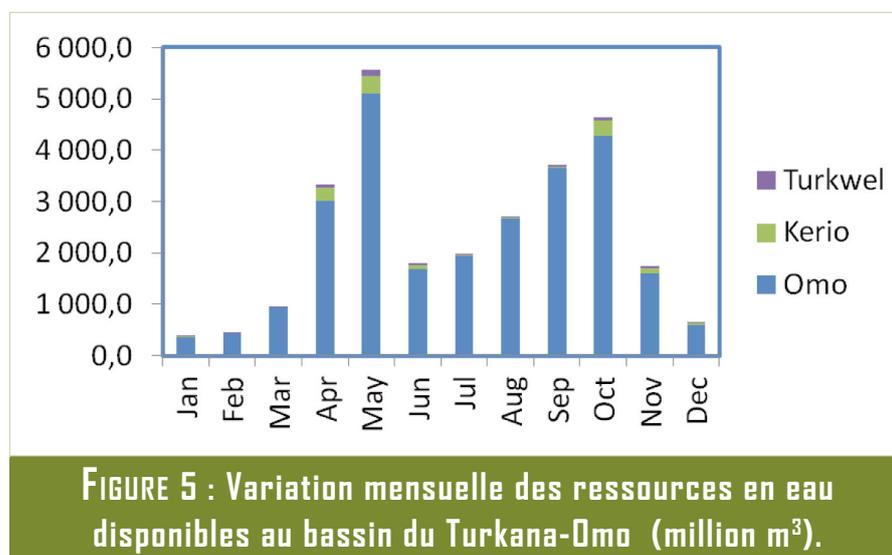


FIGURE 5 : Variation mensuelle des ressources en eau disponibles au bassin du Turkana-Omo (million m³).

12). Il a été estimé que la **demande en eau totale** passera de **1 298 millions m³** en 2011 à 1821 millions m³ en 2031. En pourcentage des ressources en eau disponibles, cela représente un passage de 5 % en 2011 à 7 % en 2031.

Site de demande	2011	2016	2021	2026	2031
Equatoria	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
Moroto	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9
Nakapiripirit	1.7	1.9	2.3	2.7	3.2
Oromia	127.7	142.6	167.0	195.6	229.0
Rift Valley	121.8	139.1	158.8	181.4	207.1
SNNP	372.4	436.2	510.8	598.2	700.2
Total (Domestique)	618.4	720.7	839.9	979.0	1,141.3
Irrigation (Ethiopie)	563.4	563.4	563.4	563.4	563.4
Irrigation (Kenya)	116.6	116.6	116.6	116.6	116.6
Total Irrigation	680.1	680.1	680.1	680.1	680.1
Total	1,298.5	1,400.8	1,520.0	1,659.1	1,821.4

TABLEAU 12. Demande domestique et pour l'irrigation au bassin du Turkana-Omo (Million m³).

L'analyse du bilan mensuel de l'offre et la demande indique que les ressources en eau sont suffisantes pour satisfaire la demande en eau dans des conditions de référence excepté dans les provinces de Nakapiripirit, Moroto et la Vallée du Rift desservies par les rivières Turkwell et Kerio. Il y a aussi une insuffisance de 9 millions de m³ pour l'irrigation au Kenya. **L'insuffisance totale en 2031** est de **57 millions m³**, ce qui représente moins de 1 % de la demande totale par an.

Demand Node	2011	2016	2021	2026	2031
Domestic deficit					
Equatoria	0	0	0	0	0
Moroto	0	0.1	0.1	0.2	0.3
Nakapiripirit	0	0	0	0.1	0.1
Rift Valley	2.3	4.5	8.1	20.3	47.6
SNNP	0	0	0	0	0
Domestic Total	2.3	4.6	8.2	20.6	48
Irrigation (Ethiopia)	0	0	0	0	0
Irrigation (Kenya)	9	9	9	9	9
Irrigation Total	9	9	9	9	9
Overall Total	11.3	13.6	17.2	29.6	57

TABLEAU 13. Insuffisance par rapport à la demande dans le bassin du Turkana-Omo (Million m³).

4.2. Scénario - Gestion de la demande pour l'irrigation

L'insuffisance du scénario de référence est relativement faible, à moins de 1 % de la demande totale d'ici 2031. Par conséquent, seules les mesures de gestion de la demande visant à réduire le déficit ont été explorées. **Une réduction de 2 % par an de la demande d'eau pour l'irrigation**, à partir de 2012, suffirait à **équilibrer le système et à garantir la suffisance**.

4.3. Scénario – doublement de la surface irrigée pour l’Ethiopie

L’analyse de la capacité d’expansion du système en matière d’infrastructure d’irrigation a montré qu’il est possible de doubler la surface d’irrigation en Ethiopie. Ceci est grâce à la rivière Omo qui contribue avec plus de 90% des ressources en eau dans le bassin. Il faudrait multiplier la surface irriguée en Ethiopie par 5 avant que la demande ne dépasse l’approvisionnement dans le bassin d’Omo ; alors que le potentiel actuel d’expansion en Ethiopie (en termes de terres disponibles irrigables) pourrait être inférieur. Il est possible d’explorer l’option des transferts interbassins.

5. Remarques

Les simulations ci-dessus de gestion de ressources en eau pour le bassin du Turkana-Omo indiquent :

- Le bassin du Turkana-Omo a une grande réserve de ressources en eau sous forme de débits de la rivière Omo. Cette réserve peut tolérer une expansion des surfaces irriguées en Ethiopie ;
- Alors que le bassin fluvial du Turkwel peut tolérer la demande dans les conditions actuelles, des mesures de conservation d’eau seront nécessaires, pour répondre à des besoins futurs, aussi bien du côté de la demande que de celui de l’approvisionnement.

BASSIN DU GASH-BARKA

1. MISE EN PLACE DU MODÈLE

Les centres de demande ont été conceptualisés en tant que nœuds là où la demande est forte. Les nœuds de demande domestique représentent la population de la plus grande unité administrative dans chaque pays du bassin de l'étude. Pour chaque rivière, le débit est supposé disponible tout au long de la rivière. Le modèle obtenu pour le bassin du Gash-Barka est présenté à la figure 6.

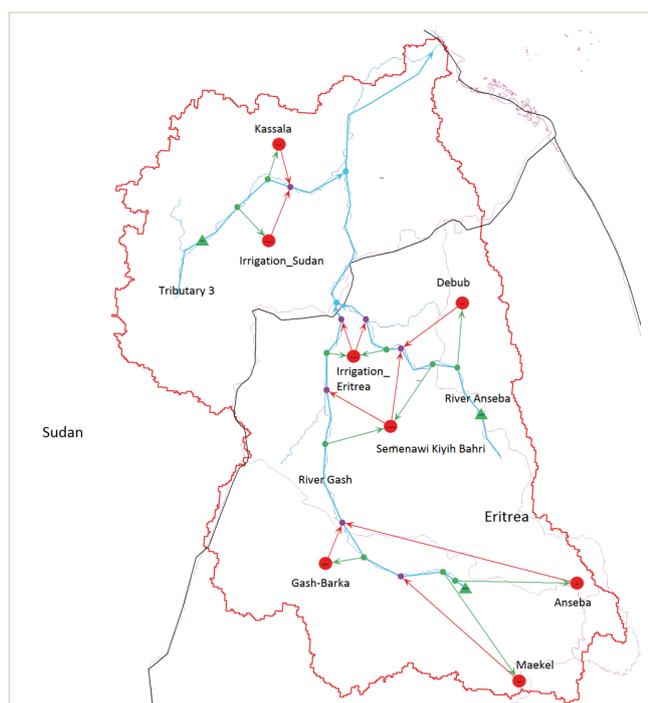


FIGURE 6 : Mise en place du modèle pour le bassin du Gash-Barka.

2. PROJECTIONS DÉMOGRAPHIQUES

Tableau 14 indique la population du bassin actualisée jusqu'à 2011 alors que Tableau 15 indique les projections de population.

ID	Région/District	Pays	Total population	Ratio de superficie Bassin (%)	Population du Bassin	Année de référence	Taux de croissance population	Population 2011
SU-1	Kassala	Soudan	1,752,000	7.4	128,960	2007	2.14	140,358
ERI-1	Anseba	Erythrée	484,200	50.8	246,080	2005	3.20	297,272
ERI-2	Debub	Erythrée	952,100	13.2	125,997	2005	3.20	152,208
ERI-3	Gash Barka	Erythrée	625,100	47.1	294,440	2005	3.20	355,693
ERI-4	Maekel	Erythrée	675,700	6.7	45,295	2005	3.20	54,718
ERI-5	Semenawi Keyih Bahri	Erythrée	653,300	98.2	641,775	2005	3.20	775,284

Estimations population extraites de <http://faostat.fao.org>

TABLEAU 14. Données de population pour les régions dans le bassin du Gash-Barka.

Région	2011	2016	2021	2026	2031
Semenawi Keyih Bahri	775,284	907,526	1,062,326	1,243,530	1,455,643
Gash Barka	355,693	416,365	487,385	570,520	667,835
Anseba	297,272	347,979	407,334	476,815	558,146
Debub	152,208	178,171	208,562	244,137	285,780
Kasala	140,358	156,033	173,459	192,830	214,365
Maekel	54,718	64,051	74,977	87,766	102,736
Total	1,775,533	2,070,125	2,414,042	2,815,597	3,284,505

TABLEAU 15. Projections de population dans le bassin Gash-Barka.

3. DONNÉES DE DEMANDE

3.1. Demande domestique

Les demandes domestique et industrielle en eau ont été regroupées en un seul chiffre supposé à 80 litres par personne par jour. Cela se traduit par une moyenne domestique annuelle de 30 m³ par personne par an.

3.2. Demande de l'irrigation

Le taux de la demande d'eau pour l'irrigation a été fixé à 12 000 m³/an. Les surfaces irriguées en Erythrée et au Soudan sont de 5 057 ha et 13 677 ha respectivement.

4. DÉBIT FLUVIAL

Les données du débit fluvial ont été modélisées en utilisant SWAT. La ressource en eau annuelle disponible est de 4 500 x 10⁶ m³ avec la répartition mensuelle comme indiqué au Tableau 16.

Fluve	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Total
Fluve Anseba	2.7	1.0	0.3	0.5	4.6	2.6	16.1	35.6	8.6	5.4	2.3	2.7	82.2
Fluve Gash	2.7	0.5	-	0.5	6.7	10.4	117.8	184.8	36.3	13.4	3.1	2.7	378.9
Tributary	22.8	4.8	0.8	15.6	131.2	147.7	1,210.6	1,722.2	500.3	203.6	47.7	35.6	4.9
Total	28.1	6.3	1.1	16.6	142.5	160.7	1,344.6	1,942.6	545.1	222.3	53.1	41.0	4,504.0

TABLEAU 16. Variation mensuelle des ressources en eau disponibles au bassin du Gash-Barka (million m³).

5. RÉSULTATS

5.1. Scénario : Référence

La demande domestique passe de 53,3 millions m³ (19% de la demande totale) en 2011 à 99 millions m³ (30 %) en 2031 (Tableau 17). Il a été estimé que la demande en eau totale passera

de 278 millions m³ en 2011 à 323 millions m³ en 2031. En pourcentage des ressources en

Site de demande	2011	2016	2021	2026	2031
Demande domestique					
Anseba	8.9	10.4	12.2	14.3	16.7
Debub	4.6	5.3	6.3	7.3	8.6
Gash Barka	10.7	12.5	14.6	17.1	20.0
Kassala	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4
Maekel	1.6	1.9	2.2	2.6	3.1
Semenawi Keyih Bahri	23.3	27.2	31.9	37.3	43.7
Total (domestique)	53.3	62.1	72.4	84.5	98.5
Demande Irrigation					
Eritrea	60.7	60.7	60.7	60.7	60.7
Sudan	164.1	164.1	164.1	164.1	164.1
Total (irrigation)	224.8	224.8	224.8	224.8	224.8
Total demande	278.1	286.9	297.2	309.3	323.3

TABLEAU 17. Demande domestique et pour l'irrigation dans le bassin du Gash-Barka (Million m³).

eau disponibles, cela représente un passage de 6 % en 2011 à 7 % en 2031.

L'analyse du bilan mensuel de l'offre et la demande indique que les ressources en eau sont insuffisantes pour satisfaire la demande en eau. L'insuffisance par rapport à la demande en eau passe de 45 millions de m³ en 2011 à 60 millions m³ d'ici 2031. L'insuffisance dans la demande domestique est de 19 % de l'insuffisance totale en 2011 mais ce pourcentage passe 35 % d'ici 2031. L'insuffisance totale maximum en 2031 est de moins de 20 % de la

Région	2011	2016	2021	2026	2031
Déficit demande domestique					
Anseba	1.8	2.3	3.0	4.0	5.2
Debub	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6
Gash Barka	2.2	2.7	3.6	4.8	6.3
Kassala	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maekel	0.3	0.4	0.6	0.7	1.0
Semenawi Keyih Bahri	4.1	5.2	6.4	7.8	9.5
Total (déficit domestique)	8.6	10.7	13.8	17.9	22.6
Déficit demande d'irrigation					
Erythrée	14.3	14.7	15.1	15.4	15.8
Soudan	21.6	21.6	21.7	21.8	21.9
Total (déficit irrigation)	35.9	36.4	36.8	37.2	37.7
Total déficit demande	44.5	47.1	50.6	55.1	60.3

TABLEAU 18. Insuffisance dans le bassin du Gash-Barka (Million m³).

demande totale pour l'année et 4 % du débit annuel disponible.

5.2. Scénario - Provision de stockage

Afin de répondre à l'insuffisance par rapport à la demande, une simulation de modèle a été réalisée pour estimer la capacité nécessaire de stockage en réservoir. L'insuffisance de la demande est principalement causée par la trop longue saison sèche, de Novembre à Avril, pendant laquelle le débit fluvial baisse à presque zéro. Le stockage de l'eau pendant la saison humide (Juin à Octobre) est donc nécessaire pour atténuer cette situation. Les conclusions ont montré qu'un stockage total de 60 millions de m³ serait nécessaire pour réduire le déficit dans les conditions actuelles de demande. On a supposé que le stockage en réservoir est effectué en 2012.

5.3. Scénario - Doublement de la surface irriguée

L'analyse de la capacité d'expansion du système en matière d'infrastructure d'irrigation a montré qu'il est possible de doubler la surface d'irrigation aussi bien en Erythrée qu'au Soudan. Toutefois, le stockage nécessaire doit plus que doubler, et passer de **60 millions de m³** (nécessaire pour les besoins actuels en eau pour l'irrigation) à **135 millions de m³**.

6. REMARQUES

Les simulations ci-dessus de gestion de ressources en eau pour le bassin du Gash-Barka démontrent que les ressources en eau disponibles peuvent satisfaire la demande en eau actuelle et prévue tant que le stockage est possible pour combler l'insuffisance pendant la saison sèche de Novembre à Avril.

10

BASIN DU DANAKIL

1. MISE EN PLACE DU MODÈLE

Les centres de demande ont été conceptualisés en tant que nœuds là où la demande est forte. Les nœuds de demande domestique représentent la population de la plus grande unité administrative dans chaque pays du bassin de l'étude. Pour chaque rivière, le débit est supposé disponible tout le long de la rivière. Le modèle obtenu pour le bassin du Danakil est présenté à la figure 7.

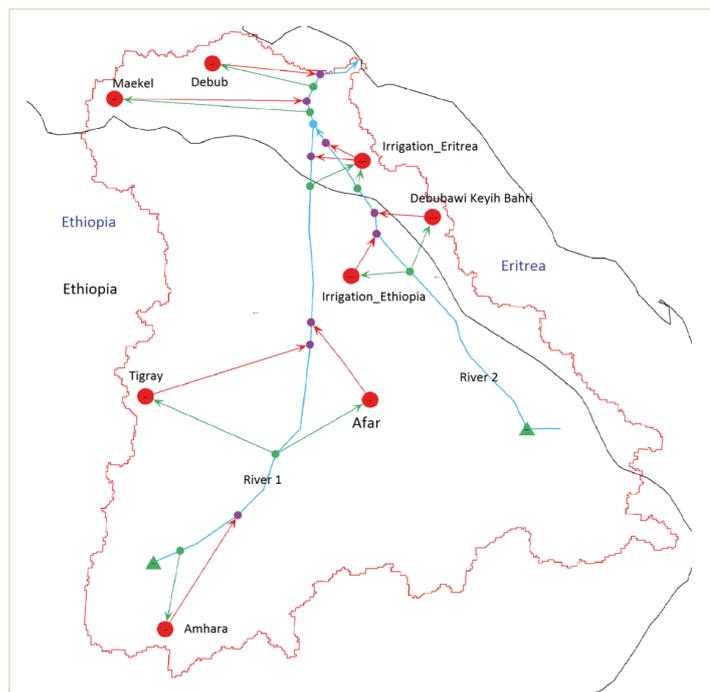


FIGURE 7: Mise en place du modèle pour le bassin du Danakil.

2. PROJECTIONS DÉMOGRAPHIQUES

Tableau 19 présente la population du bassin actualisée jusqu'à 2011 alors que Tableau 20 indique les projections de population.

ID	Région/District	Pays	Total population	Ratio superficie Bassin (%)	Population Bassin	Année référence	Taux croissance population	Population 2011
ETH-1	Afar	Ethiopie	1,411,092	47.4	668,264	2007	3.21	758,290
ETH-2	Amhara	Ethiopie	17,214,056	1.1	190,035	2007	3.21	215,635
ETH-3	Tigray	Ethiopie	4,314,456	10.6	457,562	2007	3.21	519,203
ERI-1	Debub	Erythrée	952,100	12.8	121,590	2005	3.20	146,884
ERI-2	Debubawi Keyih Bahri	Erythrée	293,000	17.7	51,869	2005	3.20	62,659
ERI-3	Maekel	Erythrée	675,700	6.9	46,912	2005	3.20	56,671
Total population								1,759,342

TABLEAU 19. Données de population pour les régions dans le bassin du Danakil.

Région	2011	2016	2021	2026	2031
Tigray	519,203	607,765	711,433	832,785	974,835
Afar	758,290	887,634	1,039,040	1,216,272	1,423,735
Debubawi Keyih Bahri	62,659	73,347	85,858	100,503	117,646
Maekel	56,671	66,338	77,653	90,898	106,403
Debub	146,884	171,938	201,266	235,597	275,784
Amhara	215,635	252,416	295,472	345,871	404,868
Total	1,759,342	2,059,438	2,410,723	2,821,927	3,303,271

TABLEAU 20. Projections de la population dans le bassin du Danakil.

3. DONNÉES DE LA DEMANDE

3.1. Demande domestique

Les demandes domestique et industrielle en eau ont été regroupées en un seul chiffre supposé à 80 litres par personne par jour. Cela se traduit par une moyenne domestique annuelle de 30 m³ par personne par an.

3.2. Demande de l'irrigation

Le taux de la demande d'eau pour l'irrigation a été fixé à 12 000 m³/an. Les surfaces irriguées dans la partie du bassin en Ethiopie sont de 4 180 ha alors que celle en Erythrée est de 823 ha.

4. DÉBIT FLUVIAL

Les données du débit fluvial ont été modélisées en utilisant SWAT. La ressource en eau annuelle disponible est de 2 500 x 10⁶ m³ avec la répartition mensuelle comme indiqué au Tableau 21.

Fleuve	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total annuel
Fleuve 1	0.3	0.0	0.0	0.0	10.7	34.2	409.8	605.3	207.4	67.2	13.5	2.9	1,351.3
Fleuve 2	11.8	4.1	1.9	11.1	63.2	59.9	349.3	404.4	143.3	77.7	23.8	18.2	1,168.8
Total	12.1	4.1	1.9	11.1	73.9	94.1	759.1	1,009.8	350.7	144.9	37.3	21.2	2,520.1

TABLEAU 21. Variation mensuelle des ressources en eau disponibles au bassin du Danakil (million m³).

5. RÉSULTATS

5.1. Scénario : Référence

La demande domestique passe de 53 millions m³ (47% de la demande totale) en 2011 à 99 millions m³ (62%) en 2031 (Tableau 22). Il a été estimé que la demande en eau totale passera de 112 millions m³ en 2011 à 159 millions m³ en 2031. En pourcentage des ressources en

eau disponibles, cela représente un passage de 4,5 % en 2011 à 6 % en 2031.

Demand node	2011	2016	2021	2026	2031
Demande domestique					
Afar	22.7	26.6	31.2	36.5	42.7
Amhara	6.5	7.6	8.9	10.4	12.1
Debub	4.4	5.2	6	7.1	8.3
Debubawi Keyih Bahri	1.9	2.2	2.6	3	3.5
Maekel	1.7	2	2.3	2.7	3.2
Tigray	15.6	18.2	21.3	25	29.2
Total (domestique)	52.8	61.8	72.3	84.7	99
Demande irrigation					
Erythrée	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
Ethiopie	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2
Total (irrigation)	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1
Total demande	112.9	121.9	132.4	144.8	159.1

TABLEAU 22. Demande domestique et pour l'irrigation dans le bassin du Danakil (Million m³).

L'analyse du bilan mensuel de l'offre et la demande indique que les ressources en eau sont insuffisantes pour satisfaire la demande en eau dans les conditions de référence. L'insuffisance par rapport à la demande en eau passe de 15 millions de m³ en 2011 à 31 millions m³ d'ici 2031. L'insuffisance dans la demande domestique est de 79% de l'insuffisance totale en 2011 mais ce pourcentage passe 85% d'ici 2031. L'insuffisance totale maximum en 2031 est de moins de 23% de la demande totale pour l'année et 1,4% du débit annuel disponible.

Region	2011	2016	2021	2026	2031
Déficit demande domestique					
Afar	7.6	9.2	11.1	13.2	15.8
Amhara	2.2	2.6	3.1	3.8	4.5
Debub	0	0	0	0	0
Debubawi Keyih Bahri	0	0	0	0	0
Maekel	0	0	0	0	0
Tigray	5.2	6.3	7.6	9.1	10.8
Total (déficit domestique)	15.0	18.1	21.8	26.1	31.1
Déficit demande Irrigation					
Erythrée	0	0	0	0	0
Ethiopie	4	4.1	4.3	4.5	4.8
Total (déficit irrigation)	4	4.1	4.3	4.5	4.8
Total déficit demande	19.0	22.2	26.1	30.6	35.9

TABLEAU 23. Insuffisance dans le bassin du Danakil (Million m³).

5.2. Scénario – Provision de stockage

Afin de répondre à l'insuffisance par rapport à la demande, une simulation de modèle a été réalisée pour estimer la capacité nécessaire de stockage en réservoir. L'insuffisance de la demande est principalement causée par la trop longue saison sèche, de Novembre à Avril, pendant laquelle les rivières généralement s'assèchent complètement. Le stockage de l'eau pendant la saison humide (Juin à Octobre) est donc nécessaire pour atténuer cette situation. Les conclusions ont montré qu'un stockage total de 32 millions de m³ serait nécessaire pour réduire le déficit dans les conditions actuelles de demande. On a supposé que le stockage en réservoir est effectué en 2012.

5.3. Scénario – Développement des ressources souterraines

L'objectif de ce scénario était d'évaluer l'impact de développement des ressources souterraines sur l'insuffisance. On a supposé que le prélèvement maximum d'eau aux aquifères du bassin d'Ayesha est de 900 000 m³/an ou 10 fois la productivité des puits indiquée au Tableau 4 et le taux de débit à 2 % de celui du ruissellement de surface. Tableau 24 indique la réduction de l'insuffisance (en pourcentages) pour les demandes domestique et d'irrigation. L'insuffisance domestique baisse d'environ 20 % en 2011 même si ce chiffre baisse de 10 % d'ici 2031. La demande en eau pour l'irrigation en Ethiopie baisse de 32 % grâce à une économie d'eau de surface.

Région	2011	2016	2021	2026	2031
Déficit domestique					
Afar	21.7	19.0	16.0	12.7	10.7
Amhara	23.1	18.5	14.4	13.7	10.9
Debub	0	0	0	0	0
Debubawi Keyih Bahri	0	0	0	0	0
Maekel	0	0	0	0	0
Tigray	21.7	19.0	16.0	13.3	10.6
Déficit Irrigation					
Erythrée	0	0	0	0	0
Ethiopie	32.4	33.8	36.3	38.2	41.0
Total (réduction)	32.4	33.8	36.3	38.2	41.0

TABLEAU 24. Baisse du pourcentage de l'insuffisance causée par l'exploitation ressources souterraines à certaines années.

5.4. Scénario – Doublement de la surface irriguée

L'analyse de la capacité d'expansion du système en matière d'infrastructure d'irrigation a montré qu'il est possible de doubler la surface d'irrigation aussi bien en Erythrée qu'en Ethiopie. Toutefois, le stockage nécessaire doit passer de 32 millions de m³ à 43 millions de m³ soit une augmentation de 35 %.

6. REMARQUES

Les simulations ci-dessus de gestion de ressources en eau pour le bassin du Danakil indiquent que :

- Les ressources en eau disponibles peuvent satisfaire la demande en eau actuelle et prévue si le stockage est possible pour combler le déficit pendant la saison sèche de Novembre à Avril ;
- L'exploitation des ressources souterraines réduirait le déficit de la demande domestique d'environ 20 % en 2011 et 10 % en 2031. La demande pour l'irrigation en Ethiopie diminue de 32 % grâce à l'économie réalisée sur les ressources en eau de surface.

11

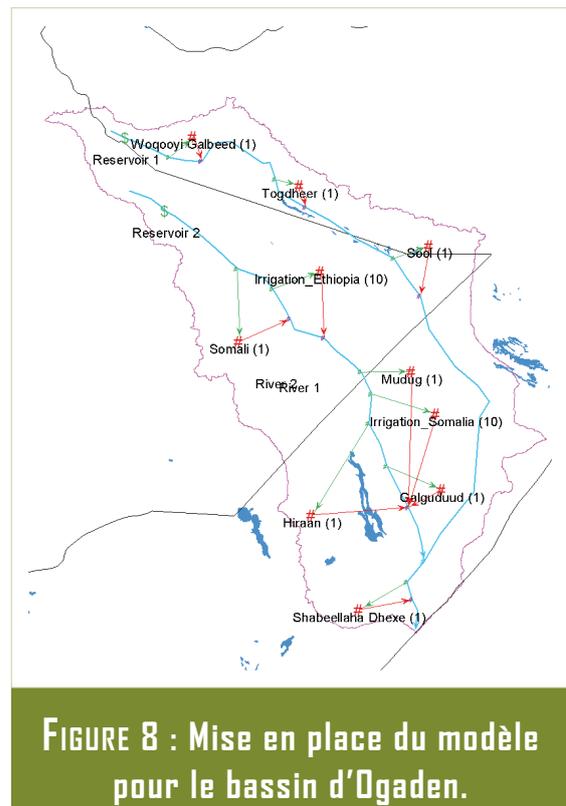
BASSIN D'OGADEN

1. MISE EN PLACE DU MODÈLE

Les centres de demande ont été conceptualisés en tant que nœuds là où la demande est forte. Les nœuds de demande domestique représentent la population de la plus grande unité administrative dans chaque pays du bassin de l'étude. Pour chaque rivière, le débit est supposé disponible tout au long de la rivière. Le modèle obtenu pour le bassin d'Ogaden est présenté à la Figure 8.

2. PROJECTIONS DÉMOGRAPHIQUES

Les données de population pour les différentes régions de chaque pays ont été obtenues par le socio-économiste. On a supposé que le nombre d'individus à considérer pour le partage des ressources en eau du bassin est proportionnel au ratio de la zone qui se trouve dans le bassin. Tableau 25 indique la population du bassin actualisée jusqu'en 2011 alors que Tableau 26 indique les projections de population.



ID	Région/District	Pays	Total population	Ratio superficie Bassin (%)	Population Bassin	Année référence	Taux croissance population	Population 2011
ETH-1	Somali	Ethiopie	4,439,147	27.9	1,236,913	2007	3.21	1,403,545
SOM-2	Galguduud	Somalie	627,806	98.4	617,498	2007	2.81	689,885
SOM-3	Hiiraan	Somalie	219,300	26.7	58,644	2007	2.81	65,519
SOM-4	Mudug	Somalie	350,099	47.8	167,392	2007	2.81	187,015
SOM-6	Shabeellaha Dhexe	Somalie	863,571	6.3	54,259	2007	2.81	60,620
SOM-7	Sool	Somalie	143,000	9.2	13,656	2007	2.81	15,257
SOM-8	Togdheer	Somalie	350,000	59.9	209,644	2007	2.81	234,220
SOM-9	Woqooyi Galbeed	Somalie	1,163,143	30.1	350,548	2007	2.81	391,642
Total population								3,047,703

TABLEAU 25. Données de population pour les régions du bassin d'Ogaden.

Région	2011	2016	2021	2026	2031
Somali	1,403,545	1,642,952	1,923,195	2,251,240	2,635,241
Woqooyi Galbeed	391,642	449,848	516,705	593,499	681,705
Togdheer	234,220	269,030	309,014	354,940	407,691
Sool	15,257	17,525	20,129	23,121	26,557
Mudug	187,015	214,809	246,735	283,405	325,524
Galguduud	689,885	792,416	910,186	1,045,459	1,200,837
Hiiraan	65,519	75,257	86,441	99,288	114,045
Shabeellaha Dhexe	60,620	69,629	79,978	91,864	105,517
Sum	3,047,703	3,531,466	4,092,383	4,742,815	5,497,116

TABLEAU 26. Projections de population dans le bassin d'Ogaden.

3. DONNÉES DE LA DEMANDE

3.1. DEMANDE DOMESTIQUE

Les demandes domestique et industrielle en eau ont été regroupées en un seul chiffre supposé à 80 litres par personne par jour. Cela se traduit par une moyenne domestique annuelle de 30 m³ par personne par an.

3.2. Demande en irrigation

Le taux de la demande d'eau pour l'irrigation a été fixé à 12 000 m³/an. Les surfaces irriguées dans la partie du bassin en Ethiopie sont de 2 649 ha alors que celle en Somalie est de 23 165 ha.

4. DÉBIT FLUVIAL

Les données du débit fluvial ont été modélisées en utilisant SWAT. La ressource en eau annuelle disponible est de 3 600 x 10⁶ m³ avec la répartition mensuelle comme indiqué au Tableau 27.

Fleuve	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Total
Fleuve 1	29.7	27.3	59.2	42.0	185.1	216.7	422.4	509.7	632.4	437.9	229.1	83.0	2,874.6
Fleuve 2	4.6	15.0	9.1	122.1	176.0	47.4	24.9	20.6	40.4	177.6	77.8	16.3	731.8
Total	34.3	42.3	68.3	164.1	361.0	264.1	447.3	530.3	672.9	615.5	306.9	99.4	3,606.4

TABLEAU 27. Variation mensuelle des ressources en eau disponibles au bassin d'Ogaden (million m³).

5. RÉSULTATS

5.1. Scénario : Référence

La demande domestique passe de 91 millions m³ (23 % de la demande totale) en 2011 à 165 millions m³ (31 %) en 2031 (Tableau 28). Il a été estimé que la demande en eau totale passera

de 401 millions m³ en 2011 à 475 millions m³ en 2031. En pourcentage des ressources en eau disponibles, cela représente un passage de 11 % en 2011 à 13 % en 2031.

Region	2011	2016	2021	2026	2031
Demande domestique					
Galguduud	20.7	23.8	27.3	31.4	36
Hiiraan	2	2.3	2.6	3	3.4
Mudug	5.6	6.4	7.4	8.5	9.8
Shabeellaha Dhexe	1.8	2.1	2.4	2.8	3.2
Somali	42.1	49.3	57.7	67.5	79.1
Sool	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8
Togdheer	7	8.1	9.3	10.6	12.2
Woqooyi Galbeed	11.7	13.5	15.5	17.8	20.5
Total (domestique)	91.4	106	122.8	142.3	165
Demande Irrigation					
Ethiopie	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8
Somalie	278	278	278	278	278
Total (irrigation)	309.8	309.8	309.8	309.8	309.8
Total demande	401.2	415.8	432.6	452.1	474.8

TABLEAU 28. Demande domestique et pour l'irrigation dans le bassin d'Ogaden (Millions m³).

L'analyse du bilan mensuel de l'offre et la demande indique que les ressources en eau sont insuffisantes pour satisfaire la demande en eau dans les conditions de référence. L'insuffisance par rapport à la demande en eau passe de 83 millions de m³ en 2011 à 99

Region	2011	2016	2021	2026	2031
Déficit domestique					
Galguduud	0	0	0	0	0.4
Hiiraan	0	0	0	0	0
Mudug	0	0	0	0	0.1
Shabeellaha Dhexe	0	0	0	0	0
Somali	0	0	0.3	1.2	2.2
Sool	0	0	0	0	0
Togdheer	0	0	0	0	0
Woqooyi Galbeed	0	0	0	0	0
Total deficit (domestique)	0	0	0.3	1.2	2.7
Déficit Irrigation					
Ethiopia	8.5	8.8	9.1	9.5	9.8
Somalia	74	76.5	79.4	82.7	86
Total déficit (irrigation)	82.5	85.3	88.5	92.2	95.8
Total déficit	82.5	85.3	88.8	93.4	98.5

TABLEAU 29. Insuffisance dans le bassin d'Ogaden (Million m³).

millions m³ d'ici 2031. L'insuffisance dans la demande domestique est de 0 % de l'insuffisance totale en 2011 et passe de façon marginale à 3 % d'ici 2031. L'insuffisance totale maximum en 2031 est de moins de 20 % de la demande totale pour l'année et 3 % du débit annuel disponible.

5.2. Scénario - Provision de stockage

Afin de répondre à l'insuffisance par rapport à la demande, une simulation de modèle a été réalisée pour estimer la capacité nécessaire de stockage en réservoir. L'insuffisance de la demande est principalement causée par la trop longue saison sèche, de Décembre à Avril, pendant laquelle les rivières généralement s'assèchent complètement. Le stockage de l'eau pendant la saison humide (Juin à Octobre) est donc nécessaire pour atténuer cette situation. Les conclusions ont montré qu'un stockage total de 80 millions de m³ serait nécessaire pour réduire le déficit dans les conditions actuelles de demande. On a supposé que le stockage en réservoir est effectué en 2012.

5.3. Scénario - Développement des ressources souterraines

L'objectif de ce scénario était d'évaluer l'impact de développement des ressources souterraines sur l'insuffisance. On a supposé que le prélèvement maximum d'eau aux aquifères du bassin d'Ayesha est de 3 900 000 m³/an ou 10 fois la productivité des puits indiquée au Tableau 4 et le taux de débit à 2 % de celui du ruissellement de surface. Tableau 30 indique la réduction de l'insuffisance (en pourcentage) pour les demandes domestique et d'irrigation. L'insuffisance domestique baisse d'environ 20 % en 2021 dans la région de Somalie et baisse à 10 % dans la même région en 2026. La demande en eau pour l'irrigation en Ethiopie baisse de 32 % grâce à une économie d'eau de surface. La baisse de l'insuffisance dans l'irrigation est de l'ordre de 1-3%.

Region	2011	2016	2021	2026	2031
Déficit domestique					
Galguduud	-	-	-	-	57.2
Hiiraan	-	-	-	-	-
Mudug	-	-	-	-	53.6
Shabeellaha Dhexe	-	-	-	-	-
Somali	-	-	20.5	10.5	6.7
Sool	-	-	-	-	-
Togdheer	-	-	-	-	-
Woqooyi Galbeed	-	-	-	-	-
Total réduction - domestique (%)	-	-	20.5	10.5	30.15
Déficit Irrigation					
Ethiopie	2.9	2.8	1.5	2.2	1.4
Somalie	2.4	2.3	2.3	2.2	1.7
Total réduction - irrigation (%)	2.7	2.6	1.9	2.2	1.6

TABLEAU 30. Baisse du pourcentage de l'insuffisance causée par l'exploitation ressources souterraines à certaines années.

5.4. Scénario - Doublement de la surface irriguée

L'analyse de la capacité d'expansion du système en matière d'infrastructure d'irrigation a montré qu'il est possible de doubler la surface d'irrigation aussi bien en Ethiopie qu'en Somalie. Toutefois, le stockage nécessaire doit passer de 80 millions de m³ à 175 millions de m³, soit une augmentation de plus de 100 %.

6. Remarques

Les simulations ci-dessus de gestion de ressources en eau pour le bassin d'Ogaden indiquent que les ressources en eau disponibles peuvent satisfaire la demande en eau actuelle et prévue si le stockage peut combler le déficit pendant la saison sèche de novembre à avril. Le développement des ressources en eau souterraines conduirait à une baisse d'environ 25 % de la demande domestique pour les régions où il existe un tel déficit. La baisse de l'insuffisance dans l'irrigation serait d'une moyenne de 2 %.

12

BASSIN D'AYESHA

1. MISE EN PLACE DU MODÈLE

Les centres de demande ont été conceptualisés en tant que nœuds là où la demande est forte. Les nœuds de demande domestique représentent la population de la plus grande unité administrative dans chaque pays du bassin de l'étude. Pour chaque rivière, le débit est supposé disponible tout au long de la rivière. Le modèle obtenu pour le bassin d'Ayesha est présenté à la figure 9.

2. PROJECTIONS DÉMOGRAPHIQUES

Les données de population pour les différentes régions de chaque pays ont été obtenues par le socio-économiste. On a supposé que le nombre d'individus à considérer pour le partage des ressources en eau du bassin est proportionnel au ratio de la zone qui se trouve dans le bassin. Tableau 31 indique la population du bassin actualisée jusqu'en 2011 alors que Tableau 32 indique les projections de population.

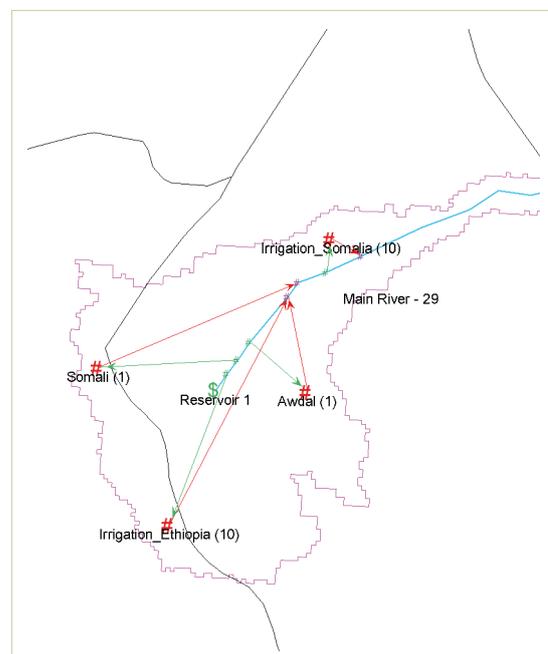


FIGURE 9 : Mise en place du modèle pour le bassin d'Ayesha.

ID	Région/District	Pays	Total population	Ratio superficie Bassin (%)	Population Bassin	Année référence	Taux croissance population	Population 2011
ETH	Somali	Ethiopie	4,439,147	0.3	13,708	2007	3.21	15,555
SOM	Awdal	Somalie	417,311	24.6	102,471	2007	2.81	114,483
Total population								130,038

TABLEAU 31. Données de population pour les régions du bassin Ayesha.

Région	2011	2016	2021	2026	2031
Somali	15,555	17,867	20,522	23,572	27,076
Awdal	114,483	134,011	156,869	183,627	214,949
Total	130,038	151,878	177,391	207,199	242,024

TABLEAU 32. Projections de population dans le bassin d'Ayesha.

3. DONNÉES DE DEMANDE

3.1. Demande domestique

Les demandes domestique et industrielle en eau ont été regroupées en un seul chiffre supposé à 80 litres par personne par jour. Cela se traduit par une moyenne domestique annuelle de 30 m³ par personne par an.

3.2. Demande en irrigation

Il n'existe pas de références documentaires sur l'irrigation au bassin d'Ayesha. Toutefois, une analyse de la capacité du système a été effectuée to déterminer si les ressources en eau sont suffisantes pour l'irrigation. On a supposé deux niveaux d'irrigation, à savoir : (1) une surface totale d'irrigation de 1 000 ha et (2) une surface totale d'irrigation de 3 000 ha. La surface irriguée de 1 000 ha représente un niveau réaliste pour un bassin de la taille d'Ayesha ; alors qu'une surface d'irrigation de 3000 ha représente le niveau d'irrigation contraignant pour les ressources en eau disponibles. On a supposé que les proportions de surface irriguée en Ethiopie et en Somalie sont proportionnelles aux zones dans les deux pays se trouvant dans le bassin, de 970 km² et 4 296 km² respectivement. Le taux de la demande en eau d'irrigation a été fixé à 12 000 m³/an.

4. DÉBIT FLUVIAL

Les données du débit fluvial ont été modélisées en utilisant SWAT. La ressource en eau annuelle disponible est de 126 x 10⁶ m³ avec la répartition mensuelle comme indiqué au Tableau 33.

Mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total annuel
Débit	0	0	0	0	0.3	1.6	34.8	67	18.9	2.9	0.3	0	125.7

TABLEAU 33. Variation mensuelle des ressources en eau disponibles au bassin d'Ayesha (million m³).

5. RÉSULTATS

5.1. Scénario: Référence

La demande domestique (qui est en même temps la demande totale en eau puisqu'il

n'existe pas de références sur les prélèvements pour l'irrigation dans la région) passe de 3,9 millions m³ en 2011 à 7,3 millions m³ en 2031. La demande en eau pour la région de Awdal en Somalie représente 88 % de cette demande alors que celle de la région somalienne en Ethiopie représente 12 %.

L'analyse du bilan mensuel de l'offre et la demande indique que les ressources en eau sont insuffisantes pour satisfaire la demande en eau dans les conditions de référence. L'insuffisance par rapport à la demande en eau passe de 1,7 millions de m³ en 2011 à 3,7 millions m³ d'ici 2031. L'insuffisance dans la demande domestique est de 0% de l'insuffisance totale en 2011 et passe de façon marginale à 3 % d'ici 2031. L'insuffisance totale maximum en 2031 est de 52 % de la demande totale pour l'année et 3 % du débit annuel disponible.

Région	2011	2016	2021	2026	2031
Somali	1.53	1.87	2.27	2.73	3.28
Awdal	0.21	0.25	0.30	0.35	0.41
Sum	1.74	2.12	2.56	3.08	3.69

TABLEAU 34. Insuffisance dans le bassin d'Ayesha.

5.2. Scénario - Provision de stockage

Afin de répondre à l'insuffisance par rapport à la demande, une simulation de modèle a été réalisée pour estimer la capacité nécessaire de stockage en réservoir. L'insuffisance de la demande est principalement causée par la trop longue saison sèche, de décembre à avril, pendant laquelle la rivière s'assèche complètement. Le stockage de l'eau pendant la saison humide (juin à octobre) est donc nécessaire pour atténuer cette situation. Les conclusions ont montré qu'un stockage total de 3,7 millions de m³ serait nécessaire pour réduire le déficit dans les conditions actuelles de demande. On a supposé que le stockage en réservoir est effectué en 2012.

5.3. Scénario - Développement des ressources souterraines

L'objectif de ce scénario était d'évaluer l'impact de développement des ressources souterraines sur l'insuffisance. On a supposé que le prélèvement maximum d'eau aux aquifères du bassin d'Ayesha est de 250 000 m³/an ou 10 fois la productivité des puits indiquée au Tableau 4 et le taux de débit à 10 % de celui du ruissellement de surface. Tableau 35 indique la réduction de l'insuffisance (en pourcentage) dans les deux régions d'Awdal et Somali. L'insuffisance domestique baisse de 40 % en 2011 même si ce chiffre baisse à 20 % d'ici 2031.

Région	2011	2016	2021	2026	2031
Somali	7.0	5.7	4.7	3.9	3.3
Awdal	32.9	27.4	23.0	19.4	16.5
Sum	39.9	33.1	27.7	23.3	19.8

TABLEAU 35. Baisse du pourcentage de l'insuffisance causée par l'exploitation des ressources souterraines à certaines années.

5.4. Scénario – Intégration de l’irrigation dans le système

L’analyse de la capacité du système à intégrer l’irrigation a démontré que :

- Pour une irrigation de 1 000 ha (185 ha en Ethiopie et 815 ha en Somalie) le stockage devrait passer de **3,7 millions m³ à 8 millions m³**.
- Pour une irrigation de 3 000 ha (554 ha en Ethiopie et 2 446 ha en Somalie) le stockage devrait passer de **3,7 millions m³ à 23 millions m³**.

6. REMARQUES

Les simulations ci-dessus de gestion de ressources en eau pour le bassin d’Ayesha indiquent que :

- Les ressources en eau disponibles pourraient satisfaire la demande actuelle et prévue à condition que le stockage puisse combler les insuffisances de la saison sèche de novembre à mai.
- L’exploitation des ressources souterraines réduirait l’insuffisance par un maximum de 40 % en 2011 et 20 % en 2031.
- Le développement de l’irrigation nécessiterait un investissement dans l’infrastructure de stockage d’eau.

13

CONCLUSIONS

Les défis de la gestion des ressources en eau dans les pays de l'IGAD sont nombreux avec, souvent, des implications transfrontalières. Parmi ces défis : la pauvreté endémique, une démographie galopante, la désertification, des pluies très variables qui affectent la pluviométrie et causent fréquemment la sécheresse, la famine et la faim, la dégradation des sols en raison de la déforestation et les conflits sociaux.

La mise en œuvre de GIRE dans les bassins transfrontaliers offre un mécanisme viable pour relever ces défis. Le concept de GIRE est reflété dans ces principes qui constituent le pilier du processus de préparation des plans de gestion des eaux transfrontalières. Ces principes définissent le besoin de conserver les ressources en eau, l'importance de l'approche participative dans la gestion et le développement des ressources en eau, le rôle des femmes dans la gestion et la provision des ressources en eau et la valeur économique de l'eau.

La modélisation de la gestion des ressources en eau dans la région de l'IGAD présente des défis. Les ressources en eau sont éparses géographiquement et très variables dans le temps. En outre, les données de la demande et l'utilisation de l'eau sont rares et peuvent être peu fiables lorsqu'elles existent. Le modèle WEAP a été utilisé dans la modélisation de la gestion des ressources en eau dans de nombreuses régions du monde.

Il permet d'analyser l'effet des interventions politiques (aussi bien structurelles que non structurelles) sur la disponibilité et la demande en eau dans une région donnée. Le modèle a été développé avec succès dans six bassins transfrontaliers de la région de l'IGAD. Les données de demande et d'approvisionnement utilisées étaient basées sur des études de modélisation socioéconomiques et de ressources hydriques. On a examiné la possibilité d'utiliser des modèles pour tester l'effet d'autres scénarios de gestion de l'eau. L'idée principale derrière le développement de modèles était que ces modèles évolueraient avec le temps, au fur et à mesure que d'autres informations sur les ressources en eau, sur la demande et sur d'autres questions de politiques devenaient disponibles.

Le modèle fut élaboré pour une année de base, qui est 2011, et des simulations ont été effectuées pour 20 ans au terme de 2031.

Les premières évaluations de scénarios ont démontré que tous les bassins disposaient de ressources en eau considérables qui, si elles sont bien gérées, peuvent satisfaire les besoins des habitants du bassin. Les ressources en eau annuelles et les prévisions de demande pour 2011 et 2031 sont l'objet du Tableau 36 qui indique que les ressources en disponibles dans les bassins sont suffisantes pour répondre aux besoins actuels et futurs. Le ratio de

la demande en eau par rapport à l’approvisionnement actuel est d’une moyenne de 9 % seulement en 2011 par rapport à 15 % en 2031.

Le problème relève de la variation géographique et dans le temps de la disponibilité de l’eau. Les rivières coulent généralement pendant la saison humide qui dure 4 à 5 mois entre juin et octobre de chaque année. Les 7 à 8 mois restants sont généralement secs et plusieurs rivières s’assèchent. Ceci signifie en principe que, afin de satisfaire la demande prévue, il est indispensable d’investir dans le stockage de l’eau (sous forme de barrages et réservoirs). Des estimations préliminaires de stockage nécessaire ont été calculées. Ces estimations seront encore affinées au fur et à mesure que d’autres données seront disponibles

Basin	Ressources en eau disponibles (x10 ⁶ m ³)		Demande Domestique (x10 ⁶ m ³)		Demande Agriculture (x10 ⁶ m ³)	Total demande (x10 ⁶ m ³)	
	Eau de surface	Eau souterraines	2011	2031	2011	2011	2031**
Juba-Shebelle	64,600	43,700	578	1,054	1,192	1,770	2,824
Turkana-Omo	28,700	19,300	707	1,293	680	1,387	2,680
Gash-Barka	2,800	1,400	53	225	225	278	503
Danakil	1,000	600	52	99	60	112	211
Ogaden	14,100	6,500	91	165	310	401	566
Ayesha	123	-	4	7	0	4	11
Total	111,323	71,500	1,485	2,843	2,467	3,952	6,795

*** les demandes d’irrigation supposées pour 2011. Pour les demandes totales y compris les projections de la demande d’irrigation, voir les scénarios spécifiques dans le rapport.*

TABLEAU 36. Ressources annuelles totales en eau pour les bassins transfrontaliers de la région de l’IGAD.

14

RECOMMANDATIONS

On peut tirer les recommandations suivantes de l'étude de modélisation GIRE :

- La mise en œuvre de GIRE est rendue difficile par l'absence de volonté politique, l'absence d'outils juridiques et institutionnels et aussi absence de ressources humaines. Il existe beaucoup d'organisations internationales qui ont de l'expérience dans l'appui des pays en voie de développement pour lancer le processus de mise en œuvre de GIRE ; parmi ces organisations le Partenariat Mondial de l'Eau, l'Unesco, le PNUD, Cap-Net, l'IWMI, le PNUE et autres. Ces organisations devraient être invitées le plus vite possible à partager leurs expériences et appuyer la mise en œuvre de GIRE dans les bassins transfrontaliers de l'IGAD.
- Les modèles GIRE étaient construits à partir des données disponibles au moment de l'analyse. Une analyse plus détaillée nécessitera plus de données sur les taux de demande en eau et de croissance de la demande y compris des données spécifiques sur les projets futurs de développement du secteur de l'eau dans la sous-région de l'IGAD. En particulier, l'élevage constitue un grand utilisateur d'eau mais les données de sa demande en eau n'étaient pas disponibles.
- Les modèles GIRE étaient construits d'une façon telle que des affinements peuvent être introduits par les utilisateurs. Le modèle WEAP peut être utilisé pour un grand nombre d'applications y compris l'évaluation de scénario, l'impact du changement climatique, la gestion de l'irrigation, la modélisation de l'approvisionnement en eau, etc. La formation des utilisateurs du modèle garantira que son utilisation sera intégrée à leur travail quotidien et une masse de professionnels sera formée pour la mise en œuvre du modèle dans les bassins transfrontaliers.



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Brels, S., Coates, D., and Loures, F. (2008). Transboundary water resources management: the role of international watercourse agreements in implementation of the CBD. CBD Technical Series no. 40, 48 pages. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.

Economic Commission for Africa (2006) Water in Africa: Management Options to Enhance Survival and Growth. AU/NEPAD Commission

FAO (2003) Review of World Water Resources by Country FAO, Rome

GWP (2000). Integrated Water Resources Management, Global Water Partnership Technical Advisory Committee Background Papers, No. 4, 2000.

IGAD (2007) IGAD Environment and Natural Resources Strategy, InterGovernmental Authority on Development, IGAD Secretariat, Djibouti

IGAD (2003) IGAD Strategy, InterGovernmental Authority on Development, IGAD Secretariat, Djibouti

IGAD (2003) Pilot Project on Water Harvesting on the IGAD Region

IGAD (2009) Environmental Security in the Igad Region: An Approach for Building Sustainable Development and Peace. Workshop Report. Addis Ababa, Ethiopia

Jakob Granit (2000) Management of Shared Water Resources in Southern Africa and the Role of External Assistance, 1st WARFSA/WaterNet Symposium: Sustainable Use of Water Resources; Maputo

Torkil Jønch-Clausen (2004) Integrated Water Resources Management (IWRM) and Water Efficiency Plans by 2005: Why, What and How? Global Water Partnership, Sweden

Protos (2005) Study on IWRM legislation. Final report

SIWI (2007) Transboundary Water Management as a Regional Public Good: Financing development – an example from the Nile Basin

UN Water (2008) Status Report on Integrated Water Resources Management and Water Efficiency Plans. Prepared for the 16th session of the Commission on Sustainable Development.

Woldemichael DT (2009) Climate change and transboundary water resource conflicts in Africa. Workshop report, Mombasa, Kenya

ANNEXE 1 : LES DÉFIS DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PAYS DE L'IGAD

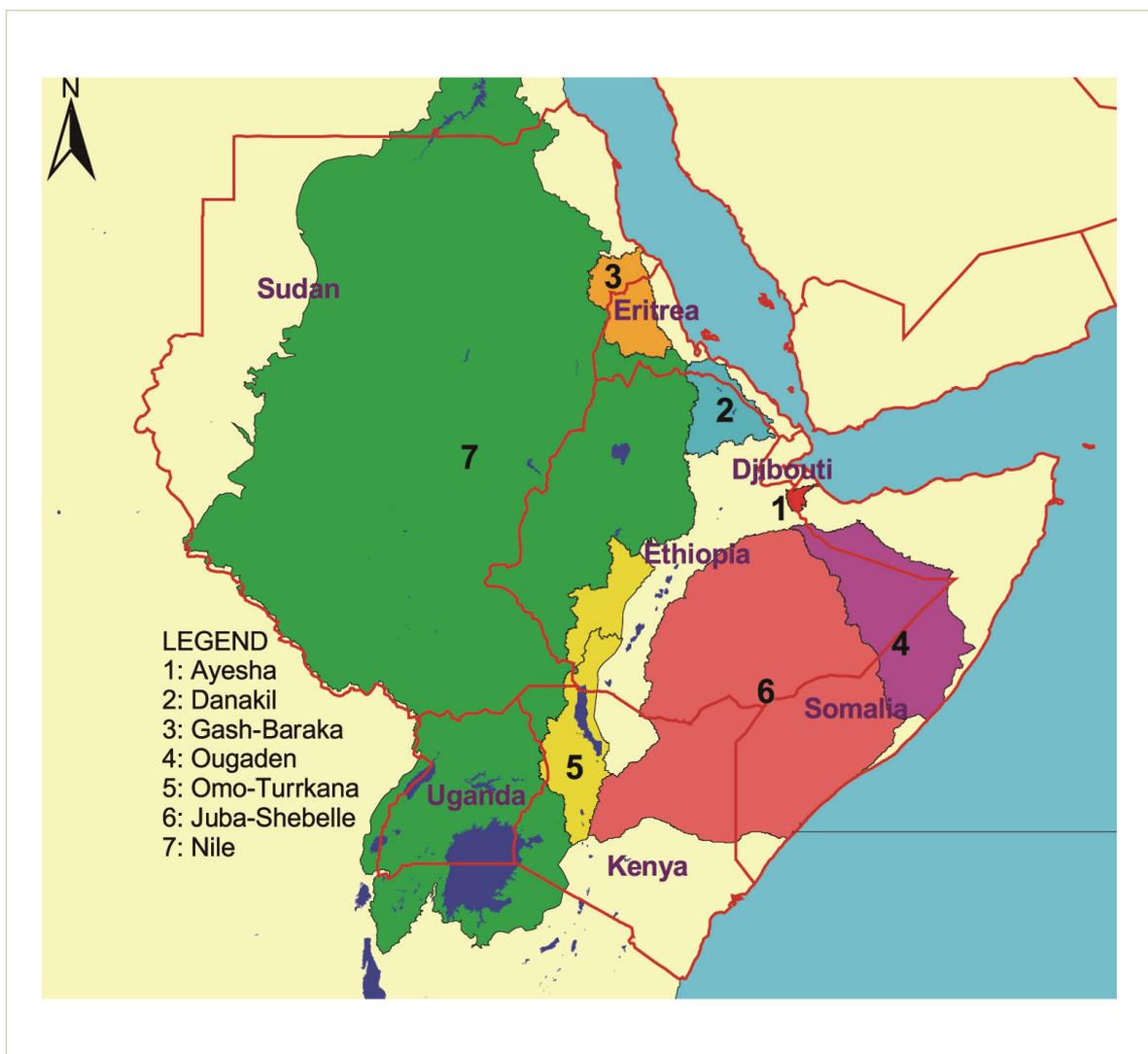
Pays	Défis majeurs de gestion des ressources en eau
Djibouti	<ul style="list-style-type: none"> • Sécheresses fréquentes conduisant à la famine et à la faim • Explosion de la population avec un taux de croissance de plus de 3 % • Erosion du sol après la perte de la végétation • Pollution de l'eau par les sources souterraines minéralisées • Capacité insuffisante en matière de gestion des ressources en eau. Les interventions sont fragmentées et non coordonnées • Désertification rapide • Epuisement des ressources souterraines
Ethiopie	<ul style="list-style-type: none"> • Dépendance sur l'agriculture pluviale de subsistance pour nourrir une large population • Sécheresses fréquentes causant la famine, perte des moyens de subsistance et même la mort • Déforestation, changement dans l'utilisation des terres • Erosion des sols et sédimentations de réservoirs/lacs • Pollution des sources d'eau en raison de l'utilisation des produits chimiques dans l'agriculture et l'élimination des eaux usées municipales et industrielles • Incidence élevée des maladies d'origine hydrique • Les inondations instantanées pendant la saison pluvieuse provoquent d'importants dégâts et la mort • Epuisement des sources souterraines en raison de la surexploitation • Pollution des sols et salinité en raison des méthodes d'irrigation inefficaces • Repeuplement involontaire en raison de la construction de barrages, réservoirs et autres infrastructures de l'eau
Erythrée	<ul style="list-style-type: none"> • Déforestation et érosion du sol conduisant à une dégradation des sols • Précipitations variables conduisant à la sécheresse et la famine • Les inondations instantanées dans des parties du pays causent la perte de biens et la mort • Niveaux élevés de la pauvreté avec 70% vivant au-dessous du seuil de la pauvreté • Faible couverture en eau potable surtout dans les zones rurales avec un accès de seulement 50% de la population à l'eau potable • La guerre, les sécheresses récurrentes et la dégradation des sols ont un impact négatif sur le secteur agricole • Des systèmes de collecte de données non fonctionnels et parfois inexistantes signifiant que l'évaluation du suivi des ressources n'est pas exacte • Dépendance sur les ressources en eau transfrontalières pour plus de 50% de l'approvisionnement signifie que l'Erythrée est très vulnérable aux développements et interventions dans les pays en amont • La pollution des sources d'eau provient surtout des eaux usées domestiques • Salinité et intrusion des eaux salées dans les régions côtières

Pays	Défis majeurs de gestion des ressources en eau
Kenya	<ul style="list-style-type: none"> • Taux de croissance démographique rapide (3 %) exerçant ainsi une forte pression sur les ressources en eau • Variabilité climatique croissante attribuable au réchauffement climatique et à la dégradation de l'environnement causant le recul des niveaux des lacs, l'assèchement des rivières et l'envasement des réservoirs • Déforestation causant la dégradation des bassins versants et la détérioration générale de la qualité de l'eau • Inondations fréquentes notamment dans les régions basses • Infiltration des engrais et des pesticides dans les sources de surface et souterraines • Sécheresse, surtout dans les régions de stress hydrique • Empiètement sur les zones de recharge et utilisation non réglementée des ressources hydriques • Infrastructure de collecte de données inadéquate et fragmentée • Vieillesse des infrastructures de captage d'eau. Faible niveau des dépenses dans le secteur de l'eau surtout dans la gestion des ressources • Urbanisation rapide (6%) associée à la fréquence élevée de la pauvreté et forte croissance des peuplements anarchiques
Somalie	<ul style="list-style-type: none"> • Guerre civile causant l'absence de structures gouvernementales pour la gestion des ressources en eau • Sources d'eau rares et soumises à de fortes pressions • Faible accès à l'eau potable pour seulement 23% • Forte incidence de maladies hydriques telles que la diarrhée, le paludisme • La vie nomade de la majorité de la population rend la planification de l'infrastructure très difficile. L'infrastructure existante est non-fonctionnelle en raison des nombreuses années d'abandon • Les sécheresses fréquentes causent la famine avec 70% de la population victimes de malnutrition et sous-alimentation • Des conflits pour le contrôle des terres et autres ressources y compris les faibles ressources en eau • Faible pluviométrie et manque de capacité de stockage d'eau. Migration en raison des conséquences de la sécheresse dans des camps de réfugiés et problèmes associés tels que ceux de l'encombrement • Etant un pays en aval, la Somalie est exposée aux conséquences du développement des ressources hydriques dans les pays en amont comme l'Ethiopie • La surexploitation des terres et les récoltes excessives des arbres pour des produits tels que le charbon causent la détérioration de l'environnement et la désertification rapide

Pays	Défis majeurs de gestion des ressources en eau
Soudan	<ul style="list-style-type: none"> • Une gestion des ressources en eau fragmentée par secteur produisant des interventions non coordonnées • Taux élevé de croissance de la population à plus de 2,5% • Forte incidence de la pauvreté surtout en zones rurales. La pauvreté varie aussi en fonction de la situation géographique. • Désertification causée par le changement climatique, la sécheresse et l'impact des activités humaines • Inégalité d'accès aux ressources (dont l'eau) selon le sexe et l'appartenance tribale sachant que les ressources ont été sources de conflits dans le passé • Inégalité d'accès aux services même les plus élémentaires tels que l'éducation, l'assainissement, l'eau potable et les opportunités d'emploi • Urbanisation rapide avec plus de 40% de la population dans les zones urbaines en 2006 • La pollution par les ménages, l'agriculture et l'industrie est une sérieuse menace à la qualité des ressources en eau douce. Les hautes nappes phréatiques surtout dans le sud du Soudan aggravent cette situation • Dégradation des sols causée par la réduction de la biomasse forestière en raison de la déforestation, l'expansion horizontale de l'agriculture pluviale mécanisée et traditionnelle, la forte dépendance énergétique sur la biomasse forestière, le surpâturage, et les feux de brousse • La menace de pollution de l'eau provient des herbicides et insecticides qui sont appliqués dans les projets agricoles le long des rivières et qui sont emportés dans la rivière par les canaux d'irrigation • Inefficacité du système d'irrigation. Pertes considérables d'eau dans l'évaporation et en raison de la faible maintenance des systèmes d'irrigation • Les sécheresses longues et dévastatrices sont caractéristiques de la région du Sahel et provoquent des déplacements de la population et la famine • Les inondations au Soudan ont causé d'importants dégâts et des pertes de vies, notamment autour du Nil et son principal affluent, le Nil Bleu • Sédimentation et impact des mauvaises herbes aquatiques sur les rivières, les réservoirs et l'irrigation. Baisse de la capacité d'inondation des rivières causant plus de dégâts d'inondations aux propriétés adjacentes
Ouganda	<ul style="list-style-type: none"> • Taux de croissance rapide de la population à plus de 3 % • Pollution municipale, charge de nutriments dans les eaux • Dégradation des sols en raison de la déforestation et l'érosion • Capacité limitée de la gestion des ressources hydriques • Fragmentation des systèmes de collecte de données qui ne sont pas toujours opérationnels • Intégration des questions du genre dans la gestion des ressources en eau • Fréquence accrue des inondations causant des pertes de vies et de biens • Fréquence accrue des sécheresses dans certaines parties du pays • Pratiques d'agriculture de subsistance • Faible couverture d'approvisionnement en eau notamment en zones rurales alors qu'elle se situait à 63 % en 2008



ANNEXE 2 : CARTE DES BASSINS HYDROGRAPHIQUES





ANNEXE 3 : LIENS UTILES

Partenariat Mondial de l'Eau – www.gwp.org

Portail de l'Unesco sur l'eau – www.unesco.org/water

PNUD – www.undp.org

Cap-Net – www.cap-net.org

Institut international de gestion des ressources en eau – www.iwmi.cgiar.org

Réseau international du FEM pour l'apprentissage et l'échange – www.iwlearn.net

Banque mondiale : gestion des ressources en eau – <http://go.worldbank.org/9U3CAQINB0>

Institut de la Banque mondiale – <http://go.worldbank.org/CO263O7XX0>

WWF Campagne Rivières vivantes – www.panda.org

Programme des Nations Unies pour l'Environnement – www.unep.org

Organisation de gestion intégrée des ressources en eau – www.iwrm.org

Modèle de simulation de la qualité de l'eau – <http://modsim.egr.colostate.edu>

Site web de téléchargement du logiciel WEAP – www.weap21.org

Carte mondiale des surfaces irriguées de FAO AQUASTAT – <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/index10.stm>

British Geological Survey – <http://www.bgs.ac.uk>

Projet Cartographie, évaluation et gestion des ressources en eau transfrontalières dans la sous-région IGAD

VI

COMPOSANTE GIRE

Plusieurs bassins et systèmes aquifères transfrontières ont été identifiés dans la sous-région de l'IGAD. La base d'une gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) est que les différents usages de l'eau sont interdépendants. Ces usages ont tendance à avoir des incidences transfrontalières. Ainsi mettre en œuvre de la GIRE dans les bassins transfrontaliers constitue un mécanisme viable pour relever les défis. Le problème pour la plupart des pays est la longue histoire de développement unisectoral. Les ressources en eau sont peu distribuées dans l'espace et très variable dans le temps. En outre, les données sur la demande en eau et l'utilisation sont rares et peuvent être peu fiables dans les zones où elles existent. Ainsi, le besoin d'évaluation et de planification de l'eau était évident.

Le modèle WEAP a été utilisé pour la modélisation des ressources en eau dans la sous-région de l'IGAD. Les données sur l'offre et la demande ont été recueillies au niveau national et international et utilisées. Le modèle a ensuite été développé avec succès pour six bassins fluviaux transfrontaliers dans la sous-région IGAD. Les scénarios alternatifs de gestion de l'eau ont été simulés. Les résultats étaient très optimistes, assurant que la sous-région l'IGAD a des ressources en eau considérables qui, si elles sont bien gérées, peuvent servir les besoins des habitants du bassin.

La mise en œuvre de la GIRE est compliquée par le manque de volonté politique, le manque d'outils institutionnels et juridiques et aussi le manque de capacités des ressources humaines. Un plan global est nécessaire pour envisager la manière de faire la transformation et cela commencerait par une nouvelle politique de l'eau afin de refléter les principes de gestion durable des ressources en eau ■

Observatoire du Sahara et du Sahel

Bd du Leader Y. Arafat, BP 31, 1080 Tunis Carthage, Tunisie
Tél. : (+216).71.206.633 - Fax : (+216).71.206.636
URL : www.oss-online.org - Email : boc@oss.org.tn

Facilité africaine de l'eau

Banque africaine de développement, BP 323 - 1002 Tunis(ie)
Tél. : (+216).71.103.971 - Fax : (+216).71.348.670
URL : www.africanwaterfacility.org - Email : africanwaterfacility.org

Intergovernmental Authority on Development

Avenue Georges Clemenceau, P.O. Box 2653 Djibouti
Tel. : (+253).354.050 - Fax : (+253).356.994
URL : www.igad.int