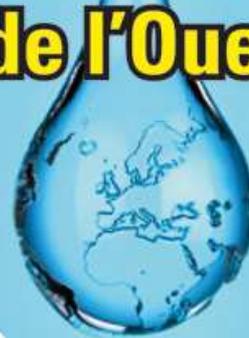


NOTE TECHNIQUE

**État des connaissances sur la quantité,
la qualité et la dynamique
des ressources en eaux souterraines
en Afrique de l'Ouest**



INTRODUCTION

Les eaux souterraines constituent la plus grande réserve accessible d'eau douce du monde. Les eaux souterraines sont également la principale source d'eau potable pour près de la moitié de la population mondiale et, en tant que principale source d'eau pour les terres irriguées, sont indispensables pour la sécurité alimentaire mondiale.

La variabilité accrue des précipitations provoquée par le changement climatique va intensifier la pression sur les ressources en eaux souterraines pour répondre à croissance rapide de la demande en eau douce au plan mondial. Malgré cette dépendance, le Troisième (2001) et Quatrième (2007) Rapports d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) notent: "les eaux souterraines constituent la principale source d'eau potable dans une grande partie du monde..."

mais il y a eu très peu de recherches sur les effets potentiels du changement climatique".

Les eaux souterraines représentent un élément clé de la sécurité alimentaire et, par conséquent, contribuent à la réduction de la pauvreté. En outre, les eaux souterraines sont des ressources sensibles au climat et constituent une ressource très importante pour l'Afrique de l'Ouest, notamment pour les pays du Sahel (UNECA/CAPC 2011). La faible connaissance des ressources en eau souterraines en quantité et en qualité pour la période actuelle, à court terme et à long terme exacerbe la vulnérabilité de la ressource à la pression anthropique et aux impacts liés au climat. Les mécanismes de recharge des nappes phréatiques restent peu connus et étudiés à ce jour. L'insuffisance d'ensemble de données d'observation disponibles sur une longue période ne facilite également pas l'analyse des impacts du climat sur les eaux souterraines;

L'état des connaissances et de la gestion des ressources des eaux souterraines en Afrique de l'Ouest n'est pas bien connu pour la plupart de ressources aquifères transfrontalières. En général, les connaissances sont limitées sur les aquifères et peu d'initiatives existent pour changer le manque de connaissances sur ces ressources vitales. Comme ses eaux de surface, les eaux souterraines de l'Afrique de l'Ouest sont caractérisées par la nature transfrontalière de ses aquifères. Sur les 40 aquifères les plus importants identifiés en Afrique, 10 sont entièrement situés en Afrique de l'Ouest et partagés par au moins deux pays de la sous région. Parmi les 15 pays continentaux ouest-africains, 12 sont directement liés à au moins un aquifère transfrontalier (GWP/WA, 2011).

Deux facteurs essentiels doivent être pris en compte dans l'évaluation et l'amélioration des connaissances sur les ressources en eaux souterraines en Afrique de l'Ouest:



la connaissance des aquifères dans leurs dimensions hydrodynamiques et géométriques d'une part, et l'évolution des paramètres physico-chimiques dues à l'interaction humaine d'autre part.

Deux facteurs essentiels doivent être pris en compte dans l'évaluation et l'amélioration des connaissances sur les ressources en eaux souterraines en Afrique de l'Ouest: la connaissance des aquifères dans leurs dimensions hydrodynamiques et géométriques d'une part, et l'évolution des paramètres physico-chimiques dues à l'interaction humaine d'autre part.

1. TYPOLOGIE DES CONNAISSANCES

Il est important de distinguer la connaissance des ressources liées à la satisfaction des besoins en eau de la connaissance des aquifères qui comprend un ensemble de paramètres et la ressource elle-même. L'expérience enseigne qu'afin de mieux connaître un aquifère, celui-ci doit être régulièrement exploité et apprécié dans toutes ses dimensions (caractéristiques hydrodynamiques, géométriques, physico-chimiques, y compris les débits entrant et sortants.)

Une meilleure connaissance des ressources en eau souterraine peut être fondée sur deux aspects essentiels: la connaissance des dimensions géométriques des aquifères d'une part et de la surveillance de l'évolution des paramètres physico-chimiques d'autre part.

Pour atteindre cet objectif, un réseau national optimum permettant une évaluation précise des ressources en eaux souterraines doit être défini pour chaque unité hydrogéologique en fonction de l'état de sa connaissance, la complexité hydrogéologique, la structure géologique de l'aquifère, son mode de recharge et l'état d'exploitation, ainsi que les paramètres de la vulnérabilité.



2. ÉTUDES DE CAS: LE SÉNÉGAL ET LE MALI ET LE SYSTÈME AQUIFÈRE D'ILLEMEDEN

Un examen de l'évaluation rapide de l'état des connaissances et de la gestion des eaux souterraines au Mali, au Niger et au Sénégal donne une première appréciation utile de la situation dans la sous-région.

Les aquifères du Sénégal se trouvent dans le système aquifère Sénégal-mauritanien situé en Mauritanie, au Sénégal, en Guinée Bissau et en Gambie sous forme d'une plaine côtière qui couvre une superficie de près de 500 000 km². Ils desservent une population de plus de 6 millions d'habitants. Le bassin existe sous une forme semi-circulaire ouvert sur l'océan Atlantique sur 1400 km. Les aquifères du Sénégal forment un groupe cohérent de bassins, incluant de nombreux aquifères transfrontaliers avec le bassin sénégal-mauritanien.

Les nombreuses études hydrogéologiques du dernier demi-siècle effectuées par de nombreux chercheurs ont permis d'identifier la plupart des aquifères du bassin sédimentaire sénégalais. Neuf unités hydrogéologiques regroupées en quatre grands systèmes aquifères correspondant aux principales formations géologiques ont été identifiées. Le réseau piézométrique le plus important du bassin sénégal-mauritanien est celui mis en place par l'OMVS de 1985 à 1990. Il avait 1174 points d'observations dont 748 pour des forages en eau souterraine (332 piézomètres) et 416 pour les puits traditionnels. Sur ce réseau, les aquifères intensément utilisés ou présentant des risques de pertes de qualité d'origines diverses (comme la pollution et l'intrusion d'eau salée) sont identifiés et plus ou moins régulièrement suivis.

État de la gestion de base de données : Plusieurs bases de données existent pour le suivi et la gestion des ressources en eau souterraine au Sénégal. La Direction de la gestion et de la planification des ressources hydriques (DGPPE), qui est chargée de cette fonction, est équipée de plusieurs des puissants logiciels de modélisation des eaux souterraines.

Qualité des eaux souterraines: Les principales caractéristiques physiques et chimiques des aquifères ont été établies à partir d'une enquête auprès des sources disponibles et de la littérature.



Au Mali, le bassin aquifère de Taoudeni est entièrement situé dans la zone saharienne et couvre plus de 2 000 000 de kilomètres carrés et se retrouve en Mauritanie, au Mali et en Algérie. Ses extensions atteignent certaines parties du Niger, du Sénégal et du Burkina Faso, si l'on considère toutes ses formations géologiques. La configuration stratigraphique du bassin est composée de bassin sédimentaire ancien et récent avec leurs aquifères liés à ce qui suit:

- Le Continental Intercalaire (CI) individualisé;
- Le CI non différencié et le Continental Terminal (CT);
- Le Crétacé supérieur et l'Éocène inférieur;
- Le CT et le Quaternaire.

Au Mali, le bassin de Taoudeni est relativement mieux connu en raison de l'exécution de plusieurs travaux de forage à la recherche de pétrole. Selon les évaluations du SSO, le système aquifère de Taoudeni couvre une superficie d'environ 500 000 km² avec un potentiel en eau estimé à 2 000 milliards de mètres cubes.

La plaine de Gondo est située dans le Sud-ouest des falaises de Bandiagara et s'étend au Burkina jusqu'à la confluence entre le fleuve Sourou et le fleuve Mouhoun. La partie malienne de la plaine de Gondo couvre environ 26 000 km². Selon le résumé hydrogéologique du Mali, la plaine de Gondo est une formation du Terminal Continental et du Quaternaire sans aquifères généralisés, mais elle renferme des nappes phréatiques à différents niveaux entre une profondeur de 10m et 50m. Toutefois, selon le rapport produit par la Mission intégrée de prospection hydrogéologique dans la plaine de Gondo (Université de Neuchâtel, 1988), Gondo constitue un système de deux nappes discontinues empilées s'écoulant temporairement vers le fleuve Sourou au Sud en raison du lien qui existe probablement entre le système aquifère de Gondo et le fleuve Sourou.

Le Système aquifère d'Iullemeden (bassin sédimentaire des eaux souterraines) couvre une superficie de 525 000 km² et est le plus connu parmi les bassins en Afrique sub-saharienne en raison des études scientifiques que l'OSS a menées au cours des quinze dernières années.



. Il existe au Mali sur une superficie de 31 000 km²; il s'étend vers le Nigeria où il couvre une superficie de 60 000 km² connue sous le nom bassin de Sokoto. Le Niger avec une couverture de 434 000 km² d'Iullemeden abrite la majeure partie du système aquifère.

Son potentiel hydrique n'est pas encore suffisamment connu, mais est estimé à environ 40 000 milliards de m³. L'Algérie partage également une partie du bassin.

Situation passée et actuelle du suivi et de la création de base de données sur l'aquifère d'Iullemeden et au-delà

Aspects des données	Mali	Niger	Nigeria
Bases de données mise en place à travers des études de politiques et de plans directeurs dans les années 1990 et mises à jour	La synthèse hydrogéologique du Mali, y compris la mise en place de la base de données numérisée SIG SIGMA achevée en 1993 (grâce à l'assistance du PNUD) a fourni un paramètre physique piézométrique complet, l'hydrodynamique et l'hydrochimie, le bilan hydrique et l'utilisation de l'eau.	La nouvelle stratégie nationale du secteur de l'eau (2001) basée sur Schéma Directeur National des Ressources en Eau, élaboré en 1993 avec l'appui du PNUD, reconnaît et appuie la nécessité d'une planification et de la recherche.	Le Programme national de forage mis en place dans le cadre de l'Étude sur la Politique nationale des ressources en Eau en 1993 a abouti à la base de données pour la recherche et l'actualisation des données sur les ressources en eau du pays; Schéma directeur national des ressources en eau appuyé par la FAO en 1985 et celui de la JICA de 1994-1995 ont été adoptés en 1999.
Base de données SIG	La base de données SIGMA est actuellement en cours d'actualisation.	La base de données SIGNER GIS créée au sein du Ministère des Ressources en Eau dans les années 1990 est en cours d'actualisation dans le cadre du projet NER/99/001 "Eau et Développement Durable", appuyé par le PNUD	Projet triennal national de cartographie hydrogéologique pour actualiser et mettre en place une base de données SIG.
Études de recharge à l'aide de techniques variées - éléments chimiques et d'isotopes/ traceurs	Dans le bassin d'Iullemeden, la valorisation des ressources en eau dans le cadre d'un programme conjoint avec l'Algérie pour l'appui des populations nomades pour les forages en eau profonde et la collecte des données a été lancée récemment dans le nord-est du Mali.	Des études récentes et en cours, de recharge, d'utilisation/de dégradation des terres à l'aide de la télédétection et de levés au sol et des études de modélisation d'Iullemeden au Niger (par ETH et autres; avec l'appui de IIRD-HSM autour de Niamey).	Étude isotopique récente (2000) sur la recharge des eaux souterraines dans les bassins d'Iullemeden au Nigeria avec l'appui de l'AIEA
Les études hydrogéologiques des années 1970 et 1980.	-----	-----	Études hydrogéologiques de l'aquifère Iullemeden au Nigeria dans les années 1970 et 80 par la Commission géologique du Nigeria et de l'USAID a fourni des données de référence importantes de forage exploratoire à grande profondeur.
Les données et les études de bassin sont disponibles auprès des universités nationales actives dans la recherche sur les eaux souterraines	ENI au Mali	Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger	Université de Benin, Bénin City, Nigeria, Université de Maiduguri, au Nigeria



Bien que les réseaux nationaux de suivi, de collecte de données et d'étude établis dans les années 1970 et 1980 aient diminué, les pays au cours des dernières années ont lancé des programmes de collecte de données et d'évaluation des ressources hydriques et foncières, y compris les études de modélisation générales du système aquifère d'Iullemeden. Cependant la collecte et la modélisation de données sont limitées aux sections nationales du bassin et les données restent dispersées et fragmentées entre les pays et dans différentes institutions.

Un réseau piézométrique de 230 sites couvre les différents aquifères au Mali.

Qualité des eaux souterraines: SIGMA 2 contient environ 10 000 résultats d'analyses (datant de 1982 à 1991) sur la qualité de l'eau, mais seulement 2 822 ont des informations adéquates qui peuvent aider à identifier clairement les points d'eau. Le traitement de l'information est souvent limité par certaines entraves techniques, notamment parce que le fichier informatisé actuel de l'analyse en laboratoire ne prend pas aisément en charge la saisie des données dans SIGMA2.

État de la gestion de base de données : Le seul outil de stockage et de fichiers de données est la base de données SIGMA. Il permet de gérer toutes les données sur les travaux relatifs aux ressources en eau et de captage des eaux. Tous les acteurs intervenant dans le secteur de l'hydraulique ont été tenus de transmettre les informations et les données qu'ils auront recueillies au cours de leurs tâches au niveau de la base de données. Les directions régionales de l'hydraulique ont été formées et ont une copie de SIGMA2 pour faciliter la transmission des données pertinentes à la base de données centrale. Selon le Groupe HydroCouncil-BREESS, sur les 15 930 forages enregistrés dans SIGMA2:

- le niveau statique n'est pas signalé dans 4891 forages, soit 30,7% du total;
- la lithologie n'est pas signalée dans 14,3% des forages et
- 30,6% du nombre total de forages ne sont pas géographiquement localisés.



3. STRATÉGIE (ÉTAPES) POUR L'AMÉLIORATION DE L'ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES :

Un réseau national piézométrique optimal qui permettra une évaluation adéquate des ressources en eaux souterraines doit être défini pour chaque unité hydrogéologique en fonction de l'état de ses connaissances, la complexité hydrogéologique, la structure géologique de l'aquifère, sa méthode d'alimentation et l'état de son exploitation.

Par conséquent, les recommandations suivantes doivent être prises en considération:

- Les différents aquifères devraient être identifiés, délimités et actualisés;
- Un système de codification unique pour les points d'eau et les aquifères doit être élaboré et appliqué;
- Les piézomètres existants doivent être évalués; cartographiés, probablement modifiés et suivis de façon régulière et permanente;
- Un mécanisme de financement approprié et durable pour le contrôle des eaux souterraines devrait être mis en place.

i. Faire un inventaire de la littérature / des données et des métadonnées existantes au niveau de chaque pays

- identifier l'existant et les faiblesses; Diffuser cette littérature/ ces données et métadonnées.
- L'identification et la délimitation des différents aquifères doivent être actualisées;
- Un système de codification unique des points d'eau et des aquifères doit être élaboré et mis en œuvre;
- Un inventaire des piézomètres existants doit être fait, qu'ils soient cartographiés, régulièrement et continuellement suivis;

ii. Améliorer la connaissance des aquifères (géométrie, caractéristiques hydrodynamiques, y compris les mécanismes de recharge et d'écoulement, les niveaux et la qualité de l'eau).

iii. La mise en place d'une base de données commune / régionale pour les pays dans le but de partager des données: l'hétérogénéité et la disparité des formats et des codifications de données entre les pays doivent être éliminées. Processus

- La numérisation des données, leur harmonisation
- La création de bases de données centrales
- La mise en place de synergies avec les initiatives similaires (telles que l'Observatoire CCRE / CEDEAO, Projet G-WADI/UNESCO.)

iv. Mettre en place un mécanisme de financement adéquat et permanent pour les activités de suivi des eaux souterraines et rendre opérationnel et durable le système.





Ces études systématiques devraient mettre en lumière les impacts de la variabilité et du changement climatiques sur les aquifères et les mécanismes ou les mesures d'adaptation à entreprendre.

Les efforts doivent être orientés vers l'amélioration des connaissances à travers le suivi et l'analyse de la géométrie, la complexité hydrogéologique, la capacité de recharge instantanée, des limites et des débits d'évacuation, de la profondeur de la surface à la nappe phréatique et de la qualité de l'eau (sources de pollution et déchets industriels) et des caractéristiques hydrodynamiques de chaque système aquifère et ses ressources.

4. RÉSUMÉ DES RECOMMANDATIONS

La connaissance adéquate des ressources en eaux souterraines reste un préalable à la gestion durable ou intégrée. L'information et la communication des connaissances scientifiques et techniques sur l'état des eaux souterraines sont extrêmement pertinentes pour la gestion des ressources vitales;

Il est indispensable d'encourager et mettre en place des investissements durables adéquats à des conditions libérales et rigoureuses pour la production de connaissances scientifiques et techniques sur les aquifères transfrontaliers. Des incitations concrètes pour la production de connaissances et d'informations et leur diffusion et partage à tous les niveaux doivent être fournis; L'inventaire de la littérature "grise"/des bases de données existantes au niveau de chaque pays, la récupération des données existantes, et la création d'un réseau de base de données et la mise à niveau du réseau piézométrique existant. Ensuite, bien sûr, la numérisation et l'harmonisation des données dans des formats des séries spatiale et temporelle devraient être entreprises.

La priorité devrait être accordée à la recherche sans regret / à faible regret sur les aquifères et aux études d'impact climatique, la vulnérabilité de la ressource;

Mettre en place une base de données commune pour les pays en vue de partager des données telles que les données numérisées, puis harmoniser, créer des bases de données centrales.

La création de bases de données communes régionales (au niveau du bassin aquifère au sein d'une institution appropriée, ou en Afrique de l'Ouest) qui facilitent la normalisation, l'organisation et la diffusion de données sur les ressources climatiques, environnementales et hydriques, basées sur les données recueillies au niveau des aquifères / des bassins fluviaux. Le réseau de surveillance régionale devrait être renforcé, des synergies mises en place avec des initiatives similaires (telles que l'Observatoire CCRE / CEDEAO, le Projet G-WADI/UNESCO).

L'heure est à présent à l'amélioration des bases scientifiques efficaces qui favorisent la résolution efficace des problèmes de ressources en eau afin de combler les lacunes dans la connaissance de la ressource (informations quantitatives et qualitatives pertinentes pour les eaux de surface et les eaux souterraines) afin de fournir une orientation appropriée pour une meilleure prise de décision.





5. RÉFÉRENCES

GEF. 2003 (April). *Managing Hydro-geological Risk in the Iullemeden Aquifer System, Project Brief, GEF Medium Size Project, Global Environmental Facility.*

GWP/WA 2011a. *Diagnosis Study report on the Dialog on concerted management of groundwater in West Africa, 53p.*
GWP/WA. 2011b. *Dialog on concerted management of groundwater in West Africa: Climate change consequences on underground water in West Africa*

UNECA/ACPC. 2011. *Management of Groundwater in Africa Including Trans-boundary Aquifers: Implications for Food Security, Livelihood and Climate Change Adaptation. Working paper.* <http://www.uneca.org/acpc/publications>.

University of Neuchatel. 1988. *Report of the Integrated Hydro-geological Prospecting Mission in the Gondo Plain.*





Ce document a été produit à partir des résultats de l'étude régionale et de l'atelier organisé par le GWP en Afrique de l'Ouest. Ils ont été financés par le Centre Africain de Politique de Climat (CAPC) basée à la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique, le bureau régional du Programme des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), l'Union économique et monétaire Ouest Africaine (UEMOA). Cependant, les opinions exprimées et les informations qu'il contient ne sont pas nécessairement celles de ou corroborés par ces organisations, qui n'acceptent aucune responsabilité pour de telles vues, l'exactitude des informations.