



## AFRIQUE DE L'OUEST

### Une étude révèle la résilience au changement climatique des ressources en eau des systèmes aquifères de l'ullemeden, et de Taoudéni/Tanezrouft .

*La région est dotée d'une ressource en eau exceptionnelle et peu vulnérable au changement climatique qui pourra permettre un accès à l'eau accru à plus de 25 millions de personnes dans sept pays différents.*

#### Contexte

Le projet de la «Gestion intégrée et concertée des ressources en eau des systèmes aquifères d'ullemeden, de Taoudéni/Tanezrouft et du Fleuve Niger» (GICRESAIT) terminé en octobre 2013, financé par la Facilité de l'eau à hauteur de 1,2 million d'euros, avait pour but d'évaluer le potentiel de l'ensemble des ressources en eau souterraines des systèmes aquifères dans les bassins des Iullemeden (SAI) et de Taoudéni/Tanezrouft (SAT) et de créer un cadre multinational de gestion concertée de ces ressources. En outre, l'un des objectifs spécifiques du projet portait sur l'évaluation des impacts des changements climatiques sur les ressources en eau souterraines.

L'ensemble des systèmes aquifères des bassins des Iullemeden et de Taoudéni/Tanezrouft couvre une superficie d'environ 2,5 millions de km<sup>2</sup>, dans le sud-Sahara et le Sahel, entre les isohyètes 50 mm et 1300 mm, et s'étend sur sept pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger, et Nigeria) et d'Afrique du Nord (Algérie).

À l'exception du potentiel en eau de surface du réseau hydrographique du fleuve Niger, les eaux souterraines de ces aquifères constituent la principale ressource pour les 25 millions d'habitants de la zone et qui comprend les principales villes du Niger et du Mali, la zone la plus riche du Burkina Faso, et le secteur très peuplé du Nord du Nigeria. L'usage de cette ressource est presque exclusivement pour l'alimentation en eau potable et pour le pastoralisme.

### Étude axée sur le potentiel et la vulnérabilité des aquifères

Dans le cadre de ce projet, l'Observatoire du Sahara et du Sahel, une organisation régionale créée en 1992 et chargée de promouvoir la bonne gouvernance environnementale dans la région circum-saharienne, a confié au groupement de bureaux d'études ANTEA – JMB\_Conult, la réalisation d'une étude visant à mieux connaître le potentiel de ces aquifères, leurs interrelations avec le Fleuve Niger, leur vulnérabilité, et à proposer une stratégie de gestion de la ressource.

Figure 1 : Étendue géographique de la zone d'investigation du projet GICRESAIT



Cette étude a permis d'améliorer de manière extrêmement significative la connaissance sur ces aquifères en mettant en exergue une ressource peu sensible aux variations climatiques, l'immensité et la disponibilité d'une ressource en eau souterraine de bonne qualité mais très peu exploitée eu égard à son potentiel. Cette étude a aussi permis de mettre en lumière les impacts du changement climatique sur les ressources en eau souterraines.

### Synthèse sur les changements climatiques en Afrique de l'Ouest : Impacts sur l'environnement et les ressources en eau

La synthèse préalable réalisée dans le cadre de cette étude montre que les variations climatiques en Afrique de l'Ouest sont très fluctuantes et contrastées, que ce soit d'une année sur l'autre ou sur les cinq dernières décennies de mesures. En effet, si les précipitations



annuelles ont subi des baisses drastiques de 15 à 30 % dans les années 1980-1990, on observe un retour à des pluies plus abondantes depuis le début du XXIème siècle, et ceci même si des épisodes extrêmes assez récurrents, comme par exemple une crue du fleuve Niger d'occurrence centennale, ont été observée à Niamey en septembre 2012.

Si on se réfère aux modèles climatiques les plus publiés et reconnus, les températures y apparaissent comme la variable la mieux simulée avec une prévision de hausse de 3 à 4°C sur l'Afrique de l'Ouest à l'horizon 2080/99. En revanche, de grandes incertitudes demeurent sur les résultats des projections concernant les précipitations et aucune conclusion ne peut être tirée concernant le régime des précipitations en Afrique de l'Ouest du fait de la divergence des modèles climatiques. De surcroît, le changement de régime pluviométrique survenu pendant les décennies passées (70-90) ne se confirme pas depuis ces 15 dernières années où un retour à de meilleures conditions pluviométriques est notable.

Ces conditions climatiques font penser à un retour à la normale des précipitations, avec notamment une remontée des isohyètes, mais cependant une plus forte variabilité interannuelle des pluies.

## 1. Impacts sur l'environnement

La zone sahélienne a connu de grandes mutations suite aux aléas climatiques des années 1970/80. En effet, les grandes sécheresses se sont accompagnées de la disparition progressive de la végétation naturelle et l'extension des croûtes superficielles. Ces changements environnementaux ont été accélérés par les activités humaines : mises en culture, défrichements anarchiques, techniques culturales inadaptées, surpâturage, etc. L'analyse de ces changements environnementaux fait ressortir que les causes principales sont 1) les coupes abusives de bois pour satisfaire les besoins en énergie des populations (92 % de l'énergie domestique provient du bois en Afrique), 2) la demande en bois d'œuvre, 3) l'expansion agricole, 4) le surpâturage, et 5) les feux de brousse.

## 2. Impacts sur les ressources en eau

Les impacts du climat sur les ressources en eau sont plus complexes. Les principaux effets des changements du climat s'observent sur les réseaux hydrographiques : depuis les années 70 et jusqu'en 1999, les écoulements ont diminué d'environ 30 à 60 % en fonction des bassins versants ouest africains, la baisse se traduisant non seulement sur le débit moyen annuel, mais aussi sur

les extrêmes (débits de crue et d'étiage). Cependant, les mesures de ces quinze dernières années infirment en partie cette tendance.

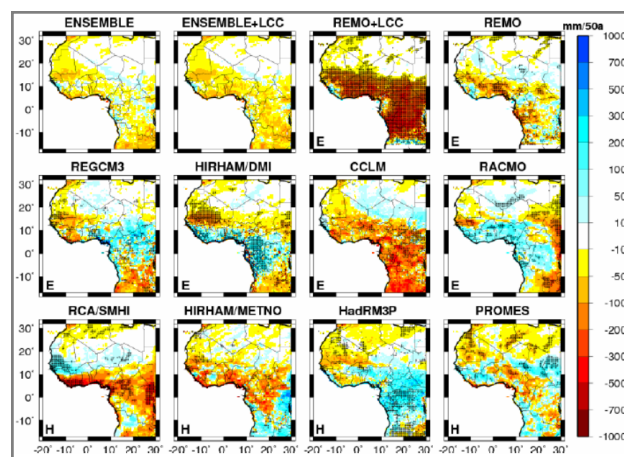
Les eaux souterraines ont également connu dans l'ensemble des baisses de niveaux suite à la diminution des pluies. Mais paradoxalement on a aussi enregistré pendant les années de sécheresse des tendances à la hausse des niveaux piézométriques. Depuis le début des années 2000, les niveaux des nappes ne montrent que des variations saisonnières de niveaux (hivernage/saison sèche), sans aucune variation interannuelle. Encore faut-il rester extrêmement prudent sur l'interprétation des variations de niveaux des nappes, selon que les mesures sont effectuées dans les nappes dites 'continues' des terrains sédimentaires où dans les nappes dites 'discontinues' des terrains du socle (granite, schistes), ces dernières ne possédant pas de réservoirs capacitif à l'inverse des nappes dans le sédiment. Les nappes du socle sont de ce fait très sensibles au régime des pluies, à l'image des rivières.

## Impacts du changement climatique: principaux résultats

Les principaux résultats remarquables de l'étude en termes de relations entre les variations climatiques et les ressources en eau souterraines sont les suivants:

**1. Hausse de température confirmée, régime des précipitations encore nébuleux.** Devant les grandes incertitudes sur les résultats des projections concernant les précipitations au cours du XXIème siècle, il ressort qu'aucune conclusion ne peut être tirée sur le régime des précipitations en Afrique de l'Ouest dans les prochaines décennies. Par contre, la tendance à l'accroissement des températures de 3 à 4°C d'ici la fin du siècle est généralement mieux simulée.

Figure 2. Variation de la précipitation annuelle sur la période 2001-2050 à l'aide de différents modèles climatiques régionaux (Source: Paeth et al, 2011)



Légende : l'échelle des couleurs sur la droite indique les variations en mm (+excédent/- déficit) cumulées sur 50 ans

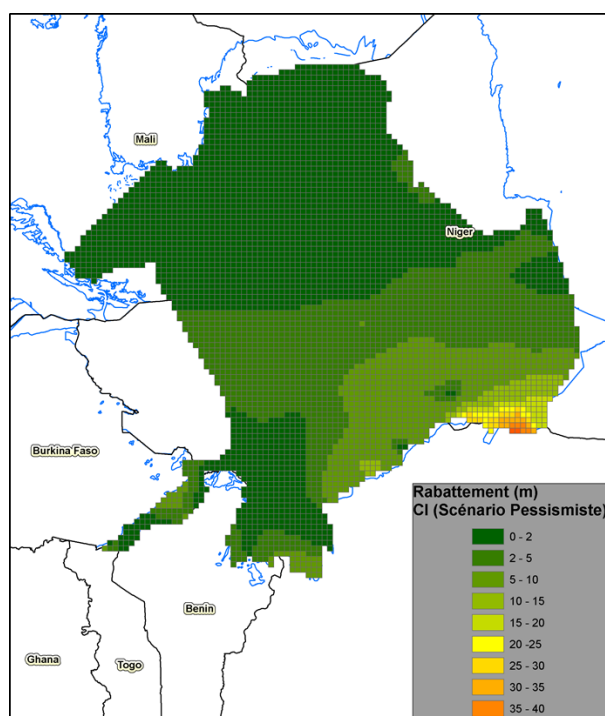
## 2. Changement climatique ou impacts anthropiques?

**Difficile de déterminer la cause des changements au niveau des ressources.** Il est impossible de dissocier les impacts climatiques des impacts anthropiques et environnementaux. En effet, l'analyse des impacts du changement climatique sur les ressources en eau doit intégrer les actions anthropiques (changements de l'occupation et des usages des terres), sur l'environnement avec une interférence directe sur la recharge des nappes ainsi que sur les écoulements de surface. La croissance démographique entraîne une augmentation du déboisement et des surfaces cultivées, ce qui favorise le ruissellement et diminue la recharge.

## 3. Les sécheresses des dernières décennies ont eu peu d'impact sur le niveau des eaux souterraines.

Les résultats de la modélisation des écoulements souterrains ont montré le rôle majeur de tampon que jouent les eaux souterraines dans la catégorie des aquifères sédimentaires continus : deux décennies consécutives de sécheresses très sévères, n'auraient qu'une faible incidence sur la baisse des niveaux des eaux souterraines dans les aquifères des terrains sédimentaires, et ce, à l'inverse des nappes en zone de socle. En outre, une seule année pluviométrique excédentaire suffirait pour le moment à compenser plusieurs années de déficit pluviométrique.

Figure 7. Rabattements calculés dans le Système Aquifère des Iullemeden (Continental Intercalaire) en 2050 (scénario pessimiste). Cette carte représente le système aquifère qui serait le plus affecté par les sécheresses.



## Apport du modèle mathématique de simulation du comportement des systèmes aquifères sous l'effet des changements climatiques

Un modèle mathématique a été développé dans l'étude GICRESAIT pour simuler le comportement des ressources en eau souterraines face aux variations climatiques notamment en cas de baisse de la pluviosité. Ce modèle permet d'estimer l'impact sur la recharge des nappes et prend en compte l'augmentation de la demande en eau liée à la croissance démographique. Un scénario pessimiste a été simulé en reproduisant la période de sécheresse des années 80 pendant deux décennies consécutives, de 2030 à 2050, après avoir substitué l'année 1985, pluvieuse, par l'année 1983, très sèche.

En suivant ce scénario, les simulations montrent que la baisse des niveaux induite par de fortes sécheresses et la croissance démographique ne seraient que de quelques mètres supplémentaires par rapport à des années normales, ce qui demeure toujours très faible en comparaison avec la puissance de l'aquifère dans les terrains sédimentaires, qui est de 300 m en moyenne.

Ces simulations ont aussi montré que la recharge induite par une seule année très pluvieuse suffisait à compenser plusieurs années consécutives de baisse de la nappe due à une faible recharge.

Il faut bien noter que ces résultats ne sont valables que pour les systèmes aquifères des terrains sédimentaires. Car, dans les aquifères discontinus des formations du socle, les réactions des nappes y sont complètement différentes, avec une répercussion immédiate d'une année sèche sur les ressources en eau souterraine.

## 4. Les ressources en eau souterraines sont abondantes.

Le réservoir aquifère est immense, s'étendant en continu dans des formations géologiques sédimentaires gréseuses sur 2,5 millions de km<sup>2</sup> et sur une épaisseur moyenne de 300 m mais pouvant dépasser les 1000 m et présentant partout une productivité intéressante voire exceptionnelle dans certains secteurs.

Il s'agit d'une ressource renouvelable en partie grâce à l'apport de l'infiltration des eaux de pluie et qui reste peu sensible aux variations climatiques en pouvant

notamment facilement absorber plusieurs années de sécheresse consécutives.

■ **5. Principale source de recharge: la pluie.** Le bilan des flux, c'est-à-dire les quantités d'eau entrant et sortant des systèmes aquifères du Taoudéni (SAT) et des Iullemeden (SAI) montre que la recharge par infiltration de la pluie est de loin la principale source de renouvellement des nappes, et cela à plus de 85 % même si la recharge des nappes provenant du fleuve Niger n'est pas négligeable.

■ **6. Principale source de pertes: l'évaporation.** Un autre point remarquable de ce bilan est constitué par les pertes d'eau des nappes qui proviennent presque exclusivement des zones d'exfiltration où l'eau de nappe est perdue par évaporation. Cinq grandes zones d'exfiltration de plusieurs milliers de km<sup>2</sup> chacune ont été identifiées avec d'importantes pertes des eaux souterraines par évaporation. Ces zones sont des secteurs à potentialité exceptionnelle en terme de ressource en eaux souterraines.

### ■ **Constats généraux et recommandations**

En somme, face aux enjeux des changements climatiques et leurs impacts actuels et projetés en Afrique de l'Ouest, les principales contraintes communes à l'ensemble des pays peuvent être résumées comme suit avec suggestion des actions à entreprendre:

*L'insuffisance des connaissances sur les différents hydro-systèmes, en particulier les systèmes aquifères, devra être compensée par des études et recherches scientifiques pour l'amélioration des connaissances quant aux manifestations de la variabilité du climat et à son impact sur la variabilité des ressources en eau et en particulier les eaux souterraines.*

*La non disponibilité des données hydrologiques et hydrogéologiques en quantité et en qualité suffisantes, rend difficile l'estimation des ressources en eau et de leur évolution face à la variabilité et aux changements climatiques.* Les pays de la région ouest africaine devront densifier leurs réseaux d'observation et définir les stratégies adéquates pour la collecte de données et d'informations y afférentes afin d'enrichir les bases données sur les impacts des changements climatiques liés à l'eau. Le projet GICRESAIT a contribué à enrichir la connaissance des aquifères continus, mais une étude

similaire est nécessaire pour les aquifères discontinus du socle qui sont extrêmement vulnérables aux variations climatiques et qui, de surcroît, sont situés dans des zones très peuplées.

*L'absence de mécanismes efficaces de prévisions climatique, hydrologique et hydrogéologique doit être compensée par le renforcement des dispositifs prévisionnels afin de fournir des prévisions fines d'évolution des ressources en eau aux échelles régionale mais aussi locale. ■*

#### **Publié par:**

Facilité africaine de l'eau

13 avenue de Ghana, B.P. 323 – 1002 Tunis Belvédère, Tunisie

Tel : +216 71 10 1874

Secrétariat: [africanwaterfacility@afdb.org](mailto:africanwaterfacility@afdb.org)

[www.africanwaterfacility.org](http://www.africanwaterfacility.org)

#### **Suivez la Facilité africaine de l'eau:**

