

## Dossier projet Thèse

### **Etude transversale des impacts du changement climatique et des activités anthropiques sur le lac de Guiers**

#### Liste des participants

Entité SUEZ	Sen'Eau
Laboratoire d'accueil	UCAD, IRD & Sen'Eau
Doctorant(e)	

#### EXCELLENCE

*L'impact des changements globaux (climat, actions humaines) sur la quantité et la qualité des ressources en eau du Lac de Guiers constitue une préoccupation majeure des autorités étatiques du Sénégal. Ce système exceptionnel favorise un ensemble de services écosystémiques essentiels : l'alimentation en eau potable (50% pour Dakar et environs à partir des usines de Ngnith, KMS1, 2 et 3), l'eau d'irrigation pour de grands agrobusiness (Compagnie Sucrière Sénégalaise, Fermes de la Téranga, ex-Senhuile, West Africa Farm...) et pour de multiples petits périmètres maraîchers, ainsi que l'alimentation de la cuvette du Ndiael, écosystème Ramsar, et du Bas Ferlo.*

*Alimenté par le canal de la Tahouey, le lac dépend fortement des modifications de régime à moyen terme du fleuve à Richard Toll, et de l'évolution des pratiques autour du lac. La modification des précipitations sur les bassins amonts, l'augmentation de l'évapotranspiration (Tall et al. 2017), la construction des barrages existants et projetés par les états membres de l'OMVS (Cogels et al. 1997 ; Dumas et al. 2010 ; Ngom et al. 2016 ; Raso et al. 2020), et l'augmentation des prélèvements pour l'agriculture irriguée sur le fleuve et autour du lac (Clariond 2016), auront ainsi un impact déterminant sur l'évolution des ressources en eau du lac de Guiers et peuvent conduire à une pression croissante sur la ressource.*

*Au cours des 10 dernières années, on observe également une dégradation de la qualité de la ressource à une vitesse accélérée résultant de pollutions liées aux activités humaines autour du Lac. Cette détérioration est marquée par les polluants tels que les pesticides, résidus antibiotiques, rejets d'eaux usées en plus de la turbidité, de la prolifération de la biomasse phytoplanktonique entraînant la mort des poissons, du flux et de la re-suspension des matières en suspension (matières organiques comme minérales), de la salinité (par évaporation et par apport de solutés) que les usines de traitement de l'eau potable ne peuvent traiter car non conçues pour ces types et/ou taux de pollutions. Des études (Bouvy et al. 2006 ; Berger et al. 2006) ont caractérisé la communauté de phytoplankton et l'évolution de cet écosystème suite à la création de Manantali et Diama (Ka et al. 2006). Elles n'ont pas pu écarter les risques sanitaires (*Cylindrospermopsis raciborskii*) et les observations qui datent de 2002-2003 ne prennent pas en compte l'augmentation des pratiques et des rejets observés aux abords du lac.*

*L'objectif de la thèse est de développer une approche globale/intégrée qui permette de représenter l'impact des évolutions climatiques et anthropiques sur la quantité et qualité des ressources en eau du lac de Guiers. Plusieurs travaux permettent d'appréhender le fonctionnement hydrologique du lac (Cogels et Gac, 1981 ; Humbert et al. 1995 ; Bader et al. 2003) mais ceux-ci doivent être actualisés et approfondis à l'aide des nouvelles données (in situ, spatiales, enquêtes), connaissances (non stationnarité, évolution des pratiques, aménagement d'ouvrages, etc.) et nouvelles méthodes afin de comprendre et anticiper l'évolution de ce système, en termes de ressource disponible et qualité des eaux. Les résultats devront appuyer les parties prenantes dans l'identification des modes de*

gestion/gouvernance de l'eau et de protection/traitement des eaux les plus adaptés. Ce travail vise également à mobiliser/développer des approches intégrées qui considèrent les relations interdépendantes et complexes entre eau et société (socio-hydrosystèmes) afin de mieux comprendre l'évolution des pratiques (agriculture irriguée, jardins maraichers, eaux usées, eau potable) et leurs influences sur le lac de Guiers. Ce travail permettra d'approfondir les études précédentes et d'intégrer les apports/résultats de plusieurs disciplines des sciences de l'eau (hydrologie, (hydro-)géologie, géographie, biologie, sociologie, anthropologie, économie, ...).

Ce projet de recherche doctorale sous l'initiative SUEZ/SEN-EAU/IRD/UCAD rentre dans le cadre de projets portés par le Centre de Recherche et d'Innovation de SUEZ et se veut un cadre collaboratif entre partenaires techniques et de recherche autour d'actions d'aide à la décision sur la base de résultats de la recherche pluridisciplinaire.

Ce projet de recherche a pour but de promouvoir la valorisation de travaux scientifiques à travers des propositions de solutions opérationnelles (gestion, gouvernance de l'eau, besoins de traitement). Ce projet cible particulièrement les doctorants et futurs doctorants de l'EDEQUE/UCAD. Les candidat(e)s au doctorat sont invités à développer leur vision et méthodologie en référence à la rubrique **implémentation** ci-dessous.

Le/la doctorant(e) retenu de spécialité hydrologie continentale sera financé par la bourse et tous les travaux de terrain et analytiques selon des modalités qui seront définies dans le cadre de ce programme par le comité. Il/elle sera accompagné dans ses recherches par des étudiants de Masters non contractuels qui seront pris en charge pour les aspects analytiques.

## Références

- BADER, Jean-Claude, LAMAGAT, Jean-Pierre, et GUIGUEN, Noel. Gestion du barrage de Manantali sur le fleuve Sénégal: analyse quantitative d'un conflit d'objectifs. *Hydrological sciences journal*, 2003, vol. 48, no 4, p. 525-538.
- BERGER, Céline, BA, Ngansoumana, GUGGER, Muriel, et al. Seasonal dynamics and toxicity of *Cylindrospermopsis raciborskii* in lake Guiers (Senegal, West Africa). *FEMS microbiology ecology*, 2006, vol. 57, no 3, p. 355-366.
- BOUVY, Marc, BA, Ngansoumana, KA, Samba, et al. Phytoplankton community structure and species assemblage succession in a shallow tropical lake (Lake Guiers, Senegal). *Aquatic Microbial Ecology*, 2006, vol. 45, no 2, p. 147-161.
- CLARIOND A. (2016) Compréhension du système lac de Guiers et faisabilité d'une modélisation. Rapport de stage, Ecole Polytechnique, Paris-Saclay, France. 40p.
- COGELS F. X. & GAC J. Y. (1981) Le lac de Guiers : fonctionnement, bilans hydriques : évaporation d'une nappe d'eau libre en zone sahélienne (Sénégal). *Cahiers ORSTOM. Série Géologie*, 12(1), 41-60.
- COGELS, F. X., COLY, A., et NIANG, A. Impact of dam construction on the hydrological regime and quality of a Sahelian lake in the River Senegal basin. *Regulated Rivers: Research & Management: An International Journal Devoted to River Research and Management*, 1997, vol. 13, no 1, p. 27-41.
- DUMAS, Dominique, MIETTON, Michel, HAMERLYNCK, O., et al. Large dams and uncertainties: the case of the Senegal River (West Africa). *Society and Natural Resources*, 2010, vol. 23, no 11, p. 1108-1122.
- HUMBERT J., MIETTON M. & KANE A. (1995). L'après-barrages dans le delta du Sénégal. Scénarios de remise en eau de la cuvette du Ndiaël et impacts. *Science et changements planétaires/Sécheresse* 6(2), 207-214.
- KÂ, Samba, PAGANO, Marc, BÂ, Nganssoumana, et al. Zooplankton distribution related to environmental factors and phytoplankton in a shallow tropical lake (Lake Guiers, Senegal, West Africa). *International Review of Hydrobiology*, 2006, vol. 91, no 5, p. 389-405.
- NGOM, Fatou Diop, TWEED, Sarah, BADER, J.-C., et al. Rapid evolution of water resources in the Senegal delta. *Global and Planetary Change*, 2016, vol. 144, p. 34-47.

RASO, Luciano, BADER, Jean-Claude, et WEIJS, Steven. Reservoir operation optimized for hydropower production reduces conflict with traditional water uses in the Senegal River. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 2020, vol. 146, no 4, p. 05020003.

TALL, Moustapha, SYLLA, Mouhamadou Bamba, DIALLO, Ismaïla, et al. Projected impact of climate change in the hydroclimatology of Senegal with a focus over the Lake of Guiers for the twenty-first century. *Theoretical and Applied Climatology*, 2017, vol. 129, no 1-2, p. 655-665.

## IMPLEMENTATION

### Plan de travail :

- Revue de littérature (analyse des études, méthodes et résultats précédents)
- Étude pluridisciplinaire sur l'évolution des usages et pratiques autour du lac à moyen terme
  - Synthèse des données disponibles (littérature scientifique, grise)
  - Etude diachronique par télédétection de l'occupation du sol
  - Enquêtes socio-anthropologiques menés par le binôme/les étudiants masters auprès d'agriculteurs, et parties prenantes (bailleurs, administrations, etc.)
- Etude sur l'évolution quantitative des ressources en eau (préciser les approches, méthodes, outils, modèles utilisés et/ou développés pour le traitement des données)
  - Etudes du bassin versant (modèle hydrologique/ géologique/géographique)
  - Etude du régime hydrique actuelle (barrages, canalisation, évaporation)
  - Modélisation numérique du système lac de Guiers
  - Simulation des évolutions grâce aux études pluridisciplinaires (moyen terme, long terme, différents scénarii)
- Bilan de masse de qualité
  - Particules fines, végétales, résidus
  - Analyses chimiques de la qualité de l'eau (COT/UV, polluants à préciser, pesticides, résidus antibiotiques) Préciser quels composés (organiques, minéraux) seront suivis en priorité selon critères de réglementation en vigueur et occurrence, quelles méthodes d'analyses, quelle fréquence d'échantillonnage, quel capteur en lignes sur paramètres globaux ?
  - Analyse biologique (phytoplancton, micro-organismes) à prendre en compte comme paramètres clé vis-à-vis du risque sanitaire)
  - Cartographie de la qualité de la ressource actuelle
  - Simulation de l'évolution grâce aux études pluridisciplinaires (moyen terme, long terme, différents scénarii)
- Etude transversale et recommandations
  - Rapprochement des résultats quantitatifs et qualitatifs (identification des liens, interdépendance -> étude statistique, conclusions)
  - Eclairages à partir des résultats des entretiens et études pluridisciplinaires
  - Synthèses des simulations d'évolution avec différents scénarii
  - Impact sur le traitement des usines et l'évolution de la qualité d'eau- identification des paramètres clés à suivre au niveau de la ressource et des filières de traitement
  - Recommandations/ aide à la décision pour anticiper les mesures de suivi/protection/traitement de l'eau, et les mesures de gestion/optimisation de la ressource.
  - Identification et gestion des risques sanitaires ressources-filières -EP (approche PGSSE)

- Un outil, d'aide à la décision, évolutif et prédictif, issu de ce travail sera-t-il disponible ?

*Durée : 3 ans*

*Financement : Bourse Suez/Sen'Eau. Contribution IRD et UCAD.*

*Lieu : Sénégal, aux laboratoires de IRD, UCAD et Sen'Eau.*

*Les encadrants :*

- *Prof. Serigne Faye, Chercheur de l'UCAD, Directeur de l'Ecole Doctorale l'EDEQUE*
- *Dr. Andrew Ogilvie, Chercheur d'IRD G-EAU, hydrologue, IRD*
- *Didier Gaujous Directeur technique, Sen'Eau*

*Le doctorant :*

- *Etudiant s'inscrivant à l'EDEQUE/UCAD de spécialité hydrologie*
- *Requis (Note M1, M2), lettre de motivation, CV*

*Des Etudiants de Master pourront être recrutés pour les études sociologique/anthropologique / hydrochimie :*

- *1 étudiant de Master sociologie pour l'étude sociologie/anthropologie*
- *2 étudiants Master de spécialité hydrochimie /écologie /biologie*

*Le consortium constitué de l'Ecole doctorale EDEQUE de l'UCAD, Université d'excellence de sciences de naturelles, humaines et techniques au Sénégal, l'institut de recherche IRD avec une équipe transversale des différents domaines de la science de l'eau et Sen'Eau, entreprise publique-privée qui est en charge de la production et distribution de l'eau potable du Sénégal.*