

Transfert d'eau et développement urbain dans le bassin aval du fleuve Sénégal

Saliou Kamara, Philippe Martin, Adrien Coly

▶ **To cite this version:**

Saliou Kamara, Philippe Martin, Adrien Coly. Transfert d'eau et développement urbain dans le bassin aval du fleuve Sénégal. Journal International Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement, 2021. hal-03348340

HAL Id: hal-03348340
https://hal.science/hal-03348340

Submitted on 18 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Saliou Kamara, Philippe Martin and Adrien Coly
Transfert d'eau et développement urbain dans le bassin aval du fleuve Sénégal
Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement,
Vol. (vi), No.3, Septembre 2021, pp. 29-41
ISSN Online: 1737-9350; ISSN Print: 1737-6688, Open Access
www.jiste.org
Scientific Press International Limited
Received: 17 July 2021 / Revised: 31 July 2021 / Accepted: 15 August 2021 / Published: September 2021

Transfert d'eau et développement urbain dans le bassin aval du fleuve Sénégal

Saliou Kamara[1], Philippe Martin[1], Adrien Coly[2]

[1] Université d'Avignon
[2] Université Gaston Berger de Saint-Louis

Résumé

L'accroissement rapide de la population des zones urbaines du Sénégal et de la Mauritanie génère des tensions liées à l'accès à une eau potable. Il est donc devenu urgent de sécuriser l'approvisionnement en eau potable des différents centres urbains de ces États souvent confrontés à une situation de sécheresse endémique et de stress hydrique.
Les prélèvements importants des agglomérations comme Dakar ou Nouakchott ont poussé le Sénégal et la Mauritanie à initier des politiques centrées sur le transfert interbassin de l'eau. La maitrise progressive du fleuve Sénégal permet, depuis 1986, de garantir un accès durable en eau potable des centres urbains situés dans la vallée et hors de son bassin.
Les résultats montrent que ces transferts interbassins contribuent, à partir d'une ressource certes transfrontalière, mais maitrisée (fleuve Sénégal), à la sécurité en eau des centres urbains alors que les ressources en eau souterraine se dégradent tant quantitativement que qualitativement. Par ailleurs, ces transferts ont amélioré l'accès à l'eau potable de la ville de Nouakchott, au contraire de la ville de Dakar. Pour cette dernière, d'importants investissements sont encore consentis (KMS3) pour sécuriser l'accès à l'eau potable des populations.
Par ailleurs, les projets de transferts d'eau interbassin ont généré des tensions et des controverses entre la Mauritanie et le Sénégal. Cette situation a permis à l'OMVS de mettre en place des outils de régulation des allocations de l'eau entre les États tout en plaçant l'AEP comme usager stratégique.

Mots clés : Alimentation en Eau Potable, Pénurie d'eau, Sécurité en Eau, Urbanisation, Gestion de l'eau

Water transfer and urban development in the Senegal river basin

Abstract:

The rapid population growth in the urban areas of Senegal and Mauritania is generating tensions related to access to drinking water. It has therefore become urgent to secure the supply of drinking water to the various urban centres of these countries, which are often faced with endemic drought and water stress.

The large withdrawals of water from urban areas such as Dakar and Nouakchott have led Senegal and Mauritania to initiate policies focused on inter-basin water transfers. The progressive control of the Senegal River has made it possible, since 1986, to guarantee sustainable access to drinking water for urban centres located in the valley and outside its basin.

The results show that these inter-basin transfers contribute, from a resource that is certainly transboundary but under control (Senegal River), to the water security of urban centres, while groundwater resources are deteriorating both quantitatively and qualitatively. Moreover, these transfers have improved access to drinking water in Nouakchott, unlike Dakar. For the latter, major investments are still being made (KMS3) to secure access to drinking water for the population.

Furthermore, inter-basin water transfer projects have generated tensions and controversies between Mauritania and Senegal. This situation has enabled the Organisation for the Development of the Senegal River (OMVS) to set up tools to regulate water allocations between the States while placing the water supply as a strategic user.

Key Words*:* Drinking Water Supply, Water Scarcity, Water Security, Urbanisation, Water Resource Management

[1] Corresponding author, aliou.kamara@alumni.univ-avignon.fr

INTRODUCTION

Depuis la Seconde Guerre mondiale et les Indépendances, la zone sahélienne a connu une forte croissance de sa population. C'est en particulier le cas pour le sahel atlantique à l'ouest du méridien passant par Kiffa et Kayes, c'est-à-dire au Sénégal au sud et en Mauritanie au nord. Ainsi, la population de la Mauritanie est passée d'environ 1 900 000 d'habitants (1988) à 4 070 000 d'habitants (2010), dont 52,8 % vivant en zone urbaine (ONS, RGPH, 2013). Au Sénégal, la population est passée d'environ 5 000 000 d'habitants (1976) à 16 000 000 d'habitants en 2020 (47 % d'urbains *vs* 57 % de ruraux ; Source : ANSD, 2020).

Les besoins en eau se sont donc accrus d'autant, nonobstant les modifications de niveau de vie qui ont exacerbé les tensions. Classiquement, les unités urbaines étaient alimentées par des ressources locales, souterraines (nappes : Nouakchott, Dakar, Thiès…) ou superficielles (fleuve : Saint-Louis du Sénégal, Matam…). Ces dernières ressources souterraines (voire superficielles : rivières) tendent à ne plus suffire.

D'une certaine façon, toutes proportions gardées, nous avons une situation assez comparable à celle connue par la France du Sud-est, après la Seconde Guerre mondiale et avant le développement d'infrastructures hydrauliques par la Société du Canal de Provence à l'est du Rhône et par la Compagnie nationale du Bas Rhône Languedoc à l'ouest où se réalisent, encore aujourd'hui, des travaux hydrauliques importants au droit et à l'ouest de Montpellier (projet Aqua Domitia).

Comme en France avec le Rhône, dans le sahel atlantique, la seule ressource importante potentielle d'eau douce est constituée par un fleuve : le Sénégal qui coule, pour la partie qui nous intéresse, globalement d'est en ouest (la partie sud issue des Guinées à un cours sud-nord, mais les problèmes d'eau y sont très différents ; la pluviosité est importante dans la zone guinéenne : environ 1 200 mm/an) et matérialise la frontière entre le Sénégal au sud et la Mauritanie au nord (Fig.1). Par rapport à la situation de la France du Sud-est le dispositif naturel est donc seulement pivoté d'un quart de tour dans le sens des aiguilles d'une montre, le littoral atlantique étant nord-sud alors que celui de la Méditerranée est globalement est-ouest.

Il existe par contre une différence assez nette dans l'importance de l'infrastructure urbaine, car l'on va trouver dans cette partie de l'Afrique les deux capitales du Sénégal (Dakar) et de la Mauritanie (Nouakchott) sur le littoral, à une bonne distance (280 km) du fleuve Sénégal, deux villes qui sont aujourd'hui plus que millionnaires. Par contre, se développe aussi dans ce sahel atlantique, peut-être plus au Sénégal qu'en Mauritanie, des productions agricoles vivrières (oignon, riz…) et relevant de ce qui est classiquement, localement, désigné par le terme agribusiness (Compagnie Sucrière Sénégalaise, Grands Domaines du Sénégal, Société de Cultures Légumières, Compagnie Agricole de Saint Louis, Société de Conserves Alimentaires du Sénégal, etc…). Il s'agit en particulier de productions (canne à sucre, tomate, riz, *etc.*) tournées vers l'exportation et/ou le marché local et les industries de transformation alimentaires nationales, lesquelles sont évidemment dépendantes de l'eau disponible. Ainsi les agribusiness du delta consomment environ 275 millions de mètres cube d'eau par année sur 22 000 ha (Sall et al., 2019).

La question de la ressource en eau tant pour l'AEP du réseau urbain que pour différentes activités est donc primordiale. Ainsi, depuis 2014, le Sénégal a intégré la sécurisation et la diversification de l'offre dans sa politique d'hydraulique urbaine à la suite de problèmes techniques au niveau de KMS 1 et 2 qui ont privé d'eau Dakar pendant 21 jours. De ce fait, d'importants investissements ont été faits (KMS3, usine de dessalement de l'eau de mer à Dakar, *etc.*) pour garantir un accès pérenne à l'eau potable aux populations urbaines. Ces questions sont des problèmes de portée générale comme le montrent quelques exemples développés ci-dessous.

Les transferts d'eau recomposent les relations entre les agglomérations (transfert intrabassin) et les États limitrophes (bassin transfrontalier, transferts interbassins) en fonction des puissances en présence et de la localisation des ressources (Lesotho — Afrique du Sud, États-Unis — Canada, *etc.*) ; le niveau de stress hydrique dans certaines villes renforçant les tensions locales, entre les utilisations de l'eau, voire entre les États partageant la ressource (Canada/États-Unis, Mexique/États-Unis, etc.).

Des études sur les transferts d'eau dans des régions semi-arides ou méditerranéennes ont été menées par exemple sur :

- le Rhône qui dessert en eau potable (transfert intrabassin) l'est du Languedoc, principalement les grandes agglomérations de son littoral (Bravard, 2015 ; Ruf, 2012).
- L'Afrique du Sud (déficitaire) qui a développé un ambitieux projet de transfert transfrontalier d'eau depuis le Lesotho (excédentaire) à travers trois grandes réalisations pour dériver les eaux du fleuve Orange et de ses affluents (le Vaal) depuis les hautes terres des montagnes du Maloti — Drakensberg (Blanchon, 2006) vers les agglomérations déficitaires (Rousselot, 2015 ; Blanchon, 2006, 2008, 2019 ; Blanchon et Maupin, 2009, Blanchon et Turton, 2005) ;
- les États-Unis pour résorber un déficit en eau de l'Ouest aride des États-Unis (San Francisco, Los Angeles, Las Vegas, Californie du Sud, *etc.*) marqué par un développement rapide de l'agriculture irriguée, une explosion démographique, une sécheresse endémique et accentuée entre 1998 et 2019 (Lasserre, 2005 ; Vandal, 2018) voire 2021, l'assèchement progressif des eaux de surface (Colorado, Sacramento) et souterraines à cause de leur surexploitation (Lasserre, 2003, 2017 ; Kierans, 2005, 2009), d'une forte évaporation réduisant le niveau des eaux de surface (sécheresse hydrologique), du faible niveau de recharge des nappes phréatiques et le développement des

activités de loisirs (golf, tourisme nautique, parc aquatique, *etc.*) et générant des tensions sur le partage de la ressource opposant l'agriculture intensive et les municipalités d'une part, aux États d'autre part (Lasserre, 2011).

Certains de ces transferts sont intra étatiques (comme en France), d'autres sont interétatiques avec deux niveaux qu'il faut différencier selon les cas. Celui des États et celui des fédérations ou confédérations en fonction de leurs compétences respectives.

Des projets de transferts massifs sont souvent envisagés par les Etats-Unis à partir des Grands Lacs afin de résoudre le stress hydrique (Lasserre, 2005). Cet ensemble de lacs du bassin versant de l'Atlantique est partagé entre les États-Unis et le Canada (Lac-Supérieur, Lac Huron, Lac Ontario, Lac Érié) à l'exception du lac Michigan qui se trouve entièrement aux Etats-Unis.

Le Canada possède 9 % des ressources d'eau douce renouvelable et 20 % des réserves mondiales d'eau douce (Lasserre, 2011). Son abondance en eau contraste avec sa rareté dans l'Ouest américain ce qui entraine les USA à convoiter de plus en plus les eaux du voisin canadien.

Les perspectives des sécheresses annoncées par les modèles climatiques et la baisse des écoulements au niveau des cinq lacs du bassin versant de l'Atlantique (Kierans, 2005) incitent à davantage de prudence de la part du Canada pour les exportations massives d'eau. L'évolution des rapports entre les États-Unis et le Mexique renforce par ailleurs cette prudence. En effet, la sécheresse et les transferts massifs d'eau pour alimenter les États traversés par le fleuve Colorado (en amont : Colorado, Utah, Wyoming, Nouveau-Mexique, et en aval Californie, Arizona et Nevada) ont entraîné un déficit au Mexique où le fleuve ne se jette presque plus dans l'Océan pacifique par l'intermédiaire de son estuaire et de son delta. Cette situation prive le Mexique d'une importante source d'eau pour des activités agricoles ou de pêche, tout en favorisant la dégradation de certains écosystèmes tributaires de ces eaux. En même temps, cet état de fait devrait conduire les États-Unis à accroitre la pression sur le Canada, pour la vente d'eau, alors que le renouvellement des eaux des Grands Lacs est très faible. En effet, seul 1 % des eaux se renouvelle annuellement à partir des précipitations et des rivières tributaires (Kierans, 2005).

Cette situation fait se lever le spectre d'une « guerre de l'eau » entre le Canada et les États-Unis (Vandal, 2018). En effet, cette politique de transfert d'eau rencontre l'hostilité des populations et des politiques au Canada (Lasserre, 2017), car une exportation de l'eau vers les États-Unis remettrait en cause la souveraineté du Canada sur ses eaux, poussant ce dernier à mettre en place une réglementation de plus en plus restrictive sur les transferts interbassins (Lasserre, 2011). Ces quelques remarques et exemples permettent de mieux aborder le cas du sahel atlantique qui met en jeu des relations étatiques complexes et mobilisant une histoire ancienne.

Très peu d'études ont été réalisées sur les politiques de transfert d'eau sur le fleuve Sénégal, exception faite de Descroix et Esteves (2005) qui ont analysé les incompréhensions géopolitiques issues des projets visant à exploiter les eaux du fleuve par le Sénégal (Lasserre et Rékacéwicz, 2005). Or, les transferts d'eau induisent de nouvelles logiques spatiales et multiscalaires, des politiques urbaines et de coopération internationale sur le partage de la ressource. Cet article se propose donc de resituer cette problématique au regard des derniers aménagements, des évolutions les plus récentes, tant au Sénégal qu'en Mauritanie, et en fonction des infrastructures hydrauliques conçues et réalisées ces dernières années au sein d'un bassin partagé. Qu'est-ce qui explique la transition pour l'AEP des espaces urbains des eaux souterraines vers celui des eaux de surfaces du fleuve Sénégal, alors même que l'eau est un bien transfrontalier ? Existe-t-il des conflits ou des controverses autour de ces projets de transferts d'eau ? Quels sont les enjeux des transferts d'eau en termes de gestion d'une ressource transfrontière et de politiques hydrauliques ?

Ainsi, dans un premier temps, il sera présenté la méthodologie de travail adoptée dans cet article. Dans un second temps, il s'agira de situer les transferts d'eau sur le fleuve Sénégal dans le cadre général des politiques publiques d'hydraulique urbaine du Sénégal et de la Mauritanie, du développement urbain dans ces pays et de la planification des ressources en eau transfrontalières à l'échelle de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS). En dernier lieu, il sera présenté les hiérarchies spatiales de la consommation d'eau à partir du modèle de Pareto et les enjeux en termes de gestion des eaux.

DONNEES

L'approche méthodologique est basée, d'une part, sur une synthèse bibliographique qui a permis de faire un état de la recherche sur les transferts d'eau au Sénégal et dans le monde. D'autre part, des données sur les stations de pompage et de traitement des eaux ont été utilisées. Elles sont issues de compilations de diverses sources :

- Recherche bibliographique ;
- Société de Gestion et d'Exploitation de Diama (SOGED)/OMVS (Rapports de réunion de la Commission permanente des eaux) et organismes nationaux (Société Nationale d'Eau — Mauritanie — SNDE —, Société Nationale Des Eaux du Sénégal — SONES — : rapports mensuels, trimestriels et annuels) ;
- Les données sur la population sont issues des organismes nationaux : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD, Sénégal) et Office National des Statistiques (ONS, Mauritanie).

Les données de consommation d'eau potable sont issues des bilans de gestion de l'eau établis trimestriellement par l'OMVS et des données de consommations annuelles établies par la SONES et SNDE.

Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement
ISSN Online: 1737-9350 ISSN Print: 1737-6688, Open Access Volume (vi) - Numéro 3 – Septembre 2021

GEOGRAPHIE ET POTENTIEL DES RESSOURCES EN EAU SUR LE FLEUVE SENEGAL

Une ressource en eau progressivement maitrisée

Le fleuve Sénégal, depuis Bakel jusqu'à son embouchure à Saint-Louis (Fig. 1), traverse un paysage sahélien où la pluviosité est assez faible (env. 300 mm/an). Il peut donc être pensé comme un isolat hydrologique de ce climato-système sec. Autour de cet isolat, bien des populations dépendent, directement ou indirectement, de ces ressources en eau (Kamara, 2013).

Ce fleuve, partagé entre plusieurs États (Guinée, Mali, Mauritanie, Sénégal,), assure une alimentation pérenne en eau douce d'un espace où la présence d'eaux douces a toujours constitué une opportunité de développement. Ainsi, depuis l'AOF (Afrique-Occidentale Française) jusqu'à la mise en place de l'OMVS, les projets de développement s'y sont multipliés (Crousse et *al.*, 1991).

Historiquement, la vallée du fleuve Sénégal a été la cible prioritaire de tentatives de développement qui se sont soldées, la plupart du temps, par des échecs (Dansero et *al.*, 2009), car la mise en valeur ne pouvait se faire que dans le cadre d'une domestication complète de l'eau.

Celle-ci a été acquise seulement à partir de 1986 (barrage antisel de Diama), puis de 1988 avec le barrage-réservoir de Manantali (Fig. 1). Ces deux grands ouvrages hydrauliques ont permis une régulation annuelle de l'eau douce, en modifiant le rythme naturel de la crue et de la décrue qui animait historiquement l'hydrosystème et les activités socio-économiques.

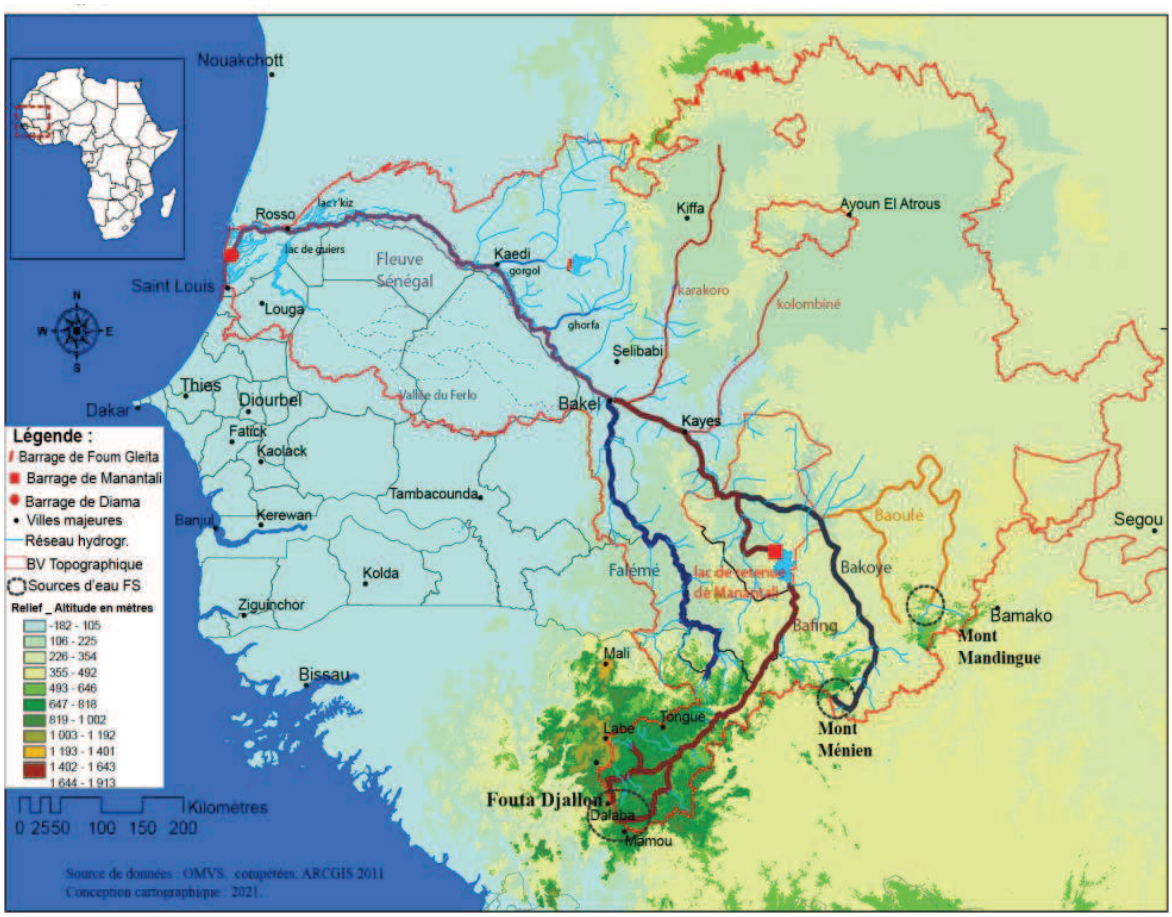


Fig. 1 — Localisation de la vallée du fleuve Sénégal

Aussi, de par ses potentialités nouvelles, la vallée est-elle devenue un espace convoité, autant par les États, que par les collectivités territoriales locales. En effet, la retenue d'eau de Manantali (Fig. 1) garantit une disponibilité permanente de l'eau pour l'agriculture irriguée, l'agribusiness, l'environnement (parcs de Dioudj et de Diawling et le remplissage des lacs et réservoirs – lac de Guiers, lac R'Kiz, dépression de l'*Aftout Essaheli*) et l'AEP des centres urbains (Saint-Louis, Dakar, Nouakchott…) tout en permettant une production hydro-électrique pour les États membres de l'OMVS.

Cela étant, il faut distinguer géographiquement entre les espaces proximaux de la vallée et la vallée elle-même fonctionnant comme un corridor (Kamara et *al.*, 2015), et des territoires plus lointains, comme ceux des capitales (Fig. 1). Les logiques territoriales mises en œuvre ne peuvent donc pas être les mêmes.

Accès à l'eau

L'accès à l'eau potable des centres urbains du Sénégal et de la Mauritanie se pose avec acuité dans un contexte d'urbanisation croissante et de pénuries structurelles d'eau observées dans les centres urbains de Dakar et de Nouakchott. Ce déficit peut être d'autant plus prégnant que certains centres urbains se situent en zone désertique (Nouakchott : 150 mm de pluies par an). Dakar, Thiès et Touba étant de ce point de vue un peu plus favorisées, car plus arrosées (500 mm environ par an). La récurrence des épisodes de sécheresse a, en outre, contribué à un départ massif des populations rurales pour les villes ce qui a entraîné une urbanisation peu maitrisée ainsi qu'une forte pression sur les infrastructures d'eau potable existantes. Les besoins en eau des villes sont donc en constante augmentation alors que les sources d'eau souterraine plus ou moins locales se tarissent. Ainsi, ces sources d'eau souterraine sont impactées par ces déficits pluviométriques, l'intrusion du biseau salé engendrée localement par les pompages (Lacroix et Séméga, 2004) et les prélèvements urbains et agricoles entraînant des conflits entre les activités et des arbitrages de l'État au profit des villes. Un écart important apparait ainsi entre l'offre d'eau et les besoins à satisfaire. Toute question climatique mise à part (changement climatique…), cette situation constitue un exemple archétypal de sécheresse conçue comme une inadéquation entre l'offre et la demande en eau (Martin et *al.*, 2020).

Dans un tel cas de figure, dont cette zone sahélienne atlantique est exemplaire, les solutions peuvent être de limiter volontairement (économie d'eau…) ou non (interdiction, coupure, prix…) la consommation d'eau (gestion de la demande), ce qui freine fortement l'économie locale, et/ou réaliser des travaux hydrauliques afin de produire les infrastructures indispensables à compenser l'écart entre la géographie des ressources en eau et celle des besoins (gestion de l'offre). Cette question est un vieux problème qui apparait avec l'agriculture irriguée et l'urbanisation probablement en Égypte et en Mésopotamie et qu'il faut aujourd'hui traiter, au Sénégal et en Mauritanie, avec des moyens et des conceptions modernes.

Cela étant, un tel problème spatial a toujours conduit, quand les conditions étatiques le permettent (Empire romain…), à une forme keynésienne de croissance économique (grands travaux…) dont le relais doit être pris par, au moins, une production agricole plus importante, plus intensive et plus diversifiée (afin d'amortir les couts) et, actuellement, par d'autres potentialités économiques (tourisme…).

De nos jours, une telle logique se traduit d'abord par l'exploration de nouvelles ressources en eau plus ou moins locales, aussi pérennes que possible, mais souvent très couteuses en termes d'investissement (potabilisation d'eaux de surface ou de subsurface, dessalement d'eaux de mer…) afin, principalement, d'améliorer l'accès à l'eau et à une eau potable dans les grands centres urbains. Au-delà de ces solutions, il faut envisager des aménagements majeurs assurant des transferts massifs d'eau entre bassins (Lasserre, 2005), entre aires géographiques. Le Sénégal et la Mauritanie ont ainsi opté pour de grands projets (*Aftout Essaheli*, KMS : 1, 2 et 3…) qui ont tous la caractéristique d'être développés à partir du fleuve Sénégal. Ces projets doivent être conçus en fonction de la structuration en T de la région : littoral N-S et vallée E-W et déployés pour alimenter des points particuliers des territoires lointains (capitales…) qui relèvent d'autres logiques territoriales. La solution, pour le Sénégal, réside en partie dans le transfert, de la façon la plus intelligente possible (*cf.* l'usage du lac de Guiers), d'un point A où l'eau est en excès par rapport à la demande et aux besoins locaux, à un point B où ce sont les besoins qui sont en excès par rapport à une offre trop locale. Il en est presque de même pour la Mauritanie, mais c'est la nature qui fait en partie le travail !

Ainsi la position de Nouakchott, comme ancien poste militaire français entre le Maroc et le Sénégal, s'explique-t-elle, en partie, par l'existence d'eau douce liée à une nappe souterraine (de Trarza) développée dans des formations aquifères récentes (quaternaire…) du bassin sénégalo– mauritanien qui est alimentée, sur sa bordure sud, par des pertes sur le fleuve Sénégal (Mohamed, 2012, Mohamed et *al.*, 2013 ; Friedel et *al.*, 2015). Un des points essentiels est donc d'analyser les volumes d'eau que fournit le fleuve Sénégal dans son cours inférieur. Prélèvements qui alimentent y compris le lac de Guiers, et qui se réalisent au bénéfice, en particulier, des capitales.

STRUCTURE DE LA CONSOMMATION EN EAU POTABLE : POIDS DE L'URBANISATION ET DE L'AEP

Une urbanisation importante

Le réseau urbain du bassin versant du fleuve Sénégal est constitué majoritairement par des villes moyennes (de moins de 50 000 habitants) que dominent Saint-Louis, Richard Toll (delta du Sénégal) et Kayes (haut bassin). À une échelle plus petite, Dakar, Nouakchott, Thiès et Touba couronnent la hiérarchie urbaine régionale (population entre 500 000 et 3 500 000 h). On notera toutefois une forte dissymétrie entre, au sud, l'axe Dakar — Touba qui constitue un pôle urbain majeur et la ville de Nouakchott qui est un exemple de macrocéphalie exacerbée. La figure 2 montre une urbanisation littorale et fluviale (de part et d'autre du fleuve Sénégal). Les zones sèches au sud du fleuve Sénégal et à l'est de l'axe Kerewan-Rosso (vallées fossiles du Ferlo) sont dépourvues de centres urbains et ont des effectifs de population faibles. De même du côté mauritanien le chapelet de petites villes situées à quelques dizaines de kilomètres du fleuve est extrêmement modeste (Aleg, Kiffa…).

Cette situation révèle le pouvoir polarisateur du littoral et des fleuves dans la répartition des villes (plus de 60 % des villes sénégalaises se trouvant dans un rayon de 50 km à vol d'oiseau du littoral et des fleuves intérieurs), du peuplement rural et de la macrocéphalie dakaroise mise en évidence par les travaux de Thiam (2008).

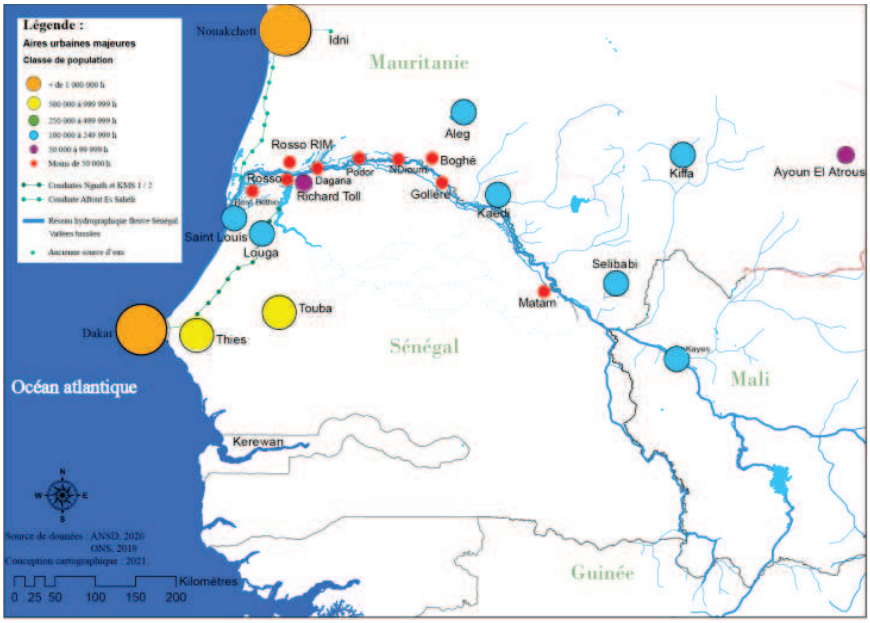


Fig. 2 — Les aires urbaines et les enjeux liés à l'eau potable dans le bassin versant du fleuve Sénégal

Les villes du bassin versant du fleuve Sénégal sont d'anciennes escales (Dagana, Podor, Richard Toll, Matam) et d'anciens postes commerciaux qui se sont développés à partir du commerce transsaharien et transatlantique. Elles ont aussi profité des relations avec Saint-Louis qui était la capitale de l'AOF (Afrique-Occidentale Française) jusqu'en 1957. Les établissements commerciaux français (maisons de commerce qui ont pris le relais des comptoirs commerciaux) étaient, principalement, basés à Saint-Louis.

La ville de Richard Toll est fortement marquée par la présence de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS) qui emploie près de 5 000 personnes, ce qui a contribué à une migration locale et nationale ; Saint-Louis jouant de sa dimension de ville historique.

Un fleuve convoité pour l'AEP des centres urbains

La filière AEP ne représente qu'environ 2 % (source : OMVS) des prélèvements effectués dans le fleuve Sénégal et ses affluents/défluents et est donc, en volume, mineure par rapport aux autres usages (agriculture, environnement, navigation...). Les zones rurales sont relativement exclues de l'approvisionnement en eau potable *via* les eaux de surface exception faite du Sénégal (une trentaine d'unités de potabilisation et de traitement) et du Mali (une vingtaine). Au Sénégal, le recours aux ressources en eau du fleuve Sénégal pour les espaces ruraux s'explique par la nature des eaux souterraines très salines, notamment dans la partie aval du fleuve Sénégal (Diaw et *al.*, 2015).

Par ailleurs, la majorité des villes moyennes de la vallée du Sénégal puisent leur eau dans la nappe du Maastrichtien et assez rarement dans le fleuve, car cela nécessiterait des traitements de potabilisation différents, complexes et couteux. Il s'agit des villes (Fig. 2) de Kayes, Kita (Mali) Dakar…, Saint-Louis, Dagana/Rosso, Podor (Sénégal), Rosso, Keur Macène et Nouakchott (Mauritanie). Les transferts d'eau ne concernent que quatre villes (Tab. I).

Les prélèvements en eau potable sont dominés par ceux de Dakar, Nouakchott et Saint-Louis. Par ailleurs, une AEP de la ville de Touba, à l'est de Dakar, a été envisagée aussi à partir du fleuve Sénégal. Si la réalisation de ce projet n'est plus à l'ordre du jour, elle apparait toutefois comme un cas d'école pour l'alimentation en eau potable de grands centres urbains (Thiès, Diourbel et Dakar) qui constituent les pôles actuels de développement du Sénégal.

Au cœur de la sécheresse des années 1970, en 1971, l'État du Sénégal construit, sur les rives du lac de Guiers, à Ngnith, une usine de captage et de traitement des eaux à des fins d'AEP de l'agglomération dakaroise, en complément des ressources d'eaux souterraines locales.

Pour renforcer la contribution du lac de Guiers, le Sénégal a initié le projet du Canal du Cayor (en réalité il s'agit de conduites). Il s'est traduit par la mise en place progressive des usines de production et de traitement d'eau potable de Keur Momar Sarr (KMS 1 — 2004, KMS 2 — 2 008 et KMS 3 — 2021) situées au sud du lac de Guiers (Tab. I et Fig. 3).

Tableau I — Centres urbains bénéficiant d'un système de transfert d'eau

Centres urbains	Type de transfert d'eau	Distance	Source d'eau	Année	Projet d'extension
Dakar	Interbassin	≈ 240 km	Lac de Guiers	*1970*	KMS 3 (opérationnel en 2021)
Nouakchott	Interbassin	≈ 216 km	Fleuve Sénégal	*2010*	
Saint-Louis	Intrabassin	≈ 6 km	Bief aval des défluents du Gorom-Lampsar-Djeuss.	*1886* L'eau était puisée dans le Kassack (défluent de la basse vallée) par le biais d'une usine à vapeur et transportée à Saint-Louis, sur 18 km. Un barrage était construit à Makhana pour stopper la remontée de la langue salée dans le delta. La réserve de Dakar-Bango est constituée en 1940 (barrages de Dakar-Bango et de Ndiawdoune entre 1937 et 1939). Source : Brigaud, 1961.	Fin de travaux en 2023 – Station de traitement (12 000 m³/j), – Château d'eau (3 200 m³/j) – Conduite de distribution de 11,8 km
Rosso Sénégal	Intrabassin	≈ 15 km	Fleuve Sénégal	*1973*	Depuis 2018, une nouvelle station de pompage des eaux traitées a été installée. Les volumes d'eau transférés sont passés de 432 m³/j à 720 m³/j.

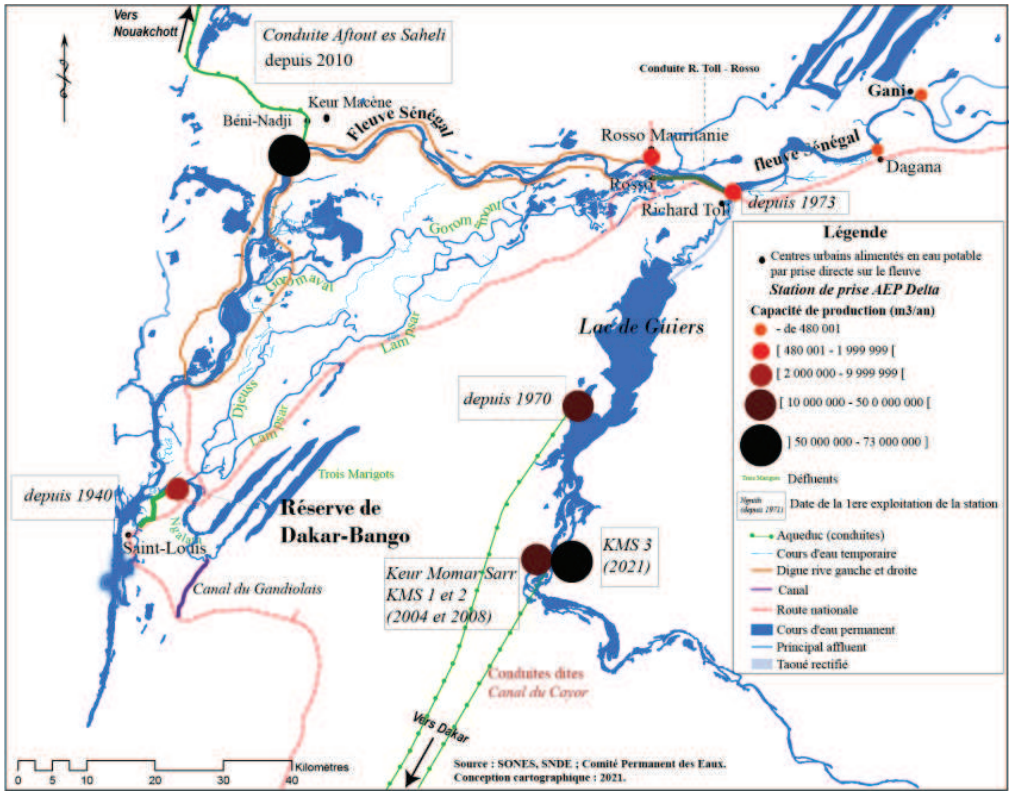


Fig. 3 — Transferts de l'eau pour l'AEP des centres urbains

Ainsi, près de 50 % de l'eau consommée par Dakar est-elle prélevée dans le lac de Guiers depuis 2008 (Fig. 4). Cette solution exploite une dépression topographique qui permet un écoulement vers le sud de l'eau sur environ 216 km, ce qui rapproche d'autant cette ressource de la capitale. *A contrario* le lac subit une forte évaporation. Fort logiquement les stations de prélèvement pour Dakar ont été placées dans la seconde moitié sud du lac.

Les différentes stations de traitement d'eau potable de Dakar (Ngnith, KMS 1, 2 et 3) réalisent, *in situ*, le filtrage, le prétraitement et le traitement de l'eau potable.

Un réseau de conduites permet de transférer l'eau par pompage de la station de traitement au réservoir de Thiès (capacité de stockage de 25 000 m³) *via* deux conduites parallèles et autonomes. Elles collectent, en cours de route, les apports des différents forages implantés dans les régions de Louga et de Thiès.

À partir des réservoirs de Thiès, les deux conduites acheminent l'eau vers les usines de stockage et de distribution de l'eau potable situées à Dakar.

L'usine de production et de traitement KMS 3 fera passer, à terme, la contribution du lac de Guiers dans l'AEP de Dakar, à près de 60 % (Fig. 4). La transition des eaux souterraines vers les eaux de surface à travers les politiques de transfert d'eau permet de résorber une demande ciblée en fonction des filières (eau potable). Le Sénégal et la Mauritanie ont adopté le transfert de l'eau comme réponse technique à la rareté de l'eau dans certains bassins géographiques déficitaires (Dakar, Nouakchott), à sa difficile mobilisation du fait de la recharge pluviométrique insuffisante des nappes phréatiques (Dasylva et Cosandey, 2005), à sa qualité parfois déficiente dans certaines zones et à la concurrence entre espaces urbains et ruraux.

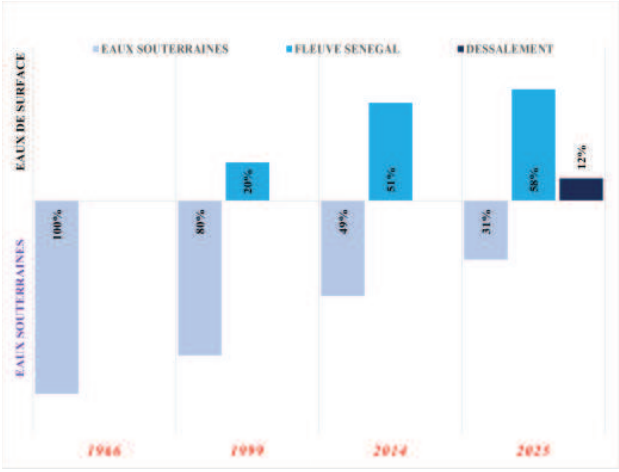


Fig. 4 — Évolution des sources d'eau alimentant la région de Dakar de 1966 à 2025 (Sources de données diverses dont Descroix et Esteves (2005), H2O ENGINEERING (2016), SONES (2020) et Office des lacs et cours d'eau (2020).

Le Sénégal a consacré cette politique à travers la loi n°2017 étendant l'espace de gestion de l'OLAG à l'ensemble des cours d'eau et lacs. Elle souligne, dans l'exposé des motifs « *une nouvelle vision de la mobilisation sur toute l'étendue du territoire national des eaux de surface basée sur le transfert des zones excédentaires vers les zones déficitaires ou de moindres qualités* ». Trois facteurs ont justifié ce choix politique : l'existence d'importantes sources d'eau renouvelables (fleuve Sénégal), la sécurisation de l'offre pour les espaces urbains face à l'augmentation de la demande et la lutte contre la pauvreté.

Cette option politique traduit un enjeu lié à la position stratégique des villes concernées (Dakar, Nouakchott). Aux dynamiques verticales (croissance de la population urbaine) viennent s'ajouter des dynamiques horizontales (étalement urbain, occupation non maitrisée de l'espace) et sociales (accès à l'eau potable).

Par ailleurs, le Canal du Gandiolais (Fig. 3) permet un transfert d'eau à grande échelle du Ngalam vers les anciennes vallées asséchées de Rao *Peulh* pour entretenir des activités agricoles et d'élevage dans cet espace rural.

La population de la ville de Nouakchott a connu une croissance exceptionnelle entre 1961 et 2003 (Fig. 5), correspondant à un taux de croissance intercensitaire de 9,5 % entre 1977 et 1988, puis de 2,5 % entre 1988 et 2000 (ONS, 2015). Entre 2003 et 2017, la population a presque doublé ; le taux de croissance intercensitaire étant de 4,4 % sur la période 2000 – 2013 (ONS, 2015).

Globalement, on peut voir sur la figure 6 que la croissance de la population a été logarithmique (courbe noire) et surtout que depuis 2011 celle-ci est faible et linéaire (Droite aux points oranges).

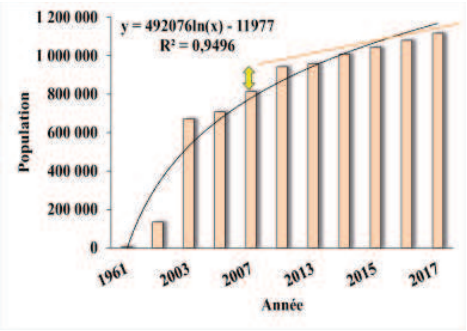


Fig. 5 — Évolution de la population de Nouakchott (source : ONS, 2019)

Entre 1958 et 2010, la nappe du Trarza, située à 60 km de Nouakchott, a été la principale source d'alimentation en eau potable de la capitale mauritanienne (Fig. 2). La capacité de production des forages du champ captant d'Idni n'a cessé de croître pour répondre à une demande de plus en plus importante de la capitale mauritanienne (Fig. 6).

L'alimentation de cette nappe semble se faire, en partie, par des pertes situées dans la vallée du Sénégal entre Rosso et Gani, et grâce à certains lacs. Le toit de cette nappe étant incliné vers le nord, l'eau transite donc du lit du Sénégal au champ captant d'Idni qui est au droit, à l'est, de Nouakchott.

La construction du barrage de Diama semble avoir eu un double effet bénéfique pour cette nappe. D'une part, l'eau salée ne peut plus entrer dans le delta. D'autre part, la côte de l'eau douce, en toutes saisons, se trouve plus haute, accroissant d'autant la pente piézométrique, et cela grâce aux apports stockés à Manantali.Toutefois, sous la ville de Nouakchott, on trouve des entrées d'eaux marines (biseau salé) qui semblent s'étendre jusqu'aux abords de la nappe de Trarza, près du camp captant, lequel ne doit donc pas être la cause d'un abaissement trop fort des niveaux piézométriques, ce qui faciliterait vers l'est l'extension du biseau et augmenterait la charge en sel des eaux douces. Ainsi, bien que croissants lors des dernières années, les prélèvements effectués ne semblent pas dépasser un débit de l'ordre de 400 l/s.

Toutefois, cette nappe, découverte il y a plus de 60 ans, qui était jusqu'à il y a peu la seule source d'eau potable de Nouakchott, ne peut pas tout. Elle a des caractéristiques hydrodynamiques et hydrochimiques propres qui doivent être analysées en fonctions des relations existantes, ou pouvant exister, avec le fleuve d'un côté et l'Atlantique de l'autre.Cette ressource doit donc pouvoir être suppléée pour faire face à une demande qui a triplé entre 1977 et 2003, puis doublé entre 2003 et 2011 et qui s'est stabilisée depuis 2011 en accord avec un relatif ralentissement de la croissance de la population urbaine dans le bassin de Nouakchott. Là encore la croissance de la consommation a été logarithmique avec une croissance linéaire faible depuis 2011 (Fig. 6).

On notera toutefois qu'entre 2007 et 2011 la population évolue peu en nombre (Flèche jaune de la Fig. 5), mais par contre connait une évolution assez nette de sa consommation d'eau (Flèche jaune de la Fig. 6). La consommation par habitant aurait baissé de 1961 à 2000 environ, pour augmenter ensuite assez fortement et retrouver ainsi un niveau voisin de celui du milieu des années 70. Cela est le résultat de l'augmentation de la capacité de production par pompage sur la nappe d'Idni de 40 000 m3 en 2003 (Ministère de l'hydraulique, 2003) à 60 000 m³ en 2007 (Bénédicte et *al.*, 2007). Depuis, on observerait une stabilisation de la consommation par tête correspondant au démarrage de l'exploitation des conduites de l'*Aftout Essahéli* depuis octobre 2010.

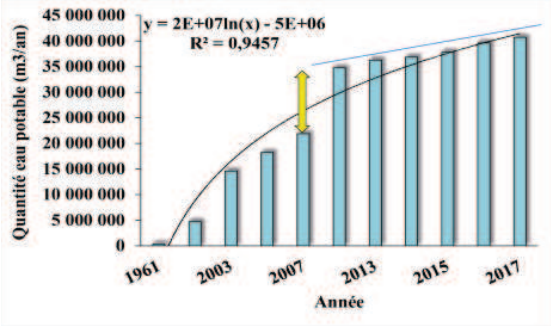


Fig. 6 — Évolution de la demande en eau potable de la ville de Nouakchott (source : SNDE, 2019)

Différentes difficultés ont conduit à des pénuries d'eau à Nouakchott (Fig. 7) et à une forte augmentation des inégalités d'accès à l'eau potable ; 80 % des ménages se ravitaillant hors du réseau de la SNDE (Nouaceur, 2010). Sur cette population, 69 % ont recours aux charretiers/âniers privés ; les autres s'approvisionnant par citernes privées ou en achetant l'eau potable aux bornes-fontaines (Bénédicte et *al.*, 2007). Il convenait donc, d'une certaine façon, d'accroitre l'alimentation déjà fournie par le fleuve. L'alimentation « artificielle » en eau potable de Nouakchott, depuis le fleuve Sénégal, a démarré en fin 2010.

Le système d'alimentation est structuré en quatre niveaux :

- une station de pompage sur le fleuve Sénégal,
- des ouvrages de prétraitement (oxydation au chlore, ajustement du pH, coagulation, floculation et décantation) installés à Béni-Nadji (6 km du fleuve),
- des ouvrages de traitement du PK 17 (floculation, filtration rapide par sable) distant de 170 km de la station de prétraitement,
- deux châteaux d'eau situés à environ 20 km des ouvrages de traitement de l'eau potable.

Le prétraitement est réalisé à 6 kilomètres du fleuve, sur le site de Béni-Nadji, à travers deux conduites en parallèle de diamètre 1 100 mm chacune mises en pression par la station de pompage d'exhaure de l'*Aftout* de 2,1 m^3s^{-1}. (Tfeila et *al.*, 2015). Une unité autonome de potabilisation permet d'assurer à la population proche de Keur Macène (environ 8 000 h.) d'une alimentation en eau potable.

Un réseau de conduite sen fonte ductile permet de transférer l'eau prétraitée par pompage vers la deuxième usine (PK17). Cette deuxième usine assure une production d'eau potable à la ville de Nouakchott. Cette eau est stockée dans un ensemble de châteaux d'eau et réservoirs situés dans les sites de Ksar, Sebkha et Toujounine (Communes de la Wilaya de Nouakchott). Ce transfert d'eau s'est traduit par une amélioration, depuis octobre 2010, de la consommation d'eau par habitant (Fig. 7). Selon les projections faites dans le cadre du SDAGE (2010), la ville de Nouakchott devrait prélever, à l'horizon 2025, 62 millions de mètres cubes d'eau par an au niveau du fleuve Sénégal.

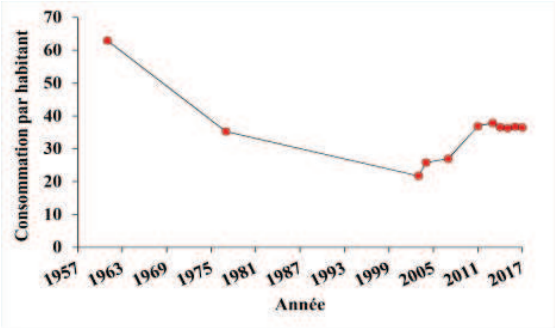


Fig. 7 — Évolution de la consommation en eau potable par habitant de Nouakchott

La baisse de niveau ou la fossilisation des nappes phréatiques au niveau de Dakar (zone climatique soudanienne) ou de Nouakchott (zone climatique désertique) est donc compensée par les prélèvements sur le fleuve Sénégal. Ce dernier est donc stratégique pour la satisfaction pérenne des centres urbains du Sénégal et de la Mauritanie.

DES IMPLICATIONS EN TERMES DE GESTION DE L'EAU

Une gestion du lac de Guiers sous contrainte de l'AEP

Le lac de Guiers est une dépression naturelle située dans le delta du fleuve Sénégal. Plus importante réserve d'eau douce du Sénégal, il alimente la ville de Dakar en eau potable. Il polarise d'autres activités, notamment l'agriculture irriguée caractérisée par la prépondérance de l'agribusiness (CSS, SENHUILE, TOLL JOM, West Africa Farm, SENEGINDIA, etc.) Le développement de l'agribusiness, dans cette partie, rentre dans le cadre de la politique globale de développement de l'agriculture autour du lac, avec notamment le Projet de Développement Inclusif et Durable de l'Agribusiness au Sénégal (PDIDAS) ou encore le programme Développement économique local et transition agroécologique (DELTA). Les programmes agricoles seront de plus en plus orientés vers cette zone pour désengorger le delta du Sénégal, avec une spécialisation dans la riziculture pour le delta et dans l'agribusiness pour le lac.

L'AEP de Dakar (2 % des prélèvements – Fig. 8) définit les politiques de gestion de l'eau, de l'environnement et de l'agriculture à l'échelle du lac en termes d'amélioration des conditions de remplissage de la dépression et de gouvernance. Ainsi, l'installation de l'usine de Ngnith en 1970 a entraîné la rectification du canal de la Taoué en 1974 pour renforcer et accélérer le remplissage du lac (Fig. 3) et la construction du 2e pont-barrage de Richard Toll en 1980. La mise en service des barrages de Diama (1986) et de Manantali (1988) permet une disponibilité permanente de l'eau douce dans le lac (92 % des flux d'eau entrants). Ainsi, depuis 1992, l'eau est disponible à Richard Toll en permanence et à un niveau élevé, proche de celui du fleuve, permettant un niveau élevé du lac permanent (Bader, 2014).

La disponibilité en eau n'est donc pas une question majeure du fait d'une gestion à venir certaine (390 millions de m^3 à la cote 1 m IGN ; gestion du lac entre les côtes 2,40 et 2,81 m IGN). À l'inverse, le rythme d'aménagement du pourtour du lac interroge davantage sur le devenir de cette activité (rejets des eaux de drainage) que sur les prélèvements, sous contrainte de l'AEP, qui constitue l'usager stratégique, car consacré comme le premier usage de l'eau.

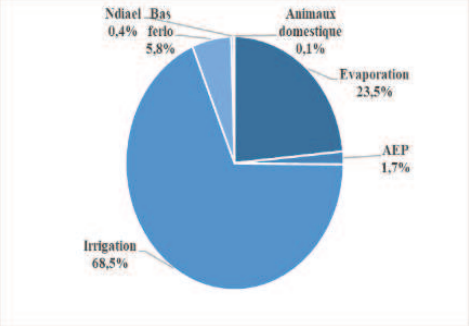


Fig. 8 — Bilan des prélèvements sur le lac de Guiers en 2015 (d'après Diop, 2017)

Sur le plan institutionnel, l'OLAG a été créé, en 2010, dans la perspective d'une gestion globale, quantitative et qualitative, du lac de Guiers. Les missions de l'OLAG sont, entre autres :

- d'assurer une bonne hydraulicité, permanente, entre le lac et le fleuve Sénégal ;
- d'assurer une bonne disponibilité quantitative et qualitative de l'eau et ;
- d'entretenir les ouvrages hydrauliques régulant l'eau du lac et des défluents du delta du Sénégal.

En 2017, l'OLAG est transformé en Office des Lacs et cours d'eau dans le but de mettre en œuvre les politiques de transferts d'eau des régions excédentaires vers les régions déficitaires.
Les modalités de la gestion de l'eau et leurs implications sur le développement hydroagricole dans la zone du lac de Guiers se fondent sur les enjeux agricoles qui sont assez impliquant pour les autres usages, notamment sur la qualité de l'eau et son maintien qui peuvent faire peser des risques pour les consommateurs lointains (Dakar). L'exemple majeur est la CSS et son agro-industrie de 12 000 ha qui est située sur la Taoué, l'adducteur qui relie le fleuve Sénégal et le lac de Guiers. L'étendue de la contamination des eaux de surface par les eaux de drainage issues de l'irrigation et contaminées par les pesticides et les engrais est encore mal documentée (Diaw et al., 2015), bien que, paradoxalement les prélèvements agricoles soient favorables à la qualité de l'eau potable. En effet, les volumes importants pompés permettent une circulation de l'eau, le renouvellement des eaux et un transfert nord-sud appréciable pour les usines de production d'eau potable de Keur Momar Sarr situées au sud du lac. Cette situation est renforcée par les lâchers dans le bas Ferlo (sud du lac) et dans le Ndiael (nord-ouest du lac).

La régulation par la coopération transfrontière

Le poids des centres urbains dans la consommation en eau potable se manifeste fortement dans les chaînes d'utilisation de l'eau et dans les décisions gouvernementales (gouvernance des ressources en eau à l'échelle macro). Cela suppose des choix politiques de la part des États et des arbitrages au sein de l'OMVS dans la répartition de la ressource entre les États et les filières d'utilisation ; répartition qui peut parfois générer des conflits.

Le fleuve Sénégal, y compris ses affluents, défluents et lacs (de Guiers côté sénégalais, R'kiz côté mauritanien), est une ressource transfrontière (statut de fleuve international). Il est géré par un organisme supranational (OMVS) ; les ouvrages hydrauliques étant déclarés communs (Diama, Manantali) et gérés par des sous-structures de l'OMVS (SODED, SOGEM) et les modalités d'utilisation et de partage de l'eau douce, entre les États puis entre les différents usages, discutées et programmées au sein de la Commission Permanente des Eaux (instrument et institution de résolution des conflits).

Entre 1990 et 2000, les projets de transferts d'eau du Sénégal sur le fleuve (Canal du Cayor pour l'AEP de Dakar, revitalisation des vallées fossiles du bas Ferlo pour l'agriculture – Fig. 2) ont fait naître des tensions hydrodiplomatiques entre le Sénégal et la Mauritanie. Ces controverses sont moins liées aux volumes d'eau pompés par les deux États qui utilisaient une toute petite fraction des volumes que l'OMVS leur a attribués à la suite de l'aménagement hydraulique de la vallée (20 % pour le Sénégal, moins de 5 % pour la Mauritanie), mais davantage aux susceptibilités géopolitiques durant cette période à la suite des graves émeutes qui se sont produites à Dakar et à Nouakchott en 1989 (Descroix et Esteves, 2005 ; Lasserre et Rékacéwicz, 2005). Ainsi, le projet du Canal du Cayor a été autorisé en 2002 par la Commission Permanente des Eaux de l'OMVS (16e session). Il a généré des tensions entre 1998 et 1999 aboutissants à la rupture des relations diplomatiques entre les deux pays.

Le cadre de dialogue de l'OMVS (CPE, puis Charte des eaux) a permis de résoudre cette tension. Dans ce contexte, le Sénégal a abandonné le projet de revitalisation des vallées fossiles du Ferlo en 2000 qui sera relancé vers la fin des années 2010 dans le cadre d'un nouveau projet dénommé Projet de renforcement de la résilience des écosystèmes du Ferlo (PREFERLO) alors que le projet du Canal du Cayor a abouti avec les réalisations de KMS 1, 2 et 3. Les modalités de gestion de l'eau seront définies par la Charte des eaux du fleuve (depuis 2002) qui détermine les clés de répartition de l'eau entre les différentes filières d'utilisation. La signature de la charte des eaux constitue une avancée fondamentale pour assurer un meilleur partage de l'eau et apaiser les revendications nationales. Elle précise que la répartition de l'eau se fera désormais entre les usagers et non entre les États. Par ailleurs, la Charte n'accorde, juridiquement, une priorité pour un usage (en l'occurrence l'AEP et les usages domestiques) qu'en cas de pénurie d'eau sur le fleuve.

CONCLUSION

Le Sénégal et la Mauritanie connaissent une croissance de leur population et une urbanisation conduisant à une augmentation de la demande en AEP alors que les sources d'eau traditionnelles (nappes phréatiques) s'assèchent. Cela a entraîné le développement de politique de transfert d'eau depuis le fleuve Sénégal pour sécuriser l'accès à l'eau des grandes capitales nationales (Dakar, Nouakchott) ou régionales (Saint-Louis). Ces politiques sont consécutives de la maitrise de l'eau du fleuve Sénégal dans le cadre des grands barrages de l'OMVS.

Il en découle que ces politiques de transferts impactent la gestion de l'eau du fleuve Sénégal :

- d'une part en mettant en premier la filière AEP comme usager stratégique ; de ce fait, les exigences de productivité agro-industrielles intègrent la qualité de la ressource pour l'AEP des centres urbains ; dans le cas du lac de Guiers, son fonctionnement hydrosystémique garantit la qualité de l'eau pour l'AEP de Dakar ;
- et d'autre part en mettant en place des outils de régulation des allocations de l'eau au sein de l'OMVS. Ainsi, la Charte des eaux privilégie-t-elle une allocation de l'eau en fonction des usages et non des pays (coopération transfrontalière) pour éviter les tensions dans l'utilisation de l'eau consécutives au projet de transfert d'eau du Sénégal vers Dakar à la fin des années 2000.

Références

[1] Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, (2020). *Notes de synthèse n° 6. Chiffres clés sur la population du Sénégal.* 14 p.

[2] Bader J. C., (2014). *Monographie hydrologique du fleuve Sénégal. De l'origine des mesures jusqu'en 2011*. IRD Editions, 834 p.

[3] Bénédicte Ch., Nicolas P., Samba D. O., Diarra T., (2007). *La distribution d'eau potable dans la ville de Nouakchott, Mauritanie. Analyse des points de vente d'eau. GRET*, Rapport thématique sur la situation de l'eau potable à Nouakchott, 26 p.

[4] Blanchon D. (2019). *Géopolitique de l'eau. Entre conflits et coopération*. Le Cavalier bleu éditions, Paris, 165 p.

[5] Blanchon D., (2006). La politique de l'eau en Afrique du Sud : le difficile équilibre entre développement durable et valorisation optimale de la ressource. *Développement durable et territoires*, Dossier 6, DOI : https://doi.org/10.4000/developpementdurable.1735

[6] Blanchon D., (2008). Le complexe hydropolitique sud-africain : connexions, déconnexions, reconnexions ? *Flux,* volume 1, n 71, pp. 61-72.

[7] Blanchon D., (2015). Le Lesotho Highland Water Project, ou le retour de la grande hydraulique en Afrique australe. *Bulletin de l'association de géographes français*, volume 2, n 92, pp. 167-183.

[8] Blanchon D., Maupin A., (2009). Géopolitique de l'eau en Afrique australe. *Sécurité globale*, Volume 3, n 9, pp. 79-96.

[9] Blanchon D., Turton A., (2005). Les transferts massifs d'eau en Afrique du Sud. In Lasserre F. (dir.*). Les transferts massifs d'eau : outils de développement ou instruments de pouvoir ?* Presses universitaires du Québec, pp. 245–283.

[10] Bravard J. P., (2005). Barcelone et le projet de transfert de l'eau du Rhône. In Lasserre F. (dir.). *Les transferts massifs d'eau : outils de développement ou instruments de pouvoir ?* Presses universitaires du Québec, pp. 125–140.

[11] Brigaud F., (1961). *Études sénégalaises n°9. Connaissance du Sénégal. Fascicule 2 : hydrographie*. Centre I.F.A.N., Saint-Louis, 108 p.

[12] Crousse B., Mathieu P., Seck S. M. (dir.), (1991). *La vallée du fleuve Sénégal. Évaluations et perspectives d'une décennie d'aménagements*. Karthala, Paris, 380 p.

[13] Dansero E., Luzzati E., Seck S.M. (dir.), (2009). *Organisations paysannes et développement local : leçons à partir du cas du delta du fleuve Sénégal.* L'Harmattan, Paris, 335 p.

[14] Dasylva S., Cosandey C., (2005). L'exploitation de la Nappe des Sables Quaternaires pour l'alimentation en eau potable de Dakar : une offre compromise par l'insuffisance de la recharge pluviométrique. *Geocarrefour*, voume 80, n°4, DOI : https://doi.org/10.4000/geocarrefour.1385.

[15] Descroix L., Esteves M., (2005). Dakar. Une capitale dépendant d'approvisionnements lointains. In Lasserre F. (dir.). *Les transferts massifs d'eau : outils de développement ou instruments de pouvoir ?* Presses universitaires du Québec : 101–105.

[16] Diaw M., Mall I., Sané S., Madioune E H. D., Faye S., 2015. Assessing of the Suitability for Irrigation Water and Their Repercussions on Land Degradation Process in Delta and Lower Senegal River Valley. *American Journal of Water Resources,* vol.ume 3, n°2, pp. 32–43.

[17] Diop P., (2017). *Vers une stratégie de gestion participative multi-usages de la ressource en eau dans le delta du fleuve Sénégal : processus de décision et outils de régulation autour du lac de Guiers.* Thèse de doctorat, Université Paris Saclay, Université Cheikh Anta Diop (Dakar).

[18] Fonds Africain de Développement, (2011). *Rapport d'achèvement du projet d'approvisionnement en eau potable de la ville de Nouakchott « Aftout Essahéli ».* OWAS, 36 p.

[19] Friedel M. J., Finn C. A., Horton J., (2015). *Second Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de Mauritanie (PRISM-II), Hydrogeologic Map of the Islamic Republic of Mauritania, Synthesis of Hydrologic Data, and Chemical Hydrologic Map of the Islamic Republic of Mauritania: Phase V, Deliverables 56, 57, and Added Value, Open-File Report 2013 – 1280 Chapter C, U.S*. Department of the Interior et U.S. Geological Survey éditeurs, 30 p.

[20] H2O Engineering, (2016). *Étude d'impact environnemental approfondie. Tome 1 : Construction d'une troisième station de traitement d'eau potable à Keur Momar Sarr et ses renforcements en aval.* Direction de l'Environnement et des Établissements Classés de Dakar (DEEC), 296 p.

[21] Kamara S., (2013). *Développements hydrauliques et gestion d'un hydrosystème sahélien convoité largement anthropisé. Le delta du fleuve Sénégal.* Thèse de Doctorat en cotutelle, Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse France, UMR CNRS 7 300 Espace/Université Gaston Berger de Saint-Louis Sénégal, Laboratoire Leïdi.

[22] Kamara S., Martin P., Coly A., (2015). La moyenne vallée du Sénégal, entre corridor et isolat. Regard sur les nouvelles dynamiques économiques et spatiales depuis la mise en place des grands aménagements hydrauliques de Manantali et Diama. *I. S.Rivers*, ZABR éditeur, Lyon, 3 p.

[23] Kierans T., (2005). La gestion commune des eaux entre Canada et États-Unis au XXIe siècle. Le projet de Canal Grand. In Lasserre, F (dir.). *Les transferts massifs d'eau : outils de développement ou instruments de pouvoir ?* Presses universitaires du Québec : 39–53.

[24] Lacroix M., Séméga B., (2004). Genèse et évolution d'une nappe endoréique côtière : l'aquifère du continental terminal du Trarza (Mauritanie). *Actes du Colloque International « Terre et Eau »*, Annaba, 21, 22 et 23 novembre 2004, pp. 210 – 213.

[25] Lasserre F. et Rékacéwicz P., (2005). Des projets pharaoniques autant que destructeurs. *Le monde diplomatique*, mars 2005, pp. 18-19.

[26] Lasserre F., (2003). L'eau dans l'ouest aride des États-Unis. Valeur d'usage, mythes politiques et représentations territoriales d'une société hydraulique. In Lasserre, F., Lechaume, A. (dir.). *Le territoire pensé. Géographie des représentations territoriales.* Presses universitaires du Québec, pp. 195–211.

[27] Lasserre F., (2011). L'Amérique a soif. Les États-Unis obligeront-ils Ottawa à céder l'eau du Canada ? In Lasserre, F., Descroix, L (dir.). *Eaux et territoires. Tensions, coopérations et géopolitique de l'eau.* Presses universitaires du Québec : 373 – 411.

[28] Lasserre F., (dir.), (2005). *Les transferts massifs d'eau : Outils de développement ou instruments de pouvoir ?* Presses Universitaire du Québec, 610 p.

[29] Martin P., DI Costanzo H., Canovas I., (2020). Aridité et sécheresse : heuristique d'une modélisation parétienne et bayésienne de la tension sur la ressource en eau dans le sud-est de la France. *Journal International Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement*, volume 5, n 2, pp. 28-48.

[30] Ministère de l'hydraulique, (2006). *Déclaration de politique sectorielle du secteur de l'hydraulique en 2006 (version du 8 avril).* 10 p.

[31] Mohamed A. S, (2012*). Approches géochimique et hydrodynamique de la recharge de la nappe du Trarza, Sud-Ouest de la Mauritanie.* Thèse de doctorat, Université de Paris Sud.

[32] Mohamed A. S, Marlin C., Leduc C., Jiddou M., (2013). Modalités de recharge d'un aquifère en zone semi-aride : cas de la nappe du Trarza (Sud-Ouest Mauritanie). *Hydrological Sciences Journal*, volume 59, n 5, pp. 1046-1062.

[33] Nouaceur Z., (2010). Essor économique et crise environnementale d'une capitale sahélienne : Nouakchott. *Sécheresse*, volume 21, n°1, pp. 63-70.

[34] Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal, (2010). *SDAGE du fleuve Sénégal. Phase 2 : schémas sectoriels*. Société Canal du Provence, 255 p.

[35] Recensement Général dela Population et de l'Habitat, (2013). *Projections démographiques*. Office National de la Statistique (ONS), 105 p.

[36] Rousselot Y., (2015). Upstream Flows of Water: from the Lesotho Highlands to Metropolitan South Africa. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine,* volume 3, n 103, DOI : https://doi.org/10.4000/rga.3023.

[37] Ruf T., (2012). Le projet Aqua Domitia et les contradictions territoriales : intérêt et limites. *Pour*, voume 1, n 213, DOI : https://doi.org/10.3917/pour.213.0065.

[38] Ruf T., (2015). Transférer l'eau du Rhône dans le Languedoc : regard critique sur les incidences du projet Aqua Domitia et les contradictions territoriales. *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement [Online]*, n° 25-26, DOI : https://doi.org/10.4000/tem.2778.

[39] Sall M. T., Chopart J. L., Diop P., S M., Fall A., Kane A., Tychon B., Wellens J., (2019). L'agrobusiness : un rôle moteur en gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) et en nexus eau-énergie-alimentation ? Cas de la Compagnie Sucrière Sénégalaise. *Geo-Eco-Trop.*, volume 43, numéro spécial 3, pp. 445-452.

[40] Tfeila M., Zahidi K., Ould Sid'Ahmed M., Kankou O., Souabi S., Aboulhassan M. A., (2015). Évaluation de la qualité des eaux potables produites par la station de traitement : cas de la Mauritanie. *Scientific Study & Research : Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, volume 16, n°3, pp. 197–214.

[41] Thiam O., (2008). *L'axe Dakar-Touba (Sénégal) : analyse spatiale d'un corridor spatial émergent*. Thèse de doctorat, Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, UMR CNRS 6012 ESPACE.

[42] Vandal G., (2018). Une guerre de l'eau anticipée entre le Canada et les États-Unis. *La Tribune numérique*, URL : https://www.latribune.ca/opinions/une-guerre-de-leau-anticipee-entre-le-canada-et-les-etats-unis-e602001d8200469f2322db52f79bfbc4

.