

Monographie hydrologique du fleuve Sénégal

De l'origine des mesures
jusqu'en 2011

Monographie hydrologique du fleuve Sénégal

De l'origine des mesures
jusqu'en 2011

Éditeur scientifique
Jean-Claude Bader

Cet ouvrage (livret et CD-ROM)
a été publié avec le soutien
de l'UMR G-EAU
(Gestion de l'eau, acteurs et usages).

IRD Éditions
Institut de recherche
pour le développement

Marseille, 2015

Coordination, fabrication

Sylvie Hart

Maquette de couverture

Michelle Saint-Léger

Maquette intérieure et mise en page

Aline Lugand – Gris Souris

Duplication CD-ROM et interactivité

Digital services/Poisson soluble

Sauf mention particulière, toutes les photos sont de l'auteur.

Photo de couverture

© IRD/G. Fédière – Chutes de Gouina, fleuve Sénégal, Mali.

La loi du 1er juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article L. 122-4). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2015

ISBN : 978-2-7099-1885-5

Sommaire

Les auteurs	6
Préfaces	7
Historique et objectif du projet	17
Facteurs conditionnels du régime	21
■ Caractères physiques du bassin versant	21
■ Facteurs climatiques	25
■ Facteurs anthropiques	27
Les données d'observations hydrométriques	33
■ Observations hydrométriques	33
Analyse hydrologique : régimes d'écoulement naturel et artificialisé	41
■ Étude du tarissement	41
■ Étude de la propagation des écoulements ..	43
■ Obtention de séries chronologiques complètes	49
■ Analyse des régimes d'écoulement	53
Monographie	CD-ROM

Le CD-ROM regroupe la monographie hydrologique complète et la version numérique du livret.

Les auteurs

Jean-Claude **Bader** (éditeur scientifique), hydrologue
Institut de recherche pour le développement
Centre de Montpellier
jean-claude.bader@ird.fr

Sébastien **Cauchy**, chef de projet
Société du canal de Provence
et d'aménagement de la région provençale
Aix-en-Provence
Sebastien.cauchy@canal-de-provence.com

Loïc **Duffar**, hydrologue
Société du canal de Provence
et d'aménagement de la région provençale
Aix-en-Provence
loic.duffar@canal-de-provence.com

Philippe **Saura**, ingénieur hydraulicien
Société du canal de Provence
et d'aménagement de la région provençale
Aix-en-Provence
Philippe.Saura @canal-de-provence.com

Préfaces

Kabiné Komara

Ancien Premier ministre de Guinée
Haut Commissaire de l'OMVS

C'est à travers la gestion transfrontalière réussie du bassin du fleuve Sénégal qu'il faut louer le mérite de nos dirigeants d'avoir eu l'idée de s'unir autour d'un pacte de solidarité au service des populations des pays membres, pour créer ce merveilleux instrument de coopération sous-régionale qu'est l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS).

À sa création en 1972, l'OMVS a mis en place les éléments fondateurs de sa cohésion et de ses succès. Ces éléments sont à la fois institutionnels, juridiques, techniques et économiques. Avec un cadre institutionnel et juridique novateur, l'OMVS a su bâtir une œuvre originale fondée sur la concertation, la solidarité et l'équité. Pour en arriver là, il a fallu cependant mettre en place les bases d'une confiance fondée sur transparence adossée à des éclairages techniques et scientifiques. C'est ce qui explique le choix de l'Organisation de se doter de tout un ensemble d'outils techniques de gestion concertée et solidaire de la ressource en eau.

L'OMVS a été appuyée dans cet exercice par des partenaires techniques de haut niveau dont l'Institut de recherche pour le développement (IRD ex Orstom) qui, en 1974, a réalisé la première « Monographie du fleuve Sénégal ». Ouvrage capital et utile ayant servi à tracer les contours du bassin, à calculer des superficies, à enrichir des recherches, à faire connaître le bassin. Cette première édition a permis de compiler les

résultats de toutes les études hydrologiques antérieures, y compris ceux relatifs à l'étude de pré investissement des années 1970, pour la régularisation du fleuve Sénégal.

De 1974 à nos jours se sont écoulées quatre décennies, témoins d'autant d'activités diversifiées. Sans être dépassée, cette « Monographie » mérite tout de même d'être actualisée. Ce besoin, longtemps exprimé par la Commission permanente des eaux, s'est réalisé suite à une décision du Conseil des ministres de l'OMVS.

La présente monographie est faite dans un bassin versant modifié par rapport à celui qui a été parcouru par les auteurs de la première monographie.

En effet, de 1974 à nos jours, le bassin a vu s'édifier trois ouvrages majeurs :

- un barrage anti-sel à Diama dont l'impact immédiat est d'empêcher la remontée de la langue salée dans le cours principal du fleuve avec ses conséquences sur l'hydraulicité et le fonctionnement des dépressions associées, sur l'agriculture irriguée et de décrue, sur l'alimentation en eau des populations, sur l'alimentation en eau des zones humides, etc ;
- un barrage hydroélectrique à buts multiples à Manantali (200 MW de puissance installée) dont les effets sur la régularisation du débit du fleuve sont importants ; sa retenue d'environ 11 milliards de m³ fait désormais partie du décor du bassin ;
- un barrage au fil de l'eau à Félou (59 MW de puissance installée) est en service depuis 2013.

La gestion concertée des deux premiers barrages peut permettre l'irrigation de 375 000 ha et la navigation sur 905 km, entre Saint-Louis du Sénégal située à l'embouchure du fleuve et Ambidédi au Mali à 40 km à l'aval de Kayes.

Suite à la réalisation de ces ouvrages, le bassin a connu d'importantes transformations hydrologiques mais aussi

environnementales et socio-économiques. En somme, le bassin versant du fleuve Sénégal a profondément changé avec les aménagements précités.

Il le sera davantage quand l'OMVS réussira à réaliser les barrages de Gourbassi sur la Falémé, de Koukoutamba, Boureya et Balasa sur le Bafing et de Badoumbé et Boundoufora sur le Bakoye.

Et encore plus radicalement, quand l'OMVS finira l'exécution du projet de Système intégré de transport multimodal (Sitram). Ainsi, le chenal navigable sera aménagé entre Saint-Louis au Sénégal et Ambidédi au Mali. Un port fluvio-maritime sera édifié à Saint-Louis et un port fluvial à Ambidédi. L'aménagement d'escales portuaires s'effectuera le long du chenal navigable. C'est dire que le bassin présentera une autre image.

Et enfin, avec les changements climatiques qui modifient les paysages du monde entier, il s'avère utile de prévoir d'autres modifications qui, à terme, exigeront des remises en cause, des actions et des ajouts. Tout cela exigera d'autres actualisations qui vont renforcer la base de connaissances du bassin.

Cette monographie que nous mettons à la disposition des lecteurs est un document descriptif d'un milieu aux modifications physiques et anthropiques rapides et notoires. Il a eu le mérite de tenir compte de cette dynamique. Il a aussi su profiter des mutations technologiques (techniques spatiales par exemple) en matière de suivi des ressources en eau. Il contient des informations hydrologiques capitales pour la conduite des études complémentaires des futurs ouvrages et pour l'aménagement équilibré des territoires du bassin.

Il me revient de féliciter tous ceux qui ont participé à sa réalisation et de remercier : la Banque mondiale qui a assuré le financement, l'IRD pour son appui constant qui a abouti

à la diffusion de cette nouvelle édition et les cadres du Haut Commissariat qui ont assuré la coordination de l'étude d'actualisation.

À tous ceux qui souhaitent mieux connaître ce bassin, espace de brassage culturel et d'intégration, cet ouvrage reste un outil indispensable pour vous.

Je vous remercie.

E. Salif Diop

Professeur titulaire des Universités

Membre de l'Académie nationale des sciences et techniques
du Sénégal (ANSTS)

Membre de l'Académie africaine des sciences (AAS)

Membre de l'Académie mondiale des sciences pour l'avancement
des sciences dans les pays en développement (TWAS).

La nature transfrontalière du fleuve Sénégal rend indispensable l'obtention de données hydrologiques fiables pour une gestion durable des ressources en eaux de son bassin versant. C'est dans ce contexte que doit être examinée la mise à jour de l'abondante documentation hydrologique accumulée sur le bassin de ce cours d'eau depuis le début du XX^e siècle. Ce travail a permis d'actualiser la monographie hydrologique du fleuve Sénégal éditée en 1974, qui continue d'être considérée comme un ouvrage de référence sur l'hydrologie de surface dans le bassin du fleuve.

Les données scientifiques, mines d'informations substantielles que l'on retrouve dans cette monographie, sont d'autant plus importantes que l'ensemble du bassin a subi depuis quelques deux à trois décennies des transformations fondamentales. Le fleuve Sénégal en lui-même est une ressource importante pour la majorité de la population rurale qui augmente très rapidement, car il alimente les modes de vie agricole et pastoral mais aussi piscicole. Au-delà de ces aspects, il importe de souligner le rôle du fleuve Sénégal – en particulier depuis la construction des barrages de Manantali (en amont) et de Diama (en aval) – dans le domaine de l'irrigation (où les bénéfices n'ont pas été acquis sans des coûts écologiques et humains importants), dans le domaine de la production hydroélectrique ainsi que dans la gestion des zones humides et des zones lacustres – Lac de Guiers y inclus – tout le long du fleuve, mais aussi en aval dans le Djoudj et le Diawling.

De nombreuses modifications ont eu lieu avec la construction des barrages, qui ont participé aux changements des caracté-

ristiques hydrologiques naturelles du cours d'eau et du delta du fleuve Sénégal, dans un environnement semi-aride qui a lui-même subi de fortes variabilités au plan climatique notamment. Cette variabilité a affecté l'ensemble du bassin versant, caractérisé par des écosystèmes très différenciés suivant la direction nord-sud. Durant les grandes sécheresses des années 1970 et 1980, la répartition des précipitations s'est déplacée vers le sud de plusieurs dizaines, voire centaines de kilomètres.

Ce sont toutes ces données nouvelles obtenues grâce à des méthodes mieux élaborées et plus performantes – en particulier pour analyser la propagation des écoulements et modéliser les étalonnages, y compris l'utilisation d'une cartographie par images satellitaires – dont la nouvelle monographie hydrologique du fleuve Sénégal fait état dans cette publication.

Le contexte socio-économique pour l'accès à l'eau en Afrique est délicat avec une croissance démographique marquée et une demande en eau qui ne cesse de croître. Une planification et une gestion rigoureuse et équilibrée sont donc indispensables, d'autant plus que de multiples secteurs économiques, et non des moindres, doivent aussi être pris en compte, tels que les industries, le tourisme, l'agriculture, mais aussi la navigation pour le cas du fleuve Sénégal.

La particularité et la sensibilité du bassin du fleuve Sénégal sont telles que l'on est en présence d'un bassin fluvial trans-frontalier dans une région qui a été affectée et continue d'être affectée par des sécheresses récurrentes. Or, on sait que l'eau constitue l'une des ressources les mieux partagées sur la planète et qu'elle est vitale pour la survie humaine. Elle a la capacité d'unir les peuples et les États qui partagent les mêmes sources d'eaux, même s'il est devenu de plus en plus courant, dans les médias, que l'on évoque plutôt les questions de conflits autour de cette ressource. Certes, le

potentiel de conflits sur les ressources en eaux partagées est réel, mais ce n'est sûrement pas la norme, et il est important que les pays qui partagent les mêmes bassins transfrontaliers arrivent à des accords solides afin de gérer de manière durable leurs ressources en eaux, notamment par des mécanismes concertés de consultation et de coopération qui, pour la plupart, aboutissent à des accords régionaux ou internationaux, comme c'est le cas de l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS).

D'innombrables traités, accords et conventions ont été signés par les peuples et par les États à travers l'histoire. Certains ont porté sur la navigation ou sur la démarcation des frontières le long des rivières et des lacs... Dès l'aube de l'hydroélectricité et de l'irrigation à grande échelle, développées notamment durant le XX^e siècle, l'objet de ces négociations était, pour la plupart, de conclure des traités focalisés en général sur l'utilisation, le développement, la protection et la conservation des ressources en eaux partagées. Même si les questions nécessitant des négociations et des accords entre les États sont très complexes, la pratique demeure la recherche de solutions négociées qui, somme toute, constitue la norme. L'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal sert encore une fois d'exemple en la matière.

L'eau, dont la caractéristique est de se mouvoir rapidement en surface et plus lentement en sous-sol, est une ressource matérielle qui, à la différence de beaucoup d'autres, est découplée de la géographie politique. « Elle fait fi des frontières qu'elle franchit sans passeport », rappellent Kevin WATKINS et Arunabha GHOSH dans le rapport sur le Développement humain publié en 2006 par le Pnud. Elle est donc avant tout une ressource partagée qui nécessite une gestion transfrontalière commune. Les pays partageant l'eau d'un même bassin sont « condamnés » à coopérer s'ils ne veulent pas se battre pour en avoir le contrôle.

Ce sont non seulement les États qui sont en concurrence pour l'usage de l'eau, mais encore, dans ces mêmes États, les différents secteurs de l'économie (industrie, agriculture, usage domestique). La bonne entente entre les pays en amont (qui contrôlent les sources) et ceux situés en aval (qui reçoivent les débits « décidés » par les pays en amont) est indispensable. Les mécanismes institutionnels existent, mais, au-delà des discours, la réalité montre parfois qu'ils fonctionnent mal. Les États riverains du bassin du fleuve Sénégal doivent donc démontrer le contraire grâce à l'utilisation judicieuse des bases de données scientifiques sous forme d'observatoires à long terme, comme c'est le cas pour les données publiées dans cette monographie hydrologique du fleuve Sénégal.

La mise à jour par l'OMVS de cette monographie hydrologique du fleuve Sénégal a été lancée en 2009. Ce sont en définitive l'IRD (Institut de recherche pour le développement) et la SCP (Société du Canal de Provence) qui ont réalisé cette mise à jour. Les données hydrométriques de l'OMVS en date du 18 octobre 2010, gérées avec le logiciel Hydraccess de l'IRD, constituent le socle de cette mise à jour. La nouvelle monographie intègre, en principe, l'ensemble des données collectées depuis l'origine des observations à chaque station hydrométrique exploitée sur le bassin du fleuve Sénégal.

La préparation de cette nouvelle monographie hydrologique du fleuve Sénégal s'est déroulée sur plus de quatre ans et les données et informations qu'elle contient sont inestimables, comme cela nous est démontré à travers les actions que nous menons en permanence pour gérer et restaurer de façon durable l'intégrité des ressources en eaux douces du bassin du fleuve Sénégal. Cette mise à jour montre encore une fois l'importance des observatoires à long terme pour le suivi de l'évolution des ressources en eaux. Elle analyse de manière synthétique non seulement les facteurs conditionnels du régime du fleuve Sénégal, mais aussi, et dans les détails, les

facteurs d'écoulements et autres facteurs hydrologiques associés. En somme, ce document, fruit d'une large coopération entre de nombreux partenaires, représente une source d'informations essentielle pour les chercheurs, les praticiens et les spécialistes en aménagement des ressources en eaux douces, les médias et le public. Au total, cette mise à jour, réalisée de façon méticuleuse, constitue un instrument utile à la prise de décision pour les politiques de recherche et pour l'utilisation et la gestion durable de l'eau au cours des années à venir. Pour ma part, je demeure persuadé que la mise à jour de cette monographie contribuera de manière significative à l'aménagement durable de l'ensemble du bassin du fleuve Sénégal.