

Niveau du fleuve Niger à Koryoumé pour le régime observé. Complètement et extension des valeurs observées à partir des données de stations voisines exploitées avec le modèle de propagation de Lamagat

JC Bader, 03/09/2013

Objectif

L'objectif consiste à élaborer une série aussi fiable, complète et longue que possible concernant le niveau moyen journalier du fleuve Niger à Koryoumé

Données hydrométriques de base

Les données utilisées proviennent de la base de données hydrométriques du fleuve Niger, qui est maintenue par la DNH du Mali et l'IRD et gérée à l'aide du logiciel Hydraccess. Ce sont des niveaux instantanés de plan d'eau observés une ou deux fois par jour sur les limnimètres de Koryoumé et de plusieurs stations voisines implantées sur le cours du fleuve Niger, dont chaque valeur est assortie d'un code d'origine permettant de savoir si elle correspond à une réelle observation ou si elle a été obtenue par un calcul de reconstitution.

Après vérification systématique des données par superposition graphique des limnigrammes des stations successives, on exclut certaines données douteuses et on corrige certaines erreurs flagrantes (fautes de frappe lors de la saisie ; erreurs de lectures généralement décimétriques). A partir des niveaux instantanés ainsi contrôlés, dont on ne conserve que les valeurs réellement observées à l'exclusion de toute valeur reconstituée, on calcule avec Hydraccess la chronique des cotes moyennes journalières de chaque station par la méthode des trapèzes.

Pour la station de Koryoumé, les données disponibles de niveau observé couvrent les périodes du 14/08/1963 au 26/10/1978 et du 01/01/1982 au 29/11/2012. Leur comparaison avec les niveaux observés aux stations voisines montre que les limnimètres utilisés pendant ces deux périodes, très probablement installés sur le même plan d'eau, ont des niveaux de référence différents. L'exploitation des informations contenues dans la monographie hydrologique du fleuve Niger (Brunet-Moret et al, 1986) et l'analyse des mesures de débit effectuées montre que le zéro du limnimètre ancien se situe à une altitude supérieure d'environ 110 cm à celle du limnimètre actuel. On applique donc une correction de +110 cm aux cotes observées de 1963 à 1978, afin d'obtenir une chronique de niveaux homogènes se référant à l'altitude du zéro de l'actuel limnimètre sur toute la période 1963-2012. L'homogénéité de la série obtenue est confirmée par l'absence d'évolution constatée de part et d'autre de la période 1978-1982, pour le modèle de propagation calé entre les cotes journalières des stations voisines et celles de Koryoumé (voir ci-après).

Reconstitution des données manquantes pour Koryoumé

La chronique de niveau moyen journalier observé à Koryoumé est constituée de 12165 valeurs comprises entre -67 et 540 cm, couvrant la période du 15/08/1963 au 28/11/2012 avec 32% de lacunes. Grâce aux observations disponibles pour les stations voisines, elle peut être complétée et étendue en utilisant le modèle de propagation de Lamagat (1983, 1987, 1990), justifié de façon théorique par Morel-Seytoux et al (1993). Ce modèle, qui est basé sur les équations de Barre de Saint Venant régissant les écoulements à surface libre monodimensionnels et graduellement variés, peut être considéré comme un modèle d'onde

diffusive (ou "zéro inertie"). A partir de l'évolution de la cote ou du débit X à une station prévisseur, il décrit l'évolution de la cote ou du débit Y à une station prévisande par deux fonctions f et g vérifiant les relations suivantes, où t désigne le temps et D un délai de propagation :

$$D(t) = g(X(t))$$

$$Y(t+D(t)) = f(X(t))$$

Basé sur les données X et Y observées aux deux stations, le calage du modèle consiste à déterminer les fonctions f et g de façon à minimiser l'erreur type de la fonction f. On exploite ici le modèle en utilisant les cotes moyennes journalières de Koryoumé comme prévisande Y et, successivement comme prévisseur X, les cotes moyennes sur $2n+1$ jours de stations situées à l'amont (Diré, Tonka, Niafouké et Tondifarma aval, avec $n = 3, 8, 8$ et 7 jours respectivement) ainsi que les cotes moyennes journalières d'une station située à l'aval (Ansongo). La figure 1 montre les résultats obtenus pour le calage du modèle sur le bief Diré-Koryoumé, qui distingue deux périodes successives de part et d'autre du 01/01/1993.

Chaque modèle ainsi calé permet de calculer une série de cotes moyennes journalières reconstituées pour Koryoumé qui, comparée aux valeurs observées, donne la série de ses erreurs journalières constatées. Dans tous les cas, ces erreurs de modélisation présentent un coefficient d'autocorrelation qui, égal à 1 pour un délai nul, décroît assez rapidement en fonction du délai pour fluctuer ensuite autour de 0. Cela traduit une relative persistance des erreurs de modélisation pendant quelques jours, que l'on met à profit pour corriger certaines valeurs reconstituées par le modèle. En pratique, on commence par déterminer le délai N au-delà duquel le coefficient R d'autocorrelation des erreurs du modèle devient inférieur à 0.5. Pour chaque cote modélisée pouvant remplacer une donnée manquante à Koryoumé, deux cas de figure peuvent alors se présenter : 1) si cette cote se situe à plus de N jours de toute erreur de modélisation constatée, elle est conservée sans correction et associée à une erreur constatée nulle ; 2) dans le cas contraire, elle subit une correction tenant compte de la plus proche (ou des deux plus proches, antérieure et postérieure) erreur(s) constatée(s) située(s) à moins de 2N jours de distance, pondérée(s) de façon inversement proportionnelle à cette (ces) distance(s).

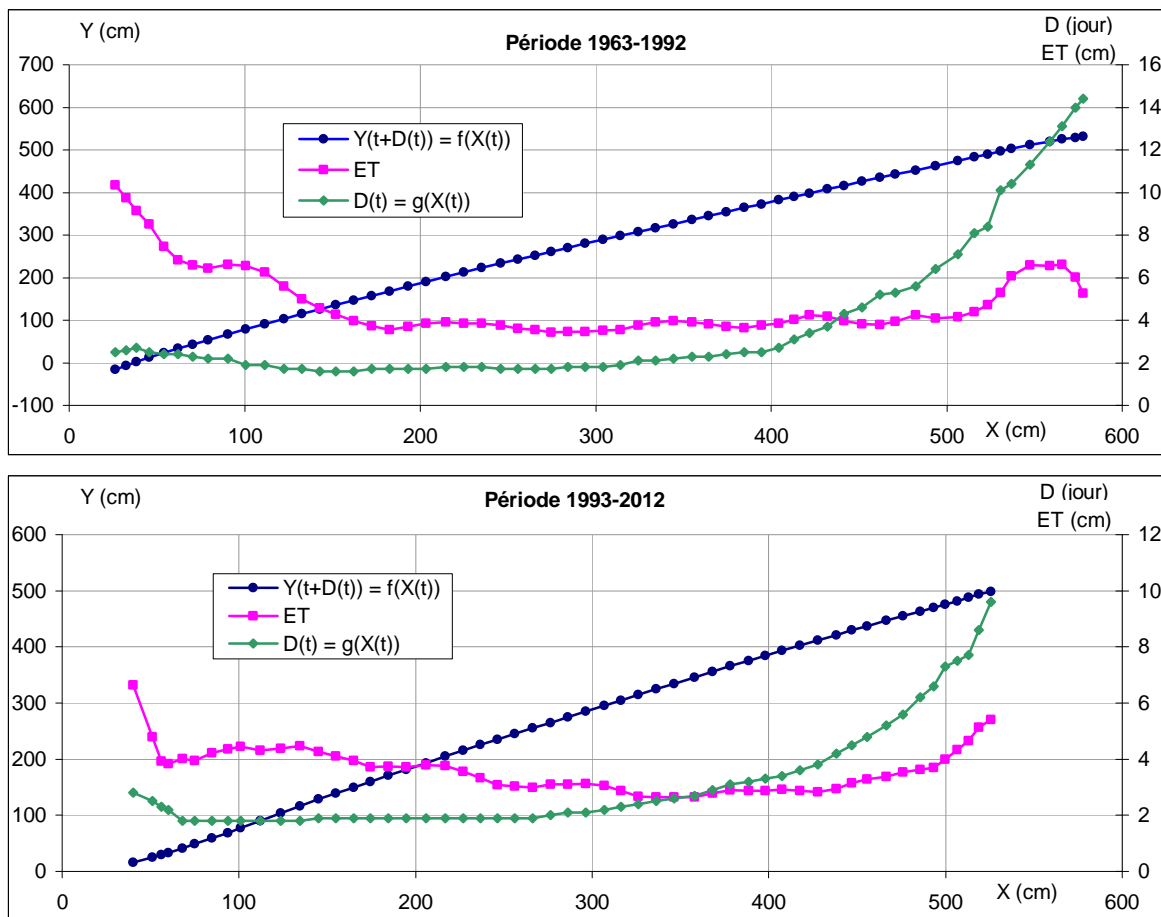


Figure 1 : modèle de propagation de Lamagat calé entre les stations de Diré et Koryoumé sur les périodes 1963-1992 et 1993-2012 (X (t) : cote moyenne à l'échelle de Diré, entre les temps t-3 jours et t+3 jours ; Y(t) : cote moyenne à l'échelle de Koryoumé, entre les temps t-12H et t+12H ; ET : erreur type de la fonction f).

Avec les cotes observées aux différentes stations prévisseurs, on reconstitue grâce au modèle de propagation 10694 cotes moyennes journalières pour la station de Koryoumé. Ces reconstitutions sont obtenues à 95% à partir des données de la station de Diré (tab. 1), que l'on exploite à partir de l'année 1949. Des données antérieures existent bien pour cette station, mais des incertitudes pèsent sur la stabilité de leurs niveaux de référence. Dans un souci de fiabilité, il semble préférable de ne pas les utiliser ici.

Pour terminer, 79 cotes de basses eaux, inférieures à 20 cm, sont reconstituées en 1973, 1974 et 2006 par interpolation linéaire. La chronique finalement obtenue couvre la période du 09/07/1949 au 03/12/2012 avec seulement deux lacunes de basses eaux concernant des cotes inférieures à 100 cm du 27/04/1950 au 17/07/1950 et à 200 cm du 15/03/2012 au 31/07/2012 (fig. 2).

préviseur	calage du modèle		application du modèle et reconstitution de cotes						
	période	ET (cm)	N (jour)	effectif		dates		extrêmes (cm)	
				non corrigées	corrigées	début	fin	min	max
Diré	1963-1992	5.0	23	8094	956	juil-1949	nov-1992	-73	553
Diré	1993-2012	3.6	23	396	657	juil-1994	déc-2012	-21	502
Tonka	1963-2009	7.0	30	182	119	juin-1980	juin-1983	-84	466
Niafouké	1963-2009	6.4	26	52	166	juil-1950	janv-2004	-75	468
Tondifarma	1963-2003	5.8	22	0	64	juil-1974	juil-1999	-62	175
Ansongo	1963-2007	13.9	89	0	8	juin-2006	juin-2006	17	19

Tableau 1 : bilan des reconstitutions de cotes moyennes journalières pour le fleuve Niger à l'échelle de Koryoumé, à l'aide du modèle de propagation de Lamagat (ET : erreur type moyenne du modèle ; N : délai maximal des corrections apportées aux valeurs modélisées brutes, à partir des erreurs de modélisation observées)

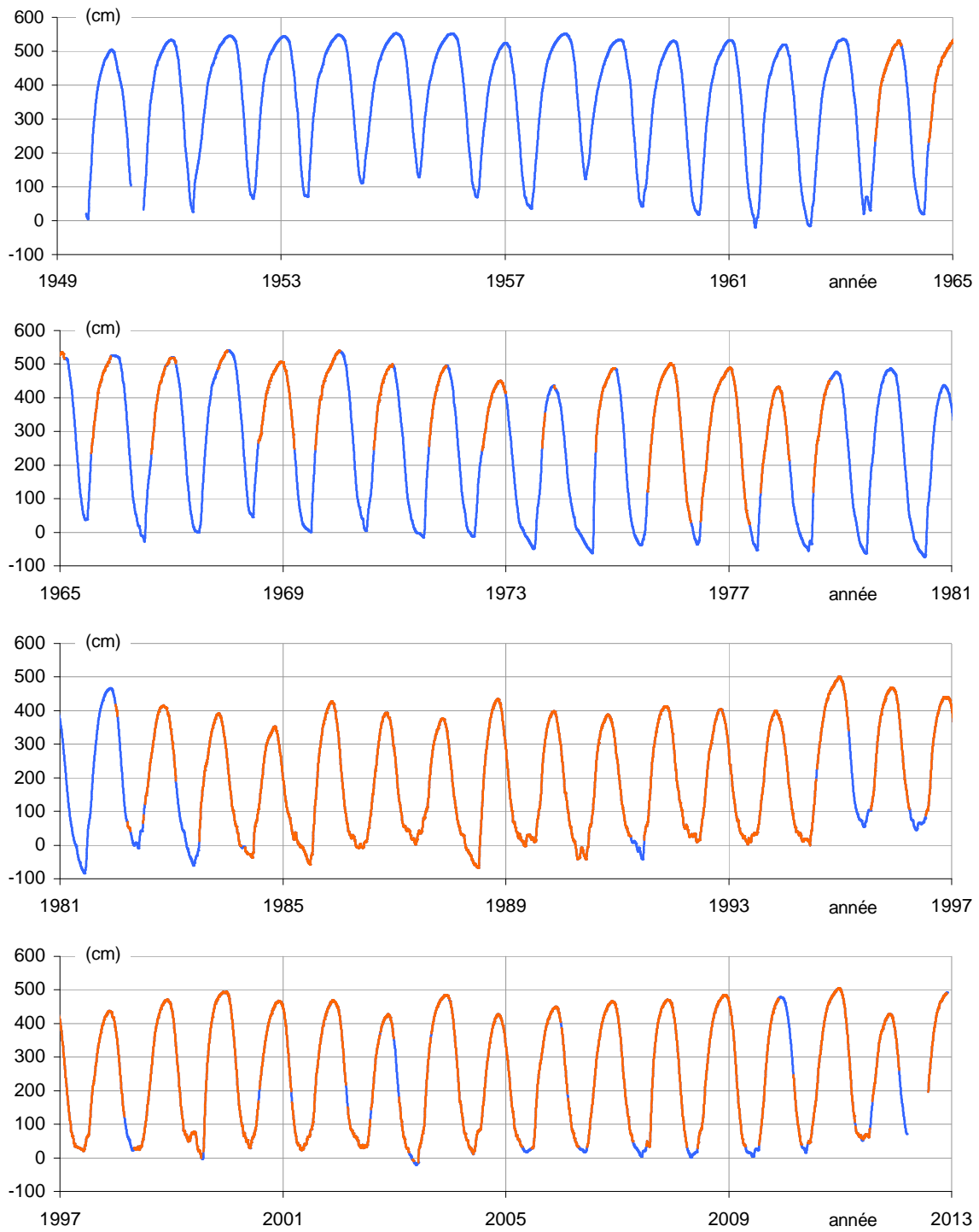


Figure 2 : cote du fleuve Niger à l'échelle actuelle de Koryoumé pour les écoulements observés de 1949 à 2012 (rouge : valeurs observées ; bleu : valeurs reconstituées)

Bibliographie

Brunet-Moret, Y., Chaperon, P., Lamagat, J.P., Molinier, M. (1986) Monographie hydrologique du fleuve Niger. Tome 2 : Cuvette lacustre et Niger moyen. Paris, ORSTOM, Monographies Hydrologiques 8 : 506 pp.

Lamagat, J.P. (1983) Analyse de la vitesse de propagation des crues. Application à la prévision des crues et des étiages : delta central du Niger, modèle provisoire de propagation. Bondy, ORSTOM, 42 pp multigr.

Lamagat J.P. (1987) Modèle de propagation des crues du Niger entre Koulikourou et Niamey. Niamey, ORSTOM, 93 pp multigr.

Lamagat J.P. (1990) Analyse de la vitesse de propagation des ondes de crues. In : The state-of-the-art of hydrology and hydrogeology in the arid and semi-arid areas of Africa. Proceedings of the Sahel Forum (1989/02/18-23). Urbana : International Water Ressources, 291-305.

Morel-Seytoux, H.J., Fahmy, H., Lamagat, J.P. (1993) A composite hydraulic and statistical flow-routing method, Water Resour. Res. 29(2), 413-418

Bader Jean-Claude. (2013)

Niveau du fleuve Niger à Koryoumé pour le régime observé :
complètement et extension des valeurs observées à partir
des données de stations voisines exploitées avec le modèle
de propagation de Lamagat

Montpellier : IRD, non paginé [6 p. multigr.]