

Le « vrai » retour à l'humide au Sahel est-il pour demain ?

Jean-Yves GAC et Hugues FAURE

Résumé — Sont examinés, pour le fleuve Sénégal, les écoulements moyens annuels et les débits maximums observés depuis 5 ans. Ces données sont comparées aux prévisions des auteurs en 1981 sur la fin de la sécheresse au Sahel Occidental. La probabilité d'un « vrai » retour à l'humide avant 1990 est quasi nulle; les espoirs sont raisonnables pour 1991 (33% de chances), légitimes pour 1992 (52% de chances).

Is the "true" return to humid conditions in Sahelian area for to-morrow?

Abstract — Senegal river runoff had its lower values in 1984, followed by a 50% increase in 1985 and 1986. This improvement is related to an increase of rainfall but delayed by underground water recharge after this long drought event. So, these two last cycles are considered to be the beginning of a more humid climatic event. Statistical calculation shows a 33 and a 52% chance to return to normal hydrological conditions in 1991 and 1992 respectively.

I. INTRODUCTION. — Dans un article de 1981, intitulé « Will the sahelian drought end in 1985? », Faure et Gac [1] envisageaient la fin de la sécheresse au Sahel. Où en sommes-nous? L'argumentation était double: d'abord les fluctuations climatiques du Quaternaire récent montrent que les changements abrupts sont rares, avec une fréquence plurimillénaire; ensuite, les données historiques et géologiques du dernier millénaire montrent des sécheresses fréquentes, avec une période qui se mesure en dizaines d'années.

Depuis 1903, les écoulements du fleuve Sénégal ([1], [2]), à l'exutoire de Bakel (tabl. I) montrent une périodicité. L'extrapolation du type de variabilité par la méthode des moyennes mobiles établies tous les 7 ans, semblait indiquer la fin du cycle sec vers 1985 (1983-1987) et la hausse des précipitations jusqu'en 1992 (fig. 1).

Cette méthode est en contradiction avec des propositions récentes ([3] à [7]) qui considèrent qu'une rupture climatique s'est produite vers 1971. Cependant, 6 cycles hydrologiques sont passés depuis 1981 et il nous a paru opportun d'examiner par notre méthode les probabilités pour l'avenir, à 7 ans de l'échéance de 1992.

II. LES OBSERVATIONS DE 1981 A NOS JOURS. — Le tableau II récapitule les observations depuis 1981. La comparaison avec les données antérieures fournit les renseignements suivants.

1. Le fleuve Sénégal a enregistré en 1984 sa plus faible crue depuis le début du siècle. Elle s'est traduite par :

— un débit moyen annuel de 216 m³/s correspondant à un déficit de 70% par rapport au module interannuel;

— un débit journalier maximal de 882 m³/s qui, dans la série des observations depuis 84 ans, présente la particularité d'avoir été la seule pointe de crue caractérisée par des écoulements inférieurs à 1 000 m³/s;

— une hauteur maximale de 4,31 m, à l'échelle de lecture qui place l'année 1984 au premier rang des plus faibles élévations du plan d'eau fluvial observées au cours d'un cycle hydrologique.

2. Sont observées une recrudescence relative des précipitations sur le bassin amont du Sénégal et, en corrolaire, une amélioration sensible des écoulements à l'exutoire de Bakel.

Note présentée par Georges MILLOT.

TABLEAU I

Débits moyens annuels et hauteurs maximums du Sénégal à Bakel
[débits D (m³/s), H, hauteur (m)] selon Faure et Gac (1981).
Mean annual runoff and maximum height of the river Senegal à Bakel
[runoff (m³/s) and floodheight (m)] after Faure and Gac (1981).

Année	D	H	Année	D	H	Année	D	H	Année	D	H
1903	631	9,49	1923	755	11,05	1943	666	9,75	1963	666	10,11
1904	735	11,15	1924	1244	12,20	1944	330	6,95	1964	970	12,56
1905	871	10,19	1925	839	11,00	1945	945	12,36	1965	1048	12,48
1906	1229	13,28	1926	520	8,00	1946	745	10,85	1966	841	11,70
1907	521	8,90	1927	1074	12,25	1947	666	10,75	1967	1037	11,94
1908	765	10,60	1928	903	11,70	1948	572	9,90	1968	397	8,94
1909	900	11,70	1929	898	11,70	1949	467	10,10	1969	764	10,11
1910	669	10,20	1930	837	11,00	1950	1152	12,71	1970	542	9,70
1911	537	9,55	1931	738	10,70	1951	842	11,60	1971	598	10,72
1912	563	9,50	1932	768	11,20	1952	718	11,38	1972	263	6,24
1913	271	5,20	1933	831	11,70	1953	631	10,51	1973	361	8,38
1914	443	7,25	1934	699	11,60	1954	1068	12,32	1974	760	11,91
1915	591	9,30	1935	1164	12,35	1955	1049	11,54	1975	602	10,14
1916	689	10,60	1936	1234	12,70	1956	952	12,06	1976	470	6,96
1917	646	11,30	1937	644	9,90	1957	1029	11,82	1977	324	7,06
1918	1142	12,60	1938	807	11,80	1958	1037	12,89	1978	523	7,87
1919	529	9,85	1939	559	9,65	1959	788	11,68	1979	301	6,20
1920	833	11,80	1940	430	8,75	1960	621	9,84	1980		8,66
1921	430	8,90	1941	417	8,95	1961	944	12,51	1981		
1922	1218	13,19	1942	437	9,56	1962	769	10,80	1982		

3. Le cycle hydrologique 1986 a été marqué par des écoulements très faibles de juillet à août (fig. 2). Les pluies tardives de fin septembre-début octobre, en engendrant une remontée des débits par rapport à l'année précédente, permettent d'évaluer à 340 m³/s le module probable de 1986. Comparable à celui de l'année 1985, il est de près de 50% supérieur à celui de 1984.

4. Les références à l'année 1985 comme une « parenthèse pluviale » ne sont donc pas justifiées, l'année 1986 venant momentanément renforcer l'hypothèse d'un retour, lent certes, vers des conditions climatiques et hydrologiques normales, c'est-à-dire proches de la moyenne du siècle.

En résumé, l'évolution depuis 1985 confirme l'instauration de situations météorologiques plus clémentes. Elles demeurent néanmoins très éloignées des espoirs nourris par toutes les populations de la frange sahélienne, les conditions pour un vrai retour à l'humide n'étant pas remplies.

III. LES CONDITIONS NÉCESSAIRES POUR UN VRAI RETOUR A L'HUMIDE. — Elles ont implicitement été formulées par Faure et Gac [1] qui subordonnaient la fin de la sécheresse actuelle à la condition que le fleuve Sénégal retrouve son débit séculaire dans un laps de temps de 7 ans.

Aucune argumentation, ne s'oppose d'ailleurs au choix d'une période de temps différente qui, pour une raison ou un autre, aurait une plus grande probabilité de mieux cerner la réalité. Dans ce cas précis, il est simplement nécessaire qu'elle soit suffisamment longue pour prendre en compte le renouvellement lent et différé d'un bassin dont les réserves ont été fortement sollicitées pendant près de deux décennies.

TABLEAU II

Caractéristiques principales des écoulements du Sénégal à Bakel et évolution des précipitations annuelles en quatre stations depuis 1980 [D : débit moyen annuel et Q : débit maximal (m^3/s), H : hauteur maximale (m), précipitations (mm)].

Principal features of river Senegal runoff measured at Bakel and annual rainfall in four stations since 1980 (D mean annual runoff and Q maximum flood (m^3/s), H floodheight (m), rainfall (mm)).

Année	Écoulements du Sénégal			Précipitations			
	D	Q	H	St-Louis	Podor	Bakel	Mamou
1980	388	3 141	8,66	294	220	411	1 481
1981	424	2 578	7,71	335	141	533	1 836
1982	305	2 183	6,95	200	170	574	1 585
1983	218	1 153	4,92	100	69	400	1 753
1984	216	882	4,31	104	67	250	1 821
1985	355	2 370	7,28	262	140	532	1 600
1986	340	2 750	7,87	159	235	469	1 633

Le « vrai » retour à l'humide impose donc au préalable une réalimentation des nappes souterraines superficielles de tout le bassin : autrement dit, il est indispensable que le système fluvial fonctionne réservoirs pleins. Cette nécessité a été clairement mise en évidence au cours des deux derniers cycles hydrologiques 1985 et 1986. En effet, l'amélioration très sensible de la pluviosité pendant ces deux saisons n'a eu qu'une modeste répercussion sur les écoulements du Sénégal qui sont restés inférieurs de près de 50% à la valeur moyenne interannuelle.

On peut alors s'interroger sur l'importance que devront avoir, dans un proche avenir, les précipitations dans le Fouta Djallon et les crues du fleuve pour résorber l'effet de cumul de près de 20 ans de sécheresse sur les eaux souterraines.

IV. LES PROBABILITÉS D'UN RETOUR AU VRAI HUMIDE DANS 3, 4, 5, 6 ANS. — Qu'il s'agisse de la pluviosité sur le haut bassin du Sénégal ou des écoulements qu'elle détermine à Bakel, le raisonnement procède de la même démarche. Elle consiste à déterminer successivement pour 1 année, un couple de 2 années, un ensemble de 3 années... puis de 4, 5, 6 ans l'importance minimale des précipitations ou des débits, pour retrouver à tout instant, par période de 7 ans, le module séculaire du Sénégal. Il s'établit, rappelons-le à $718 m^3/s$ sur 84 années d'observation.

Les précipitations (P) et les débits (Q) obtenus sont les suivants :

- 1 an (1987) : P=7 900 mm, Q=3 400 m^3/s ;
- 2 ans (1987/88) : P=4 400 mm, Q=1 900 m^3/s ;
- 3 ans (1987/89) : P=3 100 mm, Q=1 350 m^3/s ;
- 4 ans (1987/90) : P=2 400 mm, Q=1 050 m^3/s ;
- 5 ans (1987/91) : P=2 000 mm, Q=880 m^3/s ;
- 6 ans (1987/92) : P=1 800 mm, Q=780 m^3/s .

La confrontation de ces résultats avec les observations antérieures permet d'examiner les probabilités de cette chronologie d'événements dans le proche avenir.

1. Dans le passé, les pluies les plus abondantes et les plus forts débits ont été enregistrés la même année en 1924, avec des valeurs respectives pour P et Q de 2 800 mm et de $1 244 m^3/s$. La probabilité d'un retour à l'humide, dans le sens où nous l'entendons est donc nulle avant 1990.

2. Il n'existe pas non plus de séries de 4 années successives pour lesquelles, les pluviosités moyennes aient été supérieures à 2 400 mm sur le haut-bassin guinéen et les débits moyens plus élevés ou égaux à 1 500 m³/s. Les séquences chronologiques les plus proches de ces valeurs moyennes sont celles de 1922/1925 avec 2 200 mm et 1 014 m³/s, de 1954/57 (2 300 mm et 1 025 m³/s) et de 1955/58 (2 230 mm et 1 017 m³/s) qui se situent toutes au cœur des épisodes les plus humides du siècle. La probabilité de voir se renouveler de telles séries est de 4%.

3. Le calcul des probabilités sur 5 ans permet d'évaluer à 33%, les chances d'un retour à des conditions météorologiques et hydrologiques normales en 1991.

4. Enfin, à l'échéance suggérée [1] de 1992, les probabilités d'un débit moyen du Sénégal supérieur ou égal à 780 m³/s atteignent 52%. La pluviométrie sur la partie septentrionale de la dorsale « garante » de ces écoulements devrait avoisiner les 1 800 mm, valeur observée dans 83% des cas depuis l'origine des mesures.

CONCLUSION. — Les propositions de Faure et Gac [1] sur l'éventuelle fin de la sécheresse au Sahel ne sont que partiellement vérifiées. Le retour à des conditions plus humides n'est qu'apparent après deux années d'amélioration sensible de la pluviométrie. Le « vrai » retour nécessite une réalimentation suffisante des nappes superficielles des bassins versants sahéliens.

Les raisons d'espérer apparaissent cependant légitimes à l'échéance de 1992. « La probabilité d'un renversement de tendance augmente au fil des années et il n'est pas exclu alors que l'on retrouve rapidement un régime de précipitations favorable aux régions du Sahel [8]. ». Formulons le souhait que la « monstrueuse sécheresse » qui sévit depuis près de 20 ans soit bel et bien sur le point de prendre fin et que son suivi permette de mettre en place toutes les dispositions nécessaires pour se prémunir contre son retour probable au début du prochain siècle.

Note reçue le 11 mai 1987, acceptée le 15 juillet 1987.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] H. FAURE et J. Y. GAC, *Nature*, 291, n° 5815, 1981, p. 475-478.
- [2] E. J. PARIS-TEYNAC, *Bull. I.F.A.N.*, XXIV, sér. A, n° 1, 1962, p. 54-68.
- [3] J. P. CARBONNEL, *Notes et Documents voltaïques*, 1983/1984, XIV, n° 4, p. 1-20, XV, n° 1-2, p. 4-24.
- [4] J. P. CARBONNEL et P. HUBERT, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 301, série II, 1985, p. 941-944.
- [5] J. ALBERGEL, J. P. CARBONNEL et M. GROUZIS, *Bull. Veille climatique satellitaire*, Lannion, 7, 1985, p. 18-30.
- [6] S. E. NICHOLSON, *Mon. Weath. Rev.*, 108, 1980, p. 473-487.
- [7] J. SIRCOULON, *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. Hydrol., XXI, n° 4, 1984/1985.
- [8] J. C. OLIVRY, *Cah. O.R.S.T.O.M.*, Sér. Hydrol., XX, n° 1, 1983, p. 47-69.

J. Y. G. : Institut français de Recherche scientifique
pour le Développement en Coopération, O.R.S.T.O.M., B. P. n° 1386, Dakar, Sénégal;

H. F. : Laboratoire de Géologie du Quaternaire,
Faculté des Sciences de Luminy, Case n° 907, 13288 Marseille Cedex 9.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE

Fig. 1. — Débit moyen annuel du fleuve Sénégal à Bakel (moyenne mobile de 7 ans).

Fig. 1. — Mean annual modulus of river Senegal runoff measured at Bakel (7 years running mean).

Fig. 2. — Hydrogrammes de crue en 1974 (année normale) et de 1984 à 1986.

Fig. 2. — Variations of water discharge during the high-runoff stage 1974 (normal year), 1984, 1985, and 1986.

