

(B) DDC. 2.48

11797

11676
14c (364)

O.M.V.S.

Haut-Commissariat

Fleuve SENEGAL

La crue 1978

20 Novembre 1978

M. JUTON

Résumé

1 - La crue 1978 est arrivée tardivement

A Bakel, le débit de 50 m³/s s'est manifesté le 28 Juin et le débit de 100 m³/s le 6 Juillet. En année moyenne, les dates sont respectivement les 16 Juin et 21 Juin.

2 - Le module de l'année hydrologique 1978-79 (1er Mai 1978 au 30 Avril 1979) sera d'environ 395 m³/s (apport de 12,5 milliards de m³), soit 52,5 % du module moyen depuis 1903.

Même module que celui de l'année 1968-69, soit au 6e rang dans le classement des modules les plus faibles depuis 1903.

3 - La décrue est rapide. Le débit charnière de 300 m³/s est passé le 18 Novembre à BAKEL, date précoce (le 4 Décembre en année médiane). Le débit d'étiage à Bakel sera donc d'environ 10 m³/s vers le 15 Avril, et de l'ordre de 3 m³/s vers le 15 Mai. La langue salée remontera loin vers l'intérieur.

4 - La superficie cultivée en décrue devrait être de l'ordre de 50.000 ha.

Fleuve SENEGAL

La crue 1978

Les données limnimétriques de la crue 1978 à BAKEL et dans quelques stations de la vallée sont, à ce jour, suffisantes pour la caractériser, et en tirer quelques conclusions quant à l'étiage 1979 en particulier.

1 - DEMARRAGE DE LA CRUE

Il arrive fréquemment que de petites ondes passagères affectent le niveau du plan d'eau à Bakel. Nous n'en tiendrons pas compte, et ne retiendrons comme caractéristiques du démarrage de la crue que les dates de passage du débit de 50 m³/s, puis du débit de 100 m³/s

1.1 - Données statistiques

Elles figurent dans "Etude statistique des faibles débits du fleuve Sénégal. M. JUTON - Mars 1972".

Les dates d'apparition sont les suivantes :

- Précocité (probabilité à 90 % d'une date plus tardive)
50 m³/s : 3 Juin 100 m³/s : 10 Juin
- Normale
50 m³/s : 16 Juin 100 m³/s : 21 Juin
- Tardive (probabilité à 10 % d'une date plus tardive)
50 m³/s : 29 Juin 100 m³/s : 3 Juillet

Nota - Les calculs statistiques d'où sont tirées les dates ci-dessus ont été faits sur l'échantillon 1951-71. Il est probable que les dates changeraient quelque peu si l'on reprenait les calculs à partir de l'échantillon 1951 - 78.

1.2 - La crue 1978

Dates d'apparition des débits :

50 m³/s : 28 Juin 100 m³/s : 6 Juillet

La crue 1978 est donc une crue tardive

1.3 - Les crues depuis 1968

Le tableau ci-après rappelle les caractéristiques de démarrage des crues depuis 1968 (P = précocité, N = normale, T = tardive, TT = très tardive, P/N et T/N = entre précocité - ou tardive - et normale).

.../...

	50 m3/s			100 m3/s		
1968	15	Juin	N	24	Juin	N
1969	22	Juin	T/N	22	Juin	N
1970	19	Juin	N	10	Juillet	TT
1971	1	Juillet	T	1	Juillet	T
1972	22	Juin	T/N	23	Juin	N
1973	11	Juin	P/N	14	Juin	P
1974	30	Juin	T	1	Juillet	T
1975	5	Juillet	TT	8	Juillet	TT
1976	3	Juillet	TT	4	Juillet	T
1977	7	Juillet	TT	11	Juillet	TT
1978	28	Juin	T	6	Juillet	T

Glissement très net vers le "tardif" depuis 1974.

2 - MODULE ANNUEL

On sait que, à partir de la date du passage à BAKEL du débit charnière de 300 m3/s, les débits ultérieurs peuvent être calculés par des formules de décroissance de débit : formule de "tarissement" de 300 m3/s à 33 m3/s, puis d'"épuisement" en-dessous de 33 m3/s (cf rapport déjà cité).

La séquence des débits en fonction du temps est la suivante :

0	300 m3/s
1 mois	172 "
2 mois	99 "
3 mois	57 "
4 mois	33 "
5 mois	10 "
6 mois	3 "
7 mois	1 "

Cette particularité de la décroissance des débits permet donc le calcul du module annuel (1er Mai année A au 30 Avril année A + 1) dès que l'on connaît la date du passage du débit de 300 m3/s à BAKEL.

2.1 - Module 1978/79

Le débit charnière de 300 m3/s est passé à BAKEL le 18 Novembre, soit donc à peu près à la même date qu'en 1974/75. En retenant pour les mois de Novembre 1978 à Avril 1979 les mêmes modules mensuels que dans l'année hydrologique 1974 - 1975, on obtient pour l'année 1978/79 un module de 395 m3/s, soit seulement 52,5 % du module moyen annuel calculé sur l'échantillon 1903 - 1977 (750 m3/s environ, correspondant à un apport moyen annuel de 24 milliards de m3).

Il s'agit d'un apport faible, se classant à la 6e place des apports les plus faibles de l'échantillon 1903 - 1978 (même module que 1968 - 1969).

.../...

1972	-	265	m ³ /s	-	8,5	10 ⁹	m ³
1977	-	265	"	-	8,5	10 ⁹	"
1913	-	270	"	-	8,5	10 ⁹	m ³
1944	-	330	"	-	10,5	10 ⁹	m ³
1973	-	360	"	-	11,5	10 ⁹	m ³
1978	-	395	"	-	12,5	10 ⁹	m ³
1968	-	395	"	-	12,5	10 ⁹	m ³

Nota - Il existe, pour le calcul des débits à Bakel, au moins trois courbes de tarage :

- la courbe ORSTOM 1 figurant dans la Monographie ORSTOM sur le fleuve Sénégal, et pour laquelle ont été établis des barèmes de traduction légèrement différents quant aux résultats (JUTON, Groupement Manantali)

- la courbe SOGREAH issue de l'exploitation du module mathématique du propagation de la crue

- la courbe ORSTOM 2 dressée d'après des campagnes de jaugeages récentes à Bakel (1974 - 1977).

Par souci d'homogénéité avec les résultats figurant dans la Monographie ORSTOM, tous les calculs dont les résultats sont donnés dans le présent rapport ont été faits avec la courbe ORSTOM 1.

2.2 - Séquence sèche actuelle

On sait qu'on a décelé une certaine régularité dans le retour des séquences sèches sur le fleuve Sénégal à l'aide de la moyenne mobile sur 5 ans (on attribue à chaque année la moyenne arithmétique des modules de l'année en question, des 2 années précédentes et des 2 années suivantes).

Le tableau ci-dessous permet de constater que la séquence sèche actuelle est nettement la plus dure des trois qui ont été décelées depuis 1903 : les modules sont plus faibles, et surtout la courbe manifeste un affaissement prolongé dont on ne peut pas dire qu'on est encore sorti.

Moyenne mobile sur 5 ans

Modules annuels pendant les 3 séquences sèches
depuis 1903

1909	679	m ³ /s	1939	573	m ³ /s	1968	723	m ³ /s
1910	688	"	1940	532	"	1969	673	"
1911	589	"	1941	503	"	1970	517	"
1912	498	"	1942	457	"	1971	510	"
1913	482	"	1943	560	"	1972	486	"
1914	512	"	1944	625	"	1973	475	"
1915	528	"	1945	671	"	1974	432	"
1916	702	"	1946	653	"	1975	432	
						1976	(438)	

.../...

3 - ETIAGE 1979

Le rapport cité en 1.1 donne les dates ci-dessous pour le passage du débit charnière de 300 m³/s à Bakel :

Précoce (probabilité à 90 % d'une date plus tardive) :
14 Novembre

Normale : 4 Décembre

Tardive (probabilité à 10 % d'une date plus tardive) :
25 Décembre

A une date précoce correspondent un tarissement plus rapide, donc des débits très faibles (inférieurs à 10 m³/s) à partir du 15 Avril, et une forte remontée du coin salé : c'est le cas de la présente année.

Le tableau ci-dessous rappelle les dates du passage du débit de 300 m³/s depuis 1960

1960	1	DEC	N	1970	11	NOV	P
1961	1	DEC	N	1971	9	NOV	P
1962	10	DEC	N	1972	6	NOV	P
1963	4	DEC	N	1973	28	OCT	PP
1964	11	DEC	N	1974	16	NOV	P
1965	13	DEC	N/T	1975	15	NOV	P
1966	17	DEC	N/T	1976	1	DEC	N
1967	21	DEC	T	1977	31	OCT	PP
1968	14	NOV	P	1978	18	NOV	P
1969	16	DEC	N/T				

On constate un glissement, depuis 1968, vers une date précoce, et donc vers des fins d'étiage dures et des invasions plus profondes de la langue salée.

A cet égard, les années les plus sévères résultent de la conjugaison d'un passage précoce du débit de 300 m³/s et d'une arrivée tardive de la crue suivante. Ce fut le cas des années 1974 (PP avec T), 1975 (P avec TT), 1976 (P avec TT) et 1978 (PP avec T).

NOTA - La situation est encore plus dure que celle qui peut être prévue à partir de l'exploitation des courbes de tarissement et d'épuisement, car les débits réels, pour ces dernières années, et en particulier pour l'année 1977/78, sont inférieurs aux débits calculés.

4 - CULTURES DE DECRUE 1978 / 79

4.1 - Limnigramme de la crue 1978

Le limnigramme de la crue 1978 a ceci de particulier qu'il présente deux pointes espacées d'environ deux mois, une première les 6/7 Août (H à l'échelle : 7,36 m), une deuxième le 28 Septembre (H : 7,90 m). Entre les deux pointes, le niveau est retombé à H = 4,75 m le 8 Septembre.

Les deux pointes correspondent à des débits respectifs
.../...

de 1950 m³/s et 2250 m³/s, et le creux à un débit de 880 m³/s.

En terme de hauteur maximale (H max) la fréquence au dépassement est de 95 % (d'après Monographie ORSTOM).

En ce qui concerne les hauteurs caractéristiques H 30 j et H 60 j, il est difficile de les apprécier, compte tenu de l'allure de l'hydrogramme : deux pointes avec un long intervalle, et un creux important. H 30 se situe entre 5,50 m (97 %) et 6,00 m (95 %), et H60 entre 5,25 m (85 %) et 5,50 m (82 %).

Les renseignements concernant les stations d'aval ne sont pas encore parvenus à DAKAR, sauf pour Boghé (Août et Septembre). Le Limnigramme de Boghé indique un amortissement de la pointe de début Août, et des valeurs H 30 et H 60 très voisines, de l'ordre de 6,00 m (96 % pour H 30 et 88 % pour H 60).

4.2 - Cultures de décrue 1978/79

Des inventaires exhaustifs des superficies cultivées en décrue ont été faits en 1970-71, 72-73, 73-74, 76-77 et 77-78. Le tableau ci-après rappelle les superficies trouvées, avec les H 30 à Bakel et les probabilités au dépassement.

1970 - 71	110.000 ha	8,00 m	70 %
1972 - 73	15.000 ha	5,00 m	99 %
1973 - 74	97.000 ha	6,20 m	94 %
1976 - 77	33.000 ha.	5,30 m	98 %
1977 - 78	29.000 ha	5,20 m	98 %
1978 - 79	?	5,50 m	97 %

On voit nettement que, pour tracer une courbe, on manque de pointes intermédiaires, d'autant que l'année 73-74 vient jeter un doute sur l'allure de la courbe du côté des grandes superficies : les auteurs de l'enquête parlent de "cultures de détresse" après l'année catastrophique 72-73, mais sans qu'on puisse déterminer quelle a pu être l'influence réelle de cette attitude des agriculteurs.

Pour la présente année 1978-79, on peut tabler sur une superficie de l'ordre de 50.000 ha : il est bien difficile d'être plus précis pour l'instant !

Double

M. Bati

01C (204)

O.M.V.S.

Haut-Commissariat

Fleuve SENEGAL

La crue 1978

20 Novembre 1978

M. JUTON

Résumé

1 - La crue 1978 est arrivée tardivement

A Bakel, le débit de 50 m³/s s'est manifesté le 28 Juin et le débit de 100 m³/s le 6 Juillet. En année moyenne, les dates sont respectivement les 16 Juin et 21 Juin.

2 - Le module de l'année hydrologique 1978-79 (1er Mai 1978 au 30 Avril 1979) sera d'environ 395 m³/s (apport de 12,5 milliards de m³), soit 52,5 % du module moyen depuis 1903.

Même module que celui de l'année 1968-69, soit au 6e rang dans le classement des modules les plus faibles depuis 1903.

3 - La décrue est rapide. Le débit charnière de 300 m³/s est passé le 18 Novembre à BAKEL, date précoce (le 4 Décembre en année médiane). Le débit d'étiage à Bakel sera donc d'environ 10 m³/s vers le 15 Avril, et de l'ordre de 3 m³/s vers le 15 Mai. La langue salée remontera loin vers l'Intérieur.

4 - La superficie cultivée en décrue devrait être de l'ordre de 50.000 ha.

Fleuve SENEGAL

La crue 1978

Les données limnimétriques de la crue 1978 à BAKEL et dans quelques stations de la vallée sont, à ce jour, suffisantes pour la caractériser, et en tirer quelques conclusions quant à l'étiage 1979 en particulier.

1 - DEMARRAGE DE LA CRUE

Il arrive fréquemment que de petites ondes passagères affectent le niveau du plan d'eau à Bakel. Nous n'en tiendrons pas compte, et ne retiendrons comme caractéristiques du démarrage de la crue que les dates de passage du débit de 50 m³/s, puis du débit de 100 m³/s

1.1 - Données statistiques

Elles figurent dans "Etude statistique des faibles débits du fleuve Sénégal. M. JUTON - Mars 1972".

Les dates d'apparition sont les suivantes :

- Précocité (probabilité à 90 % d'une date plus tardive)
50 m³/s : 3 Juin 100 m³/s : 10 Juin
- Normale
50 m³/s : 16 Juin 100 m³/s : 21 Juin
- Tardive (probabilité à 10 % d'une date plus tardive)
50 m³/s : 29 Juin 100 m³/s : 3 Juillet

Nota - Les calculs statistiques d'où sont tirées les dates ci-dessus ont été faits sur l'échantillon 1951-71. Il est probable que les dates changeraient quelque peu si l'on reprenait les calculs à partir de l'échantillon 1951 - 78.

1.2 - La crue 1978

Dates d'apparition des débits :

50 m³/s : 28 Juin 100 m³/s : 6 Juillet

La crue 1978 est donc une crue tardive

1.3 - Les crues depuis 1968

Le tableau ci-après rappelle les caractéristiques de démarrage des crues depuis 1968 (P = précocité, N = normale, T = tardive, TT = très tardive, P/N et T/N = entre précocité - ou tardive et normale).

.../...

	50 m ³ /s			100 m ³ /s		
1968	15	Juin	N	24	Juin	N
1969	22	Juin	T/N	22	Juin	N
1970	19	Juin	N	10	Juillet	TT
1971	1	Juillet	T	1	Juillet	T
1972	22	Juin	T/N	23	Juin	N
1973	11	Juin	P/N	14	Juin	P
1974	30	Juin	T	1	Juillet	T
1975	5	Juillet	TT	8	Juillet	TT
1976	3	Juillet	TT	4	Juillet	T
1977	7	Juillet	TT	11	Juillet	TT
1978	28	Juin	T	6	Juillet	T

Glissement très net vers le "tardif" depuis 1974.

2 - MODULE ANNUEL

On sait que, à partir de la date du passage à BAKEL du débit charnière de 300 m³/s, les débits ultérieurs peuvent être calculés par des formules de décroissance de débit : formule de "tarissement" de 300 m³/s à 33 m³/s, puis d'"épuisement" en-dessous de 33 m³/s (cf rapport déjà cité).

La séquence des débits en fonction du temps est la suivante :

0	300 m ³ /s
1 mois	172 "
2 mois	99 "
3 mois	57 "
4 mois	33 "
5 mois	10 "
6 mois	3 "
7 mois	1 "

Cette particularité de la décroissance des débits permet donc le calcul du module annuel (1er Mai année A au 30 Avril année A + 1) dès que l'on connaît la date du passage du débit de 300 m³/s à BAKEL.

2.1 - Module 1978/79

Le débit charnière de 300 m³/s est passé à BAKEL le 18 Novembre, soit donc à peu près à la même date qu'en 1974/75. En retenant pour les mois de Novembre 1978 à Avril 1979 les mêmes modules mensuels que dans l'année hydrologique 1974 - 1975, on obtient pour l'année 1978/79 un module de 395 m³/s, soit seulement 52,5 % du module moyen annuel calculé sur l'échantillon 1903 - 1977 (750 m³/s environ, correspondant à un apport moyen annuel de 24 milliards de m³).

Il s'agit d'un apport faible, se classant à la 6e place des apports les plus faibles de l'échantillon 1903 - 1978 (même module que 1968 - 1969).

.../...

1972	-	265	m ³ /s	-	8,5	10 ⁹	m ³
1977	-	265	"	-	8,5	10 ⁹	"
1913	-	270	"	-	8,5	10 ⁹	m ³
1944	-	330	"	-	10,5	10 ⁹	m ³
1973	-	360	"	-	11,5	10 ⁹	m ³
1978	-	395	"	-	12,5	10 ⁹	m ³
1968	-	395	"	-	12,5	10 ⁹	m ³

Nota - Il existe, pour le calcul des débits à Bakel, au moins trois courbes de tarage :

- la courbe ORSTOM 1 figurant dans la Monographie ORSTOM sur le fleuve Sénégal, et pour laquelle ont été établis des barèmes de traduction légèrement différents quant aux résultats (JUTON, Groupement Manantali)

- la courbe SOGREAH issue de l'exploitation du module mathématique du propagation de la crue

- la courbe ORSTOM 2 dressée d'après des campagnes de jaugeages récentes à Bakel (1974 - 1977).

Par souci d'homogénéité avec les résultats figurant dans la Monographie ORSTOM, tous les calculs dont les résultats sont donnés dans le présent rapport ont été faits avec la courbe ORSTOM 1.

2.2 - Séquence sèche actuelle

On sait qu'on a décelé une certaine régularité dans le retour des séquences sèches sur le fleuve Sénégal à l'aide de la moyenne mobile sur 5 ans (on attribue à chaque année la moyenne arithmétique des modules de l'année en question, des 2 années précédentes et des 2 années suivantes).

Le tableau ci-dessous permet de constater que la séquence sèche actuelle est nettement la plus dure des trois qui ont été décelées depuis 1903 : les modules sont plus faibles, et surtout la courbe manifeste un affaissement prolongé dont on ne peut pas dire qu'on est encore sorti.

Moyenne mobile sur 5 ans

Modules annuels pendant les 3 séquences sèches
depuis 1903

1909	679	m ³ /s	1939	573	m ³ /s	1968	723	m ³ /s
1910	688	"	1940	532	"	1969	673	"
1911	589	"	1941	503	"	1970	517	"
1912	498	"	1942	457	"	1971	510	"
1913	482	"	1943	560	"	1972	486	"
1914	512	"	1944	625	"	1973	475	"
1915	528	"	1945	671	"	1974	432	"
1916	702	"	1946	653	"	1975	432	
						1976	(438)	

.../...

3 - ETIAGE 1979

Le rapport cité en 1.1 donne les dates ci-dessous pour le passage du débit charnière de 300 m³/s à Bakel :

Précoce (probabilité à 90 % d'une date plus tardive) :
14 Novembre

Normale : 4 Décembre

Tardive (probabilité à 10 % d'une date plus tardive) :
25 Décembre

A une date précoce correspondant un tarissement plus rapide, donc des débits très faibles (inférieurs à 10 m³/s) à partir du 15 Avril, et une forte remontée du coin salé : c'est le cas de la présente année.

Le tableau ci-dessous rappelle les dates du passage du débit de 300 m³/s depuis 1960

1960	1	DEC	N	1970	11	NOV	P
1961	1	DEC	N	1971	9	NOV	P
1962	10	DEC	N	1972	6	NOV	P
1963	4	DEC	N	1973	28	OCT	PP
1964	11	DEC	N	1974	16	NOV	P
1965	13	DEC	N/T	1975	15	NOV	P
1966	17	DEC	N/T	1976	1	DEC	N
1967	21	DEC	T	1977	31	OCT	PP
1968	14	NOV	P	1978	18	NOV	P
1969	16	DEC	N/T				

On constate un glissement, depuis 1968, vers une date précoce, et donc vers des fins d'étiage dures et des invasions plus profondes de la langue salée.

A cet égard, les années les plus sévères résultent de la conjugaison d'un passage précoce du débit de 300 m³/s et d'une arrivée tardive de la crue suivante. Ce fut le cas des années 1974 (PP avec T), 1975 (P avec TT), 1976 (P avec TT) et 1978 (PP avec T).

NOTA - La situation est encore plus dure que celle qui peut être prévue à partir de l'exploitation des courbes de tarissement et d'épuisement, car les débits réels, pour ces dernières années, et en particulier pour l'année 1977/78, sont inférieurs aux débits calculés.

4 - CULTURES DE DECRUE 1978 / 79

4.1 - Limnigramme de la crue 1978

Le limnigramme de la crue 1978 a ceci de particulier qu'il présente deux pointes espacées d'environ deux mois, une première les 6/7 Août (H à l'échelle : 7,36 m), une deuxième le 28 Septembre (H : 7,90 m). Entre les deux pointes, le niveau est retombé à H = 4,75 m le 8 Septembre.

Les deux pointes correspondent à des débits respectifs
.../...

de 1950 m³/s et 2250 m³/s, et le creux à un débit de 880 m³/s.

En terme de hauteur maximale (H max) la fréquence au dépassement est de 95 % (d'après Monographie ORSTOM).

En ce qui concerne les hauteurs caractéristiques H 30 j et H 60 j, il est difficile de les apprécier, compte tenu de l'allure de l'hydrogramme : deux pointes avec un long intervalle, et un creux important. H 30 se situe entre 5,50 m (97 %) et 6,00 m (95 %), et H60 entre 5,25 m (85 %) et 5,50 m (82 %).

Les renseignements concernant les stations d'aval ne sont pas encore parvenus à DAKAR, sauf pour Boghé (Août et Septembre). Le Limnigramme de Boghé indique un amortissement de la pointe de début Août, et des valeurs H 30 et H 60 très voisines, de l'ordre de 6,00 m (96 % pour H 30 et 88 % pour H 60).

4.2 - Cultures de décrue 1978/79

Des inventaires exhaustifs des superficies cultivées en décrue ont été faits en 1970-71, 72-73, 73-74, 76-77 et 77-78. Le tableau ci-après rappelle les superficies trouvées, avec les H 30 à Bakel et les probabilités au dépassement.

1970 - 71	110.000 ha	8,00 m	70 %
1972 - 73	15.000 ha	5,00 m	99 %
1973 - 74	97.000 ha	6,20 m	94 %
1976 - 77	33.000 ha	5,30 m	98 %
1977 - 78	29.000 ha	5,20 m	98 %
1978 - 79	?	5,50 m	97 %

On voit nettement que, pour tracer une courbe, on manque de pointes intermédiaires, d'autant que l'année 73-74 vient jeter un doute sur l'allure de la courbe du côté des grandes superficies : les auteurs de l'enquête parlent de "cultures de détresse" après l'année catastrophique 72-73, mais sans qu'on puisse déterminer quelle a pu être l'influence réelle de cette attitude des agriculteurs.

Pour la présente année 1978-79, on peut tabler sur une superficie de l'ordre de 50.000 ha : il est bien difficile d'être plus précis pour l'instant !