

HAUT-COMMISSARIAT

CELLULE PROVISoire
D'EXPLOITATION DES
BARRAGES

PROGRAMME DE GESTION DES EAUX DU FLEUVE SENEGAL
PENDANT LA SAISON SECHE 1992/1993

I - OBJECTIFS :

Pendant la saison sèche 1992/1993 (novembre 1992 - juin 1993) l'objectif de la gestion des eaux du fleuve Sénégal sera de régulariser le fleuve Sénégal et de garantir un débit minimum suffisant, d'une part, pour faire face aux besoins de prélèvements des usagers et, d'autre part, pour maintenir le plan d'eau à des cotes permettant les prélèvements par les usagers.

Trois scénarios de gestion seront examinés. Chaque scénario vise un objectif de débit régularisé à Bakel :

- scénario 1 : débit de 150m³/s à Bakel
- scénario 2 : débit de 175m³/s à Bakel
- scénario 3 : débit de 200m³/s à Bakel

II - SIMULATIONS DE GESTION :

1. Déterminations de lachures de la retenue de MANANTALI :

Les lachures de la retenue de Manantali peuvent être déterminées à partir du modèle de propagation des crues du fleuve Sénégal (J.P. LAMAGAT, ORSTOM, Dakar 1989).

Les débits du fleuve Sénégal à Bakel et à Kayes peuvent s'exprimer en fonction des débits observés sur le Bakoye à Oualia et sur la Falémé à Gourbassi par :

$$Q \text{ BAK } (j + t1 + t2) = \alpha \left[Q \text{ KAY } (j + t1) + Q \text{ GOUR } (j + t1) \right]$$

$$Q \text{ KAY } (j + t1) = \beta \left[Q \text{ MAN } (j) + Q \text{ OUA } (j) \right]$$

où : Q BAK, Q KAY, Q GOUR, Q OUA représentent respectivement les débits à BAKEL, KAYES, GOURBASSI, OUALIA ;

(j) : indice indiquant le jour considéré

t1 : temps de propagation de OUALIA/MANANTALI à KAYES

t2 : temps de propagation de KAYES/GOURBASSI à BAKEL

α : coefficient d'apports (ou de pertes) entre KAYES/GOURBASSI et BAKEL

β : coefficient d'apports (ou de pertes) entre OUALIA/MANANTALI et KAYES

Les paramètres t1, t2, α et β sont indiqués dans les tableaux ci-dessous pour différents gammes de débits.

a) Prévision des débits à Kayes à partir de Manantali et Oualia :

Débits m ³ /s	Temps de propagation	Apports (pertes) intermédiaires
150 à 200	2,5 jours	-5 %
350 à 400	2,0 jours	-8 %
1800	1,5 jours	8 %

b) Prévision des débits à Bakel à partir de Kayes et Gourbassi :

Débits m ³ /s	Temps de propagation	Apports (pertes) intermédiaires
150 à 250	1,5 jours	20 %
350 à 400	1,5 jours	18 %
1800	1,5 jours	16 %

.../...

En supposant $Q_{GOUR}(j + t_1) = Q_{GOUR}(j)$ (ce qui revient à considérer que les débits observés à Courbassi se produisent avec une avance de t_1 jours), on peut écrire pour la gamme de débits de 150 à 200 m³/s :

$$Q_{BAK}(j + 4) = 1,2 \left[0,95 Q_{MAN}(j) + 0,95 Q_{OUA}(j) + Q_{GOUR}(j) \right]$$

On en déduit la lachure à Manantali le jour (j) nécessaire pour obtenir le débit Q_{BAK} à Bakel, 4 jours après le jour (j).

$$Q_{MAN}(j) = \frac{Q_{BAK}(j + 4)}{1,2 \times 0,95} - \frac{Q_{GOUR}(j)}{0,95} - Q_{OUA}(j)$$

$$\text{Soit } Q_{MAN}(j) = 0,88 Q_{BAK}(j + 4) - 1,05 Q_{GOUR}(j) - Q_{OUA}(j)$$

Ainsi :

- a) Pour obtenir 150m³/s à Bakel, le débit de la lachure à effectuer à Manantali, 4 jours avant, est égale à :

$$Q_{MAN}(j) = 132 - 1,05 Q_{GOUR}(j) - Q_{OUA}(j)$$

- b) Pour obtenir 175m³/s à Bakel, le débit de la lachure à effectuer à Manantali, 4 jours avant, est égale à :

$$Q_{MAN}(j) = 154 - 1,05 Q_{GOUR}(j) - Q_{OUA}(j)$$

- c) Pour obtenir 200m³/s à Bakel, le débit de la lachure à effectuer à Manantali, 4 jours avant, est égale à :

$$Q_{MAN}(j) = 176 \text{ m}^3/\text{s} - 1,05 Q_{GOUR}(j) - Q_{OUA}(j)$$

Il est à noter que pour obtenir 375m³/s à Bakel, le débit de lachures à effectuer à Manantali, 3,5 jours avant, est égale à :

$$Q_{MAN}(j) = 345 - 1,09 Q_{GOUR}(j) - Q_{OUA}$$

Pour le Bakoye à Oualia, nous avons admis qu'à partir de Novembre 1992, les débits de période de tarissements seraient identiques à ceux de l'année moyenne 1986 à 1990.

.../...

Pour la Falémé à Gourbassi, nous avons considéré qu'à partir de novembre, le tarissement sera équivalent à celui de l'année 1990/1991

Le tableau 1 indique les lachures journalières qu'il faudrait faire à partir de Manantali pour obtenir des débits de :

- 375m³/s à Bakel pendant la première quinzaine de novembre 1992
- 150m³/s à Bakel : scénario 1 de la mi-novembre 1992 à juin 1993
- 175m³/s à Bakel : scénario 2 de la mi-novembre 1992 à juin 1993
- 200m³/s à Bakel : scénario 3 de la mi-novembre 1992 à juin 1993

En majorant les lachures d'environ 10% et en procédant à des lachures constants pendant des périodes suffisamment longues (au moins 10 jours) où abouti à des débits de lachures tels qu'indiqués dans le tableau ci-dessous :

1ere quinzaine Novembre : débit désiré à Bakel 375m³/s
débit lachure à Manantali 350m³/s

PERIODE	DEBIT DESIRE A BAKEL		
	150m ³ /s	175m ³ /s	200m ³ /s
2è quinzaine Novembre	130	155	180
1er décadedécembre	135	160	185
2è décade décembre	140	160	185
3è décade décembre	140	165	190
1er décade janvier	140	165	190
2è décade janvier	140	165	190
3è décade janvier	145	170	190
1er décade février	145	170	190
2è décade février	145	170	195
3è décade février	145	170	195
Mars à juin	145	170	195

2. Prévision d'évolution de la retenue de Manantali :

Les apports du Bafing à partir de Novembre 1992 sont supposés équivalents à ceux de l'année 1990/1991 et pour les débits entrant dans la retenue, on adopte les valeurs de débits à Bafing-Mahana. Pour l'évaporation nette, on a adopté les valeurs préconisées par le Groupement Manantali (Cf. Actualisation des données de base, Annexe 2, Hydrologie, Mission A.1.2)

.../...

MOIS	NOVEMBRE	DECEMBRE	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN
mm	97	99	156	183	234	234	204	98

Le niveau de la retenue de Manantali étant supposé à la cote 202,00m soit un volume de 8600 millions de m³ en fin octobre 1992, le tableau ci-dessous récapitule l'évolution de la retenue de novembre 1992 à juin 1993.

DATES	Q BAK = 150m ³ /s		Q BAK = 175m ³ /s		Q BAK = 200m ³ /s	
	H (m IGN)	Δ H (cm)	H (m IGN)	Δ H (cm)	H (m IGN)	Δ H (cm)
31 Octobre	202,00		202,00		202,00	
15 Novembre	201,36	- 64	201,36	- 64	201,36	- 64
30 Novembre	201,23	- 13	201,15	- 21	201,07	- 29
31 Décembre	200,58	- 65	200,33	- 82	200,09	- 98
31 Janvier	199,67	- 91	199,09	-124	198,75	-134
28 Février	198,52	-115	197,86	-123	197,34	-141
31 Mars	197,12	-140	196,38	-148	195,67	-167
30 Avril	195,82	-130	194,91	-147	193,92	-175
31 Mai	194,48	-134	193,27	-164	192,06	-186
30 Juin	193,24	-124	191,83	-144	190,44	-162

3. Plan d'eau en aval de Bakel :

Le tableau ci-dessous indique les cotes (en m IGN) du plan d'eau en aval de Bakel pour les 3 variantes de débit à Bakel (150m/s, 175m/s et 200m/s) et pour 3 hypothèses de cote du plan d'eau de la retenue de Diama = 1,40m ; 1,50m et 1,75m.

.../...

STATIONS	H DIAMA = 140m IGN			H DIAMA = 1,50m IGN			H DIAMA : 1,75m		
	Q BAK : m³/s			Q BAK : m³/s			Q BAK : m³/s		
	150	175	200	150	175	200	150	175	200
BAKEL	13,01	13,13	13,26	13,01	13,13	13,26	13,01	13,13	13,26
KAEDI	4,86	5,02	5,21	4,86	5,02	5,21	4,86	5,02	5,21
SALDE	3,09	3,25	3,44	3,09	3,25	3,44	3,09	3,25	3,44
BOGHE	1,50	1,54	1,59	1,59	1,64	1,67	1,83	1,85	1,89
PODOR	1,43	1,44	1,45	1,53	1,53	1,55	1,77	1,78	1,79
DAGANA	1,41	1,41	1,41	1,50	1,51	1,51	1,75	1,76	1,70
ROSSO	1,40	1,40	1,41	1,50	1,51	1,51	1,75	1,75	1,76
DIAMA	1,40	1,40	1,40	1,50	1,50	1,50	1,75	1,75	1,75

III - ANALYSE ET RECOMMANDATIONS :

Les 3 scénarios de gestion de la retenue de Manantali sont d'effets pratiquement équivalents dans la zone d'influence de la retenue de Diama, c'est à dire sur le bief Diama-Boghé.

Sur le bief amont les scénarios N°3 (Q BAK = 200m³/s) et N°2 (Q BAK = 175m³) ne provoqueraient que des rehaussements limités (à Kaedi, 35cm pour le scénario 3 et 16cm pour le scénario N°2) par rapport au scénario N°1.

Le relèvement de la cote au barrage de Diama provoque un rehaussement quasi identique sur le bief d'influence de la retenue. Pour permettre des remontées de 10 et 35 cm à Diama, il correspond à des remontées de 8 à 10cm et de 30 à 33cm au niveau de Podor et Boghé.

En conséquence le choix d'un des 3 scénarios est pratiquement d'influence négligeable sur les niveaux, dans l'ensemble de la vallée.

Les conséquences des scénarios de gestion sur la retenue de Manantali en fin juin 1993 sont :

.../...

	Scénario 1 Q BAK = 150m³/s	Scénario 2 Q BAK = 175m³/s	Scénario 3 Q BAK = 200m³/s
Niveau de la retenue (m IGN)	193,24	191,83	190,44
Volume de la retenue (Mio m³)	5437	4986	4541
Baisse de volume de Novembre 1992 à juin 1993 (Mio m³)	3163	3614	4059

Le scénario N°3 offre le plus de facilité pour les travaux de réparation du Rip Rap en permettant l'excavation au plus tôt et plus bas du parement amont du barrage. Le scénario N°2, en permettant l'excavation du parement amont au moins jusqu'à la cote 192, niveau de la risberme la plus haute, permet aussi de procéder à la réparation du Rip Rap au moins dans les tranches supérieures.

Si les travaux de réparation du Rip Rap devaient concerner des tranches de parement situées au-dessous de la cote 193,50m (par exemple si la zone de réparation devait s'étendre par toute la tranche comprise entre la risberme située à la cote 192m et la crête de la digue) le scénario N°1 ne serait pas convenable.

Le scénario approprié pour les travaux de réparation du Rip Rap dépendra donc du niveau inférieur des tranches concernées et du calendrier prévisionnel des travaux.

En supposant que les travaux de réparation du Rip Rap seront réalisés avant la fin du mois de juin 1993, il sera nécessaire, pour procéder au remplissage de retenue à la cote 208,00m de stocker :

- 5863 millions de m³ dans le scénario N°1 (Q BAK = 150m³/s)
- 6314 millions de m³ dans le scénario N°2 (Q BAK = 175m³/s)
- 6759 millions de m³ dans le scénario N°3 (Q BAK = 200m³/s)

Les apports du Bafing à Bafing Mahana de juillet à octobre se sont élevés pendant les dernières crues à :

CRUE	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Mio - m ³	4706,28	5598,53	4945,36	5102,0	6183,1	5000 (*)

(*) : Valeur approximative estimée

En plus il sera nécessaire que la retenue de Manantali contribue au soutien du débit du fleuve Sénégal en début d'hivernage (juillet) et en fin d'hivernage (octobre et Novembre) pour les besoins agricoles (débit de 300 à 350m³/s à Bakel) ainsi qu'au soutien de la pointe de crue en septembre (1800m³/s pendant 15 jours)

Quelque soit le scénario, la probabilité de remplissage de la retenue de Manantali pendant la crue 1993 est faible en considération de l'hydraulicité du Bafing Mahana pendant les dernières années. Cependant le scénario N°1 est celui qui permettra d'accumuler le plus d'eau dans la retenue de Manantali.

De l'analyse ci-dessous on pourrait déduire les règles de gestion ci-dessous pour la saison sèche 1992/1993.

- Gestion de la retenue de Diama

- * A partir du 15 octobre monter progressivement (2 à 3 cm/j) le plan d'eau dans la retenue de Diama jusqu'à la cote 1,75m au maximum, et
Maintenir le plan d'eau dans la retenue de Diama à 1,50m \pm 10cm

- Gestion de la retenue de Manantali

Moduler les lachures de la retenue de Manantali de façon, d'une part, à maintenir un débit minimum de 150m³/s à Bakel et, d'autre part, à respecter les contraintes de cotes et de calendrier des travaux de réparation du Rip Rap.

.../...

TABEAU 1 : Suite **CALCUL DES LACHURES A MANANTALI POUR**
ATTEINDRE DES DEBITS FIXES A BAKEL.

=====

DATE	Q OUA m ³ /s	Q GOUR m ³ /s	1,05 Q GOU + Q OUA	Q MAN Pour 150m ³ /s	Q MAN Pour 175m ³ /s	Q MAN Pour 200m ³ /s
28 - 11	3,2	11,0	14,75	117,25	139,25	161,25
29 - 11	3,0	11,0	14,55	117,45	139,45	161,45
30 - 11	2,9	11,0	14,35	117,65	139,65	161,65
01 - 12	2,7	10,0	13,20	118,80	140,80	162,80
02 - 12	2,6	10,0	13,10	118,90	140,90	162,90
03 - 12	2,5	10,0	13,00	119,00	141,00	163,00
04 - 12	2,4	10,0	12,90	119,10	141,10	163,10
05 - 12	2,3	9,0	11,75	120,25	142,25	164,25
06 - 12	2,0	9,0	11,45	120,55	142,55	164,55
07 - 12	1,9	9,0	11,35	120,65	142,65	164,65
08 - 12	1,8	9,0	11,25	120,75	142,75	164,75
09 - 12	1,7	8,0	10,10	121,90	143,90	165,90
10 - 12	1,6	8,0	10,00	122,00	144,00	166,00
11 - 12	1,5	8,0	9,90	121,10	144,10	166,10
12 - 12	1,4	8,0	9,80	122,20	144,20	166,20
13 - 12	1,3	7,0	8,65	123,35	145,35	167,35
14 - 12	1,3	7,0	8,65	123,85	145,35	167,35
15 - 12	1,2	7,0	8,55	123,45	145,45	167,45
16 - 12	1,1	7,0	8,45	123,55	145,55	167,55
17 - 12	0,9	7,0	8,25	123,65	145,65	167,55
18 - 12	0,9	6,0	7,20	124,80	146,80	168,80
19 - 12	0,8	6,0	7,10	124,10	146,10	168,10
20 - 12	0,7	0,0	7,00	125,00	147,00	169,00
21 - 12	0,7	6,0	7,00	125,00	147,00	169,00
22 - 12	0,0	5,0	5,85	126,15	148,15	170,15
23 - 12	0,6	5,0	5,85	126,15	148,15	170,15
24 - 12	0,6	5,0	5,85	126,15	148,15	170,15
25 - 12	0,5	5,0	5,75	126,25	148,25	170,25
26 - 12	0,4	5,0	5,65	126,35	148,35	170,35
27 - 12	0,4	4,0	4,60	127,40	149,40	171,40
28 - 12	0,4	4,0	4,60	127,40	149,40	171,40
29 - 12	0,4	4,0	4,60	127,40	149,40	171,40
30 - 12	0,4	4,0	4,60	127,40	149,40	171,40
31 - 12	0,4	4,0	4,60	127,40	149,40	171,40

TABLEAU 1 : Suite CALCUL DES LACHURES A MANANTALI
ATTEINDRE DES DEBITS FIXES A BAKEL

=====

DATE	Q OUA m ³ /s	Q GOUR m ³ /s	1,05 Q GOUR + Q OUA	Q MAN Pour 150m ³ /s	Q MAN Pour 175m ³ /s	Q MAN Pour 200m ³ /s
29 - 12	0,4	4,0	4,60	127,40	149,40	171,40
30 - 12	0,4	4,0	4,60	127,40	149,40	171,40
31 - 12	0,4	4,0	4,60	127,40	149,40	171,40
01 - 01	0,3	4,0	4,50	127,50	149,50	171,50
02 - 01	0,3	4,0	4,50	127,50	149,50	171,50
03 - 01	0,2	4,0	4,40	127,60	149,60	171,60
04 - 01	0,2	4,0	4,40	127,60	149,60	171,60
05 - 01	0,2	4,0	4,40	127,60	149,60	171,60
06 - 01	0,1	4,0	4,30	127,70	149,70	171,70
07 - 01	0,1	3,0	3,25	128,75	150,75	172,75
08 - 01	0,1	3,0	3,25	128,75	150,75	172,75
09 - 01	0,1	3,0	3,25	128,75	150,75	172,75
10 - 01	0,0	3,0	3,15	128,85	150,85	172,85
11 - 01	0,0	3,0	3,15	128,85	150,85	172,85
12 - 01	0,0	3,0	3,15	128,85	150,85	172,85
13 - 01	0,0	3,0	3,15	128,85	150,85	172,85
14 - 01	0,0	3,0	3,15	128,85	150,85	172,85
15 - 01	0,0	3,0	3,15	128,85	150,85	172,85
16 - 01	0,0	3,0	3,15	128,85	150,85	172,85
17 - 01	0,0	3,0	3,15	128,85	150,85	172,85
18 - 01	0,0	3,0	3,15	128,85	150,85	172,85
19 - 01	0,0	3,0	3,15	128,85	150,85	172,85
20 - 01	0,0	3,0	3,15	128,85	150,85	172,85
21 - 01	0,0	2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
22 - 01	0,0	3,0	2,10	129,90	151,90	173,90
23 - 01	0,0	2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
24 - 01	0,0	2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
25 - 01	0,0	2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
26 - 01	0,0	2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
27 - 01	0,0	2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
28 - 01	0,0	2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
29 - 01	0,0	2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
30 - 01	0,0	2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
31 - 01	0,0	2,0	2,10	129,90	151,90	173,90

**TABLEAU 1 : Suite CALCUL DES LACHURES A MANANTALI POUR
ATTEINDRE DES DEBITS FIXES A BAKEL**

=====

DATE	Q OUA m ³ /s	Q GOUR m ³ /s	1,05 Q GOUR + Q OUA	Q MAN Pour 150m ³ /s	Q MAN Pour 150m ³ /s	Q MAN Pour 150m ³ /s
29 - 01		2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
30 - 01		2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
31 - 01		2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
01 - 02		2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
02 - 02		2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
03 - 02		2,0	2,10	129,90	151,90	173,90
04 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
05 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
06 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
07 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
08 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
09 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
10 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
11 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
12 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
13 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
14 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
15 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
16 - 02		1,0	1,05	130,95	152,95	174,95
17 - 02		0,0	0,00	132,00	154,00	176,00
18 - 02		0,0	0,00	132,00	154,00	176,00
19 - 02		0,0	0,00	132,00	154,00	176,00
20 - 02		0,0	0,00	132,00	154,00	176,00
21 - 02		0,0	0,00	132,00	154,00	176,00
22 - 02		0,0	0,00	132,00	154,00	176,00
23 - 02		0,0	0,00	132,00	154,00	176,00
24 - 02		0,0	0,00	132,00	154,00	176,00
25 - 02		0,0	0,00	132,00	154,00	176,00
26 - 02		0,0	0,00	132,00	154,00	176,00
27 - 02		0,0	0,00	132,00	154,00	176,00
28 - 02		0,0	0,00	132,00	154,00	176,00