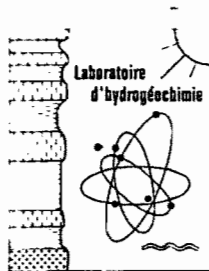


F.X. COGELS
J.Y. GAC

**CIRCULATION ET SALINITE
DES EAUX DU LAC DE GUIERS
PROBLEMES DE DEVELOPPEMENT
ET MODELE DE GESTION**



MAI 1983

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE DAKAR - HANN



CIRCULATION ET SALINITE DES EAUX DU LAC DE GUIERS :
PROBLEMES DE DEVELOPPEMENT ET MODELE DE GESTION.

F.-X. COGELS et J.-Y. GAC

Communication présentée au Colloque de l'ISE "Le lac de Guiers : Problématique régional d'environnement et de développement sahéliens", Dakar (Sénégal), 9/11 Mai 1983.

In Actes du Colloque, publication ISE-ENDA-UNESCO/MAB (sous presse).

CIRCULATION ET SALINITÉ DES EAUX DU LAC DE GUIERS. PROBLÈMES DE DÉVELOPPEMENT ET MODÈLE DE GESTION *

F.-X. COGELS (1) et J.-Y. GAC (2)

RESUME :

La physicochimie des eaux du lac de Guiers présente une variabilité spatiotemporelle importante : douces toute l'année dans la région nord, elles sont beaucoup plus minéralisées au sud avec des phases de diminution et de croissance des concentrations sous l'effet des apports fluviaux et de l'évaporation.

La crue du fleuve et les différents pompages dans le lac engendrent d'importants mouvements des masses d'eau, le sens de circulation étant assujéti aux proportions relatives des prélèvements effectués par la SONEES et la CSS.

Les difficultés d'exploitation du lac résident dans le risque d'hypersalinisation des eaux, conséquence indirecte des futurs aménagements de la vallée du fleuve Sénégal. Le schéma de la circulation des eaux fixe les seuils limites d'exploitation et fait ressortir l'impérieuse nécessité d'une constante concertation des principaux utilisateurs, pour une gestion optimale des eaux du lac de Guiers.

INTRODUCTION :

Le lac de Guiers se présente comme une dépression naturelle peu profonde, allongée suivant l'axe nord-sud, longue d'environ 50 km et large de 7 km. Il s'inscrit dans un quadrilatère entre 15°25 et 16° de longitude Ouest, 15°40' et 16°25 de latitude nord. Il constitue la seule importante réserve d'eau douce de surface du Sénégal (Fig. 1).

Dans sa configuration actuelle, le lac se subdivise en deux grandes régions :

- une partie nord longue de 30 km et large de 5 à 7 km, vaste nappe d'eau libre représentant plus de 85 % du volume total du lac.
- une partie sud longue de 20 km, étroite, encaissée et parsemée d'îlots plus ou moins apparents selon la position du plan d'eau du lac.

La région nord est limitée à son extrémité la plus septentrionale par les digues de l'exploitation agricole de la CSS ; la région sud est isolée de l'ancienne vallée du Ferlo par le barrage de Keur Momar Sarr.

(1) Fondation Universitaire Luxembourgeoise, 140, Rue des Déportés, Arlon (Belgique).

(2) Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, B.P. 1386, Hann/Dakar (Sénégal).

* Communication présentée au Colloque "Le Lac de Guiers : Problématique régionale d'environnement et de développement sahéliens", Institut des Sciences de l'Environnement, Université de Dakar, 9-11 Mai, Dakar (Sénégal).

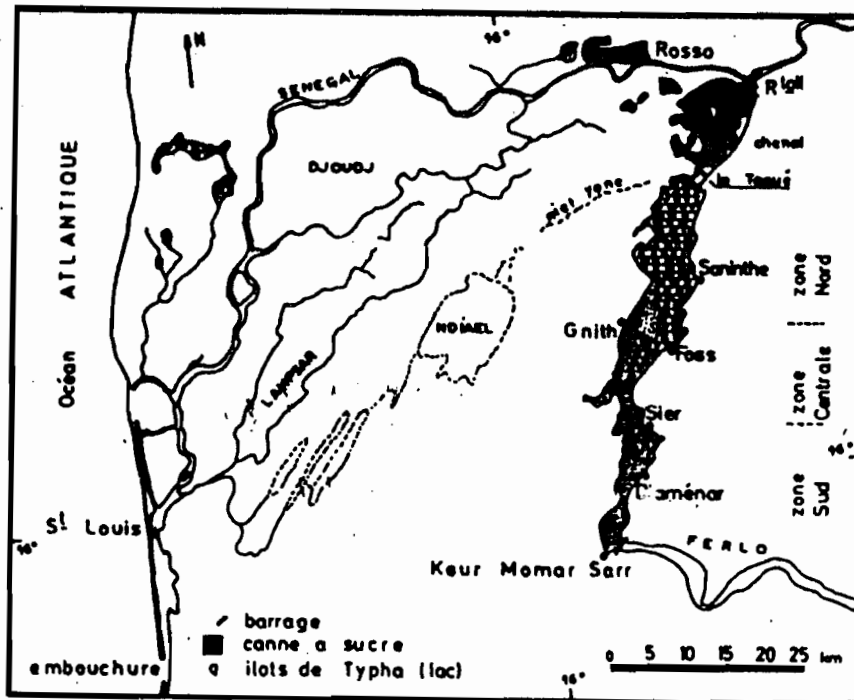


Fig. 1 - Situation géographique du lac de Guiers.

Tous les ans (de fin Juillet à la mi-Octobre) la crue du Sénégal réalimente le lac par l'intermédiaire du chenal de la Taoué, long de 17 km. Au confluent du Sénégal et de la Taoué la présence des deux barrages de Richard-Toll assure le remplissage maximum du lac en fonction de l'importance de la crue du fleuve.

Au cours de la première phase, et après le retrait des eaux salées par l'onde de crue, les deux barrages sont ouverts : le niveau des eaux dans la dépression étant situé bien en contrebas du fleuve, le lac se remplit.

La seconde phase débute lorsque le fleuve amorce sa décrue, le lac est à son niveau maximum. Le barrage aval est fermé pour éviter le reflux des eaux stockées vers le fleuve. Le barrage amont reste ouvert, permettant à la CSS de continuer à s'alimenter à partir du fleuve, tant que la langue salée se situe à l'aval de la ville de Richard-Toll.

A l'arrivée de l'onde de marée, le barrage amont est fermé. Avec l'ouverture du barrage aval, la CSS assure l'irrigation de la canne à sucre à partir des eaux lacustres.

Le fonctionnement du lac se résume de la façon suivante :

Phase 1 : (Fin Juillet à mi-Octobre)

Apports : V_F : Fleuve
 V_{Po} : Précipitations
 V_r : Rejets des zones irriguées

Pertes : V_E : Evaporation
 V_{P_2} : Pompages de la SONEES

Phase 2 : (Mi-Octobre à mi-Février)

Apports : V_{Po} : Précipitations (insignifiantes)
 V_r : Rejets

Pertes : V_E : Evaporation
 V_{P_2} : Pompages de la SONEES

Phase 3 : (Mi-Février à fin Juillet)

Apports : V_{Po} : Précipitations (réduites)
 V_r : Rejets

Pertes : V_E : Evaporation
 V_{P_1} : Pompages de la CSS
 V_{P_2} : Pompages de la SONEES

I - APERÇU SUR LE BILAN HYDROCHIMIQUE

Durant l'isolement du lac (phases 2 et 3), les variations du plan d'eau sont sous l'étroite dépendance des pompages, de l'évaporation et des rejets, les précipitations n'intervenant que dans une proportion insignifiante. A elle seule, l'évaporation représente 79 % des pertes du lac (COGELS et GAC, 1982, 1983a) : les eaux se concentrent, leur minéralisation progressive étant favorisée dans la zone nord par la charge chimique élevée des rejets. Dans la zone nord la salinité globale passe de 100 mg/l (au début de la phase 2) à près de 500 mg/l (en fin de phase 3) ; au sud, le facteur de concentration est du même ordre de grandeur, la charge dissoute initiale de 1 000 mg/l s'élevant en fin d'assèchement du lac à près de 4 000 mg/l (COGELS et GAC, 1983a).

L'évolution annuelle de la physico-chimie des eaux du lac est complexe d'une part par suite du gradient de salinité observé entre le nord et le sud, d'autre part par l'importance des déplacements des masses d'eaux, engendrés par les pompages et le flot fluvial. Ces mouvements entraînent des variations spatiales qui se surimposent aux effets de l'évaporation et des rejets.

II - LA CIRCULATION DES EAUX DANS LE LAC

Afin de mieux saisir l'importance du flux et du reflux des masses d'eau dans l'ensemble du lac, le plan d'eau a été subdivisée en 7 zones (Fig. 2) :

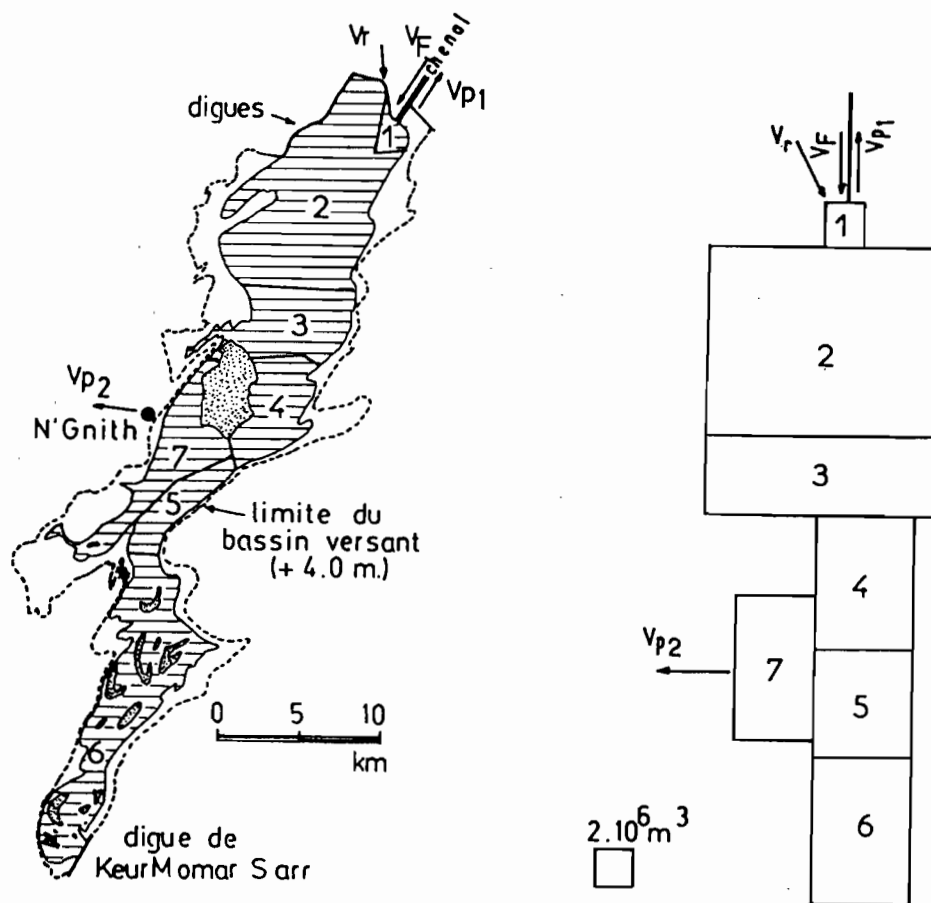


Fig. 2 - Répartition des 7 zones dans le lac et représentation schématique du lac (plan d'eau à +1,0 m IGN).

- la zone 1 à l'embouchure de la Taoué,
- les zones 2 et 3, les plus importantes en volume, constituent la totalité de la région Nord,
- les zones 4 - 5 et 7 englobent toute la partie centrale du lac directement sous l'influence des pompages de la station de N'Gnith,
- enfin, la zone 6 correspond à la région méridionale, partie étroite où le sens de circulation est essentiellement longitudinal, les eaux effectuant annuellement un aller et retour entre leur région d'origine et le centre du lac.

Les volumes de chaque zone ont été déterminés par planimétrie des cartes bathymétriques et des formules établies pour suivre leurs variations en fonction de la cote du plan d'eau à l'échelle limnimétrique de N'Gnith (calée sur le 0 IGN). L'importance exacte des volumes d'eau pompée ou rejetée dans le lac étant connue, les transferts de zone à zone peuvent être calculés au cours des trois phases successives du cycle annuel.

1/ Transferts au cours du remplissage (phase 1)

La figure 3 illustre le sens théorique de la circulation des eaux. Au cours du remplissage, trois paramètres interviennent : les apports du fleuve (V_F) des rejets (V_r) et les pompages de la SONEES (V_{P_2}). On admet que les précipitations (V_{P_0}) sont des retombées verticales et n'ont aucune incidence sur la circulation des eaux. Nous avons considéré que les pompages de la SONEES, bien que négligeables par rapport aux apports du fleuve, accélèrent la progression des eaux dans les zones 1 - 2 - 3 et 4, les quantités d'eau nécessaires à l'usine de traitement de N'Gnith transitant entre les zones 4 et 7 sans influencer les zones 5 et 6.

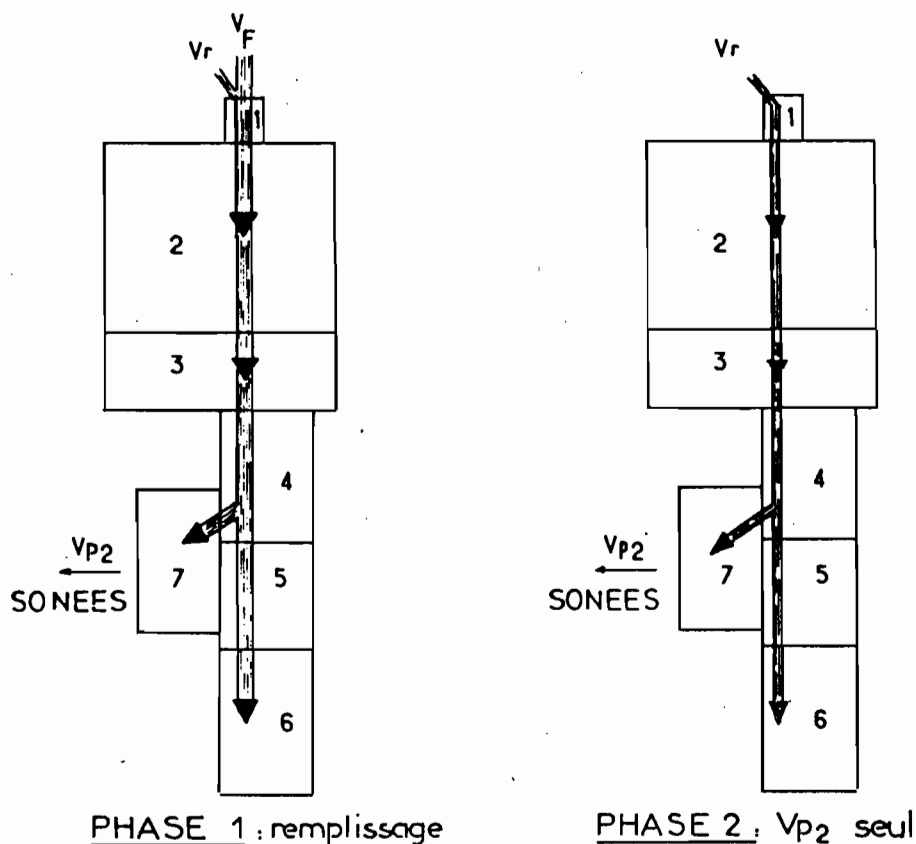


Fig. 3 - Illustration du schéma de la circulation actuelle des eaux dans le lac de Guiers au cours du remplissage (phase 1) et de l'assèchement avec les seuls pompages de la SONEES (phase 2).

Désignons par V_1, V_2, \dots, V_7 , le volume des différentes zones, par ΣV , le volume total du lac et V_T la quantité d'eau pénétrant dans le lac ($V_P + V_R$). Les transferts de zone à zone (V_t) sont donnés par les relations suivantes :

$$1 + 2 : V_{t\ 12} = V_T - (V_T - V_{P\ 2}) \frac{V_1}{\Sigma V}$$

$$2 + 3 : V_{t\ 23} = V_{t\ 12} - (V_T - V_{P\ 2}) \frac{V_2}{\Sigma V}$$

$$3 + 4 : V_{t\ 34} = V_{t\ 23} - (V_T - V_{P\ 2}) \frac{V_3}{\Sigma V}$$

$$4 + 5 : V_{t\ 45} = (V_T - V_{P\ 2}) \frac{(V_5 + V_6)}{\Sigma V}$$

$$4 + 7 : V_{t\ 47} = V_{t\ 34} - V_{t\ 45} - (V_T - V_{P\ 2}) \frac{V_4}{\Sigma V}$$

$$5 + 6 : V_{t\ 56} = V_{t\ 45} - (V_T - V_{P\ 2}) \frac{V_5}{\Sigma V}$$

2/ Transferts lors de la phase 2 (hors pompages CSS, V_{P1})

Le sens de la circulation des masses d'eau est identique à celui de la phase précédente puisque n'interviennent que les pompages de la SONEES (V_{P2}) et les rejets (V_R). Les vitesses de transfert sont cependant plus rapides V_{P2} (30 000 à 40 000 m³/jour) représentant près de la moitié des rejets (de l'ordre de 80 000 m³/jour).

Comme dans le cas précédent, on suppose que les pompages n'entraînent aucune perturbation dans les zones 5 et 6 (Fig. 3).

$$V_T = V_R$$

$$1 + 2 : V_{t\ 12} = V_R - (V_R - V_{P\ 2}) \frac{V_1}{\Sigma V}$$

Les transferts entre les autres zones sont donnés par les relations précédentes, en substituant dans les formules V_T par V_R .

3/ Transferts lors des pompages simultanés de la CSS (V_{P1}) et de la SONEES (V_{P2}), Phase 3.

C'est la phase la plus complexe avec l'intervention des deux pompages et le déversement des rejets de la CSS. La difficulté réside au niveau de la circulation des eaux entre les zones 4 - 5 et 7 où le sens des échanges varie d'une part en fonction de l'importance des prélèvements de N'Gnith (V_{P2}) et d'autre part sous l'effet des volumes transférés de la région sud du lac.

Pour la zone 1, bien que des perturbations résultent des rejets (V_R) situés à proximité, on considère que le sens du courant est unidirectionnel vers la chenal de la Taoué : V_R est déduit de V_{P1} (pompages de la CSS) et la valeur de V_{P1} ainsi déterminée est assimilée au bilan hydrique net de la zone 1 (l'évaporation n'étant pas prise en compte).

Les prélèvements de la CSS, V_{p1} , étant nettement supérieurs à ceux de la SONEES (V_{p2}), le sens du courant est en général sud-nord. Cependant, selon l'importance de V_{p2} et des contributions respectives des zones 4 - 5 - 6 et 7, la direction prise par les masses peut se modifier. La figure 4 illustre les 4 possibilités envisageables.

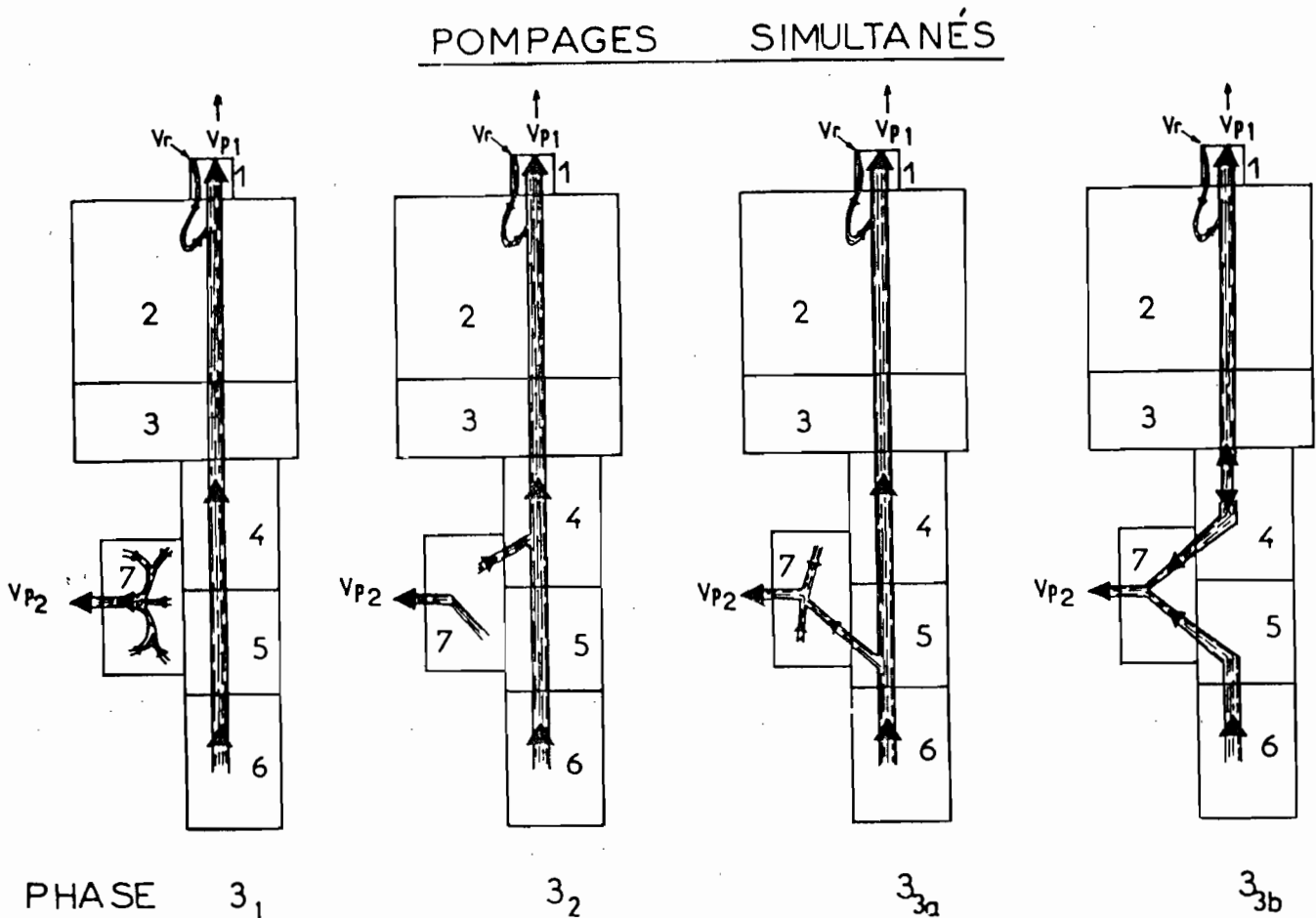


Fig. 4 - Illustration du schéma général de la circulation des eaux du lac de Guiers lors des pompages simultanés de la CSS et de la SONEES (phase 3 et les différentes variantes).

- 1) V_{p2} est égal au volume d'eau que peut apporter la zone 7 ; dans cette hypothèse : $V_{p2} = (V_{p1} + V_{p2}) \frac{V7}{\Sigma V}$, la zone évolue en système fermé indépendant du lac, et le transfert de la zone 5 à la zone 4 est total.
- 2) $V_{p2} < (V_{p1} + V_{p2}) \frac{V7}{\Sigma V}$; il y a un excédent d'eau dans la zone 7, surplus transféré vers la zone 4. Le transfert de la zone 5 vers la zone 4 est à nouveau total.

3) $V_{P 2} > (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V7}{\Sigma V}$, dans ce cas la zone 7 ne peut suffire toute seule aux pompages de la SONEES. Deux situations sont alors possibles :

a/ $V_{P 2} < V_{t 54} + V_{t 57} + (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V7}{\Sigma V}$; les zones 5 et 6 sont capables de combler le déficit de la zone 7, les transferts s'effectuent de la zone 5 vers la zone 7 et l'excédent migre de la zone 5 vers la zone 4.

b/ $V_{P 2} > V_{t 54} + V_{t 57} + (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V7}{\Sigma V}$; les réserves des zones 5 et 6 ne peuvent compenser le déficit de la zone 7, les transferts vers la région de N'Gnith viennent du sud (zones 5 et 6) et du nord (zone 4). Compte tenu du rapport élevé $V_{P 1} / V_{P 2} \neq 10$, l'éventualité de mouvements de masses d'eau des zones 1 - 2 et 3 vers la zone 7 n'a pas été envisagée.

$$V_T = 0$$

$$6 \rightarrow 5 : V_{t 65} - (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V6}{\Sigma V}$$

$$5 \begin{cases} 4 \\ 7 \end{cases} : V_{5(4+7)} = V_{t 65} + (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V5}{\Sigma V}$$

Hypothèse 1 : $V_{t 54} = V_{t 65} + (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V5}{\Sigma V}$

Hypothèse 2 : $V_{t 54} = V_{t 65} + (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V5}{\Sigma V}$

et $V_{t 74} = (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V7}{\Sigma V} - V_{P 2}$

Hypothèse 3 a : $V_{t 57} = V_{t 65} + (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{(V5 - V7)}{\Sigma V} - V_{P 2}$

$$V_{t 54} = V_{t 65} - V_{t 57} + (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V5}{\Sigma V}$$

Hypothèse 3 b : $V_{t 57} = V_{t 65} + (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V5}{\Sigma V}$

$$V_{t 47} = V_{P 2} - (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V7}{\Sigma V} - V_{t 57}$$

4 + 3 : Hypothèse (1 - 2 et 3a) : $V_{t 43} = V_{t 54}$

Hypothèse 3b : $V_{t 43} = (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V4}{\Sigma V} - V_{t 47}$

3 + 2 : $V_{t 32} = V_{t 43} + (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V3}{\Sigma V}$

2 + 1 : $V_{t 21} = V_{t 32} + (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V2}{\Sigma V}$

1 + Chenal : $V_{t 1\text{-chenal}} = V_{t 21} + (V_{P 1} + V_{P 2}) \frac{V1}{\Sigma V}$

Au cours de l'étude physico-chimique des eaux du lac de Guiers menée conjointement par l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE) et par l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) de Juillet 1979 à Juillet 1982, l'exploitation du lac pour la production d'eau potable est demeurée en permanence sous les conditions définies par la seconde possibilité : la zone 7 se suffisant à elle-même et transférant l'excédent d'eau disponible vers la zone 4.

Les périodes d'alimentation du lac au cours des trois derniers cycles hydrologiques se sont respectivement étendues du 21/07/ au 27/09/1979, du 27/07 au 03/10/1980 et du 22/07 au 04/10/1981. Les transferts de zone à zone pendant ces trois cycles sont indiqués dans le tableau I. Les volumes d'eau mobilisés, à chaque crue du fleuve, dans la région nord sont 5 et 10 fois plus importants que les transferts observés dans les régions centrale et méridionale. Au cours de l'assèchement du lac, les mouvements de grande amplitude sont de nouveau localisés dans la partie septentrionale ; les refoulements vers les zones périphériques sont partiellement engendrés par le régime des vents. Il faut noter enfin que les échanges sont au cours de la phase 2 inversement proportionnels à l'importance de la crue.

TABLEAU I : Importance de la circulation des eaux dans le lac de Guiers. Transferts d'eau (en 10^6 m^3) de zone à zone au cours des phases de remplissage (1) de pompages de la SONEES (2) et des pompages simultanés de la SONEES et de la CSS (3).

Cycle Hydrologique 79/80 (21/07/79-27/07/80)			Cycle Hydrologique 80/81 (27/07/80 au 22/07/81)			Cycle Hydrologique 81/82 (22/07/81 au 04/08/82)		
Remplissage (Phase 1)	Assèchement (Phase 2) (Phase 3)		Remplissage (Phase 1)	Assèchement (Phase 2) (Phase 3)		Remplissage (Phase 1)	Assèchement (Phase 2) (Phase 3)	
$(V_f + V_r) \rightarrow 1$: 315,4	$V_r \rightarrow 1$: 58,79	1 \rightarrow chenal : 65,28	$V_f + V_r \rightarrow 1$: 524,7	$V_r \rightarrow 1$: 12,08	1 \rightarrow chenal : 69,35	$V_f + V_r \rightarrow 1$: 531,5	$V_r \rightarrow 1$: 10,58	1 \rightarrow chenal : 80,64
1 \rightarrow 2 : 312,2	1 \rightarrow 2 : 56,31	2 \rightarrow 1 : 64,75	1 \rightarrow 2 : 518,1	1 \rightarrow 2 : 11,98	2 \rightarrow 1 : 68,66	1 \rightarrow 2 : 525,3	1 \rightarrow 2 : 10,54	2 \rightarrow 1 : 79,81
2 \rightarrow 3 : 186,4	2 \rightarrow 3 : 36,60	3 \rightarrow 2 : 34,84	2 \rightarrow 3 : 320,1	2 \rightarrow 3 : 9,04	3 \rightarrow 2 : 38,26	2 \rightarrow 3 : 321,8	2 \rightarrow 3 : 8,10	3 \rightarrow 2 : 44,29
3 \rightarrow 4 : 128,8	3 \rightarrow 4 : 26,84	4 \rightarrow 3 : 20,80	3 \rightarrow 4 : 232,4	3 \rightarrow 4 : 7,73	4 \rightarrow 3 : 24,32	3 \rightarrow 4 : 231,4	3 \rightarrow 4 : 7,04	4 \rightarrow 3 : 27,97
4 \rightarrow 5 : 60,2	4 \rightarrow 5 : 11,77	5 \rightarrow 4 : 10,83	4 \rightarrow 5 : 116,4	4 \rightarrow 5 : 1,81	5 \rightarrow 4 : 13,05	4 \rightarrow 5 : 108,7	4 \rightarrow 5 : 1,53	5 \rightarrow 4 : 15,60
4 \rightarrow 7 : 31,0	4 \rightarrow 7 : 8,64	7 \rightarrow 4 : 1,02	4 \rightarrow 7 : 58,1	4 \rightarrow 7 : 5,06	7 \rightarrow 4 : 2,21	4 \rightarrow 7 : 62,7	4 \rightarrow 7 : 4,79	7 \rightarrow 4 : 1,75
5 \rightarrow 6 : 33,0	5 \rightarrow 6 : 6,51	6 \rightarrow 5 : 4,92	5 \rightarrow 6 : 73,4	5 \rightarrow 6 : 1,13	6 \rightarrow 5 : 6,62	5 \rightarrow 6 : 64,9	5 \rightarrow 6 : 0,97	6 \rightarrow 5 : 8,04

III - QUALITE DES EAUX CAPTEES PAR LA SONEES - MODLLE DE GESTION :

Au cours de la crue et de la période sans pompages de la CSS, les eaux traitées par la SONEES proviennent exclusivement de la région nord du lac. La minéralisation des eaux reste dans des limites acceptables, les rejets des zones irriguées étant dilués dans les importantes masses d'eau des zones 1 - 2 - 3 et 4.

Au début de la phase des pompages simultanés, l'orientation du flux général se modifie. Les eaux méridionales se dirigent vers le nord en longeant la rive Est du lac dans la région centrale ; la zone 7 soumise aux pompages de la SONEES déverse son surplus dans la zone 4. Théoriquement, les échanges entre la zone 5 et la zone 7 sont nuls et l'augmentation de la minéralisation des solutions dans cette dernière zone ne dépend que de

l'importance de l'évaporation. Dans les conditions actuelles d'exploitation des eaux du lac (hypothèse 3 - 2 évoquée précédemment) V_{p2} , restant toujours inférieur à $(V_{p1} + V_{p2}) \frac{V_7}{\Sigma V}$, la zone 7 doit constamment accuser un déficit en élément dissous.

Le bilan des teneurs en chlore (COGELS et GAC - 1983a) le confirme à de rares exceptions près (lorsque le vent soufflant d'Est en Ouest provoque une faible migration des eaux de la zone 5 vers la zone 7).

La SONEES envisageant à court terme d'accroître les capacités de production de l'usine de traitement de la station de N'Gnith, le modèle actuel de circulation des eaux risque de se modifier. L'afflux d'eaux fortement concentrées de la zone Sud vers la zone de N'Gnith étant prévisible, nous avons tenté d'évaluer les seuils limites de pompage afin de proposer un modèle de gestion des eaux du lac.

1 - Le rapport $\frac{V_7}{\Sigma V}$

Désignons par k , le rapport $\frac{V_7}{\Sigma V}$ situant l'importance des quantités d'eau piégées dans la zone 7 par rapport à la contenance totale du lac.

La valeur de k pour différentes hauteurs d'eau dans le lac peut être calculée à partir des équations suivantes :

$$k = 0,088 (H+2) - 0,045, \text{ pour } : -1,00 \text{ m} < H < -0,75 \text{ m}$$

$$k = 0,056 + 0,041 \ln(H+2), \text{ pour } : -0,74 \text{ m} < H < -0,00 \text{ m}$$

$$k = 0,0143 (H+2) + 0,0558, \text{ pour } : -0,01 \text{ m} < H < 4,00 \text{ m}$$

(dans les trois équations H est exprimé en mètres).

La proportion d'eau contenue dans la zone 7 croît régulièrement avec le remplissage du lac et son extension vers le sud (Fig. 5).

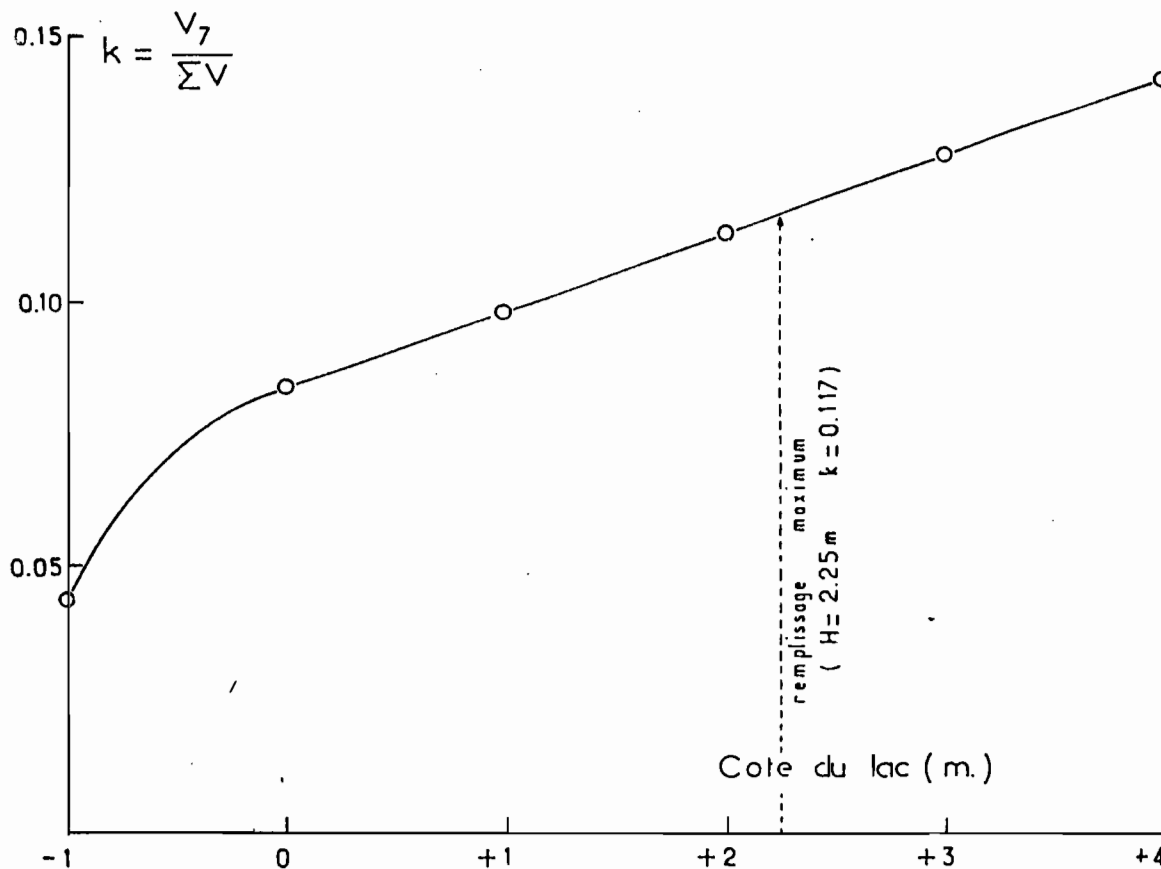


Fig. 5 - Relation entre la valeur de k et le niveau du lac.

Les risques d'intrusion d'eau salée dans la zone de N'Gnith dépendent de l'importance des pompages :

si $k [(V_{P1} - V_r) + V_{P2}] > V_{P2}$ pas de salinisation

si $k [(V_{P1} - V_r) + V_{P2}] < V_{P2}$ risque de salinisation

En admettant que l'exploitation actuelle des eaux du lac par la CSS se maintienne au même rythme dans le futur ($V_{P1} = 630\ 000\ m^3/jour$, $V_r = 85\ 000\ m^3/jour$), le seuil limite des prélèvements de la SONEES va varier en fonction du niveau des eaux dans le lac (Fig. 6) :

$$V_{P2} = k [(V_{P1} - V_r) + V_{P2}]$$

$$\text{ou } V_{P2} = \frac{k}{1-k} (V_{P1} - V_r)$$

$$V_{P2} = 53,60 (H + 2) - 29,20, \quad \text{pour } -1,00\ m < H < -0,75\ m$$

$$V_{P2} = 32,01 + 26,03 |n (H+2), \quad \text{pour } -0,74\ m < H < 0,00\ m$$

$$V_{P2} = 9,86 (H + 2) + 30,49, \quad \text{pour } 0,01\ m < H < 4,00\ m$$

(V_{P2} , seuil limite de pompage est exprimé en $10^3\ m^3/jour$, H la cote du lac en mètres).

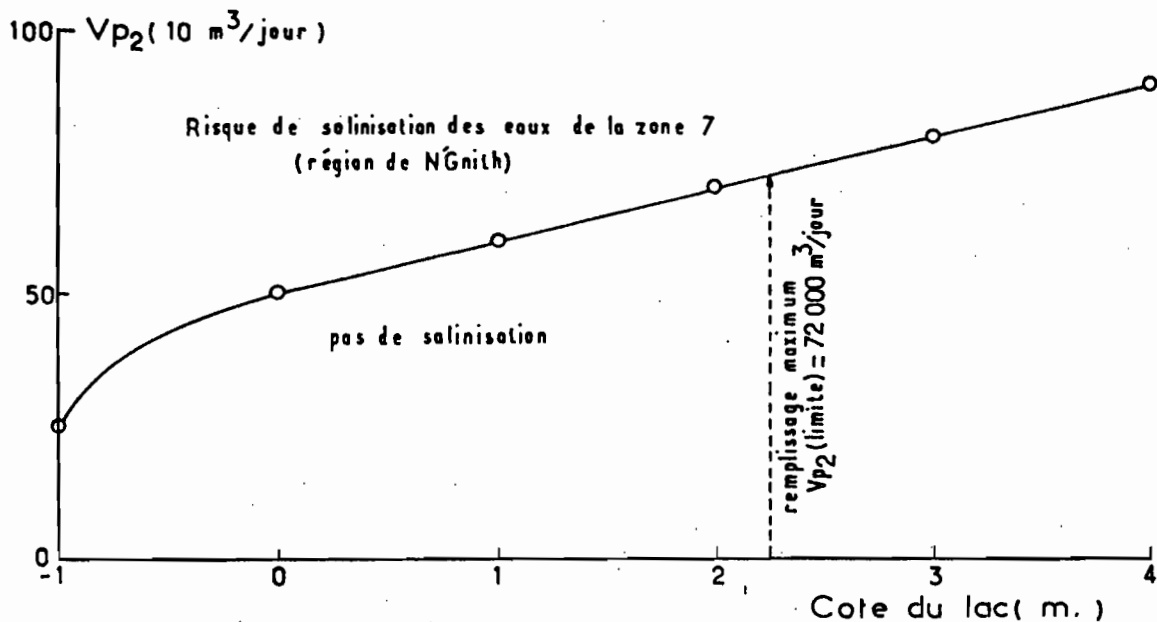


Fig. 6 - Valeurs limites des pompages de la SONEES en fonction du niveau du lac.

Au cours de la dernière crue du fleuve Sénégal, le niveau du lac s'est élevé fin Septembre 1982 à la cote maximum de + 1,14 m, fixant le seuil limite des pompages de la SONEES à 61 000 m³/jour. Lorsque le plan d'eau du lac est à la cote 0 (niveau de la mer), les volumes prélevés doivent être inférieurs à 50 000 m³/jour. Le fond du lac à la prise d'eau est à la cote -1,20 m, les pompages sont limités à 14 000 m³/jour.

Les futurs aménagements se proposent de doubler la production d'eau potable qui sera de l'ordre de 80 000 m³/jour : cette possibilité n'est envisageable que dans la mesure où le plan d'eau du lac se maintiendrait en permanence au-dessus de la cote 3,05 m. La limite du remplissage actuel étant situé à la cote +2,25 m par la digue de Keur Momar Sarr, les projets d'extension d'une telle ampleur sont irréalisables sous peine d'être rapidement confrontés à d'insolubles problèmes de salinisation.

2 - Importance relative des pompages V_{P1} et V_{P2} . Nécessité d'une concertation entre les utilisateurs actuels ou potentiels pour une gestion rationnelle des eaux du Lac de Guiers.

Les prélèvements de la CSS par l'importance de leur débit joue aussi un rôle capital dans la non-salinisation de la zone des pompages de la SONEES. En effet, ils provoquent l'afflux des eaux résiduelles méridionales vers la région nord ; l'aspiration est suffisamment élevée pour que les eaux salées remontent directement vers le nord sans transiter par la zone 7.

La valeur limite minimale des pompages de la CSS est donnée par la relation :
 V_{P1} (en réalité $V_{P1} - V_R$) = $\frac{1-k}{k} V_{P2}$. Ce volume minimum journalier indispensable pour éviter la pénétration d'eau salée dans la zone 7 est étroitement lié à l'importance des pompages V_{P2} de la SONEES. Les proportions relatives des deux prélèvements dépendent de la valeur du coefficient k :

$$\frac{V_{P1}}{V_{P2}} = \frac{1 - k}{k}$$

$$V_{P1} / V_{P2} = 53,740 (H + 2) - 31,484, \quad \text{pour } -1,00 \text{ m} < H < -0,76 \text{ m}$$

$$V_{P1} / V_{P2} = 16,394 (H + 2) - 0,596 \quad \text{pour } -0,75 \text{ m} < H < -0,00 \text{ m}$$

$$V_{P1} / V_{P2} = 16,269 (H + 2) - 0,537, \quad \text{pour } 0,01 \text{ m} < H < +4,00 \text{ mm}$$

Pour chaque cote du plan d'eau, la valeur du rapport V_{P1}/V_{P2} peut être déterminée à l'aide de la courbe de la figure 7. Ce rapport diminue régulièrement au cours du remplissage du lac ; il s'élève fortement lorsque le niveau du lac se situe en contrebas de l'océan.

Si V_{P1} augmente (extension de la CSS), le seuil limite des pompages de la SONEES V_{P2} peut-être calculé. Inversement si V_{P1} diminue (situation future avec l'implantation des barrages de retenue de Diama et de Manantali), on peut évaluer l'importance de V_{P2} garantissant la non ingérence d'eau salée du sud du lac dans la région de N'Gnith. Dans le cas extrême d'un arrêt des pompages de la CSS, qui ne puiserait son eau d'irrigation qu'à partir de l'importante nappe d'eau libre constituée par le barrage de Diama, la zone d'exploitation de la SONEES atteindrait rapidement des taux de salinité incompatibles avec l'impérieuse nécessité de produire de l'eau douce. La gestion des eaux du lac de Guiers impose donc une étroite collaboration et une continuelle concertation entre les différents utilisateurs.

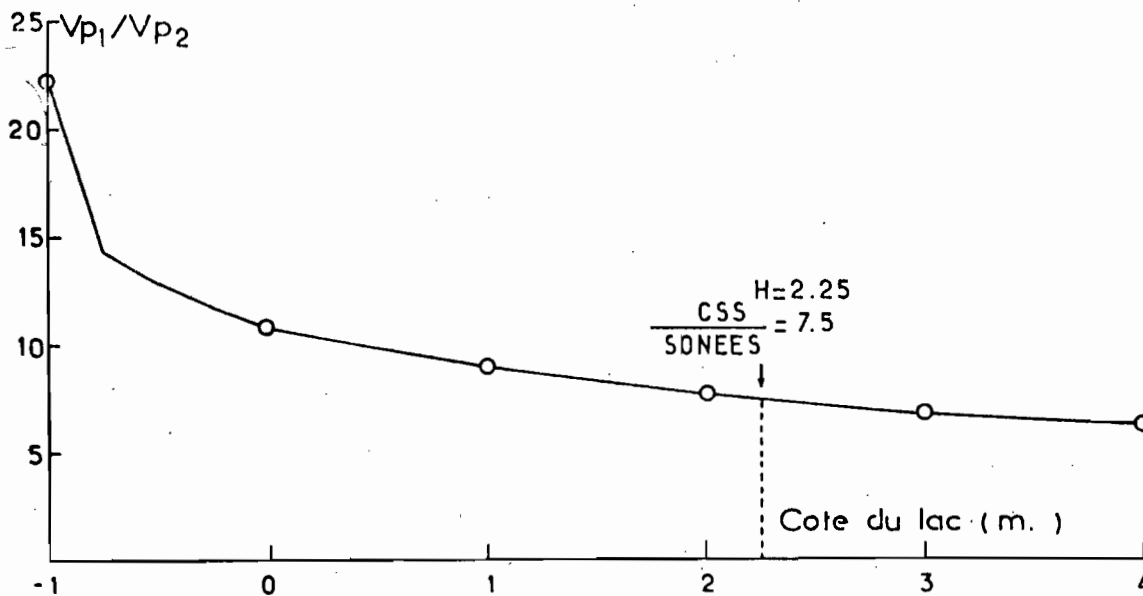


Fig. 7 - Evolution relative des pompages de la CSS et de la SONEES en fonction du niveau du lac.

Enfin, les transferts éventuels entre les zones 5 et 7 sont conditionnés par l'importance de V_{p2} par rapport au produit : $(V_{p1}+V_{p2}) \frac{(V_5+V_6+V_7)}{\Sigma V}$. Si V_{p2} est inférieur à ce produit, les transferts sont possibles de 5 vers 7 mais aussi de 5 vers 4 ; si V_{p2} est supérieur à ce produit, il y a transferts total de 5 vers 7 et de 4 vers 7 qui entraînent une dilution des eaux salées du sud par les eaux moins minéralisées des régions centrale et septentrionale. La salinisation des eaux de la zone 1 est atteinte lorsque :

$$V_{P2} = (V_{P1}+V_{P2}) \frac{(V_5+V_6+V_7)}{\Sigma V}$$

CONCLUSION :

Cette étude propose un modèle de gestion des eaux du lac de Guiers basé sur la connaissance précise de l'évolution de la salinité et du sens de circulation des grandes masses dans la dépression au cours du cycle hydrologique.

Il apparaît indispensable que les principaux utilisateurs, que sont la SONEES et la CSS aient le souci constant de la concertation pour la sauvegarde de la plus importante réserve d'eau douce de surface du Sénégal. La gestion quantitative de cette réserve, simplifiée par les futurs aménagements sur le fleuve Sénégal, doit être menée de pair avec une particulière attention à l'évolution qualitative des eaux lacustres. Les risques de salinisation progressive de cette réserve sont certains avec le maintien des rejets dans la zone nord, l'utilisation optimale des eaux douces du fleuve pour les besoins de l'irrigation et les projets "optimistes" d'accroître de façon trop importante la production d'eau potable pour l'alimentation des zones urbaines.

B I B L I O G R A P H I E

- COGELS F.-X., GAC J.-Y. - (1982) - Le lac de Guiers : Fonctionnement, bilans hydriques. Evolution d'une nappe d'eau libre en zone sahélienne (Sénégal). Cah. C. TOM, série Géol, VII, 1, pp.41-60.
- COGELS F.-X., GAC J.-Y. - (1983a) - Aménagement et évolution hydrogéochimique du lac de Guiers (Sénégal) depuis 1916. Actes du Colloque "Barrages en terre et développement des zones rurales en Afrique", 11/16 Avril 1983, Thiès (Sénégal), 18 p.
- COGELS F.-X., GAC J.-Y. - (1983c) - La chlorinité des eaux du lac de Guiers : bilan quantitatif, qualitatif et perspectives futures. Actes du Colloque "Le lac de Guiers : problématique régionale d'environnement et de développement sahéliens", 9/11 Mai 1983, Dakar (Sénégal),