

48



7^e CONGRES UADE

(Union Africaine des Distributeurs d'Eau)

09/511

Gestion intégrée des ressources en eaux du lac de Guiers (Sénégal)

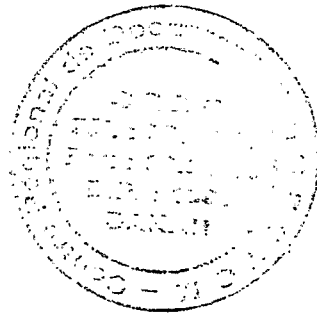
Un exemple de modèle prévisionnel

Communication orale

par

Mlle Awa NIANG et Mr Jean Yves GAC

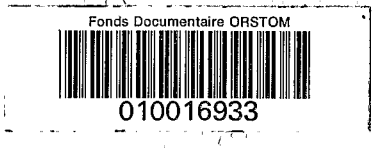
*Geographie
94*



*02/04/92
11500 JCP GAC/L*

*400 ROS.
" NOZ
" enlame*

Du 31 Janvier au 04 février 1994 à la FIDAK



Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: Bx 16933 Ex: unique

Introduction

Cet exposé sur le lac de Guiers a pour but de quantifier le bilan hydrologique annuel de la dépression lacustre entre 1976 et 1992 (objet de notre communication écrite), de faire une brève présentation du modèle de gestion quantitative des eaux (LGPLG) mis au point et du modèle de gestion global intégrant la gestion quantitative et ses implications qualitatives (GIL). Ces deux modèles ont été mis au point au Laboratoire de Géochimie de l'ORSTOM dans le cadre du programme EQUÉSEN.

1 - Situation géographique du lac de Guiers

Diapo 1

Satellite

Le lac de Guiers est une dépression naturelle qui s'étend selon un axe nord-sud et constituait à l'origine la partie aval du réseau hydrographique du Ferlo. Une digue sépare le lac de cette vallée depuis 1956.

Sa surface moyenne est de 240 km² pour un volume de 400 millions de m³. Sa profondeur est faible, de l'ordre de 1,60 m seulement. Il s'agit donc d'un lac plat comme le sont la plupart des lacs sahéliens (lac Tchad, lac de Bam,...)

Depuis les années 1950, le lac sert de réservoir d'eau douce aux installations agricoles situées pour l'essentiel dans sa partie Nord : rizicultures et exploitation de près de 8000 ha de canne à sucre par la CSS au début des années 70. La SONEES y prélève quelques 40000 m³ par jour traités sur place puis acheminés par conduite forcée jusqu'à Dakar.

Le lac de Guiers fait actuellement l'objet de beaucoup de sollicitations. Situé dans une région de développement prioritaire, son rôle de réservoir d'eau douce pour les cultures irriguées et la production d'eau potable à l'usine de la SONEES de Ngnith était capital jusqu'à la mise en fonction du barrage de Diama en 1985.

Aujourd'hui, le Guiers est approvisionné régulièrement à partir du fleuve et la disponibilité de l'eau a favorisé l'extension des cultures sur son pourtour immédiat.

D'ici quelques années, il devrait servir de zone de transit aux eaux dirigées vers le canal de Cayor, grand projet d'adduction d'eau vers le sud du pays. Le point de départ du canal est prévu à l'extrémité sud du Guiers. Les besoins très importants du canal nécessiteront une gestion précise des approvisionnement du lac à partir du fleuve.

Ceci a justifié la mise au point du modèle de gestion quantitative présenté ici.

Vu le nombre élevé d'utilisateurs potentiels des eaux, aux intérêts pas toujours concordants, la gestion du lac risque de devenir assez complexe.

La première étape du travail conduisant à la mise au point d'un modèle de gestion quantitative des eaux a été de comprendre le fonctionnement hydrologique du système et d'en quantifier les éléments d'entrée et de sortie.

hydrologiques du lac de Guiers

Diapo 2

Bilan hydrologique 1986-92

Les bilans hydrologiques du lac ont été calculés annuellement depuis 1976. Cette figure en indique la moyenne pour la période 1986 - 1992.

On voit immédiatement que les 2 termes clé de ce bilan sont d'une part les apports du fleuve qui constituent 88 % des entrées et l'évaporation qui représente 85% des pertes.

- Les autres termes sont les rejets de la CSS avec 5% des entrées et les pluies avec 7%. Ces dernières sont très irrégulières d'une année à l'autre et totalisent une hauteur moyenne annuelle de 220 mm.

- Les pompages pour l'irrigation ne représentent que 5% des pertes annuelles. Ils représentaient 15 à 20% avant 1986 lorsque la CSS prélevait une bonne part de ses eaux d'irrigation dans le lac.

- Les pompages SONEES totalisent 2% des pertes seulement et sont très constants d'une année à l'autre.

- Les 8 % de pertes représentés en rubrique "divers" sont pour l'essentiel constitués par les lâchers vers le Ferlo.

Diapo 3

Bilan hydrologique 2000

Le bilan est calculé ici pour la période postérieure à l'an 2000 et compte tenu de la mise en service du canal de Cayor. Le débit retenu pour le canal est de 15 m³/seconde. La pluviométrie prise en compte est la moyenne interannuelle depuis 1976.

On remarque que, bien évidemment, les consommations du canal de Cayor sont importantes dans ce bilan, en y représentant plus de 20%. Proportionnellement, la part de l'évaporation a diminué pour atteindre 71% des pertes (en valeurs relatives) contre 85% dans le bilan actuel.

La part des cultures irriguées est toujours faible, bien que leur extension à 3000 ha contre 1500 environ aujourd'hui, ait été prise en compte.

Evaporation des apports fluviaux dans le lac

Diapo 4

Taux d'utilisation des apports fluviaux dans le lac

Cette figure compare le taux d'utilisation réelle des apports fluviaux dans le lac à 4 périodes caractéristiques.

- en 1976, les besoins de l'irrigation autour du Guiers consomment près de 25% des apports fluviaux, la CSS étant alors l'utilisateur principal. Si on y ajoute les consommations de la SONEES, le taux d'utilisation général est de 27% environ.

- dès la mise en service du barrage de Diama la CSS s'approvisionne de plus en plus à partir du fleuve. Le taux d'utilisation des apports fluviaux dans le lac décroît jusqu'à 13% comme l'indique le résultat pour l'année 1986.

- aujourd'hui compte tenu des pompages CSS permanents dans le fleuve, le taux d'utilisation a encore baissé pour n'atteindre que 9 % environ. Plus de 90% des apports du fleuve au lac sont perdus par évaporation. Ce chiffre pose clairement le problème de la gestion et de l'économie de l'eau.

- à l'horizon 2000 et si le canal de Cayor se réalise, le taux d'utilisation des apports fluviaux devrait progresser jusqu'à plus de 30%. Tout dépendra aussi bien sûr de l'extension des cultures irriguées, autour du lac et dans la vallée du Ferlo.

4 - L'évaporation du lac de Guiers

Diapo 5

Evaporation lac-lac

L'évaporation mensuelle du Guiers a été calculée sur la période 1976-1992. Elle est représentée en histogramme vert sur la figure et comparée à celle mesurée en bac classe_A (en jaune). Son évolution annuelle moyenne est exprimée en ordonnée en mm/jour.

L'évaporation totale annuelle est de 2,25 m environ ce qui représente près de 400 millions de m³ certaines années soit un débit moyen de quelques 13 m³/sec. A titre indicatif, ces 13 m³/sec représentent aussi près de 6 fois les besoins actuels en eau potable de la grande agglomération dakaroise.

Le rôle fondamental de l'évaporation est ainsi confirmé. Compte tenu de la morphologie du lac, le remplir à un niveau même légèrement supérieur aux nécessités implique une extension exagérée de sa surface et donc de l'évaporation. Une gestion stricte des niveaux s'impose donc pour éviter les pertes inutiles en eau.

L'une des options de calcul du modèle de gestion des eaux permet précisément de répondre à la question de l'optimisation du niveau de remplissage du réservoir.

1 - Modèle de gestion quantitative (L G P L G)

Diapo 6

Modèle H lac et utilisateurs

Afin d'optimiser la gestion future du lac, surtout dans l'optique de la mise en service du canal de Cayor et de ses besoins d'approvisionnements importants, un modèle de gestion quantitative des eaux du Guiers a été développé.

Ce modèle est en fait un calcul du bilan hydrologique prévisionnel quotidien, et permet de simuler diverses alternatives de gestion, à savoir :

- Tout d'abord le calcul de l'évolution journalière du niveau du Guiers sur la base des besoins en eau des divers utilisateurs soit l'irrigation, la SONEES et le canal de Cayor. La figure indique, en rouge, l'évolution de la cote du lac exprimée en m et sur une année complète.

- Le modèle permet le calcul inverse c'est à dire en remontant chronologiquement [Flèche verte] pour connaître la cote idéale de remplissage du lac, sur la base des consommations prévisibles des utilisateurs. Comme déjà signalé, cette option est destinée à éviter le sur remplissage du réservoir et donc à limiter les pertes par évaporation.

Diapo 7

Modèle VF et H lac imposé

Le modèle permet aussi de calculer les besoins quotidiens en apports du fleuve nécessaires au lac tout en imposant au plan d'eau une évolution de son niveau en cours d'année et en assurant les besoins des utilisateurs.

Sur cette figure, deux options de gestion sont présentées. Dans les 2 cas, on impose au lac une évolution du niveau, soit en variation continue soit avec des paliers, et le modèle calcule l'approvisionnement fluvial nécessaire.

L'évolution du niveau désiré est représentée en rouge et les apports du fleuve en vert, soit le terme VF exprimé sur l'ordonnée de gauche en millions de m³/jour.

La combinaison des différentes options de calcul permet d'imaginer et de simuler des situations où le lac est rempli plusieurs fois dans l'année en fonction des disponibilités d'eau dans le fleuve. En effet, compte tenu de l'extension des cultures irriguées dans la vallée et des exigences hydrauliques pour la navigation et l'hydroélectricité, les besoins du Guiers ne seront peut-être pas satisfaits à la demande mais plutôt en fonction des possibilités.

Le modèle calcule aussi la hauteur d'eau minimale à respecter dans le fleuve pour assurer le remplissage voulu du lac.

Enfin, une option annexe permet le calcul des besoins pour l'irrigation, en prenant en compte diverses spéculations agricoles et leurs besoins respectifs en eau en cours d'année.

6 - Le modèle de gestion globale des eaux (G I L)

Diapo 8

Schéma du modèle global

L'étape suivante du travail a été le développement d'un premier modèle de gestion globale du Guiers qui intègre simultanément les données quantitatives et celles de la qualité chimique des divers paramètres entrées et sorties du bilan.

Le but de ce modèle est de permettre au gestionnaire du réservoir d'évaluer l'impact qualitatif de telle ou telle option de gestion du lac

Il doit aussi permettre de vérifier les effets respectifs de l'intervention de l'un ou l'autre facteur pour ensuite proposer des mesures correctives, soit quantitatives soit qualitatives.

Le schéma indique les différents paramètres entrée-sortie pris en compte.

Le modèle calcule jour par jour la teneur moyenne dans le lac des éléments dissous (q lac) sur la base :

- des paramètres d'entrée que sont les apports fluviaux (V1), les eaux de drainage des casiers sucriers (V2) rejetées dans le lac et les apports pluviométriques (V3). On connaît la qualité et le volume quotidien de chaque paramètre. La moyenne interannuelle peut être prise en compte dans le cas de la pluviométrie.

- des paramètres de sortie avec les lâchers au Ferlo (V4) dont l'évolution qualitative propre est calculée par un sous modèle. Il en est de même pour les prélèvements de la SONEES (V5). La qualité des eaux d'irrigation (V6) est considérée comme identique à la qualité moyenne du lac. Les volumes quotidiens évaporés (V7) complètent l'ensemble.

Le rôle qualitatif des échanges entre nappe et lac reste obscur et n'est pas pris en compte. Les échanges semblent à première vue négligeables mais il serait intéressant de confirmer les premières hypothèses.

Diapo 9

Test du modèle G I L

L'élément chlorures a servi de base pour l'expérimentation du modèle. La raison de choix réside simplement dans le fait que les chlorures sont un paramètre conservatif (C'est à dire n'interviennent pas dans les cycles biogéochimiques, ne précipitent pas, leur évolution n'est fonction que du taux de concentration des eaux); ce qui leur assure une certaine stabilité. Le modèle GIL est actuellement calé sur quatre années.

Il a été testé sur la période 1989-1992 soit quatre années correspondant à celles du suivi qualitatif des eaux du lac dans le cadre du programme EQUENSEN.

Sur ce graphique on distingue : (en X les années hydrologiques, en Y la [Cl] moyenne en mg/l)

- en rouge l'évolution théorique de la chlorinité du lac à un pas de temps journalier calculée par le modèle entre le premier janvier 1989 et le 31 décembre 1992 (en partant d'un taux de chlorures réel au 1er janvier)

- les points verts correspondent aux données obtenues d'après les mesures de la SONEES à Ngnith pour la même période
- les points roses correspondent aux données calculées d'après la méthode des bilans par zone aux 23 séries d'échantillonnage dans le cadre du programme EQUÉSEN.

On voit nettement la bonne corrélation entre la chlorinité mesurée sur le terrain et celle calculée à l'aide du modèle; ce qui montre la fiabilité du modèle qui - précisons-le - reste encore au stade expérimental et calé uniquement sur les chlorures. Il devra être amélioré ultérieurement et testé sur d'autres éléments (notamment le phosphore et l'azote), et en somme s'adapter aux conditions hydrologiques futures du lac de Guiers (particulièrement si le canal du Cayor se réalise).

Mais le modèle peut d'ores et déjà être utilisé - il l'a d'ailleurs été - pour suivre et expliquer la qualité des eaux du lac, déterminer l'impact d'interventions extérieures comme les rejets de la CSS ou l'effet des chasses d'eau vers le Ferlo et simuler une évolution future de la qualité des eaux à l'horizon 2000.

Conclusion

Le lac de Guiers est donc devenu depuis 1985 avec l'entrée en fonction du barrage de Diama un espace prioritaire de développement; son rôle dans la satisfaction de nos besoins en eau est vital car c'est la seule réserve d'eau douce du pays.

Cette première modélisation sur la gestion de ses eaux constitue une première pour notre pays et devrait, nous l'espérons déboucher sur une véritable politique de concertation et la conception d'outils performants pour une meilleure gestion de nos ressources.

La concertation est d'autant plus nécessaire que l'on s'achemine vers la réalisation de grands projets de développement tel le canal du Cayor et la remise en eau du Ndiaël qui ne pourront se faire sans une gestion stricte du Guiers, concertée et conjointe à celle du fleuve Sénégal. L'avenir, sans aucun doute, sera placée sous le signe de l'économie d'eau.