

CCTA/CSA  
Lagos - Nairobi  
- PMB 2359, Lagos -

Original : Français

Paris, le 12 Octobre 1962

REUNION D'HYDROLOGUES DES PAYS RIVERAINS DU TCHAD

Fort-Lamy, 23 - 25 Octobre 1962

----

LES POLDERS DU LAC TCHAD

CONDITIONS PHYSIQUES DES AMENAGEMENTS

par

A. BOUCHARDEAU

Directeur de Recherches à l'O.R.S.T.O.M.

----

Hydrologie +  
Conférence Hydrologie

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire  
N° : 33104, ex 1  
Cote : B

~~70424~~

## INTRODUCTION -

La bordure NE du lac TCHAD est un vaste système dunaire envahi par les eaux où s'alignent sur plus de 200 km de longueur et 15 km de largeur une multitude de péninsules et d'îles.

Ces conditions naturelles ont été mises à profit ; en isolant les bras de lac par des barrages de sable, puis en les asséchant, des Polders ont été créés, où les dépôts végétaux décomposés forment des terres d'une grande fertilité. On cultive le blé et le maïs, qu'il est impossible de produire ailleurs au TCHAD. Cela confère au KANEM son originalité et garanti son avenir économique, si l'affaire des Polders est menée rationnellement tant du point de vue humain que du point de vue technique.

Dans cette note, nous exposons sommairement les conditions physiques des aménagements, et les problèmes hydrologiques qu'ils posent.

## OROGENESE DES POLDERS -

Le lac TCHAD est une immense dépression presque absolument plate puisque, sur une superficie de 15.000 km<sup>2</sup>, la profondeur est seulement de trois à quatre mètres avec des "trous" très exceptionnels d'une dizaine de mètres.

Cependant un certain relief est créé dans le nord du lac par des dunes, fixées maintenant et atteignant entre 20 et 50 m. Cet erg s'avance très profondément vers le sud, dans le lac même, témoignant d'une époque où le lac a été complètement asséché. On retrouve d'ailleurs les dunes, sous une épaisseur variable de sédiments récents, quand on procède à des sondages bathymétriques par ultra-sons. L'appareil reçoit alors deux échos: l'un sur le fonds de sédiment, l'autre sur le fonds dunaire. La sédimentation qui vient principalement du CHARI est moins importante dans la partie nord du lac, qui est séparée de la partie méridionale, en période de très basses eaux par la grande "barrière" et on retrouve des dunes submergées sans engorgement sédimentaire.

Dans les bras interdunaires s'est développée une flore très prolifique de papyrus et de végétaux associés, principalement dans le lac sud. Dans le lac nord, on trouve surtout des roseaux. Après une longue période de sécheresse, la flore des papyrus n'a pas eu le temps de se reconstituer. C'est donc dans le lac sud que les "Polders" sont les plus riches en terre arable, tant par les dépôts sédimentaires que végétaux, et sont les plus intéressants à aménager.

La région des "Polders" ou "Archipel" est un véritable dédale d'îles et de presqu'îles, cernant des bras de 1 à 2 km<sup>2</sup> de largeur au maximum. Les îles et les presqu'îles sont alignées nord-ouest, sud-est, direction perpendiculaire aux vents dominants. Il est remarquable que toutes ces îles et presqu'îles, si elles ne sont pas toutes habitées, portent un nom et sont fréquentées par des pêcheurs et des éleveurs. Beaucoup d'îles, très basses, se sont trouvées submergées lors de la crue du lac de 1955 - 1956.

La surface aménageable en polders est considérable sans doute supérieure à 100.000 hectares. Il est évident que cette surface est actuellement très supérieure aux besoins des habitants. D'autre part, les facilités d'aménagement sont très inégales. La zone aménagée représente à l'heure actuelle                    hectares.

.../...

En plus du problème technique du barrage des bras, se sont posées de nombreuses questions dont la plupart tournent autour des éléments suivant : climat, niveaux du lac, évaporation, salinité des eaux, infiltrations. Les quatres premiers éléments ont été déjà bien étudiés. Il n'en est pas de même du quatrième.

#### CLIMAT -

La région du lac TCHAD, et des polders en particulier, est sous l'influence du climat sahelo-soudanien, qui comporte dix mois de sécheresse presque absolue et deux mois de pluie (15 juillet - 15 Septembre).

A BOL les pluies se répartissent de la façon suivante de 1946 à 1956 :

- 1 année de précipitation égale à 93 mm. (1949)
- 5 années de précipitations comprises entre 200 et 300 mm.
- 2 années de précipitations comprises entre 300 et 400 mm.
- 2 années de précipitations comprises entre 400 et 500 mm.
- 1 année de précipitation égale à 718 mm. (1954).

On voit donc la nécessité de l'irrigation si l'on veut cultiver autre chose que le "petit mil" semé au début de la saison des pluies, et par conséquent l'intérêt des polders où l'eau est à discrétion.

La température moyenne à BOL est assez proche de celle de FORT-LAMY et de MOUNDOU, soit 34,9 pour la moyenne des maxima et 20°9 pour la moyenne des minima. Le mois de Janvier est un véritable hiver (moyenne des minima 15°).

#### EVAPORATION -

Des mesures d'évaporation ont été faites tant à la station météorologique de BOL, sur la dune, qu'au milieu d'un îlot de papyrus où les conditions sont différentes.

Les polders abrités du vent par les dunes, et très irrigués ont un micro-climat particulier et, au centre du polder, assez voisin de ce que l'on trouve à "BOL île".

.../...

EVAPORATION

(Moyennes des évaporations mm par jour)

Evaporation mesurée sur bac Colorado et calculée selon le bilan du lac Tchad

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	TOTAL
BOL (dune) 1957	9,8	10,8	12,1	12,6	9,6	9,6	7,8	8	7,8	9,7	9,9	9,6	
BOL (île) (1) 1957	6	7,1	7,7	9,0	7,5	8,4	7,2	6,5	4,7	6,7	6,8	6,7	
Bilan du Lac 1956	4,3	4,8	5,9	(5,2)	6,2	7,8	4,7	5,5	5,7	(10,5)	(9,7)	4,6	

(1) - Micro-climat assez proche de celui des Polders.

(2) - Evaluation influencée par le changement de régime des vents et l'inversion de la "Pente du Lac" suivant la direction S.W. - N.E. qui en résulte.

### NIVEAUX DU LAC -

Certains polders étaient aménagés depuis longtemps par la population riveraine, entre BOL et TAGAGA, lorsque l'administration a commencé à s'intéresser à des aménagements plus efficaces, vers 1950.

La création de polders fermés par des digues de solidité et d'étanchéité très médiocres, et sans aucune revanche, avait été possible par les moyens autochtones parce que le lac était resté pendant cinquante ans à un niveau très bas.

Le début d'intérêt pour les polders a coïncidé avec une montée très rapide du lac, à la suite d'années pluvieuses et de fortes crues du CHARI en 1954 et 1955. Le besoin s'est alors fait sentir de consolider les barrages existant, mais simultanément, la crainte de voir s'élever le niveau à un niveau prohibitif pour un aménagement rentable a freiné l'établissement de nouveaux polders.

Des études précises de niveaux du lac avaient été commencées par l'O.R.S.T.O.M. depuis 1953, et ont permis d'évaluer la probabilité des crues du lac.

Le niveau maximum du lac (de mémoire d'homme) est de 284,25 alors que le niveau en 1954 était de 282,20. En 1956 il atteignait 283,25, donc un niveau encore très inférieur à celui de 1870. Mais en mettant les choses au pire, les études ont aussi montré qu'il n'était pas possible que ce niveau maximum soit atteint en une seule année, mais seulement à la suite d'une série d'années exceptionnelles. Ainsi le renforcement des digues et la reconstitution d'une revanche suffisante pouvaient se faire en toute sécurité sans adopter immédiatement la cote maxima enregistrée. Rappelons la méthode qui a permis de déterminer les niveaux maximums du lac. Certains points résultaient des renseignements donnés par les explorateurs du siècle dernier et ont pu être rattachés au nivellement général actuel; ainsi les niveaux d'accostage à N'GUIGMI des explorateurs BARTH et NAHTIGALL et les niveaux correspondant à la pénétration des eaux dans la dépression du BAHR EL GAZAHL. Le Sillon du BAHR EL GAZAHL est une longue vallée sèche rectiligne, pratiquement horizontale. Il était resté sec depuis le début du siècle jusqu'en 1957. Lors de la grande crue du lac en 1955, nous avons assisté à l'inondation progressive de la dépression, les eaux se frayant un passage à travers les diguettes et les apports éoliens accumulés pendant la période de sécheresse. Les eaux sont allées jusqu'à MASSAKORY à 70 km du lac.

En dehors de ces points connus grâce à des événements historiques, les niveaux du lac ont été reconstitués en utilisant le bilan des apports et des pertes. L'évaporation a été déterminée avec précision grâce aux observations et aux bilans établis en 1954 (2,316 m), 1955 (2,334 m) et 1956 (2,246 m) soit en moyenne 2,280 m.

Les apports d'eau sont les pluies, normalement de l'ordre de 0,450 m sur l'ensemble du lac, et le CHARI dont l'apport moyen est de 35 milliards de m<sup>3</sup>, soit une hauteur d'eau sur le lac de l'ordre de 1,85 m (naturellement variable avec la hauteur du lac dont la superficie varie de 13.000 à 24.000 km<sup>2</sup> (1) à l'époque actuelle).

(1) - marécages compris.

Avant 1933 il n'y avait pas eu d'observations sur le CHARI. Mais nous avons pu cependant faire remonter la reconstitution des niveaux du lac jusqu'en 1870 ; en effet, l'hydraulicité (1) du CHARI présente une bonne corrélation avec celles du NIL. Les niveaux ainsi reconstitués grâce aux hydraulicité du NIL s'accordent d'ailleurs bien avec les points connus historiquement et les crues et basses eaux exceptionnelles.

Ayant ainsi relié les niveaux du lac TCHAD à des éléments dont on connaît la variation depuis près d'un siècle, on a pu se faire une idée de la probabilité de crues dues à des pluies exceptionnelles tant sur le lac TCHAD que sur le bassin du CHARI.

Il est illusoire d'espérer une régularisation des niveaux du lac TCHAD au moyen du "laminage" des crues par déversement dans le BAHR EL GAZAHL. La capacité de débit de cet exutoire dans son état actuel est de quelques dizaines de m<sup>3</sup>/s, alors que les apports du CHARI atteignent 4.000 m<sup>3</sup>/s en crue.

Par contre, une excellente régularisation naturelle est due à l'énorme extension du lac lorsque le niveau atteint la cote 283,00 m.

On a trouvé que pour ce niveau la superficie du lac était liée à la hauteur par la formule  $S \text{ (km}^2\text{)} = 3200 (H - 275,6)$   
H = altitude absolue en mètres.

#### SALINITE DES EAUX DU LAC TCHAD ET SON INFLUENCE SUR L'EXPLOITATION DES POLDERS -

On constate avec étonnement que les eaux du lac TCHAD sont douces alors que dans cette grande cuvette les eaux sont concentrées par une perte de 2,28 m d'évaporation par an compensée par 0,45 m de pluie seulement. Si peu salées que soient les eaux du CHARI (environ 0,04 g par litre), il serait concevable que l'évaporation de la tranche d'eau du CHARI, soit 1,85 m en moyenne, aboutisse à une forte salinité. En fait, la salinité croît régulièrement par plages concentriques de l'embouchure du CHARI aux points extrêmes à un maximum de 0,4 g par litre.

Ceci s'explique par des pertes par infiltrations dans les berges qui alimentent la nappe située au nord du lac. Il n'a pas été prouvé que cette nappe s'écoule jusqu'aux dépressions de l'EGUEI située 80 m en contrebas du lac TCHAD et 200 km au nord. Mais la circulation s'explique suffisamment par l'appel d'eau dans les cuvettes interdunaires, appelées "Ouadis", situées au-delà de la zone des polders au nord-est du lac.

Ces cuvettes fonctionnent comme autant d'évaporateurs alimentés par la nappe du lac TCHAD. Leur fond est saturé de "natron" (bicarbonate de soude impur) se présentant soit sous forme de poussière blanche, soit de plaques se formant en sous-sol, sous 0,5 à 1,5 m de stériles.

On trouve ces cuvettes très au nord du lac, jusqu'à MAO par exemple, où le sel n'empêche pas les palmiers et les cultures à l'ombre de ces palmiers de se développer tant que la concentration ne dépasse pas une certaine limite.

(1) - Rapport du module annuel au module moyen.

Grâce aux infiltrations dans les berges, un courant s'établit en permanence dans le lac, du CHARI vers les points extrêmes renouvelant la réserve d'eau douce et balayant les eaux salées ; mais ce courant correspond à des débits à l'échelle hydrogéologique et non plus hydrologique. Avec le sable fin qui constitue le rivage du lac, le débit passant par les rives Nord et Est est peut-être de l'ordre de quelques dizaines de m<sup>3</sup>/s au grand maximum, alors que le CHARI apporte en moyenne 1.200 m<sup>3</sup>/s environ. L'influence de l'infiltration sur le bilan hydrologique est donc négligeable alors qu'elle est essentielle sur le bilan correspondant au transport des matières dissoutes.

Dans la région des Polders qui nous intéresse, la salinité varie de 0,1 à 0,2 g par litre, du moins dans les bras qui communiquent avec le lac par des passes suffisamment ouvertes et dont l'infiltration dans les berges est suffisamment rapide.

La méthode traditionnelle pour assécher les polders est de laisser l'eau s'évaporer, généralement l'assèchement dure trois ans, si bien que la tranche d'eau évaporée est de l'ordre de 7,00 m. On voit donc que théoriquement l'apport du sel par dm<sup>2</sup> est de 7 à 14 g, donc très élevé. En fait, ce sel se répartit sur une épaisseur de sol plus ou moins grande, de l'ordre de 0,60 m, et les cultures n'en souffrent généralement pas les premières années. Par suite, la concentration augmente à cause des irrigations ; les irrigations se font par des puits de faible profondeur (1 à 2 m) creusés dans le fond du polder. Cette nappe est alimentée partiellement par les eaux douces provenant des infiltrations dans les dunes mais aussi par les eaux saumâtres de la lagune centrale.

Le phénomène est donc complexe et il ne faut pas s'étonner de voir certains polders rester en culture indéfiniment, alors que d'autres deviennent salés et impropres à la culture en quelques années.

La méthode ancienne consistait à remettre en eau les polders devenus inutilisables par excès de sel, mais il est bien certain qu'une irrigation et un pompage menés rationnellement éviteraient cette opération coûteuse et augmenteraient substantiellement les rendements.

A titre d'exemple, nous donnons dans le tableau ci-après la longévité de quelques polders.

LES METHODES D'ASSAINISSEMENT -

La méthode ancienne d'assèchement est apparemment économique puisqu'elle ne demande aucune énergie humaine. En fait, cet argument ne sera plus valable lorsque les meilleurs emplacements, c'est-à-dire ceux pour lesquels le rapport du prix du barrage à la surface récupérée est faible, auront été aménagés. Par la suite, une immobilisation du "capital barrage" pendant trois à quatre ans sera prohibitif et l'amortissement du prix du barrage deviendra supérieur au prix du pompage permettant une utilisation plus rapide et plus longue des terres récupérées.

D'autre part, la remise en eau sera impossible si des installations d'irrigation, ou des fermes sont construites dans les Polders.

Sans employer la méthode radicale du pompage de toute l'eau du polder qui représente un volume de l'ordre de 10 à 50 millions de m<sup>3</sup>, on peut envisager une méthode intermédiaire qui consiste à laisser évaporer les premiers mètres, pendant deux ans, puis à pomper la dernière année. Ceci aurait l'avantage de hâter la mise en exploitation et d'éliminer les eaux saunâtres.

Comme nous l'avons vu les pluies à la surface des Polders dans la région de BOL sont très variables d'une année à l'autre. En 1954, les inondations dans les polders ont été catastrophiques, et il eût été très payant de disposer de stations de pompage qui auraient permis de sauver les cultures.

Le problème de l'assèchement se complique du fait que les infiltrations sont très variables d'un polder à l'autre. L'infiltration à travers les barrages varie avec les matériaux de construction, généralement du sable, mais plus ou moins chargé d'argile qui lui confère une certaine compacité (On a pu constater que sur la dune de BOL poussent les arbres, et qu'en saison des pluies le ruissellement n'est pas négligeable, ce n'est donc pas du sable pur). Les infiltrations à travers les dunes sont encore mal connues; les bras asséchés sont les plus souvent encadrés par des bras encore en eau, et l'infiltration se fait sur toute la longueur des dunes séparant les polders des bras mitoyens. Nous n'avons pas eu le moyen de poser des tubes piezométriques dans les dunes, et de déterminer la forme de la nappe entre les bras en eau et les polders asséchés. Ceci aurait pu nous renseigner sur les limites atteintes, à l'intérieur du polder par cet apport d'eau douce. On a pu cependant constater que les polders compris entre deux polders asséchés se salaient beaucoup plus vite que ceux qui étaient mitoyens de bras en eau. Le problème de la salinité se posera donc de manière de plus en plus aiguë à mesure que l'exploitation sera plus intensive et les surfaces asséchées plus rapprochées les unes des autres.

La lutte contre la salinité sera alors beaucoup plus difficile qu'actuellement. Il faudra absolument éviter l'apport de sel initial dû à l'assèchement par évaporation, proscrire l'irrigation par puisage dans la nappe, telle qu'elle est pratiquée actuellement, et la remplacer par une irrigation par les eaux du lac, doublée d'un assainissement par pompage.

CONCLUSION -

Nous croyons que les questions les plus ardues à résoudre pour l'exploitation des polders sont des questions humaines et

.../...



économiques. Cependant, il faut aussi prévoir que le passage de l'exploitation actuelle à très petite échelle et très dispersée à une exploitation généralisée posera des problèmes nouveaux, qui ne seront pas solubles en extrapolant les méthodes archaïques actuelles. Le problème de la salure des terres est le principal et demande d'autant plus de précautions qu'il est un phénomène progressif insidieux et peut-être irréversible.