

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
et TECHNIQUE OUTRE-MER

Commission Scientifique
du LOGONE et du TCHAD

NOTE sur le BAHR EL GHAZAL

Crues de 1956-1957

par A. BOUCHARDEAU

1957

I - GENERALITES -

L'examen de la carte géologique (feuille de FORT-LAMY au 1/1.000.000^e) confirme l'hypothèse selon laquelle un courant important s'est déchargé de boues argileuses le long du cours, en sédiments analogues à ceux du Delta du CHARI, avec des éléments de plus en plus fins à mesure que l'on s'éloigne du Lac (on trouve également des diatomées récentes).

Cette carte nous montre l'extension latérale de ces dépôts, qui représente probablement l'extension maximale des eaux dans le BAHR EL GHAZAL.

On hésite cependant à employer le terme de vallée qui impliquerait que l'érosion fluviale est à l'origine de cette dépression.

Plusieurs faits morphologiques contredisent cette affirmation :

- 1° - l'absence de pente, du moins dans la partie du cours s'étendant du Lac à MOUSSORO (1) qui exclue l'existence d'un courant et d'une érosion sensible;
- 2° - la rectitude presque parfaite sur 300 km qui ne rappelle absolument pas le cours sinueux d'un cours d'eau;
- 3° - le fait que les lignes de dunes sont coupées par le sillon, sans que celui-ci subisse la moindre déviation par suite de leur présence (on s'attendrait à un tracé en baïonnette).

Nous conserverons le terme de "sillon" employé par le Général TILHO, qui n'exclut pas une origine tectonique.

Quoiqu'il en soit l'importance géologique du sillon est grande du fait que c'était la seule communication existant entre le Lac supérieur, actuellement Lac TCHAD, et les Lacs inférieurs, actuellement Pays Bas du TCHAD.

(1) Voir le profil établi d'après le nivellement I.G.N.

Cette communication était possible lorsque la cote du Lac était beaucoup plus élevée, comme en témoignent des niveaux fossiles situés de 15 à 20 mètres au-dessus du Lac actuel à HADJER BIGLI (près de MANI) et de 30 à 40 mètres au pointement de N'GOURRA (1).

Même avec une pente inappréciable du cours, des débits énormes pouvaient alors passer du Lac supérieur au Lac inférieur. Il est probable qu'au cours de ces périodes d'énorme hydraulité, d'autres fleuves que le CHARI, descendant du TIBESTI, ont aussi contribué à l'alimentation de la cuvette maintenant desséchée des Pays Bas.

L'achèvement de cet assèchement est assez récent pour que les traditions en gardent la trace.

En ce qui concerne le BAHR EL GHAZAL, quelques crues sont mentionnées dans les mémoires de NACHTIGALL et du Général TILHO.

En 1870, le sillon du BAHR EL GHAZAL a été inondé sur plus de 100 km. L'eau s'est lentement retirée et, en 1873, séjournait encore sur 80 km du lit.

En 1874, à la suite d'une crue importante, l'eau atteignait REMELE, près de MOUSSORO. La dernière crue eut lieu en 1900, et BIR ACHIM, près de MASSAKORY, aurait été inondée.

Il est donc à peu près certain que le niveau du Lac TCHAD en 1956 est le plus élevé que l'on ait constaté depuis 1900.

La Mission LOGONE-TCHAD a jugé important de suivre de très près l'actuelle inondation qui s'est avancée très près de MASSAKORY. Ceci pour plusieurs raisons :

1) Confirmer, si besoin était, les documents relatant les inondations anciennes.

(1) Notice de la feuille de FORT-LAMY.

2) Vérifier la topographie de l'embouchure du BAHR EL GHAZAL et des bras affluents.

3) Mesurer avec précision à quelles cotes se reproduisent les différentes phases de l'inondation, ce qui permet de rattacher en altitude des données qualitatives datant de près d'un siècle.

4) Evaluer les possibilités d'irrigation du sillon (possibilités qui, à l'examen, se sont révélées peu intéressantes et d'ailleurs refusées par les habitants eux-mêmes).

Le 26 Novembre, nous avons effectué une reconnaissance par avion au-dessus du sillon du BAHR EL GHAZAL qui nous a donné une idée d'ensemble de l'état actuel de la dépression.

Entre MASSAKORY et CHEDRA la vallée du BAHR EL GHAZAL est incertaine, à tel point qu'il est souvent difficile d'en suivre le cours. Par ailleurs, il existe en dehors de la vallée principale de nombreuses dépressions secondaires allongées, toutes parallèles à la direction Sud-Est - Nord-Ouest, occupées par des mares et peuplées d'une végétation arbustive dense (acacias, scorpioides) reconnaissable à sa teinte sombre. Ces diverticules en forme de méandres sont vraisemblablement des bras morts du BAHR EL GHAZAL, mais souvent également des dépressions interdunaires suffisamment basses pour atteindre une couche imperméable. Quoi qu'il en soit, mis à part quelques secteurs bien conservés, comme la boucle de CHEDRA, très encaissée, la vallée du BAHR EL GHAZAL est apparue comme détériorée par l'érosion et les comblements éoliens.

Il en est de même autour de MASSAKORY (ou la vallée du BAHR EL GHAZAL est pratiquement aplaniée).

En amont de MASSAKORY, la zone inondée récemment par les eaux du Lac est une succession de mares séparées par des chenaux très étroits.

En aval de la zone inondée, qui s'arrête actuellement à un seuil élevé (voir reconnaissance du 30 Novembre), la vallée est bien marquée. Certaines mares sont, dans cette partie du cours, permanentes.

Les eaux du Lac s'avancent très loin, non seulement dans le sillon du BAHR EL GHAZAL mais également dans une dépression située plus au Sud, dépression d'ailleurs visible sur photos aériennes.

Le BAHR EL GHAZAL apparaît comme le prolongement de l'une des nombreuses dépressions parallèles orientées Nord-Ouest Sud-Est qui caractérisent cette région du Lac TCHAD et qui évoquent un relief dunaire envahi par les eaux. Il est cependant facile de fixer une origine précise au BAHR EL GHAZAL. La transition étant nette entre la savane armée et celle des ouaddis du Lac. Vu d'avion, la différence de végétation se traduit par un changement de teinte, la teinte générale vert sombre de la savane étant remplacée par les jaunes clairs du sable des dunes et des roseaux (on notera que les papyrus se développent plus au large). En outre, les ouaddis sont beaucoup plus larges que nos mares du BAHR EL GHAZAL.

On a remarqué au passage le village de KOULOUDIA et de nombreux barrages d'assèchement des ouaddis (dont beaucoup ont perdu leur efficacité par suite de la crue exceptionnelle du Lac). La route menant à KOULOUDIA est submergée.

En avançant vers le Lac, la proportion des terres émergeantes est de plus en plus faible. Ces presque îles s'avancent profondément dans le Lac. La surface des ouaddis qu'il serait possible d'assécher et de transformer en terres cultivables est manifestement importante.

Au voisinage des eaux libres, au Sud de BOL, il ne reste plus que des îlots indépendants.

La ceinture de papyrus ou de roseaux de ces îlots qui, les années précédentes, collait à la berge, en est maintenant séparée par une zone submergée. Les îlots ont actuellement une surface émergente réduite de moitié par rapport aux années précédentes (et à celle qui est donc portée sur les cartes).

Survol de BOL et de son magnifique polder asséché aux trois quarts, un deuxième étant encore presque entièrement sous l'eau. Contraste de la terre noire des polders avec le sable des dunes.

Retour BOL-FORT-LAMY, avec survol des eaux libres et de l'estuaire du CHARI. On a remarqué l'avancement bien limité des eaux boueuses du CHARI dans les eaux claires du Lac (une cinquantaine de mètres de l'estuaire) les deux eaux ne se mêlant absolument pas.

II - TOPOGRAPHIE de la ZONE INONDEE en 1956-1957 -

Un profil de la dépression a été relevé entre le km 0 (branche du Lac) et le km 61 (MASSAKORY) ainsi qu'un tracé sommaire du cours suivi par les eaux (1).

D'une manière générale, la pente du fond est pratiquement inexistante, ce qui explique la progression très lente du flot d'inondation.

Le profil présente les caractéristiques suivantes :

- du km 0 au km 4 - fond à 281,00 à peu près horizontal
- du km 4 au km 16 - succession de seuils (culminant à 282,45)
- du km 16 au km 30 - mouille (minimum 276,5 au km 19,5)
- du km 30 au km 43 - seuil (culminant à 282,59)
- du km 43 au km 50 - mouille (minimum 279,60 au km 46,5)
- du km 50 à MASSAKORY - terrain presque horizontal :
entre 280,6 et 281,8.

Les mouilles quelquefois très larges (500 m et plus) ont été très longues à se remplir. Les pertes dans les diverticules retardent l'avancement.

Bornes posées par la Mission LOGONE-TCHAD -

B.1	km 13	Village de KOLLOUM	Clou	282,96	
B.2	" 17,7	Route TAGANA-- DOUMSOA	Borne	285,11	
B.3	" 21,6	Village de CONQUIA	"	284,42	- Borne 284,18
B.4	" 24	Sud de la boucle, à 400 m de la route	"	282,02	
B.5	" 27,8	Seuil après la limite d'inondation	Clou	281,00	- Borne 282,83
B.6	" 30,7	Route MASSAKORY- KOULOUDIA	"	285,14	- Borne 284,55

(1) Voir planches 2,3,4 et 5

III - Les CRUES 1956-1957 -

1°) ACCROISSEMENT du NIVEAU du Lac depuis 1953 :

Depuis 1953 nous constatons une hausse du niveau du Lac, continue, dont le point culminant sera probablement Janvier 1957 (1).

Le zéro de l'échelle du Lac à BOI est 281,12.

Les maximums et les minimums ont été les suivants depuis 1953 :

Dates	Niveaux à BOI	Cotes absolues
15 Juillet 1953	0,10	281,22
Janvier 1954	0,85	281,97
Fin Juillet 1954	0,10	281,22
15 Janvier 1955	1,40	282,52
Fin Juillet 1955	0,68	281,80
1-29 Février 1956	1,80	282,92
1er Juillet 1956	1,15	282,27
1er Janvier 1957	2,10	283,22
1er Juillet 1957	1,39	282,51
26 Octobre 1957	1,74	282,86

(1) La crue du CHARI de 1957 ayant été très faible, le maximum de 1958 sera très inférieur à celui de 1957.

DEROULEMENT de la PREMIERE CRUE du BAHR EL GHAZAL en 1956 -

(Cote I.G.N. 1953 à BOL : 0 à 281,12)

Lac			Avancement dans le BAHR EL GHAZAL		
Date	Cote à BOL	Cote du Lac	km	Cote au point extrême	Observation
3-12-1955	168	282,80			
18-au 24-12-1955	181	282,93	0		Rupture de la diguette de MALLOUM
1er-1-1956	175	282,87		282,85	
11-2-1956	178	282,90	18	280,00	Route de TAGAGA à DOUMSOA
20-2-1956	174	282,86	20	279,00	Cuvette en cours de rem-plissage
9-3-1956	172	282,84	22	280,40	Franchissement du seuil
11-4-1956	158	282,70	27,6	280,17	Point extrême atteint à la première crue
2-6-1956	125	282,35			
8-7-1956	113 min.	282,25			L'eau stagne dans les mouilles
2-10-1956	159	282,71	13		
1er-11-1956	165	282,77			

DEROULEMENT de la DEUXIEME CRUE du BAHR EL GHAZAL en 1956-1957

(Cote I.G.N. 1953 à BOL : 0 à 281,12)

LAC			Avancement dans le BAHR EL GHAZAL		
Date	Cote à BOL	Cote du Lac	Km	Cote au point extrême	Observation
1er-11-1956	165	282,77	0		Rupture de la diguette de MALLOUM. Réalimentation du BAHR
21-11-1956	191	283,03	27,9	280,50	
30-11-1956	199	283,11	29,0		Le lac s'arrête très longtemps au km 31
28-12-1956	210	283,22			Maximum du Lac en 1956
31-1-1957	190	283,02	46	279,70	Progression rapide grâce à l'ouverture des seuils importants par des canaux artificiels
11-1-1957	191	283,03	46,3	279,90	
24-3-1957	184	282,96	51,8	281,40	
12-4-1957	181	282,93	55	281,00	Décroissance du débit dû à la baisse des eaux du Lac
30-6-1957	139	282,51			Minimum du Lac en 1957
12-10-1957	174	282,86	58		Recrudescence sensible du débit qui ne s'est pas arrêté en 1957

N.B. : MASSAKORY au km 61

2°) DEROULEMENT de la PREMIERE CRUE 1956 -

a) Ouverture de la digue de MALLOUM-N'GEROM

La rive Est du Lac se présente comme une série de dépressions comprises entre les dunes sableuses dont l'orientation est Nord-Ouest - Sud-Est. L'une de ces dépressions, qui ne se différencie pas de l'ensemble, est à l'origine du BAHR EL GHAZAL.

Les terres de la dépression sont constituées de Berbérés cultivées en mil immédiatement après les pluies.

Ces dernières années, la dépression du BAHR EL GHAZAL se remplissait au maximum jusqu'à un seuil situé au voisinage de la piste MALLOUM-N'GEROM 2, à la cote 282,20. Puis les eaux se retiraient à la décrue.

La crue du Lac en fin 1955 avait obligé les indigènes à compléter ce seuil naturel par une diguette de 50 à 60 cm. Cette diguette a cédé en Janvier 1956, alors que les eaux du Lac atteignaient la cote 282,85. Les eaux ont alors envahi la dépression.

Le 11 Avril 1956, l'écoulement cessait presque totalement, alors que le Lac atteignait la cote 1,34 (282,46), on voit donc qu'à l'origine du BAHR, la digue avait été érodée de 40 cm environ.

Le 2 Octobre 1956, bien que le Lac soit à 282,77, l'écoulement n'avait pas repris. En effet, les indigènes avaient mis à profit l'étiage pour reconstituer la diguette qui n'a cédé qu'après les récoltes en fin Octobre.

Depuis cette date, le BAHR EL GHAZAL est resté constamment ouvert, par l'impossibilité des indigènes de reconstruire la digue dans le courant. (Le Lac n'est pas descendu, en 1957, en dessous de la cote 140 (282,52) contre 108, en 1956 (282,20). L'écoulement dans le BAHR n'a pas cessé mais a été négligeable du 15 Mai au 15 Août.

b) Déroulement de la première crue de 1956

La Mission a effectué un certain nombre de tournées qui ont permis de suivre l'avancement du flot.

En Janvier 1956, le barrage de MALLOUM-N'GEROUM a été franchi et les eaux ont rempli la cuvette qui s'étend jusqu'à MERISOLA. Les seuils de MERISOLA et les seuils situés jusqu'au km 16 ont été submergés et fortement érodés. En particulier du km 14 au km 16, le BAHR était un torrent capable d'arracher des arbres sur son passage. Le lit atteint rapidement 5 mètres de large avec des berges franches et une profondeur variant de 0,50m à 2 m avec un courant de 0,80 à 1,20 m/s.

Le 11 Février 1956 la route de TAGAGA à DOUMSOA, km 18, est coupée et submergée de 30 cm d'eau avec un courant de 0,40 à la seconde. Les eaux s'arrêtaient 300 m en aval de la route où une cuvette était en cours de remplissage.

Le 20 Février, la même route était coupée sur une largeur de 200 m (profondeur 1,5 m). La vitesse du courant était à peu près nulle. Les eaux s'arrêtaient à la cuvette allant du km 18,6 au km 20,9, en cours de remplissage : la "Mare temporaire de TAGAGA", profonde de 5 mètres.

Le 9 Mars, le seuil de CONQUIA au km 21 était franchi et les eaux atteignaient le km 22 où elles progressaient rapidement à la faveur d'une forte pente et en l'absence de seuils importants jusqu'au km 24. Le seuil de CONQUIA était entaillé par un lit d'une largeur de 10 m et profond de 1 à 2 m où le courant était très violent, dépassant 0,70m. Des arbres déracinés encombraient le lit. Le débit y a été estimé à 3 m³/s. Notons que le lit s'était creusé d'autant plus facilement que le terrain des seuils est formé de sable limoneux. Le 9 Mars, nous avons observé une progression de la tête du flot de 500 m en 5 h.30, donc relativement rapide. Des animaux de toutes sortes fuyaient les fentes du terrain argileux : serpents, mulots, insectes. La première vague d'eau transportait d'innombrables alevins, suivis de poissons : véritable aubaine pour les pélicans. L'agitation de la population n'était pas moins remarquable. Les indigènes qui puisaient auparavant une eau rare et boueuse, dans des puits de 5 mètres de profondeur, accueillaient avec joie une eau claire et abondante. Les pêches s'organisaient.

Le 11 Avril, les eaux du Lac ayant baissé, l'alimentation en amont était très réduite et inférieure aux pertes par évaporation et infiltration sur tout le cours inondé du BAHR. On observait encore un fort courant dans la dernière partie du cours, notamment au km 26, où les eaux cascadaient dans une rigole de 60 cm de large. Cependant, les eaux s'étaient déjà retirées de 50 m dans la mare du km 27 qui est la pointe extrême où sont parvenues les eaux, entre le 5 et le 9 Avril.

c) La deuxième crue du BAHR EL GHAZAL

Novembre 1956

Etat du BAHR EL GHAZAL le 21 Novembre

La digue protégeant des cultures a cédé, à l'entrée du BAHR, vers le 1er Novembre. Nous avons fait une reconnaissance avec MM MEROT, BOUTHONNEAU et FAVRE, le 21 Novembre.

D'après les renseignements indigènes, l'avance des eaux a été beaucoup plus rapide qu'en Mars-Avril 1956. Le passage de la première vague a eu lieu très peu de temps, au droit de TAGAGA, après l'ouverture de la digue. Le sol était encore saturé par la crue de Mars à Juillet et les pluies et les pertes ont été plus faibles en Février 1956, après 5 mois de sécheresse. D'autre part, les seuils sont maintenant ouverts sur 30 km.

Le 21 Novembre, les eaux étaient arrivées au km 25,9 (route de LARRIAKOLA). Il restait donc seulement le seuil de LARRIAKOLA à franchir pour retrouver l'avancement de Juillet 1956 (arrêt au km 27,9).

Le 20 Novembre, le niveau du Lac avait atteint la cote du maximum de sa précédente crue (Mars 1956 : 282,96).

Comme en Avril dernier, des poissons voraces s'agitaient à la pointe de l'avancement des eaux.

Mesures du 30 Novembre 1956

Les mesures de débit sur le BAHR EL GHAZAL ont été effectuées en trois points :

- au village de KOLLOUM km 14,5 = 6,6 m³/s
- " " de TAGA " 18,6 = 5,5 "
- " " de DJOUROU " 28,1 = 0,66 "

Le débit de KOLLOUM correspond à un régime établi (c'est le premier rapide rencontré en venant du Lac, le niveau amont est celui des eaux du Lac). Le chenal est étroit, encombré d'arbres et d'un barrage de pêche.

Largeur	= 25 m	
Prof. max.	= 1,1 m	Point d'eau à KOLLOUM = 283,07
Vit. max.	= 0,80 m/s	contre 282,96 au début de 1956

A TAGA, la mesure est plus précise que la précédente, la section établie au gué menant à DOUMSOA-KOLLOUM étant plus poeipice aux mesures.

Largeur	= 20 m
Prof. max.	= 1,05 m
Vit. max.	= 0,58 m/s

La perte entre les km 14,5 et 18,5 serait donc de 1,1 m³/s.

A TAGA, le régime permanent n'est pas établi. Il y a encore des dépressions latérales en cours de remplissage et par suite de l'existence des seuils aval (voir profil), le niveau continue à s'accroître dans le lit principal.

DJOUROU se trouve très près de la limite actuelle d'avancement des eaux. Le débit n'a donc pas grande signification.

Le 30 Novembre 1956, la limite des eaux était le km 29 un peu en amont du village d'ADDADI. Les eaux attaquent donc le seuil redoutable du km 30, situé à la cote 282,33.

Le 18 Décembre, le seuil du km 30 était franchi.

Le 28 Décembre, les eaux arrivaient entre ALIMARI et GEILERI à 4 km en amont de la deuxième coupure de la route MASSAKORY-TAGAGA.

- Deux mesures de débit ont été faites le 28 Décembre :
- à KOLLOM - débit $Q = 8,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Vitesse moyenne $V_m = 0,21 \text{ m/s}$
 - à la trouée de la route près de TAGAGA : Km 30
débit $Q = 3,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Vitesse moyenne $V_m = 0,60 \text{ m/s}$
dans le bras principal

Cette forte vitesse, qui est exceptionnelle, correspond au passage du seuil du km 30.

Le 31 Janvier 1957, l'eau du Lac, après avoir franchi le seuil du km 31, occupait déjà toute la boucle au Sud de la route de MASSAKORY-KOULOUDIA, et s'arrêtait à 1,5 km en amont du village de KARANDOM, c'est-à-dire au km 48. Si l'on excepte le passage du seuil du km 31, le BAHR a une pente régulière jusqu'au km 42,5. En aval, c'est une succession de seuils et de cuvettes.

Le 24 Mars, l'eau était au km 52, soit 25 km environ en aval du village de LELLIA. Plusieurs seuils subsistaient encore et ralentissaient considérablement l'avancement du flot.

Le 12 Avril, l'eau était arrivée au km 55, soit à 6 km de MASSAKORY.

Plusieurs jaugeages ont été effectués et donnent les résultats suivants :

- à KOROM-KOLLOM	le 30-1-1957	$Q = 10,5 \text{ m}^3/\text{s}$
- à la lère coupure	" 31-1-1957	$Q = 6,8 \text{ "}$
- " "	" 11-2-1957	$Q = 5,0 \text{ "}$
- " "	" 24-3-1957	$Q = 5,3 \text{ "}$
- " "	" 12-4-1957	$Q = 3,7 \text{ "}$

Nous constatons qu'entre KOLLOM et la lère coupure le BAHR perd plus d'un tiers de son débit par évaporation et surtout par infiltration.

Le 5 Octobre 1957, l'inondation n'avait guère progressé et stagnait à quelques km de MASSAKORY, sans y être parvenu. L'alimentation en tête avait en effet pratiquement cessé par suite de la baisse des eaux entre le 20 Juin et le 5 Septembre (cote inférieure à 1,50 = 282,62). Le courant était cependant rétabli à la première coupure du km 31, de l'ordre de 4 m³/s.

La route de KOULOUDIA fait un détour important vers le Sud entre DINGOROROM et TAGAGA.

d) Résumé des mesures régulières de débit :

Dates	Emplacement	Débit m ³ /s	Cote à BOL moyenne (m)	Cote du Lac (m)
30-11-1956	DJOUROU km 28,1	0,66	1,99	283,11
30-11-1956	KOLLOM " 14,5	6,6		
30-11-1956	TAGA " 18,6	5,5		
28-12-1956	KOLLOM " 14,5	8,9	2,09	283,21
28-12-1956	Route " 30	3,5		
30-1-1957	KOLLOM " 14,5	10,5	1,95	283,07
31-1-1957	Route " 30	6,8		
11-2-1957	Route " 30	5,0	1,91	283,03
24-3-1957	Route " 30	5,3	1,84	282,96
12-4-1957	Route " 30	3,7	1,81	282,93

Le débit à KOLLOM est nul pour une cote du Lac = 282,60

A partir des mesures de débit, une correspondance a été établie entre le niveau du Lac et le débit d'alimentation en tête (voir graphique joint).

Cette correspondance a d'ailleurs varié du fait que le seuil s'est creusé en cours de crue. Le débit du 30 Janvier est plus fort que celui du 30 Novembre pour une cote inférieure de 4 cm. On a ainsi pu évaluer très grossièrement le volume d'eau ayant pénétré dans le BAHR :

20 millions de m³ lors de la première crue

80 à 90 millions de m³ lors de la deuxième crue

IV - Les EAUX SOUTERRAINES dans le BAHR EL GHAZAL -

L'étude des eaux souterraines dans le sillon du BAHR EL GHAZAL est menée conjointement par le Service d'Hydrogéologie du TCHAD et la Mission LOGONE-TCHAD. Un fichier des différents points d'eau est tenu à jour par le Service d'Hydrogéologie, permettant de suivre les variations de la nappe dans les puits existants.

Les résultats ne pourront être utilisés que lorsque les margelles des puits auront été nivelées.

En attendant cette étude, nous présentons l'intéressant Rapport de P. POCHARD sur les eaux souterraines du BAHR EL GHAZAL, démontrant de façon indéniable l'origine tchadienne des eaux jusqu'au KOROUKI-DINGA, dans la dépression du TORO.

LES EAUX SOUTERRAINES dans le SILLON du BAHR EL GHAZAL, extrait de "Contribution à l'étude des eaux souterraines, des sels et natrons de la Région du TCHAD" - par P. POCHARD.

Plusieurs Missions scientifiques qui étudièrent la géographie physique et la géologie de la région du TCHAD abordèrent le problème de l'hydrologie du pays. La Mission TILHO qui, de 1908 à 1909, explora la région du Lac, le BAHR EL GHAZAL, le KANEM, le DJOURAB et le TORO, rapporta en France quelques échantillons d'eau, mais les renseignements ainsi obtenus ne permettaient pas de dégager une idée d'ensemble sur ce problème.

En 1936, je rencontrai le Général TILHO à FORT-LAMY, nous établîmes un plan d'ensemble de recherches qui fut approuvé par les Autorités Administratives. Le 22 Novembre 1936, je quittai FORT-LAMY pour un voyage d'études au cours duquel je devais visiter successivement le BAHR EL GHAZAL, les Pays Bas du TCHAD, le Sud du Massif du TIBESTI, le BORKOU, les confins de LYBIE, l'ENNEDI, le OUADDAI et enfin le Lac TCHAD.

Les recherches hydrologiques en régions désertiques et semi-désertiques sont particulièrement délicates ; l'absence de cours d'eau permanents, les faibles dénivellations du sol, recouvert sur la majeure partie de son étendue par une couche de sable, de dunes mortes et de dunes vives, compliquent singulièrement le problème.

Nous ne parlons pas des difficultés d'ordre matériel que l'on rencontre très fréquemment : forage de puits avec un outillage sommaire, lenteurs dans les déplacements, tempêtes de sable, etc....

Pour arriver à dégager une vue d'ensemble sur l'hydrologie de cette région, il était pourtant nécessaire de multiplier le nombre des observations sur place.

Au cours de ce travail, nous avons fait un large emploi des examens chimiques pour l'exploration des nappes aquifères ; cette méthode est basée sur l'analogie de composition chimique des eaux dans une région dont la géologie présente des caractères définis.

Considérons une eau dans laquelle la concentration en éléments solubles soit faible ou nulle (eau météorique, par exemple) ; au fur et à mesure qu'elle traverse les terrains, elle se chargera en éléments solubles et, au bout d'un certain temps, elle acquerra une composition chimique à peu près caractéristique des terrains dans lesquels elle aura séjourné (DIENERT, Captage et protection des sources, absorption par le sol).

Inversement, si l'on connaît la nature géologique d'un terrain, d'une région déterminée, il est possible de reconnaître à l'analyse chimique s'il existe une relation entre les différentes nappes d'eau de cette région et parfois même de leur attribuer la même origine. Malgré les difficultés matérielles considérables que l'on rencontre en brousse pour effectuer des analyses d'eau, j'ai pu, grâce à la mise en oeuvre de techniques simples et éprouvées, déterminer les concentrations en éléments solubles des eaux rencontrées sur mon itinéraire.

Il y a lieu de remarquer que les analyses ont été pratiquées par le même opérateur avec le même lot de réactifs. Si donc, les éléments que je fournis sont entâchés d'une certaine erreur absolue, il n'en est pas moins vrai que les erreurs relatives sont en grande partie supprimées.

La comparaison des résultats analytiques entre eux reste possible, c'est le point essentiel. La méthode ainsi appliquée nous a permis de reconnaître le régime des eaux souterraines dans le sillon du BAHR EL GHAZAL, la limite d'influence du Lac TCHAD, le régime des eaux dans le Sud (Massifs du TIBESTI, de l'ENNEDI et du OUADDAI).

Le BASSIN du LAC TCHAD -

D'après les calculs de TILHO, le Lac TCHAD recevait chaque année, de ses tributaires CHARI et KOMADOU-YOBE, un volume d'eau de 40 kilomètres cubes environ. Si l'on ajoute à ce chiffre les apports dus aux chutes de pluie sur le Lac, on aperçoit que l'évaporation et l'absorption par la végétation palustre sont insuffisantes pour maintenir le Lac dans ses limites.

De plus, l'évaporation entraînerait une concentration rapide en éléments solubles. Or, les eaux du Lac sont douces. On doit admettre qu'une forte proportion des eaux disparaît par infiltration (1).

Il existe aux bords du Lac (10 à 40 kilomètres de ses rives), un nombre considérable de dépressions dont le sol est saturé d'eau. On doit attribuer à ces eaux une origine tchadienne.

L'un des problèmes que je me suis posé a été de rechercher la limite d'infiltration des eaux du Lac dans la direction Nord-Est du Lac et d'établir s'il existe une relation entre la nappe aquifère du BAHR EL GHAZAL et le Lac TCHAD.

a) La nappe aquifère du BAHR EL GHAZAL ou SORO :

Le sillon du BAHR EL GHAZAL se présente comme une dépression dont la largeur varie entre 300 mètres et 5 kilomètres, elle s'étend du Lac TCHAD à KORO-TORO.

Le fond du sillon est formé de terrains argilo-calcaires, la végétation y est en général plus abondante que sur les berges.

Le BAHR EL GHAZAL est alimenté, en partie du moins, par les eaux de pluie. En 1936, elles furent très abondantes puisque même à KORO-TORO le poste militaire fut pendant quelques jours entouré par les eaux de ruissellement (2).

Les examens chimiques effectués permettent de distinguer trois régions dans le SORO :

(1) On a vu que ceci est discutable, l'évaporation du Lac étant au contraire tout à fait normale (BOUCHARDEAU).

(2) Ceci s'est reproduit en 1955 (RODIER - BOUCHARDEAU).

1° - Le tronçon Lac TCHAD - BIR-GARA :

Sur ce trajet, la concentration en éléments salins augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du Lac.

J'ai alors admis l'hypothèse que sur ce tronçon, il existe un apport d'eau du Lac TCHAD. Pour vérifier ce point, j'ai effectué une série d'expériences sur lesquelles je reviendrai plus loin.

2° - Le tronçon BIR-GARA - TELIS :

Dans cette partie du BAHR EL GHAZAL, la composition chimique des eaux varie d'une façon irrégulière, il semble qu'il y ait une véritable stagnation de la nappe. On ne peut plus parler de courants souterrains. Cette région du SORO, du moins dans sa partie septentrionale ne semble pas être en relation avec le Lac TCHAD.

3° - Le tronçon KOUBA - TORO :

Alors que de BIR-GARA à TELIS les eaux sont fortement chargées en sulfate de calcium, en chlorure et en carbonate, on trouve à KOUBA et KORO-TORO une eau très douce qui ne possède aucun caractère commun avec les nappes d'eau des parties Sud et moyenne du sillon du BAHR EL GHAZAL.

Entre TELIS et KOUBA, on rencontre à faible distance du sillon du BAHR EL GHAZAL les oigats de TITILA et de BEUKIA ; les oigats sont des nappes d'eau retenues par une couche d'argile, situées à une très faible distance de la surface du sol (1 à 3 mètres).

Elles sont alimentées par les eaux de ruissellement. En règle générale, les oigats fournissent une eau très douce, l'épaisseur de la nappe d'eau dans les oigats que j'ai visités ne dépassait pas 10 centimètres.

Pour exploiter ces nappes, on doit creuser un grand nombre de puits car ils s'épuisent rapidement.

ETUDE PARTICULIERE du BAHR EL GHAZAL à MASSAKORY -

Nous avons dit plus haut que l'augmentation progressive de la concentration en éléments salins des eaux du BAHR EL GHAZAL de MASSAKORY à BIR-GARA nous avait conduit à admettre l'hypothèse d'un courant souterrain venant du Lac. Voici deux preuves qui viennent confirmer cette hypothèse :

1°) Le 25 Novembre 1936, la distance de la nappe au sol dans un puits déterminé de MASSAKORY était de 14 mètres, le 14 Avril 1937, cette distance n'était plus que de 12,80 m. Il y a donc eu entre ces deux dates une élévation de 1,20 m. Cette variation qui s'est effectuée en pleine saison sèche ne peut s'expliquer que par un apport d'eau du Lac.

2°) Epreuve de diffusion des chlorures. Il est classique de se servir de colorants pour rechercher les relations entre les cours d'eau souterrains : on verse dans une nappe une certaine quantité de colorants facilement décelables à doses infinitésimales (fluorescéine) ; au bout d'un certain temps, on recherche cette substance dans une nappe supposée en relation avec a. La détection du colorant en b permet d'affirmer qu'il y a communication entre a et b.

J'ai essayé plusieurs fois d'appliquer cette technique à FORT-LAMY par exemple, pour rechercher la contamination des nappes d'eau par les puits perdus ; elle a toujours échoué car les sables absorbent fortement les matières colorantes. En conséquence, je me suis adressé, à MASSAKORY, à un sel soluble, le chlorure de sodium.

J'ai fait creuser trois puits dans le sillon du BAHR EL GHAZAL distants l'une de l'autre de 5,50 m et disposés dans la direction du BAHR. Dans le puits du centre, j'ai versé 25 kilogrammes de chlorure de sodium et j'ai observé les variations de la teneur en chlorure de l'eau dans chacun des puits.

Le schéma ci-joint montre que le taux en chlorure a nettement augmenté dans le puits le plus éloigné du Lac, tandis que dans le puits le plus rapproché, la variation de la teneur en chlorure due à la diffusion a été très faible.

La preuve est ainsi faite qu'en 1936-1937, le Lac TCHAD alimentait le cours inférieur du BAHR EL GHAZAL, et l'on peut comparer la région Sud de la dépression à un fjord qui serait visité par les eaux du Lac au moment des crues.

b) Limite d'influence du Lac dans les pays bas du TCHAD

Les pays bas du TCHAD comprennent le DJOURAB, le GOSSOUN, le TORO, qui s'échelonnent à l'Ouest de KORO-TORO. Le KOROU se trouve situé au Nord-Nord-Est du TORO.

Ces différentes régions, en particulier le GOSSOUN, le TORO et le KOROU, sont formées de terrains argilo-calcaires sur lesquels apparaissent par endroits de grands bancs de coquillages. C'est une région de dunes vives, seules leurs dispositions et leurs altitudes permettent de différencier ces régions. Beaucoup d'indigènes du pays ne distinguent pas le GOSSOUN du TORO.

Les pays bas du TCHAD sont à une altitude inférieure à celle du Lac TCHAD, la nature sédimentaire des terrains, les dépôts de coquillages, les squelettes de poissons que l'on rencontre, indiquent qu'on se trouve sur l'emplacement d'un Lac desséché.

Au pays bas du TCHAD on trouve l'eau fréquemment à fleur de sol. Dans le plus grand nombre de cas, on est averti de sa présence par les palmiers-doums et une plante herbacée, l'ahrech, qui croissent sur ces points d'eau. Mais il arrive fréquemment, surtout dans le GOSSOUN, que l'absence de végétation rende délicate la recherche des points d'eau (BEMELE, YAKIA, AMSA, etc..). Dans ce cas, pour retrouver le puits, on marche un nombre d'heures déterminé dans le direction du point d'eau, puis quand on juge que l'on est proche du puits, on recherche les ossements de chameaux qui blanchissent au soleil et se détachent sur le sable ; ces ossements sont toujours nombreux autour des puits.

Composition chimique des eaux des pays bas du TCHAD :

L'examen chimique indique une concentration très élevée en éléments solubles, sulfates, carbonates alcalins et alcalino-terreux (voir tableau) ; la salinité des eaux atteint son maximum au puits de KOROU-KINDINGA. Au delà de ce puits, la concentration en éléments salins diminue progressivement de CALASSOC à MOUKOU. Puis, brusquement, à KICHI-KICHI, on trouve une nappe d'eau douce dont la composition chimique ne présente aucune ressemblance avec celle des pays bas du TCHAD.

Nous pouvons dire, dans ces conditions, qu'il existe jusqu'à KOROU-KIDINGA une nappe d'eau d'origine tchadienne uniquement. Entre ce puits et MONOKOU, il existe une dilution des eaux souterraines venant du TCHAD et fortement natroné par les eaux du massif tibestien ; à KICHI-KICHI, l'influence du Lac a disparu, l'influence du TIBESTI est apparente.

Ces considérations d'ordre chimique sont confirmées par l'allure générale du YAYO. C'est une région plus élevée que le KAROU, son sous-sol est formé de gneiss, de grès noir et d'un calcaire ancien très compact apparaissant très nettement à la hauteur des falaises d'ANGAMMA à 10 kilomètres au Nord-Est de KICHI-KICHI.