

52a

# OBSERVATIONS ET ANALYSES SUR L'HYDROLOGIE

## SOUTERRAINE DU CENTRE SAHARIEN

( par M. P. RUSSO )

---

Dans les années 1920 à 1923 et 1930 à 1937, je fus amené à faire une série d'observations sur les modifications du régime d'écoulement superficiel et profond des oueds du Sahara marocain oriental : Zousfana, Saoura, Oued Messaoud. Durant cette même époque et plus récemment jusqu'à l'heure actuelle, je collationnais les observations des divers auteurs qui se sont occupés de cette région, depuis celles de Chudeau, du Capitaine Resson, et, pro parte, de Foureau, jusqu'à celles récentes de Choubert, Schoeller, etc. J'avais sommairement indiqué en 1928 (1) le rôle des terrasses de la Zousfana et de son prolongement méridional Saoura-Messaoud, dans la détermination du cours ancien de ces fleuves, et indiqué que la Zousfana continuée par la Saoura et le Messaoud devait, aux temps quaternaires, rejoindre le Niger dans la région d'Azaouad et de Faguibine.

Récemment, j'ai eu connaissance du très intéressant rapport de Guyader sur le cours ancien du moyen Niger (2), et les faits qu'il signale m'ont incité à reprendre mes observations et celles de mes devanciers et de mes successeurs sur la région allant du Figuig à Tombouctou.

°  
° °

### I) CARACTÈRES GÉNÉRAUX

La Zousfana prend sa course dans la Bordière des Hauts Plateaux, à une altitude de 1300 m. environ, et, après un trajet de 150 km., elle atteint, au Figuig, l'altitude de 900 m. Elle est, dans cette première partie de son cours, située en pays montagneux dans l'W de l'Atlas saharien. Au Figuig, elle franchit la "Barrière saharienne" au niveau de ce long accident que j'ai appelé le "Grand accident sud-atlasien". Dès lors, elle va cheminer sur le vaste pays plat qui constitue le Sahara occidental, entaillant le Hamada et bordant le Grand Erg occidental. Les recherches de Schoeller (3) confirment ce que j'avais sommairement observé, à savoir que les eaux souterraines du Grand Erg se dirigent vers la Saoura. Au contraire, la Hammada ne donne pas de nappe, mais cependant les eaux de ruissellement et les quelques imbibitions locales de la rive droite descendent aussi vers la Saoura. Vers Beni Abbès, la convergence des eaux est particulièrement remarquable.

Plus au S., quand la Saoura prend le nom d'Oued Messaoud, la même convergence des eaux vers le fleuve semble persister.

.....

On peut le constater jusque dans ce que l'on a nommé (Gautier) la zone d'épandage du Massaoud. Au delà il est difficile de préciser l'écoulement. Toutefois les puits principaux s'alignent encore sur quelque distance en direction N-S sur le prolongement du Massaoud. On atteint ensuite le Tanezrouft et là seul le pendage général des assises peut nous donner une indication; or il y a descente d'E en W de la région de Bidon 5 vers le prolongement de l'axe du Massaoud et de l'Erg Chech ou du Tanezrouft occidental vers ce même axe. Enfin, vers El Hairane se montrent des dayas. A travers l'Erg mort d'Azaouad apparaissent deux dépressions parcourues par les eaux d'orages. L'une naît vers Araouane et coule en direction d'El Hairane vers le N.E., l'autre descend de N.E. en S.W. La ligne passant par la région d'épandage de ces deux courants s'oriente sur le prolongement du Massaoud. Prolongée au S., elle atteint la région du lac Faguibine.

De l'ensemble de ces données, il semble ressortir qu'un très long talweg s'étend en direction générale N.NE - S.SW, du pied de l'Atlas, région du Figuig, jusqu'à Tombouctou.

## II) OBSERVATIONS ALTIMÉTRIQUES.

La constatation d'un axe déprimé vers lequel convergent les eaux de surface et les eaux souterraines n'implique pas que la pente de cette zone déprimée soit dans toute son étendue de même sens; il peut y avoir, sur une même direction et alignés bout à bout des talwegs dont les pentes sont opposées. Seules des observations altimétriques peuvent nous fixer sur ce point. Celles réalisées jusqu'à présent sont malheureusement assez fragmentaires.

Dans la région qui va du Figuig à la zone d'épandage du Massaoud les précisions altimétriques sont inutiles, puisque l'écoulement même des eaux nous renseigne sur la pente du talweg. Mais, entre ce dernier point et Tombouctou, il n'en est plus de même. Bien plus, l'écoulement qui se produit du Niger dans le lac Faguibine lors des crues, indique pour ce petit segment une pente allant du S. vers le N. Les seuls points cotés actuellement dans cette zone sont Tombouctou (275 m.) et Araouane (280m) mais on sait (rapport Guyader) que lors des très fortes crues les eaux dépassent le Faguibine et s'avancent entre les deux petites crêtes qui se montrent vers Goundam. D'autre part, les deux oueds que nous avons signalés plus haut dans l'Azaouad descendent, nous l'avons vu, vers une dépression qui est nécessairement plus basse que Araouane, puisque l'un des oueds naît en ce point. L'aspect du pays est très plat, en dehors des traînées des dunes qui, orientées SW-NE, n'opposent pas d'obstacle à un écoulement du talweg. Comme, vers El Hairane, nous sommes à la cote 270, il est permis de penser que la pente est très faible mais continue de Tombouctou à El Hairane, passant de 275 à 270. On voit la Saoura-Massaoud passer de 283 m. vers Adrar à 270 m. à El Hairane en sens opposé, mais avec une pente de valeur analogue. Il y aurait donc deux talwegs placés bout

à bout et se raccordant au point bas de Hairane. Mais de ce point les altitudes vont encore baisser de façon très marquée, vers le NW. cette fois, pour atteindre 170 m. vers In Dagouber et 140 à Taodeni, le talweg entaillant les crêtes de la Hamada el Baricha.

Un premier ensemble de données semble pouvoir être dégagé de ce qui vient d'être énoncé : 1°, Un long cours d'eau (1300 Km.) coule du N au S de la Bordière des Hauts Plateaux à El Hairane; 2°, Un second, plus court (600 Km.) va de Faguibine à El Hairane; 3°, Un autre (300 Km.) reçoit les deux autres et se termine dans la lagune de Taodeni; 4°, Sur El Hairane convergent d'autres talwegs Oued Tamanrasset, venu de Hoggar, oueds venus de l'Adrar, de Tossalit, et plus au N. Oued Tekouiat. Mais tous ces talwegs ne sont jamais entièrement à découvert; dans la plus grande partie de leur parcours, ils sont à l'état de cours souterrain et dans l'ensemble présentent des pentes extrêmement faibles (15/1.000.000 environ). On doit en outre remarquer que le cours d'eau en rapport avec Faguibine est en liaison avec le Niger supérieur. En somme, ces cours d'eau sont des cours d'imbibition.

### III) RAPPORTS AVEC LES HAMADA ET LES TERRASSES.

Dans leurs portions coulant à l'air libre, ces cours d'eau se présentent comme ayant progressivement entaillé les hamada; ils offrent en outre des terrasses alluviales et détritiques s'élevant à 55-60 m. au-dessus du cours actuel (Mazzer); d'autres se montrent à 15 m. et enfin on voit les basses terrasses à 4-5 m. La présence de ces terrasses présente un haut intérêt car elles donnent indication de positions anciennes des cours d'eau fort différentes des positions actuelles. Elles semblent, pour autant que les documents actuellement recueillis sont valables, montrer un cours ancien allant tout entier de Faguibine vers Adrar, un cours d'eau unique descendant du S. au N. La dépression de Taodeni serait alors, par rapport à ce fleuve, ce que sont les Chotts tunisiens par rapport à l'Igharghar, mais le fleuve poussait, ici, au-delà et se portait jusque vers la cuvette de Timmimoun. On remarquera que la terrasse de 60 m. si elle se montre vers Adrar, suppose un cours ancien correspondant à la cote actuelle 340 environ. Or, dans le couloir du Gourara, on a vers Timmimoun les cotes 272 au fond de la cuvette, 295 à Timmimoun même, 434, 380 vers Fort Mac-Mahon, 377 vers El Golea et 291 vers le haut Oued Mya. Mais ces cotes sont celles de points hauts, la surface des terrains formant la dépression bordant au S. le Grand Erg occidental et vers laquelle se dirige l'Oued es Saggour est certainement bien plus basse, mais nous manquons ici de mesures certaines; nous ne pouvons que supposer la surface cachée sous les sables à une cote voisine de 340.

Si cette indication se trouve vraie, nous sommes amenés à concevoir l'existence d'un talweg continu de Faguibine à Adrar, puis à la région du Gourara, à celle de l'Oued Mya et de là à l'Oued Ghir et aux Chotts tunisiens dont l'ancien déversoir

dans la Méditerranée est bien connu (Oued Belah de Gabès). Comme Faguibine est un diverticule du Haut Niger, le talweg viendrait du Fouta Djallon jusqu'à la Méditerranée, et l'Afrique de l'ouest aurait possédé au Quaternaire un fleuve analogue à celui que possède encore l'Afrique de l'Est, le Nil. Ce n'est là qu'une hypothèse présentant un certain degré de possibilité, mais pour la vérification de laquelle des levés altimétriques et géologiques détaillés seraient nécessaires. Si elle s'avérait exacte, des conséquences hydrologiques en ce qui concerne l'irrigation du Sahara pourraient en dériver, dont l'importance ne serait pas négligeable.

#### IV) LE NIGER.

Actuellement le Niger, après avoir cheminé SW.-NE. jusque vers Tombouctou, se dirige ensuite, par un cours très jeune, vers le SE. Son réseau d'affluents, pour cette partie inférieure de son cours, se montre disposé en éventail dont les branches convergent vers la région Gao-Niaméy, et qui est totalement étranger à ce qui se montre en amont de Tombouctou. Le Niger inférieur apparaît comme ayant capturé le Niger supérieur.

Sans doute faut-il voir dans cette capture la cause de la cessation d'écoulement entre Faguibine et Taoudeni, et même (si notre hypothèse de cheminement jusqu'au delà du Touat est vraie) jusqu'à la Méditerranée.

Mais il n'est pas impossible qu'un autre phénomène ait pu ajouter encore ses effets à cette capture. Les éruptions récentes qui ont donné naissance aux volcans du Hoggar et du Tibesti peuvent avoir provoqué un léger gauchissement des régions voisines et rompu la continuité de l'arbre hydraulique vers le Touat. Mais une telle torsion n'est pas nécessaire pour faire comprendre le passage par le fleuve ancien du seuil du Touat. En effet, si les terrasses de 60 m. sont bien développées vers Adrar, il existe plus haut, au niveau des hammada, des surfaces certainement alluviales et distinctes du Reg, visibles en quelques places, surtout dans le couronnement des gours de la région de Beni Abbès; il existe aussi des calcaires travertineux blancs à *Limnæa Bouilleti* couronnant les gours sur de grandes étendues et s'élevant à une centaine de mètres au-dessus du cours des oueds. Ces dépôts d'altitude relative égale à 100 correspondent à une situation hydrologique de lacs et de marigots situés sur le cours d'un fleuve dont l'écoulement se faisait au Pliocène (présence de *Limnæa Bouilleti*) 100 m. plus haut que maintenant. Alors le seuil du Touat ne présentait pas pour ce fleuve un obstacle, car il passait à la cote actuelle 390 environ. Ainsi le Niger pliocène aurait poursuivi sa course vers le N.NE. au lieu de s'infléchir vers le S. après Tombouctou.

Il est remarquable de voir que les segments de Taoudeni et de l'Oued Iya de cet ensemble hydrographique offrent des pentes bien plus marquées que tout le reste du réseau. Entre Hairane

et Taodeni, on passe de 270 à 140 en 300 Km, soit une pente de 4/10.000. Pour l'Oued Aya, on passe de 270 au SE. d'Ouargla à - 34 dans les chotts tunisiens, soit une dénivellation de 300 m sur 600 Km, soit une pente de 5/10.000. Nous sommes loin de la pente de 15/1.000.000 constatée dans les segments entre Tombouctou et Adrar.

#### V) TAODENI.

La cuvette de Taodeni n'est pas une dépression disposée en cuvette progressivement déclinée, mais au contraire une dépression aux parois relativement abruptes entaillant en ombilic un dôme anticlinal de façon tout à fait comparable à ce que j'ai décrit pour le Tamléit et le Tigri (4). Les bords de la hamada qui, sous le nom de El Krenachine se développe au S. de Taodeni, s'élèvent à la cote 260 soit 120 m. plus haut que la lagune même de Taodeni. Cette hamada se développe également au N. et en toutes autres directions, entourant la cuvette et présentant des entailles par où passent des talwegs. L'ensemble dessine un cercle discontinu de hauteurs et le pendage de leurs assises se fait périclinalement, de telle sorte que l'on se trouve en présence d'un dôme dont la partie centrale a été érodée. La voie d'accès à cette cuvette à partir de El Hairane est une entaille d'où partent deux talwegs secondaires conduisant l'un à la lagune de Taodeni, l'autre à la lagune du NE. séparées d'une de l'autre par la hamada et Haricha, lambeau conservé du dôme érodé. La situation hydrologique est ici comparable à celle du Tigri, le talweg venu d'El Hairane est une capture du grand fleuve, comme l'Oued Mazer au Tigri est un résultat de capture. La cuvette de Taodeni apparaît ainsi comme une zone où accidentellement se rendent en partie les eaux du grand talweg SSW-NNE, mais qui lui demeure étrangère par sa constitution. Tout le grand talweg est en effet plus ou moins revêtu de sables largement imbibés et reposant sur l'imperméable miocène ou sur le socle paléozoïque. La dépression de Taodeni est au contraire creusée dans la hamada.

#### VI) LES ZONES D'APPARITION DES EAUX et LES ZONES D'IMBIBITION DES ERGS.

On remarque au long de la grande dépression du talweg SSW-NNE un certain nombre de dayas ou de sebkhass qui répondent à peu près à sa zone axiale et s'étalent assez largement dans ce talweg aux flancs à pente extrêmement faible.

Le premier groupe se montre au S. de Timmimoun, encadré entre deux petites crêtes qui s'élèvent à 295 m. alors que le fond de la vallée est à 273.

Puis nous rencontrons aux abords d'Adrar, mais s'allongeant sur 300 km. une série de dayas s'étalant sur 20 km. de large et alignées suivant une ligne sensiblement NNW-SSE jusqu'à 70 Km. au N. d'Ouallen. Cet ensemble détache sur son

flanc E. vers le S. d'Aoulef, un diverticule qui n'est autre que la zone d'épandage de l'Oued Botha ou Djarot venu du Kouydir. La partie la plus méridionale de cet ensemble, nommé Sobkha Azzel el Maati dans l'W. et Sobkha Makharham dans l'E., dessine une dépression située au-dessous de la cote 200 (137, 181). On doit remarquer que cela crée une différence d'altitude de 137 m. avec les crêtes de bordure du Tidikelt qui dominent les dayas et de 250 m. avec la haute terrasse de la région d'Adrar. Il s'agit donc ici d'une dépression d'importance comparable à celle des chotts tunisiens.

Vers Hairane, nouvelle série de trois dayas principales correspondant en partie à la zone d'épandage de l'Oued Tamarrasset. Les parties basses sont à 270 m. et des crêtes de 287 et 332 m. les dominent.

En somme, nous avons une zone très basse vers Aoulef, et une autre moins basse à El Hairane, qui constituent actuellement des bassins fermés. Celle de Timmimoun se raccorde avec celle d'Aoulef, la dépression de Taodeni est en rapport avec celle d'El Hairane. En somme nous avons à faire à deux bassins fermés séparés par l'Erg Chech et le Tanezrouft. Mais la nappe aquifère de l'Erg les raccorde et le Tanezrouft, vers quoi descendent les assises orientales de la cuvette de Taodeni et que dominent à l'E. les cotes 380, 352, 310 de la région Ouallen-Bidon 5, marque approximativement la zone axiale du grand talweg NNE-SSW.

## VII) CONCLUSIONS.

Il serait du plus haut intérêt qu'un nivellement des surfaces imperméables sous les ergs soit effectué ainsi qu'un levé géologique détaillé de tout ce long talweg que nous venons d'indiquer, afin de voir si les positions des terrasses hautes correspondent avec l'existence que je suppose d'un grand fleuve comparable au Nil.

D'autre part, ces nivellements permettraient de voir si, en supprimant par un barrage la capture du Niger supérieur (vers Tosaye par exemple), on ne pourrait pas redonner vie en direction d'El Hairane à l'ancien cours. La cote d'Azzel Maati permet même de penser qu'il serait possible d'acheminer l'eau sans travaux excessifs jusqu'à la région du Touat et du Tidikelt. Ce serait là une modification profonde apportée aux conditions hydrologiques de surface par modification de l'hydrologie souterraine.

Comme l'a fait ressortir Schoeller, le miocène sous jacent à l'Erg et le Paléozoïque occupant la même position sont surfaces imperméables, c'est sur eux que reposent les eaux d'imbibition; le détournement du Niger rendrait, pour une partie au moins du Sahara, les conditions d'imbibition différentes de ce qu'elles sont actuellement.

- 1.) P. RUSSO            Le Quaternaire dans les Hauts Plateaux marocains. - C.R. Congrès géologique international 1928.
  
- 2.) R. GUYADER        Rapport manuscrit sur l'aménagement du Niger déposé à "l'Atlantide de demain". Dir. A. Guiraud, Béjà - Tunisie.
  
- 3.) H. Schoeller     L'hydrogéologie d'une partie de la vallée de la Saoura et du Grand Erg occidental. B.S.G.F. T. XV . 1945, N° 7-8.  
  
Le Quaternaire de la Saoura et du Grand Erg occidental. - Trav. Inst. Rech. Sahar. t. III, 1945.
  
- 4.) P. RUSSO            La morphologie des Hauts Plateaux de l'Est marocain. - Ann. Géogr. LVII<sup>e</sup> ann. 1947 N° 301.