

SERVICE GÉOLOGIQUE
DES
TERRITOIRES DU SUD DE L'ALGÉRIE

8-

Compte-Rendu

DE LA

Campagne 1907-1908

UNIVERSITÉ DE PARIS
FACULTÉ DES SCIENCES
Laboratoire de Géologie Générale
1, Rue Victor-Cousin PARIS-5^e

ALGER

IMPRIMERIE ADMINISTRATIVE VICTOR HEINTZ
RUE D'ISLY, 37 ET PLACE BUGEAUD

1908

SERVICE GÉOLOGIQUE DES TERRITOIRES DU SUD

Compte-rendu de la campagne 1907-1908

AVANT-PROPOS

En dehors des chapitres habituellement traités ici, une partie de l'exposé de la situation générale aura pour objet cette année, d'établir un résumé de l'*inventaire des ressources en eau* de l'une des régions les plus intéressantes du Sahara, celle des Ziban, et de fixer les grandes lignes de son régime hydrologique. En même temps, dans une suite de courts paragraphes, on indiquera sommairement les conditions physiques et naturelles multiples, des gisements de ces points d'eau, et aussi les modes techniques d'exécution les plus favorables, aux aménagements, aux améliorations nouvelles, ainsi qu'aux créations possibles.

Pour faciliter leur tâche, un mémoire plus complet sur ces questions, a été ultérieurement adressé à tous ceux qui sont appelés par leurs fonctions, à encourager ou à poursuivre eux-mêmes, le développement économique des *Territoires du Sud*. (1)

(1) *Les ressources en eau des Territoires du Sud*. — Les sources du Ziban (2^e partie), cercle de Biskra, Territoire militaire de Touggourt (Sahara constantinois). *Archives du Gouvernement général de l'Algérie* (autographes), 17 juillet 1908.

ARCHIVES

Les archives du Service comprennent : 1° des archives administratives ; 2° des archives scientifiques. Une première série réunit les manuscrits, notes, états des recherches, etc., adressés pour complément d'étude ou comme rapports de tournées ou de missions, — une seconde série est composée de documents matériels, roches, fossiles minéraux, échantillons des sols, coupes de sondages, enfin dans une troisième, sont classés les cartes, croquis, levés géologiques et topographiques, tracés d'itinéraires, etc.



Pendant cette campagne, ces documents de tous ordres se sont considérablement accrus ; entre autres, par suite de la nouvelle installation de la Direction des Territoires du Sud, les séries des types des terrains traversés au cours des forage artésiens exécutés dans ces Territoires antérieurement à 1906, ont été réunies aux collections du Service ; ces collections lithologiques, roches et fossiles sont les suivantes :

Roches de la région d'Aïn-Sefra (collection recueillie par M. le Capitaine Breton).

Roches fossiles et minéraux recueillis par M. le Lieutenant-colonel Laquière, provenant du Touat (de Timimoun au Reggan) comprenant une série appartenant au carboniférien inférieur de Tazoult (Touat).

Collection des fossiles carbonifériens (Dinantien-

Viséen) recueillis par M. le lieutenant Bernard au Chabet-Kerkour (Saoura).

Collection des roches du bassin de l'Oued Djudi recueillies entre Demmed, Ksar-Hirane et Oulad Djellal.

Echantillons des sondages des Oulad Djellal. — Bir Bou Chama, etc.

Dans un autre ordre d'idées et pour aider aux recherches d'ethnographie comparée (populations préhistoriques), le Service a fait exécuter une série de moulages d'après des estampages et des statuettes (blocs-statues) et gravures rupestres, provenant du Sahara central (région de Tabelbalet) et de Zenaga (Sud oranais) ; ces pièces comprennent des figurations humaines (à tête de chouette), découvertes par M. le commandant Touchard en 1905, des représentations du grand buffle (*Bubalus antiquus* DUVN), d'autres bovidés et ruminants, de carnivores, etc.

Archives cartographiques

Carton *géologique* de la région avoisinant l'Oued-Djudi (rives droite et gauche) levé par M. G.-B.-M. Flämand, comprenant les terrains au Nord et au Sud de ce cours d'eau, depuis le confluent de l'Oued-Demmed jusqu'à l'oasis des Oulad-Djellal, au 1/400,000^e.

Carton comprenant la partie Nord-Est des environs de Biskra. Terrains tertiaires continentaux. Levé *géologique* au 1/200,000^e.

Carton de l'itinéraire suivi par M. le maréchal des

logis Priou, à l'Ouest de l'Oued-Zousfana, levé au 1/200,000^e.

Minute *géologique* et lithologique levée par M. G.-B.-M. Flamand, d'une partie de la région occidentale du cercle de Biskra. Zab occidental, au 1/160,000^e d'après les minutes des levés du Service géographique de l'armée.

MISSIONS

Les missions confiées au Directeur-adjoint du Service géologique qui furent effectuées pendant la campagne 1907-08 ont eu pour objet l'étude géohydrologique des régions comprises vers les limites septentrionales du Sahara constantinois et algérien.

1° Dans le Sahara constantinois. — Etude du Zab-Guebli et tout spécialement de la zone déprimée située entre ces deux groupes d'oasis, jusques et y compris Doucen et les Oulad-Djellal (octobre-novembre 1907 ; avril-mai 1908).

2° Recherches géohydrologiques sur les terrains tertiaires continentaux du Nord-Est de Biskra, et recherches hydrologiques sur le Zab Chergui (1^{re} partie) (mai-juin 1908).

3° Dans le Sahara algérien. — Etude géologique et hydrologique de la partie du bassin de l'Oued-Djdi moyen et inférieur, entre Laghouat et le chott Melghir, c'est-à-dire compris entre Messad, Ksar-el-Hirane et Oulad-Djellal (mars-avril 1908).

Au cours des recherches concernant la première de ces régions, on s'est appliqué, en outre, à dégager, avec la collaboration du commandant du cercle de

Biskra, les conditions de possibilité de tous ordres (physiques et administratifs) de création de zones de culture ou de création d'oasis ; l'exposé sommaire de cette enquête fait l'objet du chapitre ci-joint.

*
* *

Géohydrologie appliquée

I. — Les sources artésiennes à appareils cratériformes

*Territoire militaire de Touggourt (annexe de Biskra),
Zab central (octobre 1907-février 1908)*

Continuation des travaux d'aménagement des sources, décapelage et drainage des terrains tertiaires continentaux, et quaternaires : groupe des sources de Aïn-Khelilia, Aïn-Bezania, Aïn-Bordg-Briji, Aïn-Keskas (Aïn-Berdadi), etc. et l'Aïn-Mzata, sur la rive gauche de l'Oued-el-Abiod. Pour cette dernière ainsi que pour Bezania, les seguias ont été en partie réfectionnées. Ces travaux ont pris fin en février 1908.

Les conditions d'émergence de ces sources (2^e catégorie) du Zab central ont été longuement décrites dans le Compte-Rendu du Service pour l'année 1906-1907, pages 9 et 15 ; on les retrouve sensiblement les mêmes dans quelques sources du Zab-Dahri, celles du groupe situé à l'Ouest de Biskra vers le 9^e kilomètre au Sud de la route de Tolga par le Nord : Aïn-Dehb, Aïn-Djorf, Aïn-Koudiat, etc. (Voir plus loin), ainsi que dans certains chryats des oasis de l'Oued-R'ir.

Il paraît donc très intéressant, pour compléter ces

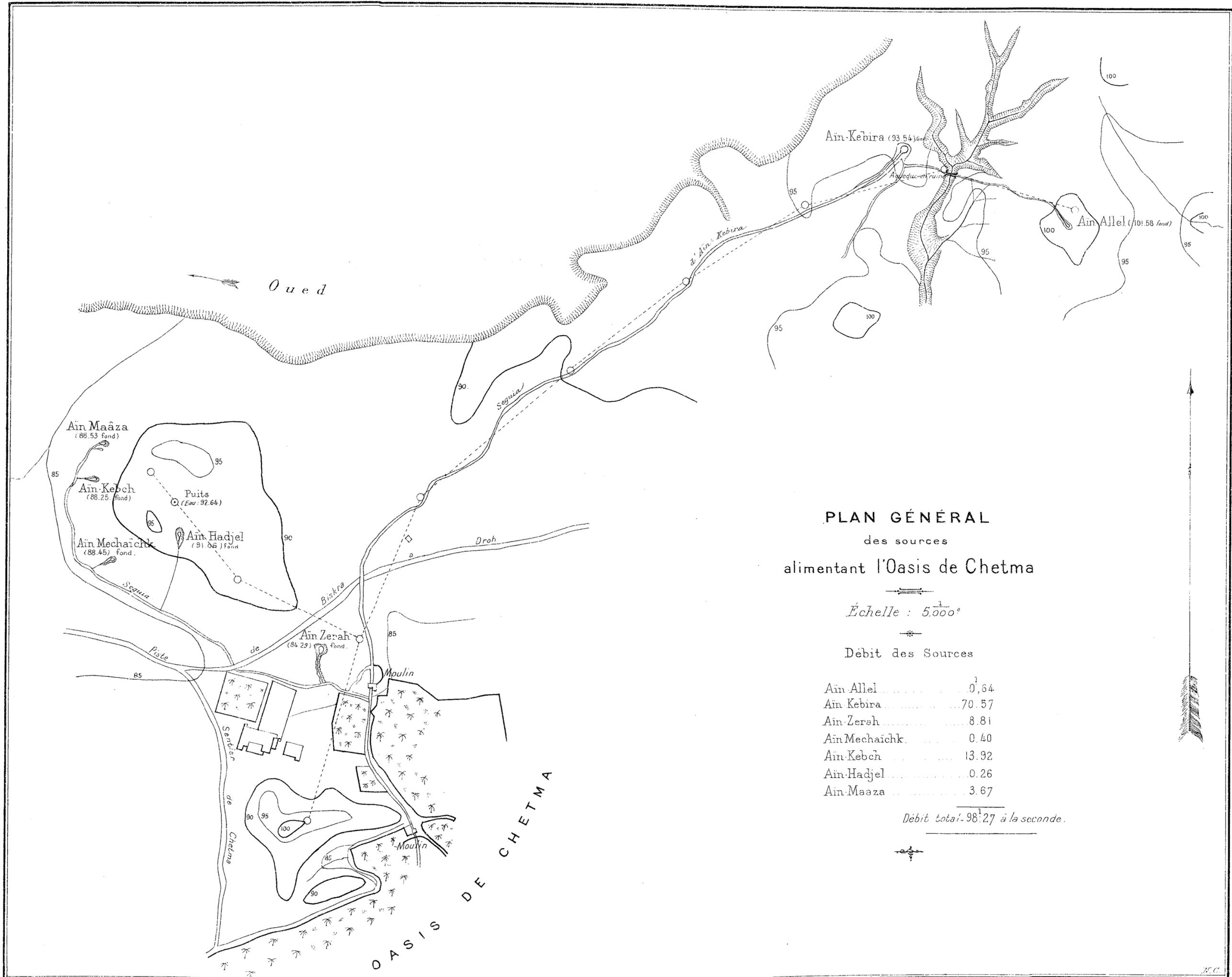
renseignements techniques antérieurs, de donner ici, avec quelque détail, la description des conditions actuelles dans lesquelles se montrent le plus souvent ces sources d'origine artésienne : Aïn-Zerga et groupe de Sidi-Khelil, les sources occidentales de Chetma. Ces descriptions pourront éclairer sur les dispositions à prendre ou sur les travaux à poursuivre soit pour prévenir des obstructions nouvelles, soit pour revivifier entièrement ces points d'eau, considérés pour beaucoup comme « morts » par les indigènes.

Nous prendrons nos exemples aux environs mêmes de Chetma, sur le plateau elliptique si remarquable, situé au Nord-Ouest de cette belle oasis.

Là se montrent, dispersés de l'Est à l'Ouest, l'Aïn-Mechaïch, l'Aïn-Kebach, l'Aïn-Maza, l'Aïn-Hadjel et nombre de suintements et de petits griffons non dénommés (1) dont les débits sont nuls, insignifiants ou très réduits, par suite de l'occlusion quelquefois complète des points d'émergence, par apports artésiens ou éoliens comme nous allons le montrer. Ces points d'eau, à deux exceptions près, sont donc taris, ils pourraient être assez facilement revivifiés, chacun d'eux possédant un petit mamelon cratériforme egueulé ; dans la partie centrale de ce dernier existe un petit bassin au fond duquel se montrent les bouillons des griffons.

Des terres limono-sablonneuses *noires* à débris de végétaux s'élèvent tout autour du petit bassin, sauf dans la partie correspondant au canal naturel d'écoulement de la source, et une végétation assez vive

(1) Il faut ajouter à cette liste l'Aïn-Allah ; cette source est située au Nord de l'oasis de Chetma, dans le voisinage de l'Aïn-Kebira, — ses émergences multiples sont taries.



PLAN GÉNÉRAL
des sources
alimentant l'Oasis de Chetma

Échelle : 5.000^e

Débit des Sources

Ain-Allah	0,64
Ain-Kebira	70,57
Ain-Zerah	8,81
Ain-Mechaïchk	0,40
Ain-Kebch	13,92
Ain-Hadjel	0,26
Ain-Maaza	3,67

Débit total : 98,27 à la seconde.

Imp. Lith. A. Jourdan. Alger.

de roseaux, de joncs et d'ajoncs entoure et obstrue en partie les abords immédiats du point d'eau.

Dans l'ensemble les mamelons cratériformes de ces sources artésiennes se présentent extérieurement comme autant de cônes ou troncs de cônes plus ou moins surélevés au-dessus du terrain avoisinant; la nature des matériaux qui ont servi, dans la suite des temps à les édifier, est différente de celle des sols, et par sa composition et par sa couleur, de sorte qu'à distance, et sans même que la végétation vienne actuellement révéler la présence d'humidité sous-jacente, on peut distinguer ces *anciennes zones d'émergence des eaux artésiennes*.

Nous indiquerons, en dehors des points désignés ci-dessus, l'Aïn-Zerga entre Chetma et Sidi-Khelill au N. E. de Biskra, et avec un facies identique, dans une tout autre région géologique, certains chryats de l'Oued R'ir. (1)

On comprendra toute l'importance de la constatation sur le terrain, de ces dispositions particulières, soit pour des points d'eau considérés, par les indigènes, comme *taris*, soit pour les zones propres aux recherches de ressources entièrement nouvelles.

Puisque ces régions à émergences accidentellement souterraines, se montrent très favorables aux travaux de recherches, soit que l'on mette de nouveau les sources à jour par des tranchées conjuguées, profon-

(1) VOIR VILLE, *Voyages d'exploration dans les bassins du Hodna et du Sahara* 1868, *passim*. — cf. JUS, *Les forages artésiens de la Province de Constantine*. Résumé 1890. — G. ROLLAND, *Hydrologie du Sahara Algérien*, *passim* 1894.

des *cheggas*, (2) ou par des galeries *feggaguir* (comme pour le groupe de Sidi-Khellil), soit encore que l'on

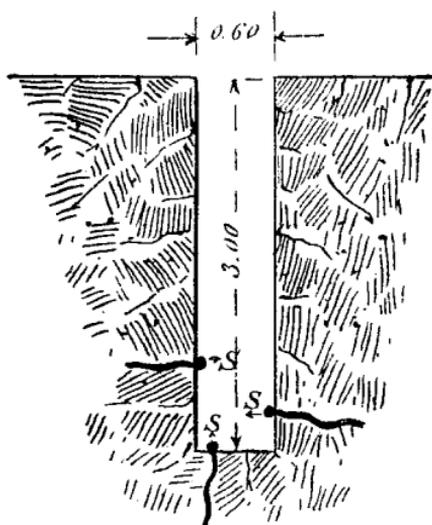


FIG. 4. — Coupe transversale d'une *Chegga* montrant trois émergences de sources : une au mur, deux sur les parois (droite et gauche) de la tranchée qui la constitue. (Voir figures 19, 20, 21, 22).

(2) Les indigènes appellent « *Chegga* » une tranchée ouverte, étroite (0 m. 50) et profonde (de 3 à 5 et 6 mètres) pratiquée aux travers de rochers ou de dépôts d'attérissements et permettant de recueillir les suintements ou les émergences de griffons, et de les réunir ; ce sont en somme des *feggaguir découvertes*. C'est cette disposition qui a été adoptée à Ksar-el-Hirane (Voir *Compte-Rendu du Service géologique des Territoires du Sud*, campagne de 1905-1906. *Exposé de la situation générale*, année 1906.)

Elle a été employée également à Sidi-Chaïb (région de Daya-Bossuet) ; elle m'a été, pour la première fois signalée sous son vrai nom par M. le commandant Cauvet qui l'a observée dans l'oasis d'Eddis (Bou-Saâda). Là, ces *Cheggas* très longues fournissent l'eau à l'oasis, elles sont entaillées dans les assises de la base des grès albiens. Voir la coupe géologique donnée par A. PÉRON (*Géologie de l'Algérie*, p. 77, Paris 1883).

Cf. BRUNHES, *Irrigation*, p. 286, Paris, 1900.

choisisse précisément ces points pour y tenter des forages artésiens, tels les chryats, le groupe de Chetma, l'Aïn-bent-Chili au N. E. de Biskra, etc., etc., il est intéressant d'en connaître le mode de formation.

Genèse. — Voici comment on peut expliquer l'édition naturelle des cônes argilo-sableux qui entourent les émergences des sources de cette région du Sahara.

Les eaux artésiennes de toute cette zone apportent à l'extérieur une quantité très notable de matériaux provenant des sols traversés par les griffons dans leur parcours souterrain sinueux ; ce sont en général des sables argileux dans lesquels la silice domine de beaucoup. Ils se répandent dans le bassin de la source du centre vers la périphérie.

Ces apports sableux s'accumulent dans le bassin d'émergence, et contribuent à la longue à en élever le fond.

Les bouillons plus ou moins violents des griffons éloignent continuellement les apports sableux vers l'extérieur du bassin, et ceux-ci s'infiltrant aux travers des végétaux, qui croissent toujours dans ces zones humides, les enlissent peu à peu ; les dépôts sableux, ou argilo-sableux, se mélangent ainsi insensiblement aux débris de végétaux, racines tiges et feuilles qui forment une sorte de feutre végétal sur tous les bords des bassins des sources. Ce *processus* est pour ainsi dire *ininterrompu* puisque l'humidité des bords du bassin et du canal d'écoulement de la source permet à la végétation de se maintenir même pendant les saisons les plus chaudes.

Ainsi, par le seul fait du développement de la végétation et par l'accumulation incessante des petits dépôts dûs aux apports de la source elle-même, il se for-

mera tout autour d'elle un anneau qui se surélèvera peu à peu.

Le débit d'un tel point d'eau sera donc variable avec le temps et, en général, décroissant, car son niveau hydrostatique étant invariable, et l'altitude de son point d'émergence étant liée à la vitesse d'exhaussement du fond du bassin, c'est-à-dire à la rapidité de l'accroissement des dépôts dans ce dit bassin, et de l'édification de l'anneau périphérique, on conçoit qu'abandonnée à elle-même, une pareille source soit fatalement appelée à tarir.

Or, à ces considérations d'apports d'origine interne, vient s'ajouter celle des apports externes. Toutes les régions sahariennes subissent de longues périodes de sécheresse absolue, pendant lesquelles les vents, agissant avec leur maximum d'effet soulèvent et transportent des masses assez considérables de matériaux arénacés ténus, poussière de sable, d'argile, de calcaire, qui s'accumulent contre les obstacles et se fixent lorsqu'un peu d'humidité s'y manifeste, et surtout, lorsqu'elle vient y permettre la germination des graines.

Il se produit alors autour des sources artésiennes, des accumulations de ces matériaux d'apport éolien, comme on en voit dans toutes les régions désertiques : buttes de sable des terrains de Nebkha, des « Takbarat » du Tidikelt (témoins de terres argilo-sableuses avec touffes au sommet. (1), etc., à végétation arbusive. Ainsi les matériaux éoliens contribuent et dans une forte proportion à la formation des mamelons cratériformes, au centre desquels se maintiennent les bouillons des griffons.

(1) D'après les documents photographiques qui m'ont été obligeamment communiqués par M. le commandant Cauvet.

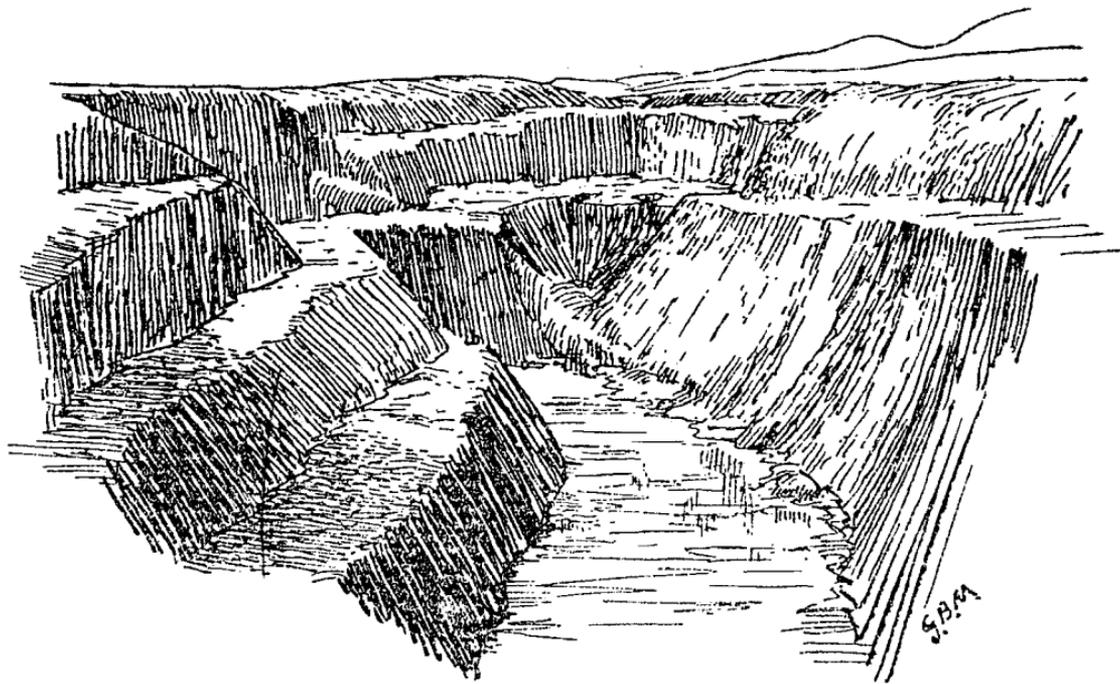


FIG. 2. — Travaux de dégagement, par paliers et talus, du bassin de la source de Bordj-ben-Briji (source A) ;

SIDI-KHELLIL, ZAB CENTRAL

Dessin de l'auteur d'après une photographie, cliché Pitavy.

Ces actions continues combinées, amènent dans un temps qui paraît devoir être relativement court, la réduction du bassin d'émergence, en même temps que son exhaussement.

Il arrivera donc un moment où le niveau hydrostatique étant inférieur au niveau du bassin ainsi surélevé, il y aura arrêt dans le débit de la source. En général, arrivé à ce stade, cet état s'aggrave par le fait de l'oblitération plus ou moins totale des griffons, dont l'activité est ainsi annulée; l'obstruction des canaux souterrains gagne alors de proche en proche « par gravité ».

Quelquefois aussi, par ce processus, un groupe donné d'orifices artésiens faisant partie d'un même bassin d'émergence se subdivise en cuvettes indépendantes dont les résistances à l'envahissement sont inégales. C'est ainsi qu'on peut expliquer, par exemple, la disposition de petites sources du groupe de l'Aïn-Maza de Chetma.

Le plus souvent, cette dernière phase une fois atteinte et même dépassée, c'est-à-dire lorsque la source étant tarie, les matériaux végétatifs et éoliens sont venus envelopper entièrement et combler le mamelon cratériforme, la végétation continue à se développer sur l'emplacement du bassin de l'ancienne source et sur les pentes du tronc de cône évidé périphérique, car, *par capillarité*, les eaux remontent dans les sables à débris végétaux, et par les drains naturels que ceux-ci y constituent, elle atteint parfois même, à une hauteur assez grande (3 m. 50, 4 mètres, à l'Aïn-Zerga de Sidi-Khellil) au-dessus de l'ancien niveau d'émergence.

On aura donc, dans le fait de la constatation de l'existence de végétation (roseaux, joncs et ajoncs) sur des cônes ou mamelons cratériformes, un indice

précieux pour la recherche des sources artésiennes ou pour leur revivification.

Il est intéressant de remarquer que lorsque l'obstruction d'une source artésienne se produit suivant le processus qui vient d'être décrit, il arrive souvent que l'eau arrêtée à ses anciens points d'émergence apparaît au jour à des niveaux inférieurs dans le voisinage immédiat de l'ancienne source, quand les conditions géologiques et surtout lithologiques sont favorables.

Il y a, ordinairement, dispersion de l'eau totale primitive en plusieurs veines de faible importance produisant des sources de très faible débit ou même de simples suintements.

Nous citerons à ce sujet l'Aïn-Allah, de Chetma, aujourd'hui inutilisée par les indigènes par suite de la rupture d'une conduite aérienne de segoua qui, avec son bassin-cratère à eau aujourd'hui stagnante, présente, tout autour de son mamelon cratériforme principal, particulièrement à l'Est et au Sud-Est, des suintements nombreux dont le niveau hydrostatique est inférieur à celui de l'ancienne émergence. Il y a, dans ces cas, perte de débit par infiltrations secondaires.

Applications. — D'après ce qui vient d'être dit, on conçoit que la recherche de points d'émergence de nouvelles sources artésiennes, où la revivification de sources tarées devra débiter, dans les régions considérées, par l'inspection détaillée du pays et le relevé exact des mamelons cratériformes qui peuvent y exister. (1)

(1) Il est souvent aussi très intéressant de noter la présence de dépôts travertineux (*travertins calcaréo-siliceux*)

Ceci fait, le point de recherche étant choisi, on étudiera, avec soin, la composition lithologique du mamelon cratériforme du sommet à la base. On pratiquera alors une tranchée allant de la périphérie vers le centre, en agissant comme il a été dit pour les dégagements des sources du Zab central (Cf. *Compte-rendu de la campagne du Service géologique des Territoires du Sud 1906-1907*, pages 9-15), c'est-à-dire par paliers successifs. On atteindra ainsi la zone centrale du cratère ; en général, à une profondeur de 3 à 4 mètres, on retrouvera trace des griffons obstrués. Le canal de dégagement du point d'eau devra lui aussi avoir cette disposition en palier.

On a vu ci-dessus qu'à la suite de l'obstruction des griffons d'une source, il y avait parfois formation de sources secondaires ou de simples suintements à la périphérie, en général à un niveau inférieur à celui de la source-mère.

Il y aurait donc pour cela intérêt, dans le captage d'une source de ce genre, à porter tous les efforts sur les anciennes émergences du bassin principal et d'en abaisser le niveau d'eau dans la mesure compatible avec les conditions qu'impose l'irrigation pour ce point considéré en particulier ; les eaux appelées dans leur ancien réseau y afflueront de nouveau.

Ainsi on remédierait aux pertes en débit et l'on éviterait, en même temps, la dispersion inutile de

riches en *matières organiques*, généralement noirs à la surface), ils indiquent les emplacements d'émergences d'anciennes sources quaternaires ou du début de l'époque actuelle), qui assez ordinairement (pour les Ziban) correspondent aujourd'hui encore à des sources, que l'on peut quelquefois facilement dégager, exemples : Chetma-Sidi-Khellil, les sources du 9 kilomètre de la route de Tolga, les sources dites d'Oumach (1^{er} groupe), etc.

travaux (recherches sur la périphérie) appelés en général à ne dégager que de faibles émergences.

II. — Inventaire des ressources en eau des Territoires du Sud

LES SOURCES DES ZIBAN

(1^{re} partie)

Au cours de la campagne 1907-1908, le Directeur adjoint du Service a été chargé de procéder à une inspection générale de tous les points d'eau : sources, puits ordinaires, puits artésiens, behour, r'dirs, madjens, etc... existant dans les Ziban, afin de pouvoir, premièrement dresser un état de ces ressources en eau, secondement indiquer immédiatement soit à l'autorité locale, soit directement et sur place aux indigènes intéressés, pour chacun d'eux, les travaux les plus urgents, propres à en assurer l'entretien, à en permettre une utilisation plus facile, enfin à en augmenter, de façon notable, les rendements.

Cette longue enquête géohydrologique n'est pas entièrement terminée, on le conçoit ; mais les résultats principaux déjà actuellement acquis, sont des plus intéressants ; ils concernent des observations sur chacun des points d'eau antérieurement étudiés par les auteurs, mais présentant aujourd'hui des modifications dans leur manière d'être, — et aussi, celles concernant les points d'eau découverts et aménagés en ces dernières années qui n'avaient point été encore signalés.

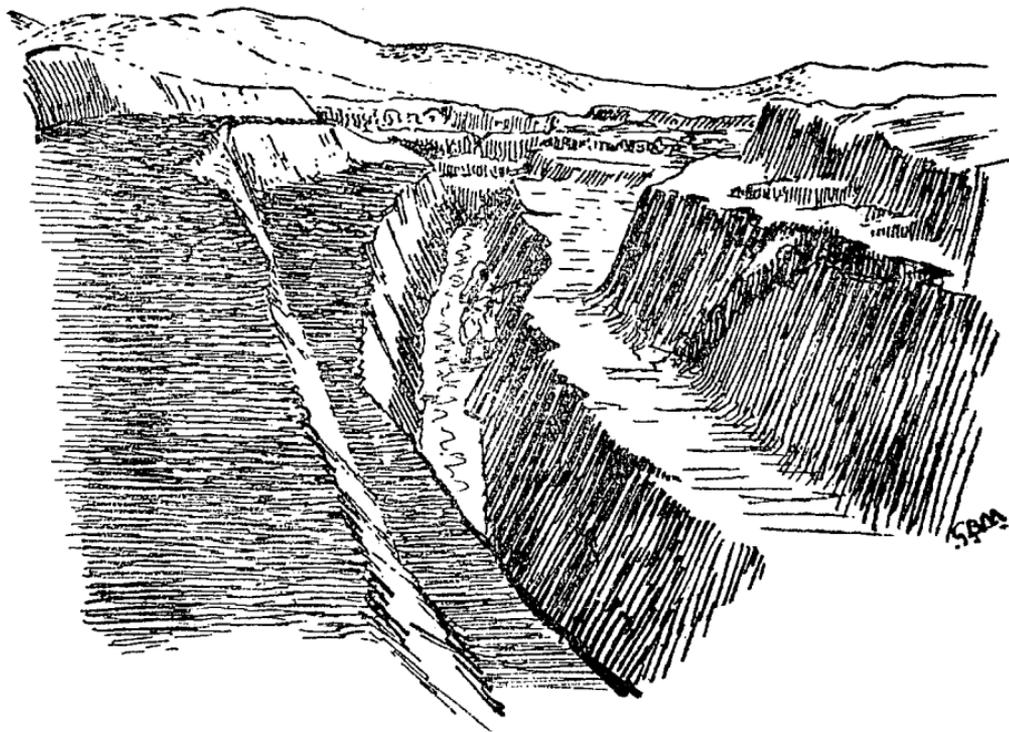


FIG. 3. — Travaux de dégagement par paliers et talus de l'Aïn-Keskes (Aïn-Bordadi)
SIDI-KHELLIL, ZAB CENTRAL

Dessin de l'auteur d'après une photographie, cliché Pitavy.

Pour les indications résumées qui vont suivre, nous diviserons *les Ziban* (1) en trois groupes principaux : 1° le Zab Occidental qui se subdivise en : A) *Zab-Dahri*, ou du Nord, depuis la limite de la commune indigène de Biskra, et comprenant à l'Ouest jusqu'à Doucen ; B) le *Zab-Guebli* ou méridional, au Sud du précédent et comprenant les Oasis situées sur la rive droite de l'Oued-Djdi ; nous y rattachons, scientifiquement, les Oasis occidentales des Oulad-Djellal et de Sidi-Khaled qui font administrativement partie du territoire de commandement de Biskra ;

2° Le Zab central qui comprend Biskra et ses Oasis, est sensiblement limité à l'Ouest au méridien de l'Oued-Melah (6 kilomètres Ouest de Biskra), et à l'Est au méridien de Garthâ ;

3° Le Zab Chergui qui commence un peu à l'Est de Sidi-Okba-Garthâ et s'étend jusqu'à la limite orientale du Cercle vers le méridien de Zéribet-el-Ahmed.

Les limites au Sud de ce vaste ensemble sont : au Sud-Ouest, l'Oued-Djdi ; au Sud-Est, les chotts Melghir et Salem.

On sait que l'Ingénieur Ville (2) classait les sources des Ziban suivant les formations géologiques dans lesquelles se produisent leurs émergences ; elles sont crétacées, pliocènes, ou quaternaires ; plus tard, Henri Jus (3), à la suite de ses recherches sur les

(1) Pluriel de Zab, désigne les groupes d'oasis dans le Sahara constantinois.

(2) G. VILLE. — « *Voyages d'exploration dans les bassins du Hodna et du Sahara* », Paris, 1868. — Cf, tableau n° VI, page 750.

(3) JUS. — « *Les Oasis du Zab occidental et oriental* » (Sahara du département de Constantine). (*Autographie*, Batna, 15 octobre 1883) reproduit en partie seulement dans l'« *Étude sur le régime des eaux du Sahara de la province de Constantine. Bulletin de l'Académie d'Hippone*, n° 21, Bône 1886. Cf tableau n° 1 « Sources naturelles jaillissantes du Zab occidental ». C'est ce dernier ouvrage qui

sources artésiennes du Zab occidental avait réparti celles-ci également en trois classes distinctes, mais différant de celles considérées par Ville, à savoir: les premières qui émergent du terrain crétacé; les secondes « qui sortent en bouillon sableux du terrain quaternaire » ; enfin celles de la troisième espèce, qui proviennent des eaux des deux premières, infiltrées dans la couche quaternaire perméable et qui y forment des « rivières souterraines descendant vers « le sud et se révèlent par un affaissement du sol « gypseux qui les recouvre ».

C'est cette même classification qui a été adoptée, mais pour le Zab occidental seulement, par l'Ingénieur G. Rolland dans son grand ouvrage sur l'hydrologie du Sahara algérien (2), les sources des autres groupes orientaux étant considérées à part.

Mes nouvelles recherches concernant les ressources en eau du Sahara constantinois (Ziban) m'obligent à une révision partielle de cette manière de voir. En

est cité par l'ingénieur G. ROLLAND, *Hydrologie*, cf. tableau synoptique qui reproduit, en le complétant, le précédent, page 110.

Avec les publications de DUBOCQ, VILLE et les auteurs ci-dessus cités, pour l'étude des Ziban consulter encore : D^r PAUL MARÈS, Résumé de quelques observations météorologiques faites dans le Sud des provinces de Constantine et d'Alger (1858). *Annuaire de la Société météorologique de France*. Tome VIII, page 34. — 13 mars 1860. D^r SÉRIZIAT, Études sur l'Oasis de Biskra. *Bulletin de la Gazette médicale de l'Algérie* 1866-67 ; et 2^e édit. Paris, Challamel 1875 ; — E. FÉLIU. *Le régime des eaux dans le Sahara constantinois*. Blida 1896.

(2) G. ROLLAND. — « *Hydrologie du Sahara Algérien* » (Extraits des documents relatifs à la mission de Laghouat-El-Goléa-Biskra-Ouargla publiés par le Ministère des Travaux publics), Paris, Imprimerie nationale, 1894.

effet, l'étude géologique des régions immédiates des émergences de ces sources artésiennes, montre qu'on doit les répartir non en trois mais en quatre groupes suivant l'âge et la nature géologiques des terrains desquels jaillissent les griffons.

Si l'on s'en tenait au Zab occidental, la classification de Henri Jus ne subirait aucun changement, du moins dans ses grandes lignes et les modifications ne porteraient en somme que sur les variations d'attribution propres à un groupe donné. Il en est au contraire tout autrement quand on considère l'ensemble de la région des Ziban, c'est-à-dire à la fois le Zab occidental, le Zab central et le Zab oriental.

Dans le Zab central, la plupart des sources se présentent dans des conditions d'émergence différentes [elles ont été considérées comme appartenant au pliocène d'après Ville (1)] ; ces sources, en effet, jaillissent directement au jour, à des niveaux stratigraphiques divers au milieu des formations argilo-gréseuses *tertiaires continentales* du revers sud des derniers chaînons de l'Aurès.

Or, ces assises, ordinairement très puissantes, jouent un rôle considérable dans la géohydrologie des bassins artésiens du nord des Chotts ; on doit donc tenir compte, dans une classification générale, des conditions spéciales d'émergence des sources artésiennes qui y prennent naissance. C'est pourquoi nous avons été amené à modifier quelque peu les classifications des types-origines des sources des Ziban, établies successivement par les auteurs précités ; nous y avons aussi été porté par la révision

(1) G. VILLE, *loc. cit.*, page 658 et tableau page 750, 1868.

rendue nécessaire, de certaines attributions, que de nouvelles recherches ont permis de préciser davantage.

On doit donc remarquer que, conformément à l'opinion de G. Ville (1) et aux déterminations de Tissot (2), M. G. Rolland (3) a bien indiqué que plusieurs sources du Zab central jaillissent du terrain tertiaire: marnes-lacustres (pliocène d'eau douce), telles sont les sources de Chetma, de Droh, etc..., mais ce savant, dans le tableau synoptique qu'il en a donné, ne les a pas classées comparativement à celles du Zab occidental. Or, on doit ajouter, comme on le verra dans l'énumération qui va suivre, que les griffons des sources du Zab central n'appartiennent pas toutes exclusivement à des émergences incluses dans le terrain tertiaire (cf. Sidi-Khellil, etc...).

En nous basant sur la classification de H. Jus, de G. Ville, sur les observations de M. G. Rolland et sur nos études personnelles, nous répartirons donc géologiquement et de bas en haut les sources artésiennes naturelles des Ziban en *quatre catégories* (types) distinctes.

1° Les sources qui jaillissent directement au jour des couches *calcaires* [crétacées ou tertiaires mari-

(1) G. VILLE, *loc. cit.*, page 658 et tableau n° VI, pages 750-751 (1868).

(2) TISSOT. — « *Carte géologique provisoire de la province de Constantine et du Cercle de Bou-Saâda* » au 1/800.000° (1^{re} édition, Alger 1881). Cf. Texte explicatif Alger 1881.

(3) G. ROLLAND. — « *Hydrologie du Sahara Algérien* », pages 108-109-126. — Tableau synoptique page 110. Paris. 1894.

nes, (Éocène suessonien)] (1) G. VILLE, *loc. cit.* page 658, 1868. — H. JUS, page 7, 1883; *id. loc. cit.* page 4, 1886. — G. ROLLAND *loc. cit.* page 108, 1894 ;

2° Les sources dont les émergences sont en contact direct avec les formations *tertiaires continentales* (formations pliocènes de Ville, fluvio-lacustre pliocène de Tissot (2) et de M. G. Rolland) ; elles sont pour nous *mio-pliocènes* ;

3° Les sources qui émergent des dépôts d'atterrissements quaternaires, ancien ou récent ordinairement superposés, à faible distance verticale des couches *calcaires*, qui sont la véritable origine géologique des griffons ;

4° Les sources qui émergent des dépôts perméables d'atterrissement quaternaire ancien ou récent, le plus généralement sous un encroûtement épais de gypse (*debdeb* des indigènes), et après un parcours sous-terrain plus ou moins long. (3.)

Ces dernières sources peuvent avoir la même origine que les précédentes ; elles peuvent aussi provenir, c'est le cas le plus fréquent, directement des sources de la troisième catégorie ; elles correspondent alors à de « fausses sources », réapparitions partielles ou totales de celles-

(1) G. ROLLAND. — « *Hydrologie* », pages 108-109, a le premier indiqué que dans le « crétacé » de Ville et de Jus, il fallait aussi comprendre les assises calcaires de l'éocène inférieur (*suessonien*), identiques ou presque en ce qui concerne leur rôle hydrologique. — *Cf., loc. cit.* note (1), page 119.

(2) « *Carte géologique provisoire de la province de Constantine* » 1881. « Terrain lacustre du Nord de Biskra, Alger.

(3) « *Debdeb* ». Voir pour ce mot et pour les autres termes arabes ou berbères le glossaire qui est annexé à ce travail.

ci qui, momentanément « perdues » (gouffres), se font jour à nouveau sous le *debdeb*, ou bien encore se montrent au fond des petits effondrements de la carapace gypseuse (1).

Ce sont, en général, de véritables petites rivières souterraines, à branches multiples, dont on peut recouper naturellement ou artificiellement le cours.

L'intérêt que cette classification des sources des

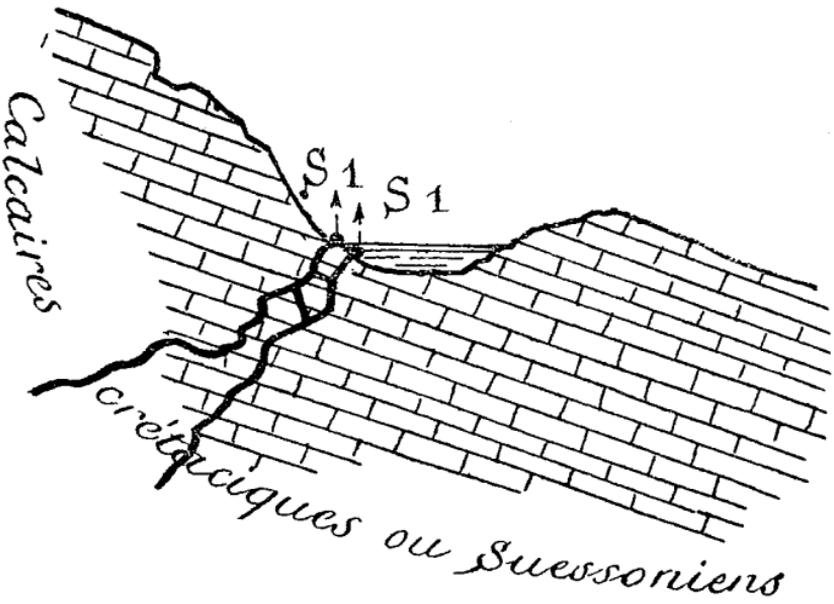


FIG. 4. — Schéma d'une source artésienne naturelle de la 1^{re} catégorie (par pression)

AIN-BEZANIA (SIDI-KHELLIL, ZAB CENTRAL)

S 1 S 1 — Emergences des griffons

Ziban présente au point de vue des applications immédiates est très grande; en effet, l'importance des travaux de décapelage que nécessitent le dégagement, le captage, la revivification de ces sources, ou la créa-

(1) Quelques-unes de ces sources rentrent donc dans le cas des *résurgences* de A. Martel. (Cf. A. MARTEL « L'eau », étude hydrologique, p. 2-128. Le sol et l'eau. *Traité d'hygiène*, de Brouardel et E. Mosny. — Paris, 1906.

tion, c'est-à-dire la mise au jour de sources nouvelles dans des zones voisines, est fonction directe des conditions géologiques dans lesquelles se montrent ou se montreront les émergences des griffons. Par cela même, on pourra prévoir, dans la plupart des cas,

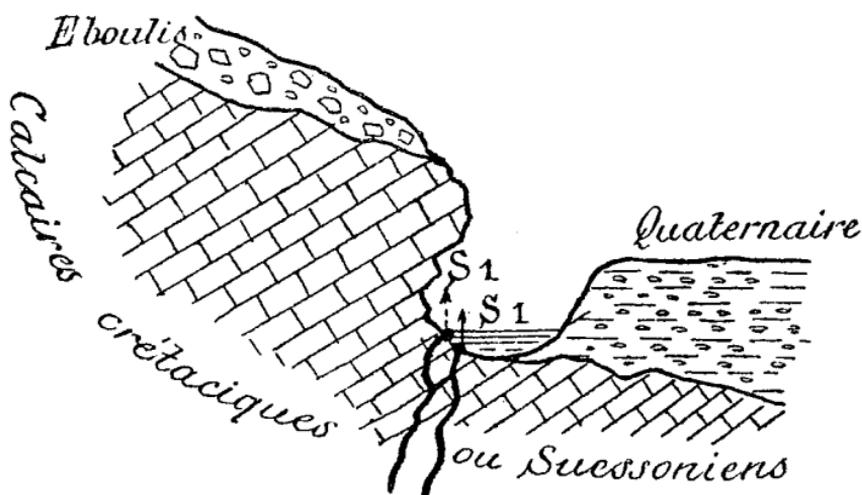


Fig. 5. -- Schéma d'un gisement d'une source artésienne naturelle de la 1^{re} catégorie (par pression)

AIN-MZATA (ZAB CENTRAL)

S 1 S 1 — Emergences des griffons

à priori, les conditions moyennes les plus probables des recherches et, comme conséquence, le genre des travaux auquel on devra se livrer.

On verra dans le cours de ce travail et dans l'appendice (autographié) 2^e partie auquel il a été déjà fait allusion p. 7 et note (1) que cette répartition n'est pas exactement la même que celle des auteurs cités ; en effet, à la suite de la révision qui a été faite de chacune de ces sources, on a été amené par les déterminations nouvelles des niveaux géologiques

auxquels appartiennent les assises d'où elles jaillissent, à faire subir à quelques-unes une affectation différente.

Parmi les sources antérieurement classées dans la première catégorie, nous distrayons l'Aïn-M'lili qui appartient à la 3^e catégorie, jaillissant au milieu de la masse des attérissements sableux et gypseux quaternaires ; — l'Aïn-R'nanech qui appartient également à la 3^e catégorie; l'Aïn-M'tora de même, et El-Bachi qui appartient à la 4^e catégorie.

La deuxième source de l'Aïn-Benett, de Lichana, est, au contraire, à classer dans cette *première catégorie* au lieu d'appartenir à la 3^e (2^e type de Jus).

— Parmi les sources du Zab central qui appartiennent aussi à la première catégorie sont : l'Aïn-Bezania classée comme jaillissant des terrains tertiaires, alors que ses griffons sortent directement de *diaclasses* des calcaires crétacés supérieurs —, et l'Aïn-Mzata qui se présente dans les mêmes conditions géologiques.

*
* *

ORIGINE DES EAUX DES ZIBAN

L'origine des eaux des Ziban a fait l'objet de nombreuses et remarquables publications de la part des savants ingénieurs ci-dessus cités. Ces auteurs sont unanimes à admettre que les eaux de pluie qui tombent dans la région comprise entre les oasis du Zab-Dahri, du Zab central et les premiers contreforts des chaînons de l'Atlas sont tout à fait insuffisantes

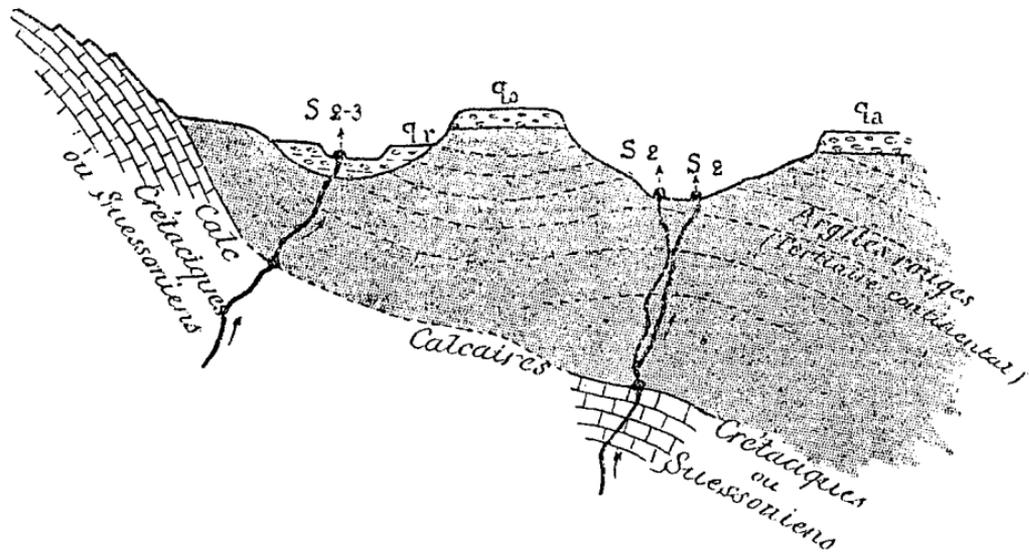


FIG. 6. — Schéma des gisements de sources artésiennes naturelles appartenant à la 2^e catégorie (par pression).

Qa. — Quaternaire ancien.

Qr. — Quaternaire récent.

S 2-3. — Type de source intermédiaire (S 2 jaillissant au travers d'atterrissements quaternaires peu épais).

Remarque. — Les points noirs situés à la limite des terrains crétaciques ou suessoniens et du terrain tertiaire continental représentent les *griffons-origines*.

Cette remarque s'applique aux figures suivantes.

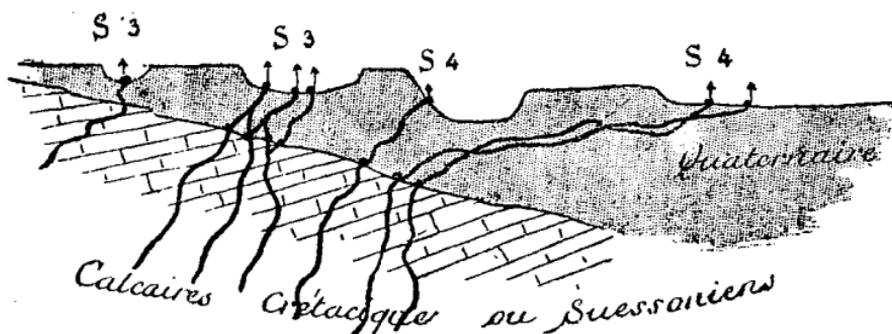


FIG. 7. — Schéma des gisements des sources artésiennes naturelles appartenant à la 3^e et 4^e catégories (par pression dans les deux étages géologiques traversés par les griffons).

S3 S3. — Sources de la 3^e catégorie.

S4 S4. — Sources de la 4^e catégorie.

A la limite des terrains crétaciques ou suessoniens et quaternaires sont les griffons-origines.

pour alimenter les débits de ses très nombreuses sources. En effet, d'après Angot (*Etudes sur le climat de l'Algérie*. B. 30-31. *Mém. Service météorologique de France* 1883) les moyennes, à Biskra, oscillent entre 199 m/m (14 années d'observations. M. Colombo) et 140 m/m (6 années G. M.). Pour H. Jus la chute n'y dépasse pas 150 m/m (*loc. cit.* page 6, Bône 1886). M. G. Rolland donne le chiffre de 200 m/m comme maximum jamais dépassé (*Hydrologie*, page 238). Enfin, M. Thévenet (*Climatologie algérienne*, page 63, Alger, 1896) comme moyenne de toutes les observations recueillies donne 170 m/m 9.

Cf. aussi D^r SÉRIZIAT, *loc. cit.* p. 49.

On peut en dire de même des chaînes montagneu-

ses formant les dernières rides atlasiques du Sud-Ouest, immédiatement au Nord du Zab occidental (comme nous l'avons défini), entre Biskra, Bir-Sadouri et les plaines de Silga et d'El-Outaïa, tels les Djebel-Senia, Djebel-bou-Gheral, Djebel-Sidi-Mohammed, Djebel-Deba, etc...

En effet, les précipitations atmosphériques à El-Kantara n'atteignent que 200 m/m (Rolland, *Hydrologie*, page 238), quoique vu l'altitude de ces sommités, et les masses des reliefs, l'on doit admettre pour cette bande montagneuse un chiffre un peu plus élevé (Ex: Bou-Saâda, 269 m/m cf. THÉVENET *loc. cit.*); mais on doit aussi tenir compte de son faible développement en surface, et à l'appui de ces considérations on ne peut compter comme unique et suffisante une aire aussi restreinte d'absorption.

Il faut donc voir, avec Ville et Rolland, l'origine de la plus grande masse des eaux *artésiennes* des Ziban (Dahri et central) émise par les griffons calcaires (crétacés ou éocènes) dans la région très large des chaînes du Nord (montagnes de Bou-Saâda, des Oulad-Zekri, de l'Aurès) d'où ces eaux proviennent par *syphonement*, à l'aide des diaclases. ROLLAND *loc. cit.*, page 120.

Nous ajouterons que *directement* les chaînes bordières de l'Atlas contribuent bien pour une quote-part à cet apport; mais qu'il ne faut pas voir en elles le réservoir général et surtout unique de ces eaux géologiques du Zab Dahri.

Pour le Zab-Guebli et pour la région intermédiaire (*région déprimée chotteuse*) située entre ce groupe d'oasis et celui du Zab-Dahri, — si l'on considère les sources de la 3^e et de 4^e catégorie il n'en est pas rigoureusement de même, car les surfaces de réception des pluies ne laissent pas d'être déjà importantes.

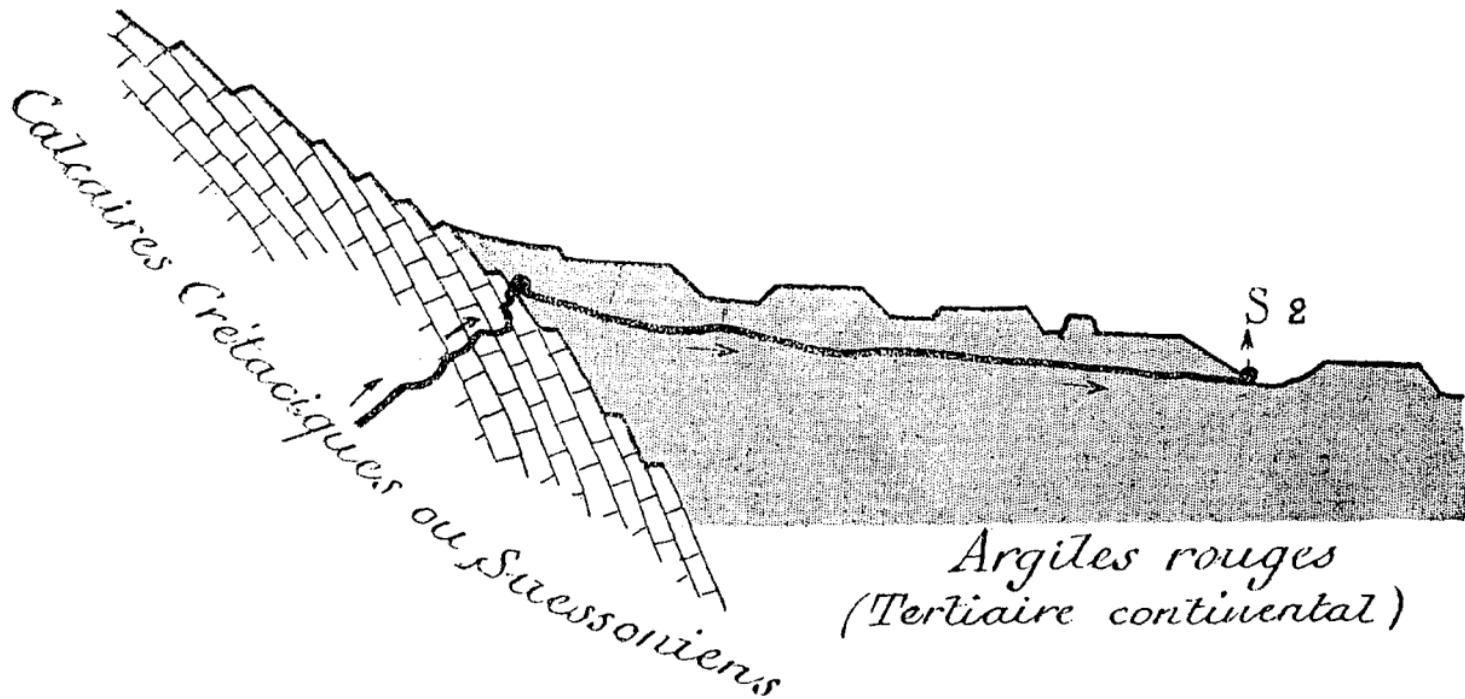


FIG. 8. — Schéma du gisement d'une source *naturelle artésienne* (mixte) de la 2^e catégorie par gravité (terrain tertiaire) depuis le griffon origine jusqu'à l'émergence S 2 extérieure.

Emergence souterraine (par pression), au contact du tertiaire et du crétacique.

D'autre part, le sol très spongieux dès le pied des reliefs, permet une prompte pénétration, ces sources sont donc manifestement affectées, soit directement par les chutes d'eau météoriques *locales*, soit à distance, — par le ruissellement se produisant, au Nord,

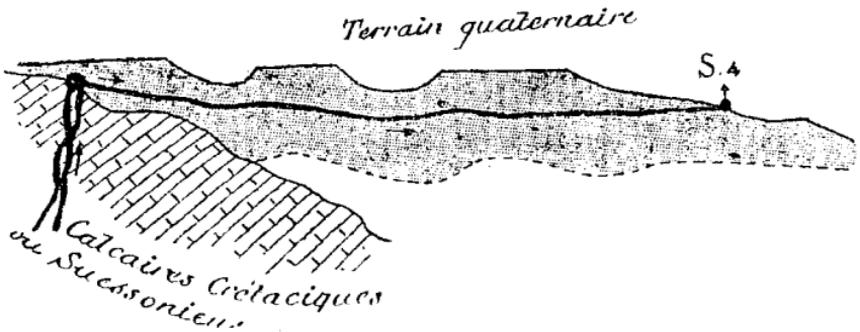


Fig. 9. — Schéma du gisement d'une source *artésienne naturelle* (mixte) de la 4^e catégorie, par gravité, terrain quaternaire, depuis le griffon-origine jusqu'à l'émergence extérieure.

(A émergence souterraine (par pression) au contact du quaternaire et du crétacique).

dans les premières chaînes de l'Atlas; au cours des années pluvieuses les débits de ces dites sources augmentent, et cela, dans un temps très court après une précipitation abondante. Dans tout ce qui précède, il faut bien tenir compte de la répartition des eaux de pluie une fois arrivées à la surface du sol, alors qu'elles sont immédiatement soumises simultanément à l'évaporation, au ruissellement, et à l'infiltration.

C'est ce dernier coefficient qui concourt à l'alimen-

tation des sources. Or, dans la région dont nous nous occupons, il est extrêmement réduit; l'évaporation et le ruissellement pouvant atteindre et dépasser de beaucoup les $\frac{2}{3}$ de la quantité totale d'eau de pluie tombée (1). Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que le ruissellement a une certaine influence temporaire pour les sources de la troisième classe (faiblement) et, plus particulièrement, pour celles appartenant à la quatrième; cela, en dehors de l'apport des eaux de pluie, comme nous l'avons dit plus haut, celles-ci étant infiltrées sur place dans les atterrissements gypso-sableux, des plateaux « crevassés » quaternaires.

*
* *

Décapelage naturel de la carapace du DEBDEB, du plateau du Zab Dahri. — Le plateau quaternaire ancien du Zab Dahri est formé d'atterrissements gypso-sableux pouvant atteindre de 12 à 15 m. d'épaisseur (sources de M'lili et au Nord); à certains niveaux s'y intercalent des *argiles* qui, parfois, deviennent assez épaisses (partie méridionale vers la *dépression chotteuse*); toute cette formation ancienne est recouverte par le *debdeb*.

(1) M. l'ingénieur Levat admet $\frac{1}{2}$ pour le coefficient d'absorption dans l'Atlas oranais. « Note sur la reconnaissance d'un niveau aquifère etc. ». (*Annales des Mines*, janvier 1905); mais on est, dans le Sud-Oranais, en présence de grès crétacés, *très absorbants*; — au Nord des Ziban, les chaînes sont constituées par des *calcaires* physiquement moins poreux et des marnes presque imperméables. On doit remarquer à ce sujet, que les *lithoclastes*, qui sont les vrais facteurs d'absorption en grand des roches calcaires, se montrent ici, aussi développées mais non plus, que celles des roches gréseuses de l'Atlas oranais.

Ce dépôt gypseux (*albâtre* par partie, et grands cristaux, avec argile et marne comme ciment) a été produit par l'évaporation directe d'eaux chargées de sel s'écoulant antérieurement sur le plateau, et aussi actuellement par l'évaporation d'eaux amenées *per ascensum* par l'effet de la capillarité, c'est même sans doute ce dernier mode de formation qui l'emporte sur le premier. On sait que cette carapace gypseuse recouvre dans le Sahara des espaces considérables, d'épaisseur variable, comme on le verra plus loin, et qu'elle est souvent un obstacle au développement des cultures et à la venue des sources au jour ; heureusement soluble elle s'attaque facilement sous l'influence des agents atmosphériques, et d'un degré de dureté très faible, elle se laisse facilement attaquer mécaniquement ; voici résumés les deux modes d'érosion les plus agissants appliqués à la région restreinte du Zab-Dahri : — on sait que la pente générale du plateau est dirigée vers le Sud quoique celui-ci soit uniforme et régulier, sa surface n'en comprend pas moins, en dehors des petites vallées venant du Nord, des dépressions plus ou moins accusées, et les eaux de ruissellement reçoivent donc en abordant ces zones déprimées des accélérations de vitesse, leur action mécanique en est augmentée ; l'érosion mécanique de ce fait y est plus active, et la carapace gypseuse y cède peu à peu à ces actions, pourvu qu'elles soient un peu répétées. C'est ici, en blocs et cailloux roulés de gypse, que le *debdeb* se transforme d'abord, puis, ceux-ci sont entraînés et bientôt fragmentés et réduits à un pulvérin, qui peut devenir très fin, si la dépression considérée s'ouvre tant soit peu en longueur dans le secteur d'écoulement du plateau, c'est-à-dire dans le secteur S. E. — S. — S. S. W.

D'autre part, à la suite de dessications répétées, de dissolutions partielles par les eaux météoriques ou de ruissellement, à la suite de petits mouvements du sol, il se produit dans les plages les plus régulières et les masses les plus étendues de ce *debdeb* des fissures, des fentes, des cavités qui augmentant, se réunissant finissent par constituer, à la longue, des coupures plus ou moins larges et profondes qui isolent ainsi entièrement des îlots de carapace gypseuse. Vient à se produire le plus léger affouillement du dépôt sableux sur lequel repose cette fraction de carapace, celle-ci est alors chavirée, et bientôt réduite mécanique-

ment et chimiquement. Elle laissera se substituer à sa place un trou béant, un « gouffre », un « regard ». Ce *processus* répété et étendu sur de grandes surfaces amènera le décapage plus ou moins avancé du plateau. C'est précisément ce qui s'est produit avec une grande intensité dans sa zone méridionale, qui insensiblement remonte vers le Nord.

Mais, il est un autre mode d'*érosion*, de destruction du plateau, c'est celui qui procède entièrement par action souterraine. Nous avons fait intervenir ci-dessus l'affouillement du substratum sableux de la carapace gypseuse; or, ce n'est pas là un cas exceptionnel, mais bien au contraire très généralisé et qui, bien certainement, constitue un facteur de beaucoup le plus important que l'on puisse ici faire intervenir : sous l'action des eaux souterraines que nous savons circuler en un réseau de veines liquides à mailles très serrées, le substratum gypso-sableux mécaniquement et chimiquement, est dissous, désagrégé, puis entraîné dans les fissures, les vacuoles, etc., et, à la longue, il se produit dans cette masse gypso-arénacée, plus particulièrement au contact inférieur du *debdeb* de la carapace, des poches qui, reliées entre elles, donnent naissance à des cavités, à de véritables petites grottes ; celles-ci s'allongent dans le sens de l'écoulement des filets d'eau se réunissent, et ils constituent bientôt, de véritables canaux souterrains ; les veines liquides, directes ou dérivées préexistantes s'élargissent à leur tour, s'étalent, se creusent et donnent naissance, elles aussi, à des galeries ou tunnels.

C'est ainsi qu'une région circonscrite donnée peut, à un certain moment, être véritablement *minée* par cet ensemble de grottes et de canaux souterrains. Les masses-piliers, qui soutenaient la carapace, supérieure gypseuse, deviennent insuffisantes, et des effondrements se produisent donnant naissance aux « gouffres » (1) auxquels on fait allusion les auteurs

(1) Il ne faut pas les comprendre morphologiquement, avec les gouffres concernant les sources de la première et seconde catégorie.

pour désigner ici les « entonnoirs » et les « regards » découpés dans le plateau, et au fond desquels apparaissent les sources de la troisième et quatrième catégories.

De nombreux exemples de ces divers modes d'érosion du plateau gypseux sont visibles dans la région située entre le 10^e kilomètre à l'Ouest de Biskra et de Bou-Chagroun à l'Aïn-Mogloub (aval), à l'Aïn-Kerma (en aval jusqu'au bled Aïn-Kerma), à l'Aïn-Mothi, à l'Aïn-Thour, etc. Voir figure 11.

Ce mode d'érosion (en certains cas), répété de distance en distance au long des canaux souterrains naturels y fait naître une suite de « regards » dont se servent les indigènes pour l'entretien des cours d'eau, ils y constituent ainsi de véritables feggaguir naturelles.

Parfois même (Mogloub, Aïn-Guessa), les indigènes utilisent ces regards pour y établir de petits *barrages* qui détournent *souterrainement* les eaux dans une branche dérivée en vue de l'irrigation.

Toutes les eaux inutilisées dans les palmeraies et cultures du Zab Dahri, soit non canalisées dans les grandes régions d'alimentation du Zab Guebli ou provenant par infiltration de ces dernières, s'écoulent dans la *dépression chotteuse*, comprise entre les deux Ziban occidentaux. En s'y accumulant, elles forment, en hiver, des lacs et des marais infranchissables au nord; en été, en s'y évaporant, elles chargent les terres en sels et les rendent de moins en moins propres à la culture.

La réfection des canaux et seguias d'alimentation du Zab Guebli, l'utilisation des eaux perdues et résurgentes du plateau du nord (Zab Dahri), rendraient peu à peu, possible la mise en culture de ces immenses surfaces. La preuve faite en est dans la prospérité

des essais tentés dans les environs de « Fillaouch » et dans la partie basse du « Bled Aïn-Kerma » par un européen et des indigènes.

*
* * *

Reliefs. — Le *Zab Dahri*, comme nous l'avons défini, est un plateau qui s'étend à l'Ouest de Biskra (6^e kilomètre) adossé aux chaînes de l'Atlas, et qui se continue à l'Ouest jusqu'à Doucen. Au-delà de Doucen, ce plateau s'étend jusqu'aux Oulad-Djellal (altitude : 180 mètres aval) et Sidi-Khaled (altitude : 215 mètres environ) ; les altitudes prises au pied des chaînes du Nord varient entre 164 mètres (Lichana-Zaâtcha) 155-148 mètres (Foughala) et 131 mètres (El-Amri).

Au Sud et au Sud-Ouest, le plateau s'infléchit vers l'Oued Djdi, puis il cesse brusquement à 4-6 kilomètres de la lisière montagneuse ; c'est là, la limite extrême actuelle des palmeraies et des cultures.

— La *dépression chotteuse* qui lui succède et qui s'étend de l'Est à l'Ouest entre le *Zab Dahri* (limite à l'Ouest à El Amri) et le *Zab Guebli*, est un terrain de chott marécageux, couvert de joncs, de roseaux, etc., presque entièrement inculte (terres salées et d'un difficile parcours).

L'existence des marécages de toute cette longue dépression résulte de la présence d'un sous-sol imperméable, en partie formée par des marnes et argiles vertes gypseuses qui apparaissent çà et là dans les témoins (gour) visibles entre les deux Ziban ; il semble bien qu'elles proviennent des assises inférieures de

N 30 W

S 30° E

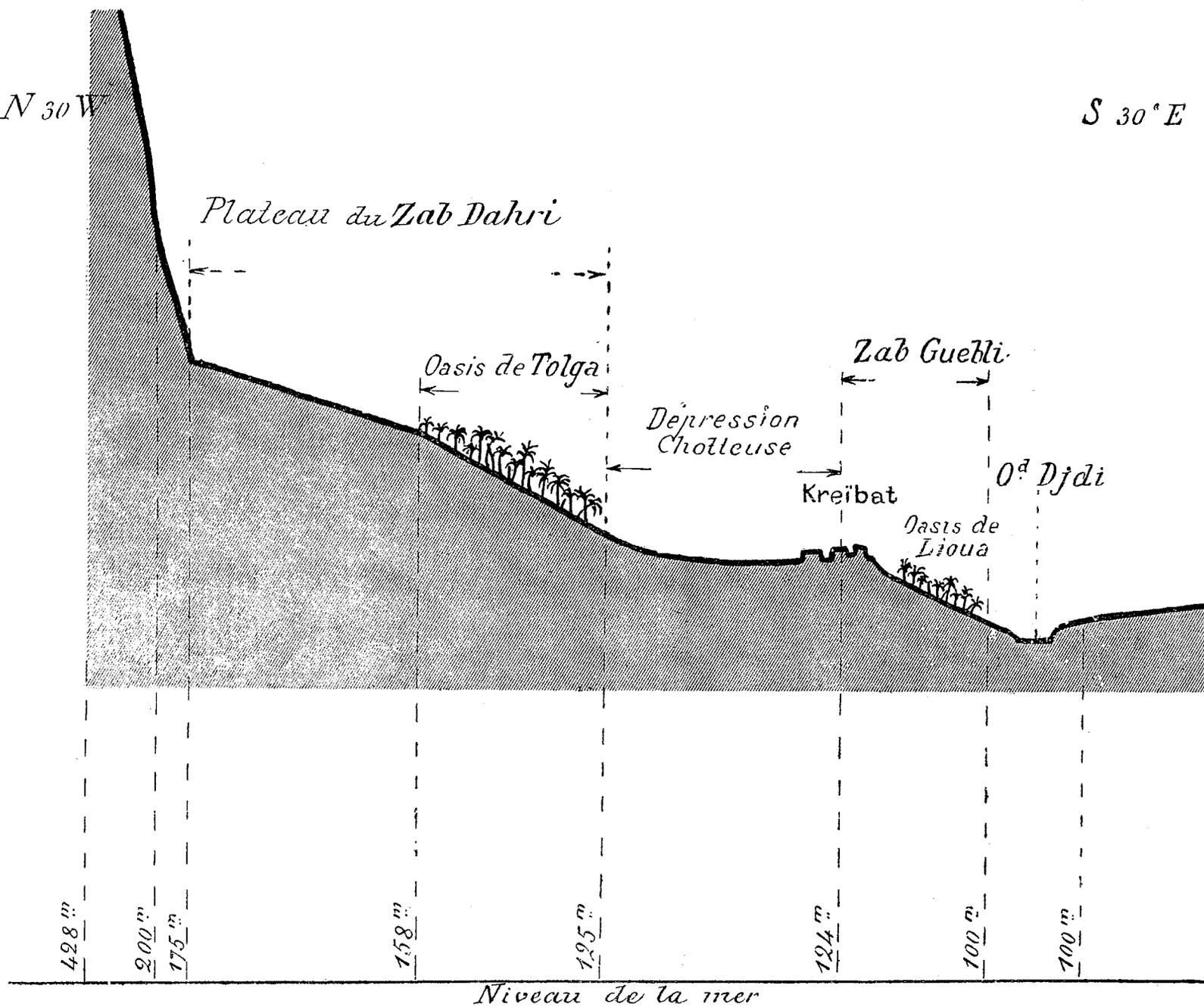


FIG. 10. — Profil du Plateau du Zab occidental passant par Tolga et Lioua

Echelle approximative, longueurs : $\frac{1}{140.000}$; — hauteurs : $\frac{1}{1.600}$

l'éocène, remaniées dans l'Ouest, et aussi du crétacé moyen et supérieur ; on les observe sur place non loin à l'ouest ; aux Oulad-Djellal, à Sidi-Khaled dans l'Oued Djdi en amont de ces oasis.

C'est à la présence de ces mêmes *assises marneuses* imperméables qu'il faut attribuer la réapparition des eaux de l'Oued Djdi à la hauteur des oasis M'lili, de Ben-Thious, etc., du moins en partie. (Voir : Sources de l'Oued Djdi en face de Lioua-Ourlal ; ci-après IV. *Les eaux vives*).

Les *Kreïbat* (Kerba, Kreb, Kerbin) qui surgissent au-dessus de la *dépression chottouse* montrent des affleurements de ces argiles gypseuses vertes. Ces petits reliefs, véritables gour réduits, « gour de Lioua », dont la hauteur variable n'excède pas quelques mètres, prennent une certaine importance dans cette région déprimée. Ce sont des accidents qui s'accroissent de loin. Leur morphogénie est exactement celle des gour du sud.

Cette dépression est utilisée partiellement par les nomades pour le pâturage.

C'est suivant son axe que s'alignent les petits lacs et sources Ez-Zerga, El-Bahir, Aïn-Lioua, entre les altitudes de 97 à 126 mètres.

— *Le Zab Guebli* s'étend entre cette dépression et la rive gauche de l'oued D'jdi, les altitudes de ses Oasis et jardins varient entre 120-95 mètres. L'altitude du lit de l'Oued-D'jdi, de l'Ouest à l'Est, et vers son embouchure dans le Chott Melghir, varie entre 180 mètres (Oulad-Djellal et 105 mètres et 85 mètres, dans sa traversée du Zab-Guebli ; à l'Est, Oumach : 50 mètres.

Profil. — Donc, schématiquement, du Nord au Sud, on observe les successions suivantes, décroissantes en altitude, sauf au ressaut au Nord du Zab-Guebli : 1° chaînons atlasiques d'altitude élevée, entre 300 mètres et 1000 mètres au-dessus de la plaine saharienne; 2° plateau quaternaire (altitude 180-130 mètres); 3° dépression médiane (125-90 mètres); 4° plateau-terrace du Zab-Guebli (120-95 mètres), Oumach 50 mètres, enfin thalweg de l'Oued-Djdi.

Le *Zab central* a ses Oasis et ses terres de culture dispersées dans la plaine de Biskra; Droh dans une vallée au Nord (altitude 200 mètres), Chetma (altitude 116 mètres), Sidi-Khellil (altitude 120 mètres environ) sur les terrasses en bordure de l'Atlas, Garthâ (80 mètres), Thouda (90 mètres environ), Seriana (100 mètres environ), Sidi-Okba (60 mètres).

Le *Zab-Chergui* fait l'objet d'un paragraphe spécial, résumé d'une première étude (mai-juin 1908).

Groupe occidental des Ziban

SOURCES ET POINTS D'EAU DIVERS DÉRIVÉS

Résumé des caractéristiques

Le nombre de sources de cette partie du Sahara est vraiment considérable, il s'accroît par suite des mises au jour des « fausses sources ».

Les sources des Ziban (occidental, central, oriental)

sont au nombre de plus de 150, dont 8 de la première catégorie; 23 de la seconde (tertiaire mio-pliocène et pliocène); 27 de la troisième et 94 de la quatrième; il en existe un certain nombre non classées, comme indéterminées et d'autres qui n'ont pas encore été relevées dans le présent inventaire. Dans les Ziban occidentaux, elles se répartissent comme suit : 6 dans la 1^{re} catégorie; 4, un peu douteuse dans la 2^e catégorie (région de Doucen); 26 dans la 3^e catégorie (2^e type des auteurs); 80 environ dans la 4^e catégorie; en tout 114 points d'eau. Parmi ceux-ci les plus importants ont en général conservés sensiblement les débits qu'ils avaient lors des premières observations auxquels ils ont donné lieu; d'autres se sont oblitérés, quelquefois presque entièrement; d'autres sont complètement « taris ». Deux groupes de sources, parmi celles qui sont nouvellement signalées, sont particulièrement intéressants, ce sont ceux de l'Aïoun-Kerma, et de l'Aïoun-Fillaouch.

Behour. — On doit appeler l'attention sur les dispositions spéciales qu'affectent certains de ces points d'eau; ce sont tout d'abord les behour (bahr), petits lacs correspondant à des gouffres, comme ceux que l'on rencontre dans l'Oued R'ir et dans le Zab central (près Hammam-Selam); ce sont : l'Aïoun-Fillaouch orientale (1^{er}), l'Aïn-Fillaouch orientale (2^e) dans les dunes. Les behour d'Ez-Zerga, de Bahir (1^{er}) et Bahir (2^e) etc..., dont nous parlerons en traitant de la *dépression chotteuse* qui n'avaient pas encore été signalés.

Cheggas. — Antérieurement nous avons appelé l'attention sur cette disposition quelquefois naturelle mais le plus souvent résultant de travaux parfois

considérables d'aménagement de certaines sources ; nous signalerons, dans le Zab Dahri, comme exemples : certaines réapparitions de l'Aïn-Mogloub, l'Aïn-Belkassem ben Hamoud, de Tolga, l'Aïn-Saïegue de Tolga, d'autres au Nord-Est de Bou-Chagroun, etc...

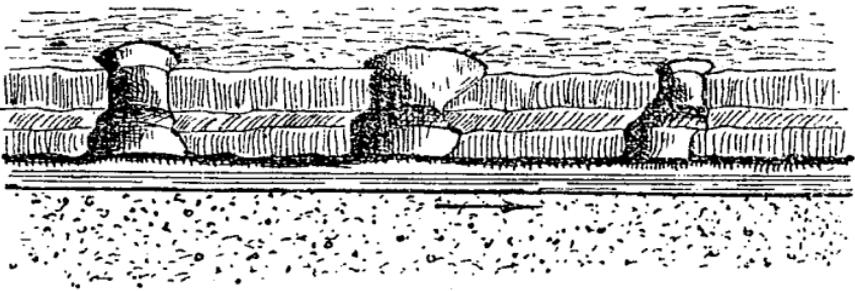


FIG. 11. — « FOGGARA naturelle » formée par une suite deffondrements localisés (regards) de la carapace de *debdeb* et réunis par un canal *naturel* souterrain.

AIN-MOTHI (BOU-CHAGROUN, ZAB DAHRI)

Coupe transversale et vue perspective des « regards ».

→ La flèche indique le sens de l'écoulement de l'eau.

Feggaguir. — On a dit plus haut également que ce type d'appareil caractéristique de l'alimentation des oasis du Sahara central se retrouvait également en quelques points du Zab-Dahri.

On en rencontre, en effet, de *naturelles* par effondrement et érosion de la carapace de *debdeb*, à l'Aïn-Mothi (Bou-Chagroun), à l'Aïn-Shargélotan (Bou-Chagroun) ; à l'Aïn-Thour, du même groupe et à

l'Aïn-Amara, de Tolga, elles sont dues aux travaux des indigènes, qui ont appliqué le procédé de recherches de l'origine des sources (Ras-el-Aïoun) par puits successifs espacés en profitant toutefois de l'indication fournie par des effondrements de la carapace gypseuse.

Dans tous ces cas (établissements ou aménagements de *cheggas* ou de *feggaguir*) les indigènes, pour réduire au minimum l'effort nécessaire, ont procédé à l'aide de tranchées très étroites; or, comme quelques-unes d'entre elles atteignent plus de trois mètres de profondeur, en dehors d'autres inconvénients, l'attaque du terrain du fond à la pioche, et, d'autre part le rejet des déblais, deviennent bien vite des plus pénibles, ce qui décourage les travailleurs. On verra plus loin les dispositions que l'on devra suivre dans l'exécution de ces travaux. Cf figures 2, 3, 14, 15, 16 et 17.

*
* *

Sources à appareils cratériformes. — Nous avons cité ci-dessus dans le Zab-Dahri des sources, à appareils cratériformes, ce sont au 9^e kilomètre au Sud de la route de Biskra à Tolga, par le Nord : l'Aïn-Dehb, l'Aïn-Djorf, l'Aïn-Koudiat, l'Aïn-Bennan; elles se trouvent toutes réunies sur un espace peu étendu, dans une dépression (orientée sensiblement nord-sud) de plateau quaternaire gypso-sableux, ici fortement érodé; les *terres noires* se montrent aux sources mêmes et sur toute la partie déclive du plateau.

*
* *

Températures. — La répartition des limites des températures correspondant aux trois classes admises pour les sources des Ziban occidentaux et pour celles des sources du Zab central, (2^e catégorie *nob.*) a été donnée par les auteurs (Dubocq, Ville, Jus, Rolland, *loc. cit.*) ; nous indiquons ci-dessous les limites extrêmes et les moyennes qui correspondent au classement en quatre catégories (types) en tenant compte des nouvelles déterminations effectuées :

TABLEAU DES TEMPÉRATURES DES SOURCES DES ZIBAN

SOURCES	TEMPÉRATURES EXTRÊMES	AUTEURS	OBSERVATIONS
1 ^o Catégorie (type) ..	27 ^o 3	J. V. R. Fl.	Aïn-Faouar
	23, 8	Fl.	Aïn-Bezania
2 ^o Catégorie (type) ..	34, 5	J. V. R. Fl.	Aïn-Kebira
	23	J. V. R. Fl.	Groupe de Doucen
3 ^o Catégorie (type) ..	27, 4	Jus	Aïn-ben-Nouf
	23	V. J. R. Fl.	Diverses
4 ^o Catégorie (type) ..	22	V. J. R. Fl.	id.
	19	V. J. R. Fl.	id.
Hors séries	45	V. J. R.	Hammam-Selam
	Variables	Divers	Behour sans écoulement

Abréviations : V. — Ville; J. — Jus; R. — Rolland; Fl. — Flamand.

D^r P. Marès indique pour Hammam-Selam + 45,03 ; et pour Chetma (Hammam + 31,08 — *loc. cit.*, p. 30 1860).

Un certain nombre de sources se sont présentées dans des circonstances défavorables à une bonne détermination de la température, soit que leurs griffons fussent difficilement abordables, soit que, par suite d'un engorgement des seguias d'évacuation des eaux, il y eût stagnation de celles-ci. Les températures ont toutes été prises à l'aide de thermomètres centigrades Tonnelot, comparés à Alger au départ et au retour. En général, elles n'offrent de différences (quelques dixièmes de degré) avec celles des auteurs (Ville, Jus, Rolland), que surtout dans les cas de sources à faible écoulement, ou encore pour les points d'eau « fausses sources » pour lesquels il y a mélange de flux liquides d'origines diverses, en proportion susceptible de varier suivant les saisons ou dans le temps; en général, elles appartiennent à la quatrième catégorie — quelquefois à la troisième, mais plus rarement — quand, par exemple les griffons du point d'eau considéré ont leur émergence dans un bassin où peuvent se réunir d'autres griffons, n'appartenant pas exactement au même régime —, telle à Tolga, l'Aïn-Foultana ; les behour du Zab occidental sont aussi dans ce cas.

*
* *
*

Mode de gisement et nature des sources et des points d'eau dérivés. — En ne considérant ces points d'eau, que par rapport à leurs *griffons-origines*, si l'on reprend la classification qui a été donnée page 28 on voit, qu'en ce qui concerne leur nomenclature, on peut établir les correspondances suivantes : les sources

de la *première* et de la *seconde* catégories sont des *sources vraies*; les *premières* jaillissent des calcaires, crétacés (cénomaniens ou turoniens), entre Biskra et Bordg-Ounos, — suessoniens, entre ce dernier point et Sidi-Rouague (Tolga), crétacés sénoniens et suessoniens, plus à l'Ouest, jusqu'au Nord de Foughala, — suessoniens de Foughala au Nord de Doucen et au-delà dans l'Ouest.

Les *secondes* ont les émergences de leurs griffons, soit dans le mio-pliocène (Zab central), groupes de Chelma et de Sidi Khellil *pro parte*, soit dans les attérissements pliocènes plus récents; groupes de Doucen *pro parte*. Ce sont encore de *vraies sources*, celles de la *troisième* catégorie, dont les émergences sont en général situées à l'aplomb ou dans le voisinage de leurs griffons-origines au contact des formations secondaires ou tertiaires et des attérissements quaternaires. Le parcours souterrain de ces sources est seulement différent, il comprend le passage au travers de formations géologiques et lithologiques variées, qui peuvent influencer suivant leur composition où leur épaisseur, sur leur thermalité et leur minéralisation; d'ailleurs, les sources de la seconde catégorie sont aussi dans ce cas par rapport aux terrains tertiaires continentaux, puisque ceux-ci sont superposés aux assises calcaires crétacées ou suessoniennes qui vraisemblablement contiennent leur griffons-origines.

Les points d'eau appartenant à la *quatrième* catégorie peuvent être comme les précédentes de *vraies sources* (A) ayant leurs émergences à l'aplomb ou voisines de griffons situés dans le substratum crétacé ou tertiaire continental, — (B) ayant leurs émer-

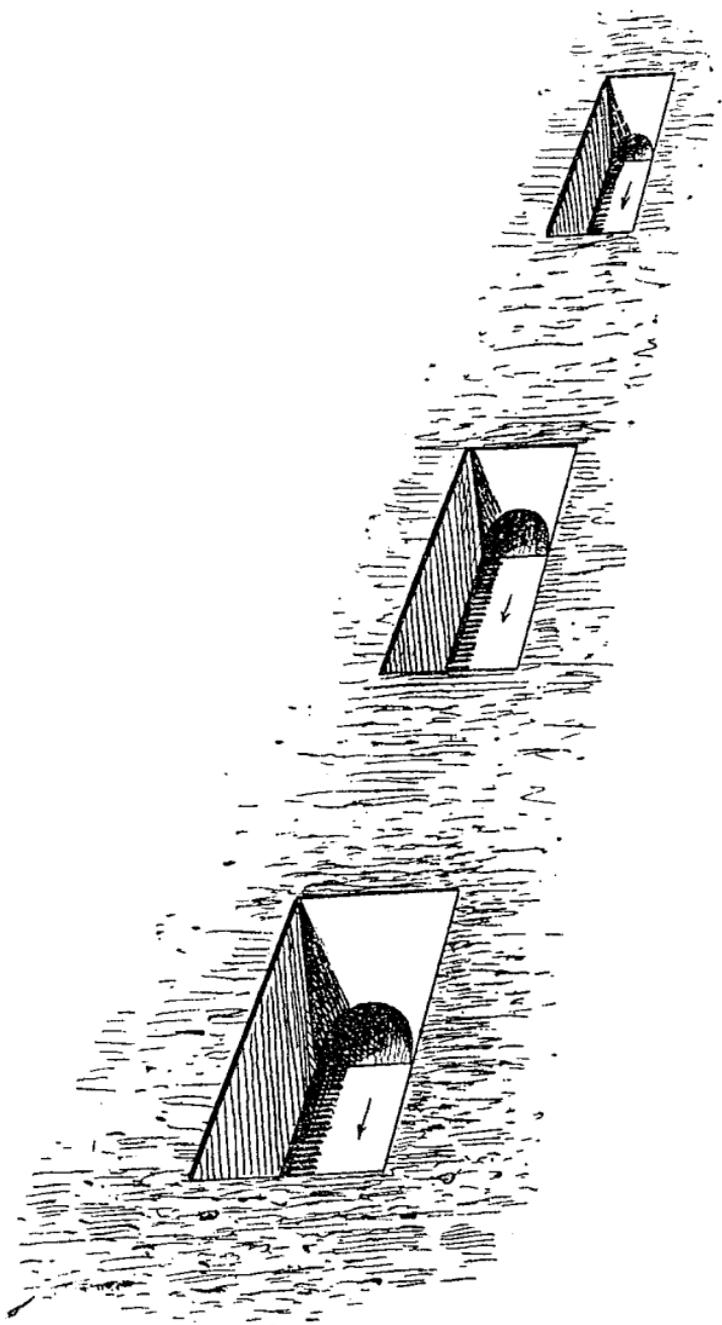


FIG. 12. — « FOGGARA » (Aïn-Amara) creusée par les indigènes dans un jardin de l'oasis de Tolga.

D'après un croquis de l'auteur. — M. Ferrand del^l

gences dans le quaternaire, après un cours souterrain plus ou moins long, mais provenant *toujours directement* de griffons des formations antérieures ; ou bien (C), constituer de « fausses sources », réapparitions ou résurgences ; ou enfin, (D), constituer de petits cours d'eau par la réunion de suintements étendus sans qu'il y ait à proprement parler une émergence définie là où ils ont pris naissance (cours souterrains et « fausses sources »).

On voit combien les origines des points d'eau de cette catégorie sont multiples.

Fausses sources C. et D. — On peut observer que les vraies sources donnent souvent naissance à de petits cours d'eau qui disparaissent « *cours ou sources perdus* » sur certains espaces de leurs parcours (sous le *debdeb*), puis se montrent à nouveau soit par les « regards » soit en émergeant du sous-sol. or chacune de ces réapparitions peut être confondue avec une émergence de source nouvelle.

Souvent aussi les eaux provenant primitivement de vraies sources ou de réapparitions temporaires peuvent s'infiltrer par imbibition particulière ou par les fissures des roches, et constituer un réseau complexe de petits canaux souterrains et de nappes d'imprégnation (sables gypseux), pouvant encore donner à l'aval, naissance à de fausses sources ; en général ces dernières auront les températures les plus basses (exception faite des fausses sources alimentées à l'amont par des canaux ou fractions de canaux ouverts à l'air libre.

Remarque. — On peut ajouter que tous ces points d'eau de la 4^e catégorie plus particulièrement, sont aussi alimentés temporairement par les eaux de pluie soit locales, soit par ruissellement des eaux venant des chaînes du Nord et de la plaine qui les en sépare ; par les thalwegs étalés des ravins, de grandes masses d'eau, en temps de pluie, sont amenées à pénétrer au travers des attérissements quaternaires : cailloutis des cônes de déjection au Nord, surfaces perforées du *debdeb* et plages sablo-gypseuses des affleurements du substratum sur le plateau.

On voit qu'ainsi cette « pseudo-nappe » supérieure ou nappe des K'ottaras » (puits) qui ordinairement se tient entre 0 m. 80 et 3 mètres ne peut être confondue avec une véritable nappe *phréatique* (1). C'est plutôt un réseau très irrégulier d'allure qui comprend à la fois des filets liquides, des plages d'imbibition et voire des nappes.

Telles sont les causes des multiples variétés et caractéristiques physiques et naturelles que présentent les sources (les plus nombreuses) appartenant à cette 4^e catégorie rencontrées dans le Zab occidental. (2)

*
* * *

Dispersion des sources. — Les sources de la pre-

(1) La *nappe phréatique* telle que la comprenait Daubrée, n'existe pour ainsi dire pas dans le Zab Dahri.

(2) On sait que certaines sources des Ziban jaillissent en gros bouillons intermittents à rythmes souvent réguliers, présentant des paroxysmes; parmi celles-ci, les principales sont : les sources du 2^e groupe d'Oumach, l'Aïn-Mogloub ; consulter les auteurs ci-dessus cités et, en particulier, JAMIN *apud*, D^r MARÈS, *loc. cit.*, p. 29, 1858. — H. JUS, 1883. — G. ROLLAND, *Hydrologie*, 1890.

J'ajouterai pour l'une d'elles l'Aïn-Mogloub, que c'est une source à débit continu, mais à paroxysmes ; bouillons rythmés intermittents partant de deux griffons. Le plus important à l'Est présente des phases d'une durée de 30 secondes comme l'Aïn-Kebira (Aïoun-Oumach) ; les gros bouillons au moment des paroxysmes élèvent l'eau de 0 m. 20 à 0 m. 50, et au-dessus. (H. Jamin indique la hauteur de 2 mètres, *loc. cit.*) rejetant parfois le sable au delà des bords du bassin. En octobre 1907, les bouillons paraissaient être dans une période de forts paroxysmes, d'après les dires indigènes ; mais toutefois sans que les vrais maxima aient été atteints. — Tout au contraire, en avril 1908, l'Aïn-Mogloub se trouvait dans une phase de minimum ; les paroxysmes n'y correspondaient comme intensité et comme effet, qu'aux premiers bouillons du début des phases actives du mois d'octobre précédent.

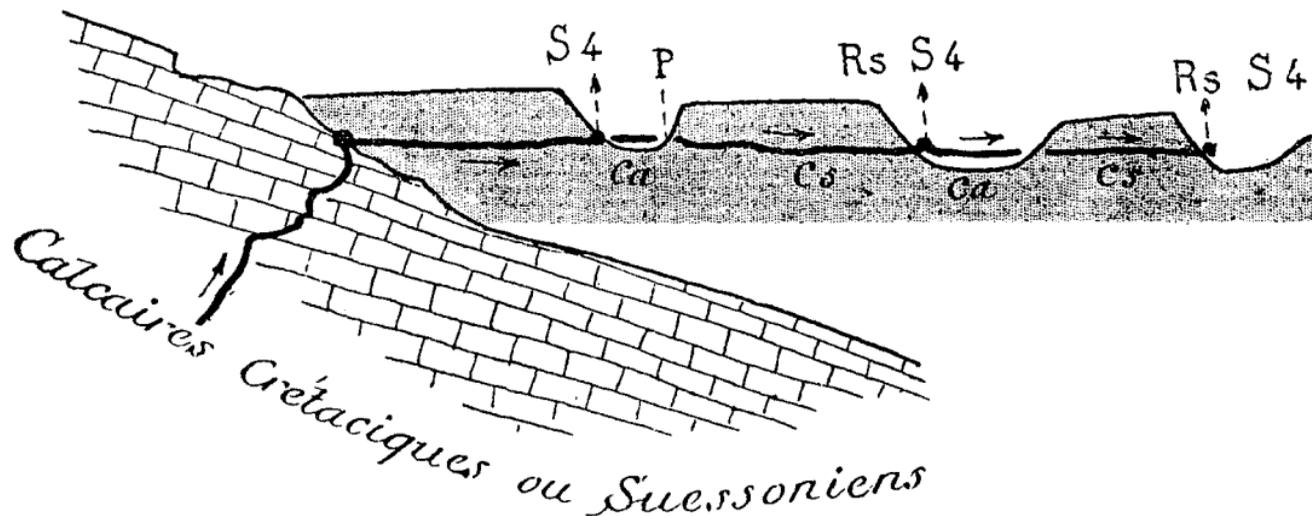


Fig. 13. — Schéma des modes de gisement des sources *naturelles artésiennes* (mixtes) appartenant à la 4^{me} catégorie, sources vraies et fausses sources (résurgences). Sources par gravité dans le terrain quaternaire depuis l'émergence souterraine des calcaires, du griffon-origine, jusqu'à la première émergence extérieure S4.

La zone ponctuée représente les atterrissements quaternaires :

S4. — Emergences.

P. — Perte.

Rs S4. — Fausses sources (résurgences).

Ca. — Cours d'eau au jour.

→ Direction de la pente.

Cs. — Cours d'eau souterrain.

Voir l'Erratum. Table des Figures.

mière catégorie émergent au pied même des reliefs montagneux du Nord: Aïn-Sidi-Merazzi (Zab occidental), Aïn-Mzata (Zab central), ou à une certaine distance dans la plaine, 2 kil. 500 au maximum, quand le pendage sud des assises secondaires ou suessonniennes est moins fort, telles les sources dites d'Oumach, Aïn-Faouar, Aïn-el-Hadjar, etc.. On peut donc en certains cas poursuivre des recherches à l'aplomb ou dans le voisinage des sources de la 3^e catégorie, pour la mise au jour des griffons origines.

Les sources de la 2^e catégorie, dans le Zab central sont toujours voisines des reliefs et dans l'alignement des lignes de plissement ou de fractures *cf.* Ville, Rolland *loc. cit* ; dans le Zab occidental, à Doucen elles se présentent dans des conditions différentes de gisement mais cependant en relation avec une ligne de fracture.

La zone de dispersion des sources de la 3^e catégorie se confond avec celle de la 1^{re}, mais elle s'étend plus au Sud.

L'aire occupée par les sources de la 4^e catégorie est la plus vaste; elle comprend tout le plateau du Zab-Dahri au Sud de la route de Biskra-Tolga jusqu'à la dépression chottcuse.

C'est dans cette dernière zone qu'apparaît une ligne d'émergences remarquables à températures relativement élevées Aïn-Zerga, Aïn-Lioua, etc. qu'il faut vraisemblablement classer dans la troisième catégorie.

APPLICATIONS

Ces données générales succinctes que l'on vient de résumer sur les conditions de l'hydrologie des Ziban, ont été suivies d'un inventaire, fait sur place,

des sources et points d'eau dérivés de cette vaste région, complétant par conséquent les études antérieurement publiées; la description brève de chacun de ceux-ci constitue une sorte de monographie où, à

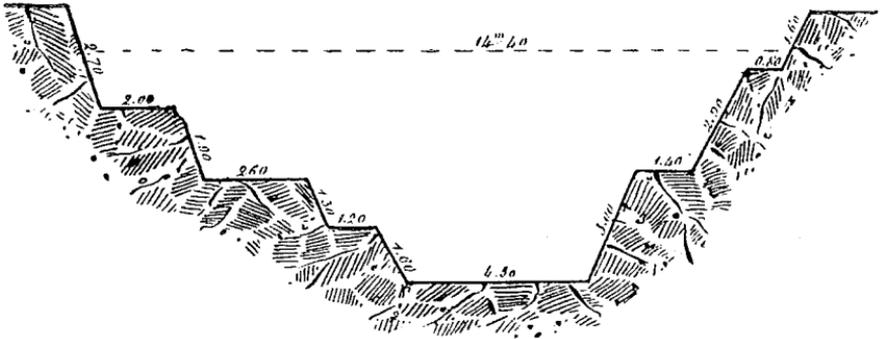


FIG. 14. — Coupe transversale montrant la disposition par palières et talus, suivie dans le dégagement des émergences de l'Ain Bordj-ben-Briji.

(SIDI-KHELIL, ZAB CENTRAL)
(Terrain meuble)

la suite de l'énumération des « caractéristiques » principales : position géographique, gisement géologique et lithologique, nature de l'émergence, débits, (1) on a fait connaître l'état actuel des dits points d'eau et de leurs dépendances : séguias, madjen, etc., puis on y a donné quelques indications som-

(1) Sauf exceptions, qui correspondent à nos mesures, ce seront les débits antérieurement évalués par Ville, Jus et Rolland. Les déterminations nouvelles ne peuvent être uti-

maires sur les travaux jugés nécessaires à leur entretien et à leur aménagement rationnel.

Enfin, on précisait le sens à donner à des recherches pouvant amener la *création*, c'est-à-dire la mise au jour de ressources nouvelles en eau. Cf. Avant-propos et note infrapaginale.

lement faites qu'ultérieurement, lorsque le régime normal des débits acquis depuis les réfections, créations ou aménagements récents sera définitivement établi, après le retour d'un cycle complet des phénomènes météorologiques réguliers (VILLE, *loc. cit.*, p. 750-51. — H. JUS, *loc. cit.*, pass. 1884 et ID. *loc. cit.*, 1886, pass. et tableau n° 1. — G. ROLLAND, *loc. cit.*, tableau p. 110, 1894. — E. FELIU « *Le Régime des eaux dans le Sahara constantinois* ». — (Blida 1896; ces déterminations seront complétées au cours de la campagne suivante (2^e partie) ; on peut, cependant, indiquer, que les réfections effectuées cet hiver ont déjà porté le débit de la grande seguia d'El-Amri à 1/2 en plus de volume initial; de même le débit a été doublé à la source non dénommée (propriété Cullerier) à la suite de l'exécution de quelques travaux d'aménagement préconisés; il en est de même des sources au N. E. de Bou-Chagroun, etc.

Mes recherches dans la région occidentale du Zab-Dahri, c'est-à-dire à Foughala, El-Amri, et les zones immédiates, ont été facilitées grâce à l'accueil si hospitalier que l'on reçoit dans le Sahara constantinois; je suis très reconnaissant à M. le D^r Treille, ancien sénateur, pour sa grande amabilité et pour son empressement à mettre à exécution les applications préconisées; applications dont les résultats ont pu être ainsi immédiatement constatés; je remercie également M. Fau qui a bien voulu m'autoriser à séjourner à Foughala. Je tiens à exprimer ici tout particulièrement mes remerciements à M. Osval, gérant des exploitations agricoles de Foughala et d'El-Amri, dont on connaît la compétence en hydrologie pratique de ces régions; guidé par lui, j'ai pu acquérir rapidement des connaissances détaillées sur les conditions de l'irrigation dans cette partie des Ziban.

Comme on l'a dit ci-dessus, cet « inventaire » d'ordre technique a été donné d'autre part (Autographie), néanmoins nous croyons devoir rappeler ici les procédés de recherches très simples, inspirés par les travaux poursuivis par les indigènes, en d'autres régions, et qui paraissent devoir donner, dans les Ziban, d'excellents résultats.



FIG. 13. — Coupe transversale montrant la disposition suivie dans le dégagement et l'établissement de la Seguia de l'Aïn Bordj-ben-Briji.

(SIDI-KHELLIL, ZAB CENTRAL)

(Terrain meuble)

D'une façon générale on procédera, comme il a été dit au *compte-rendu* de la campagne 1906-1907 (1), pour l'aménagement des sources du groupe de Sidi-Khellil et de l'Aïn-Mzata, c'est-à-dire, par dégagement des bassins d'émergence et des séguias, à l'aide de tranchées largement ouvertes avec dispositif en paliers et talus.

(1) *Service géologique des Territoires du Sud*, p. 9-15, Alger 1907.

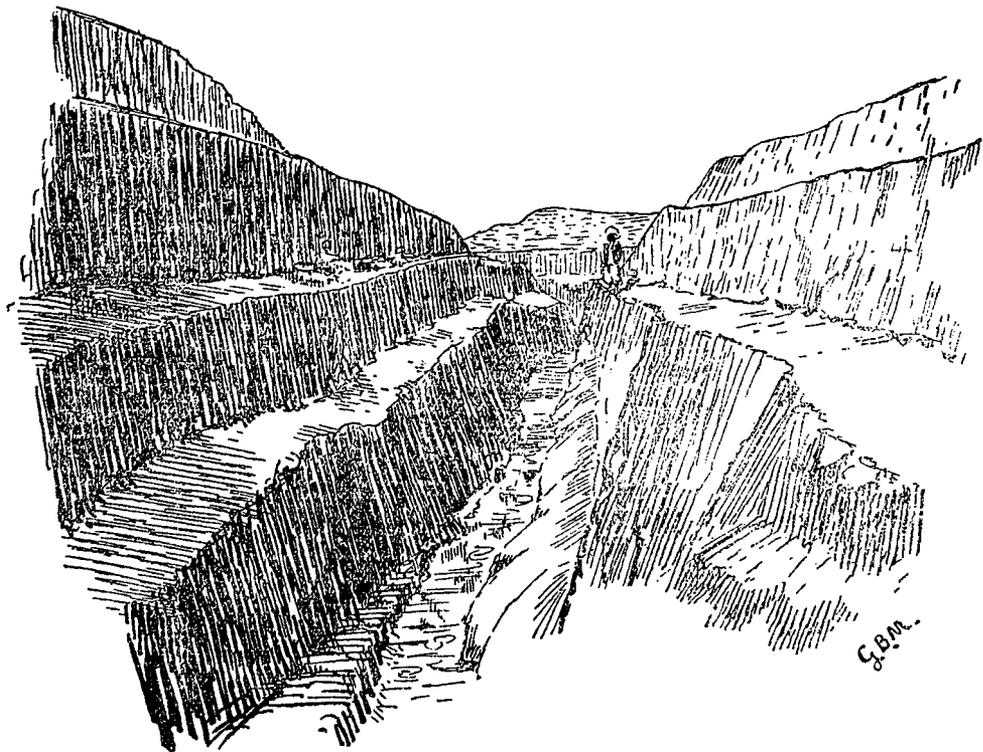


Fig. 16. — Travaux d'établissement, par paliers et talus, de la Seguia de Bordg-ben-Bridi
(SIDI-KHELLIL, ZAB CENTRAL)

Dessin de l'auteur d'après une photographie, cliché Pitavy.

Le système des *cheggas* (tranchées profondes et très étroites) que les indigènes emploient de préférence dans les cercles de Laghouat et de Bou-Saâda, et aussi dans le Zab-Dahri, a l'inconvénient de rendre très difficile, sinon impossible, l'entretien des sources et des séguias; il est cependant praticable dans le cas de terrains encaissants compacts, là où l'on n'a pas à craindre la désagrégation ni les éboulis; par exemple, dans les régions où la carapace gypseuse de *debdeb* est épaisse et massive (albâtre) telle à l'Aïn-Zaouïa à l'Aïn-Amara de Tolga (profondeur 3^m50 à 5 mètres).

C'est encore à ce procédé qu'il faut avoir recours pour les recherches, soit au cas où l'on se propose de créer une « fausse source », soit mieux encore pour rechercher à l'amont l'origine d'un cours d'eau souterrain (infragypseux). De nombreuses *cheggas* ont été creusées l'E et au N E de Bou-Chagroun, vers l'Aïn-Kerma (indigènes) et l'Aïn-Fillaouch (M. Reboud, européen).

Dans le cas le plus général, pour la recherche d'un point d'émergence d'une « fausse source » ou d'un courant souterrain, il sera d'abord préférable d'employer le système de la *foggara* : par une suite de « regards » ou puits peu profonds (1 à 4 mètres tout au plus) on parviendra à mettre à découvert les émergences successives (réapparitions ou résurgences) d'un réseau liquide donné, cela fait, si l'on a atteint l'origine même de la source, on procédera alors à la réunion de tous les regards, par une galerie souterraine (*foggara*) ou découverte (*chegga*), comme il a

été dit plus haut. Dans certains cas, par ce procédé, on pourra grouper en une seule séguia des émergences latérales assez distantes et obtenir un fort débit

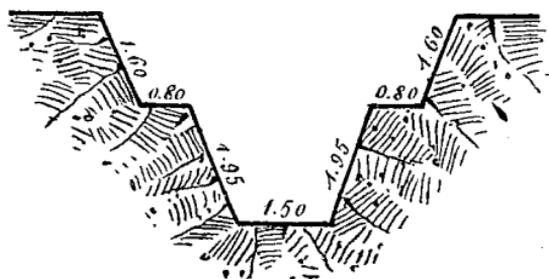


FIG. 17. — Coupe transversale montrant la disposition suivie dans le dégagement et l'établissement du drain de l'Aïn-Berdadi.

(SIDI-KHELIL, ZAB CENTRAL)

(Terrain résistant)

(feggaguir épanouies). Les derniers travaux effectués dans cet ordre d'idées, par les indigènes (1906-1908) sous l'indication du Service, sont des plus encourageants: Bou-Chagroun, Tolga, El-Amri au sud-est, etc. Voir les figures 19, 20, 21, 22.

On peut, dans les régions où se montrent nombreuses les sources de la 4^e catégorie, procéder par tranchées *transversales* à l'amont des cours souterrains; en se plaçant normalement à la bissectrice de l'angle du secteur de dispersion des filets liquides

ou des lignes de regards peu distantes, on recoupe en général le réseau aquifère en sa partie la plus resserrée, et l'on capte ainsi une plus grande masse d'eau.

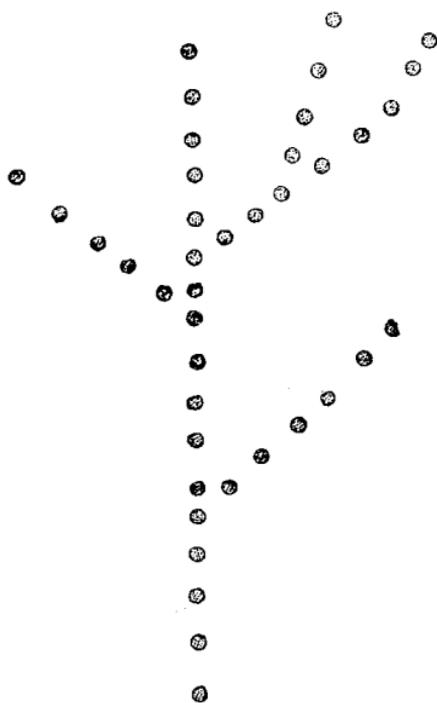


FIG. 18. — Disposition schématique (plan)
d'une *foggara* en « Branches alternantes »
(IGOSTEN, TIDIKELT ORIENTAL)

— La combinaison de ces tranchées transversales avec une série de drains qui lui sont normaux (ra-teau) peut, en certains cas, permettre, le captage de la plus grande partie des eaux de l'aval; en général, tous ces travaux peuvent s'exécuter à la profondeur de 3 mètres, 3 m. 50, et ils ne paraissent pas, dans la majorité des cas, devoir excéder 5 mètres.

Au cours de ces divers travaux, relever avec soin

les températures des eaux aux divers points mis en découverte.

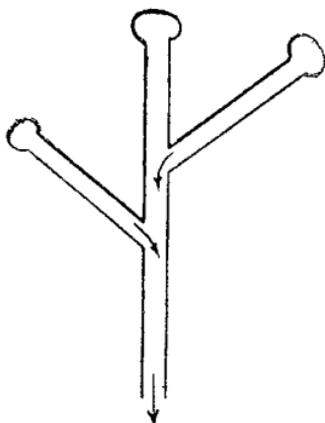


FIG. 19. — Disposition schématique (plan) d'une *chegga* composée de « branches alternantes »

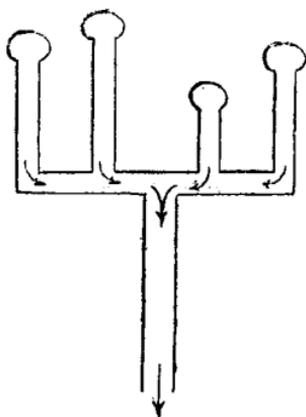


FIG. 20. — Disposition schématique (plan) d'une *chegga* « en rateau » (à quatre sources),

Procédé de coloration des eaux employé par les indigènes. — Dans ces recherches les indigènes utilisent parfois, pour reconnaître l'origine vraie d'une

« fausse source » ou d'un cours d'eau souterrain, le procédé des colorants solubles, auquel ils ont recours depuis longtemps, ils utilisent pour cela soit des *cedres*, soit des teintures (*Dindouna*) comme à

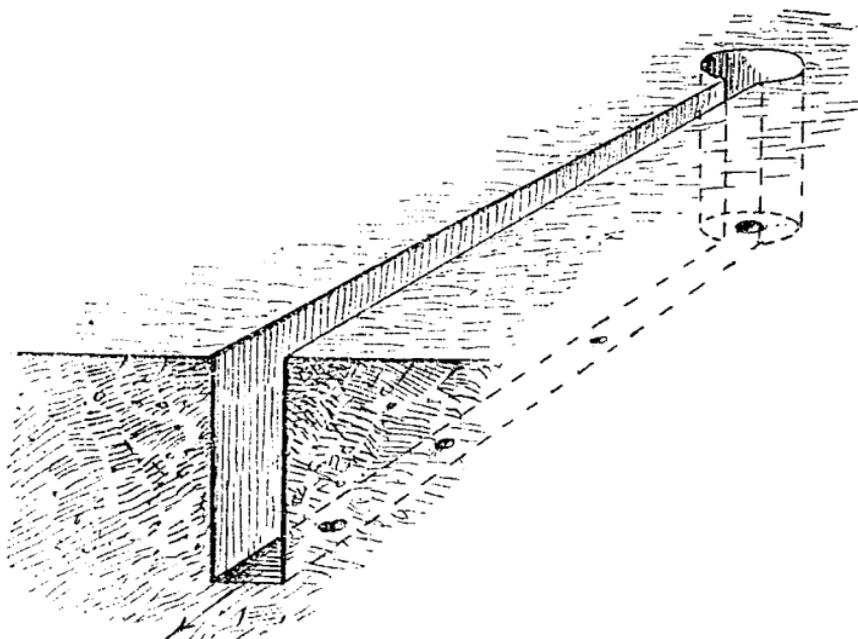


FIG. 21. — Vue en perspective plongeante (schéma) d'une *chegga* simple, présentant plusieurs émergences de sources : à la tête (puits) et tout au long de la tranchée qui la constitue.

l'Aïn-Zaouïa, de Tolga, dont ils ont déterminé l'origine vraie comme située au Nord de l'oasis ; ce qui était contesté.

Dans la zone de la *dépression chotteuse* du Zab occidental, pour augmenter l'irrigation du Zab Guebli, en

dehors des travaux d'aménagement indiqués (1), ce sont des forages artésiens qui pourraient apporter la meilleure solution; leur application devra être subordonnée à l'exécution des recherches détaillées à effectuer dans cette région, comme il sera dit plus loin.

*
* *

L'exécution méthodique et suivie de ce programme de travaux, auxquels s'ajoutent pour le Zab central et oriental les *dérivations* par *barrages* des oueds descendus de l'Aurès, *l'aménagement* et la *revivification* des sources si importantes de la 2^e catégorie (cheggas et feggaguir), enfin les forages artésiens dans la région moyenne (Haoudh, El Faïdh) et plus méridionale (Farfaria) amènera peu à peu la transformation de ces régions, naturellement fertiles, de la grande plaine au Nord des Chotts; cette plaine qui de l'Est à l'Ouest de Biskra, sur près de 200 kilomètres de longueur, avec une largeur de 10 (Ouest) à 20 (Est) kilomètres, représente la douzième partie de la superficie de l'Égypte cultivée (2).

(1) Voir le paragraphe spécial. (Autographie.)

(2) La superficie de l'Égypte habitable est de 33.239 kilomètres carrés d'après AMICI; de 30.000 à peine, d'après ELISÉE RECLUS (*Géographie*. X « Afrique septentrionale » pages 471-472).

Celle de la région des Ziban, que nous venons de considérer, est de 2.600 kilomètres carrés, chiffre plutôt bas.

— On doit rappeler que d'après les indications fournies par l'Inspecteur des Ponts et Chaussées A. FLAMANT (*Tableau des Entreprises d'irrigation*, p. 189, faisant suite à *l'Hydraulique agricole*, 1900, on trouve 100.000 hectares irriguables pour Biskra (environs) et Filiach ; on doit ajou-

*
* *

DÉPRESSION CHOTTEUSE *entre le Zab-Dahri et le Zab-Guebli*

Nous avons indiqué que, faisant suite au Sud au plateau quaternaire du Zab Dahri, entre El-Amri et le dixième kilomètre à l'Ouest de Biskra, se montrait une *dépression* (terrain de chott) recouverte soit d'efflorescences salines, soit de marécages, avec ajoncs, roseaux etc... peu utilisée même pour le pâturage. Cette dépression se développe du Nord au Sud sur 10 kilomètres vers Oumach, sur 4-5 kilomètres vers El-Bordj et El-Amri. Ça et là vers ces dernières oasis, et au Sud de Tolga, se montrent, depuis la terminaison Sud (assez brusque parfois), des collines allongées, des plateaux réduits, des gour (*El-Kreïbat, El-Kreb*) argilo-sableux, argilo-gypseux qui donnent la raison géologique de l'existence de ces marais.

ter que dans les Ziban les eaux utilisables pour l'irrigation sont loin de provenir des eaux météoriques *locales*, mais qu'elles appartiennent à deux origines bien distinctes, ce sont: premièrement des eaux vives de *ruissellement* direct d'un bassin d'alimentation très étendu au Nord (massifs de l'Aurès et des montagnes des Oulad Zekri) à précipitations relativement abondantes, et, secondement des eaux *géologiques* (de ce même bassin d'alimentation, plus étendu même) revenant à la surface en sources artésiennes ou autres, naturelles et artificielles. D'après les mêmes documents, l'Algérie entière compte 120,178 hectares réellement irrigués; ces chiffres sont à rapprocher des évaluations de M. Paul Levy-Salvator (*Hydraulique agricole*, p. 217, 1898), limite des terres à irriguer 250,000 hectares. Cf. à ce sujet J. BRUNHES, *l'Irrigation*, p. 211-212, 1902.

Cette dépression, de quelques mètres seulement, montre suivant son axe parfois relativement un peu relevé (Ez-Zerga-Bahîr), des points d'eau qui peuvent devenir très intéressants. Ce sont, de l'Est à l'Ouest : 1° El-Bahîr ; 2° l'Aïn Lioua ; 3° Ez-Zerga ; 4° l'Aïn Forthassa.

EL BAHÏR. — Comparable aux behour de l'Oued-R'ir, situé à 5 kilomètres environ au Sud de Tolga. C'est un lac de près de 80 mètres de diamètre recouvert sur ses bords de plantes aquatiques, et dont la profondeur est inconnue; c'est un gouffre comme ceux des sources précédemment étudiées : Djemella Kebira et Srira de l'oasis de Farfar, du Zab Dahri. Niveau de l'eau à peu près constant hiver et été; eau salée. Les habitants de Sahira ont tenté d'amener cette eau dans leur oasis à l'aide d'une séguia, dont on voit encore les traces à l'Est ; travaux tout à fait rudimentaires et imparfaits. Cependant, l'eau avait été amenée jusqu'aux premiers jardins, mais l'irrigation est insuffisante ; toutefois on l'utilise en hiver. Ce point d'eau correspond sensiblement à la latitude de Zerga (2° point d'eau de la dépression) ou, mieux, à la position de Zerga par rapport à l'inflexion générale du relief du Nord.

La ligne sinueuse qui relie El-Bahîr à Zerga passe par l'Aïn-Lioua.

2° *Bahr* (4° catégorie), à l'Ouest-Sud-Ouest immédiat d'El-Bahîr existe un petit cirque rempli d'eau temporairement, qui se prolonge au Sud-Ouest par les déclivités d'un très large thalweg à bas-fonds verdoyants; dans une dépression de celui-ci, petite source avec bouillon assez fort. Température + 24°75, séguia se réunissant à celle de Lioua.

Sur le bord Sud-Est du lac d'El-Bahir, monticule argileux avec ruines romaines attestant l'antérieure habitabilité de cette zone.

Au Nord, à 1.500 mètres, autre petite dépression du type d'El-Bahir. Des recherches (forage d'un puits naturel et d'une tranchée) devraient être tentées.

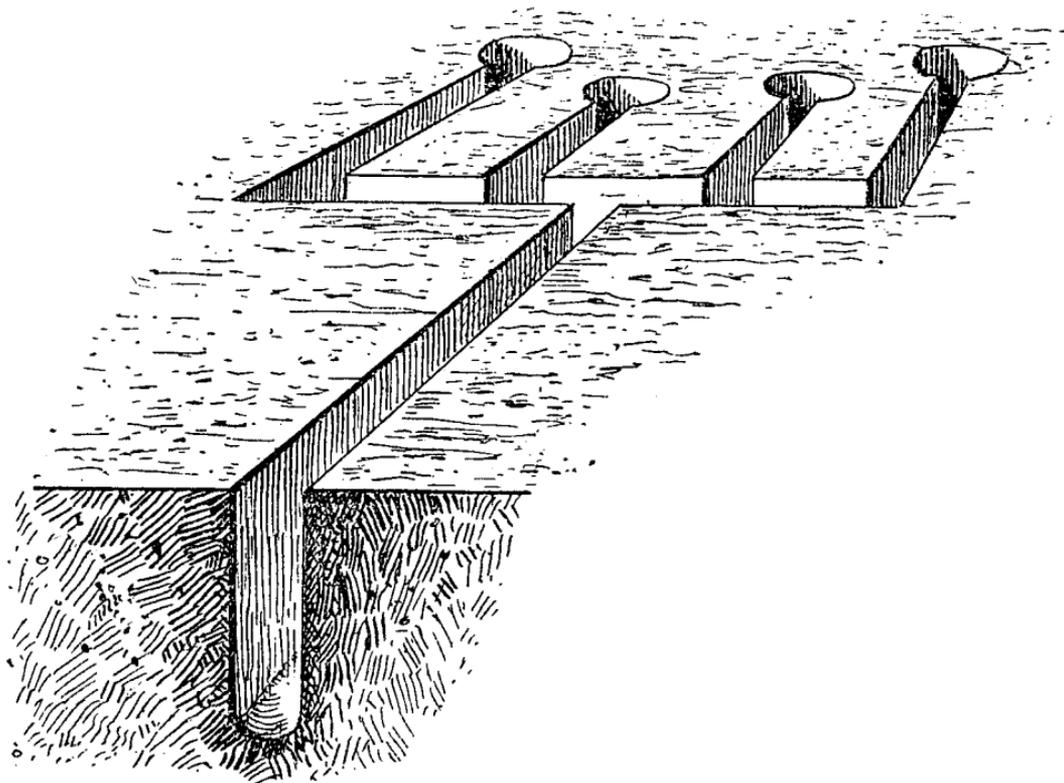


FIG. 22. — Disposition schématique. — Vue en perspective plongeante d'une *chegga*
« en rateau » (à quatre sources)

Ez-Zerga (4^e catégorie). — Source située au Sud-Sud-Ouest de El-Bordj; à 3 kilomètres environ. Elle forme un petit lac de 60 à 70 mètres de diamètre avec rebord périphérique de terre édifié par les habitants de Lioua pour utiliser l'afflux d'eau d'hiver plus considérable. Profondeur inconnue. C'est un gouffre semblable à ceux précédemment décrits. Une séguia relie Ez-Zerga à celle d'Aïn-Lioua. La température prise dans la séguia à la sortie du bassin : +22°, 1, mais elle est peut-être influencée par l'air extérieur. Son débit serait de 200 litres à la minute (J). La séguia est très défectueuse : elle est entièrement à refaire.

Le bassin d'Ez-Zerga peut-être appelé à jouer un rôle assez important dans l'irrigation des oasis de Lioua (Zab-Guebli) et des terres de culture au nord de cette oasis (Voir plus bas).

Aïn-Lioua (3^e catégorie). — A 500 mètres Sud un peu Est de Ez-Zerga. Cette source jaillit des dépôts quaternaires, en brassant des sables au fond d'un gouffre de 5 mètres de diamètre ; profondeur, 4 mètres ; l'eau se montre à 1 m. 50 au-dessous de la surface du sol. Température de l'eau prise sur les bouillons à l'origine de la séguia reliant la source à Ez-Zerga : + 25° (la température indiquée par MM. Jus et Rolland est + 19°, 5 ; ce doit être celle du bassin influencé par l'atmosphère). Le débit serait de 3.000 litres à la minute (J.); irrigue Lioua.

Au Nord-Ouest de la source, à quelques mètres, butte rappelant, par ses caractères, les sources à bassins cratéri-formes. Une tranchée latérale atteignant la partie centrale et poussée à 4 mètres de profondeur pourrait peut-être y mettre au jour des griffons.

Au Nord-Ouest, à 200 mètres de l'Aïn-Lioua (Sok-Sok-et-apkal), petit bassin sub-elliptique plein d'eau dont le niveau se tient à 1 mètre du sol. Bassin entaillé dans le terrain gypseux de chott.

Aïn-Forthassa (4^e catégorie). — Au Nord. — 10° Ouest de El-Bahir. Petite source aujourd'hui entièrement tarie qui irriguait une partie de Lioua par une séguia se déversant dans celle d'El-Bahir. D'après les dires de vieillards

indigènes cette source, autrefois, donnait une assez grande quantité d'eau. Irrigée en hiver les terres au Nord de Sahira, mais ne coule pas en été.

REMARQUE au sujet de l'irrigation partielle des oasis occidentales du Zab-Guebli. — On sait que les oasis du Zab-Guebli ne possèdent pas de sources et qu'elles reçoivent leurs eaux d'irrigation par des canaux venant de sources situées dans le Zab-Dahri et qui ont été signalées; on comprendra l'importance de ce qui va suivre concernant les recherches à effectuer dans cette grande *dépression chottéuse* du Zab occidental. (1)

On doit d'abord remarquer que le manque d'écoulement presque complet des gouffres tels que Zerga, Bahir et quelques cuvettes secondaires est en partie dû à l'imperfection des séguias, dans toute cette région, très défectueuses, puis très négligées; pour leur réfection rationnelle, un nivellement de détail s'impose entre les derniers jardins de Tolga (grand puits artésien) et Lioua d'une part, et entre El-Bordj et Sahira, en y comprenant les points d'eau ci-dessus indiqués.

Il y a certainement en Ez-Zerga, El-Bahir et les gouffres secondaires, ainsi qu'en l'Aïn Lioua, des ressources en eau dont les indigènes ne tirent pas parti

(1) C'est M. le chef de bataillon Ropert, commandant militaire du Territoire de Touggourt, qui a bien voulu, à plusieurs reprises, appeler mon attention sur cette question, et m'en faciliter l'étude; on sait le vif intérêt que porte cet officier supérieur à tout ce qui touche au développement des ressources en eau du territoire de son commandement, et l'aide précieuse, que pour les recherches de cet ordre, on trouve toujours auprès de lui; — je lui suis personnellement très reconnaissant.

N.N.W

S.S.E

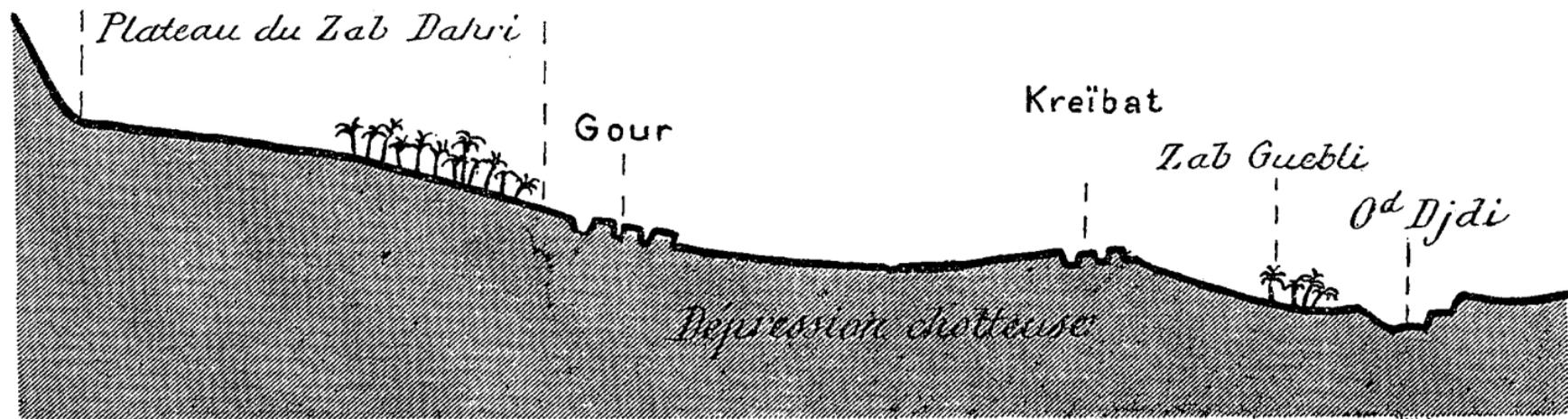


Fig. 23. — Profil du Zab occidental établi un peu à l'Est de celui de la figure 10 (Est de Tolga-Lioua) ; montrant les rapports existant entre le plateau du Zab Dahri, la dépression chottéuse et le Zab Guebli

Echelle approximative, longueurs : $\frac{1}{150.000}$; hauteurs : $\frac{1}{1.600}$

comme ils le devraient. Pour les deux gouffres de Ez-Zerga et de El-Bahīr, après l'exécution du nivellement qui permettra de se rendre un compte exact des dispositions à donner à la canalisation possible entre ces points et les oasis du Zab-Guebli, il faudra y étudier les conditions des émergences et en dégager largement tous les abords.

Si le niveau hydrostatique le permet (les sources une fois dégagées), comme semble bien l'indiquer le dispositif des berges relevées par les indigènes, sur la périphérie de l'un d'eux, on pourra procéder de même manière pour les autres points afin de donner plus de pente à l'écoulement. Tout porte à croire, par les exemples nombreux que présentent ces régions, qu'à l'aide de travaux de dégagement des griffons, on pourra obtenir un afflux d'eau important qu'une séguia convenable permettra de mener sur les terres irrigables de Sahira et de Lioua.

Forages de puits artésiens. — D'autre part, les températures relevées à l'Aïn Lioua + 25° ; dans la séguia d'Ez - Zerga + 22° 4 (température de la séguia) ; dans le petit cirque voisin d'El-Bahīr + 24° 75 montrent que dans cette zone axiale de la dépression, l'on se trouve dans une région de griffons, venus de l'infra-substratum calcaire, se faisant jour à l'aplomb ou dans le voisinage des émergences.

Il y a là trace manifeste de l'existence d'une ligne sensiblement Est-Ouest, d'émergences souterraines venant du crétacé ou du suessonien (calcaires), en contact peu éloigné (suivant la normale) avec le tertiaire continental ou avec le quaternaire ; c'est réduite d'importance une nouvelle ligne d'afflux liquide comparable à celle qui se manifeste si remarquable-

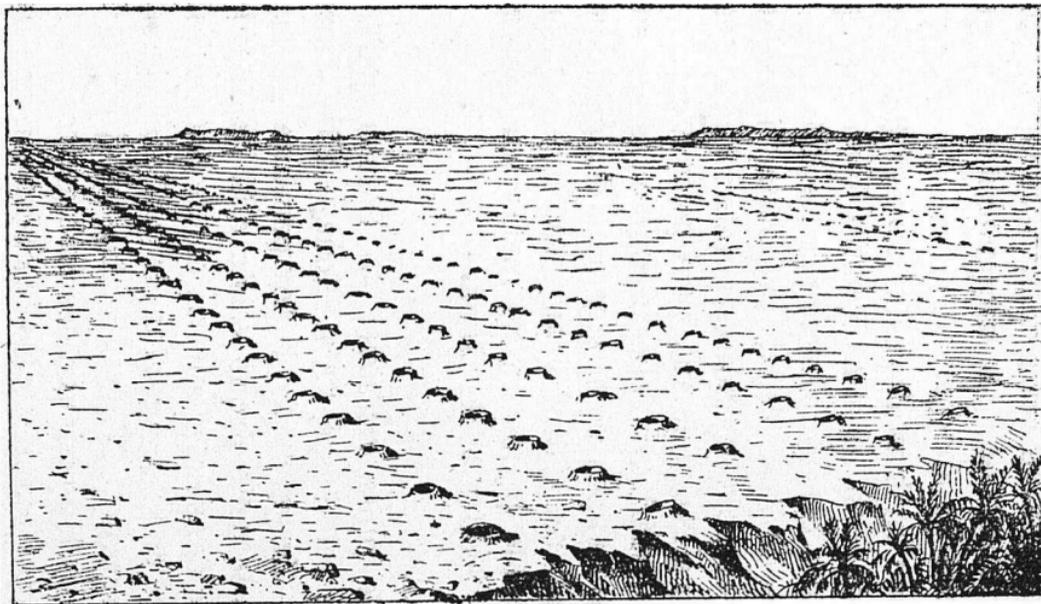


Fig. 24. — Vue générale de la disposition des alignements des *feggaguir* dans le Tidikelt oriental (In-Salab)

Chacun de ces alignements de « regards » correspond à une *foggara*.

ment dans tout le Zab-Dahri ; elle correspond sans doute à une faille.

On paraît donc être ici dans une région favorable à des tentatives de forages artésiens. On devra se guider, pour le choix des emplacements de ceux-ci, sur les considérations suivantes :

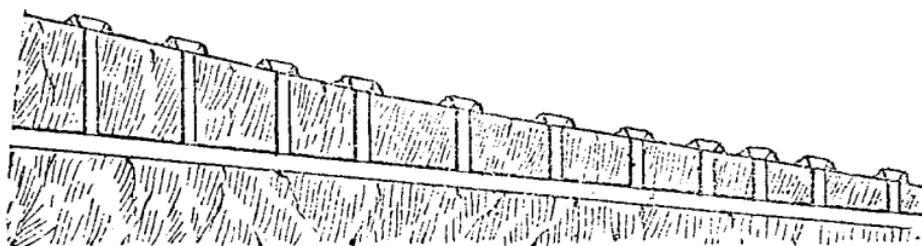


FIG. 23. — Vue en coupe longitudinale (croquis) de la disposition générale d'une *foggara*, montrant le canal souterrain collecteur des eaux, les regards (pseudo-puits) et les cratères de déblais qui les entourent. (Cette figure ne correspond qu'à une partie de foggara.

Echelle approximative : $\frac{1}{200}$

- 1° Ces points seront dans une zone assez basse ;
- 2° Ils se trouveront en alignement sur la parallèle à la ligne sinueuse des axes tectoniques des reliefs du nord qui, s'impriment si manifestement sur ce pays ;
- 3° Ils seront le plus rapprochés possible des points ci-dessus visés ; par exemple : entre Ez-Zerga et l'Aïn-Lioua ; à l'Est d'El-Bahir, etc... (en se maintenant

dans les petites aires synclinales des plissements secondaires des reliefs du Nord (chaînes montagneuses et plateaux) dont les médianes sont le plus ordinairement dirigées NNW. SSE.

*
* *

III. — Le Zab Chergui

CITERNES ET PUIFS PROFONDS A CRÉER

Le Zab-Chergui, situé à 30-100 kilomètres à l'Est de Biskra, comprend les décheras de Zéribet-el-Oued, Zéribet-Ahmed, Badès, El-Kseur, Liana ; le premier sur la ligne droite de l'Oued-el-Arab; les autres sur la rive gauche.

Ces villages ne sont pas entourés d'oasis comme dans les autres parties des Ziban; ce sont des agglomérations d'habitations rappelant quelques « ksour » oranais; jardins et palmeraies y sont très peu développés.

Zéribet-el-Oued, grâce à des puits, entretient, dans un coude de l'Oued-el-Arab, en aval de son confluent avec l'Oued-Guechtane, quelques cultures maraîchères, quelques bouquets de palmiers.

Les cultures de toute la région du Zab-Chergui sont surtout les céréales qui, les années de pluies suffisantes, rendent à merveille.

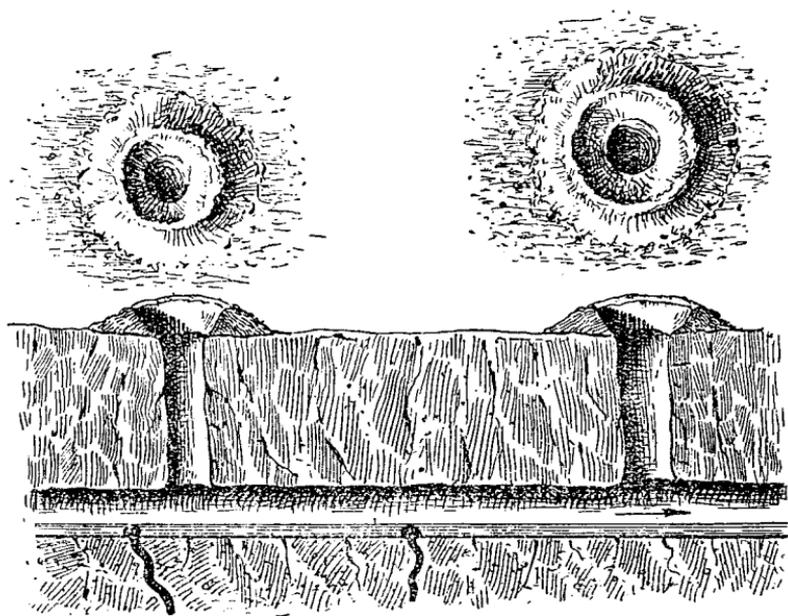


FIG. 26. — Vue en coupe longitudinale (détail) d'une *foggara* montrant les « regards » entourés extérieurement de leurs petits cratères de déblais, et le canal souterrain qui les relie. Au mur et aux parois de ce dernier, voire au toit, se montrent les émergences des sources ou les suintements de la nappe aquifère qui alimente la *foggara*.

La flèche indique la direction de la pente.

Echelle approximative : $\frac{1}{300}$

Les nomades, qui possèdent dans la région de grandes étendues de terre, descendent chaque année, à l'automne, pour trouver des pâturages d'hiver pour leurs troupeaux et pour ensemercer; puis, à l'approche de la saison estivale, les récoltes faites, les chaumes ayant en partie déjà servi aux troupeaux (seconde moitié de mai), ils remontent au Nord dans les grandes plaines du Haut-Pays constantinois.

C'est, avons-nous dit, entre Sidi-Okba à l'Est et les limites du Cercle de Biskra, une région de bonnes terres à céréales, qu'en temps de crues, les apports limoneux à débris organiques des larges séguias dérivées des oueds, viennent enrichir. (El-Faïdh, El-Haoudh, Farfaria).

Les ressources en eau de cette région sont les suivantes :

Eaux de pluie. — Les pluies sont malheureusement trop rares et peu abondantes ; locales elles ne sont pas toutes les années, profitables. Les chutes de pluie sont, en moyenne annuelle de 150 m/m à 200 m/m (Biskra), ce dernier chiffre étant un maximum.

Or, il faut, de ce chiffre, soustraire ce qui, par l'évaporation, retourne dans l'atmosphère et ce qui est emporté par le ruissellement. C'est donc une quantité assez faible qui, tombée sur place, pénètre dans la terre.

Mais, contrairement à ce qui est admis ordinairement, ce n'est pas pour ces territoires une perte réelle, entière du moins, que cette quantité de pluie considérable ainsi entraînée par le ruissellement, car, les terres situées à l'aval, en récupéreront une certaine proportion dans les zones d'épandage des cours d'eau que nous considérons, c'est-à-dire vers le Nord de la Farfaria (1).

(1) Cette observation doit être prise en considération dans les *essais d'évaluation des ressources en eau* des bassins des cours d'eau sahariens et du Haut-Pays du Nord-Africain et, d'une façon générale, dans les régions désertiques pour lesquelles, à de faibles précipitations, s'ajoute toujours un coefficient de ruissellement considérable; cela, au cas où des terres à l'aval sont susceptibles de profiter de ces eaux vives (crues).

Toute la région voisine des villages cités, dans un rayon de 20 kilomètres et au delà, montre un système complexe de séguias qui permet d'utiliser pour l'irrigation les moindres pluies tombées dans le Nord, sur les premiers contre-forts de l'Aurès ou sur la région même.

Crues. — Toutes les crues de l'Oued-el-Arab, de l'Oued Guechtane et de tous les ravins et thalwegs, sont utilisées et dérivées sur les terres de culture.

On peut dire qu'étant donné les conditions climatiques, c'est des pluies, d'entre Nord-Ouest-Nord-Est, que dépendent presque exclusivement les bonnes récoltes. Ce n'est que très rarement, toutes les 5-7 années que des pluies locales sont suffisantes pour influencer directement les cultures.

Les années pendant lesquelles il pleut dans la région sont des années excellentes.

Puits. — D'autre part, pour l'entretien des jardins très restreints : vergers, cultures maraîchères et palmeraies, les indigènes de Zéribet-el-Oued utilisent, en dehors des crues, des puits à bascule (K'ottaras), peu profonds, *creusés* dans le lit de l'Oued. C'est grâce à ces puits que les habitants de Zéribet-el-Oued se procurent toute l'année leur eau potable.

Les villages de Liana, d'El-Kseur, de Badès, situés à 6-7 kilomètres Sud du Khanga-Sidi-Nadji, le premier sur la rive gauche, les seconds sur la rive droite de l'Oued, utilisent aussi les crues. Mais ils ne possèdent pas de puits. Ils ont droit, du 15 octobre au 15 mai, à 10 jours d'eau de l'Oued-el-Arab par mois, eau prise au Khanga-Sidi-Nadji par dérivation à l'aide d'un barrage. Le barrage, simple relevée de terre et de cailloutis est rompu, et l'eau, abandonnée à la rivière est recueillie à l'aval par un nouveau barrage d'où, par des séguias, elle est amenée aux villages.

On voit qu'ainsi, ces centres manquent précisément d'eau pendant *toute la saison estivale* : du 15 mai au 15 octobre. Pendant les mois de avril-mai, les 10 jours d'eau de la seguia, au lieu d'être donnés consécutivement, sont, à la

demande des habitants, répartis en deux périodes de 5 jours ; par exemple du 10 au 15 et du 25 au 30.

Enfin vers mai ou avril quelquefois, les eaux de la *segua* sont dirigées sur les « r'dirs » (madjen) de chaque

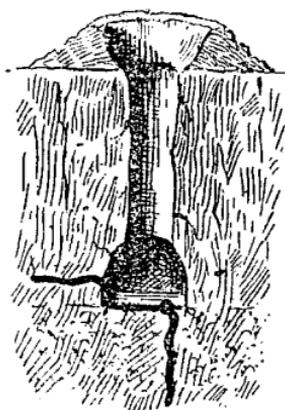


FIG. 27. — Coupe transversale (détail) d'une *foggara*, montrant un regard et son cratère de déblais, le canal collecteur souterrain et deux émergences des grifons des sources artésiennes, l'une au mur et l'autre sur la paroi de gauche.

Echelle approximative : $\frac{1}{300}$

village pour y constituer les *seules ressources en eau* dont puissent alors disposer les habitants ; or, si une pluie bienfaisante d'orage, tout à fait fortuite, ne vient, entre avril et octobre, rendre possible le renouvellement des r'dirs, les indigènes ne possèdent plus, *sur place*, aucune ressource en eau.

R'dirs. — Il est utile d'indiquer ici ce que sont les *r'dirs* particuliers à ces villages.

Ces *r'dirs* sont des mares artificielles creusées par les indigènes dans les dépôts argilo-limoneux quaternaires très épais qui constituent le remplissage de la plaine saharienne.

De forme irrégulièrement elliptique, entourés d'une levée de terre continue, ces *r'dirs* sont alimentés, comme nous l'avons dit, à l'aide de *seguias*. D'une contenance de 600 mètres cubes environ, on doit y insister, ils constituent *la seule ressource locale* des habitants du village. C'est là que vient boire le bétail et que se remplissent les « *guerbas* » pour les usages domestiques. On conçoit qu'après quelques semaines, sous l'effet du puisement, de l'évaporation et des apports de toutes sortes, détritiques et aussi poussières éoliennes, ces *r'dirs* soient transformés en cloaques boueux. Bien-tôt, les animaux eux-mêmes refusent de s'y abreuver et les malheureux habitants sont alors forcés d'aller s'approvisionner en eau à Khanga-Sidi-Nadji, c'est-à-dire à 12 à 14 kilomètres (aller et retour), suivant le point de l'oued où l'on peut puiser l'eau et mener boire le bétail.

A ces conditions pénibles, se joint souvent le mauvais vouloir des gens de l'amont qui défendent leur eau, d'où conflits nombreux.

Les pluies d'orage, tardives (juillet-août), sont rares, et cet état de choses lamentable est le plus ordinaire tout l'été.

Un *r'dir* existe dans chacun des villages de Liana, d'El-Kseur et de Badès. Des gardiens indigènes désignés par le *cheick*, les surveillent nuit et jour.

*
* *

Construction de citernes ou forage de puits profonds.
— On sait qu'un projet de construction d'un barrage dans

les gorges (Khanga) de Sidi-Nadji est à l'étude. Son exécution modifierait sans doute cet état de choses, car, en augmentant le débit de l'eau actuellement disponible en été, elle rendrait possible et rationnelle une nouvelle répartition des eaux; les villages pourraient alors probablement être alimentés en été par les seguias.

Cependant, par suite du développement parallèle, premièrement de centres habités situés sur le cours du haut Oued-el-Arab et de des affluents (Aourès), et, secondement, des cultures de l'oasis de Kanga-Sidi-Nadji (palmeraies et jardins), on peut prévoir bien des difficultés avant que d'arriver à cette solution désirable, et considérer aussi qu'en des années de sécheresse (maigres excessifs) les eaux dérivées du barrage ne pourraient atteindre ces oasis du Zab Chergui.

Il est donc tout à fait nécessaire de remédier à cet état de choses avant l'édification du barrage projeté, soit par la construction de *citernes*, soit par le forage de *puits ordinaires profonds* (50 à 60 m.) (1), qui pourront être utilisés par puisement à l'aide d'un système de seaux plongeurs, qui, robuste, donne de bons rendements.

Ils seraient creusés dans la masse des alluvions du quaternaire ancien, très puissant dans cette zone ordinairement formée de limons argileux, ces dépôts sont relativement imperméables, mais ils comprennent, à divers niveaux non réguliers, des alternances de cailloutis plus fréquents et plus considérables vers la base. Ces alternances de gros cailloutis, de graviers et sables de la base, sont en général en contact, au Nord, en profondeur, avec les formations continentales tertiaires perméables (poudingues), dont elles reçoivent les eaux d'infiltration; elles y créent plusieurs niveaux aquifères qui, étant donné la grande extension de ces terrains doivent être assez abondants.

Ce n'est, en tous cas, qu'après l'essai de ces forages de puits profonds ordinaires que l'on devra avoir recours à la

(1) Des puits de 35 à 40 mètres, tentés il y a une vingtaine d'années, n'ont donné aucun résultat.

Cf. Rapports à M. le Directeur de la Colonisation sur les ressources en eau de certaines régions de la commune mixte du Telagh (Slissen, Aïn-Beïda) 1905.

sonde artésienne, et après une étude géologique détaillée des reliefs montagneux en bordure.

Quant aux *citernes*, elles pourraient être établies sur le modèle de celles qui sont construites dans la région des daïas du sud des cercles de Djelfa et de Laghouat. La contenance étant à déterminer, elles devraient comprendre, la citerne elle-même (fermée sans autre contact extérieur que la bouche d'arrivée des eaux) profonde de 4 m. environ, avec à sa base un drain en pierre sèche amenant l'eau dans un puits voisin profond de 5 m. environ. Le puisement de l'eau se faisant dans ce puits, on éviterait ainsi la pollution des eaux ; abreuvoir annexé.

L'alimentation de ces citernes se ferait comme pour les p'dirs actuels, c'est-à-dire à l'aide de la séguia dérivée de l'Oued-el-Arab, à la hauteur de Khanga-Sidi-Nadji.

Le terrain où ces citernes peuvent être creusées est déjà naturellement peu perméable dans son épaisse masse argilo-marneuse. (1)

*
* *

IV. — Les eaux vives (Ruissellement)

UTILISATION DES COURS D'EAU SAHARIENS

Oued Djdi. — Pendant la campagne 1905-06, il a été procédé à une première étude du régime des

(1) On devra, sur place, faire étudier les dimensions et surtout la forme de ces ouvrages, pour que leur prix de revient soit minimum : une faible largeur pourrait permettre par exemple l'utilisation de matériaux pris sur le pays *Khecheb* (bois de palmier).

cours de l'Oued Mzi (Haut-Oued Djudi), dans ses parties amont et aval de Laghouat, plus particulièrement entre Tadjemout et Ksar-el-Hirane (1), cette année ces recherches ont été poursuivies à l'aval, entre le dernier ksar et les Oulad-Djellal, ce qui a permis de relier les études géophysiques et géohydrologiques concernant la région précédente, à celles entreprises antérieurement dans Bas-Oued Djudi et, comprise entre Oulad-Djellal et son embouchure (Chott-Melghir).

Pertes et réapparitions. — Les conditions tectoniques et lithologiques dans lesquelles se produisent les « pertes » et les « réapparitions » de l'Oued Mzi, dans son parcours au sortir des « dernières cluses » du Djebel Amour et jusque vers El-Assafia et Ksar-el-Hirane (passages sur les tranches d'anticlinaux perméables pour les premières, et au travers de cuvettes synclinales imperméables pour les secondes) (2), ne sont plus représentées à l'aval par suite de l'ennoyage de toutes les formations secondaires à l'Est.

Cependant, en quelques points, vers l'affleurement de marnes gypseuses de la base de l'éocène plongeant légèrement Sud, se manifestent des réapparitions, relativement sur de faibles étendues ; — il en est de même à l'amont, entre Ksar-Hirane et le confluent de l'Oued Demmed, mais ici la cause en est due à la

(1) Compte-rendu de la campagne 1905-06 du *Service géologique des Territoires du Sud de l'Algérie*. — Exposé de la situation générale p. 72, Alger, juin 1906.

(2) G.-B.-M. FLAMAND. « Rapport sur les conditions géologiques de l'alimentation en eau potable et d'irrigation de la ville et des oasis de Laghouat. » (*Service géologique des Territoires du Sud de l'Algérie*. Novembre 1905.) (Autographie.)

présence de larges *cuvettes d'érosion* creusées dans les attérissements tertiaires continentaux de la bordure Nord du Sahara.

Dans la région située immédiatement au Nord de Sidi-Khaled, et dans le passage de l'oasis, ainsi que vers Oulad-Djellal, des réapparitions des eaux de l'Oued se présentent également, par suite de l'existence de marnes gypsifères éocènes, comme substratum des affleurements calcaires et gypseux (cf. Nord et Est de l'oasis de Sidi-Khaled).

Plus à l'aval encore, à la hauteur des oasis de Lioua et de Ben-Thious, c'est aussi à un substratum marno-gypseux qu'il faut attribuer la « remontée » d'une partie des eaux de l'Oued Dji, mais ici, comme nous l'avons dit plus haut, ce sont les assises éocènes remaniées et aussi celles du crétacique (cénomanien turonien et sénonien) qui paraissent former le substratum imperméable (quaternaire ancien) et le phénomène se complique de l'apparition de sources ; en face de Lioua, des sources situées dans le lit de la rivière (Oued Djdi), l'alimentent à nouveau, et ce filet d'eau atteint en aval Ourlal, où il est dirigé sur les cultures. (1)

Terres de culture. — A l'exception des régions de *maghders*, et des zones cultivables des terrasses quaternaires, il ne semble pas que l'Oued-Djdi, entre le méridien de Demmed et Sidi-Khaled puisse permettre l'établissement d'un centre un peu important avec des palmeraie et jardins ; au contraire, la dispersion des *aires de culture*, ordinairement étroites et disposées

(1) TURLIN, ACCARDO et G.-B.-M. FLAMAND. — *Le Pays du mouton*, p. 398. — Cercle de Biskra, 1893.

en chapelets sur les deux rives, ne pourrait donner lieu, à la suite de l'édification de barrages, qu'à des exploitations indigènes isolées comme il en existe sur l'Oued Djdi aux barrages en amont du confluent de l'Oued-Demmed (zone de remarquables *maghders*).

A 15 kilomètres W.-N.W. de Sidi-Khaled, rive droite, se montre un vaste plateau quaternaire surbaissé, qui correspond à une zone confluente de thalwegs élargis venant du N.W.; elle devra, à ce point de vue, être étudiée à nouveau. La présente note ne résume en effet qu'une première ébauche des études, que mérite cette importante question de la création d'un centre indigène, entre Sidi-Khaled et Ksar-el-Hirane.

*
* *

Les barrages. — On peut diviser les différentes sortes de barrages utilisés par les indigènes, dans les régions sahariennes, en quatre types principaux :

1° *Les barrages de retenue (barrages-réservoirs) ;*

2° *Les barrages de dérivation ;*

3° *Les barrages d'absorption (pénétration profonde) ;*

4° *Les barrages de submersion ou d'imbibition superficielle.*

Les premiers et les seconds sont construits et utilisés par les européens et les indigènes, les deux derniers le sont exclusivement par les indigènes.

Les barrages d'absorption sont utilisés au M'Zab en particulier ; ils ont pour but, en dehors de l'utilisa-

tion directe et immédiate des masses d'eau que charrient les oueds-torrents à la suite des pluies, de retenir pendant le plus longtemps possible, les eaux des crues, afin de leur permettre de *pénétrer dans les couches profondes* (au travers des terrains perméables lithologiquement ou diaclasés), là, ils constitueront *des réserves* où l'on puisera pendant la saison sèche et pendant plusieurs années consécutives (puits du M'Zab ayant jusqu'à 50 mètres de profondeur). Ces *barrages d'absorption* sont donc destinés à pourvoir à l'alimentation de véritables *citernes naturelles*, que certaines conditions géologiques et lithologiques des sous-sols réalisent.

Les *barrages de submersion ou d'imbibition superficielle* procèdent un peu des précédents ; mais, en général, leur rôle est plus restreint ; ils permettent, eux aussi, la retenue des eaux de crues ou de ruissellement, mais uniquement dans le but d'obtenir une imprégnation à peu de profondeur, des terrains argileux ou limoneux peu perméables, situés à l'amont du barrage et destinés directement à la culture ; par ce procédé les terres profitent à la fois et des eaux et des boues riches en humus que déposent les crues.

On pourrait, pour cette dernière raison, les appeler des *barrages de limonage*, si dans le rôle que l'on veut leur faire jouer, l'alluvionnement n'était pas très subordonné, par rapport à l'*imbibition des sous-sols* ; ces barrages créent ainsi par leur fonctionnement des *plages limoneuses* comparables en quelque sorte aux *mâader*, aux régions d'*Afaras*.

Ces barrages peuvent rendre possibles les cultures dans cette partie moyenne de l'Oued-Djdi ; il en existe un très grand que nous avons déjà signalé (confluent de l'Oued-Demmed) et d'autres plus restreints, dé-

truits ou en mauvais état, à l'amont du premier; ils sont applicables dans les régions de *maghders* (1) du Sud algérien ou de *mécheras* du Sud Oranais.

*
* * *

*Cours d'eau sahariens localement alimentés
par des sources*

On a montré antérieurement la grande utilité des barrages de dérivation, pour l'irrigation de la grande plaine saharienne des Ziban; établis dans des gorges resserrées, ils rendraient de très grands services; leur alimentation se ferait exclusivement par les oueds torrentiels de l'Aurès ou des chaînes au Nord du Zab occidental.

Tel n'est pas toujours le problème à résoudre. On a vu qu'ici à l'amont de Laghouat une partie des eaux de l'Oued Mzi provenait non exclusivement du cours supérieur de l'Oued, mais de sources, simples, vauclusiennes et artésiennes, dont le niveau hydrostatique ne saurait être élevé.

Plus loin vers El-Assafia et Ksar-Hirane, d'autres sources artésiennes viennent *pro parte*, ajouter aux eaux *infiltrées* de l'Oued-Djdi.

L'étude d'autres Queds sahariens de régions très différentes a permis d'arriver aux mêmes conclusions, pour certaines parties de leurs cours.

On ne saurait donc, pour l'utilisation de ces cours

(1) *Maghder* ou *Mécheras*, r'dirs d'oued, laisses d'eau, dans une large, longue et profonde gouttière *argileuse* des cours d'eau sahariens, — se montrent dans quelques-uns de leurs épanouissements.

d'eau sahariens, *superficiels* et *subsuperficiels* (souterrains des auteurs), considérer uniquement leur mode d'alimentation *externe*, provenant du ruissellement direct, mais tenir compte des conditions géologiques et lithologiques très particulières dans lesquelles ils peuvent se trouver, du fait d'occuper les parties les plus basses de brachysynclinaux à cuvettes empilées. Dans un rapport antérieur, (cf. p. 91 note (2)), nous avons donné la description détaillée de l'un de ces cours d'eau sahariens (Oued Mzi-Djdi, mars 1905) à *alimentation interne* par sources artésiennes et autres ; M. l'ingénieur Gauckler (1) dans une publication récente signalait l'intérêt que pouvait présenter la connaissance de telles conditions géohydrologiques ; nous avons fait connaître d'autre part, qu'elles se retrouvaient dans l'Oued-Rir, entre Touggourt et le chott, où il est alimenté presque uniquement par des eaux artésiennes, — qu'il en était de même de l'Oued-Zousfana entre quelques kilomètres à l'aval de Taghit et Zaouïa Tahtania, pour lequel l'apport de la nappe artésienne des feggaguir joue, en dehors des crues, un rôle important.

Ce ne sont pas là les seuls exemples ; dans le Sahara on peut encore citer entre autres l'Oued-Biskra, — 1° en amont de la ville et de l'oasis et — 2° en aval dans la plaine de Saâda. (2)

Le premier de ces points sur la rive droite est le lieu d'émergence de belles sources à température élevée

(1) GAUCKLER. Origine des eaux qui servent à l'irrigation de Laghouat, *Annales de géographie*, 15 janvier 1908.

(2) Cf. G. VILLE, *loc. cit.* Voyages d'exploration dans les bassins du Hodna et du Sahara.

Cf. G. ROLLAND. Hydrologie du Sahara algérien, page 122.

+ 29° 33 et à débit capté de 13,000 litres-minute, qui permet l'alimentation de la ville et des oasis de Biskra et de Cora.

Contre la rive gauche d'autres sources sont utilisées pour l'irrigation des oasis de Lilia et de Filiach.

Le deuxième point, le Ras-el-Aioun, aval de Biskra, présente plusieurs groupes de sources dont les températures oscillent entre + 21°50 et + 27°33, avec un débit estimé à 30.000 litres-minute.

L'ingénieur Rolland dit très explicitement à propos des premières que ces sources alimentent *seules* les oasis de Biskra, c'est-à-dire « indépendamment de l'apport éventuel des crues de l'Oued ». (G. ROLLAND, *loc. cit.*, p. 123 et note (1).

D'après A. FLAMANT (*Tabl. des Entrep. d'irrigation*, p. 188), le débit d'étiage de l'oued Biskra est de 170 litres-seconde, le débit moyen de 210 litres secondes.

« D'après des jaugeages effectués à la date du 6 août 1896, le débit de la source de Ras-el-Ma serait de 54 litres-seconde dont 20 litres pour l'alimentation et 34 litres pour les irrigations.

« Le jaugeage au square Crouzet, à la même date au canal qui centralise toutes les eaux retenues par le barrage, dit du Génie, qu'elles proviennent du trop plein de la source de Ras-el-Mâ ou d'infiltrations de toute nature, donne 247 litres à la seconde.

(*Renseignements provenant du Service des Eaux de la Ville de Biskra*, 1905).

A l'Est des Ziban avec des débits très médiocres l'Oued-el-Arab présente les mêmes caractères ; grossi par l'oued Guechtane, en été, ce cours d'eau ne laisse pas, par ruissellement direct d'amont, subsister le moindre filet liquide, mais, il donne naissance, de

distance en distance, sur une douzaine de kilomètres, à l'aval de Zeribet-el-Oued, à des eaux vives, à débit il est vrai peu considérable qui naissent de sources à température variant entre $+ 22^{\circ}$ et $+ 22^{\circ}75$ jaillissant dans le lit desséché du cours d'eau.

— C'est aussi un cours d'eau alimenté par des eaux artésiennes (celles-ci aujourd'hui presque entièrement artificielles) que l'Oued-Seggueur en aval d'El-Goléah dans le coude à direction NS-SW, que commande la falaise crétacée ; là s'accumulent les colatures de l'oasis et l'eau provenant de puits artésiens anciens non employés, et aussi les infiltrations « dispersées » des travaux antérieurs défectueux ; en certains points remontent aussi, par pression, à l'aide de « fissures naturelles », les eaux de la nappe mère artésienne.

— Si nous remontons au Nord, dans le cercle de Djelfa, il en est de même par exemple pour l'Oued Touazi ; celui-ci, à sec *en été*, à l'amont des Bains, s'alimente, *alors* entièrement aux sources thermales ; ces dernières ont leurs émergences multiples dispersées dans le lit même de l'oued, ou bien jaillissent des assises gréseuses du barrage naturel où sont établies les piscines du Hamma. (1)

Mais si nous atteignons la zone littorale, le régime torrentiel des cours d'eau qui domine dans le Nord-Africain, même ici tout auprès de la Méditerranée, va nous permettre de considérer l'exemple peut-être le

(1)Émergences dans les piscines : rive gauche $+ 42^{\circ} 3$; — rive droite $+ 36^{\circ} 1$; — $+ 38^{\circ} 5$; dans le lit de l'Oued température variant entre $+ 39^{\circ} 6$ et $+ 38^{\circ}$; toutes ces températures prises aux griffons.

plus topique de ces cours d'eau à alimentation par apports internes artésiens, c'est le cours inférieur de l'Harrach.

Cet oued est alimenté, en dehors des eaux de ruissellement direct et des sources ordinaires de la région montagneuse, par les sources artésiennes à température comprise entre + 18° et + 22° qui proviennent de deux nappes distinctes. C'est aux ingénieurs en chef des Mines G. Ville et J. Pouyanne (1874) que l'on doit ces constatations ; on sait qu'à la suite de leurs observations sur les débits d'étiage faits au confluent de l'Oued Djemmaâ et en aval de celui-ci, ces savants constatèrent l'origine artésienne des afflux relativement considérables qui se manifestaient dans le cours moyen de l'Oued ainsi que dans quelques-uns des affluents ; ces débits d'aval étaient indépendants des débits amont dont les déterminations venaient d'être faites. Cette remarquable étude amena le mode d'alimentation en eau que l'on sait, pour la Ville d'Alger. (Cf. Rapports VILLE et POUYANNE (Manuscrits) 1875 — et DAUBRÉE. *Les eaux souterraines à l'époque actuelle*, 1^o volume, p. 179, 1887.)

C'est le régime particulier de ces oueds des régions arides qui accuse et souligne cette manière d'être. Ce sont des cours d'eau en *léthargie* dont les réveils brusques et espacés irrégulièrement, sont le plus ordinairement violents ; les paroxysmes auxquels ils atteignent sont les grandes crues mais leurs *crues moyennes* représentent *l'état normal* des cours d'eau d'Europe. Or ces crues moyennes qui se produisent suivant les oueds considérés soit plusieurs fois dans l'année (Oued Djdi — Oued-Biskra par exemple) soit à des périodes espacées de deux, trois, etc. ans — tels les cours d'eau ou *parties de cours d'eau* du Sahara central : Oued Mya, Oued In-Sokki, Igharghar, etc.,

— ne durent que quelques heures. Cette durée étant subordonnée aux conditions locales des régions où se sont opérées les précipitations atmosphériques, à leur étendue, à la plus ou moins grande rapidité de la réunion des filets liquides du ruissellement.

Le cours d'eau *superficiel* saharien *ne vit* donc que pendant un espace de temps très court ; si donc nous considérons un oued à régime le plus ordinaire à crues moyennes annuelles d'une durée de trois à quatre jours, nous voyons qu'il n'agira dans les conditions normales d'un cours d'eau que pendant un espace de temps réduit au 1 : 120 ou 1 : 100 du temps pendant lequel ce dernier fait sentir son action, c'est-à-dire toute l'année ou presque. (1)

(1) Les grandes différences qui existent entre les cours d'eau *peu alimentés* des régions arides et ceux de l'Europe impriment au régime de ces oueds en léthargie un caractère particulier ; *de tels cours d'eau ne vivent qu'au* temps des crues d'où l'enchaînement des conséquences que l'on sait, tant au point de vue des caractères de leurs lits, de leurs zones d'épandage, de leurs divagations, de leur cours parfois indécis, qu'au point de vue de leurs arrêts temporaires ; la cause dominante de toutes ces exceptions, ou prétendues anomalies, c'est *l'absence de l'eau*, le manque de précipitations à l'amont dans les massifs montagneux et dans les hautes plaines à climat steppien. Ce ne sont pas les sables qui « boivent les eaux et les font disparaître » ou du moins les sables n'absorbent ces eaux que parce que celles-ci sont *sans continuité*. Une crue ne dure que quelques jours, elle peut être en quelque sorte « locale », elle est, en effet, rarement totale, c'est-à-dire embrassant le cours de l'oued depuis ses sources jusqu'à sa porte ou, mieux, sa zone d'épandage ; on conçoit donc que la masse d'eau mise en mouvement après un long parcours au travers de formations arénacées, de cailloutis, de dunes les pénètre peu à peu et, l'évaporation aidant, à la fin disparaisse entièrement. Mais que ces masses d'eau *vivent*

L'Oued Messad (affluent de l'Oued Djdi), que l'on croyait pouvoir classer dans ce groupe, pour la partie moyenne de son cours, doit être considéré comme un cours d'eau ordinaire à alimentation externe et subsuperficielle; les sources situées dans le lit, rive droite à 6 kilomètres à l'amont du village, sont des sources ordinaires de thalweg.

*
* *

En général, à quelques rares exceptions près, ce ne sont pas les *eaux superficielles* du cours d'eau que

seulement quelques semaines, que leurs actions se continuent un assez long temps et dans le même sens et les sables qui envahissent les lits des oueds seront entraînés, les cailloutis réduits transformés en graviers, et à l'aval le cours d'eau se frayant un passage au travers des dunes amoncelées en barrages, reprendra peu à peu son ancien thalweg. Précisément dans la région où l'effort à effectuer est le plus considérable, vers leurs zones d'épandage et aux oudjs des Areg (grandes dunes), les cours d'eau sahariens arrivent exténués, sans force, ils s'évanouissent en étalant la mince couche liquide qui constitue leurs crues, c'est-à-dire (dans la partie saharienne du cours, à quelque distance des points principaux de réunion des affluents de montagne) une masse d'eau quelquefois énorme mais parfois ne correspondant qu'à peine aux débits des basses eaux de nos fleuves européens. Le Nil montre bien ce qu'est un fleuve saharien quand son bassin d'alimentation est considérable et correspond en outre à une région de grandes précipitations; la Loire, en été, se rapproche quelque peu de ce qu'est un fleuve de région aride, avec ses ensablements caractéristiques; mais vienne la saison des pluies et tout s'efface, submergé et entraîné par afflux des pluies d'automne.

Pour le Sahara, l'évaporation elle-même, quoique énorme

l'on utilise dans le Sahara ou dans le Haut-Pays, ce sont les *eaux subsuperficielles* ce que les auteurs appellent improprement « le cours d'eau souterrain », c'est-à-dire les eaux qui filtrent au travers des cailloutis, des limons et des sables du lit envahi de l'oued ; celles-ci sont, au contraire des eaux superficielles, assez ordinairement pérennes, par exemple dans la zone s'étendant sur 100 et 150 kilomètres au sud des derniers reliefs des chaînes atlasiques ; c'est à l'étude détaillée du régime de ces *eaux subsuperficielles* que l'on devra s'appliquer pour chaque cas considéré.

On voit par les exemples précédents combien est importante l'étude géohydrologique détaillée des

(3 à 4 mètres par an), ne jouerait pas un rôle aussi important sur ces oueds, que celui qui lui paraît aujourd'hui dévolu *si les eaux vives circulaient dans les thalwegs des oueds d'une façon continue* ; à l'époque actuelle elle n'agit en somme que sur des laisses de courants subsuperficiels ou, mieux, sur les laisses des crues.

En résumé, les cours d'eau sahariens doivent leurs caractères particuliers non pas aux régions désertiques qu'ils traversent mais au régime climatérique à faibles précipitations de leurs bassins d'alimentation, dont, en outre, les surfaces de réception sont relativement restreintes, pour beaucoup d'entre eux du moins.

Aux faibles chutes de pluie s'ajoutent secondairement, d'une façon générale, la valeur plus grande de l'évaporation, la dénudation des surfaces qui augmente dans une proportion très forte le coefficient d'absorption ; dans le Sud-Ouest celui-ci accuse encore davantage par suite de la nature lithologique des roches constituant les sols.

En dernière analyse c'est le manque de pérennité des eaux du réservoir d'alimentation qui crée l'oued saharien, les conditions physiques de la région aval propres aux déserts ne font qu'accuser cet état de choses et en porter à l'extrême toutes les conséquences, mais *ce ne sont pas elles qui les font naître*.

cours d'eau sahariens ou pour mieux préciser, de certaines parties des cours d'eau appartenant aux régions à faibles précipitations atmosphériques, — de ceux dont les débits paraissent anormaux en raison soit des conditions climatiques moyennes de leurs bassins d'alimentation, soit des conditions physiques lithologiques et morphologiques de l'amont ; il y a là tout un ordre de considérations nouvelles dont on doit tenir compte.

On ne saurait, en effet, construire utilement des barrages dans ces parties correspondant aux zones à *niveau hydrostatique défini* (généralement bas) dans le but d'y *relever* le niveau des eaux ; l'on ne pourrait ainsi qu'y retenir ou dériver *temporairement* les eaux des crues.

*
* *

Barrages de dérivation

Barrage sur l'Oued-el-Abiodh, cercle de Biskra

L'étude géophysique et géologique des conditions de l'établissement du barrage du Foum-el-Kerza sur l'Oued-el-Abiodh (Est de Biskra) a été terminée cette année et résumée dans un rapport.

(*Archives de la Direction des Territoires du Sud* 10 février 1908).

En voici les conclusions :

La gorge de l'Oued-el-Abiodh n'est pas due à « une faille », c'est une *cluse*, un *canon* ouvert par érosion au

travers de la muraille calcaire crétaécé constituant l'extrémité sud-occidentale du massif de l'Ahmar-Khaddou (Djebel-Khemachich) ; la direction médiane de la gorge suit sensiblement celle de l'axe d'un pli synclinal secondaire qui affecte orthogonalement le relief crétaécé. De ces faits on déduit que la profondeur à laquelle on pourra établir l'assiette du barrage sur un socle rocheux (calcaire crétaécé) n'est pas indéfinie ; elle paraît au contraire limitée à un maximum de douze à quinze mètres.

L'Oued-el-Abiodh est un cours d'eau à régime torrentiel ; en dehors des périodes de crue c'est un cours d'eau *subsuperficiel* (souterrain de quelques auteurs), c'est-à-dire courant au travers des cailloutis, des sables et des limons déposés et comblant son lit ; il n'apparaît que rarement à la surface « en eaux vives » (*cours superficiel*). Ses crues peuvent atteindre à des paroxysmes qui portent les hautes eaux vers l'ouverture de la gorge au « Foum » (à la bouche), à 12 mètres au-dessus de l'étiage.

On a donc envisagé l'adduction des eaux séparément sur les deux rives, et partant directement du barrage par des galeries ouvertes entaillées dans les assises calcaires des falaises de la gorge cette disposition rappelant celle des *bisses* du Valais.

Le barrage sera établi à une centaine de mètres à l'amont du premier projet, on gagnera ainsi en altitude ce qui permettra de rejeter très à l'Ouest rive droite sur le cône de déjection ancien la conduite d'amenée des eaux de Sérïana, Thouda et de Sidi-Okba, on évitera ainsi la partie aval des ravins sujette à l'érosion directe par ruissellement et à l'érosion par le travail des crues de l'oued ; le terrain constituant les berges étant très meuble et très hétérogène, de petits barrages de rupture de pente seront édifiés dans ces ravins.

En amont du barrage de dérivation, des barrages

secondaires constitués par des blocs d'un volume considérable, détachés de la montagne et solidement réunis, créeront là aussi des paliers avec rupture de pente qui, combinés aux réflexions des courants solides et liquides sur les parois rocheuses de la cluse, protégeront le plus efficacement possible le dit barrage.

*
* *

Barrage sur l'Oued-Hadjïa (Touazi)

Barrage sur l'Oued-Hadjïa (cercle de Djelfa). — Ce projet a donné lieu à une étude géologique sur place en mars 1908). Les conditions géologiques que présente la région ne permettent pas le choix d'un autre emplacement que celui qui a été indiqué dans le projet, pour l'assiette du barrage, c'est-à-dire l'îlot rocheux formé de poudingues tertiaires, affleurant dans le lit encaissé de l'Oued, à l'aval du premier barrage emporté.

Les échantillons du poudingue soumis à l'examen, ne présentaient pas les caractéristiques moyennes de cette roche observée *in situ*, et ils paraissaient devoir être facilement désagrégés.

L'étude directe a montré qu'en général ce *poudingue* est très cohérent, ainsi que les parties calcéro-siliceuses qui forment le ciment et les zones lenticulaires, intercalées entre les banes du poudingue. Sur la rive droite, l'assiette du barrage est assurée ; mais, sur la rive gauche, pour éviter les actions violentes de l'érosion, agissant sur la face amont du barrage, on devra protéger fortement l'aile de cet ouvrage.

L'étude géologique locale permet d'établir que le rocher de poudingue de l'Oued-Hadjia n'est pas en place, mais qu'il est constitué par un immense bloc *sporadique* entraîné par l'érosion et le glissement du substratum fluent; on devra donc s'assurer, avant toutes choses, par des sondages, de l'existence du poudingue en profondeur dans le lit de l'Oued, et y subordonner l'exécution du barrage.

*
* *

IV. — Recherches géologiques

DOCUMENTS POUR L'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DES TERRITOIRES DU SUD

(*Haut - Pays et Sahara*)

I

Au cours des missions confiées au Directeur-adjoint, les études de géologie stratigraphique et les levés des limites des terrains ont porté sur quatre régions distinctes du Sahara et du Haut-Pays.

1° Dans le Sahara et le Haut-Pays algérien: a) études de quelques points particuliers du cercle de Djelfa; Oued-Touazi (El-Hadjia). — b) partie moyenne du bassin de l'Oued-Messad. — c) bassin de l'Oued-Djdi, rives droite et gauche de ce cours d'eau de Ksar-Hirane jusqu'aux Oulad-Djellal (esquisse géologique).

2° Dans le Sahara constantinois: a) étude géologique des plateaux du Zab-Dahri et de Doucen-Oulad-Djellal, en y comprenant les chaînes atlasiques en bordure et, limités au Sud à la rive gauche de l'Oued-Djdi.

3° Recherches stratigraphiques dans le Nord-Est du cercle de Biskra: Srah M'ta Chicha, M'Chounech, Djemmora-Branis et les environs de Chetma et de Droh.

Pour pouvoir établir des comparaisons de facies, la région au Nord et Nord-Ouest a été parcourue d'El-Kantara à El-Outaia et Branis.

4° Recherches sur la géologie stratigraphique des environs immédiats du Khanga-Sidi-Nadji, et de la plaine du Zab-Chergui.

Des cartons et levés des limites des terrains ont été établis au cours de ces tournées, ils comprennent des modifications importantes à la carte générale au 1/800,000* (3^e édition) et constituent des documents qui seront ultérieurement utilisés pour l'établissement d'une carte géologique des Territoires du Sud; ils sont ci-après indiqués.

II

Principaux résultats stratigraphiques

I. — TERRAINS SECONDAIRES. — SYSTÈME CRÉTACIQUE. — Ce ne sont que quelques observations concernant des régions isolées et distantes qui ont trait aux formations de ce système :

A. — *Urgo-aptien*. — Zaccar, cercle de Djelfa. Contrairement aux indications de la minute du levé du 1/200,000* le village de Zaccar se trouve sur un pendage Nord de l'*urgo-aptien*, calcaire (calcaires blancs en bancs bien ordonnés) et non sur de l'*albien gréseux*. Ces grès albiens que l'on rencontre de Tilmekmeret à Zaccar sont inclus dans les calcaires blancs et jaunes de l'*urgo-aptien* à *Terebratula Sella*. — Il y a donc entre l'anticlinal à axe néocomien du Djebel-bou-Zarez (Khanguet-Zaccar) et le synclinal cénoomanien du Djebel-Djellal, un pli anticlinal à axe

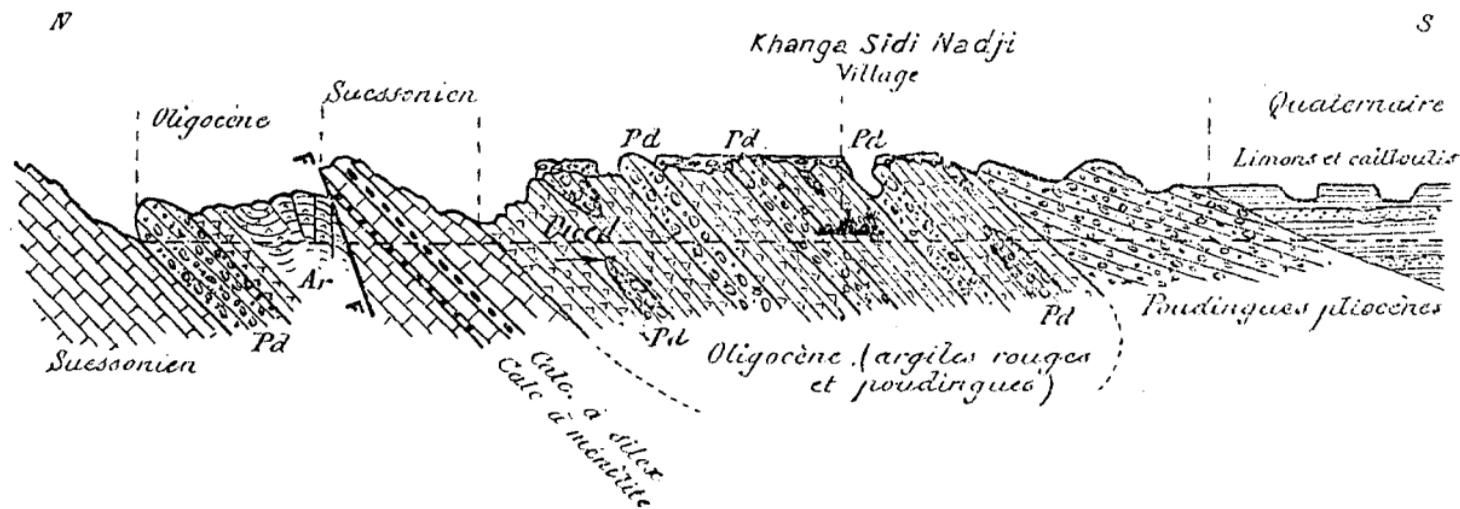


FIG. 28. — Croquis-coupe géologique relevé le long de l'oued Khanga-Sidi-Nadji suivant une direction N. S.

Légende :

A r. — Argiles rouges *oligocènes*.

P d. — Poudingues inférieurs, rouges et blancs. *oligocènes*.

P d. — Poudingues supérieurs, *pliocènes*, en discordance sur les précédents.

F. F. — Faille.

La ligne ponctuée indique le fond du lit de l'oued ; la flèche est dirigée suivant le sens du courant

Echelle approximative, longueurs : $\frac{1}{20.000}$; hauteurs : $\frac{1}{2.000}$

urgo - aptien. Les sources de Zaccar jaillissent de griffons inclus dans les *grès albiens* en grands bancs de 2^m20 d'épaisseur; à la source même ces grès présentent des *sphéroïdes* à zones concentriques accusées.

B. — *Sénonien*. — Au Nord de Tolga, dans un col mettant en communication les deux cirques montagneux respectivement au Nord de Foughala et de Tolga, se trouve un remarquable gisement d'*Hemipneustes* et d'*Inocerames*, important comme base de détermination des assises appartenant aux différents niveaux du sénonien et plongeant, en ce point, régulièrement vers le Sud : *Hemipneustes* aff. *africanus* (Bayle), *Hemipneustes* aff. *Delettrei* (Coq). c'est le niveau d'El-Kantara.

II. — TERRAINS TERTIAIRES. — SÉRIE EOCÈNE (*Suessonien inférieur, calcaires à silex*).

A). La grande extension de cette formation qui constitue une partie des plateaux à alfa s'étendant sur la rive droit de l'Oued-Dji s'est trouvée atteindre bien au-delà de l'Oued-Itel, et au Sud-Ouest de l'Oued-R'tem; une grande partie des immenses surfaces qui s'étendent un peu à l'amont du confluent de l'Oued-Djdi et de l'Oued-Demmed, en se maintenant sur la rive gauche, et jusque au-delà des Ouled-Djellal, appartient aussi à cette formation.

B). Sur la rive droite, entre les mêmes limites méridiennes, c'est encore le terrain éocène qui forme la plupart des reliefs : gour et plateaux.

Sur le cours de l'Oued Djdi, entre le M'Keb de l'Oued Demmed, Bou-Rdim et un peu en aval de Che-

biket-El-Aroui on relève dans l'éocène la succession suivante : 1° à la base, argiles vertes gypseuses ; 2° calcaires blancs avec intercalations de bancs de *ménilite* grise ; 3° calcaires à silex ; 4° gypse et argiles gypseuses à calcédoines ; plongement très faible S.-S. E. Les lits de calcédoines sont très étendus et assez épais ; souvent les calcédoines sont imprégnées de masses de gypse, ou de grands cristaux remplissant les vacuoles.

Vers le SE les bancs de gypse et d'argiles gypseuses deviennent puissants ; le gypse s'y développe même sous forme d'*albâtre* (alb. gyps.) ; il en existe une carrière sur la rive droite de l'Oued Djdi aux Oulad Djellal.

— Dans toute cette région il ne paraît pas y avoir de niveaux à phosphates.

C) Ces dépôts, d'une étendue considérable, se relieut par les Oulad-Djellal et le Nord et le Nord-Est de Doucen, aux plateaux calcaires qui dominent au N. W. les oasis de Foughala et d'El-Amri et, par ces derniers, aux reliefs de la chaîne atlasique comprise entre Sidi-Rouague et Bordj-Ounos sur la route de Biskra.

Aux Oulad-Djellal, à Sidi-Khaled, les argiles marno-gypseuses inférieures jouent un rôle important, en constituant une couche imperméable au-dessous de laquelle se trouve un niveau aquifère (puits artésiens : 40 mètres).

D). *Région orientale.* — Ces mêmes *calcaires à ménilite*, supportant les calcaires à silex, se montrent dans le Kanguet-Sidi-Nadji avec plongement sud ; c'est sur ces roches que devrait être établi le barrage projeté. Voir la coupe NS de l'Oued Khanga-Sidi-Nadji, figure 28.

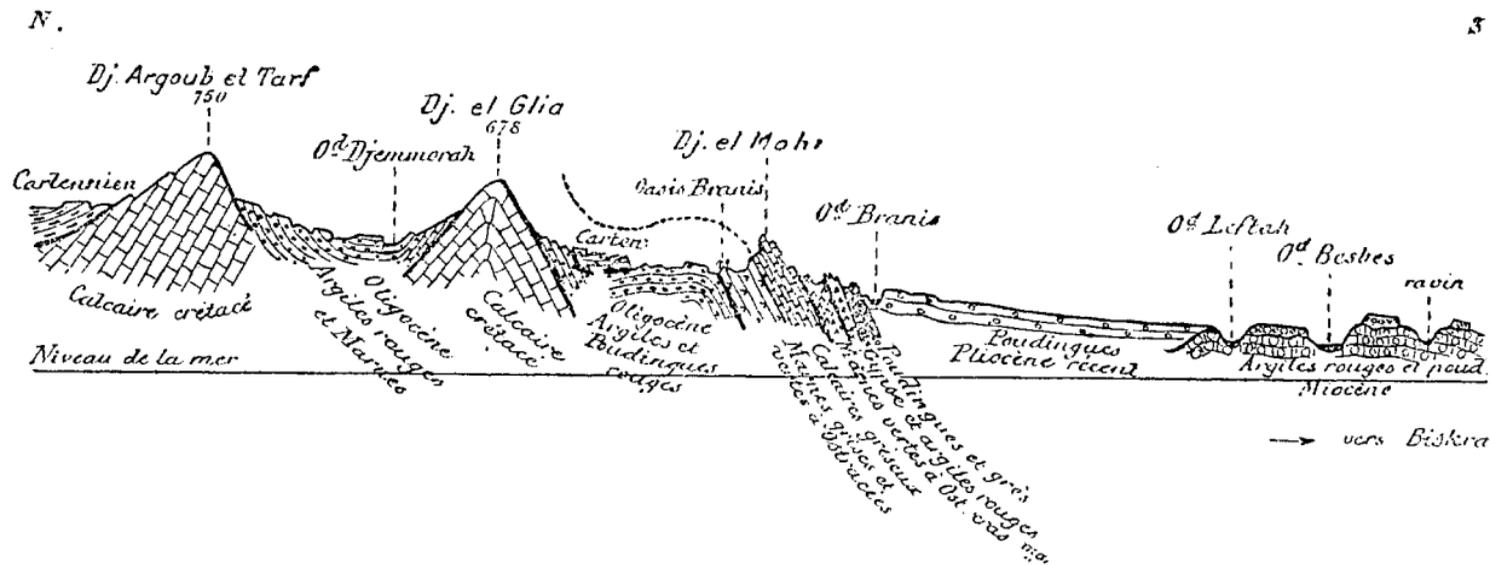


FIG. 29. — Coupe géologique NS, passant par Branis, oasis au NE de Biskra.

Echelle, longueurs : $\frac{1}{200.000}$; hauteurs : $\frac{1}{20.000}$

∞

Remarque. — Les poudingues qui au Sud, couronnent les petits plateaux compris entre les oueds Leftah et Besbès et le ravin au sud de ce dernier appartiennent au pliocène ; ils sont antérieurs aux poudingues développés en plateau ondulé entre l'oued Leftah, et l'oued Branis.

2° SÉRIE OLIGOGÈNE. A). *Poudingues et argiles rouges, grès grossiers.*

Formation de poudingues à gros éléments blancs et rubigineux, argiles calcaires alternant en glandules ; cette formation est considérablement développée mais un peu en dehors des Territoires du Sud, au Nord-Est de Biskra. C'est à titre de comparaison que nous l'avons étudiée entre El-Kantara-Branis et l'extrémité occidentale des vallées des Oueds Abdi et El-Abiodh (Aurès). Dans toute cette immense région jusqu'au Nord de Branis, à la première gorge de l'oued, en amont du village au Nord, — on observe un grand développement de poudingues, de cet étage ; ce complexe continental est manifestement recouvert par le miocène (*cartennien-burdigalien*) fossilifère, disposé en terrasses. (Cf. TISSOT. Carte géologique de la province de Constantine 1^{re} éd. 1881. Alger — et E. FICHEUR, Compte-Rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France. *Bulletin*, p. 1181, année 1896).

Au-delà, vers le Sud, tous les reliefs se rattachant au plateau de la Srah M'ta Chicha, qui sont considérés par les auteurs comme oligocènes, paraissent bien appartenir à la série *miocène* ou *mio-pliocène*.

B). A Khanga, Sidi-Nadji les poudingues et les couches rouges argilo-marneuses très relevées se montrent à l'entrée de la gorge, s'appuyant directement sur l'éocène ; au-delà au Nord dans l'Oued, une faille les ramène en contact avec ce même terrain et, par conséquent, les enferme entre deux masses suessoniennes (*calcaires à silex*) ; mais ici on ne voit pas le contact avec le miocène.

C'est sur le lambeau le plus septentrional (poudingues et couches rouges) de l'oligocène que l'on projetait d'asseoir le barrage ; or, dans cette région

où ces assises ont été affectées par des mouvements violents, ce terrain n'offre pas une résistance suffisante à l'érosion; il faudrait abandonner cette idée, et reporter le barrage, comme il a été dit, sur les assises de calcaires à silex et à ménilite.

Voir la coupe géologique, figure 28.

3° SÉRIE MIOCÈNE OU MIO-PLIOCÈNE. — A Branis, au-dessus des poudingues de la première gorge amont de l'Oued, repose une formation épaisse dont la composition est la suivante :

Voir les figures 29, 30 et 31.

A). Marnes avec intercalations de bancs calcaires à *Ostracées* (indet.), sur lesquelles repose un ensemble épais de bancs de calcaires gréseux, avec quelques alternances de marnes, constituant le Dj Mohr; ces couches plongeant Nord sont très inclinées, elles renferment : *Schizaster* indét., *Pecten præscabriusculus*, (Font.) *Lithothamnium*, *Pecten* aff. *subbenedictus* (Font.), *Pecten* cf. *Pseudo-Béudanti* (Dep.), elles appartiennent au cartennien (burdigalien).

B). Au-dessus vient un ensemble puissant de *marnes vertes gypseuses* où les *Ostrea Crassissima* abondent ; on serait donc ici dans la partie moyenne supérieure du miocène, dans l'*helvétien*.

C). Ces dernières couches supportent au Sud une épaisse formation de gypse en bancs très redressés vers le Nord, épais d'une soixantaine de mètres ; à certains niveaux s'observent encore des calcédoines. (Djebel Debdeba rive gauche de l'Oued Branis, ESE de l'oasis.) M. E. Ficheur m'autorise à déclarer qu'il considère cependant ces couches marneuses vertes à *Ost. Crassissima* immédiatement superposées aux calcaires à *Pectens* cartenniens (burdigaliens) comme

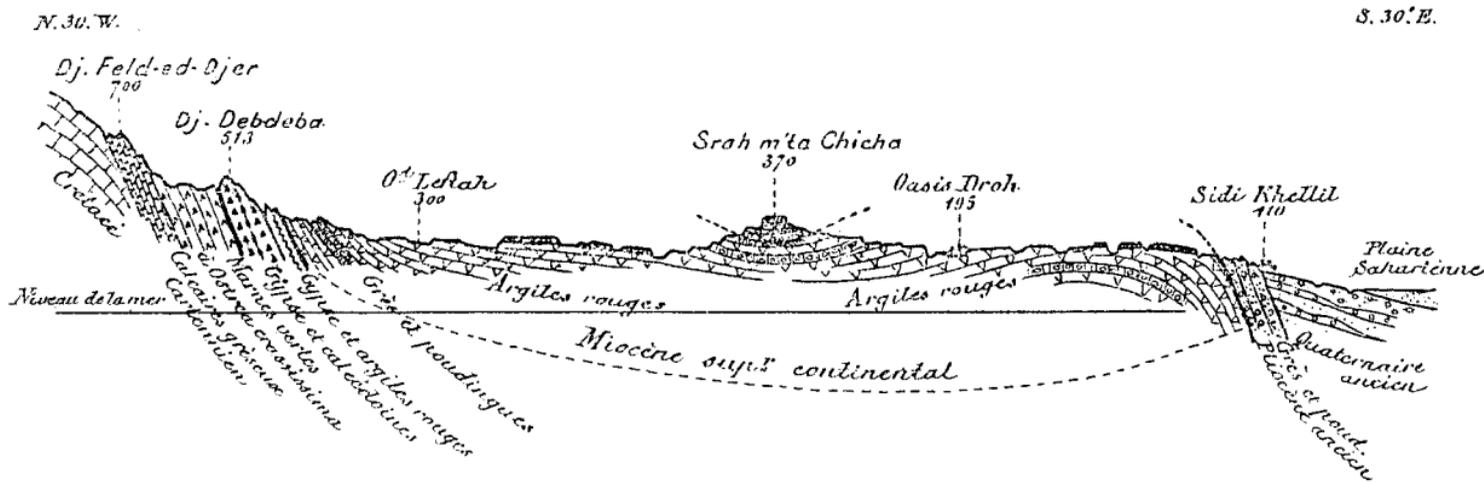


FIG. 30. — Coupe géologique relevée au NE de Biskra et passant par la Srah M'ta Chicha (sommet 370) et l'oasis de Sidi-Khellil (Zab-central)

Echelle approximative : longueurs $\frac{1}{200.000}$; hauteurs décuplées.

Remarque. — Au nord de Sidi-Khellil, les petits bancs de poudingues discordants sur le miocène supérieur continental et non indiqués par une lettre spéciale sur la coupe, appartiennent au pliocène récent.

faisant partie de cet étage inférieur du miocène moyen.

D. C'est au-dessus de ces assises que se montre une série d'une épaisseur considérable 300 à 500 mètres d'argiles rubigineuses, brunes, de poudingues, de grès grossiers etc., appartenant à des *dépôts continentaux*, et qui forment, depuis le pied de l'escarpement gypseux de Branis jusqu'à Droh et Habel, les reliefs de la Srah M'ta Chicha et de ses dépendances; ces reliefs étaient considérés comme appartenant au *tertiaire continental* (oligocène).

D'après la coupe qui vient d'être établie du Nord au Sud, ce dernier ensemble d'assises rouges et de poudingues appartiendrait à la *partie supérieure* de la formation *miocène* subcontinentale, c'est-à-dire au *pontien*. Voir les coupes géologiques figures 29, 30 et 31.

4° SÉRIE PLIOCÈNE. — Les poudingues supérieurs qui couronnent les dépôts précédents se classeraient dans le pliocène; au Sud, à la limite du Sahara, ces bancs de grès plongent très fortement, même jusqu'à la verticale (Sidi-Khellil-Chetma).

Pliocène supérieur. — A l'Ouest entre Doucen et Oulad-Djellal, c'est dans cette série continentale qu'on peut classer provisoirement les dépôts d'atterrissements des grands plateaux. On peut rapprocher peut-être aussi de cette dernière formation les terrasses supérieures (55 mètres) des environs immédiats de Biskra (bassin fermé).

III. — TERRAINS PLEISTOCÈNES. — Dans l'étude géohydrologique des Ziban il a été fait mention des différents dépôts (alluvionnaires en général) qui constituent le *pléistocène* (quaternaire ancien), premiè-

rement pour les plateaux des Ziban occidentaux, deuxièmement, pour la grande plaine du Zab Chergui ; on a fait connaître leur composition, leur rôle hydrologique, leur puissance et leur extension ; mais, il est utile cependant de rappeler ici à nouveau l'intérêt que présentent certains de leur niveaux ou certaines de leurs roches, — telles les *marnes verdâtres* (éocène remanié), au point de vue des recherches des sources dans le Zab occidental (région d'El-Amri-Lioua et jusqu'à Doucen et au delà vers l'Ouest), — et telles aussi les plages de dépôts de *calcaires travertineux*, au point de vue de la recherche des sources artésiennes dans le Zab oriental et le Zab central.

C'est dans les dépôts pleistocènes anciens et récents et aussi dans les dépôts actuels que nous placerions certaines formations de *terres noires* qui se montrent parfois relativement assez développées en surface dans les régions que nous venons d'étudier.



EXISTENCE DE LA HOUILLE DANS LE SUD-ORANAIS

Etat de la question. — On sait qu'au cours d'une mission confiée l'an dernier au Directeur-adjoint du Service géologique des Territoires du Sud ; à la suite d'études stratigraphiques nouvelles poursuivies dans le triangle formé par le Djebel-Béchar, la « Barga » et l'Oued-Guir — appuyées par les déterminations paléontologiques faites sur place (faune marine et fragments de végétaux) — puis, plus tard, par les belles récoltes de M. le capitaine Maury — l'existence de l'étage moscovo-wesphalien (carbonifère houiller)

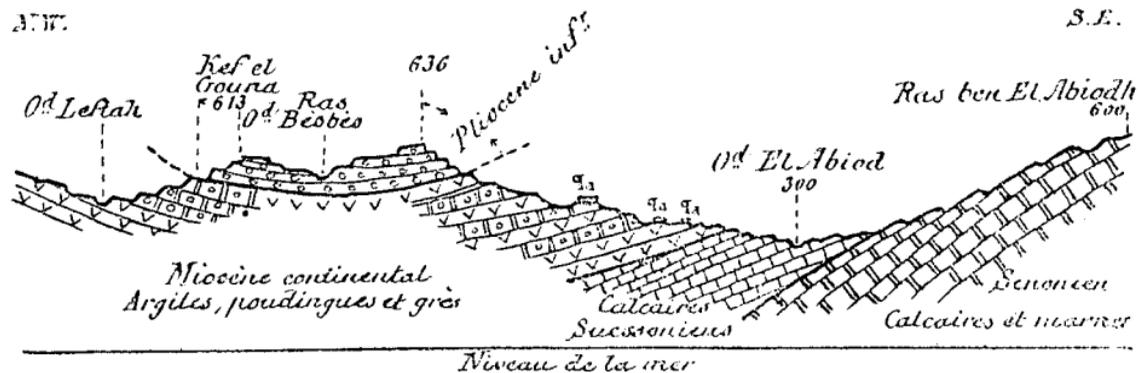


FIG. 31. — Coupe géologique passant par l'extrémité NE de la Srah M'ta Chicha (Kef-el-Gouna et le Ras ben El Abiodh (Djebel Ahmar-Khaddou) au sud de M'Chounech. Région au NE de Biskra,

q a. — Poudingues et sables (quaternaire ancien).

Echelle, longueurs : $\frac{1}{200.000}$; hauteurs : $\frac{1}{20.000}$

à *intercalations de lits charbonneux* (houille) à *végétaux fossiles* a été scientifiquement établie (1).

Le premier gisement reconnu du moscovo-westphalien (houiller) à *Linopteris* (Flamand 1^{er} mai 1907) est situé à Bel-Hadi (Khenadsa) au pied de la « Barga » ; il se montre en deux points distants de 1,500 mètres et dans l'un d'eux, il présente quelques décimètres d'épaisseur. Il existe sous l'atterrissement quaternaire dans toute la zone de « feggaguir ». Plus tard il fut retrouvé en forant des puits à Gueltat-Sidi-Salah (capitaine Maury) où il y est caractérisé par *Linopteris Boulayi*, *Nevropteris gigantea*, etc.

Les travaux récents (puits et routes) entrepris dans la région du Guir et confiés aux compagnies de la Légion étrangère ont amené la découverte de nouveaux affleurements de cet étage houiller avec flore et faune fossiles remarquables, confirmant les premières observations (2) ; tels sont les points de Ghorassa, et tout particulièrement celui d'Haci-Ratma (couche affleurante de houille de quelques décimètres à *Sphenopteris Boulayi* (ZEILL) et *Linopteris Münsteri* (EICHW). récoltes du regretté lieutenant Coste, de MM. Huot et Maury. (3)

(1) G. B. M. FLAMAND. — Observations nouvelles sur les terrains carbonifériens de l'extrême-sud oranais. *Compte-rendu Académie des sciences*, note présentée par M. Zeiller. Séance du 16 juillet 1907.

Id. *Service géologique des Territoires du Sud de l'Algérie*, p. 32, juillet 1907.

Id. *Bulletin de la Société géologique de France*, séance du 2 décembre 1907.

(2) *Bulletin sommaire Société géologique de France*, p. 54, 16 mars 1908 ; et séance du 17 février 1908.

(3) *Bulletin Société géologique de France*, p. 54, 16 mars 1908.

— *Ibid*, p. 80, 27 avril 1908.

Toute la région Sud-Occidentale comprise entre les dernières pentes du Béchar, l'alignement créacé du Nord et le lit de l'Oued-Guir Chebkhet Mennouna et Chebkhet Djihani est susceptible d'en présenter de nouveaux ; c'est d'abord dans les deux synclinaux houillers, que sépare l'*axe anticlinal* de Nebkhel Khenadsa — Golb-Aouda — Aïn-Mennouna, que devraient être poursuivies les recherches, puis, au delà dans le secteur S. W.—N. W. vers la région Oued-Ziz—Bou-Denib.

Les faunes marines et saumâtres et les flores recueillies rapprochent les dépôts houillers du bassin de l'Oued-Guir de ceux des bassins nord-européens anglo-belges. Les matériaux provenant des dernières récoltes faites à Ghorassa et à Haci-Ratma ont été étudiées par MM. Zeiller et Douvillé. (1)

C'est dans les assises supérieures, dans le niveau correspondant aux grès argileux de Khénadsa que les recherches doivent être poursuivies. (Cf. FLAMAND *loc. cit.*, 17 juillet 1907 — et ZEILLER et DOUVILLÉ, *loc. cit.*, 6 avril, 1908), depuis la base formée de grès rouges et verts un peu siliceux, jusqu'aux assises du haut plus marneuses. La partie tout à fait supérieure de la formation moscovo-westphalienne et l'étage ouralo-stéphanien n'ont pas été encore rencontrés.

*
* *

Le *carboniférien inférieur* existe de nouveau au delà de la grande Hammada du Tafilalet, dans la dé-

(1) ZEILLER et DOUVILLÉ: « Sur le terrain houiller du Sud Oranais : » *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* — 6 avril 1908.

pression de l'Oued-Ziz, où des fossiles et des roches ont été recueillis ; ce sont vraisemblablement les couches d'Igli à *crinoïdes dinantiens* qui réapparaissent sur un substratum de grès argilo-schisteux verts (dévonien) identiques à ceux de la Zousfana ; récoltes de MM. Huot, Guillo-Lohan (avril 1907).

*
* *

V. — Rapports de tournées et détermination de documents scientifiques

Les études ci-dessus indiquées au cours de cet exposé ainsi que les documents de tous ordres tant manuscrits, cartes d'itinéraires, qu'échantillons de roches, minéraux, de terrains traversés par les sondages, etc... recueillis par divers explorateurs ou par les officiers et les sous-officiers des postes des Territoires du Sud, soumis au Service, ont donné lieu aux rapports suivants dont les copies ont été déposées aux archives. Ce sont :

Etude géographique et géologique des environs d'Aïn-Sefra par M. le capitaine d'artillerie Breton (1903-1907).

Etudes sahariennes. — Ethnographie comparée « Notes sur les différents vestiges laissés par les populations anciennes du Sahara » (préhistoire) par M. le capitaine d'artillerie Voinot, attaché aux affaires indigènes à Lalla-Marnia, décembre 1907.

Rapport de reconnaissance du maréchal des logis Priou du groupe mobile de la compagnie saharienne

du Touat *contribution à l'étude du Sahara Sud-occidental* (Haci-Bou-Bernous et Menakeb. Hydrographie), février 1908, avec cartes.

Rapport sur la région d'El-Hadjaj; ressources de la région, eaux et pâturages par M. le lieutenant Clerget de Saint-Léger, décembre 1907.

Etude géophysique et géologique des conditions d'établissement du barrage de Foum-el-Kherza sur l'Oued-el-Abiodh (Est de Biskra, territoire militaire de Touggourt) avec 11 dessins et plans par le Directeur-adjoint du Service.

Industrie pastorale. — Rapport au sujet du forage de puits ordinaires profonds dans le Sud de la commune mixte de l'Oued-Nador (Tiaret). Service de la Colonisation, par le Directeur-adjoint du Service.

Industrie pastorale. — Rapport au sujet de forages de puits artésiens dans la région sud-occidentale de Tiaret. Octobre 1907. Service de la Colonisation, par le Directeur-adjoint du Service.

*
* *

Note au sujet du barrage d'El-Hadjia (cercle de Djelfa). Id.

Note au sujet du canal de M'lili ; conditions de résistance aux diverses actions érosives. Id.

Note sur le dégagement et l'aménagement des sources de M'lili. Id.

*
* *

Détermination de la nature lithologique et des niveaux géologiques des échantillons de roches rencontrées dans le sondage de Bir-bou-Chama (Souf).

Détermination des échantillons, roches, minéraux et fossiles recueillis par M. le lieutenant-colonel Laquière, au Touat (région de Timimoun au Reggan).

Détermination des échantillons provenant des sondages profonds de Sidi-Okba (nature et niveaux géologiques).

Détermination des matériaux recueillis au cours des missions et provenant: 1° de l'Oued-Djdi, cours moyen; 2° des chaînes au Nord du Zab-Dahri, du Zab-Chergui, Nord-Est de Biskra, etc... entreprises par le Service (1906-1908).

BIBLIOGRAPHIE

Travaux publiés par le Service géologique des Territoires du Sud, avec son concours, ou se rattachant aux missions qui en émanent :

Reconnaissance du bassin supérieur de l'Igharghar et visite du sud de Ahaggar et de l'Ahnet (hiver 1905-1906), par M. le lieutenant VOINOT de la compagnie saharienne du Tidikelt. — *Bull. du Comité de l'Afrique française*. Suppl. n° 4, avril 1908.

Sur les divisions du carboniférien et sur la présence du Moscovien-Wesphalien dans le Sud oranais par M. G. B. M. FLAMAND. — *Bull. Somm. Société géologique de France*, 2 décembre 1907.

Observations et réponse au sujet de la découverte de la houille dans le Sud-oranais, par M. G. B. M. FLAMAND. — *Bull. Somm. Société géologique de France*, 20 janvier et 17 février 1908.

Note préliminaire sur le jurassique de la région de Saïda (département d'Oran, Algérie) par M. G. B. M. FLAMAND. — *Bull. Somm. Société géologique de France*, 2 mars 1908.

Note sur les grès dits à *dragées* et à *sphéroïdes* du Tadmayt (Sahara) par M. G. B. M. FLAMAND. — *Bull. Somm. Société géologique de France*, 2 mars 1908.

Note sur l'existence de la houille dans le bassin de l'Oued-Guir (Sud oranais) par M. G. B. M. FLAMAND. — *Bull. Somm. de la Société géologique de France*, 27 avril 1908.

Note préliminaire (II) sur les formations secondaires triasiques et infrajurassiques) du Sud oranais (Algérie, Territoires du Sud), par M. G. B. M. FLAMAND. — *Bull. Somm. Société géologique de France*, 27 avril 1908.

Le Directeur-Adjoint,

G. B. M. FLAMAND.

Chargé de Cours à l'École supérieure
des Sciences d'Alger.

Alger-Mustapha, 24 juin 1908.

GLOSSAIRE DES TERMES ARABES & BERBÈRES

EMPLOYÉS DANS CET OUVRAGE (1)

AVERTISSEMENT

En général pour simplifier la lecture de la présente notice, les pluriels sont formés du mot arabe ou berbère au singulier, auquel on ajoute l's caractéristique ; ex : un *oued*, des *oueds*, — un djebel, des djebels, — un r'dir, des r'dirs ; — toutefois exception est faite pour les termes dont les formes au pluriel sont consacrées par l'usage, tels : *ziban*, plur. de *zab*, — *gour*, plur. de *gara*, — *ksour*, plur. de *ksar*, — *faggagir*, plur. de *foggara* (cependant quelques auteurs écrivent des *foggaras*), *aïoun*, plur. de *aïn*, etc.

— Quelques mots doivent, dans certains cas spéciaux, lorsqu'ils désignent des régions ou des lieux-dits, connus sous l'appellation indigène au pluriel, garder cette forme ; on écrira couramment : une *sebkha*, des *sebkhas*, — un *gantra*, des *gantras*, mais on dira aussi : les régions des *sbakh* et des *gnater*, qui précisent ainsi des régions géographiques bien déterminées.

A côté des définitions que nous avons *recueillies sur place* dans les régions ici étudiées, nous avons été amené à en reproduire d'excellentes données par un certain nombre d'auteurs, parmi lesquels nous citerons :

E. CARETTE. — *Exploration scientifique de l'Algérie*, passim 1844.

H. DUVEYRIER. — *Les Touaregs du Nord*, 1864.

M. BEAUSSIER. — *Dictionnaire pratique arabe-français*. Autographié, 1871 et, comme complément BAKIR KHODJA, *dictionnaire pratique français-arabe*, 1908.

V. LARGEAU. — *Le pays de Rirha*, 1879. — Id. *Le Sahara algérien*, 1881.

Général PARMENTIER. — *Vocabulaire arabe-français des principaux termes géographiques* et des mots qui entrent le plus fréquemment dans la composition des noms de lieux, 1881. A. F. A. S., Congrès d'Alger.

Lt-COLONEL FLATTERS. — *Documents relatifs à la mission dirigée au Sud de l'Algérie*. Publ. Ministère des Travaux publics (1^e et 2^e mission), 1884.

G. ROLLAND. — *Vocabulaire*, in *Géologie du Sahara algérien*, 1890.

(1) Extrait d'un glossaire des termes géomorphologiques et hydrologiques arabes et berbères (dialectes kabyle et tamahak) du Nord-Africain, avec figures schématiques qui sera publié ultérieurement.

Général COLONIEU. — « Voyage au Gouraya » *Bulletin Société de géographie de Paris*, 1892-94.

V. DEPORTER. — *L'Extrême-Sud de l'Algérie*. Alger 1890.

F. FOUREAU. — *Rapports de missions* 1892-93, 1893-94, 1894-95, etc., et *Documents scientifiques* (mission saharienne).

Général NIOX. — *Géographie militaire (Algérie et Tunisie)*, 1890.

Commandant N. E. LACROIX et II. M. P. DE LA MARTINIÈRE. — *Documents sur le Nord-Africain* (passim), 1894-1897.

Consulter aussi : de l'auteur. — *De l'Oranie au Gourara*, 1897. — *Aperçu général sur la géologie du bassin de l'Oued-Saoura*, 1897. — *Le pays du mouton*, en collaboration avec A. TURLIN et F. ACCARDO, 1893.

A

Afara, plur. *Ijaran*, estuaire, élargissement du lit d'un cours d'eau, confluent de deux ou plusieurs oueds ; synonyme de *maâder*, généralement couvert de végétation.

— El-Afara (lieu dit) dans le Sahara oriental (Ahenef) et aussi *Tigmi* (berb).

Adjebed. Tronc de palmier, ou longue perche constituant les bras du levier des puits à bascule (*k'ottara*) à l'extrémité du grand bras de levier est toujours ajoutée une branche d'arbre plus flexible et d'un plus faible diamètre à laquelle est fixée la corde de soutien du seau servant au puisement. — (*Gl Colonieu*, loc. cit. p. 78).

Aïn, plur. *aïoun* (litt. œil). — Source de quelque nature qu'elle soit, par gravité ou par pression, fontaine ; se dit aussi des puits artésiens indigènes ou européens et de quelques puits ordinaires profonds du M'Zab.

Aouïna, pluriel *aouïnat* (et), diminutif. — Petite source.

Areg, plur. d'*Erg*. — Région de dunes, amas de dunes, massif de dunes ; dim. *arigat*.

Attata, *atkatha* (*atsatsa*). — R'dir d'oued, petite excavation dans les sables où l'eau se montre pour peu que l'on creuse avec la main (Parm). Dans la région de l'Oued-Djdi et dans celle des Daïas, l'attata est un r'dir d'oued le plus ordinairement *pérenne* ; ex : Attata-Bou-R'dim, à mi-chemin de Laghouat aux Oulad-Djellal, etc....

B

Bahr, pluriel *behour* (litt. mer). — Lac permanent dépression remplie d'eau. Dans les régions de sources ou de puits artésiens, un bahr peut être dû à l'apport d'eaux artésiennes naturelles dans un gouffre (behour des sources dites Djemella

kebira et Djemella srira de l'oasis de Farfar) ou encore à l'extension du bassin d'émergence d'un cherya (Oued-R'ir), ou bien naître de l'effondrement de puits artésiens; ce dernier cas est fréquent dans l'Oued-R'ir.

Les principaux *behour* des Ziban sont, avec les deux précédents : l'Aïn-el-Bahir; 2° bahr Ez-Zerga dans la dépression chotteuse du Zab occidental.

Bahir, pluriel de *bahira* (comp. *bahariat*), diminutif du précédent. — Petite mer. Cf. El-Bahir indiqué ci-dessus.

Bled ou **Blad**, pluriel *Bclad*. — Région définie, contrée, le pays. — *Bled Aïn-Kerma*, région avoisinant l'Aïn-Kerma (Zab occidental); *Bled-el-Atteuch*, le pays de la soif; *Bled-Oulad-Zekri*, le pays des Oulad-Zekri (sens restreint le plus ordinairement employé). L'expression « dans le bled » équivaut, pour ces régions du Sud, le plus ordinairement à celle du Tell « dans la brousse », par opposition à l'endroit que l'on habite, celui fût-il provisoire. *Bled* n'a jamais la signification de « pays inaccessible à l'euro péen » qui a été donnée dernièrement (*Bulletin Soc. Sc. naturelles de l'Ouest de la France*, 30 juin 1908).

— On dit dans certaines régions *ber* pour bled « Ber-el-Hamra », le pays rouge, commandant LACROIX. *Documents III*, 142 note (1).

Bir, pluriel *biar*, *abiar*. — Puits le plus ordinairement profond et maçonné. Ex : *Bir-bou-Chama*, sur la route de Biskra à El-Oued.

C

Cedd, *ced*, *Sedd*, *Sed*, pluriel *ceddoud* ou *seddoud* (litt. versant). — Qui verse; barrage. — *Aïn-Ceddoud*, la source aux barrages (Tolga).

Chegga, pluriel *cheggag* (litt. crevasse). — Terre fissurée, fossé. Tranchées ouvertes étroites (0^m40, 0^m80) et profondes (1 mètre à 5 mètres environ) et souvent très longues, pratiquées au travers des rochers et des atterrissements et, permettant de recueillir l'eau des sources dont les émergences ou les suintements sont situés au-dessous du niveau du sol.

Chergui, fem. *cherguia*, plur. *cheraga*. — De l'Est oriental. Le « Zab Chergui » groupe des oasis et des terres de cultures à l'Est du groupe central de Biskra; comprend : Aïn-Naga, Zéribet-el-Oued, Liana, Badès, El-Kseur, Zéribet-Ahmed.

Chott ou *chatt*, plur. *chtout* (litt. rivage). — Lac, étang ou marécage salé, ordinairement de grande étendue et où aboutissent des cours d'eau; terrain recouvert d'efflorescences salines et susceptibles d'être plus ou moins submergé; terrain salé plus ou moins humide; *sol de chott* fuyant sous les pas dans lequel on enfonce, sur lequel on glisse par suite de la présence d'eaux chargées de sels remontant à la surface par capillarité sous l'action de la chaleur. Chotteux, chotteuse: caractère d'un chott.

Comp. *sebkha* (qui est une cuvette fermée petite ou grande, toujours couverte d'efflorescences), Zarez, quelquesfois aussi Guerara (altération Gourara).

Les chotts des provinces d'Oran et de Constantine sont de très vastes dépressions ; les secondes souvent d'altitude négative ; partiellement à sec ; sur les bords se développe une flore spéciale maritime (salsolacées) qui constitue d'excellents pâturages pour les ovins et les caméliens.

Chria ou *chrya* ou encore *chrya*, plur. *chriat*, *chriaât* (litt. nid). — Source artésienne qui jaillit généralement au fond d'un appareil cratériforme surélevé au-dessus du sol ; assez ordinairement isolée. Quelquefois puits artésiens naturels par effondrement local ; événements naturels des nappes aquifères artésiennes.

D

Dahri pour *dahraoui*, féminin *dahraouiâ*. — Du Nord, septentrional. Quelques auteurs écrivent *dhahraoui* (Parmentier A. F. A. S. 1881). Zab Dahri ou Zab Dahraoui ; réunion des oasis les plus septentrionales du Zab occidental ; comprend Bouchagroun, El-Meïda, Lichana-Zaâtcha, Tolga, Farfar, El-Bordg, Foughala, El-Amri ; on y réunit Doucen.

Se dit aussi Dahrani (fem.-nia).

Debdeb, *debdeba*, *debdaba*. — Sol, terrain, dur et sonore, qui résonne sous les pas. Comme dans le Sahara et plus généralement dans le Sahara constantinois, la carapace gypseuse qui constitue le sol dur et sonore sur lequel on marche, sur lequel sont établies de préférence les pistes, est formée de gypse en cristaux enchevêtrés, de gypse terreux durci ou d'albâtre gypseux grossier, particulièrement dans les Ziban occidentaux et dans les environs des chotts et dans le Souf et l'Oued-R'ir, le mot *debdëb* y devient l'équivalent de celui de *djeps*, c'est-à-dire le « gypse vrai », la pierre à plâtre.

Le « debdeb » ou carapace gypseuse, épaisse quelquefois de plusieurs mètres, est très étendue et joue un grand rôle dans les Ziban ; dans toute la région au Sud de Biskra, dans le Souf, le « debdeb », albâtre grossier, est employé comme pierre d'appareil.

A remarquer le « Djebel Debdeba » aux environs immédiats de Branis (E-S-E), formé d'assises puissantes de *gypse sonore*.

Dechera, *dechra*, pluriel *dechour*, *decheret* (dim). Village, agglomérations de maisons, entouré d'un mur de clôture ; les centres des oasis des Ziban et de l'Oued-R'ir sont des décheras.

Delou, *dhelou*, pluriel *dcla*. — Sorte de seau employé pour le puisement, largement ouvert à la partie supérieure, primitivement en peau de chèvre ou de chameau (*mzâda*), celle-ci maintenue rigide à son ouverture par un cercle de bois grossier (encore en cet état utilisé par les nomades) ; la manche de déversement est formée par la peau du cou d'un chameau ou d'une chèvre suivant les dimensions. Actuellement les *dclous* employés par les sédentaires pour les K'ottaras sont en cuir ; certains propriétaires des oasis du Nord (Sidi-Khald) possèdent de ces *dclous* en cuir à manche de déversement pour *naouras* rivés comme nos tuyaux d'arrosage ; contenance, 40 à 50 litres.

Dindouna ou dinndouna. — Teinture qui, diluée dans l'eau, est employée par les indigènes pour la recherche de l'origine des sources. Ex : à l'Aïn-Zaouïa de Tolga. Quelquefois ils y substituent des cendres.

La dindouna peut être rouge, verte, bleue, etc., la plus généralement employée est rouge ou verte, comme plus foncée et se voyant mieux. (Renseignements dûs au cheikh Ahmed de Tolga).

F

Faidh, feidh, pluriel fiadh. — Ravin peu encaissé, large vallée à peine accusée dont les berges sont insensibles, thalweg indécis, bas-fond allongé, qui se changent en cours d'eau à la suite des pluies; régions de cultures des nomades.

Farfaria. — Région déprimée située au Nord des chotts constantinois, dans la plaine saharienne, au S-E de Biskra. Région dont la fertilité est due aux apports limoneux des crues des nombreux oueds venus du Nord, des chaînes de l'Aourès, et qui s'épandent avant de se perdre dans les bas-fonds salés des chotts.

Foggara, pluriel feggaguir, fogâra (Duveyrier) foggara (Largeau). — C'est essentiellement une galerie souterraine à pente douce, à regards (puits), destinée à donner des eaux vives à fleur du sol dans les palmeraies et jardins en contrebas des oasis. C'est à la fois un appareil de production d'eau et d'adduction; elle peut correspondre hydrologiquement à différents types :

1° Elle est une galerie de captage direct d'une ou de plusieurs sources artésiennes dont le niveau hydrostatique (la surface piézohydrostatique) est inférieur au niveau du sol; en ce cas les puits ne sont que des regards de décharge nécessaire à la construction de la ou des galeries qui vont à la rencontre des sources. Le Ras-el-Aïn ou le Ras-el-Aïoun est, en ce cas, la ou les sources elles-mêmes, la « tête de la foggara ». Température des eaux assez élevées, supérieure à la moyenne annuelle du lieu.

2° C'est une galerie de drainage en même temps que de captage souterrain des émergences multiples artésiennes (filets ou nappe aquifère artésienne) dont le niveau hydrostatique moyen est inférieur au niveau du sol; en ce cas, comme dans le cas précédent, les puits sont de simples regards de décharge. Température des eaux élevée, supérieure à la moyenne annuelle du lieu.

Remarque. — Quelques-uns des regards peuvent correspondre à des émergences de la nappe; ils ne sont plus en ce cas de simples regards, mais des sources (aïn).

3° C'est une galerie souterraine, à regards, d'amenée d'eaux vives d'un cours d'eau souterrain ou à découvert; cette dernière forme est bien connue en Perse sous le nom de Kanot, Kerize; elle est souvent commandée par des conditions d'altitude, et pour combattre l'évaporation. Température variable.

Sur le parcours d'une foggara, et en particulier près des habitations, les regards deviennent, par l'usage qu'on en fait, de véritables puits d'alimentation.

4° C'est une ligne de puits vrais, reliés par une galerie souterraine, répondant dispersion par gravité, provenant soit d'eaux météoriques, soit d'eaux artésiennes, dont les émergences, en ce cas, seraient situées à une altitude plus élevée que celle de la galerie.

Ce serait là le cas de quelques-unes de feggaguir des Beni-Goumi (Oued-Zousfana). Température inférieure à celles de la même région qui sont à alimentation artésienne directe, premier et deuxième types.

Les feggaguir peuvent avoir un grand développement, depuis une centaine de mètres jusqu'à 10 kilomètres et plus; la hauteur de la galerie souterraine est suffisante pour laisser passer difficilement un homme accroupi; il est des exceptions (Touat).

Cf. *Compte-rendu de la campagne 1906-07*. — Service géologique des Territoires du Sud de l'Algérie, pages 22-26, 1907.

Foum, plur. *fouam* (litt. bouche). Débouché d'une vallée dans une plaine; embouchure, confluent; partie à l'aval d'une gorge (khangha).

G

Gara (*garet* dim.) pluriel *gour*. — Mamelon rocheux ou du moins de terrain ferme, sorte de témoin laissé par les érosions; les gour se montrent souvent en grand nombre, rapprochés les uns des autres; ils sont le plus souvent en forme de tronc de pyramide surmonté d'une sorte de chapiteau formé de tuf calcaire ou de gypse, ou de poudingue (carapace, sol de hammada) en assises assez épaisses, et dont les bords surplombent quelquefois. Leurs formes sont très variées; leur nom indique surtout la nature d'un terrain ferme les constituant par opposition au sable meuble, des dépôts éoliens.

Ghedir voir *R'dir*.

Gour voir *Gara*.

Guebli féminin *gueblia*. Du Sud méridional. Le Zab Guebli, réunion des oasis du Zab occidental situées au Sud sur la rive gauche de l'Oued-Djidi et comprenant Oumach-M'illi, Ourlal Menahla, Zaouïet M'illi, Bigou, ben Thiou, Mekhadma, Sahira, Lioua.

Guenina plur *guenin*. Récipient servant à puiser l'eau; (Kottara) au Gourara. — Corbeille ronde formée de palmes tressées et attachées comme un plateau de balance par quatre ficelles, à l'extrémité de la corde que soulève la bascule du puits. — Contenance 8 litres (COLONIEU *B. S. Géog. Paris*, p. 79, 10 juin 1892. — Cf. LACROIX et de LA MARTINIÈRE *loc. cit*).

— Equivalent de « *K'ottara* » (récipient).

Guerba, plur *guereb*. — Outre (peau de bouc).

H

Hamma. — Source thermale.

Hammada, plur. *hammad*. Immense plateau rocailleux, pierreux, sans eau, et où ne croît presque aucune plante; partie la plus désertique du Sahara. La *hammad* du Tafilalet, entre l'Oued-Guir et l'Oued-Ziz, à la hauteur des Bahariat et de Taouz, à environ 80 kilomètres.

Hamman : Bain, étuve, source thermale où sont établis des bains; piscines ou étangs naturels dans lesquels on se baigne.

Hassi, pluriel *hassian*. (On écrit aussi *hâci*, pluriel *hacian*). — Puits ordinairement profond avec un coffrage.

K

Khandek, (*kandac*), *khendeq*, pluriel *khenadick*, *khenadeq* (litt. fossé). — Tranchée, fossé de drainage et d'écoulement dans les oasis (Roll).

Khechba, pluriel *khechbat* et *khecheb*. — Bois de construction, pièce de bois, poutre; dans les oasis, bois de palmier; troncs de palmier (ou fractions) divisés en deux dans le sens de la longueur et desséchés.

K'ottara, *k'otarat*, *khotara*, *khettara* (litt. d'après G. Rolland *Hydr. Vocab.*). Panier ou couffin tressé et goudronné tenant l'eau. — Par extension, on désigne dans les oasis par le même mot les puits à bascule (puits à kottara) parce qu'ordinairement ils sont munis de k'ottara à l'aide desquels on puise l'eau; il est des k'ottaras à une, deux ou trois bascules, le plus habituellement à deux.

C'est le *rerraz* ou *gherghaz*, pluriel *kherrag* du Tinerkouk (Gourara), le « cha-douf » égyptien.

C'est un levier formé d'une longue branche d'arbre prolongée par une plus courte et plus fine, longueur totale 5 à 8 mètres, suivant la profondeur du puits, à son extrémité est attachée la corde qui supporte le récipient de puisement (Voir *Adjébed*).

Le système de l'*adjébed* (levier) (1) pivote autour d'une traverse supportée par un ou deux montants en bois, en terre, ou en maçonnerie grossière; elle est exac-

(1) Je relèverai ici une petite erreur de M. J. BRUHNES dans *Géographie* 1902, page 10, alors qu'il dit que la perche de bois de la kottara repose, en son milieu, sur un point d'appui, le principe appliqué précisément ici est celui du levier.

tement équilibrée à l'extrémité du petit bras, à l'aide de pierres ordinaires (plates et arrondies, percées d'un trou par où passe la petite branche du levier).

C'est dans tout le Sahara, plus ordinairement à l'aide d'un *delou* que se fait le puisement.

Kreibat, sing. de *krcb*, *krcib*; autre pluriel *kraïb*, *kerbin*, *kerban*. — Monticules, mamelons, petites chaînes de collines, le plus ordinairement découpées en forme de « gour » (témoins, sing. *gara*) comme entre le Zab Dahri et le Zab Guebli où ces reliefs n'ont que quelques mètres d'élévation (5 à 8 mètres); front d'un plateau peu élevé, d'un palier, tel que le « **Kreb** » du Tidikelt qui correspond au Nord de Foggaret Zoua et d'In-R'har à la première « marche » du Tadmaït. Escarpement rocheux.

Ksar, pluriel *ksour*, *qcar*, *qçour*. — Château, forteresse où l'on se réfugie en cas d'attaque (archipel touatien), village berbère fortifié, entouré d'une enceinte. Les ksour se rencontrent dans le Sahara et dans le haut pays, dans les chaînes et autres plaines du Sud oranais et algérien. Par extension, les indigènes donnent quelquefois ce nom à des « témoins rocheux » présentant la silhouette d'un ksar.

M

Madjen ou *madjel* ou *majen*, pluriel *mouadjen*. — Réservoir artificiel ou naturel, étang, bassin d'écoulement, quelquefois r'dir (réserve d'eau) dans un rocher. Les r'dirs, réservoirs artificiels découverts, des villages du Zab Chergui, seraient plus justement appelés des « mouadjen ».

Maghder, *marhder*, pluriel *meghader* (maghdir, dim.), *maghdeur*, *meghdeur*, *merdeur*, *merdeur*. — Un maghder type est un r'dir qui consiste en une réserve d'eau, une laisse de crues emmagasinée dans une dépression, dans un bas-fond généralement allongé avec ou sans berges, formé par affouillement dans le fond argilo-limoneux du lit d'un oued.

Un maghder se compose souvent de plusieurs de ces « ravinelements » allongés plus ou moins parallèles. La profondeur peut atteindre 3 et 4 mètres voire davantage. Ils naissent ordinairement dans les zones d'épanouissement (maâder ou afaras, ifaran) des thalwegs des oueds sahariens; exemple : Oued-Djdi entre Ksar-el-Hiran et l'Oued-Demmed; région saharienne des dafas. Oued-Guir dans la partie forestière « des *Bahariat* »; ce grand oued vers les ksour d'Abadla n'est à vrai dire qu'un très grand « maghder ».

Lorsque cette expression n'est pas déviée de son acception restreinte, elle est sensiblement l'équivalent de la *méchera* du Sud-Ouest. Ex : « Méchera-el-Khonag ».

Marhdar, voir *Maghder*.

Méchera, pluriel *mechara* ou *méchrâa* (litt. gué, oued, contenant de l'eau, abreuvoir). — Terme qui s'emploie au Sahara et dans le haut pays pour désigner le ou les sillons découpés dans les cuvettes à fond d'argile des thalwegs des oueds

dans leurs zones d'épanouissement, ou des ravins, ou des faidhs, et où l'eau peut séjourner un long temps après les fortes pluies (r'dir). ex : les mécheras des steppes du Nord et du Sud du Chott-R'arbi; de l'Oued-Zergoun (S. Or), etc...

Mekader, Mekadour (voir *Maghder*).

Mekder, (voir *Maghder*).

M'Keb, *mekébb*, *m'keub*. — Confluent d'oueds; par extension r'dir au confluent d'oueds.

Mzâda, outre faite de la peau d'un jeune chameau (CARETTE, *loc. cit.*).

N

Naoura. — Noria, puits à roue, puits à poulie à traction humaine ou animale (chameaux, chevaux, ânes) tels les puits du M'Zab, des Ouled-Djellal, Sidi-Khaled, etc... Au lieu de s'enrouler sur un axe (treuil) la corde est tirée directement dans toute sa longueur; en général, pour remonter la charge d'eau (delou), l'homme ou la bête de somme s'éloigne de l'orifice du puits par une voie en pente, soit en remblai, soit le plus ordinairement en déblai (chemin creux); cette disposition permet un moindre effort pour la montée de la charge.

Nebka (*Nebket*), plur. *Nebak*. — Colline de sable, petite dune; espace couvert de petites dunes, sol de sable agglutiné, généralement peu mouvementé (P.); terrain de sable meuble ou mi-meuble, praticable malgré quelques vallonements peu sensibles (P.); terrain sableux, tantôt mamelonné, tantôt ondulé. Dans le premier cas, on voit tous les trois ou quatre mètres un monticule de 0^m 50 à 0^m 80 de hauteur, surmonté d'une touffe de végétation. Dans le second cas, les petits monticules sont remplacés par des rides plus ou moins écartées et des hauteurs très variables. Ainsi parfois, ces rides n'ont que 1 ou 2 mètres de haut et laissent entre elles des creux d'une largeur à peine supérieure à leur hauteur, parfois aussi elles sont écartées de 100 à 200 mètres et s'élèvent de 4, 5 ou 10 mètres au-dessus du creux. (Beringer, rapport, *in* Flatters, 1^{re} mission, p. 99).

O

Ogla, pluriel *oglat*, *ougloû*. — Groupe de puits (hassi) en général très peu profonds, dans un bas-fond à terrain assez meuble, pouvant parfois se creuser à la main, ou plus ordinairement dans le lit d'un oued, au débouché d'un torrent. Puits

large et peu profond en terrain sablonneux (Dep.) par extension on appelle « Oglâ » (Adzjer) une partie peu encaissée d'un oued ou son épanouissement, lorsque ceux-ci permettent l'établissement facile de puits de ce type.

Oglâ est presque synonyme de tilmas, plur. tilmamis (berbère, tamahak), mais ces derniers points d'eau sont toujours établis dans le lit des oueds (Foureaux). Tsmâïd, puits peu profond creusé dans une dépression et aussi dans les oueds est mieux l'équivalent d'Oglâ.

Oued, *ouad, ouadi*, plur. *aoudia, ouïdan*. — Cours d'eau, fleuve, rivière; lit d'un cours d'eau le plus souvent à sec; thalweg, vallée, ravin d'écoulement d'une pluie d'orage; vastes régions où sont drainées les eaux superficiellement ou souterrainement. Ex : Oued-R'dir, Oued-Souf, Oued-Djidi, Oued-Ighaghar, Oued-Saoura.

L'oued, dans le Sahara, est quelquefois appelé « Sa'han ».

L'oued peut n'être qu'un simple canal, une séguia. Ex : les canaux d'alimentation des oasis du Zab Guebli; Oued-Oumach, Oued-M'lili, Oued-Seddoud à Tolga.

R

Ras, pluriel *rous* (litt. tête). — Origine. Ras-el-Aïn, la tête de la source, son point d'émergence. Ras-el-oued, ras-el-mâ, la tête de l'oued, son origine, l'origine des eaux. Ras-el-Erg, la tête, la pointe de l'Erg, du massif des dunes; appliquée aux reliefs veut dire : site, sommet, éperon, cap, promontoir.

R'dir, *ghedir, redir*, pluriel *redair* (litt. traître, trompeur, faux). Les r'dirs sont des points d'eau temporaires, des bassins, des cuvettes etc... à fonds imperméables, argileuses ou rocheuses qui gardent l'eau un temps plus ou moins long. Leurs manières d'être (nature, forme et gisement) sont des plus variées et par conséquent elles ont reçu des indigènes pasteurs, très observateurs par nécessité, pour chaque cas différencié, un nom spécifique approprié.

On peut diviser les r'dirs en r'dirs d'oued (laisses de crues) et en r'dirs sporadiques (étangs, marais, creux de rochers, etc...). Parmi les premiers se classent la Guelta (bas-fond, poche d'eau), le Maghdeur, la Maqtaâ (gué), l'Attata dont la durée est parfois très longue, l'Oglâ (pays Azdger), le Naba ou Neba (confluent, coude d'oueds). Parmi les seconds, le Madjen, la Méchera, quelquefois la Daïa, le R'dir (sensu stricto).

Tous peuvent être génériquement désignés sous le vocable r'dir, les deux divisions ci-dessus peuvent comprendre des r'dirs simples à épuisement rapide, et des r'dirs alimentés de longue durée (r'dirs de Bou-Aroua, Oued-R'arbi).

S

Séguia, *saguia, saquia, saguïya* (COLONIEU, *loc. cit.*) plur. *saguïet, siguïat*. — Canal d'irrigation, conduite découverte, rigole, quelquefois aqueduc. Par extension

terme géographique équivalent à oued. Longue dépression, thalweg réunissant des oueds secondaires : Saguiet-el-Hamra (Sahara oriental).

Souf ou *çouf* (berb.), corruption de *asef*, *acef*, plur. *isaffen* : rivière, fleuve, cours d'eau en général, visible ou caché; **Ex** : souf (région), Souf-Kesser au N.-E. de Figuig; Souf-Cellem (Chélif). — « Oued-Souf » (tautologie). — Syn. d'*oued*. Cf. CARETTE, *loc. cit.* p. 145.

T

Takharat. — Buttes de terre argilo-sableuse surmontées de touffes d'arbustes (apports éoliens) ; on encore, témoins d'érosion, sortes de petits gour sans table supérieure, avec végétation au sommet. Tidikelt, documents photographiques de M. le commandant Cauvet.

Tilmas, pluriel *Tilmamis*. — Voir *Ogla*.

Tsmaïd. — Trou peu profond creusé dans une cuvette à fond argileux où la nappe aquifère accumulée temporairement à la suite des pluies est dissimulée par une couche de sable; ce terme s'applique aussi aux excavations que l'on creuse dans le lit des oueds. En tamahak le mot *tilemmas* ou *tilmas* a le même sens; voir aussi *Ogla*.

Z

Zab, pluriel *ziban*. — Nom donné aux groupes d'oasis qui se trouvent dans le Sahara constantinois au pied des chaînes atlasiques (monts des Oulad-Zekri et Aourès) ; on divise les Ziban en Zab oriental Zab central et Zab occidental.

Le Zab central comprend les oasis de Biskra avec El-Morra, Corra, Lilia, Filiach, puis, à l'Est, Chetma, Droh, Sidi-Khellil, Sidi-Okba, Thouda, Seriana et Garthā.

Voir aux mots *Guebli*, *Dahri* et *Chergui* pour les autres groupes des Ziban.

INDEX DES NOMS GÉOGRAPHIQUES

	Pages
Afara	94
Ahaggar	128
Ahenet.....	128
Ahmar-Khaddou. Voir Djebel Ahmar Khaddou.	
Aïn-Allah	12-20
Aïn-Amara (Tolga).....	49-53-65
Aïn-Béïda (Telagh).....	89
Aïn-Belkhassem ben Hamoud.....	48
Aïn-Benett	32
Aïn-Bennan	49
Aïn-ben-Nouï.....	50
Aïn-bent-Chili	15
Aïn-Berdadi (Kes-Kes)....	11-23-66
Aïn-Bezania	11-30-32-50
Aïn-bordj-Briji	11-60-62-63
Aïn-Dehb.....	11-49
Aïn-Djorf	11-49
Aïn-Faouar.....	50-59
Aïn-Fillaouch (Propriété Reboud).....	44-47-65
Aïn-Fillaouch (orientale).....	47
Aïn-Forthassa	72-75
Aïn-Foultana	51
Aïn-Guessa	43
Aïn-Hadjar.....	59
Aïn-Hadjel	12

	Pages
Aïn-Kebach	12
Aïn-Kebira	12-50-56
Aïn-Kerma	44-47-65
Aïn-Keskes (Berdadi).....	11-23
Aïn-Khelilia	1
Aïn-Koudiat	11-49
Aïn-Lioua	45-59-72-75-76-79-81
Aïn-Maza	12-19
Aïn-Mechaïch	12
Aïn-Mennouna	124
Aïn-M'Lili	32-40 45-126 (plan 92-93)
Aïn-Mogloub	43-48-56
Aïn-Mothi	48
Aïn-M'Tora	32
Aïn-Mzâta	11-31-32-59-61
Aïn-R'Nanech	32
Aïn-Saïegue	48
Aïn-Sefra	8-125
Aïn-Shargelotan	48
Aïn-Sidi-Merazzi	59
Aïn-Thour	48
Aïn-Zaouïa	65-69
Aïn-Zerga	12-13-19-45-47-59
Aourès (Voir Aurès).	
Atlas	32-36-39-44 46
Areg.....	101
Aurès	27-36-70-71-86-89-115
Bachi (El-).....	32
Badès (Ad Badias).....	82-86-88
Bahîr (El-).....	45-47-72-75-76-79-81

	Pages
Bahr (2°).....	47-72
Bargâ (La).....	120-123
Bel-Hadi	123
Ben-Thious	45-92
Bled-Aïn-Kerma	44
Bir-Bou-Chama	9-127
Bir-Sadouri	36
Biskra.. 7-9-11-14-15-25-35-36-43-44-46-52-70-71-82-85-92-97-103- 107-113-115-126.	
Bordg (El).....	71-75-76
Bordg-ben-Briji.....	17
Bordg-Ounos	52-112
Bossuet (Daya).....	14
Bou-Chagroun	43-48-61-65-66
Bou-Denib.....	124
Bou-R'dim (Oued Djdi).....	111
Bou-Saâda	14-36-65
Branis.....	107-108-113-115-116-119
Chabet-Kerkour (Touat).....	9
Chebikhet-el-Aroui	112
Chebket-Djihani	124
Chebket-Mennouna	124
Chetma..... 12-13-15-19-20-21-28-46-50-52-107-119 (Plan 12-13)	
Chotts.....	27-70
Chott-Melghir	10-25-45-91
Chott-Salem	25
Cora.....	94
Crouzet (Square)..	97
Daya (Bossuet).....	14
Demmed (Déchera de).....	92

	Pages
Dépression chottouse.	36-40-43-44-46-47-59-69-71-77
Djebel-Amour	91
Djebel-Ahmar-Khaddou.....	104-121
Djebble-Béchar	120-124
Djebel-Deba	36
Djebel-Debdeba.....	116
Djebel-bou-Gheral	36
Djebel-bou-Zarez	108
Djebel-Djellal (cercle de Djelfa).....	108
Djebel Khemachich.....	104
Djebel Mohr.....	116
Djebel Senia.....	36
Djebel Sidi-Mohammed.....	36
Djelfa	90-97-105-107-108-126
Djemella Kebira et Srira.....	72
Djemmora	107
Doucen	10-25-44-47-50-52-59-107-119-120
Drauh voir Droh.	
Droeu voir Droh.	
Droh	28-46-107-119
Droheu voir Droh.	
Eddis	14
Egypte.....	70
El-Faidh	70-85
El-Amri	44-61-66-71-112-119
El-Assafia	91-95
El-Goléah	97
El-Kantara	36-108-111-115
El-Kreïbat	45-71
El-Kseur	82-86-88

	Pages
El-Hadjadj,.....	126
Ez-Zerga. (Voir Aïn-Zerga).	
Farfar	72
Farfaria	70-85
Filiach	70-97
Fillaouch. (Voir Aïn-Fillaouch).	
Foughala	44-52-61-111-112
Foum-el-Kherza	103-126
Garthâ	25-46
Ghorassa	123
Golb-Aouda	124
Gueltat-Sidi-Salah	123
Habel	119
Haci-bou-Bernous	126
Haci-Ratina	123
Hammam-Selam, Hammam-Salahim.....	47-40
Harrach (Oued).....	99
Haut-Pays	85-102-107
Houdh	70-85
Igharghar (Oued).....	99
Igli.....	125
Igosten.....	67
In-Salah	80
Khangua-Sidi-Nadji	86-88-89-90-108-109-112-115
Khanguet-Zaccar	108
Khanguet-Sidi-Nadji. (Voir Khanga).	
Khenadsa.....	123-124
Kréibat.....	45
Ksar-Hirane.....	9-10-14-91-93-95-107
Laghouat.....	10-65-91-96

	Pages
Liana	82-86-88
Lichana	32-44
Lilia	97
Lioua	45-92-119
Loire.....	101
M'Chounech	107-121
Melghir. (Voir Chott Melghir).	
M'Keb	111
M'lili. (Voir Oued M'lili).	
Menakeb (El-).....	126
Messad	10-101-107
M'Zab	93-94
Nil.....	101
Oued-Abdi.....	115
Oued-Besbès	113
Oued-Biskra.....	96-97-99
Oued-Branis.....	113-116
Oued-Demmed	91-93-94-111
Oued-Djemmaâ.....	99
Oued-Djdl... 9-10-25-44-45-46-91-92-93-94-95-96-99-101-107-111- 112-127.	
Oued-el-Abiodh	11-103-104-115-126
Oued-el-Arab	82-86-89-90-97
Oued-el-Guechtaue.....	82-86-97
Oued-Guir.....	120-123-124-128
Oued-Hadjaïa	105-106-107-126
Oued-Igharghar.....	99
Oued-In-Sokki.....	99
Oued-Ifel.....	111
Oued-Leftah.....	113
Oued-Melah	25

	Pages
Oued-Messad.....	101-107
Oued-Mya.....	99
Oued-Mzi.....	91-95-96
Oued-Nador (Tiaret).....	126
Oued-R'ir.....	11-13-47-96
Oued-R'tem.....	111
Oued-Saoura.....	9
Oued-Seggueur.....	98
Oued-Touazi.....	97-104-107
Oued-Ziz.....	124-125
Oulad-Djellal.....	9-10-25-44-45-91-92-107-111-112-119
Oulad-Zekri.....	36-71
Oumach.....	21-56-59-70
Ourlal.....	45-92
Outaïa (El-).....	36-108
Ras-el-Aioun.....	97
Ras-el-Mâ.....	97
Reggan.....	8-127
Saâda (plaine).....	96
Sahara.....	7-10-25-26-48-92-96-99-101-102-107-119-128
Sahira.....	72-76-79
Saïda.....	128
Sériana.....	46-104
Sidi-Bou-Rouague.....	52-112
Sidi-Chaïb.....	14
Sidi-Khaled.....	25-44-45-92-93-112
Sidi-Khellil.....	12-13-14-17-19-21-23-28-30-46-52-59-61-63-66-116-119.
Sidi-Okba.....	46-85-104-127
Silga (plaine de).....	36

	Pages
Slissen (Telagh)	89
Sok-Sok-el-Aptal	75
Souf	127
Srah-mta-Chicha	107-115-117-119-121
Sud-Oranais	9-40-95-124-128-129
Tabelbalet	9
Tadjemout	90
Tadmeyt	128
Tafilalet (Hammada du).....	124
Taghit.....	96
Takbarat.....	16
Tazoult (Touat).....	8
Telagh.....	89
Ihouda.....	46-104
Tidikelt	16 67-79-123
Tilmekmeret (cercle de Djelfa).....	108
Timimoun	8-127
Tolga.....	11-21-48-49-51-52-53-66-69-71-76-111
Touat.....	8-126-127
Touazi. (Voir Oued-Touazi).	
Touggourt	7-95
Valais.....	104
Zaâtcha	44
Zab	25
Zab-Central....	11-17-21-23-25-27-28-30-31-32-36-46-47-50-52-59-60-61-63-66-70-116-120.
Zab-Chergui.....	10-25-46-82-89-108-119-120-127
Zab-Guebli.....	10-25-36-43-45-46-69-70-75-76-77
Zab-Dahri.....	11-25-32-36-40-41-43-44-47-49-56-59-61-65-70-72-75-77-81-107-127.

Pages

Zab-Occidental.....	10-25-26-27-28-36-43 (44-45)-56-59-69 76-77-95-119.
Zab-Oriental. (Voir Chergui).	
Zaccar (cercle de Djelfa.....)	108-111
Zaouïa-Tahtania.....	96
Zenaga.....	9
Zerga (Ez).....	45-47-72-75-76-79-81
Zeribet-Ahmed	25-82
Zeribet-el-Oued.....	82-86-97
Ziban... 7-21-22-25-26-27-28-30-32-36-40-44-46-47-50-59-70-82-95-97-119.	
Zousfana (Oued).....	96-125

INDEX ALPHABÉTIQUE

DES NOMS DE PERSONNES ET D'AUTEURS CITÉS

	Pages
Accardo	92-132
Amici	70
Angot	35
Bakir-Kodja	131
Beaussier	131
Bernard (Lieut.).....	9
Breton (Cap.)	8-125
Brouardel (D ^r)	30
Brunhes J.....	14-71
Carette (E).....	131
Cauvet (Commandant)	14-16
Cheikh Ahmed (de Tolga).....	134
Clerget de Saint-Léger (lieut.).....	126
Colombo (Instituteur).....	35
Colonieu (Général).....	132
Coste (Lieut.)	123
Cullerier	61
Daubrée.....	99
Deporter (commandant).....	132
Douvillé (Professeur).....	124

	Pages
Dubocq (Ingénieur).....	26-50
Duveyrier (H.).....	131
Fau	61
Féliu (E.).....	26-61
Ficheur E. (Professeur).....	115-116
Flamand (G.-B.-M.)..	9-10-50-91-92-123-124-128-129-132
Flamant A. (Inspecteur des Ponts et Chaussées)....	70-47
Flatters (colonel).....	131
Foureau F.	132
Gauckler (Ingénieur).....	96
G.-M. (Génie militaire).....	35-97
Guillo-Lohan.....	125
Huot (Lieut.).....	123-125
Jamin.....	56
Jus H. (Ingénieur).....	13-25-28-29-32-35-50-51-56-60-61-75
Lacroix (commandant).....	132
La Martinière (de) H. M. P.....	132
Laquière Emm. (Lt-colonel).....	8-127
Largeau	131
Levat (Ingénieur).....	40
Lévy-Salvator (Paul).....	71
Marès (D ^r Paul).....	26-50-56
Martel (Hydrographe).....	30
Maury (capitaine).....	120-123
Mosny (E.).....	30
Niox (général).....	132
Osval	61

	Pages
Parmentier (général).....	131
Pouyanne.....	99
Péron A.....	14
Pitavy.....	17-23-63
Priou (maréchal des logis).....	9-125
Reboud	65
Reclus (Elisée).....	70
Rolland G. (Ingénieur)... 13-26-28-29-35-36-50-51-56-59-60-75-96-97-131.	
Robert (commandant).....	76
Sériziat (D ^r).....	26-35
Thévenet (Professeur).....	35-36
Tissot Ch. (Ingénieur).....	28-29-115
Tonnelot	51
Touchard (Commandant).....	9
Treille (D ^r).....	61
Turlin (A).....	92-132
Ville G. (Ingénieur)..... 13-25-26-27-29-36-50-51-53-60-61-96-99	
Voinot (Capitaine).....	125-128
Zeiller (Professeur).....	123-124

LA BIBLIOGRAPHIE concernant les ouvrages dont il a été fait mention dans cet exposé, se trouve pour chacune des citations d'auteurs, soit en notes infrapaginales, soit dans le texte même ; on voudra bien s'y reporter.

TABLE DES FIGURES

Toutes les figures, sauf indication différente, ont été dessinées, d'après les croquis de l'auteur, par M. M. FERRAND chef des Travaux graphiques du *Service géologique de l'Algérie*.

Pages

FIG. 1. — Coupe transversale d'une *Chegga* montrant trois émergences de sources; une au mur, deux sur les parois (droite et gauche) de la tranchée qui la constitue..... 14

FIG. 2. — Travaux de dégagement par paliers et talus, du bassin de la source de Bordg-ben-Briji (source A);..... 17
SIDI-KHELIL, ZAB CENTRAL

FIG. 3. — Travaux de dégagement, par paliers et talus de l'Aïn-Keskes (Aïn-Berdadi)..... 23
SIDI-KHELIL, ZAB CENTRAL

FIG. 4. — Schéma d'une source *artésienne naturelle* de la 1^{re} catégorie (par pression)..... 30
AÏN-BEZANIA (SIDI-KHELLIL, ZAB CENTRAL)

FIG. 5. — Schéma d'un gisement d'une source *artésienne naturelle* de la 1^{re} catégorie (par pression)..... 31
AÏN-MZATA (ZAB CENTRAL)

FIG. 6. — Schéma des gisements de sources *artésiennes naturelles* appartenant à la 2^e catégorie (par pression)..... 33

Remarque. — Les points noirs situés à la limite des terrains crétaciques ou suessoniens et du terrain tertiaire continental représentent les *griffons-origines*.

Cette remarque s'applique aux figures suivantes.

FIG. 7. — Schéma des gisements des sources *artésiennes naturelles* appartenant à la 3^e et 4^e catégorie (par pression dans les deux étages géologiques traversés par les griffons). 35

A la limite des terrains crétaciques ou suessoniens et quaternaires sont les *griffons-origines*.

FIG. 8. — Schéma du gisement d'une source *naturelle artésienne* (mixte) de la 2^e catégorie par gravité (terrain tertiaire) depuis le griffon origine jusqu'à l'émergence S 2 extérieure 37

Emergence souterraine (par pression), au contact du tertiaire et du crétacique.

FIG. 9. — Schéma du gisement d'une source *artésienne naturelle* (mixte) de la 4^e catégorie, par gravité, terrain quaternaire, depuis le griffon-origine jusqu'à l'émergence extérieure 39

(A émergence souterraine (par pression) au contact du quaternaire et du crétacique).

FIG. 10. — Profil du plateau du Zab occidental passant par Tolga et Lioua. Echelle approximative, longueurs : $\frac{1}{150.000}$
hauteurs : $\frac{1}{1.600}$ 44-45

FIG. 11. — « FOGGARA naturelle » formée par une suite d'effondrements localisés (regards) de la carapace de *debdeb* et réunis par un canal *naturel* souterrain..... 48

AÏN-MOTHI (BOU-CHAGROUN, ZAB DAHRI)

Coupe transversale et vue perspective des regards.

FIG. 12. — « FOGGARA » (Aïn-Amara) creusée par les indigènes dans un jardin de l'oasis de Tolga..... 53

FIG. 13. — Schéma des modes de gisement des sources *naturelles artésiennes* (mixtes) appartenant à la 4^e catégorie, sources vraies et fausses sources (résurgences). Sources par gravité dans le terrain quaternaire depuis l'émergence souterraine des calcaires, du griffon-origine, jusqu'à la première émergence extérieure S 4..... 57

La zone ponctuée représente les attérissements quaternaires.

Erratum : Dans cette figure, après la troisième flèche en commençant vers la gauche, il manque une lettre P qui devrait indiquer une seconde perte du cours d'eau passant de *ca* (au jour) à *cs* (partie souterraine).

FIG. 14. — Coupe transversale montrant la disposition, par paliers et talus, suivie dans le dégagement des émergences de l'Aïn Bordg-ben-Briji. (Terrain meuble). 60

(SIDI-KHELIL, ZAB CENTRAL)

FIG. 15. — Coupe transversale montrant la disposition suivie dans le dégagement et l'établissement de la séguia de l'Aïn Bordg-ben-Briji. (Terrain meuble)..... 62
(SIDI-KHELIL, ZAB CENTRAL)

FIG. 16. — Travaux d'établissement, par paliers et talus, de la séguia de Bordg-ben-Briji..... 63
(SIDI-KHELIL, ZAB CENTRAL)

FIG. 17. — Coupe transversale montrant la disposition suivie dans le dégagement et l'établissement du drain de l'Aïn-Berdali. (Terrain résistant)..... 66
(SIDI-KHELIL, ZAB CENTRAL)

FIG. 18. — Disposition schématique (plan) d'une *chegga* en « branches alternantes »..... 67
(IGOSTEN, TIDIKELT ORIENTAL)

FIG. 19. — Disposition schématique (plan) d'une *chegga* composée de « branches alternantes »..... 68

FIG. 20. — Disposition schématique (plan) d'une *chegga* « en rateau » (à quatre sources)..... 68

FIG. 21. — Vue en perspective plongeante (schéma) d'une *chegga* simple, présentant plusieurs émergences de sources : à la tête (puits) et tout au long de la tranchée qui la constitue 69

FIG. 22. — Disposition schématique. — Vue en perspective plongeante d'une *chegga* « en rateau » (à quatre sources) 73

FIG. 23. — Profil du Zab occidental établi un peu à l'Est de celui de la figure 10 (Est de Tolga-Lioua) montrant les rapports existant entre le plateau du Zab Dabri « la dépression chottéuse » et le Zab Guebli..... 77

Echelle approximative, longueurs : $\frac{1}{100.000}$ hauteur : $\frac{1}{1.600}$

FIG. 24. — Vue générale de la disposition des alignements des *feggaguir* dans le Tidikelt oriental (In-Salah)..... 80

Chacun de ces alignements de « regards » correspond à une *foggara*.

FIG. 25. — Vue en coupe longitudinale (croquis) de la disposition générale d'une *foggara*, montrant le canal souterrain collecteur des eaux, les regards (pseudo-puits) et les cratères de déblais qui les entourent. (Cette figure ne correspond qu'à une partie de *foggara*.....) 81

Echelle approximative : $\frac{1}{200}$

FIG. 26. — Vue en coupe longitudinale (détail) d'une *foggara* montrant les « regards » entourés extérieurement de leurs petits cratères de déblais, et le canal souterrain qui les relie. Au mur et aux parois de ce dernier, voire au toit, se montrent les émergences des sources ou les suintements de la nappe aquifère qui alimente la *foggara*..... 83

La flèche indique la direction de la pente.

Echelle approximative : $\frac{1}{300}$

FIG. 27. — Coupe transversale (détail) d'une *foggara*, montrant un regard et son cratère de déblais, le canal collecteur souterrain et deux émergences des griffons des sources artésiennes, l'une au mur et l'autre sur la paroi de gauche. 87

Echelle approximative : $\frac{1}{200}$

FIG. 28. — Croquis-coupe géologique relevé le long de l'oued Khanga-Sidi-Nadji suivant une direction N. S. — La ligne ponctuée indique le fond du lit de l'oued; la flèche est dirigée suivant le sens du courant..... 109

Echelle approximative, longueurs : $\frac{1}{20.000}$ hauteur : $\frac{1}{2.000}$

FIG. 29. — Coupe géologique N S, passant par Branis, oasis au N E de Biskra..... 113

Echelle, longueurs : $\frac{1}{200.000}$ hauteur : $\frac{1}{20.000}$

Remarque. — Les poudingues qui, au Sud, couronnent les petits plateaux compris entre les oueds Leftah et Besbès et le ravin au Sud de ce dernier, appartiennent au pliocène; ils sont antérieurs aux *poudingues* développés en plateau ondulé entre l'oued Leftah et l'oued Branis.

FIG. 30. — Coupe géologique relevée au N E de Biskra et passant par la Srah M'ta Chicha (sommet 370) et l'oasis de Sidi-Khellil (Zab central)..... 117

Echelle approximative, longueurs : $\frac{1}{200.000}$ hauteurs décuplées

Remarque. — Au Nord de Sidi-Khellil, les petits bancs de poudingues discordants sur le miocène supérieur continental et non indiqués par une lettre spéciale sur la coupe, appartiennent au pliocène récent.

FIG. 31. — Coupe géologique passant par l'extrémité N E de la Srah M'ta Chicha (Kef-el-Gouna) et le Ras ben El-Abiodh (Djebel Ahmar-Khaddou) au Sud de M'Chounech. Région au N E de Biskra. — Qa : Poudingues et sables (quaternaire ancien)..... 121

Echelle, longueurs : $\frac{1}{200.000}$ hauteur : $\frac{1}{20.000}$

HORS TEXTE :

FIG. 10. — Profil du plateau du Zab occidental passant par Tolga et Lioua..... 44-45

PLAN des sources de l'oasis de Chetma au $\frac{1}{5.000}$

D'après le levé de M. Barbaud, architecte-voyer de la commune indigène de Biskra. (Autographie du *Service des Cartes et Plans* du Gouvernement général de l'Algérie)..... 12-13

PLAN général des sources de M'lili au $\frac{1}{400}$

D'après le levé de M. Barbaud, architecte-voyer de la commune de Biskra. (Autographie du *Service des Cartes et Plans* du Gouvernement général de l'Algérie)..... 92-93

CARTE SCHÉMATIQUE montrant la « dépression chottouse » dressée au $\frac{1}{200.000}$ par l'auteur, d'après les documents topographiques (mappes) du *Service géographique de l'Armée*. (Autographie du *Service des Cartes et Plans* du Gouvernement général de l'Algérie.



TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Avant-propos	7
Archives	8
Missions	9
GÉOHYDROLOGIE APPLIQUÉE ;	
I. — Les sources artésiennes à appareils oratéri- formes	11
Génèse	15
Applications	20
II. — Inventaire des ressources en eau des Ter- ritoires du Sud. — Les sources des Ziban (1^{re} partie)	22
L'origine des eaux des Ziban.....	32
Décapelage naturel de la carapace de <i>Debdeb</i> du plateau du Zab Dahri.....	40
Petits barrages souterrains.....	43
Reliefs, dépression chotteuse, Kreïbat, Zab Guebli, profil, Zab central.....	44
<i>Groupe occidental</i> . — Sources et points d'eau divers dérivés. — Résumé des caractéristiques.....	46
Behour	47
Cheggas, Feggaguir, sources à appareils cratéri- formes	49
Températures (tableau).....	50

	Pages
Mode de gisement et nature des sources et des points d'eau dérivés	51
Fausse sources, remarque.....	55
Dispersion des sources.....	56
Applications	59
<i>Dépression chottreuse</i> entre le Zab-Dahri et le Zab Guebli, El-Bahir.....	71
El-Bahir, Aïn-Zerga, Aïn-Lioua.	72
Aïn-Forthassa, Remarque.....	75
Forages de puits artésiens.....	79
<i>Le Zab Chergui</i>	82
Eaux de pluie, Crues, Puits, R'dirs.....	85
Construction de citernes ou de puits profonds.....	88

III. — Les eaux vives (Ruissellement).

Utilisation des cours d'eau sahariens. Pertes et réapparitions, terres de culture.....	90
Les barrages. — Barrages d'absorption. Barrages de submersion (d'imbibition). <i>Cours d'eau sahariens localement alimentés par des sources</i>	93
<i>Barrages de dérivation, barrage sur l'Oued-el-Abiodh (Foum-el-Kherza)</i>	103
Barrage sur l'Oued-Hadjia.....	105

IV. — Recherches géologiques. — Documents pour l'établissement de la carte géologique des Territoires du Sud ((Généralités).....	107
---	-----

Principaux résultats stratigraphiques

Terrains secondaires, système crétacique.....	108
---	-----

	Pages
Urgo-aptien (Zaccar-Djelfa), Sénonien (Nord de Tölga)	108
Terrains tertiaires (série éocène, calcaires à silex et à ménilite)	111
Oued-Djdi, Oulad-Djellal, Khanga Sidi-Nadji.....	111
Série oligocène (Poudingues et argiles rouges.....	115
Nord de Branis. Khanga Sidi-Nadji.....	115
Série miocène et mio-pliocène, Branis, Srah m'ta Chicha, Nord-Est de Biskra, Droh-Chetma, Sidi-Khelil. etc.....	116
Série pliocène, — pliocène supérieur (Nord et Nord Est de Biskra).....	119
Terrains pleïstocènes (Ziban, Doucen, Lioua, dépression chottouse).....	119

<i>Existence de la houille dans le Sud-Oranais.....</i>	120
Etat de la question, — Etage Moscovo-Westphalien.	120
Gisements de Bel-Hadi (Khenadsa) de Grorassa, de Haci-Ratma	123
Carboniférien inférieur	124
V. — Rapports de tournées et détermination de documents scientifiques.....	125
Bibliographie des publications de l'année se rapportant aux régions étudiées.....	128
* * *	
Glossaire des termes arabes et berbères employés dans ce travail.....	131

Index des noms géographiques.....	142
Index alphabétique des auteurs cités.....	153
Table des figures.....	157

Carte schématique des Ziban.

