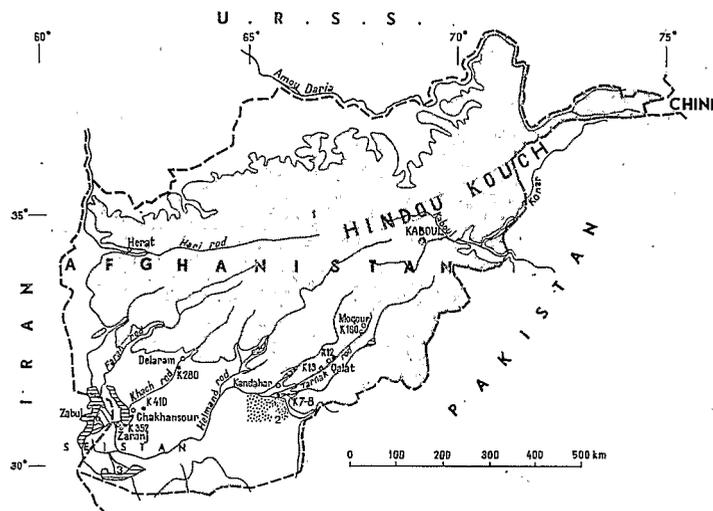


GÉOLOGIE. PÉDOLOGIE. — *Signification géologique, pédologique et paléoclimatique de formations paléolacustres et deltaïques au Séistan (Afghanistan méridional)*. Note (\*) de M. Jean Pias, transmise par M. Albert F. de Lapparent.

Au Quaternaire récent un lac important a recouvert une partie de l'Afghanistan méridional. Sa plus grande extension est donnée par des dolomies et des sédiments calcaires lacustres datés entre  $34\,300 \pm 1\,900$  et  $26\,270 \pm 880$  ans B. P. Le Tarnak Rod, rivière tributaire de ce lac, présente 3 terrasses successives ( $27\,400 \pm 880$  et  $15\,970 \pm 240$  ans B. P. pour les deux plus anciennes) et une formation deltaïque sableuse, se superposant aux dolomies, au débouché des massifs. L'assèchement de ce lac apparaît dû à une aridification qui se serait accusée à une époque récente ( $9\,030 \pm 125$  ans B. P.).

La région de Kandahar, située au débouché des massifs d'Afghanistan central prolongeant la chaîne de l'Hindou Kouch vers le Sud, se présente comme la bordure d'une vaste dépression au milieu de laquelle émergent encore quelques inselbergs. Située à une altitude de 1 200 m environ, elle s'abaisse progressivement au Sud-Ouest vers le Séistan <sup>(1)</sup> pour atteindre 470 m vers Chakhansour et Zaranj où se trouvent trois lacs résiduels, alimentés par les rivières Farah, Khach, Helmand. Deux deltas successifs de cette dernière rivière sont visibles à l'Ouest et au Sud de Zaranj.



1. Altitude supérieure à 1 000-1 200 m ; 2. Delta fossile ; 3. Lacs et étendues marécageuses actuels.

K 7-K 8, etc., échantillons datés au carbone 14

Cette vaste dépression située en climat méditerranéen <sup>(2)</sup> aride (Kandahar) à très aride (Zaranj) a été recouverte, au Quaternaire récent, par un lac dont nous retrouvons, un peu partout, des témoins sous forme de dépôts de carbonates de calcium qui ont permis la datation des extensions lacustres. Au débouché des massifs se voient aussi les vestiges de formations deltaïques de fleuves.

1. LE TARNAK ROD prend naissance sur le plateau de Moqour à une altitude de 2 300 m et entaille son cours dans des formations sédimentaires relativement récentes, elles-mêmes enchassées dans les affleurements rocheux constituant le relief. Dans son cours supérieur, ces sédiments sont des lœss ayant donné naissance à

7 AVR. 1972

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

B5374 Pado

des sols marron à taches ou nodules calcaires et à des sols à encroûtement calcaire <sup>(3)</sup>. Dans son cours moyen, les formations recoupées sont plus complexes. Trois terrasses successives s'appuient sur le substratum rocheux. *Les première et deuxième terrasses* surplombent le lit actuel à des hauteurs décroissantes d'amont en aval (à Qalat : 1<sup>re</sup> terrasse 120-150 m, 2<sup>e</sup> terrasse 30 m). Elles sont constituées superficiellement par des conglomérats grossiers cimentés par le calcaire, épais de 5 à 6 m pour les plus anciens, d'épaisseur moindre pour les récents. Les formations sous-jacentes à ces conglomérats sont des sables observés parfois sur une dizaine de mètres. Ils paraissent avoir pour origine les apports latéraux de rivières affluentes au Tarnak Rod. Ils contiennent 20 à 25 % de CaCO<sub>3</sub> et sont bien triés (Hét. 0,20 à 0,38 ; Q de  $\phi$  0,26 à 0,42). L'indice de grossièreté de ces sédiments varie entre 0,160 et 0,250 mm. Ils sont riches en feldspaths ainsi qu'en mica, tandis que les quartz sont à dominance d'anguleux et subanguleux. La fraction de minéraux lourds (0,58 à 1,25 %) est constituée presque essentiellement d'épidote verte (74 à 92 %) <sup>(4)</sup>.

La 3<sup>e</sup> terrasse formée par des limons (sols peu évolués d'apport) porte des cultures et surplombe le lit du fleuve d'une dizaine de mètres à Qalat.

Des datations par le carbone 14 effectuées sur le calcaire des conglomérats des deux terrasses anciennes donnent pour âge : 1<sup>re</sup> terrasse dans sa partie supérieure (K 13) 27 400 ± 880 ans B. P. ; 2<sup>e</sup> terrasse (K 15) 15 970 ± 240 ans B. P. Par ailleurs, l'encroûtement calcaire d'un sol sur loess du cours supérieur accuse un âge de 18.900 ± 420 ans B. P. (K 160) <sup>(5)</sup>.

2. LA DÉPRESSION DE KANDAHAR est occupée par toute une série d'alluvions, parmi lesquelles un sédiment dolomitique très dur observé sur environ 2 m [CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 43,6 à 46,8 %, CaCO<sub>3</sub> 17,2 à 4,9 %, quartz 22 à 26,6 %. Fraction colloïdale : illite, chlorite, kaolinite].

Il est recouvert localement par un cailloutis conglomératique non cimenté, récent, par des dépôts peu épais de gypse, mais principalement par des sables qui constituent un ancien delta des rivières Tarnak et Arghandab. Les sables de celui-ci, d'une dizaine de mètres d'épaisseur, ont des caractéristiques voisines de celles des sables en affleurement sous les terrasses 1 et 2.

Le sol marron peu évolué sur ces sables présente un certain lessivage du calcaire et une accumulation marquée par de très petits nodules vers 80 à 100 cm mais peu nombreux (CaCO<sub>3</sub> 4,6 à 8,5 %). Il est actuellement recouvert par des sables éoliens qui se déplacent d'Ouest en Est et constituent des barkhanes hautes de 2 à 4 m. Ces sables ont des caractéristiques proches des précédentes mais sont beaucoup mieux triés (Hét. et Q de  $\phi$  0,24 à 0,31 ; médiane 0,120 à 0,138 mm). Les quartz sont à dominance de subanguleux avec quelques émoussés, mais aucun n'est de type arrondi.

Deux datations ont été faites sur la roche dolomitique. La partie inférieure révèle un âge de 34 300 ± 1 900 ans B. P. (K 8) ; la partie supérieure indique 26 270 ± 880 ans B. P. (K 7). Ces âges sont assez semblables à ceux de dolomies du Texas Occidental qui correspondent à des dépôts d'anciens lacs lors de périodes pluviales <sup>(6)</sup>.

3. LA DÉPRESSION DU SÉISTAN proprement dit est traversée par la piste Delaram-Zaranj qui suit le cours du Khach Rod en pleine zone désertique (Dacht-e-Margo).

Le fleuve s'est enfoncé ici dans des formations lacustres anciennes constituées de sédiments limono-argileux (fraction colloïdale : illite, chlorite, kaolinite), calcaires ( $\text{CaCO}_3$  : 15 à 30 %), souvent très consolidés. Les spectres de rayons X révèlent de la calcite largement dominante, la présence de faibles quantités de dolomie et de NaCl. Ces dépôts sont recouverts superficiellement par une formation gypseuse. Le fleuve qui a divagué dans ceux-ci s'est ouvert une vallée large de plusieurs kilomètres au milieu de laquelle s'élèvent les buttes témoins de l'ancienne étendue lacustre (K 280). La vallée alluviale porte de maigres cultures irriguées se développant sur des sols peu évolués d'apport. Elle contraste avec le plateau désertique aux sols à encroûtement gypseux recouverts d'un abondant cailloutis. Dans la dernière partie du parcours, entre les buttes témoins (K 410), s'observent des sols halomorphes vestiges d'une plus récente incursion lacustre. Ils se présentent superficiellement en un fin réseau de polygones surmonté parfois d'une exsudation saline (NaCl dominant,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  relativement abondant). Ils alternent avec des sols peu évolués d'apport ou hydromorphes sur lesquels se font les cultures irriguées, tandis que les marécages à proximité de Chakhansour, à sec lors de notre passage, sont couverts d'un important tapis de hautes graminées. Peu avant Zaranj, la piste recoupe un champ de barkhanes qui se déplacent sur ce plus récent fond lacustre découpé par l'érosion éolienne en monticules de 1 à 2 m de haut (K 352).

Trois datations effectuées sur des échantillons calcaires prélevés dans des buttes témoins ont fourni les âges suivants, des bords de la cuvette vers son centre : partie supérieure de deux buttes témoins, K 280 :  $30\,300 \pm 1\,050$  ans B. P., K 410 :  $33\,200 \pm 1\,600$  ans B. P. ; partie inférieure d'une troisième butte témoin K 352 :  $9\,030 \pm 125$  ans B. P.

CONCLUSIONS. — Nous retiendrons des datations données, les âges respectifs :

1. De la partie supérieure de la terrasse conglomératique ancienne du Tarnak Rod ( $27\,400 \pm 880$  ans B. P.) ; de la dolomie de la dépression de Kandahar ( $26\,270 \pm 880$  ans B. P. pour la partie supérieure,  $34\,300 \pm 1\,900$  ans B. P. pour la partie inférieure) ; des sédiments limono-argileux calcitiques du Sud-Ouest de Delaram à Zaranj ( $30\,300 \pm 1\,050$  ans B. P.,  $33\,200 \pm 1\,600$  ans B. P.) ;

2. De la deuxième terrasse du Tarnak Rod ( $15\,970 \pm 240$  ans B. P.) ;

3. L'âge beaucoup plus récent des sédiments lacustres proches des lacs actuels ( $9\,030 \pm 125$  ans B. P.).

La précipitation des carbonates (calcite, dolomie) paraît, ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de l'indiquer [(7), (8), (9)], s'être effectuée principalement en deux périodes distinctes (préglaciation et déglaciation Würm en prenant la chronologie alpine pour référence). Ces carbonates semblent résulter de la « fonte » des calcaires ou des roches basiques du haut bassin versant des rivières alimentant le lac pendant ces deux périodes. Le dépôt de la dolomie (K 7-K 8), des sédiments calcitiques (K 280-K 410) et la cimentation de la haute terrasse du Tarnak Rod se sont faits

lors de la préglaciation. Le matériau détritique très fin accompagnant la dolomie indique un dépôt en milieu à faible turbidité et sans doute en eaux relativement calmes, qui contraste avec les apports de sédiments sableux constituant le delta fossile et ceux du conglomérat fluvio-glaciaire formant la seconde terrasse du Tarnak Rod déposés lors de la déglaciation. L'enfoncement de cette rivière dans sa vallée, au maximum de la glaciation (vers 18 000 ans B. P.), paraît lié à un abaissement du niveau du lac dans lequel se jetaient les cours d'eau et par voie de conséquence à un changement du profil d'équilibre de ces rivières. Des mouvements de subsidence du fond de la cuvette peuvent être également envisagés, en liaison notamment avec un volcanisme récent généralisé. S'agissait-il de lacs résiduels subsistant au débouché des massifs ou d'un vaste lac unique ? La question reste posée, bien que les premières observations militent pour la seconde hypothèse.

C'est au cours de ces deux périodes (pré- et post-glaciation) que se seraient façonnés les encroûtements des conglomérats et ceux des loëss du plateau de Moqour. Depuis la dernière déglaciation le climat se serait progressivement réchauffé, en même temps que le lac régressait laissant à son arrière des marécages et des évaporites dans lesquels s'est déposé localement du gypse. C'est aussi au début de cette période que se façonne, après l'exondation des sédiments, le sol marron peu évolué formé sur les sables du delta fossile, tandis que les sols à encroûtement gypseux et les sols halomorphes se sont développés progressivement en même temps que s'installaient les conditions d'aridité actuelles. Celles-ci sont relativement récentes ainsi que l'indique la morphoscopie des sables du delta fossile, dont les quartz, de type fluvial, n'ont pas subi l'empreinte de l'éolisation malgré la présence de formes dunaires superficielles manifestes (barkhanes).

Riche province agricole, tout au moins dans sa partie basse (Séistan proprement dit), dans un passé encore récent, cette région a subi une désertification accélérée à partir du XIV<sup>e</sup> siècle, après le passage des armées de Timur Lang qui détruisirent l'important réseau d'irrigation. Ceci eut pour effet de rompre le fragile équilibre écologique vieux de plusieurs millénaires, établi artificiellement par l'homme et maintenu grâce à sa persévérante activité.

(\*) Séance du 7 février 1972.

(1) Ce terme peut englober aussi, en un sens très large, toute la zone désertique qui couvre le Sud de l'Afghanistan.

(2) La pluviométrie de 224,8 mm à Kandahar, de 75,1 mm à Farah (moyennes 1958-1963 et 1960-1963), est marquée par des pluies d'hiver et de printemps. NOUR MOHAMMAD HERMAN, *Monogr. Météorol. Nat.*, n° 52, 1965, 55 pages.

(3) G. AUBERT, *Cahiers ORSTOM*, série Pédol., 3, fasc. 3, 1965, p. 269.

(4) Les analyses ont été faites par les Laboratoires de Géologie, de Pédologie Appliquée et de Spectrographie des SSC de l'ORSTOM.

(5) Datations effectuées par Teledyne Isotopes, New Jersey, USA.

(6)  $17\,400 \pm 600$  ans B. P. à 37 000 ans B. P. La vitesse moyenne du dépôt de ces dolomies serait de 2,5 cm par 133 ans, assez analogue à celle que nous avons enregistrée, environ 2,4 cm par siècle. C. C. REEVES jr et W. T. PARRY, *Am. Journ. Sc.*, 263, 7, 1965, p. 606-615.

(7) J. PIAS, *Comptes rendus*, 272, Série D, 1971, p. 1602.

(8) J. LANG et J. PIAS, *Rev. Géogr. phys. géol. dynam.*, 13, fasc. 4, 1971, p. 359.

(9) E. BOUYX et J. PIAS, *Comptes rendus*, 273, Série D, 1971, p. 2468.

ORSTOM-SSC,  
70-74, route d'Aulnay, 93-Bondy, Seine-Saint-Denis ;  
« Mission Géologique Française en Afghanistan et Sciences Connexes »,  
RCP n° 44 du CNRS.