

ESSAI
SUR
L'ORIGINE ET LA FORMATION
DE
LA MER ROUGE

PAR

A. ISSEL (1)

—
Planche VIII
—

Les cartes hydrographiques de l'amirauté anglaise (n° 2525, 8^a, 8^b, 8^c, 8^d, 8^e), dont M. Weber a tiré la plupart des éléments de ses résumés morphologiques (2), les belles recherches bathymétriques et physiques publiées par la commission océanographique autrichienne (3), surtout les travaux de MM. Luksch, Natterer, Koss, le rapport du capitaine von Pott sur l'expédition du navire de guerre *Pola* (4), les sondages et les plans dus à la marine royale italienne (5), et, d'autre

(1) Présenté à la séance du 18 juillet 1899.

(2) W. WEBER, *Die Tiefenverhältnisse des arabischen Meerbusens (Roten Meeres)*. (PETERMANN'S GEOG. MITTEL., 1888. — *Der Arabische Meerbusen*; Marburg, 1888.)

(3) *Berichte der Commission für oceanographische Forschungen*. (DENKSCHR. DER K. AKAD. DER WISSENSCH. IN WIEN; Wien, 1898.)

(4) *Expedition S. M. Schiff «Pola» in das Rothe Meer, Nördliche Hälfte (October 1895-Mai 1896)*; Wien, 1898.

(5) G. CASSANELLO, *Dei lavori idrografici e talassografici compinti sotto gli auspici des R. ufficio idrografico italiano*; Roma, 1895.

part, de nombreuses contributions à la géologie et à la paléontologie de l'Égypte, de la Nubie, de l'Abyssinie, de l'Arabie, de la Palestine, etc., ainsi qu'une foule de documents zoologiques et botaniques, permettent aujourd'hui d'aborder avec succès la question de l'origine de la mer Rouge.

M. Suess a déjà montré, dans plusieurs ouvrages bien connus (1), que le golfe Arabique occupe une dépression formée par un système de fractures avec failles, qui se continue au nord par le golfe d'Akaba, avec la mer Morte, la vallée du Jourdain et le lac Tibériade, au sud par les basses terres du pays des Danakils et des Somalis jusqu'au lac Rodolphe (2).

La grande vallée sous-marine est jalonnée dans sa partie méridionale par les îles volcaniques Perim, Harnish, Zokour, Gebel Teer (celle-ci était en éruption en 1854 et émettait des fumées en 1885), et bordée par les épanchements basaltiques et les cônes éruptifs de date récente du Samhar, de l'Yémen, de l'Assir et de l'Hedgiaz (3). Le volcan d'Artali, à l'ouest d'Amphila, fumait encore il y a une trentaine d'années (Munzinger). A l'autre extrémité de la dépression, dans l'Idumée et sur le rivage oriental de la mer Morte, on trouve des nappes basaltiques et des amas de scories et de cendres de date très récente (4).

Les éléments pour déterminer l'âge des cassures et des failles qui produisirent l'effondrement de la mer Rouge nous manquent encore. Il s'agit probablement de plusieurs phénomènes survenus à des époques différentes, phénomènes sans doute postérieurs aux couches nummulitiques (ayant les mêmes caractères stratigraphiques et lithologiques en Afrique et en Arabie) et antérieurs aux premiers temps du Quaternaire. C'est au Miocène, qui correspond, pour le nord de l'Afrique comme pour l'Europe méridionale, à une ère de profonds changements dans

(1) E. SUSS, *Das Antlitz der Erde*, Bd I; Prag, 1885. — *Die Brüche des östlichen Afrika*. (DENKSCHR. DER K. AKAD. DER WISSENSCH. IN WIEN, Bd LVIII; Wien, 1891.)

(2) L'hypothèse qu'une même fissure se prolongerait de Bab-el-Mandeb au Liban par la mer Rouge, le golfe d'Akaba et la vallée du Jourdain, avancée par de Buch, fut admise par MM. E. Hitchcock et Lyman Coleman. D'après M. Suess, la fracture de la mer Morte et du Jourdain aurait été accompagnée d'une faille avec abaissement du bord occidental. Le phénomène serait contemporain de la formation de la mer Noire et de la mer Égée.

(3) Voyez sur ce sujet : T. E. GUMPRECHT, *Die vulcanische Thätigkeit auf dem Festlande von Africa, in Arabien und auf den Inseln des Rothen Meeres*; Berlin, 1849.

(4) Des roches ignées et même volcaniques beaucoup plus anciennes se montrent dans la péninsule du Sinaï et, non loin de la mer Rouge, dans la vallée du Nil, en Éthiopie, etc.; ce sont des porphyrites, des porphyres quartzifères, des diorites, des mélaphyres.

la configuration horizontale et verticale des terres émergées, qu'il faut les rapporter.

Si la région qui nous occupe est la patrie des fractures et des effondrements, elle porte aussi des traces évidentes d'oscillations du sol. En effet, les couches nummulitiques sont soulevées à une hauteur considérable sur les bords de la mer Rouge; et, d'autre part, on trouve dans la vallée du Nil des sédiments d'eau douce, rapportés au Tongrien, recouverts par des dépôts marins, et superposés à une puissante série éocène nummulitique (voyez à ce sujet les communications faites en 1892, 1894 et 1895 à l'Institut égyptien par M. Mayer-Eymar).

A la fin de la période miocène, tandis que la Méditerranée orientale était beaucoup moins étendue qu'aujourd'hui et que la péninsule balcanique, prolongée vers le sud-est, se réunissait à l'Asie mineure, le bassin de la mer Rouge était en partie à sec. Ses cavités plus profondes, qui existaient déjà, c'est-à-dire la grande cuvette comprise entre le Ras Mohammed et le méridien de Massaouah, la gorge du golfe d'Akaba, la dépression de l'Assal devaient être autant de lacs peu différents, au point de vue des conditions physiques, de la mer Morte actuelle. Je nommerai le premier, beaucoup plus grand que les autres, *Lacus Arabicus*.

Pour démontrer ma proposition, je soumettrai au lecteur quelques observations :

1° La région érythréenne présente, au point de vue stratigraphique, une simplicité et une uniformité extraordinaires. Depuis les dépôts actuels et postpliocènes, qui occupent en général le sommet de la série, jusqu'aux grès de Nubie, attribués au Crétacé inférieur qui en représentent presque toujours la base (les calcaires jurassiques de l'Abysinie, du Choa et les formations paléozoïques du Sahara, du Sinaï et de l'Éthiopie sont plus ou moins éloignés de la mer), les couches sont ordinairement presque horizontales et superposées d'après l'ordre chronologique (1).

(1) On trouve d'excellentes descriptions du type de structure de la région qui nous occupe dans les mémoires dont nous transcrivons les titres :

SCHWEINFURTH, *Reise an der Küste des Rothen Meeres von Kösser bis Suakin, etc.* (ZEITSCHR. F. ALLGEM. ERDKUNDE, Bd XVIII; Berlin, 1863.)

W.-J. BLANDFORD, *Observation on the geology and zoology of Abyssinia*; London, 1870.

C. ZITTEL, *Ueber den geologischen Bau der Libyschen Wüste*; München, 1880. — *Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Libyschen Wüste.* (PALAEONTOGRAPHICA; Cassel, 1883.)

L. BALDACCI, *Osservazioni fatte nella colonia Eritrea*; Roma, 1891 (avec une carte géologique).

Afin de donner un exemple d'une des dispositions les plus communes dans la stratigraphie des bords de la mer Rouge, je reproduis ici, d'après M. L. Vaillant (1), mais avec quelques modifications, une petite coupe de la falaise du mont Attaka, près de Suez (fig. 1). Elle

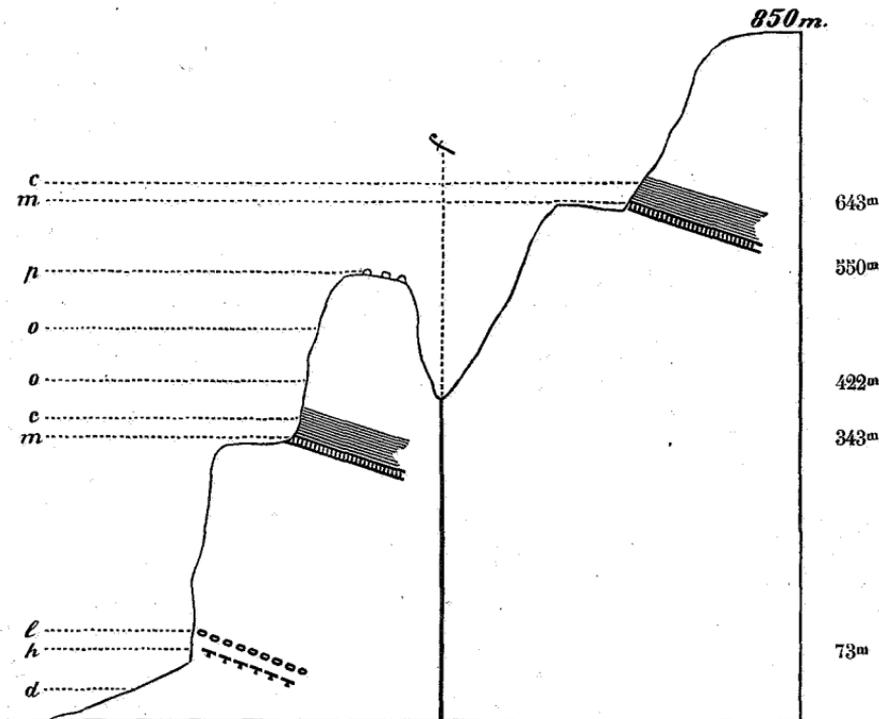


FIG. 1. — Coupe du mont Attaka, dans le voisinage de Suez, d'après M. Vaillant.

- | | |
|---|---|
| d. Débris. | c. Craie blanche sans fossiles. |
| h. Calcaire à <i>Hippurites cornu-vaccinum</i>
et <i>H. organisans</i> . | o. Calcaire dolomitique à <i>Orbitolites</i>
<i>complanata</i> . |
| l. Couches à <i>Ostrea larva</i> . | p. Calcaire dolomitique à <i>Potamides</i> . |
| m. Marnes rouges gypseuses. | f. Faille. |
| h, l, m, c = TURONIEN ET SÉNONIEN. | o, p = TERTIAIRE ÉOCÈNE. |

représente une puissante formation turonienne et senonienne qui supporte quelques couches nummulitiques. La stratification est un peu inclinée vers l'ouest (la même immersion est dominante dans les couches tertiaires et secondaires qui s'appuient au massif cristallin

(1) L. VAILLANT, *Observations sur la constitution géologique de quelques terrains aux environs de Suez*. (BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 2^e série, t. XXII; Paris, 1865.)

du plateau éthiopien, dans la région érythréenne méridionale). On voit que cette stratification est interrompue par une faille à peu près parallèle à l'axe du golfe de Suez, qui a déterminé la descente du bord occidental de la fracture de 300 mètres environ.

Les épanchements volcaniques anciens et modernes et les tufs qui les accompagnent affectent eux-mêmes la régularité des formations sédimentaires et contribuent avec elles, lorsqu'ils sont soulevés et découpés par l'érosion, à produire le type orographique des montagnes tabulaires ou *Ambas*, tout à fait caractéristique de l'Éthiopie. On trouve, il est vrai, quelques lambeaux crétacés, tertiaires et même quaternaires plus ou moins inclinés; mais l'exception est tellement rare qu'elle n'infirmes pas la règle.

Au-dessous des formations crétacées, éocènes ou quaternaires horizontales, on rencontre quelquefois des roches cristallines archéennes, qui se montrent au bord de la mer sous forme de pointements découverts par l'érosion. Le grand plateau éthiopien, dont le sommet le plus élevé atteint 4,680 mètres, à peu près la hauteur du Mont-Rose (au Dashan), est formé par un puissant massif archéen (limité à l'est par une faille), dont les flancs supportent des lambeaux de formations postérieures, paléozoïques et secondaires, plus ou moins redressées et contournées.

Une telle structure prouve que les plissements remontent à des temps reculés et que le pays a pu subir plus tard des affaissements et des soulèvements considérables, sans que la forme générale du terrain ait éprouvé des modifications importantes.

2° Le bassin présente, au-dessous comme au-dessus du niveau de la mer, des gradins aux arêtes émoussées et même, dans une partie de sa longueur, des pentes arrondies (voyez les sections transversales données par M. Weber dans sa *Tiefenkarte des arabischen Meerbusens*) qui accusent des phénomènes d'érosion incompatibles avec l'hypothèse d'une invasion de la mer qui aurait immédiatement suivi la formation de la cavité, d'autant plus que cette invasion ne remonte pas au delà de l'époque postpliocène, ce dont je fournirai bientôt des preuves.

3° Si, pendant le Miocène moyen, la mer Rouge avait déjà été un golfe de l'océan Indien, les dépôts marins de cette époque, signalés dans l'isthme de Suez au Gebel Geneffé et dans le Sahara, auraient contenu des fossiles appartenant à des types différents de ceux qui caractérisent le même étage en Europe. Ces fossiles, au contraire, sont presque tous identiques, d'après M. T. Fuchs, aux espèces des

dépôts méditerranéens du même horizon, qui paraît être Helvetien (1).

4° On ne connaît point, sur les bords de la mer Rouge, un seul exemple authentique de formation marine se rapportant au Miocène supérieur ou même au Pliocène. Tous les gisements fossilifères littoraux que MM. Figari-bey, Baldacci et d'autres géologues ont attribués au Pliocène, sont certainement moins anciens que les couches d'Asti, et pourraient tout au plus se placer au niveau de l'horizon sicilien.

5° On a signalé, dans les plaines qui entourent le lac d'Assal, des tufs pliocènes remplis de coquilles d'eau douce (*Cleopatra*, *Melania*, *Limnea*, *Planorbis*, *Corbicula*, *Unio*) déposés au fond d'une ancienne nappe lacustre très étendue. D'après M. Aubry (2), ces coquilles se trouvent dans des endroits qui sont absolument dépourvus d'eau aujourd'hui, et ont vécu dans des conditions bien différentes des conditions actuelles.

En consultant les notes et les collections rapportées par M. Ragazzi, M. Pantanelli a pu confirmer les observations de M. Aubry et fournir de nouveaux arguments à l'appui de l'âge pliocène des tufs en question. A cause du développement extraordinaire et de l'altitude atteinte par ces tufs sur les bords de l'Hawash, M. Pantanelli pense qu'ils représentent un immense dépôt d'estuaire que le fleuve, dont les eaux tarissent aujourd'hui avant d'arriver à la mer, formait à son embouchure (3). Les différents niveaux de la formation seraient autant d'étapes dans l'avancement du cours d'eau. L'hypothèse me semble bien fondée, du moins en ce qui concerne la partie du dépôt située dans les bas-niveaux (qui est de beaucoup la plus importante); mais s'il y avait un estuaire, il se trouvait nécessairement en continuation avec une grande nappe d'eau, et celle-ci ne pouvait être qu'un lac, puisqu'on ne trouve point de sédiments du même âge abandonnés par la mer.

6° L'existence d'un certain nombre d'animaux et de plantes d'espèces communes au Nil et aux eaux douces de la Palestine et de la Syrie, est favorable à l'hypothèse d'un ancien système hydrographique, aujourd'hui disparu, qui aurait permis le passage des espèces d'un bassin à l'autre.

De son analyse de la faune et de la flore de la Palestine, M. Tristram conclut « qu'elles appartiennent décidément au type paléartique ou mieux à la section méditerranéenne de ce type, avec cette particularité

(1) T. FUCHS, *Die geologische Beschaffenheit der Landenge von Suez*; Wien, 1877.

(2) AUBRY, *Observations géologiques, etc.* (BULLETIN DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3^e série, t. XIV; Paris, 1886.)

(3) *Processi verbali della Società Toscana di Scienze naturali*. Adun. dell' 11 Nov. 1888; Pisa.

que dans le nord on trouve les traces d'une faune boréale, tandis qu'on observe au sud une large pénétration de formes éthiopiennes par la vallée du Jourdain (1) ».

Les principales formes éthiopiennes signalées par MM. Tristram et Lortet, et dernièrement par M. Barrois (2), sont les *Chromis* (notamment le *C. niloticus*, les *Hemichromis*, le *Charias macracanthus*, le *Potamolepis Barroisi* (3).

En définitive, il est à peu près certain qu'à la fin du Miocène (ou au commencement du Pliocène), la dépression érythréenne était déjà formée comme aujourd'hui par une suite de cuvettes alignées du nord-ouest au sud-ouest, à l'exception de la première correspondant au golfe d'Akaba, dont la direction est du nord-nord-est au sud-sud-ouest. Ces cuvettes, limitées par des terres émergées plus ou moins élevées, ne communiquaient point avec la mer et devaient recueillir les eaux assez copieuses qui descendaient des montagnes et des plateaux du littoral. Si elles avaient été affectées par une seule pente d'une extrémité à l'autre, elles seraient devenues sans doute une vallée fluviale, mais comme le fond diminuait de profondeur vers le nord et vers le sud, la dépression fut occupée par un grand lac dans sa partie moyenne, tandis que d'autres nappes d'eau moins étendues se formaient dans d'autres anfractuosités, c'est-à-dire dans le golfe d'Akaba actuel, dont la profondeur atteint 1280 mètres, et dans la cavité du lac d'Assal, dont les eaux marquent aujourd'hui un niveau de 174 mètres au-dessous de celui de la mer.

La formation de la mer Morte et du lac Tibériade remonte probablement à la même époque et doit être attribuée aux mêmes phénomènes. D'après l'altitude des anciens sédiments abandonnés par la première, sédiments décrits par M. L. Lartet sous le nom de *dépôts de la Liçan* (4), celle-ci s'élevait d'abord à 100 mètres au moins au-dessus de son niveau actuel (qui est de — 394 mètres). Toutefois il est douteux qu'elle fût alors réunie au lac Tibériade, dont le niveau est à présent de — 208 mètres environ.

(1) TRISTRAM, *Fauna and Flora of Palestina*; London, 1884.

(2) T. BARROIS, *Contribution à l'étude de quelques lacs de Syrie*. (REVUE BIOL. DU NORD DE LA FRANCE; Lille, mars 1894.)

(3) Nous rappellerons aussi que le lion a existé autrefois en Palestine, que l'autruche habitait encore dans le grand désert de Syrie au commencement de ce siècle, que le crocodile se maintient à l'embouchure du Nahr e' Zerka, que le *Trionyx aegyptiacus* vit près de Beyrouth; les *Papyrus*, qui encombrant le Nil Blanc, sont aussi très communs dans le lac Tibériade.

(4) L. LARTET, *Essai sur la géologie de la Palestine*. ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES, t. I; Paris, 1870.)

L'existence de dépôts d'alluvions et surtout de cailloux et de galets dans l'Ouadi Arabah, au nord du golfe d'Akaba, nous conduirait à admettre une ancienne communication fluviale par un courant qui aurait coulé, d'après Lartet, du sud au nord, entre le lac qui occupait le fond du golfe et la mer Morte, réunie peut-être au lac Tibériade; mais comment concilier cette hypothèse, sans nous éloigner des données les plus positives, avec la côte de 250 mètres environ du seuil de la vallée d'Arabah?

Je ne m'arrêterai pas davantage sur l'étendue, les rapports réciproques et l'âge des différents lacs, avant l'invasion de la mer, questions très difficiles à résoudre dans l'état actuel de nos connaissances et relativement peu importantes.

Un point capital sur lequel j'appelle l'attention de mes savants confrères, est que le Nil se jetait à cette époque dans le *Lacus Arabicus*. Le grand fleuve, beaucoup plus puissant qu'aujourd'hui, suivait alors, dans la Haute-Égypte, un cours plus occidental qu'à présent et, parvenu dans le voisinage du Caire, il se dirigeait au nord-est, puis à l'est par le Ouadi Tumilat, et, après avoir gagné la cuvette du Timsah et les lacs Amers, il pénétrait dans la gorge qui est devenue plus tard le golfe de Suez; enfin il se précipitait dans le lac qui se trouvait à un niveau de beaucoup inférieur, en formant au sortir du détroit de Giabal une immense cascade, semblable à celles qu'il produit actuellement avant son entrée dans l'Albert Nyanza (fig. 2).

Je dois faire remarquer à l'appui de ma proposition :

1° Que la cassure du golfe de Suez a des caractères moins nets de celle du golfe d'Akaba, tandis qu'elle est beaucoup moins profonde (son chenal se maintient à une profondeur moyenne d'une cinquantaine de mètres et ne dépasse pas 100 mètres, ses pentes sont douces et ses montagnes dont elle est bordée sont en général moins abruptes que celles qui limitent le bassin principal du golfe Arabe (1). Il s'agit, d'après toutes les probabilités, d'une vallée de fracture élargie par l'érosion fluviale.

2° Dans la construction d'un bassin de radoub établi à Suez par ordre du vice-roi Ismaïl Pacha pendant le creusement du canal maritime, on a découvert, au-dessous des dépôts récemment abandonnés par la mer, un banc de poudingue de 3 mètres d'épaisseur, dont la for-

(1) Au nord de Chadouan, la profondeur passe rapidement à des côtes de plus de 500 mètres et atteint 878 mètres dans le voisinage de l'île.

mation ne serait guère possible aujourd'hui, mais qui s'explique en admettant l'existence d'un ancien courant très rapide (1).

3° Le Nil a continué même pendant la période postpliocène à verser une partie de ses eaux dans la mer Rouge. Son passage est accusé à Chalouf-el-Terraba par des bancs très épais d'*Ætheria Caillaudi* en place et des alluvions contenant des ossements d'*Hippopotamus*, des restes de Poissons, des coquilles fluviatiles, etc. D'ailleurs, la zone moyenne de l'isthme est presque entièrement couverte de sédiments du Nil.

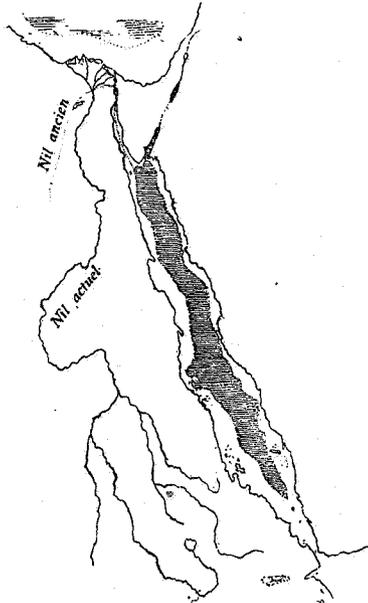


FIG. 2. — Le *Lacus Arabicus* au commencement du Pliocène, avec l'ancien cours du Nil débouchant dans le lac.

Le grand fleuve, par lequel s'écoulent dans la Méditerranée les eaux du plus vaste des bassins hydrographiques de l'ancien continent, aboutissait donc à la dépression érythréenne, mais il ne suffisait pas à la remplir, puisque le *Lacus Arabicus* n'a point laissé de dépôts visibles sur les rivages de la mer Rouge.

Maury évalue l'évaporation qui se produit sur la mer Rouge à 20 mil-

(1) CAZALIS DE FONDOUCE, *Recherches sur la géologie de l'Égypte*; Montpellier, 1868.

limètres par jour, environ 7 mètres par an. Supposons que pendant le Pliocène, vu les conditions climatologiques de cette période, le phénomène fût représenté par l'élimination de 5^m,50 de liquide, et admettons aussi que la superficie du *Lacus Arabicus* fût égale à la moitié de celle attribuée par M. Weber au golfe Arabique, soit 289,708 kilomètres carrés. Il en résulterait la perte annuelle d'un volume d'eau de 1,014 kilomètres cubes, en chiffre rond, qui suffirait largement à équilibrer les apports de huit fleuves aussi grands que le Nil, dont le débit moyen est estimé de 5,800 mètres cubes par seconde. L'existence d'un émissaire est donc, sinon impossible, du moins très peu probable, même en faisant la part d'une précipitation atmosphérique plus abondante que celle qui se produit actuellement dans la région.

Depuis le commencement du Pliocène, les terres émergées par lesquelles l'Égypte et la Syrie s'avançaient vers le nord, disparaissent peu à peu devant la Méditerranée, dont l'étendue et la profondeur augmentent constamment. Celle-ci gagne enfin la latitude du Caire et s'approche de l'anse du Nil, qui s'ouvre bientôt un passage et se forme une nouvelle embouchure sans abandonner complètement l'ancienne(1). Le fleuve avait à peine commencé à couler dans un estuaire, qu'il travaillait déjà à le combler et à construire son delta.

Quoique les eaux de la Méditerranée aient pénétré au delà du Caire dans la vallée du Nil (peut-être même jusqu'aux approches de la première cataracte), elles n'ont point couvert l'isthme de Suez, sur lequel on ne voit pas la moindre trace de leur passage. Si cet événement s'était produit, la dépression du *Lacus Arabicus* eût été remplie par les eaux marines venues du nord, et la faune de la mer Rouge serait devenue une dépendance de la faune méditerranéenne. Elle est au contraire absolument subordonnée à celle de l'océan Indien.

En effet, sur 800 espèces de Mollusques du golfe Arabique (les Ptéropodes et les Hétéropodes non compris) énumérés dans les catalogues (2), on compte à peine cinq ou six espèces des mers d'Europe et une

(1) A la base du mont Mokattan, j'ai observé une ancienne ligne de rivage pliocène. M. Hull a signalé, à peu près au même niveau (64 mètres), des perforations de lithophages.

(2) Les ouvrages à consulter sur ce sujet sont ceux de MM. Vaillant, P. Fischer, Mac Andrew, Jousseau, Tapparone-Canefri, Jickeli, sans compter les grands voyages de Forskal, Hemprich et Ehrenberg, Rüppel et la *Description de l'Égypte*, publiée à Paris en 1826 (celle-ci seulement, au point de vue des Mollusques, pour la partie iconographique qui n'a pas pu être accompagnée d'un bon texte, à cause de la mort prématurée de Savigny).

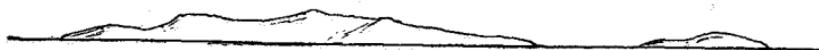
trentaine de formes représentatives, c'est-à-dire dérivées de types quaternaires méditerranéens plus ou moins modifiés par les conditions du milieu. M. Jousseau me va plus loin en affirmant qu'il n'existe pas une seule espèce commune aux deux mers (1).

Il faut remarquer cependant que la proportion des animaux pélagiens (Rhizopodes, Célentérés, Ptéropodes, Hétéropodes) communs aux deux régions est assez forte. Si l'on considère les Algues, dont la diffusion est bien plus sujette que celle des animaux à des influences étrangères aux conditions géographiques anciennes et actuelles des bassins maritimes, on sait, d'après M. A. Piccone (2), que sur deux cent dix-neuf espèces signalées dans la mer Rouge, quarante-huit se retrouvent dans la Méditerranée (3).

Tandis que la Méditerranée s'avance dans la Haute-Égypte, la partie



Volcan de Gebel Teer.



Périm et îlot des Huîtres

FIG. 3.

méridionale de la vallée érythréenne devient le théâtre de phénomènes volcaniques très violents. De nouveaux cratères s'ouvrent dans l'axe même de la dépression, comme à Harnish, Zokour, Zabayeré, Gebel Teer (fig. 3); d'autres se présentent sur ses deux bords et émettent en général des laves basaltiques avec des projections peu abondantes. Aux éruptions succèdent des effondrements. C'est ainsi que se creuse le

(1) JOUSSEAU, *Réflexions sur la faune malacologique de la mer Rouge*, sans lieu ni date.

(2) A. PICCONE. *Contribuzioni all' algologia Eritrea*. (NUOVO GIORNALE BOTANICO ITALIANO, vol. XVI; Firenze, 1884.)

(3) Les Diatomées ne sont point comprises dans les deux chiffres.

sillon qui sépare le pays des Danakils de l'Yémen, et que les eaux du golfe d'Aden empiètent à plusieurs reprises sur les terres émergées. Elles s'ouvrent à la fin une brèche à travers l'étroit barrage et s'introduisent comme torrent impétueux dans le bassin dont le fond est occupé par le *Lacus Arabicus*.

A mesure que le courant passe, le nouveau détroit devient plus large et plus profond. Les îlots de Périm et des Huitres ne sont que les restes de l'isthme qui reliait le petit promontoire de Bab-el-Mandeb à l'Afrique (1).

A Périm, on peut voir, avec les restes d'un petit cratère à moitié submergé, des traces d'érosion profonde, c'est-à-dire des grands blocs de basalte arrondis et polis par les eaux courantes. M. Jousseume y a même observé de véritables *chaudières*, semblables à celles que produit l'action mécanique des torrents.

Mais ce phénomène de remplissage fut-il de longue durée?

La capacité du bassin est tellement grande qu'il n'est pas possible d'admettre que les eaux aient atteint dans l'intérieur le niveau de la mer en quelques mois ou en quelques années. Le volume de la mer Rouge étant, d'après M. Weber, de 267,024 kilomètres cubes, si l'on admet que le lac occupait la moitié de ce volume, et en supposant le débit moyen du nouveau détroit de 17,000 mètres cubes, égal à celui du Mississipi, le remplissage n'aurait pas pu s'accomplir avant deux siècles et demi (2).

Cette considération explique une particularité très importante dans la distribution des bancs et des îles de corail du golfe Arabique, c'est-à-dire leur alignement d'après le type des *barrières* de Darwin, à une certaine distance des deux rivages, dans la moitié méridionale. En effet, à mesure que le bassin se remplissait, les récifs frangeants qui s'étaient formés près des bords de la nouvelle mer, sur les terrasses submergées et sur les bas-fonds formés par les déjections torrentielles, se convertissaient en barrières par l'accroissement progressif de la

(1) Le détroit de Bab-el-Mandeb n'a aujourd'hui que 20,5 kilomètres de largeur entre l'Afrique et Perim, et seulement 3,5 kilomètres entre celle-ci et la côte d'Arabie; sa plus grande profondeur est de 146 mètres.

(2) Si l'on tient compte de la circonstance que les eaux de la mer Rouge atteignirent un niveau supérieur de 60 mètres au rivage actuel, on arrive à la conclusion que, dans l'hypothèse d'un détroit dont la portée moyenne eût été égale à celle du Mississipi, le remplissage n'aurait pu s'accomplir en moins de trois siècles. Ce chiffre doit être encore augmenté si on fait la part de l'évaporation et si l'on admet que celle-ci était alors comme aujourd'hui plus forte que la précipitation.

de la profondeur. Tandis que, d'après le principe bien connu de la doctrine darwinienne, la formation des barrières est la conséquence de l'affaissement graduel du fond, elle se produisit ici par une ascension lente du niveau de la mer.

Dans l'hypothèse que nous avons examinée au sujet du remplissage de la mer Rouge, nous n'avons point tenu compte d'une circonstance qui a dû augmenter considérablement la durée du phénomène. Les eaux de l'océan Indien occupèrent un espace beaucoup plus grand que le golfe Arabique actuel, car elles atteignirent un niveau supérieur de 60 mètres au moins à celui des rivages d'aujourd'hui. Cette affirmation est fondée sur le fait, qu'on observe sur presque tout le littoral, des plages abandonnées, des bancs de corail à sec et des dépôts plus ou moins soulevés de calcaire ou de sable, remplis de coquilles. Le mouvement positif de la côte a commencé dans les premiers temps de la période quaternaire et s'est continué jusqu'à l'époque actuelle.

Le type des îles annulaires qui accompagne presque toujours les barrières madréporiques n'a pas été signalé dans la mer Rouge. Je ne pense pas cependant qu'il manque tout à fait. La petite île de Sarato (dans certaines cartes Isratou), au nord de l'archipel de Dahalak, m'a semblé un atoll en miniature très élevé sur la mer, avec une lagune très réduite en étendue et peu profonde. Ces caractères dépendent probablement, en partie, de l'émersion récente qu'elle a subie.

Quoique la grande Dahalak donne l'idée d'un atoll (1), à cause de sa constitution corallienne et de sa vaste baie intérieure, qui communique avec la mer ouverte par un étroit goulot, je ne doute pas que son origine soit différente, et cela à cause de la profondeur extraordinaire (181 mètres d'après les sondages du navire de guerre « Scilla ») de cette baie, profondeur qui est plus forte que celle de la mer environnante.

L'occupation du bassin arabe par la mer n'est pas le seul exemple de changements importants dans les conditions géographiques de la région africaine survenus vers la fin de l'ère tertiaire. Plus anciennement, la dépression du lac Tanganika, qui était un golfe de l'océan Indien, golfe semblable à la mer Rouge sous bien des rapports, fut transformée en bassin lacustre, et la transition fut si lente que bon nombre d'espèces de la faune maritime originaire continuaient à vivre

(1) L'altitude de ses berges fait penser à un atoll soulevé.

dans le nouveau milieu en subissant des modifications radicales : Les *Pyrula* devinrent des *Hylacantha*, les *Cancellaria* se transformèrent en *Randabelia*, les *Nassa* en *Paramelania*, les *Trochus* furent probablement les progéniteurs des *Limnotrochus*, etc. (1).

L'invasion de la dépression arabique par l'océan Indien détermina des changements considérables dans la géographie de l'Égypte. Non seulement les eaux salées remplirent l'ancienne gorge terminale du Nil, qui devint le golfe de Suez, mais elles occupèrent les lacs Amers et le Timsah, et se réunirent à celles de la Méditerranée qui remontaient par l'estuaire du fleuve jusqu'à la latitude du Caire et au delà

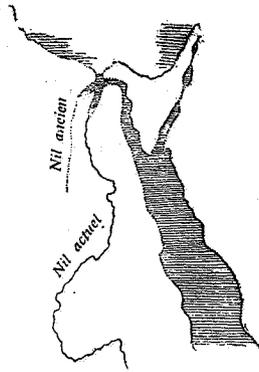


FIG. 4. — Partie septentrionale de la mer Rouge au commencement du Quaternaire. Le golfe de Suez communique par l'estuaire du Nil avec la Méditerranée.

(fig. 4). Cette réunion ne dura pas longtemps; elle explique cependant le mélange de types européens et érythréens dans la formation que Mayer-Eymar vient d'illustrer au point de vue paléontologique (2).

Il s'agit d'un dépôt superficiel provenant de plusieurs points, notam-

(1) Voyez là-dessus : BOURGUIGNAT, *Histoire malacologique du lac Tanganika*. (ANN. DES SCIENCES NAT. DE PARIS, Zoologie, t. X; Paris, 1890.) — *Iconographie malac. des animaux moll. fluv. du lac Tanganika*; Corbeil, 1888.

J. E. S. MOORE, *The Physiographical Features of the Nyassa and Tanganyika Districts*. (GEOGR. JOURN.; London, 1897.) — *The Molluscs of the Great African Lakes*. (Q. JOURN. MICR. SCI., 1898, pp. 159-204.) — *On the zoological Evidence for the connection of Lake Tanganyika with the Sea*. (PROC. R. SOC., t. LXII; London, 1898.)

H. MARTEL et P. DAUTZENBERG, *Observations sur quelques Mollusques du lac Tanganika*. (JOURN. DE CONCHYL., n° 3; Paris, 1899.)

(2) C. MAYER-EYMAR, *Systematische Verzeichniss der Fauna des unteren Saharianum (marines Quartaer) der Umgegend von Kairo, etc.* (PALAEONTOGRAPHICA, Bd XXX; Stuttgart, 1898.)

ment de l'Ouadi et Melah, qui contient deux cent deux espèces de fossiles marins et une seule d'eau douce. Les mollusques sont en partie des espèces vivantes dans la Méditerranée (*Murex trunculus*, *M. brandaris*, *Nassa incrassata*, *Fissurella graeca*, *Ostrea cochlear*, *Arca barbata*, *Cardita sulcata*, *Cytherea chione*), en partie dans la mer Rouge (*Murex anguliferus*, *Ficula reticulata*, *Ringicula africana*, *Forskalia declivis*, *Lucina interrupta*), avec bon nombre de types franchement pliocènes et même miocènes (*Murex torularius*, *Pleurotoma turricula*, *Nassa polygona*, *Uromitra cupressina*, *Pecten latissimus*), et des formes nouvelles ayant des affinités plus ou moins prononcées soit avec un groupe, soit avec l'autre.

J'ai pensé d'abord que cette faune un peu hétérogène était le produit d'une superposition de deux assises différentes, l'une décidément pliocène, l'autre quaternaire; mais une circonstance aussi importante n'aurait pas échappé à la pénétration d'un observateur expérimenté tel que M. Mayer-Eymar.

Si même l'hypothèse d'une superposition était admissible, le fait d'une réunion, dans l'estuaire du Nil, des eaux de la mer Rouge et de la Méditerranée, pendant la période quaternaire, ne serait pas moins prouvé. Cette réunion n'a laissé que des traces assez faibles dans les faunes actuelles des deux mers, car elle a été de courte durée et s'est produite à l'embouchure d'un fleuve, dans un milieu saumâtre qui n'était pas favorable à la diffusion des organismes propres aux eaux salées.

Puisque les anciennes lignes de rivage atteignent sur les bords de la mer Rouge une altitude supérieure à 60 mètres, on devrait en conclure que l'isthme de Suez, dont le seuil n'est élevé que de 18 mètres (à El-Guisr), a été couvert par les eaux salées. Je le croyais autrefois; mais il m'a fallu changer d'avis en considérant d'abord les caractères si tranchés qui distinguent les faunes des deux mers, puis les documents paléontologiques fournis par les terrains de l'isthme, qui ont été étudiés et fouillés à fond pendant les travaux du canal maritime.

J'ai observé moi-même, et il a été démontré par MM. L. Vaillant, J. Fischer, T. Fuchs, C. Keller,⁴ E. Vassel, qu'on trouve des testacés marins très récents, d'espèces érythréennes, dans les zones méridionale et moyenne de l'isthme jusqu'aux bords du lac Timsah, et seulement des coquilles, à peine défraîchies, de types méditerranéens dans la zone septentrionale (1).

(1) On trouvera un exposé complet des observations qui ont été faites là-dessus dans le mémoire de M. E. VASSEL, intitulé : *Sur les faunes de l'isthme de Suez, notes et traductions* (préface de M. le Dr P. FISCHER); Autun, 1890.

L'influence du canal maritime s'est déjà rendue sensible en trente ans, par le passage d'une mer à l'autre, surtout du golfe de Suez aux bas-fonds du littoral égyptien, de plusieurs espèces de Céléntérés, de Mollusques, de Crustacés, de Poissons, etc. (1). Si la communication s'était produite naturellement par l'isthme et avait duré seulement quelques dizaines de siècles, elle s'accuserait aujourd'hui par une distribution bien différente des types zoologiques.

Afin d'expliquer l'existence de l'isthme pendant la période de submersion du Pliocène et aux premiers temps du Quaternaire, il faut admettre nécessairement que le seuil qui sépare les deux mers était alors d'une soixantaine de mètres au moins plus élevé qu'aujourd'hui.

Un soulèvement lent et général, survenu à l'époque quaternaire dans le bassin de la mer Rouge, et un affaissement simultanément du littoral septentrional de l'Égypte, déterminèrent les conditions géographiques actuelles : le golfe Arabique se retira alors, peu à peu, dans des limites beaucoup plus étroites, et le Nil devint tributaire de la Méditerranée, ainsi que nous l'avons dit.

Une ceinture littorale plus ou moins large des deux côtés de la mer Rouge, les plaines du pays des Afars, une partie de l'Ouadi Arabah, les îles madréporiques de l'archipel de Dahalak, Massaouah, Farsan, Kamaran, les îles sablonneuses qui limitent à l'est la baie d'Assab, ainsi que quelques îlots volcaniques et rocheux, se trouvèrent émergés.

Les terrains qui remontent à cette époque affectent souvent l'apparence de dépôts plus anciens, parce que le calcaire madréporique a acquis une structure plus compacte et même cristalline par l'action des eaux atmosphériques, et le sable s'est transformé, par une sorte de cémentation, en calcaire gréseux et concrétionné (2).

(1) C. KELLER, *Die Fauna in Suez-Canal, etc.* (NEUE DENKSCHR. SCHWEITZ. GESELLSCHAFT, 1883.) — F.-W. KRUKENBERG, *Die Durchfluthung des Isthmus von Suez, etc.*; Heidelberg, 1888.

Plus tard, M. Bavay a observé dans le canal de Suez vingt-cinq espèces de mollusques, dont dix-neuf appartiennent à la faune de la mer Rouge et dont seulement six sont particulières à la Méditerranée. Il explique ce mode de dispersion en remarquant que le courant se dirige du sud au nord depuis janvier jusqu'à juillet, c'est-à-dire pendant la période de la reproduction et quand un grand nombre de Mollusques se trouvent à l'état de larves et peuvent être facilement transportés (*Revue scientifique* n° du 13 mai 1899).

(2) La cémentation des sables se produit très rapidement, même aujourd'hui, au pied du mont Attaka, près de Suez, où elle forme des calcaires si durs qu'ils sont employés dans les constructions.

J'ai donné, en 1869, un catalogue de deux cent vingt-six espèces de testacés fossiles, provenant des anciens rivages de la mer Rouge (1). Dans ce nombre, vingt-six espèces étaient nouvelles et pouvaient passer pour éteintes; mais depuis lors on en a retrouvé une partie à l'état vivant dans le golfe Arabique ou dans l'océan Indien (2). Il s'agit, en définitive, d'une faune qui ne comprend pas plus de formes éteintes que le dépôt classique de Ficarazzi, en Sicile.

Mais le fleuve n'abandonna pas d'un seul coup son ancien lit et continua à déverser encore, pendant quelque temps, une partie de ses eaux dans le golfe de Suez. Les bancs d'*Ætheria Caillaudi* que j'ai observés moi-même à Chalouf remontent à cette phase. Plus tard, la communication n'existait plus que pendant les grandes crues, et c'est alors que se déposèrent les coquilles fluviatiles (*Melania*, *Bythinia*, *Planorbis*, *Physa*), parsemées en si grand nombre dans le désert autour du lac Timsah.

L'abondance et la richesse des cours d'eau dans une période récente est démontrée, pour la région qui nous occupe, par les anciennes terrasses du Nil (3), par de profondes gorges d'érosion, actuellement, à part quelques jours pluvieux, à sec pendant toute l'année, qui s'ouvrent dans les chaînes littorales de la mer Rouge et dans le plateau éthiopien.

C'est aux alluvions des anciens cours d'eau qu'est due la formation des îles en virgule de la baie d'Amphila, comme Midir, Anto Kébir, Anto Séghir, Mandola, etc. Ce sont des bancs de sable munis d'un long appendice effilé dont l'extrémité est tournée vers un point de la côte voisine où débouche le torrent qui les a produits. (Voyez la planche VIII.)

L'existence d'anciens cours d'eau permanents ou temporaires, beaucoup plus riches que les torrents d'aujourd'hui, est prouvée par la présence de nombreux *chermes* (ou *schermes*) qui caractérisent les bords de la mer Rouge. Ce sont des petites baies, ou cales, à contours finement découpés, qui pénètrent plus ou moins dans l'intérieur et servent de refuge aux barques arabes. Elles s'ouvrent dans les côtes plates, formées par des bancs de coraux émergés, et se trouvent toujours dans la con-

(1) A. ISSEL, *Malacologia del Mar Rosso*; Pisa, 1869.

(2) On pourrait ajouter aujourd'hui à mon catalogue une cinquantaine d'espèces.

(3) Leith Adams a remarqué, depuis Assouan jusqu'à Derr, les traces d'anciens niveaux du Nil et des coquilles abandonnées par le fleuve jusqu'à 130 pieds de hauteur au-dessus de l'étiage.

tinuation d'une vallée ou d'un sillon où coulait autrefois l'eau d'un torrent ou d'un ruisseau (souvent desséché aujourd'hui) qui rendait la mer impropre à la vie des célentérés coralligènes. Il en résultait des solution de continuité, dans les constructions madréporiques littorales, qui devinrent, par le soulèvement successif de la côte, les découpures dont il est question (fig. 5). Là où le ruisseau a tout à fait cessé de verser ses tributs, le fonds du *cherm* a été envahi à son tour par les coraux qui ont fini par le combler.

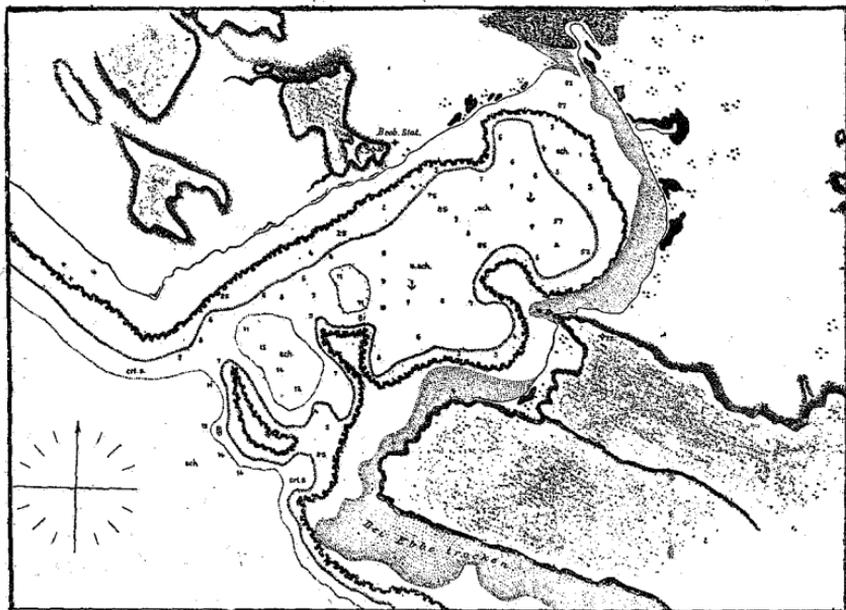


FIG. 5. — Cherm Habban, en Arabie, d'après le plan dressé par l'état-major du navire autrichien « Pola ».

Les chiffres indiquent les profondeurs en mètres.

Dans la baie d'Amphila l'ilot appendiculé Alet est placé tout à fait devant l'embouchure d'un petit *cherm*, ce qui prouve l'origine commune des deux particularités morphologiques (voyez la planche VIII).

On sait que le Delta n'avance aux dépens de la mer que très lentement, cela à cause de la diminution du débit du Nil dans la période actuelle, parce que sa pente est devenue plus douce et que les travaux d'endiguement et de barrage ont rendu la partie terminale de son cours plus régulière; mais cela dépend surtout des changements sécu-

lares qui se produisent dans les niveaux respectifs des terres émergées et de la mer, et particulièrement des *bradisismes*.

La question relative aux modifications subies pendant les derniers temps géologiques par le littoral égyptien est d'ailleurs très compliquée par suite des phénomènes différents que nous indiquerons ici, sans discuter la part qui revient à chacun :

a) Un soulèvement postpliocène, qui se produisit dans tout le bassin de la Méditerranée à une altitude variable. C'est le même qui a déterminé l'émergence des bancs à *Pectunculus violacescens* de la Tunisie et de la Syrie et des anciennes plages émergées de la mer Rouge :

b) Une submersion, commencée depuis les temps historiques, bien sensible sur tout le pourtour de la Méditerranée, submersion que j'attribue à une cause générale probablement astronomique, qui a exercé son influence sur toute la zone tempérée septentrionale.

c) Un affaissement progressif du Delta produit par le tassement et le dessèchement des matériaux d'alluvion, phénomène commun à tous les dépôts fluviatiles.

d) Un soulèvement lent produit sur les côtes de la mer Rouge depuis les temps historiques les plus reculés, soulèvement qui est peut-être la continuation de celui que nous avons signalé au n° 1 (1). Le phénomène actuel supprimerait les effets de la submersion si celle-ci exerçait son influence sur les bords du golfe Arabique, ce qui est encore douteux.

e) Un courant qui longe le rivage méridional de la Méditerranée et transporte de l'ouest à l'est le limon apporté par le Nil à son embouchure.

Les points de ma note sur lesquels je crois devoir insister sont :

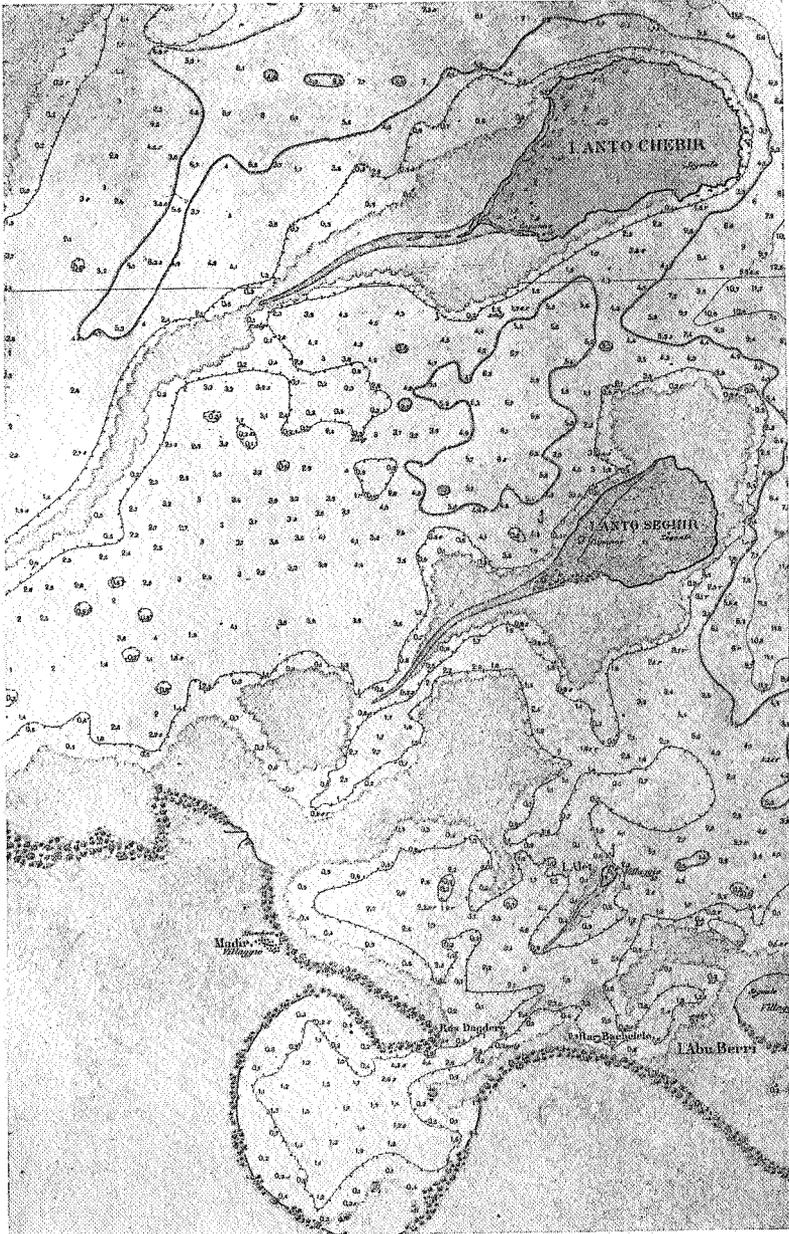
- 1° La condition lacustre originaire de la dépression arabique.
- 2° L'introduction du Nil dans le lac qui occupait le bassin de la mer Rouge pendant le Pliocène.
- 3° La formation toute récente, postpliocène, de cette mer par l'ouverture du détroit de Bab-el-Mandeb.

(1) L'éloignement du rivage des ruines d'anciennes villes que certains documents désignent comme ports de mer, par exemple d'Adulis, dans le golfe d'Araphali, et d'Arsinoé, dans le golfe de Suez, est un effet d'exhaussement progressif. Certaines cales et rades très fréquentées autrefois par les barques arabes sont devenues impraticables aujourd'hui par la diminution du fond; mais le changement peut être attribué quelquefois à l'accroissement des coraux.

4° Dans les premiers temps, après le remplissage du bassin arabique par l'océan Indien, la communication de la mer Rouge avec la Méditerranée par l'estuaire du Nil, communication qui a laissé des traces peu sensibles dans les faunes des deux mers, parce qu'elle a été de courte durée et qu'elle s'est produite dans un milieu saumâtre.

5° Les changements qui déterminèrent les conditions géographiques actuelles, changements dus à des causes différentes et qui appartiennent à la dernière phase de l'évolution géologique de la région.





. Iles en virgule de la Baie d'Amphila

: Iles appendicées, dues aux alluvions d'anciens cours d'eau