

N° D'ORDRE  
316

# THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

LOUIS LARTET,

Secrétaire de la Société géologique de France.

- 1<sup>re</sup> THÈSE.** — ESSAI SUR LA GÉOLOGIE DE LA PALESTINE ET DES CONTRÉES  
AVOISINANTES, TELLES QUE L'ÉGYPTE ET L'ARABIE,  
COMPRENANT LES OBSERVATIONS RECUEILLIES DANS LE COURS DE  
L'EXPÉDITION DU DUC DE LUYNES A LA MER MORTE.
- 2<sup>e</sup> THÈSE.** — PROPOSITIONS DE GÉOLOGIE ET DE BOTANIQUE DONNÉES PAR  
LA FACULTÉ.

Soutenues le **22** novembre 1869 devant la Commission d'Examen.

MM. MILNE EDWARDS,                    *Président;*  
HÉBERT,                                    }  
DUCHARTRE,                            } *Examineurs.*

---

PARIS  
VICTOR MASSON ET FILS

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

1869

# ACADÉMIE DE PARIS

## FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

<b>Doyen.</b> . . . . .	MILNE EDWARDS, Professeur.	Zoologie, Anatomie, Physiologie.
<b>Professeurs honoraires.</b> {	DUMAS. BALARD.	
	DELAFOSSÉ . . . . .	Minéralogie.
	CHASLES . . . . .	Géométrie supérieure.
	LE VERRIER . . . . .	Astronomie.
	DUHAMEL . . . . .	Algèbre supérieure.
	LAMÉ . . . . .	Calcul des probabilités, Physique mathématique.
	DELAUNAY . . . . .	Mécanique physique.
	P. DESAINS . . . . .	Physique.
<b>Professeurs.</b> . . . . .	LIOUVILLE . . . . .	Mécanique rationnelle.
	HÉBERT . . . . .	Géologie
	PUISEUX . . . . .	Astronomie.
	DUCHARTRE . . . . .	Botanique.
	JAMIN . . . . .	Physique.
	SERRET . . . . .	Calcul différentiel et intégral.
	H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE .	Chimie.
	PASTEUR . . . . .	Chimie.
	LACAZE-DUTHIERS . . . . .	Anatomie, Physiologie comparée, Zoologie.
	N. . . . .	Physiologie.
<b>Agrégés</b> . . . . .	BERTRAND . . . . .	} Sciences mathématiques.
	J. VIEILLE . . . . .	
	PELIGOT . . . . .	
<b>Secrétaire.</b> . . . . .	PHILIPPON.	

A LA MÉMOIRE

DU

DUC DE LUYNES

# PREMIÈRE THÈSE.

---

## ESSAI SUR LA GÉOLOGIE DE LA PALESTINE

ET DES CONTRÉES AVOISINANTES

TELLES QUE L'ÉGYPTE ET L'ARABIE

Comprenant les observations recueillies dans le cours de l'expédition du duc de Luynes  
à la mer Morte,

---

### CHAPITRE PREMIER.

#### INTRODUCTION.

Quand on consulte la *Bibliographie géographique de la Palestine* de M. Titus Tobler, publiée à Leipzig en 1867, on est vraiment effrayé par le nombre des publications dont cette contrée a été l'objet. Cependant, malgré cette multitude d'ouvrages, on a pu récemment qualifier la Terre-Sainte de « *terra incognita* », et constater qu'au point de vue de ses caractères physiques, cette région était presque aussi inconnue que les déserts de l'Afrique ou de l'Asie centrale.

Ce n'est point, à coup sûr, faute de théories et de dissertations que nous sommes si peu avancés, particulièrement en ce qui concerne la géologie de la Palestine, car il est peu de pays qui



aient eu le privilège d'exercer à un aussi haut degré, dans cet ordre d'idées, l'imagination des voyageurs. Mais les observations exactes ont généralement fait défaut jusqu'à ces derniers temps, et ce riche héritage de volumes, que les derniers venus n'ont pas le droit de répudier, est bien plutôt pour eux un poids accablant qu'une initiation à leurs études et un soulagement dans leurs recherches. Il faut ajouter à cela, que la plupart des voyageurs qui nous ont laissé quelques observations géologiques étaient peu préparés à ce genre d'investigation, et qu'ils ne se sont guère mis en peine de coordonner leurs découvertes avec celles de leurs prédécesseurs. Aussi, celui qui veut, à notre époque, visiter ces terres célèbres et se donner la peine de rechercher avec soin les documents épars dans de nombreux recueils, s'impose-t-il un labeur assez ingrat et se prépare-t-il à des déceptions inévitables, peut-être même à des erreurs nombreuses, s'il ne sait, à propos, réagir contre les impressions qu'il a puisées dans ces lectures.

On comprendra, d'après cela, les défaillances que nous avons éprouvées dès le début d'un voyage en Syrie, Palestine et en Arabie-Pétrée, lorsqu'en 1866 nous eûmes l'honneur de faire partie, en qualité de géologue, de l'expédition scientifique du duc de Luynes. Dans les terrains indiqués tantôt comme jurassique, tantôt comme miocène, nous ne rencontrions que des fossiles crétacés; à la place de cratères d'explosion et de bombes volcaniques, nous observions des marnes crayeuses à silex noirs, semblables par leur aspect à celles de Meudon, près de Paris. Au lieu des scènes de chaos et de bouleversements, nous trouvions enfin des calcaires en bancs régulièrement stratifiés et presque horizontaux. Il n'est pas jusqu'à cette mer Morte, présentée partout sous des aspects sinistres et fantastiques, que nous n'ayons jugée calomniée, car nous nous sommes surpris quelquefois à la comparer au lac de Genève.

Dans tout ce que nous avons lu avant ce voyage, nous avons surtout apprécié les excellents résumés des travaux faits sur la géologie de l'Orient que l'on trouve dans l'*Histoire des progrès de la géologie*, de M. d'Archiac. Néanmoins, en l'absence de

tout contrôle direct, l'éminent académicien qui a doté notre pays de cette œuvre si utile n'a pu, en ce qui concerne l'Arabie, la Syrie et l'Égypte, que reproduire fidèlement les opinions vraies ou fausses des auteurs dont nous avons parlé, et malgré les remarques critiques et les doutes judicieux dont il les a accompagnés, ces résumés ne peuvent suffire à faire connaître la géologie de ces contrées. Il aurait fallu, pour obtenir ce résultat, l'œuvre d'un voyageur de la trempe de Lefèvre ou de Russegger, muni de connaissances plus spéciales en géologie, et qui pût résumer et coordonner entre elles les observations faites dans l'Afrique septentrionale et dans l'Asie occidentale, après en avoir vérifié par lui-même l'exactitude. Ce voyageur aurait seul pu asseoir rapidement la géologie de l'Orient sur des bases solides, en raccordant, par une chaîne ininterrompue d'observations, et par des comparaisons et des identifications rigoureuses, les matériaux et les documents disséminés sur ces vastes étendues. Il aurait présenté sous leurs véritables aspects ces pays si peu connus ou plutôt si méconnus, et je ne puis m'empêcher de croire qu'il eût trouvé dans leur charpente pierreuse plus de simplicité et d'uniformité que dans nos massifs européens. Ce voyageur est malheureusement encore à venir, et peut-être l'attendra-t-on longtemps; aussi, malgré l'insuffisance de documents positifs, nous paraît-il urgent de tenter un effort, quelque téméraire qu'il puisse paraître, pour sortir de ce chaos d'opinions contradictoires et se frayer au milieu d'elles, sinon une route, au moins un modeste sentier que d'autres élargiront bientôt et rectifieront dans ses nombreuses imperfections.

Tel est le but que nous nous sommes proposé et que nous avons cherché à atteindre, en présentant dans ce travail les résultats de nos recherches personnelles en Palestine, ainsi que dans une partie de l'Arabie-Pétrée, et en y ajoutant, pour les contrées environnantes, les notions positives que nous avons puisées dans les relations et les collections de plusieurs voyageurs. Puisse cet essai éviter à nos successeurs quelques-uns des tâtonnements qui nous ont si longtemps arrêté dans ces études!

Les contrées auxquelles nous avons accordé le plus d'import-

tance dans ce travail, sont naturellement celles que nous avons parcourues nous-même depuis le Liban jusqu'à la mer Rouge, et afin de préciser sur quelles portions de ces vastes étendues ont plus spécialement porté nos recherches, qu'il nous soit permis de présenter ici un rapide aperçu de notre itinéraire.

Une plume aussi fidèle qu'autorisée a depuis longtemps déjà rendu compte de l'expédition du duc de Luynes (1). Notre compagnon, M. le lieutenant de vaisseau Vignes, a, de son côté, fait connaître les principaux incidents du voyage complémentaire que nous avons entrepris ensemble après le retour en France de l'expédition et conformément aux instructions de M. le duc de Luynes (2).

C'est à notre illustre chef qu'il était réservé de rendre compte définitivement de l'ensemble de ces explorations, et son travail allait paraître lorsque la mort est venue l'enlever au pays, à la science et à l'admiration de tous ceux qui l'ont connu. Je n'indiquerai donc que très-sommairement notre itinéraire que l'on trouvera d'ailleurs marqué par un ponctué sur la carte géologique qui accompagne ce travail.

Parti au commencement du mois de février de l'année 1864, nous arrivions dans le courant du même mois à Beyrouth, après un court séjour à Alexandrie. Une rapide excursion dans le Liban, aux sources de Nahr-el-Kelb (Lycus), nous fournissait bientôt l'occasion de découvrir une station humaine de l'âge de la pierre taillée, caractérisée par des instruments de silex de même forme que ceux de nos cavernes du Périgord et des Pyrénées.

La caravane une fois organisée, nous partîmes de Beyrouth pour suivre les côtes de la Phénicie; puis, après avoir traversé la Galilée et la Samarie où nous eûmes la satisfaction de découvrir plusieurs gisements nummulitiques, nous arrivâmes, le 8 mars, à Jérusalem. Nos braves marins nous attendaient avec les tranches de l'embarcation de fer « *le Segor* », avec laquelle

(1) Huillard Breholles, *Expédition du duc de Luynes, d'après des documents inédits (Revue contemporaine, 1865, t. II, 2<sup>e</sup> livraison)*.

(2) Extrait des notes d'un voyage d'exploration à la mer Morte, dans le waddy Arabah, sur la rive gauche du Jourdain et dans le désert de Palmyre, 1865. Paris.

devait s'effectuer notre navigation sur la mer Morte (1). Pendant qu'on transportait ces pièces sur les bords du lac où devait s'effectuer leur montage, nous faisons, M. Vignes et moi, des observations barométriques horaires correspondantes, l'un à Aïn-Feschkah, l'autre à Jérusalem, afin de déterminer avec précision le chiffre de la dépression du niveau des eaux de la mer Morte qui a été l'objet de tant de discussions.

Dès que l'embarcation fut prête à prendre la mer, nous y prîmes place, et tant que dura notre navigation nous descendîmes fréquemment à terre pour explorer avec soin les rivages et quelquefois même pour faire des excursions assez longues, entre autres celle de Kerak et de Rabbath Moab.

Le 7 avril, nous avons fait le tour complet de la mer Morte et terminé l'exploration de ses bords. Bien que nous eussions passé près d'un mois sur ses eaux, aucun de nous n'en avait subi de fâcheuses influences (2).

(1) Nous ne saurions ici oublier de mentionner l'aimable et hospitalier accueil qui nous fut fait à Jérusalem, et laisser passer cette occasion bien naturelle d'exprimer, en particulier, à notre consul général M. de Barrère, nos sentiments de gratitude personnelle pour les marques qu'il a bien voulu nous donner de sa bienveillance.

(2) C'est à ma connaissance la quatrième tentative de navigation que l'on a faite sur le lac Asphaltite depuis les temps anciens. Il paraît que les Arabes nabathéens s'y aventurèrent jadis sur des claies et des radeaux pour y pêcher le bitume; ils auraient même de cette manière livré, au nombre de dix mille, une sorte de combat naval à la flottille qu'Antigone y avait fait transporter pour s'assurer le monopole de l'exploitation de l'asphalte. En 1835, l'Anglais Costigan, ayant fait transporter un bateau de Jaffa à la mer Morte, se hasarda sur ce lac sans autre aide qu'un Arabe, en explora les bords pendant trois jours au bout desquels il périt, probablement des suites d'une insolation.

Un autre de ses compatriotes, le lieutenant Molyneux, ne navigua sur ces mêmes eaux que pendant vingt heures, et fut forcé de revenir à l'endroit où il s'était embarqué. Il mourut, aussitôt après son retour, d'une affection qu'il avait contractée dans ce voyage.

En 1848, le lieutenant Lynch, de la marine des États-Unis, y conduisit une expédition composée du lieutenant Dale, du *midschipman* Aulick, du botaniste Francis Lynch et de dix matelots. A son passage à Constantinople, il s'adjoignit M. H. Bedlow; et à Beyrouth, le docteur Anderson, qui fut chargé de la partie géologique du voyage.

L'expédition, ainsi composée, navigua une quinzaine de jours dans deux barques (*Fanny Mason* et *Fanny Skinner*), l'une de cuivre, l'autre de fer galvanisé, et Lynch dressa une carte très-exacte du lac. Il n'eut à déplorer que la perte du lieutenant Dale, qui mourut avant d'avoir quitté la Syrie.

Le lieutenant Lynch a donné les noms de Costigan et de Molyneux à deux caps avancés de la presqu'île de la Liçan, et le nom de Dale à un cap de la rive orientale du lac situé entre le Wady-Zerka Maïn et le Wady-Mojib.

Grâce à un appareil spécial de sonde à renversement muni d'un instrument à puiser, que nous avons fait construire chez M. Froment avant notre départ de Paris, il nous avait été possible de recueillir de nombreux échantillons d'eaux en divers points de la surface et de la profondeur du lac, de façon à étudier les lois qui régissent sa salure. Les densités et les températures, une fois prises sur les lieux, ces eaux étaient conservées dans des tubes larges, fermés à l'une de leurs extrémités, effilés à l'autre et que nous soudions sur place au chalumeau. Leur analyse a fourni de curieux et nouveaux résultats qui intéressent à un haut degré la physique du globe.

Après avoir abandonné le *Segor*, nous dûmes remonter la rive droite du Jourdain jusqu'à moitié chemin du lac Tibériade pour pouvoir traverser le fleuve, grossi à cette époque de l'année par la fonte des neiges de l'Anti-Liban. En redescendant le long de sa rive gauche, nous eûmes occasion d'observer le curieux district de dolmens d'Ala-Safat, puis, nous enfonçant dans les montagnes de l'Ammonitide et de la Moabitide, nous pûmes faire ample moisson de fossiles crétacés et de roches du même âge, et observer des coulées basaltiques dont quelques-unes se prolongent jusqu'au rivage oriental de la mer Morte.

Après cette exploration complète d'un pays dont l'accès nous a été exceptionnellement permis, grâce à l'influence et au dévouement de Gablan, le chef redouté des Nemr-Alouans, nous pûmes retourner à Jérusalem où nous entrâmes de nouveau le 24 avril.

Le 2 mai, notre ravitaillement étant terminé, nous partions pour la mer Rouge. Suivant d'abord la crête montagneuse de la Judée jusqu'à Hebron, nous organisions sur ce dernier point notre caravane de chameaux et bientôt après, escortés d'Abou-Daouk et de ses Jehalins, nous descendions vers la montagne de sel de Jebel Usdom, à l'extrémité méridionale de la mer Morte ; nous traversions ensuite la Sabkah jusqu'au Wady Safieh où nous devions faire provision d'eau, puis nous remontions vers le Sud le W. Jeib jusqu'à la ligne de faite qui divise l'Arabah en deux versants anticlinaux et que nous avons trouvé formées par des assises crétacées. A partir de cette selle ou de ce seuil,

dont les nivellements barométriques de M. Vignes ont parfaitement établi l'altitude, nous n'avons traversé jusqu'à la mer Rouge qu'un désert de sables tantôt mouvants, tantôt cimentés par des incrustations salines. En côtoyant de près les monts Seir, nous eûmes cependant de précieuses occasions d'étudier sur place les roches anciennes si répandues en Égypte et dans le Sinaï et qui manquent en Palestine. Il nous fut également donné de découvrir un nouveau gisement nummulitique au Waddy-Gharundel.

Le 15 mai, nous atteignons la mer Rouge au fond du golfe d'Akabah et, le surlendemain, nous revenons sur nos pas en nous dirigeant vers le Jebel Haroun (mont Hor) et vers le Wady Musa (Petra) où se trouvent les restes de la célèbre capitale troglodytique des Arabes nabathéens. Après quelques jours consacrés à l'étude des monuments et de l'intéressante géologie de ce district si curieux, nous traversions obliquement l'Arabah, en nous dirigeant vers les plateaux calcaires qui forment la continuation du désert du Tyh, dans le Sinaï, et nous rentrions ensuite par Hebron et Bethléem à Jérusalem où nous arrivions à la fin du mois de mai.

Le programme que s'était tracé le duc de Luynes étant alors accompli, il se disposa à rentrer en France en compagnie de notre excellent compagnon de voyage et de tente, M. le docteur Combe, et du reste de l'expédition. M. Vignes et moi devions, d'après ses instructions, remonter la rive gauche du Jourdain jusqu'à sa source, et étudier la topographie et la géologie des régions orientales du bassin jusqu'à Damas.

Le 5 juin, nous accompagnâmes le duc de Luynes à Jaffa, où il s'embarqua avec le reste de l'expédition. Traversant de nouveau la chaîne de Judée, nous fûmes de retour, le 8, à Jérusalem.

Le 10 juin, nous quittions pour toujours la ville sainte, escortés de nos fidèles amis les Adouans. Après avoir atteint et traversé le Jourdain à la hauteur du Wady Zerka, nous nous enfoncions dans les montagnes d'Adjoulou et nous poussions droit à l'est jusqu'aux ruines imposantes de Djerasch (Gerasa), non loin desquelles se trouve un riche gisement de fossiles crétacés. Nous

marchions de là au nord jusqu'à Irbid, d'où l'on aperçoit le massif volcanique du Hauran. Changeant alors de direction, nous recoupons les montagnes d'Adjloun, en nous dirigeant au nord-ouest vers le lac Tibériade, à l'extrémité méridionale duquel nous arrivions bientôt, après avoir rencontré sur notre chemin les ruines considérables et la nécropole intéressante de Um-Keis (Gadara), l'ancienne capitale de la Pérée. Nous suivions ensuite le bord oriental de ce lac et, après avoir traversé péniblement les immenses coulées basaltiques du Jaulan, nous arrivions enfin à Banias, au pied de l'Anti-Liban, où prennent naissance, sous la lave, les sources considérables qui sont à tort considérées comme l'origine du Jourdain.

Le 19 juin, nous remontions vers le nord le W. Hasbani (origine réelle du fleuve dont nous venions de parler) jusqu'à sa source, près de Hasbeya; puis, traversant l'Anti-Liban, nous débouchions à l'est de cette chaîne montagneuse dans la plaine de Damas. Nous entrions bientôt après dans cette ville, d'où nous repartions après deux jours de repos pour Beyrouth, terme de notre voyage.

Telles sont les régions dont nous avons pu reconnaître la structure nous-même. Pour donner à cette étude les additions complémentaires qu'elle réclamait, nous avons dû puiser d'utiles indications dans les œuvres de nos prédécesseurs : Botta, Russegger, Anderson, Hitchcock, Wettstein, etc..., et aussi dans celles d'un voyageur qui, ayant visité après nous la Palestine, a fait d'intéressantes observations aux environs de Jérusalem, M. Fraas, de Stuttgart.

M. Mauss, architecte français de Jérusalem, m'a donné une turrítelle fossile des environs de cette ville, et M. Durigelo, agent consulaire à Saïda (Sidon), m'a remis une ammonite des environs de Tebnin. Je n'ai reçu aucun autre fossile et si, sur ce point, j'ai eu quelque désavantage comparativement aux voyageurs d'une autre nationalité, qui trouvent chez leurs compatriotes des collections déjà formées, je m'en console assez facilement en considérant le nombre considérable de fossiles que j'ai pu recueillir par moi-même et la précision qu'ils donnent

aux observations par la connaissance exacte que j'ai des points et des niveaux auxquels ils ont été recueillis.

M. de Vogüé, membre de l'Institut, dont les ouvrages sur l'archéologie de la Palestine font autorité, a bien voulu me communiquer les roches et les observations qu'il a recueillies dans le massif volcanique du Safa, sur la lisière du désert de Syrie, et M. Guillaume Rey, bien connu par ses voyages dans les mêmes contrées, a mis à ma disposition, avec une spontanéité et une obligeance que je ne saurais trop reconnaître, une intéressante collection de basaltes du massif du Hauran ainsi qu'une série de profils de ses nombreux cratères.

Les échantillons d'eau de la mer Morte, des sources et cours d'eau qui l'avoisinent, ainsi que le sel du Djebel Usdom ont été soigneusement analysés par M. Terreil, aide de chimie minérale au Muséum.

Parmi les fossiles, les foraminifères ont été soumis à M. Terquem qui y a découvert des genres assez nombreux et une variété extrême dans les individus appartenant à chaque espèce. Les Nummulites avaient été déterminées par M. d'Archiac. Les Échinides ont été confiés à M. Cotteau, qui a déjà montré qu'il s'y trouve des types nouveaux et intéressants. M. Sauvage a bien voulu nous donner quelques indications sur les débris de poissons fossiles.

Quant aux Mollusques, qui sont fort nombreux, leur détermination m'a été singulièrement facilitée par l'accès de plusieurs collections, parmi lesquelles je dois citer : celle du laboratoire de géologie de l'École pratique des hautes études, formée par M. le professeur Hébert et dans laquelle M. Munier-Chalmas a bien voulu me guider obligeamment; celle de l'École des mines, où M. Bayle m'a procuré toutes les facilités d'études désirables; celles du laboratoire de paléontologie du Muséum, où M. Fischer m'a donné de précieuses indications; enfin celles de la galerie de conchyliologie du même établissement, celles du British Muséum et de la Société géologique de Londres.

Pour les pays autres que la Syrie, la Palestine et l'Idumée, j'ai essayé de me rendre compte de leur structure géognostique,



en contrôlant et complétant, par l'étude de collections fort précieuses très-méthodiquement recueillies dans ces contrées, les nombreux renseignements épars dans les œuvres des voyageurs qui les ont visitées.

Ce qui m'a facilité cette tâche, c'est d'avoir vu moi-même en place, en Idumée, la plupart des terrains que l'on retrouve dans les pays avoisinants, condition qui rendait plus aisée la détermination et la coordination de ces matériaux.

Les œuvres de Niebuhr, Burkhardt, Botta et de MM. Buist, Carter, Duncan ainsi que les collections de MM. Botta, Dussumier, Carter, Burr . . . etc., m'ont aussi servi pour l'Arabie. Les travaux de Burkhardt, Russegger, Hogg, Holland, Figari, Duncan, Fraas, etc.; et la collection de Lefèvre, si riche en roches, fossiles et minerais, ont été mis à profit pour la presque totalité du Sinaï.

Parmi les nombreux ouvrages qui ont été publiés sur la constitution physique de l'Égypte, ceux de de Rozière, Russegger, Lefèvre, Figari-Bey, Fraas, etc., et les collections de Lefèvre, Horner, Newboldt, Burton, Hawkshaw, Greenough, Everest, Vaillant, Delanoue, Laurent, etc., nous ont particulièrement servi.

Enfin je dois, en terminant, reconnaître combien ces recherches ont emprunté de valeur et puisé d'encouragements dans les conseils et la bienveillante direction de l'illustre chef de notre expédition, qui ne dédaignait pas d'y prendre souvent lui-même une part active, et qui a voulu que les prémices de leur publication fussent offerts d'abord aux Sociétés scientifiques.

Qu'il me soit permis de m'inscrire parmi les nombreux admirateurs et obligés de « ce grand homme de bien », et de publier ce travail sous le patronage d'une mémoire si justement honorée.

L. L.

Paris, avril 1869.

---

## CHAPITRE II.

COUP D'ŒIL SUR LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE DE LA SYRIE,  
DE L'ARABIE ET DE L'ÉGYPTE.

§ 1. *Caractères physiques communs à ces contrées.* — Parmi les diverses régions du globe, il en est peu qui, sur des distances relativement faibles, présentent dans leurs caractères physiques un contraste plus tranché que celui offert par les contrées situées au nord et au sud de la Méditerranée. Au lieu de nos montagnes boisées et de nos fraîches et verdoyantes vallées, l'Afrique et l'Arabie ne nous offrent que des plaines arides et des plateaux sans fin, où le sable, la sécheresse et la salure des terres s'associent pour exclure toute végétation, et donner naissance à ces tristes et mornes solitudes qu'accidentent seulement les quelques massifs montagneux nus et décharnés qui constituent leur maigre ossature.

Néanmoins, dès que l'eau se montre en un point quelconque, la nature y semble protester contre la stérilité du sol, par le développement exceptionnel d'une végétation dont la nudité du désert fait d'autant mieux ressortir l'aspect saisissant.

Ces caractères physiques, si différents de ceux que présente notre sol européen, impriment aux divers pays qui en sont pourvus, un cachet de ressemblance auquel n'échappent, ni les animaux, ni les hommes, qui parcourent sans cesse ces steppes; de telle sorte que celui qui a visité une de ces contrées la reconnaîtra aisément dans les descriptions des voyageurs qui ont exploré les autres. Ce sont partout de vastes déserts où la trace laissée par la gazelle ou par l'Arabe nomade est sans cesse recouverte par le sable qu'entraîne avec lui le vent chaud du Khamsin; partout des lacs et des marais, dont la salure l'emporte souvent sur celle de l'Océan et qu'avoisinent des montagnes de sel; partout des reliefs montagneux de granite, de porphyre et de grès, qui semblent jetés là comme les îles d'un archipel, et dont la désagrégation alimente les courants de

sables mouvants; partout ces plateaux calcaires imprégnés de matières salines, et sur lesquels se développent quelques maigres arbustes que broute en passant le dromadaire: partout enfin, ce vernis brunâtre dont les roches dures sont uniformément recouvertes et qui leur donne un faux air de parenté, que le marteau du géologue vient seul démasquer.

Ces caractères étranges ont frappé tous les Européens qui ont visité l'Égypte, ce pays de contrastes où la plus aride solitude côtoie une plaine des plus fertiles, sur laquelle un des plus grands fleuves du monde dépose annuellement un limon précieux, arraché aux montagnes de l'Abyssinie et du Soudan. Les Arabes eux-mêmes, qui semblent créés pour de tels pays, en ont été frappés, comme le prouve la description suivante qu'en donna Amrou, à son souverain le kalife Omar-Ebn-Kattab :

« O prince des fidèles, dit-il, peins-toi un désert aride et » une campagne magnifique, au milieu de deux montagnes » dont l'une a la forme d'une colline de sable et l'autre celle du » ventre d'un cheval étique ou du dos d'un chameau : voilà » l'Égypte. Toutes ses productions lui viennent d'un fleuve » béni qui coule avec majesté au milieu d'elle (1). »

Ces contrastes n'avaient pas échappé davantage aux anciens Égyptiens, qui auraient même célébré dans leurs allégories mythologiques la lutte incessante du fleuve et des sables si, comme on l'a prétendu, Osiris a pu représenter le principe fécondant du premier, tandis que le principe de stérilité du second aurait été caché sous la figure de Typhon, dont l'épouse (la terre aride) ne pouvait devenir féconde qu'à la suite de son adultère avec Osiris, c'est-à-dire après les débordements du fleuve.

La vallée du Nil et la mer Rouge interrompent seules la monotonie de ces déserts, qui se poursuivent fort loin en Arabie et en Syrie.

Les anciens plaçaient la limite de l'Afrique et de l'Asie au Nil, et la portion montagneuse de l'Égypte, qui sépare ce fleuve de la mer Rouge, porte encore le nom de « *Chaîne arabique* »,

(1) Volney, *Voyage en Égypte et en Syrie*, t. I, p. 247.

nom qu'elle justifie d'ailleurs assez bien par ses étroites analogies avec les montagnes de l'Arabie qui lui font face, et par le caractère des peuplades qui l'habitent. Les géographes modernes ont reculé cette limite vers l'Orient, en choisissant la mer Rouge comme trait de séparation entre les deux continents asiatique et africain. Cela est fort naturel, car ce chenal, bien que très-étroit, s'étend sur 500 lieues de long, au milieu des deux continents, et ne laisse subsister entre eux qu'une communication presque insignifiante, l'isthme de Suez, qui bientôt même, grâce aux travaux de l'homme, ne sera plus un obstacle à la circulation libre des eaux de l'Océan tout autour de l'Afrique.

Cependant, à n'envisager qu'en grand les formes continentales, on serait peut-être conduit à considérer la mer Rouge comme un golfe entièrement africain. Aussi, dans le cadre restreint de cette étude, n'hésiterons-nous pas à rattacher à l'Afrique, de laquelle le rapprochent tous ses caractères physiques et géognostiques, le vaste trapèze formé par l'Arabie et la Syrie. Nous ne tiendrons compte de la mer Rouge que comme d'une longue dépression plus profonde que les vallées qui lui font suite et qui semblent avoir la même origine. En s'introduisant dans cette dépression, les eaux de la mer ont séparé deux terres jumelles, l'Etbaï et l'Hedjas (1).

Il est donc permis de supposer que c'est une simple fêlure qui a donné lieu à la formation du bassin de la mer Rouge et divisé en deux une même région naturelle. Cette fissure se termine au nord, vers la pointe du Sinaï, par un étoilement dont une branche donne le golfe de Suez, tandis que l'autre forme le golfe d'Akabah et se continue vers le nord par l'Arabah et la vallée du

(1) L'explication de la formation de la mer Rouge par une fracture de l'écorce terrestre, origine que Dolomieu avait pressentie, est mise en évidence par les contours des deux rivages opposés de ce golfe qui se correspondent obliquement, ainsi que les deux lèvres d'une déchirure. En effet, si par la pensée on rapproche le rivage égyptien de la mer Rouge du rivage arabe, en faisant subir au premier un très-léger déplacement vers le nord, on voit qu'ils s'appliqueraient exactement l'un sur l'autre, sauf toutefois vers l'entrée du golfe où des accidents volcaniques d'une grande importance sont venus introduire de profondes modifications dans le relief du sol.

Jourdain. La presqu'île du Sinaï se trouve ainsi constituer une terre neutre, isolée qu'elle est à la fois de l'Afrique et de l'Asie par les deux golfes. Tous ces morcellements n'ont pas fait perdre à ces contrées les caractères physiques qu'elles avaient auparavant acquis en commun, aussi ont-elles conservé entre elles un air de parenté si manifeste, qu'après en avoir exploré une on se rend aisément compte de la nature des autres et qu'il est difficile de se résigner à ne pas les comprendre dans une même étude. Voilà pourquoi nous nous occuperons un peu de ces diverses régions tout en nous attachant plus spécialement à la Palestine et à l'Idumée.

§ 2. *Orographie.* — A l'ouest du Nil s'étend le désert sablonneux de Libye dont les ondulations atteignent rarement une hauteur considérable. Les collines calcaires qui bordent le fleuve commencent au pied des pyramides de Gyseh et après avoir circonscrit le bassin lacustre du Fayoum, elles augmentent peu à peu de hauteur jusqu'aux cataractes d'Assouan (Syène) où des rochers de grès et de roches cristallines resserrent le lit du fleuve et annoncent un autre domaine géologique et orographique qui se continue fort loin vers le sud jusqu'au Sennaar et à l'Abyssinie.

A l'est du fleuve on trouve d'abord, vers le nord, plusieurs plateaux calcaires qui vont du Delta à l'isthme de Suez, et dont le plus important est celui qui commence au Mokattam, près du Caire, et va se terminer près de Suez, à l'Attaka. En remontant vers le sud, on rencontre d'autres plateaux analogues, également alignés du Nil à la mer Rouge, jusqu'à la vallée d'Arabah (*vallée des chariots*) où se montrent les premiers contre-forts de la chaîne arabe. Cette dernière longe, à partir de ce point, le rivage occidental de la mer Rouge; les plateaux calcaires s'adossent à ses flancs et la séparent du Nil jusqu'à Assouan (Syène) où les masses cristallines schisteuses et arénacées qui la constituent viennent atteindre le fleuve.

A partir d'Assouan, le système montagneux se poursuit jusqu'à l'Abyssinie, vaste massif cristallin couvert d'épanchements volcaniques.

Les points les plus élevés de la chaîne arabe sont :

Le *Jebel Helbe*, au sud de *Bérénice* dont l'altitude a été évaluée à 9000 pieds (2950 mètres).

*J. Zabara* (vers la latitude de *Syène*) qui aurait 6021 pieds (1955 mètres).

*J. Doukhan*, auquel on assigne une altitude de 5015 pieds (1628 mètres), et le *J. Gareb*, qui est situé dans la partie septentrionale de la chaîne et atteindrait 6000 pieds (1949 mètres) d'élévation (1).

Entre la chaîne arabe ou l'*Etbaï* et la mer Rouge se trouve une plage d'une largeur très-variable occupée par des dépôts assez récents.

Sur le rivage opposé de la même mer, on observe une plage toute pareille et assez fertile, au delà de laquelle se dresse la chaîne schisteuse et cristalline de l'*Hedjaz* qui fait sur les bords de l'Arabie le pendant de l'*Etbaï* sur le sol africain.

Au sud de la mer Rouge l'entrée de ce golfe est rétrécie par des îlots volcaniques et les atterrissements qui se sont formés autour d'eux.

Au nord de cette mer se trouve la presqu'île triangulaire du *Sinaï*, dont l'extrémité méridionale se relève en un vaste éperon cristallin, de même nature que les chaînes côtières d'Afrique et d'Arabie qui l'avoisinent, et dont les contreforts, pareillement formés de grès, se perdent au nord sous de vastes plateaux crayeux et calcaires qui se continuent jusqu'aux approches de la Méditerranée où ils disparaissent sous les sables.

Les pics principaux qui s'élèvent au milieu du massif cristallin du *Sinaï* atteignent des altitudes assez considérables. Le *Jebel Um Schaumar* aurait, d'après *Russegger*, 9300 pieds (3047 mètres); la montagne de *Sainte-Katherine*, 8705 pieds (2826 mètres); le *Jebel Musa*, 7564 pieds (2455 mètres); enfin le *J. Serbal* aurait, d'après *Ruppel*, 6342 pieds (2060 mètres). La plaine de sable de *Debbet er Ramleh* qui coupe en deux la presqu'île et sépare le massif du *Sinaï* des plateaux calcaires du *Tyh*,

(1) *Figari-bey*, *Studia Scientifci sull Egitto*, t. I, p. 11.

aurait 1606 pieds (520 mètres) d'altitude et ces derniers atteindraient des élévations variant de 1000 pieds (325 mètres) à 1800 pieds (585 mètres).

Aux steppes calcaires du Tyh succède, vers le nord-est, la chaîne de Judée constituée par les mêmes roches, mais dont les sommets, plus élevés, atteignent des altitudes de 1000 mètres. Ce pli montagneux qui, selon l'expression de M. Scherwood, constitue l'*épine dorsale* de la Palestine, longe la Méditerranée, envoie un prolongement jusqu'au cap Carmel et se continue par les collines basses de la Galilée qui le relie au Liban.

Entre ces montagnes calcaires et la mer, s'étendent des plages sableuses qui forment la continuation de celles du nord de la presqu'île du Sinaï et couvrent d'assez grandes surfaces sur les côtes de la Phénicie. A l'est de cette même chaîne court, du nord au sud, un vaste sillon déprimé dont le fond est occupé par la mer Morte et qui se continue au nord-est entre les deux chaînes du Liban et de l'Anti-Liban, par cette vallée que les anciens appelaient *Syrie creuse* ou Cœlé Syrie, et au sud-sud-ouest par l'Arabah, jusqu'au golfe d'Akabah qui lui fait suite. Les Arabes donnent le nom de *ghor* (1) (vallée creuse) aux diverses portions de ce sillon, qui s'étend du Liban à la mer Rouge, et l'on a pu apprécier la justesse de cette appellation depuis que l'on a vérifié que toute la portion du sillon comprise entre l'Idumée et le Jaulan était à un niveau moins élevé que la surface de l'Océan et que cette dépression de niveau atteignait presque le chiffre de 400 mètres à la mer Morte. Le ghor constitue une sorte de limite naturelle entre les régions Méditerranéennes de la Palestine où s'étend la domination turque et les hauts plateaux de la Pérée et de l'Idumée que parcourent sans cesse les tribus libres et errantes des Bédouins.

(1) D'après Danville (*Géographie ancienne abrégée*, t. II, p. 397); et M. Reinaud, le traducteur d'Aboulfeda (*Géographie*, t. II, p. 48). Le mot *ghor* ou *gaur* signifie lieux creux ou plaine enfoncée. Aboulfeda applique évidemment ce nom à la vallée du Jourdain, comprise entre la mer Morte et le lac Tibériade, puisqu'il dit : « Le lac de Zogar » (la mer Morte) est situé à l'extrémité du pays de Gaur du côté du midi. » Et plus loin : « Le lac de Thabaryé (Tibériade) est situé au commencement du pays de Gaur, »

Les ondulations du fond de ce sillon le divisent en plusieurs bassins : la vallée du Nahr el Ahsi (Orontes); celle du Nahr Khasimieh (Leontes), enfin celle du Scheriat el Kebir (Jourdain) où la dépression du sillon atteint son maximum ainsi que dans celle de l'Arabah qui lui fait vis-à-vis de l'autre côté de la mer Morte.

Ce sillon suit assez fidèlement la configuration des côtes de la Syrie; d'abord orienté du nord au sud dans sa portion septentrionale, la vallée de la Bekaa, resserrée entre le Liban et l'Anti-Liban, le fait dévier de cette direction première à laquelle il revient dans la vallée du Jourdain qui s'étend en ligne droite de l'Anti-Liban à la mer Morte. Au sud de ce lac, dont les eaux couvrent la partie la plus déprimée du sillon étroitement resserrée entre les monts de Juda et les monts Abarims, s'étend une vaste vallée, le waddy Arabah qui se dirige vers la mer Rouge et sépare les montagnes de l'Idumée de la presqu'île du Sinaï. Cependant, vers les deux tiers de sa longueur à partir de la mer Morte, le fond de cette vallée, d'abord déprimé aux environs du lac, s'élève peu à peu, et les alluvions qui la remplissent font place aux calcaires des plateaux du Tyh qui relie, en ce point, le Sinaï à l'Arabie par une crête ou seuil de 240 mètres à 250 mètres d'altitude. Ce seuil divise l'Arabah en deux versants anticlinaux : celui du nord dont les eaux se rendent à la mer Morte et qui porte plus spécialement le nom d'Arabah, et celui du sud, incliné vers la mer Rouge, auquel on réserve le nom d'Akabah.

A l'est du sillon, se montre, à l'extrémité du golfe d'Akabah, le prolongement de la chaîne cristalline qui borde le littoral arabe de la mer Rouge. Ce sont les monts Seir qui, d'abord formés de granite, se continuent au nord par des massifs de grès et de calcaires allant se relier à la crête de l'Arabah dont nous avons parlé. Ces derniers massifs s'élèvent en amphithéâtre près de Pétra, où ils atteignent une grande élévation, et le Jebel Harouï (mont Hor), le sommet le plus élevé de cette région, sur lequel la tradition place le tombeau d'Aaron, n'a pas moins de 1338 mètres d'altitude. A partir de ce sommet, la



chaîne de l'Idumée se continue au nord par des plateaux calcaires, assis sur une base de grès, qui se prolongent à l'est de la mer Morte en formant les pays d'Ammon et de Moab. Ils ont encore, dans cette dernière région, une assez grande élévation; le plateau de Schihan est à 848 mètres d'altitude; celui d'Hesban a 906 mètres et celui d'el Aal a 967 mètres. Ces hauts plateaux se prolongent vers le nord par le Belkaa, où se trouve une montagne assez haute, le jebel Osha ou jebel es Salt qui domine toute la contrée; puis, dans la chaîne d'Adjloun, leur altitude semble décroître un peu et, près du lac Tibériade, ils sont recouverts par les immenses coulées basaltiques du Jaulan qui se poursuivent jusqu'au pied de l'Anti-Liban.

De ce plateau basaltique du Jaulan, comme des montagnes calcaires d'Adjloun, on aperçoit de loin, vers l'est, le massif volcanique si imposant du Hauran avec sa coulée grandiose du Ledja. Ces massifs volcaniques du Hauran, du Safa, etc., acciendent seuls le désert de Syrie dont les steppes arides s'étendent jusqu'à l'Euphrate.

A Baniyas, au point où s'arrête la coulée volcanique du Jaulan, se dresse le massif calcaire du Jebel es Scheikh (1), qui élève soudain sa cime neigeuse comme pour jeter un défi au désert brûlant qui l'environne. Avec cette haute montagne commence la chaîne de l'Anti-Liban, qui court du sud-ouest au nord-est parallèlement à celle du Liban, dont elle n'est séparée que par la vallée profonde de la Bekaa. Avec elle aussi, on entre dans une région moins sèche et moins aride. Ce sont des montagnes véritables, arrosées par de nombreuses sources et couvertes de verdure. Le Jebel es Scheikh semble posté comme une sentinelle avancée à l'entrée de cette région privilégiée, pour avertir que l'on pénètre dans un domaine orographique et hydrographique nouveau, et parmi des populations d'un caractère tout différent de celui qu'offrent les tribus nomades des steppes de la Palestine et de l'Idumée.

§ 3. *Hydrographie.* — Le plus grand fleuve de ces contrées,

(1) Aboulfeda l'appelle Jebel el Seldj (montagne de la neige) (*Géogr.*, t. II, p. 60), c'est le grand Hermon.

le Nil, qui est aussi l'un des principaux fleuves du monde et dont la longueur totale connue aujourd'hui est de 4400 kilom., prend sa source dans les marécages et les lacs des plateaux de l'Afrique centrale. Dans sa course vers le nord, sous le nom de Bahr el Abyad (fleuve blanc), il ne tarde pas à s'enrichir des eaux que lui amènent les affluents qui drainent les pentes du massif montagneux de l'Abyssinie, et dont le plus important est le Bahr el Asrak (fleuve Bleu) qui se jette dans le fleuve Blanc à Khartoum. A partir de ce point, le fleuve prend le nom de Nil. Il reçoit encore le tribut de quelques cours d'eau partis du versant septentrional de l'Abyssinie, puis il descend à travers la Nubie en formant de vastes replis au milieu des montagnes de granite et de grès qui l'encaissent, et parmi lesquelles il s'est difficilement frayé un passage. Enfin, après avoir franchi la dernière cataracte à Assouan (Syène), il reprend une marche plus directe et coule lentement au milieu d'une vallée quatre fois plus large qu'il lui a été plus aisé de creuser dans les calcaires et au fond de laquelle il a déposé son limon fertile. C'est alors au milieu d'un long ruban de verdure, que le Nil traîne paresseusement son cours jusqu'aux bords de la Méditerranée où il vient s'épanouir en sillonnant de ses eaux vivifiantes un immense delta dont la fécondité fut de tout temps proverbiale.

A part ce fleuve, il existe peu de cours d'eau permanents en Égypte; mais les vallées et les canaux desséchés, remplis d'alluvions anciennes, prouvent qu'il n'en fut pas toujours ainsi (1).

Ces canaux, qu'ils soient constamment desséchés ou donnent seulement passage à des torrents temporaires, portent le nom de *Waddy*. Les plus considérables sillonnent le désert Libyque, et relient entre elles les rares oasis éparses sur sa surface. Les Arabes ne se sont pas trompés sur leur origine, ainsi que le prouve le nom de Bahr bela mâ (fleuve sans eau) qu'ils donnent à l'un d'eux, dont le lit plus large court parallèlement à celui du Nil depuis les environs de Syène jusqu'à la Méditerranée, et

(1) Nous verrons en effet, dans la suite, que leur existence se rattache à un état climatologique différent de celui qui régit, de nos jours, l'hydrographie de ce pays, et qu'on retrouve des faits de même nature dans les pays voisins.

passé pour avoir été l'ancien lit de ce fleuve. A l'est du Nil, les plateaux calcaires sont découpés par des canaux de même nature mais de moindres proportions, qui forment la continuation des vallées pareillement arides dont la chaîne arabe est sillonnée.

Dans la presqu'île du Sinaï, les steppes du Tyh offrent le même caractère. Les waddis desséchés qui les sillonnent en grand nombre se dirigent, pour la plupart, vers la Méditerranée. Cependant, quelques-uns se rendent dans le golfe de Suez et d'autres dans l'Arabah, de telle sorte que s'il était mieux arrosé, ce plateau distribuerait ses eaux à la fois à la Méditerranée, à la mer Rouge et à la mer Morte.

Dans le massif cristallin et élevé qui forme la pointe de la Péninsule, l'eau est beaucoup moins rare; mais là encore, les cours d'eau sont très-peu nombreux et ne sont pas permanents. Ils sont d'ailleurs tout à fait hors de proportion avec ceux qui ont dû creuser autrefois les vallées et les combler avec les alluvions puissantes que l'on y observe.

Dans la vallée d'Arabah, il n'y a pas non plus de cours d'eau permanent.

Dans la portion méridionale, quelques maigres torrents et un certain nombre de sources d'eau saumâtre, alimentent seuls la zone aquifère sous-jacente aux sables et le marais salé qui occupe le milieu du waddy Akabah.

Au nord du partage des eaux, les waddis du Tyh et de l'Idumée se réunissent au waddy Jeib, qui, presque toujours à sec, se dirige en droite ligne vers la mer Morte et aboutit à l'extrémité méridionale de la Sabkah. Les sources sulfureuses et séléniteuses d'Aïn Weibeh, d'Aïn Ghuwireh et d'Aïn Meliheh, fournissent seules l'eau indispensable aux caravanes qui traversent ce désert.

La mer Morte (1) est un lac sans issue, dont la superficie est à peu près égale à celle du lac de Genève. C'est une des nappes d'eau les plus salées du globe, et la dépression de 392 mètres

(1) Bahr Lut des Arabes (mer de Lot); Bohayré Zogar (lac de Zoar ou de Segor); d'Aboulfedja; Bohayré almontiné (lac Fétide); du même auteur, lac Asphaltite.

de son niveau, par rapport à celui de l'Océan, en fait le point le plus bas des continents, un véritable *point singulier* dans le relief des terres. Ses eaux sont si denses, que le corps humain ne peut y enfoncer complètement. Vers sa portion méridionale elle est très-peu profonde, et la rive orientale se prolonge de façon à former une presqu'île très-basse, petite langue de terre à laquelle les Arabes ont donné le nom de *Lisan* (la langue). Au nord de cette presqu'île, les profondeurs augmentent rapidement et elles atteignent bientôt près de 400 mètres, ce qui montre que le fond de ce lac doit se trouver à près de 800 mètres au-dessous du niveau de l'Océan.

On n'observe aucun être animé dans cette nappe d'eau, probablement à cause de sa salure, et c'est sans doute ce qui lui a fait donner le nom de mer Morte.

Les bords de la mer Morte présentent les mêmes caractères que l'Égypte et le Sinaï, c'est-à-dire que la plupart des waddis y sont continuellement à sec. Il n'y a guère que le waddy Safieh, le waddy ed Draah, le waddy Mojib et le waddy Zerka Maïn, dont l'apport en eau vienne s'adjoindre, d'une façon permanente, à celui du Jourdain pour compenser l'immense évaporation dont cette nappe d'eau salée est le siège.

Le Jourdain (1) est une rivière assez rapide et assez large à l'époque de la fonte des neiges de l'Anti-Liban : mais sa hauteur diminue de beaucoup dans les autres saisons, et l'on peut alors le traverser facilement à cheval. Ses eaux, bien que plus chargées de sels que celles des fleuves ordinaires, sont très-potables. Il prend sa source au-dessus de Hasbeya, dans l'Anti-Liban, et porte d'abord le nom de Nahr-Hasbany, mais après avoir reçu, au pied du Jebel es Scheikh, les eaux qui sortent à Baniyas et au Tell el Kadi sous les coulées du Jaulan, et sont connues sous le nom de sources du Jourdain, il prend ce nom consacré par les Écritures et, pour les Arabes, porte celui de Nahr el Scheriat.

(1) Jarden des Hébreux, Jordanis des Grecs, el Scheriat, Scheriat el Kebir, Nar el gaur (Neuve du Ghor) d'Aboulfeda, Nahr el Ordum (Aboulfeda) ou el Arden (Danville) des Arabes.

Il atteint bientôt le Bahr-el-Houleh (1) (lac de la hauteur), vaste marécage couvert de roseaux, et, après s'être frayé un étroit passage le long des coulées basaltiques du Jaulan, il traverse le Bahr Tubaryeh (lac de Tibériade), dont les eaux douces sont poissonneuses. Au sortir de ce lac, il reçoit le tribut d'un affluent considérable, le waddy Yarmuk, qui réunit les eaux des versants occidentaux du Hauran; puis, sous l'appellation de Scheriat el Kebir, il se dirige vers la mer Morte en s'enrichissant encore de l'eau de quelques petits affluents, tels que le waddy Rajib et le waddy Zerka (Jabbock), qui drainent les montagnes d'Adjloun, le waddy Ferrah et quelques autres qui lui viennent des montagnes de la Samarie, et le waddy Nimrin ainsi que le waddy el Ghroubba qui lui apportent les eaux du Belkaa.

Les côtes de la Phénicie, bien que mieux arrosées que l'intérieur de la Syrie, ne sont sillonnées au sud du Carmel que par des waddis sans importance; au nord de ce cap, on peut signaler le Nahr Mekatta qui recueille les eaux de la fertile plaine d'Easdrealon; et, entre Sour (Tyr) et Beyrouth (Béryte), une rivière importante, le Nahr el Khasimieh (Léontes), qui prend sa source dans la Cœlé-Syrie au milieu de la vallée de la Bekaa, non loin de Baalbeck.

Il existait autrefois, ainsi que nous l'apprend Aboulfeda (2), au milieu de cette plaine, un lac situé à une journée de Baalbeck et couvert de jones et de roseaux. L'émir Sayfeddin Dougouz en fit écouler les eaux dans la partie supérieure du Nahr Khazimieh, qu'on appelle le Nahr Litany, et l'on bâtit vingt villages sur la terre fertile que les eaux abandonnèrent à la suite de ces travaux si utiles au pays.

Le Nahr Litany réunit les eaux du versant sud de la Bekaa, suit quelque temps un cours parallèle au Nahr Hasbany (origine du Jourdain), dont il n'est séparé que par une rangée de collines peu élevées, puis, arrivé en face du Jebel es Scheikh, il fait

(1) Lac Samachonite, Bohayré Banyas d'Aboulfeda.

(2) *Géographie*, trad. de Reinaud, t. II, p. 49.

un coude brusque et va bientôt après, sous le nom de Nahr Khazimieh, se jeter dans la Méditerranée.

Comme le Nahr Khasimieh, le Nahr el Ahsy (1) (Orontes), prend sa source dans la portion la plus élevée de la Bekaa, mais il se dirige vers le nord en drainant le versant septentrional de cette vallée et va se jeter dans la Méditerranée, près d'Antioche, après avoir pareillement abandonné sa direction première pour se frayer, par un changement brusque de direction, un passage à travers les chaînes étroites qui le séparent de la mer.

Le Jourdain, le Nahr Khazimieh et le Nahr el Ahsy, sont les trois principaux cours d'eau de la Syrie.

Sur le versant occidental du Liban, sont quelques torrents dont le plus connu est le Nahr el Kelb (fleuve du chien) (2), au nord de Beyrouth.

Sur le versant oriental de l'Anti-Liban, on trouve le Barrada qui entretient la fraîcheur des jardins de Damas, et quelques autres torrents dont les eaux vont se perdre dans de petits lacs sans issue, situés aux pieds des massifs volcaniques du Hauran et du Safa.

En jetant ce coup d'œil rapide sur les caractères que présente le système hydrographique de ces contrées, on est frappé de voir que les innombrables canaux, aujourd'hui desséchés, qui les sillonnent, non moins que ceux, beaucoup plus rares, où coulent encore des torrents temporaires ou permanents dont le volume n'est plus en rapport avec les proportions de ces vallées, témoignent les uns et les autres d'une diminution dans l'alimentation atmosphérique ou d'une augmentation dans l'évaporation, depuis l'époque où les waddis ont été creusés.

Nous verrons, dans la suite, combien d'autres preuves viennent s'ajouter à celles-là, pour faire admettre l'introduction d'un changement climaterique dont nous aurons à rechercher les causes, après avoir étudié en détail la structure géologique

(1) Fleuve rebelle ou renversé, parce que son cours est différent de ceux des cours d'eau qui l'avoisinent (Danville).

(2) Ancien Lycus (loup).

des massifs montagneux, et des dépressions dont nous venons d'indiquer d'une façon sommaire la situation et les caractères extérieurs.

---

### CHAPITRE III.

#### RÉSUMÉ HISTORIQUE DES PRINCIPAUX TRAVAUX QUI ONT TRAIT À LA CONSTITUTION GÉOGNOSTIQUE DE LA PALESTINE ET DES PAYS ENVIRONNANTS.

« *Ce qui se présente comme une tradition*, a dit Humboldt (1), *n'est souvent que le reflet de l'impression que laisse l'aspect des lieux.* » Cette juste réflexion que lui avaient suggéré les traditions chinoises et kirghises sur l'existence d'une ancienne *mer amère* dans les dépressions arides du Touran où se trouvent de nos jours des lacs salés, pourrait s'appliquer à bien des traditions semblables conservées en honneur dans d'autres contrées. Il ne serait pas nécessaire de scruter avec beaucoup de persistance les traditions cosmogoniques de l'Égypte et des contrées voisines pour y découvrir l'empreinte d'un esprit éclairé par l'observation des faits environnants et souvent égaré par des connaissances imparfaites en histoire naturelle. Si l'on ne retrouve pas chez les philosophes de l'antiquité la connaissance d'une chronologie basée sur les différences, parfois difficiles à saisir, que présentent entre eux les animaux des diverses époques géologiques, on ne peut au moins leur refuser le don de l'observation et les déductions raisonnées qui leur ont fait conclure de la présence de coquilles marines en divers points des continents, à l'ancienne occupation de ces lieux par les eaux de l'Océan. La conclusion était si facile à tirer que la géologie réduite à ces systèmes primitifs doit être aussi vieille que l'homme. Les peuples nomades et pasteurs, très-enclins à la méditation par leur genre de vie, font de nos jours des observations de ce

(1) *Asie centrale*, t. II, p. 147.

genre qui surprennent parfois par leur délicatesse ; que devait-il donc en être de celles des prêtres égyptiens si avancés, pour leur temps, dans les diverses branches des connaissances humaines ? Ne devaient-ils pas remarquer les coquilles éocènes et surtout miocènes des environs de Memphis ? Ces dernières forment des bancs que l'on croirait émergés d'hier et, sur certains points, les rochers nummulitiques sont encore couverts de balanes et perforés par les pholades ou les pétricoles de la mer Falunienne. En voyant ces coquilles si bien conservées et de formes si rapprochées de celles qui vivaient sur le bord de la Méditerranée, pouvait-on, à cette époque où les lois de la paléontologie étaient loin d'être soupçonnées encore, ne pas en conclure que la mer venait de quitter la plaine d'Égypte ?

On ne doit donc pas s'étonner que les prêtres d'Égypte, consultés par Hérodote, lui aient conté que leur pays était jadis un golfe compris entre la chaîne libyque et la montagne arabique, golfe que les alluvions du Nil avaient fini par combler.

Hérodote et Aristote ne firent aucune difficulté d'adopter cette idée, et le dernier nous apprend que, de son temps, on croyait que l'Océan avait couvert la Basse-Égypte et l'isthme qui sépare la Méditerranée de la mer Rouge de manière à faire communiquer ces deux mers.

Comme vérification de cette prétendue tradition, Plutarque mentionne les coquillages qu'on rencontre dans les déserts voisins et la salure des puits que l'on y creuse.

Les nappes d'eau saumâtre dont la fréquence dans ces régions est une conséquence toute naturelle de la richesse salifère des terrains crétacés et tertiaires et de l'activité de l'évaporation, devaient en effet frapper l'esprit des anciens et se présenter à eux comme des laisses récentes de la mer.

D'après les dires d'Ératosthènes rapportés par Strabon, Xanthus de Lydie, philosophe d'un grand mérite, tirait de la présence de coquilles marines pétrifiées en certains points fort éloignés de la mer, comme aussi de celle de marais d'eau de mer dans l'Arménie, la Mattiane et la Basse Phrygie, la preuve que ce qui est terre aujourd'hui avait été mer autrefois.



Straton le physicien, cité par le même auteur, pensait que le temple d'Ammon, de nos jours perdu, comme on le sait, au milieu du désert de Libye, se trouvait jadis sur le bord de la mer « car, dit-il, sa renommée et sa gloire n'auraient pas été si » étendues dès les temps les plus reculés s'il eût été ainsi éloigné » de la mer et dans des sables aussi inaccessibles, mais alors » aussi l'Égypte était submergée depuis l'oasis d'Ammon jus- » qu'au marais de Péluse, au lac Sirbonis et au mont Cassius. » C'est pour cela, ajoute-t-il, que lorsqu'on y extrait du sel *on » y trouve les excavations remplies de sable et de coquilles non » altérées.* »

« Comment se peut-il faire, dit à son tour Ératosthènes, qu'au » sein des continents, à 2000 et même 3000 stades des bords » de la mer on trouve, dans beaucoup de lieux, des *marais » d'eau de mer*, et quantité de coquilles, soit d'huîtres, soit de » moules? Par exemple, auprès du temple d'Ammon et sur » toute la route, longue de 3000 stades qui mène à ce temple, » on rencontre encore aujourd'hui des amas d'écaillés d'huîtres » et de sel; il s'y voit des sources jaillissantes d'eau marine; de » plus on vous y montre des débris de navires que quelques-uns » disent avoir été vomis du fond d'un gouffre et des figures de » dauphins posées sur de petites colonnes avec cette épigraphe : » *des théores cyréniens* (1). »

Laissant de côté ces dernières et fabuleuses assertions, les paroles que nous venons de rapporter nous prouvent combien l'esprit des anciens avait été frappé de la présence, au milieu des plaines sablonneuses et salifères de la Libye, de ces coquilles et de ces lacs d'eau de mer dont plusieurs voyageurs modernes, Browne, Hornemann et notre compatriote Caillaud ont vérifié l'existence.

Il est certain que la présence de ces coquilles, sinon celle des lacs salés, implique l'occupation de ces terres par la mer, mais il est bien permis de croire que les philosophes qui ont étayé ces prétendues traditions, des faits précédemment cités, n'étaient point aptes à distinguer, d'avec les coquilles actuelles,

(1) *Strabon*, liv. 1, § 5, trad. de M. Delaporte Dutheil, p. 49.

les coquilles tertiaires auxquelles tout nous porte à rattacher celles de l'oasis d'Ammon, comme aussi celles des environs de Memphis. Aussi, bien loin de partager l'enthousiasme de certains géologues pour ces traditions, les regarderons-nous plutôt comme des systèmes qui, n'étant pas suffisamment soutenus par des observations positives et rigoureuses, ne peuvent satisfaire aux exigences de la science moderne.

Il doit en être de même du prétendu périple d'Hécatee de Milet, qui se serait effectué par le détroit occupé aujourd'hui par l'isthme de Suez, et des documents consignés dans la carte ancienne de la navigation des Argonautes du monde primitif suivant Timée, Hécatee, Apollonius, Onomacrite, carte qui montre la Méditerranée baignant le pied de l'Atlas et cette mer communiquant avec la mer Rouge par le détroit dont nous venons de parler. Or, bien que la présence de lacs salés dans l'isthme de Suez ait engagé divers auteurs à accepter cette dernière idée, rien n'est moins prouvé, il faut bien le dire, qu'une pareille communication, dans les temps historiques ou même fabuleux de notre époque. Bien plus, on peut faire valoir contre elle des arguments d'un poids incontestable, tels que la différence radicale des faunes que nourrissent, des deux côtés de cette langue de terre, la Méditerranée d'une part et la mer Rouge de l'autre.

De Rozières a traité ces questions avec une prudence, une réserve que n'ont pas toujours imitée ses successeurs, et qui mérite d'être signalée :

« Les preuves, dit-il dans sa description de l'Égypte, du séjour » de la mer dans l'isthme de Suez, malgré des apparences » séduisantes, sont sans valeur pour le géologue, et, par leur » état actuel, les lacs amers qui occupent le centre de l'isthme, » quoique chargés d'une énorme quantité de matières salines, » n'ajoutent à cette hypothèse aucune probabilité, et leur état » n'a rien de particulier (1). Ainsi, le lac Mœris ou lac Karoun,

(1) Nous savons cependant aujourd'hui que sur les bords des lacs amers se trouvent des coquillages de la mer Rouge. L'exemple donné par de Rozière n'est pas heureusement choisi, mais son raisonnement est fort juste et s'applique à d'autres lacs.

» autrefois lac d'eau douce, se trouve maintenant chargé de six  
 » à sept fois autant de matières salines que les eaux de la mer,  
 » et si les canaux qui y portent les eaux du Nil étaient trois ou  
 » quatre années sans y affluer, il ne différerait pas des lacs  
 » amers par les circonstances physiques et par la composition  
 » chimique de ses eaux. On ne verrait pas là des preuves de  
 » communication de la mer depuis les temps historiques, car il  
 » est constaté historiquement qu'à cet égard rien n'a changé.

» En Égypte et dans tous les environs, la salure d'un lac d'eau  
 » douce, après un grand laps de temps, est un phénomène uni-  
 » versel, un effet nécessaire, dont on peut donner les raisons.  
 » Elle ne prouve donc rien pour la communication de ce lac  
 » avec la mer, et l'on ne pourrait pas l'inférer de là, quand bien  
 » même l'histoire et les circonstances du local n'y seraient pas  
 » contraires. »

Les considérations qui précèdent suffiront, je l'espère, pour  
 montrer avec quelle réserve et quelle prudence il convient d'ac-  
 cepter les dires des anciens au sujet des changements qu'au-  
 raient éprouvés, depuis les temps historiques, les contrées que  
 nous étudions dans ce travail.

Le moyen âge, comme on pouvait s'y attendre, ni les incur-  
 sions répétées des croisés, n'ajoutent rien aux connaissances des  
 anciens sur la constitution physique de ces régions. *Joinville*  
 fait simplement mention, dans son *Histoire de saint Louis*, des  
 poissons pétrifiés que l'on trouve en Syrie, comme d'une des  
 merveilles de ce pays.

C'est seulement dans les temps modernes que l'on commence  
 à trouver, dans les œuvres des nombreux pèlerins que l'Orient  
 attire à lui depuis si longtemps, quelques observations sur l'his-  
 toire naturelle et la géologie.

Dès le *xvi<sup>e</sup>* siècle, notre compatriote *Pierre Belon* (1547),  
 naturaliste du Mans, recueille de curieux documents sur l'his-  
 toire naturelle de l'Orient et décrit les sources thermales de  
 Tor dans le Sinaï, ainsi que plusieurs sources salées du désert  
 de Suez. Le passage suivant de cet auteur renferme une naïve  
 légende qui pourrait bien se rapporter à la présence, aux envi-

rons de Jérusalem, de certains petits fossiles que nous avons trouvés près de cette ville :

« Quand nous eumes cheminé demie lieuë, nous trouvâmes  
 » un grand arbre de Therebinthe où Nostre-Dame se souloit  
 » reposer en venant de Beth-Lehem en Ierusalem, qui est situé  
 » sur le chemin, près d'un champ tout semé d'une petite pierre  
 » ronde de la grosseur et de la forme d'un petit chiche. Le vul-  
 » gaire dit qu'il y eut un homme qui semait des pois, et Nostre-  
 » Dame passa par là et lui demanda qu'il faisait : il répondit :  
 » — Le sème des pierres, et depuis ce temps là, la terre est  
 » demeurée pierreuse comme si ces pois fussent transmués en  
 » pierres (1). »

Le siècle suivant ne nous a rien laissé d'intéressant, et quant au xviii<sup>e</sup> siècle, malgré les voyages de *Schaw* (1722), de *Pococke* (1738), de *Dolomieu* (1779), de *Niebuhr* (1780) et de *Volney* (1787), et un certain nombre d'observations positives éparses dans leurs œuvres, il n'a pas ajouté beaucoup aux connaissances des anciens.

En 1703, *Maraldi* signalait à l'Académie des sciences de Paris la présence de poissons fossiles dans le Liban.

En 1714, *Corneille Lebrun* donne, dans son *Voyage au Levant*, des figures de ces pétrifications.

En 1741, *Jonas Korte*, d'Altona, en fait également mention.

*Richard Pococke*, évêque de Meath, signalait presque en même temps les coquilles pétrifiées des environs de la mer Morte.

*Dolomieu*, s'occupant de la formation des deux bassins parallèles de la mer Rouge et de la vallée du Nil, leur assignait une origine commune. L'affaissement subit de l'espace aujourd'hui occupé par la mer Rouge aurait, selon lui, déterminé un mouvement de bascule dans le terrain compris entre cette mer et l'Égypte, et donné naissance à cette vallée en soulevant les montagnes de la chaîne arabe au-dessus de leur ancien niveau et en les séparant de celles de la Libye auxquelles elles étaient autrefois contiguës. Il étudia ensuite la formation du Delta, qu'il

(1) *Observations de plusieurs singularités et choses mémorables trouvées en Grèce, Judée, Égypte, Arabie et autres pays estranges*, p. 322.

considère comme formé par des atterrissements de limon disposés autour de quelques massifs calcaires qui leur avaient servi de noyaux, et discute la question si controversée de l'exhaussement du lit du Nil, exhaussement que confirmèrent ses observations (1).

Dégoûté par les difficultés inhérentes aux voyages dans ces contrées, il quitta l'Égypte avant d'avoir réalisé son projet de l'explorer en entier, laissant cette tâche aux ingénieurs dont nous parlerons bientôt et dont les œuvres ne furent publiées qu'au commencement du siècle suivant.

*Niebuhr* (1780), savant danois, a consacré, dans son voyage en Arabie, quelques pages à l'histoire naturelle de cette presqu'île. Il y signale la présence des diverses roches et minéraux, tels que le basalte qui s'y présente, en certains points, avec la structure colonnaire, le gypse, l'onyx, la cornaline, le sel gemme formant à lui seul des montagnes entières, la pierre d'aimant, des minerais de fer et de plomb, etc... Niebuhr regarde la Tehama, vaste plaine côtière qui borde la mer Rouge, comme un ancien fond de mer exhaussé et conservant encore, comme preuve de son origine, de nombreuses coquilles et des dépôts de sel. Les collines qui bordent à leur tour cette plaine sont composées de calcaires noirâtres, et les montagnes qui leur succèdent sont formées de schistes et de basaltes. Il a encore signalé le retrait progressif de la mer sur les côtes et l'exhaussement des bancs de coraux (2).

François Chassebœuf *de Volney* qui, de 1783 à 1785, visita l'Égypte et la Syrie, nous a laissé de ces contrées des descriptions excellentes. Dans le second et le troisième chapitre du premier volume de son *Voyage en Syrie et en Égypte*, il s'est occupé de l'extension et de l'exhaussement du Delta du Nil, et, dans le neuvième, de la possibilité du percement de l'isthme de Suez qu'il ne croit pas praticable. Il consacre le premier chapitre de son second volume à la géographie et à l'histoire natu-

(1) *Sur la constitution physique de l'Égypte* (*Journ. de Physique*, t. XLII).

(2) *Voyage en Arabie*, t. II, p. 389. (*Histoire naturelle de l'Arabie*.)

relle de la Syrie, parlant de la structure de ses montagnes, de ses volcans, des tremblements de terre, des qualités du sol, etc... Il mentionne, entre autres choses curieuses, les empreintes de plantes, de poissons, de coquillages et surtout d'oignons de mer que l'on trouve dans le Kesraouan (Liban).

Il suppose que la vallée du Jourdain et de la mer Morte n'est due qu'à l'affaissement violent d'un terrain qui jadis conduisait le Jourdain à la Méditerranée (1).

C'est avec le xix<sup>e</sup> siècle que commencent les célèbres voyages de *Seetzen* (1806), de l'Espagnol *Domingo Badia* (1807), plus connu sous le nom d'*Ali-Bey*, et de *Burkhardt*, de Bâle (1810), qui voyageait sous le nom de *Scheikh Ibrahim*.

Tous les trois, à l'abri du déguisement, pénétrèrent fort avant, en Arabie et en Palestine, dans les contrées du plus difficile accès. *Seetzen* et *Burkhardt* traversèrent les premiers, depuis les croisés, les contrées situées à l'est de la mer Morte et parcoururent la presque île du Sinaï. Les récits de leurs voyages contiennent un bon nombre d'observations géologiques que nous aurons occasion de citer dans le cours de ce travail.

Deux commandants de la marine anglaise, *Irby* et *Mangles* (1817), pénétrèrent quelques années plus tard dans ces mêmes régions situées à l'est du Ghor, et, cette fois, avec leur caractère d'Européens. C'est à eux que revient l'honneur de la découverte des dolmens de la Palestine dont ils ont décrit fidèlement les deux principaux districts (2).

Vers la même époque, un minéralogiste de Nantes, *M. Frédéric Caillaux* (1815 à 1818), explorait l'oasis d'Ammon, l'oasis de Thèbes et les montagnes de la chaîne arabe, sur la constitution desquelles il a laissé d'intéressants renseignements. Il retrouva les anciennes mines d'émeraude du mont Zabara et en tenta de nouveau l'exploitation pour le compte de Mohammed-Ali; on lui doit également la découverte

(1) *Voyage en Syrie et en Égypte, pendant les années 1783 et 1785*, publié en 1780 et 1789, 6<sup>e</sup> édition, 1823.

(2) *Travels in Egypt, Nubia, Syria and Asia Minor, during the years 1817, 1818 et 1823*, p. 325-463.

de la montagne de soufre du Jebel Kebrit, sur les bords de la mer Rouge (1).

C'est à la publication des travaux de l'expédition d'Égypte en 1826, que se rattachent les premières notions générales que l'on ait eu sur la géologie de l'Orient.

Les études de M. Jomard, sur le lac Mæris; de M. Dubois-Aymé, sur les anciennes limites de la mer Rouge; celles de M. Lepère sur le canal des deux mers, du général Andréossy, sur la vallée des lacs de Natron et celle du fleuve sans eau; les notes de M. Girard, contenant ses *Observations sur la vallée de l'Égarement et les conséquences géologiques qui résultent de la reconnaissance qu'on en a faite*; ses *Observations sur la vallée d'Égypte et sur l'exhaussement séculaire du sol qui la recouvre*, etc... Toutes ces œuvres, émanées de savants et d'ingénieurs dont le mérite n'a pas besoin d'être rappelé, viennent se grouper autour d'un travail d'ensemble que l'on doit à M. de Rozière.

Ce travail, auquel on ne saurait faire d'autres reproches que ceux qui s'attachent aux œuvres de cette époque, où la géologie était si peu avancée et la paléontologie encore à créer; ce travail, dis-je, contient des observations très-justes et très-exactes, portant principalement sur les diverses roches que l'auteur a recueillies et qu'il a fait figurer dans de magnifiques planches par un procédé et dans un but qu'une note spéciale fait valoir (2). Cette note, ainsi que celle qui a pour objet la *Description minéralogique de la vallée de Coceyr* (Cosseir) (3), précèdent le mémoire principal, qui est intitulé : *De la constitution physique de l'Égypte et de ses rapports avec les anciennes institutions de cette contrée* (4), et traite principalement des gisements, des caractères et des applications architecturales des roches du pays.

(1) *Voyage à l'oasis de Thèbes et dans les déserts, à l'orient et à l'occident de la Thébaïde*, publié en 1821, par M. Jomard.

(2) *Discours sur la représentation des roches de l'Égypte et de l'Arabie, par la gravure, et sur son utilité dans les arts et dans la géologie.* (*Description de l'Égypte*, t. XX, p. 195.)

(3) *Id.*, t. XX, p. 165.

(4) *Id.*, t. XXI, p. 1.

Burkhardt, dans ses voyages, avait découvert la vallée d'Arabah, ce vaste fossé qui se dirige de la mer Morte à la mer Rouge en séparant la presque île du Sinaï de l'Idumée. On avait admis que c'était l'ancien chenal par où le Jourdain déversait autrefois ses eaux dans le golfe d'Akabah.

En 1828, *Léon de Laborde* (1), s'appuyant sur une suite de relevés topographiques exécutés par lui depuis Akabah jusqu'à Petra, ainsi que sur les textes bibliques, vint émettre l'opinion que le cours du Jourdain avait été interrompu lors de l'événement qui provoqua la destruction des villes maudites, et que cette interruption avait naturellement eu pour conséquence la formation de la mer Morte.

Malgré les protestations de *M. Letronne* (2), qui tirait de l'étude attentive de l'hydrographie de cette contrée la preuve de l'existence d'un double versant anticlinal au milieu de l'Arabah, cette idée tendait alors à prévaloir.

L'excellent mémoire de *Botta* (1833), sur le Liban (3), marque l'avènement d'une nouvelle phase dans les recherches géologiques dont l'Orient a été l'objet. Les coupes détaillées et la carte géologique qui accompagnent ce travail donnent une assez bonne idée de la succession des terrains que l'on rencontre dans cette chaîne de montagnes; enfin les roches et fossiles qu'il adressa au savant géologue qui remplissait alors les fonctions de secrétaire de la Société géologique de France, *M. Ami Boué*, permirent à ce dernier d'établir entre ces terrains et les types mieux connus de l'Europe des rapprochements intéressants.

Quelques années plus tard, *Botta* donna également de bons renseignements sur la géologie de l'Yémen et de la côte arabe de la mer Rouge (*Bull. de la Soc. de Géogr.*, 2<sup>e</sup> sér., t. XII, p. 375, 1839).

Deux naturalistes allemands, *Ruppel* et *Ehrenberg* (1830-31), s'occupaient pendant ce temps de la géologie des États du pacha

(1) *Voyage en Orient*, 1828.

(2) *Journ. des savants*, 1835, p. 596.

(3) Observations sur le Liban et l'Anti-Liban (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 1<sup>re</sup> sér., t. I, p. 135, 1833).



d'Égypte. Le premier étudiait spécialement l'Arabie Pétrée et le Kordofan et y reconnaissait la présence de roches primaires, de grès secondaires (les grès de Nubie) et de dépôts tertiaires. Le second explorait avec soin les environs de l'oasis d'Ammon (Siouah), la Thébaïde et l'Arabie Pétrée, et donnait le premier essai de carte géologique de l'Égypte et de l'Arabie Pétrée.

Dans la suite (*Acad. de Berlin*, 1839, et *Philos. Magaz.*, 1841), Ehrenberg, soumettant à des études microscopiques les calcaires crayeux ou nummulitiques de l'Égypte, du désert de Libye, du Sinaï et de l'Arabie, reconnait qu'ils étaient presque entièrement composés des mêmes foraminifères microscopiques que ceux que l'on trouve dans la craie d'Europe.

En 1837, deux autres naturalistes allemands, l'un Saxon, *Schubert* (1), l'autre Bavaïois, le professeur *Roth*, visitèrent la Palestine et y recueillirent un assez grand nombre d'observations géologiques. Heinrich von Schubert signala de nombreux épanchements basaltiques dans le nord de ce pays où Badia (Ali-Bey) les avait déjà observés, ainsi que divers gisements fossilifères dans le Liban et l'Anti-Liban; le docteur Roth rapporta de Judée de nombreux fossiles dont, grâce à M. Fraas, nous connaissons maintenant les principaux. Mais la découverte qui fit le plus de sensation, ce fut celle de l'énorme dépression du niveau des eaux de la mer Morte, que Seetzen et Burkhardt avaient considéré comme plus élevé que celui de l'Océan, et que Schubert fixa, d'après ses observations barométriques, à 93 toises au-dessous de ce dernier niveau.

Dans le même temps, deux Anglais, MM. *Moore* et *Beck*, arrivaient également, à la suite de mesures hypsométriques, à découvrir de leur côté cette dépression (2).

Vers la fin de la même année, M. *de Bertou*, voyageant en Palestine, fit dans le Liban la connaissance de M. Moore qui lui apprit l'existence de la dépression de la mer Morte. Il entreprit alors de la mesurer avec exactitude et il en fixa bientôt le chiffre

(1) *Reise in der Morgenland in den Jahren 1836 und 1837.*

(2) *Journ. of the roy. Geograph. Soc.*, 1837.

à 419 mètres. Bien que la justesse de cette évaluation ait été critiquée à cette époque, et que le capitaine Cailler ait cru à tort devoir le réduire à 200 mètres, ce chiffre se rapproche beaucoup de ceux qu'ont trouvés le lieutenant Lynch et le lieutenant Symonds, et, en dernier lieu, notre compagnon de voyage, le lieutenant de vaisseau Vignes, qui l'a fixé à 392 mètres.

M. de Bertou parcourut, en outre, pour la première fois, l'Arabah dans toute sa longueur, et confirma les prévisions de Letronne en constatant l'existence, au milieu de ce désert, d'un seuil élevé, d'après lui, de 160 mètres au-dessus du niveau de la mer, et qui le divisait en deux versants anticlinaux (1). Ainsi tombait la théorie de l'ancienne prolongation du Jourdain jusqu'à la mer Rouge, que l'on ne pouvait plus soutenir même en faisant intervenir des soulèvements postérieurs effectués aux environs du partage des eaux et dont nous ferons ressortir, dans la suite, l'impossibilité. En revanche, une nouvelle hypothèse, bien favorisée par la dépression de niveau et la salure extrême de la mer Morte, allait lui succéder : c'est la théorie de l'ancienne communication de la mer Rouge et de la mer Morte, interrompue par les soulèvements dont il vient d'être fait mention.

Pendant que les connaissances positives sur le bassin de la mer Morte faisaient de si rapides progrès, un voyageur anglais, M. Nash (1837), publiait une étude intéressante sur la géologie de l'Égypte et de la vallée de Cosseir. Il divisait les terrains de ces contrées en quatre grandes formations, parmi lesquelles il comprend les grès de Nubie qu'il rapporte au trias et le nummulitique et la craie qu'il réunit en un même groupe.

Il signale également, comme une preuve de l'exhaussement des côtes occidentale et orientale de la mer Rouge, la présence à Cosseir et à Djeddah de nombreux échinides et de coquilles marines appartenant à des espèces encore existantes (2).

(1) Itinéraire de la mer Morte, par le Ghor à Akaba, et retour à Hebron (*Bull. de la Soc. de géogr.*, t. XI, p. 274, 1839). — Description de la vallée du Jourdain et du lac Asphaltite (*Bull. de la Soc. de géogr.*, 2<sup>e</sup> sér., t. XII, p. 164, 1839).

(2) *On the geology of Egypt and of the valley of Cosseir* (*Edinb. new philos. Journ.*, t. XXII, 1837).

C'est l'année suivante que le docteur *Robinson* publia son livre célèbre sur la Palestine, dans lequel se trouvent de bonnes indications sur la géographie physique de cette contrée (1).

Vers la même époque, *Russegger*, conseiller des mines autrichien, que Mohammed-Ali avait appelé en Égypte, parcourait ce pays et la Nubie jusqu'aux confins de l'Abyssinie et des déserts de l'Afrique centrale. « Ce fut, me disait un savant docteur bien connu, qui a longtemps habité le Caire, le seul Européen que je vis revenir, en bonne santé, du Soudan. » Il voyagea ensuite dans la presqu'île du Sinaï, la Judée, la Galilée, le Liban et l'Anti-Liban, et prolongea jusqu'au Taurus la longue suite de ses pérégrinations.

Le journal de Leonhardt et Bronn renferme une série de lettres sur la géologie des contrées qu'il parcourait. Ce ne fut que dix ans plus tard que fut achevée la publication de ses voyages (2). Cet ouvrage est accompagné de cartes géologiques ainsi que de panoramas qui, malheureusement, ne sont ni très-clairs ni bien exacts. Néanmoins, malgré les erreurs et les renseignements hasardés qu'il a cru pouvoir donner sur des contrées restées en dehors de ses investigations, ce travail et ces cartes sont d'une grande utilité et méritent encore bien plus d'être consultés que certaines des dernières publications qui ont paru sur le même sujet.

Pendant que *Russegger* poursuivait le cours de ses aventureux voyages, un de nos compatriotes, *Lefèvre* (1835-1839), se rendit en Égypte avec l'expédition médicale du docteur Paniset, fut ensuite nommé professeur à l'École des ingénieurs du Caire et reçut du pacha diverses missions qui lui permirent de visiter en détail ce pays ainsi que la Nubie, le Sinaï et l'Abyssinie où il perdit la vie. Il n'a laissé, en fait d'écrits, qu'une lettre adressée de Resserres à Cordier, et dans laquelle il esquisse, à grands traits, la géologie des contrées qu'il avait parcourues (3); mais

(1) *Biblical researches*, 1838.

(2) *Reisen in Europa, Asien und Afrika*, de 1835 à 1840, publié de 1845 à 1849.

(3) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1<sup>re</sup> sér., t. X, p. 144, 1839.

les collections qu'il a envoyées au Muséum d'histoire naturelle de Paris ont été formées avec une méthode bien rare et bien précieuse, et le catalogue qui en a été dressé complète parfaitement les indications qu'elles fournissent ; de telle sorte qu'on peut suivre pas à pas ce voyageur dans ses courses, et se rendre un compte excellent de la constitution physique des pays qu'il a parcourus par l'examen des nombreux spécimens de roches et de fossiles qu'il en a rapportés. Ces matériaux ont été peu utilisés. Alcide d'Orbigny n'a fait connaître qu'un très-petit nombre des fossiles que renferment ces collections, et M. Delesse a publié, dans ses intéressantes études sur les roches, quelques observations sur les divers types de syénite et de porphyre rouge antique rapportés par ce voyageur. Il est à regretter que tant de documents intéressants et pour la plupart nouveaux n'aient point encore été publiés, et que Lefèvre n'ait pas eu la célébrité posthume que lui avaient méritée ses efforts et les soins méthodiques avec lesquels ces nombreux matériaux avaient été colligés.

Après avoir cité, pour mémoire, quelques observations géologiques faites, en Égypte, par MM. *Clot-Bey*, *Rochet d'Héricourt*, *Bowerbank*, et la description d'une raie fossile, des calcaires à poissons du Liban, fait par sir *P. Grey*. *Egerton* (1), nous mentionnerons d'une façon toute spéciale les travaux du lieutenant *Newboldt*, sur la géologie de l'Égypte. Ce savant officier anglais, qui avait parcouru la Syrie, l'Arabie Pétrée et l'Égypte, a publié, sur la géologie de ce dernier pays, un essai méthodique dans lequel il a groupé avec beaucoup de tact la plupart des observations recueillies, soit par lui-même, soit par quelques-uns de ses prédécesseurs, en accompagnant son texte instructif de coupes théoriques qui donnent une bonne idée de la structure de cette contrée (2).

L'année qui suivit la présentation de ce mémoire, parut, en

(1) *Quart. Journ. of Geol. Soc.*, t. I, p. 225, pl. 5.

(2) *On the geology of Egypt* (*Quart. Journ. of Geol. Soc. of London*, t. IV). — *Proceed.*, p. 324, 1847-48. — Ouvrage lu et présenté en 1842.

Amérique, une note (1) dans laquelle un savant géologue de cette contrée, *Ed. Hitchcock*, eut l'idée heureuse de réunir et de coordonner entre elles les observations recueillies en diverses parties de l'Asie occidentale, par les missionnaires américains, en les contrôlant par l'étude attentive des matériaux qu'ils en avaient rapportés. Doué d'une rare pénétration, il en tira, notamment à propos de la géologie de la Syrie, des inductions générales qui montrent que, sans avoir visité ce pays, il a su deviner sa constitution et s'en rendre un meilleur compte que la plupart de ceux qui l'ont parcouru avant et depuis cette époque.

Il admit l'existence d'une faille, s'étendant du golfe d'Akaba à l'Anti-Liban et sans doute aussi jusqu'à Alep, pour expliquer la formation du long sillon dont nous avons parlé plus haut et qui constitue le trait le plus saillant de la géographie physique de cette contrée.

C'était, du reste, l'opinion qu'avait déjà manifestée Léopold de Buch, en réponse aux questions que lui avait adressées sur ce sujet le docteur Robinson. Plusieurs savants ont, depuis, appuyé cette idée que nous avons été assez heureux de pouvoir confirmer par l'étude des déplacements subis par les roches de l'un et de l'autre côté de cette ligne de fracture.

Contrairement à Daubeny, qui a cru retrouver dans les anciennes prophéties bibliques des allusions à des éruptions volcaniques (2), Hitchcock rejeta l'époque de la manifestation de ces phénomènes au delà des temps historiques, et bien qu'il penchât à attribuer à une influence de cet ordre la formation du sel gemme du Jebel Usdom, il repoussa l'idée émise par Russegger que la mer Morte aurait pu être une dépression cratériforme et le principal siège de ces éruptions.

Conduit toujours par le même tact de critique, le savant professeur du collège d'Amherst repoussa également l'hypothèse de l'ancien prolongement du Jourdain jusqu'à la mer Rouge, comme

(1) *Notes on geology of several parts of Western Asia founded chiefly on specimens and descriptions from American Missionaries. — Report of the meeting of the Assoc. of Americ. Geologists.* Boston, 1843, p. 369.

(2) *Descript. of active and extinct volcanoes*, 1826, p. 278.

aussi celle qui attribuait aux phénomènes volcaniques l'inter ruption de l'ancien cours de ce fleuve, la formation de la mer Morte et la destruction des villes maudites. Malheureusement, Hitchcock n'en est pas resté là et il a voulu à son tour expliquer ce désastre en l'attribuant à un affaissement. Ce phénomène aurait eu pour conséquence la formation de la mer Morte et l'exhaussement simultanément de la montagne de sel, à l'apparition de laquelle il attribue la transformation, en une plaine stérile, de la vallée fertile de Siddim ; enfin l'inflammation des sources bitumineuses vient, dans sa théorie, compléter le tableau que nous a laissé la Bible de cette grande catastrophe.

Hitchcock n'a cependant pas été jusqu'à admettre, comme l'ont fait Robinson et Smith, Michaelis et Busching et plus récemment M. Gaillardot, que l'inflammation de ces calcaires bitumineux avait été la cause de l'affaissement du sol aux environs de la mer Morte.

Un des compatriotes d'Hitchcock, M. *Scherwood*, a publié, deux ans plus tard, une note sur la vallée du Jourdain et la mer Morte où se trouvent quelques observations judicieuses (1).

La même année parut une note sur la géologie de l'Égypte, où fut décrit un des crustacés fossiles qu'on rencontre dans les terrains nummulitiques du Mokattam (2).

En 1847, M. *Blanche* fit connaître dans le *Bulletin de la Société géologique* une coupe détaillée des terrains du Liban, relevée aux environs d'Abey, et dans laquelle se trouve reproduite la même succession de couches que celle observée par Botta, au Nahr el Kelb, dans la même contrée (3).

Pendant la guerre de l'Égypte avec la Porte, M. *Gaillardot*, médecin militaire, eut occasion de parcourir une grande partie de la Syrie. Il fit, en outre, l'étude détaillée de la montagne du Mokattam, près du Caire, et essaya de rapprocher les terrains

(1) *American Journ. of sc. and arts*, t. XLVIII, 1845, p. 184.

(2) Orlebar, *Some observations on the geology of the Egyptian desert* (*Journ. of the Bombay Soc.*, 1845).

(3) Coupe transversale de la vallée du Darjour, dans le Liban (*Bull. de la Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., t. V, p. 12, pl. 1, 1847).

qui la constituent de ceux qu'il avait observés en Syrie et en Palestine, en les groupant, les uns et les autres, sous le nom de *Système libanien*, mauvaise dénomination qui s'applique à des terrains d'âge fort différent. Les conditions défavorables pour l'observation dans lesquelles se trouvait cet auteur expliquent suffisamment les erreurs fort excusables que renferment ses travaux (1).

M. Gaillardot découvrit plusieurs gisements nummulitiques dans le nord de la Syrie, et plus tard il en fit connaître un autre aux environs de Saïda (Sidon), dans la Phénicie (2).

M. *Leonhardt Horner*, géologue anglais, visita peu après l'Égypte et en rapporta une collection de roches et de fossiles qui se trouve au Musée de la Société géologique de Londres. On y voit, entre autres choses remarquables, des empreintes de poissons provenant du Mokattam et très-bien conservées dans un calcaire crayeux tendre. Elles ont été publiées dans le Bulletin de la Société géologique de Londres, par sir P. Grey Egerton (3).

Dans un excellent article, où les principaux caractères de la vallée du Nil sont très-nettement exposés, M. Horner a discuté la valeur des découvertes, faites par Lepsius, de marques de hauts niveaux sur les rochers qui avoisinent le Nil (4).

M. *Heckel* (1849) publiait, pendant ce temps, à Stuttgart, les poissons rapportés du Liban par M. Kotschy.

MM. *Thornton et Herapath* firent paraître également un intéressant article sur la mer Morte et la composition de ses eaux (5). et dans le même volume du même recueil on trouve une étude fort intéressante et très-complète sur la *Géographie et la géologie*

(1) *Coup d'œil sur les calcaires crétacés des environs du Caire* (Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges, t. V, p. 703, 1845). — *Étude: géologiques et topographiques sur la Syrie* (Ann. de la Soc. d'ém. des Vosges, t. VI, 1849). — *Description de la montagne appelée Djebel-Khâisoun au nord de Damas* (Bull. de la Soc. géol. de France, t. XII, p. 338).

(2) *Découverte d'un gisement de nummulites près de Saïda* (Lettre à M. Gaudry, Bull. de la Soc. géol., 2<sup>e</sup> sér., t. XIII, p. 538).

(3) *Quart. Journ. of Geol. Soc.*, t. X, pl. 13.

(4) *Edinb. philos. Journ.*, t. XLIX, p. 143.

(5) *Edinb. new philos. Journ.*, t. XLVIII, p. 313, 1850.

de la presque île du Sinaï, que l'on doit à M. *Hogg* (1). Ce travail, fort bien fait, qui résume les connaissances acquises jusqu'alors sur la géologie de cette presque île, est accompagné d'une petite carte géologique.

Enfin, la même année, le docteur *Buist*, dans un travail sur les volcans de l'Inde (2), donna d'intéressantes informations sur les volcans de la mer Rouge et du littoral de l'Arabie, et M. *Pictet*, le célèbre paléontologiste de Genève, décrivit les poissons fossiles du Liban (3). D'après les caractères de cette faune, il rapprocha de la craie les terrains qui la renfermaient, rapprochement qui est justifiable à d'autres égards, ainsi que nous le verrons dans la suite.

Bien que le voyage de l'expédition américaine, conduite en Palestine et à la mer Morte par le lieutenant *Lynch*, se fût effectué en 1848, ce n'est qu'en 1852 que parut, à Baltimore, le *rapport officiel* dans lequel furent consignés les résultats de cette exploration (4). La partie géologique, confiée au docteur *Anderson*, que Lynch avait rencontré dans le Liban et attaché à son expédition, y tient une grande place et une nombreuse suite de planches de fossiles accompagne les descriptions paléontologiques de M. *Conrad*.

Le rapport du docteur Anderson (5) porte l'empreinte de l'esprit consciencieux et exact de son auteur en même temps que celle de son peu de connaissances spéciales en géologie. Aucune coupe, aucune carte géologique ne l'accompagnent; en revanche, on y trouve de nombreuses analyses de roches et l'itinéraire est plein d'excellents renseignements géographiques et topographiques. Malgré les difficultés du voyage, le docteur Anderson n'a jamais négligé d'observer soigneusement les couches qui se présentaient à lui; malheureusement, il s'est moins préoccupé des

(1) *Edinb. new philos. Journ.*, t. XLVIII, p. 193.

(2) *Transact. of the Bombay Geogr. Soc.*, t. X, p. 139.

(3) *Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, t. XXII, 1850.

(4) *Official report of the U. S. expedition to explore the Dead Sea and the river Jordan*. Baltimore, 1852.

(5) *Geological reconnaissance of part of the holy Land*, off. rep., p. 79.



relations générales de ces strates que des caractères les plus minutieux des roches qui les composent. Quant aux fossiles, les descriptions et déterminations qu'en a données M. Conrad (1) étaient bien plutôt faites pour égarer Anderson que pour l'aider dans cette étude et lui servir de contrôle.

C'est à ces déterminations défectueuses qu'il faut notamment attribuer la part considérable qu'Anderson fait, dans la Palestine, au terrain jurassique et le mélange prétendu des fossiles de cette formation avec ceux du terrain crétacé.

Fort embarrassé, au sujet de la formation du bassin de la mer Morte, Anderson a mis en avant, avec la plus grande réserve, deux hypothèses entre lesquelles il évite de se prononcer. La première, basée sur l'existence d'une fissure le long du Ghor, qui n'est autre que l'idée de Léopold de Buch et d'Hitchcock, ne l'arrête pas longtemps, et il expose avec plus de complaisance la seconde, qui suppose l'existence primitive d'une vaste rainure, servant de lit à un cours d'eau se déchargeant dans la mer Rouge et dont la pente uniforme aurait été modifiée par des affaissements et des soulèvements auxquels seraient dus la formation des lacs et leur isolement plus ou moins complet. Alors serait arrivée la mer qui aurait nivelé les hauteurs, fait disparaître toute trace de cet ancien cours d'eau, et cette région, émergée de nouveau, aurait acquis depuis, sous l'influence des agents atmosphériques, les traits remarquables de son relief actuel (2).

MM. Booth et Muckle firent l'analyse chimique d'un grand nombre des roches rapportées par Anderson et aussi celle de l'eau de la mer Morte, rapportée par Lynch (3).

Peu après, MM. Boutron-Charland et Henry donnaient celle de l'eau du Jourdain (4).

L'année suivante, M. Gaudry recueillait, dans le Liban et en Palestine, une collection de roches et de fossiles déposée par lui au Muséum d'histoire naturelle. On y remarque des poissons du

(1) *Description of the fossils of Syria, off. rep.*, p. 214.

(2) *On the Dead Sea's basin, off. rep.*, p. 203.

(3) *Narrative of the U. S. exped.*, 1850, by Lynch, London, p. 509.

(4) *Journ. de pharm.*, t. XXI, p. 165, 1852.

Liban, qui ont servi aux descriptions de M. Pictet et des fossiles néocomiens de la même chaîne.

En 1854, M. *Forbes* publia un article dans lequel il s'attacha à réfuter les preuves que l'on avait données d'un changement de climat, en Palestine, depuis les temps anciens (1), et, dans le même recueil, M. *Dobryell* donna l'analyse de quelques échantillons d'eau recueillis dans cette même contrée.

En 1855, M. le professeur *Costa*, de Naples, décrivit quelques nouvelles espèces de poissons fossiles du Liban (2).

La même année, M. *Bellardi* publia, dans les *Mémoires de l'Académie de Turin*, la description d'un certain nombre de fossiles nummulitiques, rapportés des environs du Caire par M. Clot-Bey. Ce travail qui porte le titre de *Catalogo ragionato dei fossili nummulitici d'Egitto* (3), est accompagné de trois planches où sont représentées les espèces nouvelles décrites par l'auteur. Le nombre des fossiles éocènes nouveaux ou déjà connus dans d'autres pays que M. Bellardi fit connaître à cette époque se monte à une centaine.

En 1864, M. *Leith Adams*, fit paraître une étude fort intéressante sur les traces des hauts niveaux du Nil, que l'on observe, le long de ce fleuve, en Égypte et en Nubie, et qui prouvent qu'à une époque ancienne, le fleuve avait été plus violent et plus volumineux que de nos jours.

La même année, M. *Figari-Bey* commençait la publication des cartes géographico-géologiques à grande échelle que l'on a pu voir figurer à l'Exposition universelle de 1867. Dans son texte explicatif (4), l'auteur passe en revue les principaux bassins naturels de l'Égypte et la série des terrains que l'on rencontre dans ce pays.

M. Figari-Bey, qui a longtemps séjourné en Égypte et a beaucoup voyagé dans ce pays ainsi que dans les contrées voisines,

(1) *Edinb. R. Acad. proceed.*, 1854.

(2) *Mém. de l'Acad. roy. des sc. nat. de Naples*, t. II, p. 97.

(3) *Memorie della reale Acad. di Torino*, 2<sup>e</sup> série, t. XV, p. 171, 1855.

(4) *Studi scientifici sull' Egitto e sue adiacense compresa la penisola dell' Arabia petrea*. Lucca, 1864. — Les cartes n'ont paru que plus tard.

avait déjà publié, en 1846, avec M. *Husson*, une note sur la constitution des environs du Dj. Zeit et du désert compris entre le Nil et la mer Rouge (1).

Les travaux de M. Figari-Bey manquent, malheureusement, de précision. Ses déterminations lithologiques sont souvent fort suspectes et quant à ses déterminations paléontologiques, il suffit de jeter les yeux sur ses listes de fossiles pour être bien vite édifié à leur égard.

Privé de ces éléments d'exactitude, on conçoit qu'un pareil travail, malgré les peines et les fatigues qu'il a occasionnées à son auteur, ne fera guère avancer la géologie de ces contrées.

La partie de l'ouvrage qui mérite cependant l'intérêt est celle qui se rapporte aux sondages effectués par l'auteur en divers points de l'Égypte et la coupe qu'il donne des alluvions du Nil, près de Memphis. Cela fait bien vivement regretter que les roches et les fossiles recueillis par M. Figari-Bey n'aient point été mieux déterminés.

En 1865, mon savant ami, le docteur *Vaillant*, se trouvant à Suez où il se livrait à des recherches zoologiques sur la faune actuelle de la mer Rouge, pendant que de notre côté nous explorions la Palestine, eut occasion de relever près de Suez, au Jebel Attaka, une coupe géologique pleine d'intérêt, en un point où les calcaires tertiaires reposent sur les calcaires crétacés (2). Il signala, en outre, la présence des étheries du Nil, à l'état sub-fossile, près de Chalouf el Terraba.

C'est à cette époque que parut notre travail *sur la formation du bassin de la mer Morte ou lac Asphaltite et sur les changements survenus dans le niveau de ce lac* (3), dans lequel nous donnions un aperçu de nos vues sur la géologie de la Palestine et de l'Idu-

(1) *Bull. de la Soc. de géogr.*, 3<sup>e</sup> sér., t. IV, p. 353; t. V, p. 32; t. VI, p. 111, 1846.

(2) *Observations sur la constitution géologique de quelques terrains aux environs de Suez* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXII, p. 277, 1865).

(3) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXII, p. 420, 1865 (mai). Ce travail a été traduit en anglais par M. Grove, et a paru dans le *Reader* de mars et d'avril 1866.

mée, ainsi que quelques coupes et une petite carte géologique de ces contrées.

Dans le courant de la même année, nous présentions une note *sur la découverte de silex taillés, en Syrie, accompagnée de quelques remarques sur l'âge des terrains qui constituent la chaîne du Liban* (1), avec une planche représentant ces silex et quelques-uns des ossements qui leur étaient associés dans cette station humaine.

Quatre mois après, M. *Martin Duncan* publiait, en Angleterre, les oursins recueillis par le docteur Carter dans le sud de l'Arabie et dans l'Inde, et confirmait le rapprochement, tenté par ce dernier, entre les deux dépôts qui les renferment (2).

L'année suivante, nous faisons paraître une étude *sur les variations de salure de l'eau de la mer Morte en divers points de sa surface et à différentes profondeurs, ainsi que sur l'origine probable des sels qui entrent dans sa composition* (3).

Cette note renferme des coupes géologiques, des tableaux d'analyses et des renseignements sur les gîtes salifères et les sources thermales et minérales du bassin de la mer Morte.

Bientôt après, nous donnions dans le même recueil une quatrième note *sur les gîtes bitumineux de la Judée et de la Cœlé-Syrie et sur le mode d'arrivée de l'asphalte au milieu des eaux de la mer Morte* (4).

Pendant ce temps, M. *Holland* présentait à la Société géologique de Londres un travail sur la géologie du Sinaï, dont un extrait de deux pages figure dans le bulletin de cette Société (5).

En 1867, M. *Martin Duncan* donna la description des échinodermes rapportés du Sinaï par M. Holland (6) et qu'il reconnut appartenir à la craie moyenne comme ceux de Bagh. C'est à cet horizon que nous avons déjà rapporté ceux de Syrie et d'Idu-

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXII, p. 537, 1865 (juin).

(2) *Quart. Journ. of the Geol. Soc.*, t. XXI, p. 349, 1865 (novembre).

(3) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXII, p. 719, 1866.

(4) *Id.*, t. XXIV, p. 42, 1866.

(5) *Quart. Journ.*, t. XXII, p. 491.

(6) *Quart. Journ.*, t. XXIII, p. 38, 1867.

mée en indiquant la prolongation des couches qui les renferment fort loin, vers l'Égypte et l'Arabie.

Dans le même recueil parut, bientôt après, la description géologique de la première cataracte du Nil, près d'Assouan (Syène), par M. *John Clarke Hawkshaw* (1), accompagnée d'une carte géologique des environs d'Assouan.

La même année, un pasteur américain, M. *Lyman Coleman*, développa l'idée, déjà émise, que la mer Rouge, le golfe d'Akaba et la vallée du Jourdain faisaient partie d'une même fissure qui se prolongerait ainsi de Bab-el-Mandeb au Liban (2).

Il se fondait pendant ce temps, en Angleterre, sous l'influence d'un homme d'initiative et de talent, M. *George Grove* (3), une *Société pour l'exploration de la Palestine*, société à laquelle la reine accordait son patronage.

Enfin, cette même année 1867 ne finit point sans voir paraître un travail très-important sur la géologie de l'Orient, celui dans lequel M. *Fraas*, professeur à Stuttgart, rend compte des observations géologiques intéressantes qu'il a eu occasion de faire en Égypte, dans le Sinaï et en Judée (4). Ce livre est accompagné de trois planches de fossiles nouveaux que l'auteur décrit dans le cours de l'ouvrage, et renferme de plus quelques vues et coupes géologiques. L'auteur donne de nombreuses listes de fossiles recueillis, soit par lui, soit par d'autres dans ces contrées, spécialement aux environs du Caire et de Jérusalem.

Dans son adresse annuelle, comme président de la Société géologique de Londres, M. *Warrington Smyth* a rappelé, l'année suivante, les derniers travaux géologiques dont la Palestine avait été l'objet et a apporté à nos vues une confirmation bien précieuse (5).

Peu après, nous avons fait paraître une note *sur une forma-*

(1) *Quart. Journ.*, t. XXIII, p. 115, 1867.

(2) *The Great Crevasse of the Jordan and of the Red sea*, 1867.

(3) M. Grove est l'auteur de l'excellent article sur la mer Morte, inséré dans le *Dictionnaire de la Bible*, du docteur Smith.

(4) *Aus dem Orient*, Stuttgart, 1867.

(5) *Quart. Journ.*, t. XXIV, 1868.

tion particulière de grès rouges, en Afrique et en Asie, à propos de la valeur du caractère lithologique en stratigraphie (1).

Dans cette note, nous cherchions surtout à mettre en garde contre certaines assimilations qui ne nous paraissaient rien moins que démontrées, et nous voulions, d'autre part, mettre en évidence la grande extension en Afrique et en Asie des marnes et des calcaires cénomaniens ainsi que celle des grès sur lesquels reposent généralement ces dernières couches, depuis le Liban jusqu'en Nubie, d'une part, et depuis la Libye jusqu'à l'Inde, de l'autre.

Un peu après est parue, à Montpellier, une brochure de M. *Cazalis de Fondouce*, intitulée : *Recherches sur la géologie de l'Égypte, d'après les travaux les plus récents, notamment ceux de M. Figari-Bey et le canal maritime de Suez* (2).

Vers la même époque, M. *Delanoue*, de retour de la Thébaidé, a publié une coupe fort intéressante qu'il a relevée aux environs de Thèbes, et M. *d'Archiac* a découvert, parmi les fossiles que M. *Delanoue* a recueillis à divers niveaux, une faune qui se rapporte à l'horizon géognostique du *London-Clay* (3).

Cette année même, M. *Cotteau*, qui avait bien voulu se charger de l'étude des échinodermes fossiles que nous avons recueillis en Palestine en assez grand nombre, a fait connaître à l'Académie des sciences (4) le résultat de cette étude qui porte sur onze espèces cénomaniennes dont quatre sont nouvelles.

Enfin, nous recevons le tirage à part anticipé d'une note de M. *Bauermann*, sur une reconnaissance géologique de Suez au waddy Feiran, dans le Sinaï, accompagnée d'une planche de coupes (5).

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXV, p. 490, 1868.

(2) Montpellier, 1868.

(3) *Compte rendu des séances de l'Acad. des sc.*, t. LXVII, p. 701 ; 5 octobre 1868.

(4) *Compte rendu* ; 25 janvier 1869.

(5) *Quart. Journ. of the Géol. Soc.*, 1869.

## CHAPITRE IV.

## ROCHES MASSIVES.

Nous avons déjà indiqué la répartition générale des massifs cristallins en traitant de l'orographie et parlé de leurs étroites analogies, de l'un et de l'autre côté de la mer Rouge.

La roche fondamentale de ces massifs est le granite sur lequel s'appuient des schistes cristallins, et le tout est traversé par des porphyres et des diorites, etc.

Parfois, comme en Arabie et en Abyssinie, des épanchements basaltiques sont venus couronner ces massifs cristallins sur la base desquels s'appuient les assises bien réglées des terrains nettement stratifiés qui leur ont emprunté les éléments dont ils sont constitués.

## 1° Roches granitiques.

§ 1. GRANITE. — *Granite égyptien* (*marmor syéniten*, *syénites lapis* des anciens; granite rouge oriental; *pyropæcilon* de Pline ( $\pi\upsilon\rho$ , feu;  $\pi\omicron\iota\kappa\acute{\iota}\lambda\omicron\varsigma$ , varié — pierre variée couleur de feu à cause des taches roses de feldspath) — *non* syénite de Werner.

Le granite égyptien, qui se trouve si communément répandu en Orient, a été le sujet d'une erreur qu'on a généralement respectée par égard pour la mémoire de son auteur, Werner. Depuis plus de quarante ans, de Rozière a cependant montré clairement que le célèbre géologue de Freiberg avait confondu avec le granite égyptien des anciens monuments et des obélisques, une roche d'Allemagne d'aspect analogue mais de nature différente (1). Cette dernière roche, que les Romains ont exploitée, était également connue des antiquaires sous le nom de *granite antique*, mais composée essentiellement de feldspath et d'amphibole. Werner, croyant décrire le granite de Syène, lui imposa le nom de syénite.

(1) *Descript. de l'Égypte*, t. XXI, p. 80. — *Observation sur la dénomination de Syénite.*

Faujas de Saint-Fond, Dolomieu, Cordier, Brochant de Villiers, de Humboldt, d'Aubuisson (1), Brongniart (2) et Huot (3) ont vainement reconnu ou signalé cette méprise. Les auteurs ont continué à confondre ces deux roches sous une même dénomination et, dans la plupart de leurs ouvrages, le granite d'Assouan (Syène), en Égypte, passe pour être essentiellement constitué par du feldspath et de l'amphibole comme la roche de Saxe.

Dans le cours de ses savantes études sur les roches, M. Delesse a consacré un article spécial à la syénite d'Égypte (4), et tout en reconnaissant l'erreur de Werner, il admet que la roche de Syène passe tantôt au granite, tantôt à la véritable syénite de Werner, passages qu'il a également observés dans les Vosges pour une roche semblable et que MM. Naumann et Cotta ont également vérifié en Saxe.

La roche de Syène serait donc un granite amphibolifère formant le passage du granite à la roche décrite par Werner sous le nom de syénite. Elle ne diffère pas sensiblement de certains granites et protogines et se compose, d'après M. Delesse, des éléments suivants :

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS.	}	Quartz hyalin, gris, quelquefois violet, enfumé.
		Orthose rose, rouge ou fauve.
		Oligoklase blanc, jaune ou verdâtre.
		Mica noir, brun ou vert, se confondant avec l'amphibole.
		Hornblende, qui se trouve souvent dans la roche.
MINÉRAUX ACCIDENTELS.	—	Pyrite de fer, fer oxydulé, grenat, sphène.

A cette excellente description nous pourrions ajouter toutefois que sur les nombreux échantillons de granite de Syène que nous avons pu observer tant parmi les débris d'anciens monuments égyptiens que dans les collections rapportées des environs d'Assouan par plusieurs voyageurs, nous avons remarqué la rareté de l'amphibole ainsi que le caractère franchement granitique de ces roches. L'amphibole et l'épidote se rencontrent surtout dans le

(2) De Rozière, *loc. cit.*, p. 81.

(3) Article *Syénite*, du *Dict. d'hist. nat.*

(4) Tableau des roches.

(5) *Bull. de la Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., t. VIII, p. 484.



voisinage des nombreux filons de diorite épidotifère qui traversent ces granites. Il est d'ailleurs très-rare que le premier de ces minéraux prenne l'importance d'un élément constituant, et beaucoup d'auteurs ont confondu avec l'amphibole, le mica vert noirâtre, surtout lorsqu'il a perdu tout éclat par suite d'un commencement de décomposition.

Dans le massif du Sinaï, les roches où le feldspath et l'amphibole dominant ne paraissent pas être aussi rares, et de Rozière avait proposé, pour faire cesser toute équivoque, de modifier légèrement l'appellation de Werner et de les désigner par le nom de *sinaïte* puisque c'est dans le Sinaï et non à Syène qu'on rencontre cette roche.

Lefèvre a rapporté de la base et des flancs de Um Schaumart, l'une des montagnes les plus élevées du Sinaï et qui sert de tête à la croupe granitique qui va de là s'abaissant vers le sud, jusqu'à la pointe de la presqu'île, une roche pareille à la syénite des Vosges et renfermant des cristaux de sphène.

On trouve encore un granite à deux feldspaths, très-amphibolifère, au waddy Guebe dans la même presqu'île et cette roche est traversée par des filons de porphyre quartzifère.

M. Fraas a aussi recueilli au mont Hébran et au waddy es Scheikh une roche à grains fins, composée de quartz incolore, de feldspath blanc et d'amphibole vert foncé avec du mica noir, renfermant, comme éléments accidentels, du fer titané et du sphène et que M. le docteur G. Werner regarde comme un granite syénitique (1).

Ces roches passent à des gneiss à deux feldspaths, avec amphibole et sphène et à des leptynites caractérisés par ce dernier minéral.

Le sphène est un compagnon assez habituel de l'amphibole dans ces roches feldspathiques qui nous paraissent être de simples monstruosité accidentelles du granite.

Le mica, au lieu d'être remplacé dans ces granites par de l'amphibole, se transforme quelquefois en un minéral intermé-

(1) *Aus dem Orient*, p. 18.

diaire entre lui et le talc et qui colore en vert le feldspath dans son voisinage. Ces granites passent alors à de véritables *protogines* ainsi que de Rozière l'avait reconnu et comme on peut aisément le constater sur les roches qui proviennent de la chaîne de Syène, de la chaîne arabique et du massif cristallin du Sinaï. Ces protogines renferment parfois du sphène et de l'épidote comme éléments accidentels.

Les granites à deux feldspaths (orthose et oligoklase) sont assez fréquents en Orient; l'exemple le plus remarquable de cette variété nous est fourni par une roche des monts Baram au sud-est de Syène que de Rozière nomme *syénite à cristaux encadrés* et dont nous avons pu voir des spécimens dans les collections de Lefèvre. Ces échantillons rappellent, au premier abord, la variété de granite de la Finlande connue sous le nom de *Rappakivi* et un examen plus attentif ne tarde pas à confirmer ce premier rapprochement. Cette roche est, en effet, composée de cristaux volumineux de feldspath rose (orthose) encadrés de feldspath blanc, cirieux, strié (oligoklase); le tout cimenté par de petits cristaux blancs, qui paraissent appartenir à ce dernier feldspath, quelques grains de quartz et quelques paillettes de mica. Ces auréoles de feldspath blanc autour de l'orthose donnent de loin à la roche une apparence de texture orbiculaire.

Les anciens ont exploité ce granite comme le prouvent les carrières que l'on y trouve pratiquées, à une heure d'Assouan.

Indépendamment de ces variétés de composition, le granite oriental offre les principales variétés de structure que l'on trouve habituellement dans nos granites d'Europe. La plus commune est le *granite rose à gros éléments* qui donne aux montagnes qu'il constitue une coloration rougeâtre, visible de très-loin. Il se compose essentiellement de feldspath orthose rose et rouge, accompagnés généralement de quelques cristaux plus petits de feldspath blanc, de quartz gris légèrement enfumé et de mica brun ou vert foncé. L'épidote y forme parfois d'assez larges taches.

C'est la roche fondamentale de ces massifs cristallins et elle joue le même rôle important en Nubie, dans la chaîne arabique, dans la presqu'île du Sinaï et en Arabie. Nous l'avons observée

sur place près de l'extrémité du golfe d'Akaba où elle forme les montagnes qui bordent la vallée du même nom. Elle y est sillonnée de nombreux filons de diorite épidotifère (voy. fig. 2, p. 72) orientés du sud-ouest au nord-ouest et qui lui donnent de loin l'aspect rubanné ; elle se débite en ce point en fragments parallélipédiques.

Cette roche offre d'ailleurs, assez souvent, dans sa masse, un clivage en grand qui lui donne quelquefois l'aspect stratiforme et, d'autres fois, elle présente une structure fendillée. Les anciens ont su mettre à profit ce clivage pour l'extraction des monolithes gigantesques qu'ils tiraient principalement des carrières des environs de Syène. Ce clivage donne lieu à des surfaces verticales d'une étendue considérable et qui ont été remarquées au Sinaï ainsi qu'au Sennaar par Russegger. On lui attribue la formation de fissures servant de réservoir à des sources qui jaillissent tout à coup au milieu de ces murs et la fontaine de Moïse, dans le Sinaï, signalée par M. Fraas, en est un curieux exemple.

Ce granite s'altère en général assez difficilement. Lorsque cela a lieu, la désagrégation présente souvent ce curieux phénomène que l'on a observé dans un certain nombre de roches cristallines : elle marche par zones concentriques de façon à isoler des sphéroïdes qui ressemblent à des boulets ou affectent des formes bizarres. Ce mode de désagrégation est fréquent aux environs de Syène et au Waddy es Scheikh dans le Sinaï.

Les anciens, qui savaient reconnaître les qualités propres à chaque variété de granite, ont parfaitement su choisir celles qui résistent le mieux aux agents atmosphériques, et depuis des siècles, les arêtes de leurs monuments sont aussi vives et leurs inscriptions aussi fraîches que le jour où le ciseau les a tracées. Ce fait a particulièrement frappé l'esprit des voyageurs qui avaient pu, comme Newboldt, observer dans l'Inde la prompte altération du granite à laquelle on a donné, dans ce pays, le nom de « *maladie du granite* ».

En Égypte et en Arabie, tandis que les roches sédimentaires sont toutes plus ou moins imprégnées de sels et s'altèrent plus facilement que partout ailleurs, les roches silicatées et siliceuses

conservent au contraire leur fraîcheur, ce qui tient sans doute à la grande sécheresse du climat.

Sur les bords du Nil, et notamment près des premières cataractes, les surfaces des granites sont recouvertes d'un enduit noirâtre et brillant analogue, à celui que Humboldt a remarqué sur les bords de certains fleuves d'Amérique. De Rozière attribuait ce vernis à un dépôt d'oxyde de manganèse; mais M. Delesse, qui l'a mieux étudié, a reconnu que c'était un enduit mince et transparent de silice hyaline, déposé probablement par les eaux du Nil, et qui se fond avec la roche à laquelle il adhère fortement.

Par le développement exceptionnel de quelques cristaux d'orthose, le granite oriental passe au *granite porphyroïde* que l'on rencontre notamment aux environs du mont Baram.

Quelquefois, au contraire, le volume des éléments diminue et la roche prend la structure d'un *granite à grains fins*.

Quant aux usages auxquels les anciens ont adapté ces roches, on peut dire qu'ils choisissaient de préférence les variétés les plus uniformes, n'employant que très-rarement le granite porphyroïde. Le granite rouge à gros grains a été le plus estimé : la colonne de Pompée, les aiguilles de Cléopâtre, l'intérieur de la pyramide de Chéops, le sanctuaire monolithe de Saïs, des sphinx, sarcophages et autres restes de monuments, que l'on trouve dans les ruines de Philœ, Éléphantine, Thèbes, Héliopolis, Luksor et surtout d'Alexandrie, témoignent de l'emploi fréquent de cette roche, qui est encore, de nos jours, utilisée dans la marbrerie.

Le granite oriental gris (*granito bigio*) était, après le précédent, le plus recherché. Les variétés à mica noir servaient à faire des sarcophages, des sphinx et de grandes statues, qui, par leurs tons, devaient heureusement contraster avec les grands monolithes et les obélisques de granite rouge.

§ 2. *Granite blanc à grains fins*. — Outre le granite oriental rouge ou gris rougeâtre, il existe encore, dans ces contrées, un autre granite fort différent de ce type commun, et composé de petits cristaux de feldspath blanc, quelquefois un peu nacrés,

de quartz et de mica noir peu abondant. Ce granite blanc à grains fins constitue les sommets des principaux pics du Sinaï (Horeb, Jebel Musa, Jebel Katherine, Jebel Um Schaumart) auxquels il donne une couleur plus claire que celle de la base de ces montagnes. Russegger expliquait cette disposition en supposant que ces pics font partie d'un filon vertical de granite blanc qui coupe, du nord-est au sud-ouest, le granite à gros éléments, et forme ainsi les points culminants du massif sinaïtique. Le même voyageur a remarqué, en outre, que les filons de porphyre se trouvaient en bien plus grand nombre dans le granite blanc que dans le granite ordinaire, et il en concluait à une certaine parenté entre les deux premières roches. D'ailleurs, les filons de porphyre du granite blanc sont, d'après lui, dirigés suivant une direction nord-sud, tandis que ceux du granite oriental sont orientés de l'est à l'ouest ou du nord-est au sud-ouest, ce qui semble indiquer que ces deux classes de filons sont respectivement d'âge différent de même que les roches dans lesquelles ils se trouvent encaissés.

Nous avons eu occasion d'observer un granite blanchâtre composé de feldspath blanc, de quartz et de mica noir, au milieu des massifs porphyriques de l'Idumée, non loin de Pétra et au pied du mont Hor. L'isolement de ce granite, qui forme sur ce point une bande étroite au sein des porphyres, est très-difficile à expliquer.

§ 3. *Pegmatite*. — Le granite oriental est fréquemment coupé par des filons de pegmatite, en général rougeâtre, composée de feldspath et de quartz. Souvent l'épidote y entre comme élément accidentel et vient par sa couleur verte contraster heureusement avec les tons rosés ou rougeâtres du feldspath. Cette roche présente au Jebel Musa, dans le Sinaï, la structure dite *graphique*, le quartz y dessinant des contours polygonaux qui ressemblent à des caractères d'écriture.

Cette pegmatite graphique renferme des grenats comme élément accidentel. Ce dernier minéral n'est pas rare dans les pegmatites de l'Orient; on le trouve notamment dans un filon de cette roche qui coupe le granite au nord d'Assouan, dont le vieux

bourg est en partie établi sur un autre gros filon de pegmatite épidotifère.

La pegmatite n'est pas seulement fréquente en Nubie et dans le massif cristallin du Sinaï, mais aussi dans la chaîne arabe, aux environs de Cosseir, du Jebel Doukhan, du Jebel ez Zeit et au Jebel Gareb où elle offre une belle couleur violette et contient des cristaux de tourmaline. Cette roche existe également dans l'Idumée comme le prouvent les cailloux roulés que nous avons recueillis dans le waddy Akabah. Botta l'a observée dans l'Arabie Heureuse, au mont Saber où elle renferme de l'amphibole.

## 2° Roches porphyriques et trappéennes.

§ 4. *Porphyres feldspathiques.* — Les porphyres feldspathiques sont extrêmement répandus dans tout l'Orient et sillonnent partout les massifs granitiques sous la forme d'épais filons. Ces filons constituent souvent des séries de montagnes où, en vertu de leur compacité plus grande et des résistances qu'offrent ces roches aux dégradations atmosphériques, ils se détachent du granite, sous forme de grands murs ou *dykes* que l'œil peut suivre sur des distances considérables.

On peut distinguer dans ces porphyres au moins deux classes principales qui correspondent à des âges distincts.

Les premiers et les plus anciens sont les porphyres *feldspathiques quartzifères* qui traversent les granites et la pegmatite et sont à leur tour coupés par les diorites.

Les seconds, plus jeunes, sont les *porphyres feldspathiques non quartzifères* (porphyrites), plus foncés en couleur que les précédents et qui semblent se rattacher par plus d'un lien à une série de roches d'un vert foncé, jouant probablement, ici, un rôle analogue à celui que remplissent, dans d'autres régions, les mélaphyres et les ophites.

§ 5. PORPHYRES QUARTZIFÈRES. — Les porphyres quartzifères et pétrosiliceux offrent, en Orient, les variétés lithologiques qu'ils nous présentent en Europe et, de plus, une richesse et une variété infinie de tons et de nuances qui les rendraient précieux

pour l'ornementation architecturale. Les échantillons de ces porphyres que nous avons rapportés du massif du mont Hor suffiraient à eux seuls à établir une gamme chromatique, depuis le vert franchement accusé jusqu'au rouge le plus intense.

De Rozière avait proposé une nomenclature de ces roches basée sur la diversité de leurs couleurs et il avait créé, dans ce but, les noms de *iophyres*, pour les porphyres violets; *chlorophyres*, pour ceux qui sont verdâtres; *tephrophyres*, pour les variétés à couleur cendrée, etc., réservant le nom de *porphyres* pour ceux qui sont rouges et rendant ainsi à cette dernière dénomination sa signification première que les géologues semblent avoir depuis longtemps oubliée.

Mais, bien que ces rectifications s'appuient sur la logique et qu'il soit aussi singulier de voir le mot de *porphyre* caractériser une texture plutôt qu'une couleur que de trouver accolés dans les descriptions des mots tels que *porphyre vert* ou *porphyre gris*, il nous paraît aujourd'hui difficile de revenir sur cette erreur. D'ailleurs, le système d'appellations proposé par de Rozière, tout en séparant les variétés de couleur d'une même espèce de roches, en réunirait d'autres qui méritent d'être distinguées par des motifs plus importants et surchargerait la nomenclature lithologique déjà si compliquée.

Sous le rapport de la texture, les porphyres de l'Orient offrent les principales variétés connues.

On y observe des *porphyres granitoïdes* qui passent lithologiquement au granite en prenant du mica (Horeb, jebel Musa, Sainte-Katherine, waddi Lechatar, waddi Adakar... dans le Sinaï). Le quartz y est souvent assez nettement cristallisé en prismes bipyramidés.

La roche est quelquefois comme cariée et constitue un *porphyre molaire* comme le porphyre du waddi Adakar, par exemple, qu'il ne faut pas confondre avec un trachyte.

Le quartz se fond très-fréquemment dans la pâte et n'est souvent représenté que par de rares cristaux. Dans cet état la roche passerait à une *eurite* si des cristaux, en général bien définis d'orthose ne lui conservaient la structure porphyrique.

On trouve, dans ces divers massifs, des *argilophyres* violacés. Il en existe aussi dans l'île d'Ormuz à l'entrée du golfe Persique. Dans la chaîne Arabique, près du jebel Doukhan, un de ces argilophyres présente, dans ses formes générales extérieures, le retrait prismatique et, dans l'Arabie Heureuse, on trouve sur le chemin de Moka à Sana, capitale de l'Yémen, de véritables *orgues de porphyre*.

J'ai pu observer, en Idumée, un porphyre argiloïde qui renfermait des cristaux de quartz en assez grand nombre et, dans le même massif, des *porphyres pétrosiliceux globulifères* analogues à la *pyroméride* de l'Esterel, dans le Var, ainsi que des *porphyres bréchiformes*.

Dans le Sinaï, les porphyres se montrent au milieu des granites, des pegmatites et des gneiss, en filons de 10 à 30 mètres de puissance, en général, et ils y sont le plus souvent alignés dans la direction du sud-ouest au nord-est. Russegger, qui les a bien étudiés et a représenté par un diagramme leur disposition dans le granite à grains fins du waddy Barrak, remarque que c'est surtout au sein de ce granite qu'ils se montrent avec le plus d'abondance. C'est ce qui le portait à supposer que ces deux roches étaient étroitement apparentées et d'âges fort rapprochés.

Le même voyageur nous montre, par un autre diagramme, ces mêmes porphyres traversés, à leur tour, au waddi Hamila, par des filons de diorite. Sur d'autres points, ils sont coupés par des filons de quartz et de fer oligiste.

Au jebel Doukhan, le porphyre quartzifère, dont la couleur varie du rouge au brun chocolat, paraît associé, dans un même filon de 3 mètres de puissance et dirigé du sud-ouest au nord-est, à une pegmatite rouge et à un filon de porphyre pétrosiliceux noir à cristaux de feldspath blanchâtre.

Entre Petra et la mer Rouge et dans le massif du mont Hor, où nous les avons observés sur place, les porphyres quartzifères forment de petites montagnes alignées sensiblement du sud-sud-ouest au nord-nord-est et englobant au milieu d'elles un lambeau de granite blanchâtre à grains fins.

Entre l'Arabah et Petra, les massifs gréseux, calcaires et por-



phyriques qui avoisinent le jebel Haroun (mont Hor) s'étagent, en formant un vaste amphithéâtre de chaque côté de cette montagne qui s'élève à 1000 mètres au-dessus de la plaine.

Deux waddis principaux, le waddy Abu Kuseibeh et le waddy el Abyad, se rendent du pied du mont Hor dans l'Arabah, emportant les débris des terrains qu'ils traversent, vers le waddy el Jeib qu'ils atteignent, l'un en face du waddy Jeraf. l'autre près de la source sulfureuse d'Aïn Weibeh et des collines de Dohb el Bogla. Les porphyres feldspathiques qui entrent dans la composition de ce massif forment des collines alignées du sud-sud-ouest au nord-nord-est suivant deux séries principales dont l'une borde la vallée de l'Arabah, à l'est, tandis que l'autre passe à côté du mont Hor. La figure 1 donne une idée de cette disposition. Il y a une extrême variété dans la texture et la coloration de ces porphyres et il est rare de rencontrer dans le lit des waddis deux cailloux de cette nature qui se ressemblent exactement.

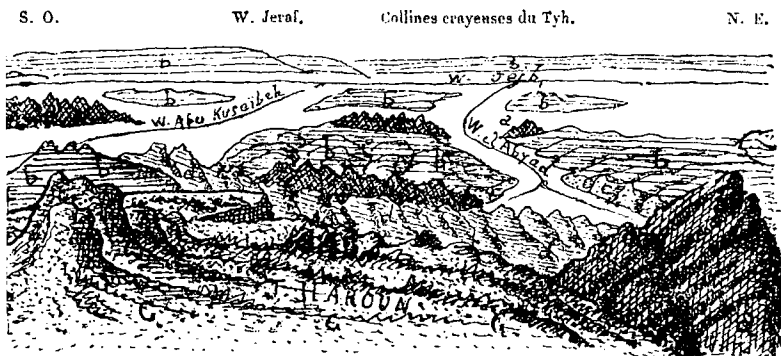


Fig. 1. — Vue de l'Arabah prise du J. Haroun (mont Hor) dans les environs de Pétra (*Iulumée*).

a. Porphyres.  
b. Calcaires crétaçés.

c. Grès de Nubie.  
d. Poudingues.

Quand on observe du sommet du mont Hor les massifs porphyriques les plus voisins, on se rend compte de cette diversité en remarquant les traces des nombreux filons qui sillonnent ces masses elles-mêmes, filons qui sont formés de porphyres de la même nature et de couleur ou de texture seulement un peu différentes. Cette disposition est visible dans la montagne de por-

phyre placée au premier plan et à droite dans la fig. 1. Les porphyres quartzifères avec cristaux de quartz bien apparents sont assez répandus dans les alluvions du waddy Abu Kuseibeh où j'ai recueilli un porphyre quartzifère bréchoïde, rouge lie de vin, empâtant des fragments de porphyre gris ou verdâtre. On en trouve encore au sud et à l'ouest, au pied du mont Hor.

Ils sont très-abondants au commencement du waddy el Abyad où se trouvent des masses porphyriques très-variées. On recueille dans le lit de ce waddy des fragments roulés d'un porphyre rouge violacé et sombre avec cristaux de feldspath rose et de nombreux cristaux de quartz; des débris de porphyre gris de fer avec cristaux de feldspath rouge-brique et des cristaux de quartz et enfin des échantillons de porphyre argiloïde avec cristaux de quartz ainsi que des fragments de porphyre lilas avec cristaux de feldspath d'un jaune chamois et de quartz pyramidé, etc.

On trouve aussi, avec ces roches où le quartz est apparent, des porphyres pétrosiliceux dont la dureté vient seule révéler la richesse en silice. Des porphyres de cette nature se montrent au sud du mont Hor, ayant une pâte rouge sombre et de rares cristaux de feldspath rouge-brique. Ils passent accidentellement à la pyroméride en prenant une structure globulifère.

On en trouve également, au commencement du waddy el Abyad, dont la pâte est d'une belle couleur verte qui fait ressortir les cristaux jaune pâle d'orthose.

Au point où le waddy el Abyad rencontre le waddy el Jeib le lit de ce dernier est couvert de cailloux de porphyres quartzifères, les uns globulifères, d'autres dont la pâte est grise et les cristaux blanchâtres, un grand nombre de couleur violette; enfin il en est aussi dont la pâte est d'un rouge vif avec des cristaux d'orthose de couleur rouge-brique et des taches vertes qui paraissent formées par l'épidote.

Les porphyres pétrosiliceux dans lesquels le quartz n'est plus décelé par des cristaux, s'y trouvent également en grand nombre; on en remarque notamment une belle variété dont la pâte, d'un rouge-brique assez clair, renferme des cristaux de feldspath plus foncés, d'un rouge de sang.

D'autres ont une pâte d'un violet sombre avec des cristaux d'un jaune pâle et rosé ou bien encore une pâte rouge lie de vin avec des cristaux verdâtres. En un mot, il est peu de combinaisons de couleurs qu'on ne puisse retrouver dans ces porphyres et les contrastes qu'elles offrent entre elles sont parfois des plus heureux.

Ces variétés de porphyres se retrouvent dans les alluvions anciennes de l'Arabah où ils constituent un poudingue.

Leur volume va en diminuant jusqu'aux environs de la mer Morte et, au débouché du waddy Jeib dans le Ghor, nous en avons encore trouvé quelques fragments dans les alluvions anciennes, mais d'un volume très-restreint.

Indépendamment du massif du mont Hor, les porphyres existent encore dans les chaînes granitiques qui bordent, à l'est, le waddy Akabah, dans le voisinage de la mer Rouge. Nous avons recueilli, au pied de ces massifs, des fragments de porphyre quartzifère dont la pâte, d'un rouge vineux, fait ressortir des cristaux de quartz peu nombreux et des cristaux de feldspath encore plus rares.

§ 5. PORPHYRES NON QUARTZIFÈRES (*Porphyrites*). — Le type le plus beau, mais aussi le plus rare de ces porphyres est la roche restée célèbre sous le nom de *porphyre rouge antique* à laquelle fut appliquée en premier lieu, par les anciens, la dénomination de *porphyre*, tirée de sa couleur (*πορφυρα*, pourpre). C'est cette roche qu'ils allaient chercher en Égypte et loin du Nil, jusque dans la chaîne arabique. Pour en rendre l'exploitation plus aisée, ils établirent des routes dispendieuses protégées par des postes convenablement espacés. Les Romains ont fait particulièrement usage de ce porphyre dans leur architecture.

M. Delesse, qui a étudié d'une façon spéciale cette roche (1), la décrit comme étant composée essentiellement de cristaux allongés et maclés d'un feldspath du sixième système, rosés et rarement verdâtres, noyés dans une pâte variant du rouge clair au rouge violacé ou lie de vin et au brun marron ou rougeâtre.

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., t. VII, p. 524.

Les cristaux sont d'une densité plus grande que ceux de l'albite et même de l'oligoklase. Leur composition est intermédiaire à celles de ces deux derniers feldspaths et fort rapprochée de celle de l'andésite que l'on trouve dans la syénite des ballons d'Alsace, ainsi que de celle de l'oligoklase à base de chaux (hafneljordite de M. Forchhammer) des environs de Sala qu'a analysé M. Svanberg.

La densité de la pâte est, comme dans tous les porphyres, supérieure à celle des cristaux. Cette pâte est très-faiblement magnétique et fait très-peu d'effervescence avec les acides.

Les minéraux accidentels qui s'y trouvent disséminés sont, toujours d'après le même auteur :

- 1° Des cristaux en général peu nets, d'amphibole hornblende ;
- 2° Des grains microscopiques et assez rares de fer oxydulé qu'on retrouve au jebel Doukhan dans la pegmatite qui encasse le porphyre ;
- 3° Des veines irrégulières et très-rares de quartz qui se perdent dans la pâte.

La densité de la masse est de 2,763 ; sa résistance à l'écrasement est plus grande que celle qu'offre la syénite, ce qui justifie son emploi fréquent dans les colonnades. Il se présente souvent avec une structure bréchiforme qui lui est donnée par des fragments anguleux de la pâte elle-même.

On savait, par les anciens auteurs, que ce porphyre venait d'Égypte ; mais, jusqu'en 1823, on ignorait son véritable gisement. A cette époque, deux voyageurs anglais, Burton et Wilkinson, découvrirent au jebel Doukhan (montagne du tabac), dans la chaîne arabique, les anciennes exploitations de ce porphyre auxquelles menait une voie romaine. Cette montagne, qui a été identifiée avec le *mons porphyrites* de Ptolémée, se trouve par 27°20' de latitude à peu près, suivant les parallèles de Manfalout et de Siout, et à 25 lieues du Nil. Il existe, paraît-il, près des carrières, les restes d'une station gréco-romaine et d'un petit temple portant des inscriptions qui le font remonter à l'époque de Trajan.

Outre les échantillons de porphyre rouge antique, que Burton

rapporta du jebel Doukhan, il y recueillit d'autres variétés de porphyrite, entre autres une roche à pâte noire et à cristaux allongés de feldspath blanc que nous avons vu dans sa collection, au musée de la Société géologique de Londres.

Dans un voyage entrepris en 1839, sous les auspices du vice-roi, Lefèvre recueillit au jebel Doukhan des spécimens nombreux et variés des roches qui constituent cette montagne dont la masse, principalement formée de granite amphibolifère, est coupée de filons de diverses roches.

Le porphyre rouge antique s'y présente au milieu de la pegmatite, en filons de 20 à 25 mètres de puissance, alignés du sud-ouest au nord-est. Il passe accidentellement à un porphyre d'un violet foncé avec des bandes brunes parsemées de quelques cristaux de feldspath d'un rouge vif, qui ont jusqu'à 1 centimètre de long. Ce dernier porphyre renferme peu de fer oxydulé; on y observe des nids microscopiques de chlorite, qui a même cristallisé au centre des cristaux de feldspath. Il ressemble à certaines variétés de porphyre d'Efdalen en Suède, et reste d'ailleurs étroitement apparenté avec le porphyre rouge antique, duquel il se distingue par une couleur plus foncée, en général noire, violette ou brun-chocolat.

On trouve, au milieu des terrains de transition des Vosges, à Kirchenberg et aux environs de Framont, un porphyre assez semblable au porphyre rouge antique. M. G. Rose en aurait également découvert un autre gisement dans l'Altaï.

On a signalé, dans le Sinaï, l'existence du porphyre rouge antique ou tout au moins celle d'une espèce fort voisine, mais c'est un fait qui n'est pas encore bien vérifié.

De notre côté, nous avons recueilli, près du seuil de l'Arabah, parmi les cailloux erratiques qui proviennent sans doute du massif du mont Hor, un porphyre tout semblable au porphyre rouge antique, à structure un peu bréchoïde, avec des cristaux blancs d'oligoklase noyés dans une pâte pourpre et paraissant aussi renfermer quelques grains de fer oxydulé.

Le porphyre rouge antique ne paraît avoir été employé, ni par les anciens Égyptiens ni par les Grecs. D'après les recher-

ches du savant Letronne, l'exploitation de cette roche n'aurait commencé que sous le règne de l'empereur Claude et serait devenue immense au III<sup>e</sup> siècle et sous le règne de Constantin. Une ville fortifiée, située près des carrières, servait à contenir les condamnés que l'on y employait comme ouvriers. Ce porphyre a été très-employé au XVI<sup>e</sup> siècle en Italie, dans la Toscane et par les Médicis.

On cite comme exemple d'utilisation de cette roche, de nombreuses cuves, statues et colonnes; l'obélisque de Sixte-Quint, à Rome; la colonne de Sainte-Sophie, à Constantinople, qui n'a pas moins de 13 mètres de hauteur; la colonne de l'église Saint-Marc, à Venise; le tombeau de sainte Constance, près de Rome; celui du pape Clément XII; le cercueil de Théodoric, à Ravenne, etc....

Nous avons dit plus haut que Lefèvre avait recueilli, au milieu des roches granitiques du jebel Doukhan et en liaison intime avec le porphyre rouge antique, d'autres porphyres feldspathiques à pâte noire, brune, etc.... Ces variétés de coloration sont nombreuses, en Orient, dans les gisements de porphyres de toutes les classes, et il n'est pas rare de les rencontrer dans le même filon.

L'un des aspects sous lesquels la porphyrite se présente fréquemment en Orient, est celui d'une roche dont la pâte, d'un rouge sombre, est presque entièrement composée de très-petits cristaux allongés de feldspath, enchevêtrés et formant un tissu très-serré et compacte.

On trouve encore, disséminés en petit nombre, dans cette pâte des cristaux de feldspath présentant les indices de gouttières caractéristiques des feldspaths maclés du sixième système; des cristaux d'amphibole hornblende et une substance d'un vert pâle, assez tendre et à éclat gras qu'on prendrait pour du talc.

La couleur de la pâte est tantôt rouge sombre, tantôt brune, ailleurs chocolat ou enfin verdâtre. Dans ce dernier cas, il est facile de confondre cette roche avec les diorites si répandus dans ces régions, et qui présentent eux-mêmes des variétés se rapprochant insensiblement de ces porphyrites à oligoklase et à amphibole. On trouve cette variété de porphyre dans le Sinaï : Lefèvre

en a rapporté des échantillons du waddy Naseb, près des gîtes de manganèse, où cette roche renferme de la pyrite et coupe la pegmatite du nord au sud. Il en a également rapporté des spécimens du waddy Pharan et, en ce dernier point, la porphyrite traverse le porphyre pétrosiliceux, ce qui établit l'antériorité de cette dernière roche.

Nous avons eu l'occasion d'observer, très-rapidement il est vrai, des gisements de cette variété de porphyre, au milieu des montagnes de l'Idumée et sur le littoral de la mer Morte.

Dans l'Arabah et non loin de la mer Rouge, entre le waddy Haïmeh et le marais salé du waddy Akabah, j'ai recueilli un galet de porphyre rougeâtre à cristaux aciculaires de feldspath qui rentre dans cette variété et devait provenir de quelques-uns des filons nombreux qu'encaisse le granite de cette région.

Au waddy Mafrah, à l'est du partage des eaux de l'Arabah et au sud de l'amphithéâtre porphyrique et gréseux du mont Hor, on trouve un porphyre feldspathique d'un noir tirant tantôt sur le rouge et tantôt sur le vert, dont la cassure est cireuse et dont la pâte, facile à rayer, englobe des cristaux de feldspath de même couleur qu'elle.

Non loin de là, est un porphyre feldspathique à moitié décomposé, dans lequel on reconnaît cependant, au milieu d'une pâte brune, des cristaux de feldspath rouge-brique, et une substance d'un vert noirâtre qui pourrait être de l'amphibole altérée.

Le second gisement de porphyrite que nous avons eu occasion d'observer se trouve près du littoral méridional de la mer Morte, sur la rive droite du waddy Safieh. Au milieu des alluvions anciennes qui bordent, en ce point, cette petite rivière, on voit poindre des roches brunes qui ne sont autre chose que des dykes de porphyre entourés de belles brèches polygéniques à éléments de granite, de porphyre et de diorite (1).

(1) C'est de ce gisement de porphyre dont parle sans doute M. Legh (*Account of Syria attached to Mac Michael's Journey from Moscou to Constantinople*). Lorsqu'il rapporte qu'on trouve à l'extrémité sud-est de la mer Morte, sur le bord de la route qui mène à Kerak, un porphyre rouge et brun au milieu de débris de syénites, de brèches et d'amygdales noires. (*Daubeny, descr. of active and extinct volcanoes*, p. 282, 1826.)

Ce porphyre, d'un rouge brun, n'est pas magnétique ; il offre trois variétés de texture. En certains points de la masse, c'est une pâte d'un rouge brunâtre avec des cristaux de feldspath blanchâtres qui renferment à leur centre une substance grise et des cristaux un peu moins nombreux que les précédents, gris violacés, à cassure fibro-lamellaire qui paraissent être, ainsi que la substance grise dont nous avons parlé, de l'amphibole altérée. Sur d'autres points, la pâte semble être constituée entièrement par des cristaux aciculaires, extrêmement petits, de feldspath rouge, parmi lesquels se montrent quelques cristaux un peu plus gros qui paraissent être de l'oligoklase. On n'aperçoit pas trace d'amphibole dans cette variété.

Enfin, ailleurs, la masse est plus compacte et plus foncée et l'on n'y distingue plus ni cristaux de feldspath ni cristaux d'amphibole.

Ces porphyres rouges du waddy Safieh et des environs de Petra que l'on retrouve dans le massif du Sinaï et aussi en Égypte (1), et ceux dont nous avons parlé plus haut, ne sont pas les seules variétés de cet intéressant groupe de roches, que l'on observe en Orient.

Nous avons ramassé, dans les alluvions du waddy Chellan, creusé au milieu des granites qui font face au village d'Akaba, à l'extrémité de la mer Rouge, un porphyre dont la pâte rouge-brique entoure des cristaux de feldspath rouge et gris verdâtre d'aspect cireux. On y observe aussi des cristaux vert noirâtre d'amphibole qui se trouvent souvent encadrés de feldspath.

En Égypte et dans le Sinaï on trouve, en outre, des porphyres de couleur sombre, quelquefois noirâtres, avec de grands cristaux isolés d'un feldspath maclé du sixième système. Quelques exemples, tirés de l'étude des échantillons qu'en a rapportés Lefèvre, feront mieux connaître ces intéressantes variétés.

Au waddy Nasaiph, dans le Sinaï, il existe un porphyre très-peu amphibolifère et légèrement micacé. Au waddy Pharan,

(1) Burton et Lefèvre l'ont rapporté d'Égypte. Le second de ces voyageurs a recueilli dans le Sinaï des roches identiques avec celles du waddy Safieh.



dans la même région, on rencontre un porphyre dont la pâte, composée de très-petits cristaux de feldspath aciculaires, rouges, englobe de plus grands cristaux d'un blanc verdâtre qui présentent l'aspect de l'oligoklase.

Près de là, on voit un autre porphyre assez semblable, mais dont la pâte est verte et dans lequel les cristaux isolés ont quelquefois pour centre de petits grains de pyrite. Un peu plus loin, la couleur verte de la pâte fait place à une teinte noirâtre.

Dans la chaîne arabe, en Égypte, il existe aussi quelques variétés remarquables de ces porphyres.

Près de la montagne de Séphage se trouve un filon, de 15 mètres de puissance, d'une fort belle roche qu'on prendrait, au premier abord, pour un mélaphyre. Elle se compose d'une pâte pétrosiliceuse d'un vert noirâtre, au milieu de laquelle se détachent de grands et longs cristaux striés de feldspath dont la couleur varie du vert au rose et qui donnent à la roche un caractère de beauté peu ordinaire.

Au Jebel ez Zeit (montagne de l'huile), sur les bords de la mer Rouge et non loin des puits de pétrole, se trouve un autre porphyre verdâtre dont les cristaux d'oligoklase sont encadrés de feldspath rouge et qui contient un peu d'amphibole.

Ce porphyre, qui ressemble à certains mélaphyres coupe un filon de diorite qui se trouve lui-même, d'après Lefèvre, enclavé dans le porphyre quartzifère.

On voit, par ce dernier exemple, que les porphyrites semblent être venues au jour à une époque plus récente que celle à laquelle ont apparu les porphyres quartzifères, plus récente même que la date de l'arrivée de certains diorites qui traversent également ces dernières roches. Ce serait donc seulement à l'égard du porphyre quartzifère qu'il faudrait adopter l'opinion de Newboldt qui croyait que les diorites perçaient à la fois le granite et le porphyre de l'Égypte.

M. Fraas, auquel on doit d'intéressants et nouveaux renseignements sur quelques gisements de porphyrite dans le Sinaï, a mis en relief, dans deux coupes instructives, les relations de cette roche avec les diorites.

Il existe, d'après cet auteur, au milieu des micaschistes du waddy Pharan, un filon de diorite dont la partie centrale est elle-même occupée par un troisième filon de porphyrite; d'où il résulte naturellement que cette dernière roche est plus récente que le diorite qui l'encaisse en ce point.

Une autre coupe, relevée dans cette même vallée du waddy Pharan, montre le rejet par des filons puissants de porphyres qui les traversent des nombreux filons de diorite qui sillonnent les micaschistes de cette région.

Il paraît donc incontestable, d'après ces divers exemples, que les porphyrites sont d'une venue postérieure à celle d'une partie au moins des diorites dont les filons sont si nombreux en Orient et dont nous allons maintenant nous occuper.

§ 5. *Diorites*. — On trouve, dans les massifs cristallins de l'Égypte et de l'Arabie Pétrée, des diorites massifs en filons dans le granite, la pegmatite, les gneiss, les micaschistes, etc... et des roches stratiformes qui ont, à peu près, la même composition, mais selon toute apparence, une origine très-différente. Ne traitant, en ce moment, que des roches massives, nous ne nous occuperons que des premiers.

Ces diorites massifs sont essentiellement composés d'amphibole hornblende et d'un ou deux feldspaths. Le tout accidenté par des veines et nids d'épidote. Quand il y a deux feldspaths, l'un d'eux se présente avec une couleur blanc verdâtre tandis que l'autre est d'un rouge sale.

C'est sur les variétés granitoïdes de diorite (*granitello verde de Egitto* des Italiens) qu'on peut le mieux reconnaître ces éléments constitutifs.

Nous avons recueilli, dans le waddy Akabah, des échantillons de cette roche presque entièrement composés de cristaux d'amphibole hornblende dans les interstices desquels apparaissait seulement le feldspath.

Au Sinaï, les diorites prennent quelquefois une structure porphyroïde grâce à de gros cristaux de feldspath rouge (jebel Cacheby) ou blancs (jebel Barrak) disséminés au milieu de leur masse.

Ces roches présentent rarement cette netteté de cristallisation que l'on observe si souvent dans nos ophites des Pyrénées; cependant un échantillon, rapporté par Lefèvre du jebel Adakar (Sinaï), ressemble, à s'y méprendre, au type le plus communément répandu dans notre chaîne française.

Quelquefois les diorites prennent la structure tabulaire comme les phonolithes, ce qui les rend sonores comme elles et a pu donner lieu à certaines méprises. C'est avec ce caractère que ces roches se montrent aux environs de la Guita dans la chaîne Arabique d'Égypte qui fournirait encore, d'après certains auteurs, des variétés orbiculaires de cette même pierre.

Une autre variété de structure bien connue en raison de l'emploi qu'en ont fait les anciens est le diorite vert compacte connu sous le nom impropre de *basalte vert antique*. Les Égyptiens travaillèrent cette roche pendant la belle époque de leur art; ils en firent des statues, des sarcophages, etc... qui se font remarquer par la pureté du travail.

Les diorites se présentent fréquemment en Orient sous la forme d'une roche composée de grains fins rouges et verts, les

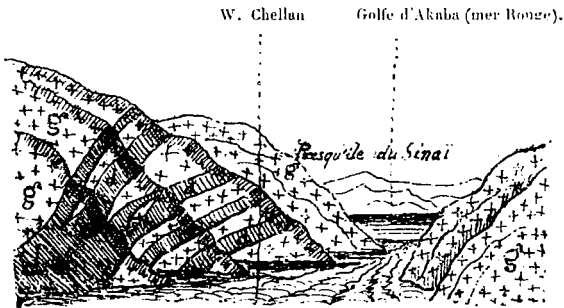


Fig. 2. — Filons de diorite perçant le granite du Waddy Chellan.  
d. Diorite. | g. Granite.

premiers, formés de feldspath, les seconds, d'amphibole. Nous avons observé au waddy Chellan, près d'Akabah, des filons appartenant à cette variété, qui coupent, en ce point, le granite en se dirigeant du sud-ouest au nord-est. Ils renferment dans leur masse de l'épidote qui forme, sur leurs parois, des salbandes se terminant souvent, à leur contact avec le granite, par des

surfaces polies et onctueuses comme celles de la serpentine. Ces filons, bien qu'assez irréguliers, comme épaisseur et souvent même ramifiés, sont sensiblement parallèles entre eux.

Les collections de l'Égypte et du Sinaï nous ont offert de nombreux échantillons se rapportant à ce même type.

Les diorites constituent avec les porphyres feldspathiques la majeure partie des filons qui sillonnent les massifs cristallins de l'Orient. Tous les voyageurs ont été frappés du grand nombre de ces filons qui se dirigent le plus ordinairement du nord au sud en divisant parfois les masses granitiques d'une façon si régulière qu'ils semblent, au premier abord, en marquer la stratification générale.

La puissance de ces filons est faible relativement à celle des porphyres; cependant le dyke de diorite qui forme la cime du mont Serbal, dans le Sinaï, n'a pas moins de 10 mètres de puissance. En général, leur épaisseur est plus faible et ceux que nous avons vus à Akabah n'avaient guère que 2 ou 3 mètres. Quant aux roches encaissantes dans lesquelles on rencontre ces filons de diorite, ce sont généralement les granites, quelquefois les gneiss (environs de Syène); les pegmatites (waddy Pharan et waddy Naseb dans le Sinaï; environs de Cosseir, en Égypte); ou enfin le porphyre quartzifère (jebel Adakar, waddy Hamila, dans le Sinaï, où Russegger représente son allure par un diagramme) (1).

Cette roche est quelquefois très-difficile à reconnaître et à caractériser, et elle offre de nombreux passages avec les mélaphyres et la porphyrite qui, néanmoins, comme nous l'avons vu plus haut, la traverse et la rejette. — Il est, d'ailleurs, possible que les filons de diorite ne soient pas tous du même âge, mais jusqu'ici rien ne peut nous éclairer sur ce point.

Les diorites renferment souvent, en fait de minéraux accidentels, de la pyrite de cuivre, du cuivre carbonaté et des veines de fer oligiste, près desquelles on retrouve au waddy Kammanat, en Égypte, des traces d'anciennes exploitations.

(1) *Reisen in Europa, Asien und Africa*, t. II, p. 230.

Ils sont fréquemment traversés par des filons de quartz blanc, très-faiblement métallifères, qui contiennent de l'or, de la galène argentifère, de l'argent arseniaté, du sulfure d'antimoine, de la pyrite de fer et du fer titané.

M. Figari-Bey a remarqué que dans presque tous les filons de diorites de la chaîne Arabique de l'Égypte on retrouve des traces d'exploitations et de galeries anciennes qui suivent fidèlement les filons de quartz, et ont dû être pratiquées, sans nul doute, pour leur arracher les parcelles d'or qu'ils renferment, à une époque où ce métal était plus rare que de nos jours. Ces mines d'or sont sans doute celles dont Agatharclide, au dire de Dauville, mentionnait l'existence dans la chaîne arabique et dont Newboldt n'avait pu retrouver les traces.

On trouve aussi de l'or dans les collines des Bischarieh, dans la Haute-Égypte, et M. Linant-Bey, dans sa carte de l'Etbaye (1), a marqué d'une façon toute spéciale les points où les anciens avaient pratiqué l'exploitation de l'or et qu'ils nommaient *olaki*. Les procédés de cette industrie, qui ne s'éloigne pas autant qu'on pourrait le croire au premier abord de celle des mineurs de notre époque, sont heureusement consignés dans les écrits de Diodore de Sicile qui s'étend longuement sur les mines d'or de l'Égypte :

« Entre l'Égypte, l'Éthiopie et l'Arabie, nous dit cet historien (2), il est un endroit rempli de métaux et surtout d'or qu'on tire avec bien des travaux et de la dépense. Car la terre dure et noire (3) y est entrecoupée de veines d'un marbre très-blanc et si luisant qu'il surpasse en éclat les matières les plus brillantes (4). C'est là que ceux qui ont l'intendance des mé-

(1) Linant de Bellefonds, *Carte de l'Etbaye ou pays habité par les Arabes Bicharis, comprenant les contrées des mines d'or connues des anciens sous le nom d'Olaki, 1831 et 1832.*

Les noms de ces mines d'or sont les suivants :

Om Guereyatte, Ciiga, om Teyour, W. Sohone, W. Hegatte, W. Affave, W. Chawanili, W. Daguena, Derehib, to Roumie, to Giafferie, J. Offenue, J. Aldoulla, J. Matchouche tennaye, J. om Cabritte, Tawille, J. Essewed, J. Tellataled, Raft, Kelli, Absa.

(2) *Diodore de Sicile*, t. I, liv. III, § 6.

(3) C'est sans doute le diorite dont il parle.

(4) Ce sont probablement les filons de quartz.

» taux font travailler un grand nombre d'ouvriers. Le roi d'Égypte envoie quelquefois aux mines, avec toute leur famille, ceux qui ont été convaincus de crimes, aussi bien que les prisonniers de guerre, ceux qui ont encouru son indignation ou qui succombent aux accusations vraies ou fausses, en un mot, tous ceux qui sont condamnés aux prisons. Par ce moyen, il tire un grand revenu de leur châtement (1). Ces malheureux, qui sont en grand nombre, sont tous enchaînés par les pieds et attachés au travail sans relâche et sans qu'ils puissent jamais s'échapper.

» ..... Quand la terre qui contient l'or se trouve trop dure, on l'amollit d'abord avec le feu, après quoi ils la rompent à grands coups de pics ou d'autres instruments de fer. Ils ont à leur tête un entrepreneur qui connaît les veines de la mine et qui les conduit. Les plus forts d'entre eux fendent la pierre à grands coups de marteau ; cet ouvrage ne demandant que la force des bras sans art et sans adresse. Mais comme pour suivre les veines qu'on a découvertes il faut souvent se détourner, et qu'ainsi les allées qu'on creuse dans ces souterrains sont fort tortueuses, les ouvriers qui, sans cela, ne verraient pas clair, portent des lampes attachées à leur front. Changeant de posture autant de fois que le requiert la situation des lieux, ils font tomber à leurs pieds les morceaux qu'ils ont détachés. Ils travaillent ainsi jour et nuit, forcés par les cris et les coups de leurs gardes. De jeunes enfants entrent dans les ouvertures que les coins ont faites dans le roc et en tirent les petites pierres qu'ils portent à l'entrée de la mine. Les hommes âgés d'environ trente ans pilent ces pierres dans des mortiers avec des pilons de fer jusqu'à ce qu'il les aient réduites à la grosseur d'un grain de millet. Les femmes et les vieillards reçoivent ces pierres mises en grain et les jettent sous des meules qui sont rangées par ordre. Se mettant ensuite deux ou trois à chaque meule ils les broient jusqu'à ce qu'ils aient réduit en une

(1) Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que les anciens aient pu exploiter, par ce procédé, des gîtes métallifères si pauvres qu'ils n'auraient pas suffi, même à cette époque, à fournir la paye des ouvriers.

» poussière aussi fine que la farine la mesure qui leur en a été  
» donnée.

» ..... Les maîtres recueillent cette espèce de farine et l'éten-  
» dent sur des planches larges et un peu inclinées où ils l'arrosent  
» avec beaucoup d'eau. Ce qu'il y a de terrestre dans ces ma-  
» tières est emporté par l'eau, mais l'or demeure dessus à cause  
» de sa pesanteur. »

Dans le pays des Nubas, au sud du Kordofan et près du Darfour, Russegger cite, au milieu des granites rouges et des gneiss du jebel Scheiboun, de nombreux filons de quartz et de diorite renfermant de la pyrite de fer arsenicale, de la galène et des grains d'or natif en quantité parfois considérable. Toute la plaine qui sépare le jebel Tira du jebel Turgoun est, d'après cet intrépide voyageur, remplie d'alluvions qui contiennent de ces parcelles d'or. Il en est de même des versants occidentaux et septentrionaux du massif cristallin de l'Abyssinie, et comme nous savons, par M. Vignaud, qu'il existe dans cette contrée de nombreux pointements de diorite et autres roches amphiboliques, il est permis de supposer que là comme en Égypte, en Nubie, dans le Kordofan et dans d'autres contrées aurifères, l'or provient originairement des filons de quartz intimement liés à ceux de diorite.

§ 6. *Euphotide*. — De Rozière décrit, comme il suit, une roche qu'il a trouvée à l'état erratique entre Assouan et Koum-Ombou : « C'est, dit-il, une roche granitoïde composée de feld-  
» spath cireux et de cristaux de diallage verte presque aussi  
» abondants que ceux de feldspath. Le feldspath y passe au *jade*,  
» comme dans le *verde di corsica*; il est très-tenace, difficile à  
» fondre et plus pesant que d'ordinaire, magnésien et sans  
» potasse : c'est un *jade* plus siliceux que celui de Chine et de  
» Suisse. »

Il est impossible de méconnaître dans cette description l'euphotide, comme aussi ces belles matières vertes et dures si prisées des peuples primitifs, et que l'on réunit vaguement sous le nom de *jade*. De Rozière, qui avait si justement remarqué les liens qui rattachent ces substances à l'euphotide (*verde di cor-*

sica) mentionne encore un *pétrosilex jadien*, plus tendre, fondant au chalumeau, recueilli par lui près de la fontaine d'el Haoueh en un point plus septentrional de la chaîne Arabique.

M. Figari-Bey signale la diallage smaragdite et la diallage bronzite dans le massif de roches magnésiennes du waddy Kammanat, non loin de Cosseir, et il pense que ces substances ont été utilisées dans les arts par les anciens.

On retrouve, paraît-il, au waddy Kammanat d'anciennes carrières d'euphotide, et au waddy Atalla on a découvert celles du *Gabbro giallo antico*. M. Figari-Bey cite encore l'euphotide comme existant entre Luqsor et Cosseir, et la *variolite*, qui n'est autre chose que de l'euphotide globulifère, comme se trouvant au Jebel Dara et aux environs du Bir Kammanat.

Nous avons enfin observé à Londres, dans la collection rapportée d'Égypte par M. Hawkshaw, une euphotide à cristaux de feldspath et de diallage verte, contenant des veinules de malachite et provenant de Reyat el Ameryeh, dans la chaîne Arabique. Cet échantillon ne nous laisse aucun doute sur l'existence, dans cette région, de l'euphotide et des roches congénères.

§ 7. *Serpentine*. — La serpentine, si habituellement apparentée avec l'euphotide dans les principaux gisements, se trouve également associée à cette roche en Orient.

Il semble, en effet, résulter des descriptions de de Rozière que cette roche se montre aux environs d'El Haoueh sur le chemin de la Guita à Cosseir, près du gisement de l'euphotide. Elle renfermerait en ce point des cristaux octaédriques de fer oxydulé. M. Figari-Bey en signale également la présence au waddy Kammanat, où les anciens paraissent l'avoir exploitée.

Elle contient là des cristaux de diallage et des veines d'asbeste. Cette roche se trouve donc dans le même massif de la chaîne Arabique que les euphotides, à peu près vers la latitude de Cosseir.

§ 8. *Mélaphyres*. — Nous comprenons, sous cette dénomination, des porphyres à couleur foncée, généralement verdâtres ou noirâtres, et qu'il est souvent aisé de confondre, soit avec



certaines variétés de porphyrite, soit avec des diorites et des euphotides.

Ils sont en général doués d'un pouvoir magnétique peu considérable.

L'un des plus beaux types de cette roche est le porphyre noirâtre du waddy el Kelehe, dans la chaîne Arabique, non loin de Séphage et de la mer Rouge. Ce porphyre est constitué par une pâte grise dans laquelle sont disséminés de grands et beaux cristaux d'un feldspath noirâtre qui paraît être du labrador. On aperçoit, dispersés çà et là dans la pâte, de rares et petits cristaux doués d'un éclat bronzé.

Le Sinaï fournit aussi quelques filons de porphyres analogues. L'un d'eux, au waddy Pharan, renferme des cristaux imparfaits de grenat. Un autre, à la montagne Sainte-Katherine, où il traverse le granite et le porphyre, présente, par suite de sa décomposition, le phénomène de la séparation de sa masse en sphéroïdes.

On doit probablement rapprocher de ces roches les spilites qu'on rencontre en Égypte et dont les cavités renferment de la terre verte (Jebel Boutrefi, Jebel Cheti); du gypse, du fer oligiste et du fer oxydulé (puits d'el Gandely) ou enfin de la calcédoine (Kalat Rajan, à sept heures au nord-est du Caire). Certaines de ces roches ressemblent beaucoup aux mélaphyres décomposés du Palatinat, ainsi que nous avons pu le constater en voyant les échantillons recueillis par Lefèvre.

Lorsque ces spilites contiennent des minerais de cuivre, les roches qui leur sont superposées en sont imprégnées. D'autres fois, c'est la silice qui s'est déposée dans leurs géodes et les sources qui l'y ont apportée paraissent l'avoir également déposée au milieu des grès qui les recouvrent de façon à leur donner un aspect lustré très-remarquable.

Il est probable que l'onyx et la calcédoine rouge (*Ayek Jemain*), si estimée des Arabes et que l'on trouve dans le sud de l'Arabie, viennent de spilites semblables : Botta a rapporté, en effet, de l'Yemen (Jebel Hamara) des mélaphyres et wackes qui viennent à l'appui de cette supposition.

§ 9. *Mimosites*. — Il est d'autres roches pyroxéniques qui forment, en quelque sorte, l'intermédiaire naturel, aussi bien lithologique que géognostique, entre les mélaphyres et les basaltes; ce sont les mimosites : ces roches, que l'on trouve en Égypte, en Arabie et en Syrie, paraîtraient, d'après certaines observations, avoir fait éruption à l'époque crétacée. Cependant, nous avons observé plusieurs affleurements de ces mimosites en Palestine, et nous n'avons pas remarqué qu'il en fût ainsi. Sur le versant nord de la colline de craie, sur laquelle est bâti Kerak, on voit un affleurement de mimosite verdâtre, profondément décomposée, et dans laquelle on reconnaît pourtant le feldspath et les cristaux de pyroxène augite qui la constituent. Autour de cette roche et la recouvrant en partie, sont des couches de craie d'une parfaite horizontalité, qui ne présentent aucune altération à son contact. Il est donc naturel de penser que ce pointement de mimosite existait déjà à cette place, lorsque la mer crétacée est venue former autour de lui ses dépôts réguliers.

Entre Kerak et la mer Morte, du waddy Kerak au waddy ed Draa, nous avons encore observé deux autres pointements de mimosite décomposée qui se désagrège en sphéroïdes.

Lefèvre a rapporté des environs du puits de Naseb, dans le Sinäi, des échantillons d'un filon de mimosite de plus de 90 pieds d'épaisseur, prismatique dans l'intérieur de la masse et se désagrégeant pareillement en boule à la surface. Cette dernière portion décomposée du filon ressemble tout à fait aux mimosites des environs de Kerak, tandis que les parties non décomposées de cette roche se distinguent avec peine d'un basalte ou d'un mélaphyre.

Ceci pourrait expliquer pourquoi plusieurs auteurs ont fait mention de roches volcaniques dans la plaine d'Égypte, non loin du Caire, ainsi que sur plusieurs points de la presqu'île du Sinäi.

Ces roches se retrouvent également en Arabie, et M. Delessert en a rapportées qui viennent d'Anak dans l'Yémen.

## 3° Roches volcaniques.

§ 10. *Roches basaltiques et trachytiques, leur distribution.* — Les mimosites nous conduisent par un passage graduel aux basaltes dont elles se rapprochent, tant par leur aspect que par leur composition. Ces dernières roches se montrent assez fréquemment en Orient sous leurs deux formes principales : les *basaltes* proprement dits et les *dolérites*. Elles constituent les principaux massifs volcaniques des contrées qui nous occupent. Cependant on y rencontre aussi des *trachytes*, par exemple sur la côte Arabique de la mer Rouge, dans l'Yémen, et sur la côte Africaine, dans le pays d'Adal. Ces trachytes offrent pareillement les principales variétés de texture que nous leur connaissons en Europe, et on les trouve à l'état porphyroïde, compacte, résinoïde (rétinites), vitreux (obsidiennes), scoriacé (ponces).

Bien que les basaltes et les trachytes soient des roches très-différentes au point de vue de leurs caractères lithologiques, comme ils ont pour origine les mêmes phénomènes volcaniques, nous groupons, dans un même exposé méthodique, les notions que nous possédons sur les manifestations de ces derniers, en ayant soin d'indiquer chaque fois quelle est la roche à l'émission de laquelle ils ont donné lieu.

Les roches volcaniques sont très-répan dues à l'est de la grande fissure qui semble avoir donné naissance à la mer Rouge et de celle qui lui fait suite, en se poursuivant par le golfe d'Akaba et la mer Morte jusqu'au Liban. A l'ouest de ces deux lignes de fracture, il est assez rare d'en rencontrer, et celles qu'on y trouve ne constituent que des accidents d'une moindre importance.

Dans la Galilée, les coulées du *jebel Safed*, de *Tibériade* et des environs de *Nazareth*, ne sont que de faibles échos des phénomènes volcaniques qui ont couvert de lave le *Hauran* et le *Jaulan*, de l'autre côté du *Jourdain*. Dans tout le reste de la Galilée et dans la *Judée*, on ne trouve plus de traces de roches volcaniques.

*Arabie Pétrée.* — *Burkhardt* et quelques autres voyageurs

ont assuré qu'il en existait sur la rive occidentale du golfe d'Akabah, notamment auprès de son extrémité septentrionale ainsi qu'à Scherm, près de la pointe méridionale de la presqu'île du Sinai. Burkhardt parle d'escarpements verticaux, en demi-cercle, se suivant sur deux milles de long et de 60 à 80 pieds de hauteur, que l'on trouve en ce dernier point. Ces escarpements seraient constitués par une roche noire, quelquefois rougeâtre et celluleuse, et lui ont paru être les restes d'un cratère volcanique (1). Cependant il n'est pas prouvé que ces roches appartiennent véritablement à la catégorie de celles dont nous nous occupons en ce moment; car, bien que Russegger et Hogg aient adopté cette détermination, comme le prouvent leurs cartes, Humboldt a considéré ces roches comme étant des porphyres, et nous inclinons à nous rallier à sa manière de voir.

Ce n'est pas que Burkhardt n'ait été assurément un des plus sagaces et des plus consciencieux observateurs qui aient parcouru l'Orient, mais il lui manquait les connaissances spéciales qui pouvaient seules lui permettre de distinguer un basalte d'avec certains porphyres, mélaphyres et diorites. C'est ce même défaut de connaissances lithologiques qui doit nous mettre également en garde contre son assertion, encore moins admissible, sur l'existence d'escarpements de roches volcaniques et de tufs basaltiques à la jonction du waddy Pharan et du waddy Mokatteb.

Nous ne pouvons nous empêcher de reproduire ces mêmes réserves à l'égard de déterminations pareilles émanant de M. Figari-Bey qui, dans sa carte géologique du Sinai, a assigné aux trachytes et aux basaltes des domaines assez étendus. La collection de Lefèvre, qui avait parcouru en détail cette contrée, ne renferme pas trace de ces roches, mais, en revanche, il s'y trouve certains porphyres et quelques roches trappéennes qui s'en rapprochent beaucoup par leur aspect.

*Égypte et Nubie.* — Les mêmes raisons nous empêchent d'accepter définitivement l'existence des basaltes, trachytes et phonolites que M. Figari-Bey a signalés dans la chaîne Arabique de

(1) *Syria*, p. 529.

l'Égypte. De Rozière qui assurément était, pour son époque, un bon lithologiste, avait vainement cherché ces roches dans les cours d'eau qui en descendent, et Lefèvre, qui a parcouru en tous sens cette chaîne, n'aurait pas manqué d'en rapporter des échantillons si elles avaient occupé les étendues qui leur sont attribuées par M. Figari-Bey (1).

Ce n'est point qu'il ne puisse y avoir dans le Sinaï, comme en Égypte, quelques manifestations isolées et peu importantes de l'activité volcanique, mais, d'après ce que nous venons de dire, on voit qu'il serait bien étrange que ces roches fussent aussi répandues qu'on l'a voulu et que les observateurs les plus autorisés et les plus spéciaux qui eussent parcouru ces régions les aient aveuglément méconnues et n'en aient point rapporté d'échantillons.

En pesant toutes ces raisons et en remarquant que les roches volcaniques signalées par divers auteurs aux environs du Caire se rapportent, selon toute vraisemblance, à des dykes de mélaphyre ou de mimosite dont nous avons vu quelques débris dans la collection de Lefèvre, nous croyons pouvoir conclure que depuis le Carmel, en Syrie, jusqu'en Nubie, il n'y a pas eu à l'ouest de la mer Rouge et du sillon de l'Arabah et de la mer Morte, d'éruption volcanique bien importante.

Dans la Nubie, Russegger signale plusieurs gisements de roches volcaniques; le premier, près de Dukke, sur la rive gauche du Nil. M. Saint-John (2) avait constaté l'existence, en ce point, de cônes noirâtres, plus hauts que le Vésuve, couverts de cendres et de laves et qui lui paraissaient être des volcans éteints. Newboldt a vainement cherché à vérifier ce fait qui n'est pas encore dégagé de toute incertitude. Il en est de même de l'existence de gisements de même nature qui existeraient près de Derr, sur la rive droite du Nil, et dans les déserts de la Nubie parcourus par les Bischarieh. De Rozière fait bien mention de fragments

(1) Russegger ne mentionne pas non plus sur ses cartes ces roches volcaniques, dans la chaîne Arabique.

(2) *Travels in Nubia*, cité par Newboldt.

d'obsidienne que les Bischarieh venaient vendre de son temps dans les marchés du Sayd, mais il paraît que ces Arabes les recueillaient assez loin, au sud, et sur les bords de la mer Rouge.

Un massif volcanique paraissant être à la fois plus important et moins sujet à contestation que les précédents, est celui qui occuperait, d'après Russegger, le centre de l'immense circuit que fait le Nil, de Khartoum à Dongola. Lefèvre l'avait signalé dans sa lettre à Cordier (1) en faisant mention de la présence au milieu du désert de Bayouda de collines coniques de basalte péridotique. De vastes coulées, recouvrant des lambeaux de grès, s'étendraient dans cette région, depuis Ambu Kol jusqu'au puits de Bayouda et, d'après Lefèvre, correspondraient à deux périodes d'émission.

Lorsque Ruppell visita Dongola, on lui dit qu'il existait, dans les déserts de Nubie, une montagne conique, nommée *jebel Koldaghi*, qui donnait de la fumée. C'est peut-être du massif basaltique de Bayouda qu'il s'agissait ou bien de quelque'une de ces montagnes prétendues volcaniques du désert des Bischarich dont nous avons parlé plus haut, peut-être encore du pointement volcanique que Russegger indique dans sa carte au nord d'Abu-Hammed, dans les environs d'Um Kebrit. En admettant l'existence de tous ces gisements, on voit qu'eu égard à l'étendue qu'occupent des massifs cristallins, dans la Nubie, les roches volcaniques n'y jouent qu'un rôle peu important.

*Abyssinie.* — Il n'en est pas de même pour les régions qui avoisinent le détroit de Bab-el-Mandeb et pour l'Abyssinie : ces contrées sont couvertes de cônes et de coulées volcaniques.

M. d'Abbadie, dans une lettre adressée à M. Walferdin (2), dit que sur la côte d'Abyssinie, après le Tacazé, dans le Samen et jusqu'à Gondar, toutes les montagnes sont formées de trapp (basalte), et il signale quelques jolis accidents de basalte prismatique.

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 1<sup>re</sup> sér., t. X, p. 144, 1839.

(2) *Bull. de la Soc. géol.*, t. X, p. 124, 1839.

D'après Russegger, le lac Tzana, près de Gondar, la capitale de l'Abyssinie, est entouré d'un vaste cirque de montagnes volcaniques.

M. Vignaud qui a fait, en 1841, d'intéressantes observations géologiques dans le Tigré, province d'Abyssinie située près du littoral de la mer Rouge, a vu, aux environs de Massouah, un basalte périclitique qui perceait là les granites et les porphyres.

« Plusieurs volcans, dit-il, dont on retrouve la trace dans cette » partie du littoral de la mer Rouge, devaient exister avant le » temps où les Ptolémées vinrent fonder des établissements sur » les côtes d'Abyssinie; mais un mouvement général ayant eu » lieu peu de temps après la fondation des villes d'Adulis et » autres, tous ces établissements dont on retrouve encore les » ruines, furent engloutis en partie; les montagnes voisines furent » soulevées et le sol de cette partie fut recouvert de nouveau ter- » reau. Cependant les volcans existent encore et les sources d'eau » chaude qu'on trouve sur les côtes viennent confirmer mon opi- » nion, quelques-unes d'entre elles, notamment à Aïlat, ont de » 64 à 65 degrés (1). »

On trouve également de nombreux cônes volcaniques dans l'intervalle qui sépare l'Abyssinie de la mer Rouge.

Dans l'Amhara, près d'Edd, un volcan aurait même fait éruption le 7 mai 1861, à la suite d'un tremblement de terre, et lancé au loin une pluie de cendres.

Dans le pays d'Adal, on a constaté l'existence d'une longue série de cônes volcaniques courant du sud-ouest au nord-est, d'Ankobar au détroit de Bab-el-Mandeb, sur une étendue de plus de 400 milles. L'un de ces volcans, le jebel Abida, a, d'après le docteur Kirk, 4 000 pieds de haut et son cratère aurait 2 milles et demi de diamètre.

Le lac Assal, le plus déprimé de tous les lacs après la mer Morte, et dont les eaux paraissent être parvenues à un degré de concentration encore plus grand que celui de cette mer intérieure, se trouve au milieu de cette série de cônes; il est séparé

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XIV, p. 492, 1843.

d'une nappe d'eau voisine, nommée Ubat el Kherab, dont il paraît avoir fait partie jadis, par une coulée de lave fendillée.

Enfin, près du détroit de Bab-el-Mandeb se dressent, sur la rive africaine, les pics volcaniques des *Hauts frères*, et à l'entrée de la baie Tadjoura (Tagurri), la crique du Jarbul Khareb semble être un ancien cratère submergé; ses bords sont couverts de laves, de scories et ses eaux laissent encore dégager des gaz en abondance.

Dans la mer Rouge, elle-même, les îles qui avoisinent le détroit sont presque toutes volcaniques; l'île de Périn et le pic de Bab-el-Mandeb sont couverts de laves.

Ptolémée mentionne dans ces environs une île brûlante, et Niebuhr décrit une montagne située au milieu de la mer, comme étant un ancien volcan. Elle doit se trouver parmi les îles Zebir. Le jebel Teir, l'une de ces îles, a donné, de nos jours et pendant près d'un siècle, des traces d'activité. Lorsque Bruce le visita, en 1774, il fumait encore et l'on disait qu'il jetait, de temps en temps, des pierres et des flammes. Ce voyageur constata, dans cette île, la présence de coquilles marines empâtées dans la lave.

On a vu encore le jebel Teir en feu vers 1828 et 1830 et l'on prétend qu'il a fait éruption en 1846 (1).

Le jebel Teir est une île de 500 pieds de haut, entièrement couverte de cendres et de scories; près du sommet, il y a quinze petits cratères d'où s'échappe continuellement de l'air chaud, et quelquefois de la fumée.

*Arabie.* — C'est surtout, comme nous l'avons dit, à l'orient du sillon de la mer Rouge, du golfe d'Akaba et de la mer Morte que les massifs volcaniques abondent et prennent de l'importance. Un géographe arabe, cité par Wettstein, affirme qu'entre le détroit de Bab-el-Mandeb, à l'extrémité méridionale de la mer Rouge, et Damas, en Syrie, il n'y a pas moins de vingt-huit districts volcaniques.

Dans l'étude du côté occidental du sillon, nous avons procédé

(1) Buist, *Volcanoes of India* (*Transact. of the Bomboys géogr. Soc.*, 1850-52, t. X, p. 139).



du nord au sud, nous marcherons maintenant en sens inverse, le long du rivage oriental, en partant du détroit de Bab-el-Mandeb auquel nous sommes ainsi parvenus.

D'abord, à l'angle sud-ouest de l'Arabie, l'Yémen nous offre la continuation de la région volcanique du pays d'Adal situé sur le bord africain du détroit que toutes ces éruptions ont dû avoir pour effet de resserrer de plus en plus.

Comme les caps du Ras Amran et du jebel Hassan qui l'avoisinent, la presqu'île sur laquelle est bâtie la ville d'Aden est volcanique et n'a pas été toujours réunie au continent, ainsi que le prouvent les lignes de galets et de coquilles marines qui l'entourent. La partie médiane de cette presqu'île est occupée par une montagne volcanique qui offre de nombreux cratères dont le principal se trouve au centre. Elle est couverte de laves, d'obsidienne, de ponces noires et rouges (1). Burr évaluée à 1 776 pieds la hauteur des escarpements de lave qui forment les bords de l'immense cratère, au milieu duquel la ville d'Aden est bâtie (2). Enfin, un volcan, voisin d'Aden, serait, d'après les traditions arabes, de l'époque historique (3).

Nous avons dit que le jebel Hassan et le Ras Amran, les deux caps qui succèdent vers l'ouest à celui d'Aden, ont la même nature que ce dernier. Ces volcans se continuent dans cette direction jusqu'au détroit de Bab-el-Mandeb où l'île de Périn est, ainsi que nous l'avons dit, occupée par un pic volcanique. De là, vers le nord, le même terrain se poursuit encore par une chaîne de basses collines qui longe, à 20 milles du bord, la mer Rouge, sur un espace de 200 milles et jusqu'au 16° degré de latitude.

Derrière cette chaîne basse s'en trouve une autre plus élevée, composée de granites et de schistes avec quelques accidents volcaniques.

Botta décrit la plaine comprise entre ces montagnes et la mer

(1) Buist, *loc. cit.*

(2) *Journ. de Leonh. et Bronn*, 1844, 1<sup>er</sup> cahier.

(3) *Bull. de la Soc. de géogr.*, t. XII, 1839, 2<sup>e</sup> sér., p. 377.

et connue sous le nom de Tchama, comme une plage soulevée, bornée par un horizon de montagnes granitiques et trachytiques. Il a envoyé au Muséum d'histoire naturelle de Paris des échantillons de roches provenant de ces montagnes et notamment du mont Saber, parmi lesquelles se trouvent, en effet, des trachytes et des spilites.

M. Delessert a également recueilli, à Moka, des roches volcaniques.

De Moka à Sana, on rencontre des basaltes et à Sana même des laves ordinaires. Badia (Ali-Bey), en se rendant de Djedda à cette ville, traversa plusieurs montagnes volcaniques couvertes de lave noirâtre.

Niebuhr dit que les montagnes qui bordent la Tchama sont composées de schistes et de basalte; le célèbre voyageur a observé des colonnades basaltiques à Kahme, près de Beit el Fakeh, ainsi qu'auprès de Hadil el Kachma.

Au nord de l'Yémen, les côtes de l'Arabie présentent encore de nombreuses manifestations de l'activité volcanique comme on peut s'en convaincre par les récits de divers voyageurs, Seetzen, Burkhardt, Ali-Bey, etc.

A Médine, il paraît y avoir eu, d'après Burkhardt, plusieurs éruptions, dont la dernière s'est effectuée vers le xiii<sup>e</sup> siècle. Toute la plaine est d'ailleurs basaltique et le torrent de lave qui menaça la ville se voit encore dans son voisinage.

Nous n'avons trouvé aucun renseignement se rapportant à l'existence de roches volcaniques le long de la mer Rouge, dans l'intervalle compris entre Médine et l'extrémité du golfe d'Akabah. Dans le waddy Akabah qui lui fait suite, nous n'avons observé aucun caillou basaltique aux débouchés des waddys qui descendent des monts Seir, ce qui porte à croire qu'il n'existe pas de district volcanique important dans cette chaîne.

*Idumée.* — Près du seuil de l'Arabah, certains voyageurs avaient signalé la présence de roches volcaniques, fait dont s'emparèrent aussitôt les partisans de la communication ancienne de la mer Morte avec la mer Rouge, qui virent dans ces prétendues éruptions la cause de la séparation de ces deux nappes

d'eau et de la formation du toit (1) ou ligne de faite au milieu de l'Arabah. Mais nous avons eu beau chercher ces roches dans cette région, nous n'avons trouvé que les granites et les porphyres feldspathiques dont nous avons précédemment parlé.

Plus au nord, Burkhardt, et plus tard Irby et Mangles, ont cité plusieurs volcans situés dans la chaîne d'Edom.

Au nord de Schobek (mont Royal) et près du waddy Ghuweir, ces deux derniers voyageurs mentionnent la présence d'éminences brunes volcaniques qui se détachent comme des flots noirs au milieu de la plaine sablonneuse qui les environne. A droite de ce groupe ils ont encore rencontré une montagne volcanique couverte de scories rouges, poreuses et très-légères (2).

Irby et Mangles ont traversé également d'autres coulées volcaniques au nord de cette région et sur les bords du waddy el Ahsy. Près de ce dernier point, se trouvent des sources chaudes connues des Arabes sous le nom de « bains de Salomon ».

Nous pouvons ici ajouter notre témoignage à ceux d'Irby et Mangles et à celui de Burkhardt qui avait auparavant observé ces mêmes coulées, non pas que nous ayons vu ces dernières, mais parce que nous avons pu constater l'abondance des galets de basalte dans le lit du waddy Safieh qui forme la continuation naturelle du waddy el Ahsy.

Ce basalte est très-compacte, et en le cassant on obtient des surfaces rendues brillantes par une infinité de très-petites facettes cristallines, visibles à la loupe; il contient des grains de péridot d'un jaune verdâtre assez clair.

*Bords de la mer Morte.* — Les roches volcaniques manquent

(1) D'après certains voyageurs, les Arabes donneraient le nom d'*el saté* (le toit) à ce seuil de l'Arabah.

(2) *Travels in Nubia, Syria and Asia minor during the years 1817-18, 1823*, p. 377.

Legh (*Account on Syria...*) paraît avoir également observé, près de la forteresse de Schobek, ces mamelons volcaniques; il mentionne, à gauche de ce point, deux cratères, et à droite, une voie romaine entièrement dallée avec de la lave. Il signale encore des masses de lave au waddy Elkasar.

Daubeny, *Descr. of Act. and Ext. Volc.*, 1826, p. 282.

complètement sur le rivage occidental de la mer Morte, malgré les affirmations contraires de quelques voyageurs modernes, mais, à l'est de ce lac, dans la Moabitude et l'Ammonitude, ces roches se montrent sur des points nombreux.

Le plateau calcaire sur lequel se trouvent les ruines de Rabbath-Moab, au nord de Kerak, est couvert de débris basaltiques. Dans la construction des édifices de cette ancienne cité, on a fait un fréquent usage de matériaux d'origine volcanique, et nous avons pu voir une enceinte assez vaste entièrement pavée en basalte.

De cette hauteur, on aperçoit au loin, vers l'est, et à la place occupée sur les cartes de Van de Velde par le jebel Guwireh, une montagne noirâtre qui pourrait bien être le centre d'émission des nombreuses coulées qu'on rencontre dans cette région. Le voisinage d'un camp d'Arabes ennemis de ceux qui nous accompagnaient, nous a empêché de pousser plus loin notre reconnaissance ; mais un des hommes de notre escorte, interrogé sur la nature des pierres qui constituent cette montagne, répondit en montrant les fragments de basalte épars sur le sol. Il ne faudrait cependant pas trop se fier à ce renseignement, les Arabes ayant pour habitude de répondre dans le sens qu'ils supposent devoir vous être le plus agréable.

Le basalte, employé dans les anciens édifices de Rabbath Moab est une lave très-peu cellulaire, d'un noir brunâtre. Ses cavités, visibles seulement à la loupe, sont en partie remplies de carbonate de chaux. Le péridot s'y présente en grains très-petits et très-nombreux qui se fondent dans la pâte et contribuent à lui donner sa teinte brunâtre. On y voit également une multitude de petites facettes cristallines dues au feldspath et au pyroxène qui constituent la masse de cette roche.

A quelques kilomètres au nord de Rabbath, on trouve encore des débris de basalte et le jebel Schihan qui s'élève à 848 mètres est couronné d'une nappe de basalte noir compacte.

De cette hauteur, on aperçoit de vastes coulées couronnant au même niveau les plateaux que découpe la vallée du waddy Mojib. Ces coulées sont donc plus anciennes que le phénomène qui

a creusé ces waddis et peut-être partent-elles du même point, du jebel Ghuwireh, par exemple.

Dans le lit du waddy Mojib, on trouve de nombreux cailloux d'un basalte un peu différent de celui du jebel Schihan et qui ont été probablement charriés par ce cours d'eau des régions plus orientales où il prend sa source. Ce basalte est d'un gris assez clair et présente quelques grandes vacuoles tapissées d'aragonite. Sur sa pâte très-feldspathique se détachent de nombreux grains de péridot auxquels un commencement d'altération a donné une couleur brune.

Au nord du waddy Mojib, la vallée du waddy Haïdan est creusée au milieu de grès, de marnes et de calcaires. Le jebel Houra qui la limite vers l'est est un haut plateau qui paraît couronné d'une nappe de basalte dont on aperçoit de Schihan la continuation sur les hauteurs qui dominent le waddy Mojib. Au fond de la vallée, se trouve une autre coulée plus moderne qui semble partir d'un mamelon de basalte situé à mi-côte sur les flancs du jebel Houra et encombré de scories.

En remontant encore vers le nord le waddy Haïdan, on trouve son lit occupé par une coulée de basalte d'une couleur brune et tacheté de parties noirâtres. Sur son fond sombre se détachent de nombreux points blancs qui ne sont autre chose que de petites vacuoles remplies d'aragonite.

Entre le waddy Haïdan et le waddy Zerka Maïn se trouvent des montagnes calcaires dont le jebel Attarus constitue le sommet le plus élevé. A l'est de cette montagne, on voit encore des plateaux qui paraissent couronnés par des coulées, à des niveaux peu différents de ceux qu'occupent celles du jebel Houra et de Schihan.

Sur les flancs septentrionaux du jebel Attarus, en un point qui porte le nom significatif d'el Hammé et d'où l'on domine une grande partie de la vallée du waddy Zerka Maïn, se trouvent des amas considérables de scories, peperinos et brèches basaltiques qui paraissent recouvrir la tête d'une coulée moderne dont on peut suivre, de l'œil, la direction vers le nord-ouest.

Cette coulée descend d'abord vers le lit du Zerka Maïn, le tra-

verse et passe sur sa rive droite qu'elle longe pendant un certain temps, puis revient sur la rive gauche en présentant, sur les bords de la rivière, le phénomène du retrait prismatique. Elle se dirige ensuite vers la mer Morte en passant près des sources chaudes de Callirhoé. De el Hammé, on voit de vastes nappes de basaltes s'étendre sur les falaises de la mer Morte, près de l'embouchure du Zerka Maïn.

De la mer Morte, elle-même, on aperçoit ces mêmes nappes ainsi que le montre la *vue du rivage oriental de la mer Morte*, annexée à la *carte géologique du bassin de la mer Morte* qui accompagne ce travail (Pl. I).

Au sud de la plaine de Zara, où émergent de nombreuses sources chaudes incrustantes, on aperçoit, de loin, une coulée qui descend d'une éminence nommée Mountar ez Zara. Au nord de la même plaine, le basalte couvre d'une nappe assez épaisse les falaises de grès jusqu'à l'embouchure du waddy Zerka Maïn. Ce basalte est noir, compacte et renferme de très-petits grains de péridot visibles seulement à la loupe.

Parmi les fragments charriés par la rivière ou éboulés des parties supérieures, on trouve des tufs incrustants, ainsi qu'une brèche à éléments de basalte cimentés par du carbonate de chaux cristallisé.

Sur le même rivage de la mer Morte et près de son extrémité septentrionale, un peu au nord du débouché du waddy Ghuwier, se trouve une coulée de lave qui s'avance jusqu'à la mer et disparaît sous ses eaux. Cette coulée descend en serpentant d'une montagne qui m'a été indiquée par le scheikh Gablan sous le nom de Mergab es Suweimeh. Elle est formée de basalte noirâtre, peu scoriacé, dont les vacuoles sont tapissées de carbonate de chaux et dans lequel on distingue, à la loupe, des cristaux de pyroxène. Ce basalte est, en d'autres points, très-scoriacé et cellulaire.

Un peu au nord de ce point, se trouve une autre branche de la coulée qui disparaît également dans la mer Morte. Elle se compose d'un basalte noirâtre légèrement scoriacé avec quelques cristaux jaunes de péridot et des cristaux noirâtres de pyroxène.

Sur les bords et au-dessous de cette lave, se montre un calcaire concrétionné jaune et rouge, très-dur, qui renferme en certains points des fragments de basalte et passe à l'état de brèche.

*Galilée.* — Au nord de la mer Morte, on ne rencontre plus d'éruptions volcaniques et il faut arriver dans les environs du lac Tibériade pour retrouver les roches ignées. Nous avons déjà parlé, au commencement de ce chapitre, des coulées que l'on observe à l'ouest de ce lac. Nous ajouterons maintenant quelques détails à ce que nous avons déjà dit, afin d'en rapprocher la description de celle des roches semblables et voisines du Jaulan.

Le point le plus méridional où nous ayons observé des basaltes entre la Méditerranée et la vallée du Jourdain, se trouve dans la plaine d'Easdealon, près de Zerim (Jisreel). Cette plaine est formée par un sol gras parsemé de débris basaltiques qui abondent particulièrement à el Fuleh.

Des coulées basaltiques existent, près de là, sur les flancs occidentaux et septentrionaux du jebel Duhy (petit Hermon), à Duhy et au Tell el Ajul.

La plaine d'Ard el Hamma est également couverte de débris basaltiques; enfin une coulée qui semble partir de Kurn Hattin, à l'ouest de Tubarieh (Tibériade), vient atteindre les bords du lac du même nom, près de cette ville. Le basalte qui la constitue est péridotique et renferme, d'après Russegger, dans ses vacuoles des cristaux de zéolites et notamment de méso-type. Le docteur Anderson en a donné l'analyse suivante :

Silice.....	38,41
Alumine.....	14,62
Fer oxydé.....	23,15
Carbonate de chaux.....	12,70
Magnésie.....	7,01
Alcalis.....	3,42

Au nord-ouest de Tibériade, à Cabul, nous avons trouvé un pointement de basalte qui se présente, en ce point, dans des conditions anormales et qu'on est assez étonné de rencontrer en-

(1) *Off. report*, p. 199.

châssé dans les calcaires crétacés. Ce basalte de Cabul est d'une couleur gris de fer assez foncée avec de rares et petites vacuoles remplies de carbonate de chaux et des grains nombreux de péridot roussâtre, visibles à la loupe.

Directement au nord de Tibériade, se trouve le massif volcanique du Safed signalé, par Burkhardt, comme basaltique, et que Russegger regarde comme le centre des éruptions de cette région. Des coulées étendues se sont répandues au sud de ce point dans la direction du lac, tandis qu'au nord-ouest le docteur Robinson aurait découvert à el Jish un véritable cratère.

Telles sont les principales manifestations de l'activité volcanique que l'on observe à l'ouest du lac Tibériade et du Jourdain.

A l'est de ce lac et de ce cours d'eau, ces phénomènes ont pris une importance beaucoup plus considérable.

Lorsque du haut des montagnes calcaires d'Adjloun, on regarde vers le nord, on voit s'étendre devant soi de vastes nappes de basalte interrompues çà et là par de petites éminences coniques. Ces plateaux noirâtres du Jaulan viennent se terminer brusquement au pied de l'Anti-Liban, et l'Hermon est comme un cap avancé contre lequel sont venus se briser ces flots basaltiques. A droite s'étend une plaine immense d'où surgit, comme une île, le sombre et imposant massif volcanique du Hauran.

Près d'Irbid, nous avons pu reconnaître la nature des plaines étendues qui entourent ces montagnes; c'est une terre brune et grasse, parsemée de débris basaltiques. Ces plaines élevées, ou pour mieux dire ces plateaux, sont séparés du Jourdain par des coteaux calcaires que surmontent en beaucoup de points des coulées, tandis que les plus modernes de ces dernières ont suivi le lit des torrents actuels. L'une de celles-ci occupe le fond de la vallée du Scheriat el Mandhur (Nahr Yarmuk) qui va se jeter dans le Jourdain un peu au-dessous du lac Tibériade. D'autres coulées se trouvent à mi-coteau, entre Um Keis (Gadara) et le Nahr Yarmuk.

Les ruines de Gadara renferment de nombreux et gros blocs de basalte que l'on a utilisés dans l'architecture de cette ville, notamment pour les tombeaux. On en a fait des autels votifs, des



sarcophages, des linteaux de porte, des colonnes, le tout sculpté avec soin; mais c'est surtout dans la curieuse nécropole de cette ancienne cité, véritable ville des morts située à côté de celle des vivants, que l'on a prodigué le basalte. On a même travaillé cette roche en forme de portes massives tournant sur des gonds sculptés dans la roche et servant à fermer l'entrée des caveaux funéraires.

Ce basalte, qui a également servi à paver une voie romaine conduisant à Gadara, est une lave grise, vacuolaire, avec des grains rougeâtres de péridot altéré.

Toute la rive orientale du lac de Tibériade est couverte de débris basaltiques et plusieurs coulées descendent jusque sous les eaux du lac, comme aux débouchés du waddy Sik et du waddy Semak, par exemple. Près de ce dernier waddy, la coulée est formée de basalte gris avec grains rougeâtres de péridot altéré. Cette roche est criblée de vacuoles que le carbonate de chaux tapisse.

*Jaulan et Anti-Liban.* — Les basaltes continuent à se montrer jusqu'à l'extrémité septentrionale du lac où le Jourdain se trouve étroitement encaissé au milieu des épanchements basaltiques qui s'étendent au loin vers l'est. Ces coulées couvrent tout le Jaulan et semblent provenir de la petite chaîne volcanique du *jebel Hisch*, avant-garde des cônes plus nombreux et plus importants du *Hauran*. Du lac Tibériade à *Banias*, au pied de l'*Anti-Liban*, on marche deux jours entiers sur ces coulées. *Ali-Bey* les traversa, en 1807, et il décrit ce pays comme étant une région d'un aspect infernal. Il est certain que les scories et les blocs de laves, parfois entassés les uns sur les autres, donnent un caractère étrange et fantastique à cette contrée et y rendent la marche du voyageur très-pénible. Il semble impossible que ces plateaux rocaillieux, nus et formés d'une pierre aussi dure que la fonte, puissent nourrir des habitants. Nous y avons cependant traversé un petit campement d'Arabes d'*Abd-el-Kader* qu'on a relégués, eux et leurs maigres troupeaux, dans ces régions stériles et ingrates.

Le basalte du *Jaulan* est rarement scoriacé et généralement

assez compacte, d'une couleur noirâtre tirant sur le bleu et parsemé de nombreux cristaux de péridot d'un jaune clair.

A Banias, une coulée descend dans la vallée, contourne le pied du *jebel es Scheikh* et s'étale dans la plaine d'Ard el Huleh en laissant échapper des masses d'eau souterraines qui se frayent un chemin sous elle et vont sortir à Banias et à Tell el Kadi où elles sont connues sous le nom de *sources du Jourdain* (1). Le

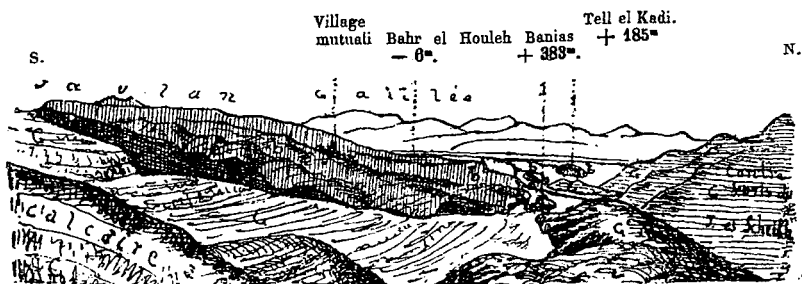


Fig. 3. — Vue de la coulée de lave de Banias et des sources dites du Jourdain qui émergent au pied de l'Anti-Liban.

c. Calcaires à *Collyrites bicordata*. { d. Basaltes.

basalte de cette coulée est d'un gris de fer très-foncé, presque noir, compacte, et parsemé de cristaux de péridot jaune clair.

En remontant le Nahr Hasbany jusqu'aux véritables sources du Jourdain, on retrouve encore de petites éruptions basaltiques le long de la chaîne de l'Anti-Liban. Ces roches basaltiques se montrent notamment à Kurwaah, entre Khiem et Mariyeh, à Hasbeya et à Rasheya et sont sensiblement alignées comme les deux chaînes qui les comprennent.

Le basalte de Khiem est composé d'une pâte noirâtre remplie de petites facettes cristallines et renfermant des cristaux noirs de pyroxène ainsi que des grains jaunâtres de péridot.

*Hauran*. — Quelque important que soit le rôle des phéno-

(1) Danville prétend (*Géographie ancienne abrégée*, p. 401) que les objets jetés dans le lac Phiala (situé au milieu des coulées du Jaulan et qui paraît être un ancien cratère) reparaisent à Banias, aux sources apparentes du Jourdain. Bien que cette assertion méritât d'être vérifiée, il n'y aurait rien d'étonnant dans ce fait, et les eaux du lac Phiala pourraient faire un trajet beaucoup plus long encore sous la lave.

Danville a cité, sans doute, ce fait d'après l'historien Josèphe, qui prétend que si l'on jette une paille dans le lac Phiala, elle reparait à Banias.

mènes volcaniques dans le Jaulan, c'est dans le Hauran qu'ils ont atteint leur plus grand développement. Les laves couvrent une contrée qui n'a pas moins d'un degré de long sur un degré de large et forment, au sud-est de Damas, des montagnes élevées que Josèphe désigne sous le nom de « Σιδηρουσ ορος » la *montagne de fer*, et qu'il dit s'étendre du lac de Génésareth à la terre des Moabites. On ne voit, dans cette contrée, que cônes et cratères et d'immenses coulées volcaniques recouvertes, en partie, d'un terreau gras que perce à chaque instant le basalte.

M. Wettstein, consul de Prusse à Damas, et M. Guillaume Rey, notre compatriote, ont donné des cartes détaillées de ces régions, et il est facile, à leur simple inspection, d'y reconnaître les alignements de nombreux cônes volcaniques et les vastes coulées qui en sont sorties.

MM. de Vogüé et Waddington ont également parcouru cette contrée, ainsi que le Safa, autre district volcanique, situé au nord-est du Hauran. C'est, en grande partie, aux obligeantes communications de MM. de Vogüé et Rey que nous devons de pouvoir parler de ces massifs basaltiques que nous n'avons pu qu'apercevoir de loin.

Au nord-est du Hauran proprement dit, s'étale un vaste et bas plateau ayant la forme d'un triangle dont un des sommets touche à cette montagne, tandis que la base s'aligne parallèlement à la chaîne de l'Anti-Liban. Ce plateau, qu'on appelle le Leja ou Ledja, est une vaste nappe de basalte qui paraît avoir été vomie par quatre cônes volcaniques, alignés du sud-ouest au nord-est et serrés les uns près des autres au sommet du triangle dont nous venons de parler.

On ne peut mieux faire pour donner une idée de cette coulée que de citer l'excellente description qu'en ont donnée MM. Rey et Deblet :

« Arrivés sur ce plateau, dit M. Rey (1), nous nous trouvons » au milieu d'un labyrinthe de coulées de lave laissant entre elles » des espaces creux et profonds où la terre apparaît, quoique

(1) *Voyage dans le Haouran, 1857-58, p. 55.*

» couverte de débris volcaniques. On dirait une immense mosaïque que couverte d'arabesques en relief, et c'est à peine si les laves solidifiées des environs de Catane peuvent en donner une idée.»

Et plus loin (1) : « Rien ne peut donner une idée des formes fantastiques qu'ont prises les torrents de laves en se solidifiant, que l'aspect des vagues soulevées par une violente tempête ou bien encore de gigantesques écailles de tortues à demi brisées.... »

Cette lave affecte, en d'autres points, l'aspect de multitudes de petits cônes ouverts à leur sommet et doit ressembler à la coulée du Jorullo, décrite et figurée par Humboldt.

« Dans son ensemble, dit le docteur Delbet (2), la physionomie du Ledja rappelle un peu celle d'un vase d'eau de savon dans lequel on se serait amusé à souffler des bulles; ici, ces bulles sont en laves. Quelques-unes sont bien véritablement creuses. Nulle part il n'y a de cône de basalte parfaitement fermé. »

Les quatre cônes latéraux d'où paraît provenir cette coulée, qui doit être l'une des plus récentes du Hauran, sont, du nord au sud : le Tell Schihan, le Tell Garrarat el Kebir, le Tell Djemal et le Tell Garrarat el Kiblije.

Le Tell Garrarat el Kebir est un véritable *Puy*, semblable à ceux d'Auvergne, avec un cratère béant qui est plein de scories rougeâtres.

Le Tell Djemal, couvert également de scories rouges et noires, a un cratère ouvert au nord-nord-ouest par lequel semblent avoir été vomies ses déjections, dans la direction du Ledja. On a, d'ailleurs, reconnu dans ce Tell les traces de trois cratères successifs.

M. Rey pense que la coulée du Ledja provient de ces quatre cônes volcaniques, et tout semble confirmer cette hypothèse.

M. Wettstein a bien, il est vrai, indiqué sur sa carte un « *gros courant de lave* » parti du Kleib, le plus haut sommet du Hauran, et se dirigeant en droite ligne vers le Ledja. Mais le Ledja n'est

(1) *Loc. cit.*, p. 63.

(2) Cité par M. Rey, *loc. cit.*, p. 116.

pas la seule coulée qui se soit étalée sur ces plaines ; il en est de plus anciennes que recouvrent aujourd'hui l'humus et le terreau, et le courant de lave du Kleib peut d'autant mieux se rapporter à l'une de ces anciennes coulées qu'il est difficile, à tous les points de vue, de séparer celle du Ledja des quatre cônes qui en occupent l'extrémité et qui ont dû suffire à la produire.

La partie haute et centrale du Hauran est munie d'un certain nombre de cônes et de cratères dont les plus importants sont le Kleib, l'Abu Tumès et le Guwelil.

Le Kleib a un cratère ouvert au nord et encombré de scories. Quant à l'Abu Tumès, le basalte qui le constitue est remarquable par ses propriétés magnétiques. Il diffère d'ailleurs d'aspect avec celui de la Moabitude et celui du Jaulan. Plus compacte, il est d'un gris bleuâtre taché de zones violacées et chargé de nombreux grains de péridot. On y distingue, à la loupe, beaucoup de cristaux de feldspath blanc vitreux, et chaque morceau de ce basalte constitue une sorte d'aimant naturel, muni de ses deux pôles, propriété qu'il doit sans doute à une forte proportion de fer oxydulé titanifère répandue dans sa masse.

Le même basalte forme également le Tell Hod, au sud-ouest du précédent.

D'autres échantillons de basalte noir, bleuâtre, compacte, avec péridot, et attirant fortement l'aiguille aimantée, ont aussi été recueillis par M. Rey, près de Hit, à la pointe septentrionale du Hauran.

A l'orient, ce massif est également flanqué d'une série de cônes volcaniques. On en trouve en outre un certain nombre, au nord et au sud de cette montagne.

Au nord-est du Hauran, la carte de M. Wettstein indique un nouveau massif volcanique presque aussi considérable, et la topographie de ces régions suffirait à elle seule pour en établir le caractère volcanique.

On sait en effet, aujourd'hui, que le Diret el Tulul et le Safa sont couverts de cônes et de coulées dont quelques-unes, d'une étendue immense, se prolongent, d'après M. de Vogüé, fort loin à l'est, dans le désert de Syrie.

Il y a, dans le Safa, un grand cratère, dont le plan et la vue ont été pris par M. de Vogüé, et qui contient à son intérieur trois petits cônes plus récents, rangés suivant un de ses diamètres.

Les échantillons de roches rapportés par le savant archéologue sont des basaltes compactes, d'un noir bleuâtre, avec grains jaunes de péridot et des laves doléritiques, grises, très-pauvres en péridot.

Ces roches sont sans influence sur l'aiguille aimantée et ressemblent, sous ce rapport comme sous quelques autres, beaucoup plus aux basaltes du Jaulan qu'à ceux du Hauran.

On voit, par ce que nous venons de dire, que dans ce dernier massif, comme aux environs du lac Tibériade et de la mer Morte, il doit y avoir eu plusieurs époques distinctes d'éruptions séparées par d'assez grands intervalles de temps. C'est dans ces intervalles qu'ont été creusées les vallées actuelles et que s'est formé le terrain qui recouvre les anciennes coulées.

Les laves les plus modernes, comme celles du Ledja et du Jaulan, et celles qui suivent le fond des vallées, dans les environs du lac Tibériade et de la mer Morte, sont dues à des phénomènes volcaniques dont l'homme a peut-être été le témoin. Nous avons vu, en effet, que de nos jours, il s'est produit dans ces régions des manifestations de l'activité interne du globe, dont les nombreuses sources thermales et les fréquents tremblements de terre que l'on y observe prouvent la permanence. Le jebel Teir a fait éruption au milieu de la mer Rouge, à des époques très-récentes, ainsi que le volcan d'Edd, sur la côte d'Abyssinie. Les auteurs grecs donnent pour cause à l'émigration des Phéniciens des bords de la mer Érythrée (mer Rouge), qu'ils habitaient avant qu'ils ne soient venus fonder Sidon, le bouleversement de leur pays par suite d'éruptions volcaniques. Enfin, Burkhardt a recueilli, dans un livre arabe, au Caire, le récit d'une éruption volcanique qui a eu lieu dans l'Hedjaz, vers le milieu du XIII<sup>e</sup> siècle, et a menacé de détruire la ville de Médine.

Voici ce document qui est d'un haut intérêt, surtout en raison du voisinage de Médine, avec les districts volcaniques que nous venons de passer en revue :

« Le 1<sup>er</sup> du mois de Djomat el Akhir de l'an 634. A. H., on » ressentit dans la ville (Médine) un léger tremblement de terre; » le 3, une secousse plus forte se fit sentir pendant le jour. Vers » deux heures de la nuit suivante, des secousses violentes et ré- » pétées réveillèrent les habitants; elles augmentèrent de force » pendant la matinée et continuellement, par intervalles, jus- » qu'au 6 du mois. Beaucoup de maisons et de murs s'écrou- » lèrent.

» Le vendredi matin, un bruit épouvantable se fit entendre et » vers midi le feu fit éruption. Dans l'endroit où il sortit de terre, » il s'éleva d'abord une fumée qui obscurcit complètement le » ciel. Vers la fin du jour, les flammes furent visibles à l'est de » la ville. C'était une masse de feu d'un volume immense qui » offrait l'apparence d'une grande ville avec ses murs crénelés » et des minarets montant vers le ciel; il sortit, de cette flamme, » un torrent de feu rouge et bleu accompagné de roulements de » tonnerre. Les vagues enflammées roulaient devant elles des » rochers entiers et, plus loin, les entassaient en monceaux très- » hauts. Le torrent s'approchait de la ville quand la Providence » envoya un vent frais qui arrêta la marche de ce côté. Toute la » population de Médine passa la nuit dans la grande mosquée.

» La réverbération du feu changea les ténèbres en jour. Le » torrent de feu se dirigea au nord et se termina au jebel Ouaira, » montagne située dans le waddy el Schaltat, qui est un peu à » l'orient du jebel Ohod (à 2 milles et demi de Médine). Pen- » dant cinq jours, la flamme ne cessa de s'élever ni le torrent » de brûler pendant trois mois. La chaleur empêchait le monde » d'en approcher. Il détruisit tous les rochers, mais comme c'é- » tait le territoire sacré de Médine *où le prophète avait ordonné » qu'aucun arbre ne fût coupé dans un certain espace, il épargna » tous les arbres qu'il rencontra dans son cours* (1).

» La longueur entière de ce torrent fut de quatre farsakh

(1) On sait que ce phénomène arrive souvent dans les éruptions volcaniques. M. Fouqué l'a récemment encore constaté au Vésuve, et il l'explique par l'état sphéroïdal que prendrait l'eau à la surface de ces arbres, ce qui les protégerait contre la haute température de la lave.

» (12 milles); sa largeur de un farsakh et quart (4 milles); son  
 » épaisseur de 8 à 9 pieds. La vallée du Schaltat fut complète-  
 » ment obstruée et la partie où cet encombrement existe encore  
 » a reçu le nom de el Sched.

» La flamme fut aperçue à Yambo et à la Mecque. Un Arabe  
 » de Teïna (petite ville du désert, à six ou huit jours de marche  
 » au nord-est de Médine) écrivit, pendant la nuit, une lettre à la  
 » leur que la flamme produisait à cette distance. »

On voit encore, à Médine, l'emplacement de cette coulée qui a dû être précédée, du reste, par d'autres plus anciennes, comme le prouve la nature volcanique du sol de cette région (1).

Ce récit ne laisse, d'ailleurs, aucun doute sur la nature du phénomène et montre que, dans cette région septentrionale de l'Arabie, les éruptions se sont continuées jusqu'à nos jours.

---

## CHAPITRE V.

### ROCHES STRATIFIÉES.

#### TERRAINS PRIMITIFS ET TERRAINS PRIMAIRES.

§1. *Rôle ambigu du granite.* — Si nous avons pris comme point de départ des roches massives le granite rouge oriental, la roche fondamentale des massifs cristallins dans les contrées qui nous occupent, c'est à cause de sa structure qui le rattache à cette classe de roche, et sans vouloir d'ailleurs nous prononcer quant à son mode de formation. Il passe, en effet, d'une façon si insensible et si complète aux schistes cristallins qui le recouvrent, qu'il devient difficile de le séparer d'eux.

L'identité de composition et la parenté qu'offre le granite avec le gneiss ont forcé tous ceux qui se sont occupés des origines de ces deux roches de les comprendre dans une même hypothèse,

(1) Burkhardt, *Voyage en Arabie*, traduit par Eyries, t. II, p. 98.



soit qu'ils aient regardé le gneiss comme un granite étiré, laminé, soit qu'ils l'aient considéré comme une roche stratifiée dont les éléments auraient cristallisé en formant de nouveaux groupements et ne conservant des anciens caractères de la roche que la trace de sa stratification primitive, trace qui aurait enfin disparu elle-même dans le granite.

Cette parenté de deux roches est moins contestée que jamais, aujourd'hui qu'on sait que le granite n'a pas dû exiger, pour se former, une température bien haute, et il en résulte qu'on pourrait, sans témérité aucune, admettre, avec un grand nombre de savants géologues, que la majeure partie des granites répartis à la surface du globe représentent les premières couches solides qui se sont formées à la surface de notre planète.

« On ne peut guère douter, dit en effet M. d'Archiac (1), que » les roches dues au premier refroidissement de la surface de la » terre ne fussent cristallines, massives, plus ou moins analogues au granite ordinaire, et n'aient eu partout à peu près » les mêmes caractères. Elles durent constituer les parois des » bassins océaniques; mais aujourd'hui nous avons quelque » peine à retrouver, avec toute certitude, ce granite incontestablement *primitif* et antérieur à tous les dépôts de sédiment les » plus cristallins et les moins nettement stratifiés (1). »

Ce qui ajoute à ces difficultés, c'est que le granite a incontestablement joué un rôle voisin de celui que les porphyres ont rempli par la suite, et qu'il a été poussé à l'état pâteux dans les intervalles des premières croûtes formées, de manière qu'il aurait ainsi constitué tout à la fois les premières assises fondamentales de la croûte terrestre et les premières roches d'intrusion. Quoiqu'il en soit, et ces réserves faites quant au mode de formation du granite oriental, comme on ne peut lui appliquer l'épithète de roche stratifiée puisque sa structure est massive, nous commencerons l'étude des terrains par celle du gneiss que l'on peut, dans tous les cas, considérer avec plus de probabilité comme une roche de précipitation aqueuse et comme le premier *terrain stratifié*.

1) *Géologie et Paléontologie*, p. 353, 1866.

Nous décrivons ensuite les leptynites, les micaschistes, les amphiboloschistes, les chloritoschistes et les talcschistes que l'on a observés en Orient.

Les schistes cristallins auxquels passent eux-mêmes les gneiss, nous conduisent par gradations insensibles à des roches plus nettement stratifiées, telles que des phyllades, des schistes argileux, des grauwackes et des conglomérats anagénitiques qui doivent, selon toute probabilité, représenter dans ces contrées les terrains primaires dont l'existence n'est point encore établie d'une façon définitive à cause du manque de fossiles dans ces couches.

§ 2. *Gneiss*. — Composés des mêmes éléments que les granites, les gneiss sont comme eux diversement colorés. Le plus souvent, ils sont gris, parcourus de veines d'épidote ou mouchetés par des nids de ce minéral.

Ils deviennent quelquefois noirâtres par suite de la prédominance du mica. C'est ainsi qu'ils se présentent au waddy Hebran, dans le Sinai, localité où ils passent aux micaschistes; à Syène, sur les bords de la première cataracte du Nil, où de Rozière les indique sous le nom de *Syénitelles noirs veinés*. Il est probable qu'une partie au moins des roches noires désignées par les anciens sous nom de *basaltes* se rattachent également à cette variété de gneiss; plusieurs des monuments formés de ce *basalte* montrent une structure feuilletée, des cristaux de mica et d'amphibole et, sur un fond noirâtre, quelques gros cristaux isolés de feldspath rose.

Les *syénites roses et jaunes, blancs et noirs, gris et roses* de Rozière nous paraissent correspondre également à autant de variétés de gneiss, caractérisées par ces couleurs et utilisées par les anciens qui s'en servaient pour obtenir, par la diversité de leurs nuances, des contrastes heureux en architecture. C'est ainsi qu'à côté des grands monolithes de granit rouge, ils plaçaient généralement des sphinx et autres emblèmes de moindre dimension en gneiss gris et noir. Ils se servaient aussi de ces roches sombres pour les sarcophages.

Les gneiss sont très-répandus dans les contrées que nous étu-

dions. On en trouve en Égypte, dans la chaîne Arabique, notamment au jebel Forgan où ils ont deux feldspaths; au jebel Zabara, où ils contiendraient des émeraudes comme les micaschistes qui les recouvrent en ce point. Les montagnes de Baram Ram, à l'est de Syène, renferment des gneiss rouges, gris et noirs.

On en trouve de belles variétés porphyroïdes près de cette dernière ville. Russegger signale leur présence en Nubie, où ils seraient traversés par des filons de diorite et de quartz aurifère, ainsi que sur les versants occidentaux de l'Abyssinie, notamment au jebel Maaba, au sud de Resserres, à la montagne de Fasogl, où ils sont entourés d'une ceinture de chloritoschistes, et dans le Schongolo, où ils renferment des filons de quartz aurifère.

Sur le versant opposé du massif de l'Abyssinie, qui fait face à la mer Rouge, M. Vignaud a également reconnu leur existence. Dans le Tigré, par exemple, il existe, près d'Addi Dahabib, un gneiss dont les lames de mica auraient jusqu'à 25 centimètres de côté et qui est traversé par un filon de quartz de 25 mètres de puissance. A 12 milles à l'ouest de ce point on retrouve les gneiss, reposant sur le granite et accompagnés de calcaire grenatifère.

Dans la presque île du Sinaï, les gneiss sont disposés autour des principaux centres granitiques. On en a vérifié la présence notamment au waddy Pharan, au waddy Emmerane, au waddy Hebran où ils passent au micaschiste, près du Ras Mohammed et au jebel Nouguebat, où leur pâte renferme deux feldspaths et des cristaux d'amphibole et de sphène; au waddy Ladmar et au waddy Mansous où des veines micacées et amphiboliques les sillonnent. Au waddy Hebran, ces roches renferment des lits subordonnés de calcaire grenatifère, comme en Abyssinie.

On a fait mention des gneiss comme entrant dans la composition des montagnes qui longent la côte Arabique de la mer Rouge.

Dans l'Arabah, nous en avons recueilli quelques échantillons dispersés dans la plaine au nord et au sud du partage des eaux, et provenant sans doute du massif iduméen. Ce gneiss est à petits grains et composé de feldspath gris, de quartz et de mica noir ou bronzé.

Les minéraux accidentels répandus dans les gneiss d'Orient sont le grenat, l'amphibole, l'épidote, la tourmaline, la pyrite et l'émeraude. Dans le voisinage des filons de diorite, on y trouve également des veines d'un feldspath verdâtre que les anciens paraissent avoir utilisé pour en faire des statuettes et des scarabées.

§ 3. *Leptynites*. — Le gneiss passe quelquefois à un leptynite stratiforme qui lui reste subordonné. Ces gneiss leptynoïdes se rencontrent notamment dans le Sinaï, au waddy Sagar et au jebel Um Schaumart où ils sont traversés par des filons de pegmatite et de porphyre quartzifère.

M. Figari-Bey cite, en Égypte, des leptynites qui se trouveraient subordonnés aux gneiss à émeraudes de Zabara et de Zaketta.

§ 4. *Micaschistes*. — Les gneiss sont généralement recouverts par des micaschistes le plus souvent noirâtres. Dans certains cas, leur mica, au lieu d'être noir et magnésien, est blanc, argentin, doré ou rougeâtre et plus rarement d'un beau vert émeraude, et la roche prend ces divers aspects. Les micaschistes offrent tous les plissements qui leur sont habituels et sont traversés, comme les roches fondamentales précédentes, par des filons de porphyre, de diorite et de quartz. Leurs feuilletts retiennent l'eau et les régions qu'ils constituent jouissent d'une fraîcheur relative, au milieu des déserts arides formés par les domaines des autres roches cristallines.

En Égypte, on a signalé la présence des micaschistes dans la chaîne Arabique, près de Cosseir, au Bir Inglés et au waddy Attaba où ils sont blanchâtres; au jebel Zabara où ils renferment des émeraudes, du fer spéculaire et aussi, paraît-il, de l'aventurine.

De Rozière fait mention de plusieurs montagnes de mica-schiste amphibolifère gris et noir, situées à l'orient des cascades d'Assouan. Il en existe aussi dans la Nubie et dans l'Abysinie.

Dans le Sinaï, les micaschistes prennent un certain développement près du massif d'Hebran es Scheikh, au waddy Pharan et

au waddy Selaf où Lefèvre a reconnu l'existence de quartzites pyriteux qui leur seraient subordonnés.

On en cite enfin dans l'Arabie et, en Égypte, nous avons recueilli un beau spécimen de micaschiste noir qui devait provenir du massif du mont Hor.

Ces micaschistes contiennent assez souvent des cristaux d'amphibole; on y rencontre aussi de la tourmaline, de l'idocrase, du grenat noir et enfin sur certains points, comme au jebel Zabara, les émeraudes qui ont été l'objet d'une exploitation longtemps continuée.

Strabon, Pline, Ptolémée, parlent de ces mines d'émeraudes qui alimentèrent l'Europe avant la découverte du nouveau monde. Elles étaient encore en pleine exploitation sous les kalifes et même plus tard, selon un manuscrit arabe d'Aboul Abas et Teisachi qui traite des pierres précieuses de l'Orient. El Teisachi avait obtenu, sur le gisement de cette pierre précieuse, de curieux renseignements d'un chef mineur égyptien, nommé Ibn Misr. D'après ce dernier, la partie supérieure des couches à émeraudes seraient constituée par une sorte de stéaschiste noirâtre parsemé de pyrite cuivreuse (1). C'est dans le talc ou le mica friable supportant le stéaschiste que se trouvaient les émeraudes. La plus recherchée de ces pierres était le *Dabbani*, dont la belle couleur rappelle celle de la cantharide (*Dabban*): puis venaient les émeraudes ordinaires (*Zemroud*), et enfin l'aigue-marine (*Zoberjed*) qui, d'après les idées un peu plutonistes de notre auteur arabe, était bien destinée à devenir *Zemroud*, mais avait été arrêtée dans sa formation par un défaut de cuisson et de chaleur. Ces mines étaient fort considérables et il ne fallait pas moins de dix jours pour les parcourir.

Le même auteur ajoute qu'on en avait ouvert, de son temps, de nouvelles vers l'ouest, où l'on avait trouvé la statue en cuivre d'un roi.

Ces mines ont été retrouvées, de nos jours, au mont Zabara (*Smaragdus mons* de Ptolémée) dans la chaîne de l'Etbaï, près

(1) C'est probablement la roche que l'on trouve au mont Baram.

de la mer Rouge et vers la latitude de Syène, par le voyageur français Frédéric Caillaud, minéralogiste de Nantes, et ses rapports prouvent qu'à l'égard de leur importance le récit d'Ibn Misr n'a rien d'exagéré (1). Caillaud en ayant rapporté une certaine quantité d'émeraudes, il fut chargé par Mohammed-Ali d'y tenter de nouvelles recherches et s'y rendit de nouveau, accompagné cette fois de soldats et de mineurs, mais il abandonna bientôt cette entreprise, reconnaissant l'impossibilité d'entretenir, en ce point, le nombre d'hommes nécessaire pour débayer les galeries anciennes. Ces dernières existent au nombre de quarante environ au mont Zabara et se prolongent au milieu des micaschistes suivant une pente très-inclinée et à de grandes profondeurs. On y rencontre de grandes salles où 300 hommes pouvaient travailler en même temps.

Le mont Zabara, dont la masse est granitique, se trouve entre deux petites villes qui durent servir à loger les mineurs : celle du nord porte le nom de Bendar (2) ez Zoghair et près de celle du sud, Bendar el Kebir ou Sekket, qui est plus considérable, se trouvent des mines beaucoup plus vastes que celles du mont Zabara et qui comprennent un millier d'excavations.

Il paraît, ainsi que nous l'avons dit plus haut, que les gneiss du mont Zabara contiennent également des émeraudes, mais elles sont très-difficiles à extraire de cette gangue. C'est dans les micaschistes qui leur succèdent qu'elles abondent et sont le plus faciles à isoler.

Ceux-ci, d'un gris noirâtre et légèrement verdâtre, ressemblent tellement aux micaschistes à émeraudes de Salzbourg (Autriche) et d'Ekaterinembourg (Russie), qu'il serait impossible de les distinguer les uns des autres si on les avait une fois mélangés.

(1) *Voyage à l'oasis de Thèbes et dans les déserts, à l'Orient et à l'Occident de la Thèbaïde*, pendant les années 1815-1816, 1817 et 1818, par M. Frédéric Caillaud, rédigé et publié par M. Jomard, 1821.

(2) Bendar signifie en persan ville marchande; Bendar ez Zoghair, la petite ville, Bendar el Kebir, le grande ville marchande. Cette dernière porte le nom de Sekket ou Zaketta, suivant les divers auteurs.

On exploitait encore anciennement d'autres mines d'émeraude dans la Nubie, au sud du parallèle de Syène.

Enfin, non loin du jebel Zabara, se trouve près du golfe de Bérénice, l'île des *Émeraudes* (Djeziret el Shirget), formée de buttes coniques composées de schistes amphiboliques et argileux, qui est aujourd'hui inhabitée. Bruce y trouva d'anciennes exploitations et des lampes grecques. On y rencontrerait encore, d'après M. Figari-Bey, des aigues-marines ou zoberjed, comme aux mines de Zabara.

De Rozière pense que cette île est la même que celle décrite par Diodore de Sicile sous le nom d'île *Ophioïde* et d'où les rois d'Égypte auraient tiré la topaze.

§ 5. *Amphiboloschistes*. — Nous comprenons, sous cette dénomination, des roches voisines des gneiss et des micaschistes, mais qui sont exceptionnellement chargées d'amphibole et dans lesquelles ce minéral finit par prendre un rôle prédominant. Quand le quartz est rare ou manque entièrement, ils constituent des diorites stratiformes et des amphibolites et, par suite de la diminution de volume de leurs éléments, ces roches passent à de véritables aphanites.

Les amphibolites et les aphanites signalées dans le massif central du Sinaï par M. Fraas et au waddy Pharan par Newboldt, sont des exemples de ces dernières variétés. D'autres schistes amphiboliques ont été recueillis aux environs de Cosseir et dans la chaîne Arabique ainsi que dans l'île des Émeraudes.

§ 6. *Chloritoschistes*. — Ces schistes ne se distinguent des précédents qu'en ce que la chlorite y remplace l'amphibole : ils ont les mêmes allures et des gisements fort voisins.

On en a signalé dans le Fasogl, sur les confins de l' Abyssinie, qui occupent une aire assez étendue, et dans le massif central du Sinaï. Russegger, auquel on doit la connaissance de ces deux gîtes, dit que dans le Fasogl ils contiennent des cristaux d'amphibole et de chlorite et sont parcourus de veines ondulées de quartz qui paraissent être contemporaines de la formation de ces schistes.

§ 7. *Talcschistes*. — Les talcschistes constituent, dans

l'Etbaï et dans la chaîne Arabique, des massifs assez importants. Ils se rattachent, ainsi que les roches précédentes, aux micaschistes par des transitions insensibles.

Ils sont fréquemment pyriteux et cuprifères comme aux monts Baram, à l'est de Syène et au jebel Zabara.

Indépendamment de ces deux massifs, on les trouve dans la chaîne Arabique au jebel Debas, près de Cosseir, à Bir Inglés, au jebel Haouashich près du jebel Gareb, etc.

C'est à cette espèce de roche qu'il convient de rapporter la *Pierre ollaire*, travaillée par les anciens qui la tiraient des monts Baram. Les Arabes en font encore, de nos jours, des ustensiles de cuisine, utilisant ainsi, comme nos montagnards des Alpes, les propriétés réfractaires et les autres qualités de cette pierre. Suivant de Rozière, les Abbaddyeh exploitaient, aux environs de Daraoueh, un talcschiste gris verdâtre plus compacte que celui du jebel Baram et en fabriquaient divers vases qu'ils allaient vendre dans les marchés de la Thébaïde.

Tels sont les schistes cristallins qui succèdent aux gneiss en Orient, et constituent avec eux les terrains primitifs.

Nous hésitons beaucoup à comprendre dans ces derniers les phyllades, les euritines, les quartzites et lydiennes, les anagénites et grauwackes, et les schistes argileux qu'on rencontre en divers points du Sinaï, de l'Égypte et de la Nubie; et, malgré l'absence des fossiles qui seuls pourraient fixer l'âge de ces roches, nous préférons y chercher des représentants des terrains primaires, espérant que des recherches plus complètes y feront découvrir les débris organisés que des roches identiques et semblablement disposées renferment dans les régions mieux connues.

§ 8. *Phyllades*. — Les phyllades ne sont pas rares au Sinaï et en Égypte.

Ils renferment parfois des couches subordonnées d'anagénite, de brèches polygéniques, d'euritrine, de calcaires cristallins, de leptynolite, de quartzites, de lydienne, et sont traversés par des filons de quartz et de trapp noirâtre (mélaphyres?), au contact desquels ils ont éprouvé une silicification qui les a parfois con-



vertis en jaspe. Ces schistes, comme les précédents, ont subi de nombreux plissements.

On a mentionné la présence des phyllades en divers points du Sinaï, notamment au waddy Mandsous et, en Arabie, dans la chaîne de l'Hedjaz.

En Égypte, de Rozière les indique dans la chaîne Arabique, près de Cosseir, où ils sont satinés, verts ou bleuâtres, et renferment des noyaux de quartz et de spath calcaire. Ces phyllades, qui couvrent une surface de 12 lieues, sont traversés par des filons de quartz et de calcite.

Ce massif schisteux de la chaîne Arabique se continue, près de la fontaine d'el Haoueh, où il passe à des schistes régulaires souvent interrompus par des matières différentes, telles qu'un « *pétrosilex jadien verdâtre* », fusible au chalumeau (qui est sans doute de l'euritine), et une roche stéatiteuse, tendre, feuilletée, onctueuse, vert pâle, avec cristaux octaédriques de fer oxydulé (qui est évidemment un talcschiste).

Nous avons vu des roches rapportées par Lefèvre de cette localité, et l'on y remarque, en effet, des euritines qui s'y trouvent associées à des anagénites et à des phyllades.

Au sud de Cosseir, on rencontre également des phyllades verdâtres avec des brèches anagénitiques et des couches de pétrosilex gris.

Au jebel Doukhan, les phyllades recouvrent un véritable leptynolite tabulaire auquel ils passent. Le même massif renferme un pétrosilex zonaire traversé par un filon de porphyre quartzifère. Sur le phyllade reposent d'autres leptynolites compactes et noirâtres.

Les phyllades forment encore de petites collines aux environs de Redeshieh, où ils renferment des veines de quartz ainsi que des couches de phtanite et de calcaire cristallin.

On trouve encore dans la chaîne Arabique, au jebel Haïdié, un phyllade très-carburé.

Au sud et au nord-est de Syène, ces roches sont redressées presque verticalement. Entre Syène et Koum-Ombou, les massifs de phyllades contiennent des couches de lydienne noire,

bleuâtre, et aux environs du mont Baram, on observe, au milieu de ces schistes, des lits de novaculite.

On cite encore des phyllades dans l'île des Émeraudes.

M. Vignaud, qui a observé ces roches en plusieurs points du Tigré, en Abyssinie, les rapporte, avec toute vraisemblance, au terrain de transition inférieur. Ces schistes, d'après lui, deviennent souvent ardoisiers comme à Adua, où ils renferment de nombreux cristaux de pyrite cubique et des veines de quartz. Ils sont, en général, associés aux schistes argileux. A Legat, dans la même contrée, on exploite, paraît-il, des plaques de ces schistes dont on utilise la sonorité pour appeler les fidèles aux cérémonies religieuses, en les frappant avec une boule de schiste. Ces plaques de schiste remplacent les cloches dans les églises chrétiennes de cette partie de l'Abyssinie.

§ 9. *Schiste argileux*. — Newboldt et M. Figari-Bey citent, en Égypte, quelques massifs de schistes argileux.

Russegger en a observé de puissantes formations dans le désert de Nubie, dans le Kordofan, le pays Berbère, où ils alternent avec une sorte de grauwacke, et enfin dans le Sennaar, où ils renferment du fer oxydé, des filons d'eurite, de quartz carié et de quartz pyritifère et argentifère.

Ces schistes argileux sont communs en Abyssinie, et M. Vignaud a constaté que c'est sur ces roches qu'est bâtie la ville d'Adua, capitale du Tigré.

Ils renferment des couches de conglomérats porphyriques ou pétrosiliceux, ainsi que des couches d'euritine, et sont coupés de filons de quartz et de diorites.

On y rencontre des minerais de fer.

§ 10. *Anagénite, grauwacke et brèche verte*. — Nous avons déjà parlé des anagénites qui, dans la chaîne Arabique, sont associées aux phyllades, ainsi que des conglomérats polygéniques qu'on rencontre en Abyssinie au milieu des schistes argileux, alternant avec des calcaires compactes.

Russegger a caractérisé cet ensemble de roches, qui réunissent tous les caractères principaux des terrains de transition, par le nom de *terrain de grauwacke*. Il lui assigne, sur ses cartes,

une aire très-étendue, en Nubie, entre Abou-Hamed et Souakin, et en a reconnu la présence dans le Kordofan et dans le pays Berbère.

C'est probablement à ce terrain que se rapporte la *brèche verte* ou *brèche universelle* d'Égypte (*Breccia verde d'Egitto* ; *brèche antique de Cosseir*) qui passe souvent à des poudingues et de véritables anagénites, comme aux environs de Cosseir et du jebel Doukhan. Cette brèche est associée aux phyllades, aux euritines et aux schistes argileux. De Rozière la regarde comme le dernier terme de la série des terrains primitifs et schisteux de l'Égypte, et Newboldt nous apprend qu'elle repose en stratification concordante sur les schistes argileux et devient de plus en plus horizontale à mesure qu'on s'éloigne des massifs cristallins dont cette roche constitue la lisière extérieure.

Cette brèche universelle, l'une des plus belles roches que les anciens aient jamais utilisée, est un conglomérat de cailloux quelquefois anguleux, mais le plus souvent roulés, de granite, de porphyre, de diorite, de gneiss, de schistes cristallins, de pétrosilex, etc..., et, en général, de toutes les roches que nous venons de décrire, car ce conglomérat paraît être postérieur à tous ces terrains et leur avoir emprunté ses éléments.

La pâte qui cimente ces fragments est dure, compacte, faiblement calcarifère et d'une couleur variant du vert au rouge pourpre. Les nuances rougeâtres du porphyre et les teintes rosées des granites forment, avec les couleurs vertes des diorites et de l'épidote, des contrastes des plus agréables à l'œil.

Quelquefois la masse devient complètement verte, par suite de la disparition complète des éléments granitiques et porphyriques ; d'autres fois, les gros éléments faisant défaut, cette roche prend une texture granuleuse et ressemble à un granite.

La brèche universelle d'Égypte se trouve principalement dans la chaîne Arabique, vers la latitude de Cosseir, sur le chemin de la Guita à cette ville, au waddy Kammanat, ainsi qu'au jebel ez Zeit et au jebel Doukhan.

Les anciens l'exploitaient au waddy Kammanat, où se trouvent des carrières avec de nombreuses inscriptions en caractères hié-

roglyphiques et grecs attestant, d'après M. Figari-Bey, que les travaux se sont poursuivis jusqu'au règne de l'empereur Adrien. Ils attachaient une haute valeur à cette roche et semblent avoir préféré les variétés exemptes de porphyre.

L'exportation qu'on a faite de cette roche a été immense à une certaine époque, car Newboldt fait justement remarquer qu'on rencontre plus d'échantillons de cette brèche dans les églises d'Italie et dans les mosquées de Constantinople que dans tous les palais de l'Égypte.

On cite partout, comme composé de cette roche, le célèbre sarcophage découvert à Alexandrie et que le docteur Clarke supposait avoir été celui d'Alexandre (1); nous avons pu vérifier la composition de la roche qui a servi à ce sarcophage, au British Museum, et c'est, en effet, la brèche universelle d'Égypte qui le compose.

Nous rapportons encore à cette roche les brèches à éléments de porphyre au milieu desquelles se trouvent les dykes de porphyrite du waddy Safieh, près de la mer Morte. Ces brèches renferment des fragments de granite à grains fins, de porphyre quartzifère rouge, de porphyre pétrosiliceux d'un brun rougeâtre avec cristaux blanchâtres de feldspath, de diorite et d'une roche épidotifère. Elle offre donc, en même temps que l'aspect de la brèche égyptienne, la même composition que cette roche dont nous ne saurions la séparer.

§ 11. *Observations générales sur ces divers terrains.* — Les schistes gneissiques, micacés, talqueux, amphiboliques, chloriteux, phylladiens, argileux, etc., forment en général une auréole autour des massifs granitiques, ainsi qu'on l'observe dans les autres contrées. Ils ont été traversés, depuis leur formation, par diverses roches éruptives, et leurs fissures ont également livré passage à des émanations métallifères qui ont provoqué la formation des filons et des minéraux que l'on y trouve.

Ils ont dû également subir, depuis le dépôt de la brèche verte,

(1) Capturé en 1801 par les Anglais, ce sarcophage figure au British Museum, sous le nom de sarcophage de Nektkerebi (Nectambés, roi de la XXX<sup>e</sup> dynastie).

des mouvements qui les ont relevés, plissés et inclinés. Ces mouvements ont fait de ces massifs les continents ou les îles de l'époque secondaire, tandis qu'au fond de la mer se déposaient les grès et les calcaires dont sont composés les plateaux qui environnent ces chaînes primitives, grès et calcaires qui reposent en stratification discordante sur les schistes dont nous venons de parler, et particulièrement sur la brèche verte.

Nous avons dit que les derniers de ces schistes semblent, d'après leurs caractères pétrographiques et leur rôle stratigraphique, représenter les terrains primaires.

On a cependant affirmé l'absence du terrain carbonifère en Égypte; mais, d'un autre côté, M. Salter vient de décrire (1), il y a peu de temps, une plante de ce terrain, qu'il nomme *lepidodendron mosaïcum* et qui aurait été rapportée, il y a quelques années, du Sinaï, par un officier anglais et donnée par ce dernier à sir Roderick Murchison. Bien que le gisement de ce fossile ait besoin d'être confirmé par d'autres découvertes, ce document suffit pour mettre en garde contre ces proscriptions trop hâtives, et pour permettre d'espérer que les recherches futures amèneront l'identification de quelques-uns des terrains schisteux que nous venons de décrire avec quelque étage de la série paléozoïque.

Quant à l'âge relatif de ces divers terrains, nous ne pouvons avoir la prétention de le donner avec quelque rigueur.

Sur le granite oriental, roche fondamentale des massifs cristallins, paraissent s'être déposés successivement les gneiss et les leptynites; les micaschistes, les talcschistes, les chloritosechistes et les amphibolosechistes; les phyllades et les schistes argileux, les grauwackes, les quartzites, les calcaires cristallins, et enfin, en dernier lieu, les brèches universelles et conglomérats polygéniques.

A travers ces diverses couches, auraient successivement percé les granites et les pegmatites, les porphyres quartzifères, les diorites, les porphyrites, les mélaphyres et, plus récemment, les trapps et les basaltes.

(1) *Quart. Journ. of the Geol. Soc.*, 1868, t. XXIV, p. 509.

C'est, sans doute, à la fin de l'époque primaire que de grands mouvements ont émergé et plissé ces couches, et ébauché les massifs montagneux qui, alors, ne devaient former que des îles plus ou moins grandes. La mer secondaire a laissé déposer, autour de ces îles, des sédiments arénacés et calcaires, et ce n'est qu'après le commencement de la période tertiaire, que des mouvements, qui ont déterminé l'émergence de ces nouveaux dépôts, ont relié

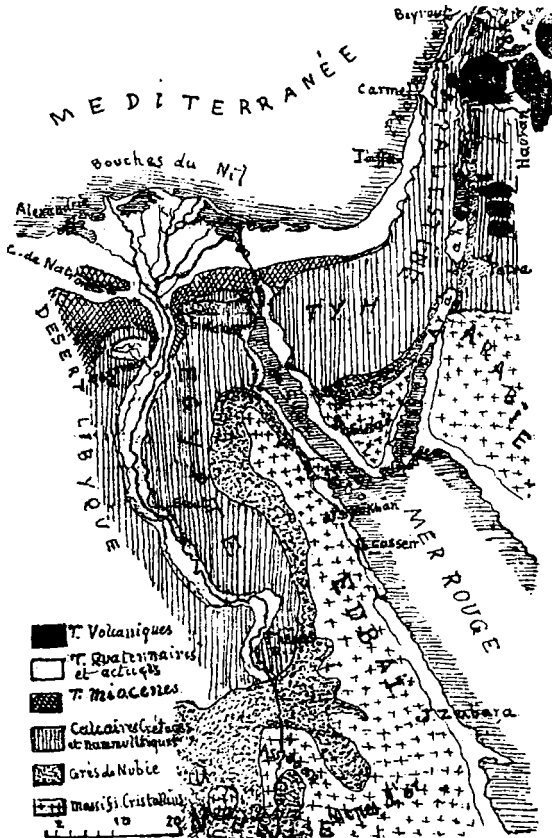


Fig. 4. — Esquisse géologique de la Palestine, de l'Arabie Pétrée et de l'Égypte.

entre eux ces massifs cristallins et achevé de donner au relief de ces régions les traits principaux de leur physionomie actuelle.

Nous allons maintenant passer en revue les terrains secondaires qui se sont formés pendant l'intervalle compris entre ces deux grandes époques d'exhaussement.

La carte ci-jointe (fig. 4), qui n'est, à vrai dire, qu'une grossière ébauche, suffira cependant à donner une idée de la distribution des massifs cristallins et des terrains plus récents que les mers secondaires et tertiaires ont déposés autour d'eux.

---

## CHAPITRE VI.

### TERRAINS SECONDAIRES.

#### PRÉTENDUS REPRÉSENTANTS DES TERRAINS SECONDAIRES INFÉRIEURS ET MOYENS.

§ 1<sup>er</sup>. On a déjà signalé, depuis longtemps, l'existence de tous les terrains secondaires, depuis le pénéen jusqu'au crétacé, dans les contrées qui nous occupent; mais les preuves sur lesquelles reposent ces notions sont en général trop mal établies pour qu'elles puissent être définitivement acceptées, et il n'y a guère que les terrains crétacés dont l'existence y soit assurée par des documents incontestables.

Avant de décrire les assises fossilifères de ce dernier étage, nous nous occuperons néanmoins des terrains qui le supportent et nous examinerons la valeur des idées que l'on a successivement émises sur leur âge.

Ces terrains consistent généralement en assises puissantes de grès qui succèdent aux schistes cristallins et aux brèches dont nous nous sommes occupés dans le chapitre précédent, grès qu'on a rapportés tantôt au terrain pénéen, tantôt au terrain triasique, tantôt au terrain crétacé.

Il y a également des calcaires que plusieurs auteurs ont regardés comme étant jurassiques.

Il est certain que si on se laissait seulement guider, dans le classement d'un terrain, par les caractères minéralogiques des roches qui le constituent, on n'hésiterait pas à rapprocher les grès de l'Égypte, du Sinaï et de l'Idumée, auxquels Russegger a imposé le nom de *grès de Nubie*, des grès triasiques des Vosges dont ils offrent souvent tout le *facies*. Cela serait d'autant plus naturel que les grès de Nubie sont également salifères et métallifères, et il n'y a pas lieu d'être surpris que les premiers géologues qui ont visité l'Égypte aient, sans éprouver aucune hésitation, classé ces grès dans le trias.

Mais, aujourd'hui, on n'accorde au caractère minéralogique qu'une valeur purement régionale, et l'on sait que des roches de composition identique se sont déposées, à des époques successives et très-distinctes, sous l'influence de conditions semblables et du voisinage de massifs cristallins de même nature. Il ne faut, en effet, pour qu'une roche semblable au grès bigarré soit reproduite, que le voisinage d'une chaîne, composée de granite, de porphyre et de roches basiques, et nous avons vu que telles devaient être justement les conditions qui présidaient, après l'émersion des massifs cristallins de l'Égypte, du Sinaï et de l'Idumée, au dépôt des terrains secondaires. Il n'est donc pas surprenant que les grès de Nubie présentent de grandes analogies avec les grès des Vosges, quel que soit d'ailleurs leur âge, et l'on ne serait pas en droit d'arguer de cette ressemblance minéralogique pour identifier ces deux terrains.

La paléontologie pourrait venir en aide au géologue dans le classement de ces terrains ; malheureusement les fossiles y font presque absolument défaut, et ceux qu'on y a signalés jusqu'ici sont si contestables, soit au point de vue de leur gisement, soit quant à leur exacte détermination ou même sous le rapport de leur importance et de leur signification, qu'ils n'ont pas beaucoup contribué à faire avancer la question.

Ce serait donc à la stratigraphie qu'il faudrait s'adresser. Elle nous fournit des données précieuses, particulièrement dans le Liban, où des grès tout pareils à ceux de l'Idumée, et dont Russegger avait reconnu l'identité avec ceux de l'Égypte et du Sinaï,



feraient, d'après les observations de Botta et de M. Blanche, partie des terrains crétacés. Mais on pourrait faire valoir encore, à cet égard, les arguments que nous venons de présenter au sujet du peu d'importance qu'il convient d'attribuer à des ressemblances lithologiques et prétendre qu'il y a, dans ces contrées, deux étages de grès fort semblables mais d'âge différent : l'un appartenant au trias, l'autre à la série inférieure des terrains crétacés. Et si l'on objectait que, jusqu'à présent, on n'a pas observé de discordance de stratification entre ces grès et les calcaires crétacés qu'ils supportent et auxquels même ils passent d'une façon insensible sur divers points de la Syrie, du Sinaï et de l'Égypte, on pourrait également se prévaloir des faibles déplacements qu'ont subis, en Orient, les couches secondaires relativement à ceux qui les ont si fortement redressées en Europe. Nous sommes loin de nier la force qu'auraient de pareilles objections; mais s'il est à la rigueur possible que des grès de même nature et constamment inférieurs aux mêmes couches cénomaniennes, qu'ils suivent fidèlement dans tous les accidents de stratification, correspondent à deux époques aussi éloignées l'une de l'autre que le trias et la craie, il est, à notre avis, plus naturel d'admettre, dans l'état actuel de nos informations, que ces grès font partie d'un même ensemble se rattachant intimement aux terrains crétacés dont ils constitueraient les assises inférieures. Ce n'est, bien entendu, qu'une probabilité, et si l'on découvre un jour dans ces grès des fossiles, triasiques ou péniens, dont le caractère soit bien accusé, le gisement authentique et bien précis, et l'étude soigneusement faite, nous accueillerons avec joie cette solution d'une question fort embarrassante et qu'aucun géologue n'a pu jusqu'ici résoudre d'une façon satisfaisante.

Il suffit, en effet, pour établir ce dernier point, de passer en revue les opinions successivement émises sur leur âge.

De Rozière attribuait au Nil le dépôt des grès de la Nubie et de la Thébaïde.

Botta constata l'intercalation des grès du Liban au milieu de deux systèmes de calcaires et de marnes auxquels ils passaient insensiblement. Les calcaires supérieurs renfermaient de nom-

breux fossiles crétacés; quant aux calcaires inférieurs, Botta les considérait comme représentant le terrain jurassique supérieur, de telle sorte qu'il était conduit à placer les grès compris entre ces deux étages sur l'horizon du *grès vert*.

En Égypte, Ehrenberg rapportait les grès inférieurs au *Quader-Sanstein*, c'est-à-dire à peu près au même niveau géognostique; mais M. Nash les assimilait, presque en même temps, au trias.

Un peu plus tard, Lefèvre, dans une lettre écrite de Resserres à Cordier, fit de nouveau rentrer ces grès dans le terrain crétacé et signala leur concordance de stratification avec ce dernier terrain, comme aussi les passages insensibles qu'on observe entre ces deux étages, notamment à Esneh, aux couvents de Saint-Antoine et de Saint-Paul, en Égypte, ainsi qu'au Sinaï.

Russegger, qui d'abord avait regardé les grès de Nubie comme l'équivalent du *Keuper*, ne tarda pas à revenir de cette première impression; il avait constaté l'identité de ces grès depuis la Nubie jusqu'au Liban, où il avait pu vérifier les superpositions indiquées par Botta. N'hésitant pas dès lors à se rétracter, il classa dans ses cartes géologiques aussi bien que dans l'ouvrage qu'il fit paraître à son retour, les grès de Nubie, du Sinaï et du Liban, dans le terrain crétacé, comme l'avaient déjà fait Botta, Ehrenberg et Lefèvre.

Newboldt évita de se prononcer sur l'âge de ces grès, tout en constatant leurs analogies avec le nouveau grès rouge.

M. Blanche confirma, dans une coupe des environs d'Abey, dans le Liban, la superposition indiquée par Botta dans le nord de cette chaîne.

En 1858, M. Boué, dans une lettre adressée à M. Viquesnel et reproduite dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (1), annonça que M. Unger avait déterminé, comme se rapportant au terrain permien, une empreinte végétale trouvée dans le grès de Nubie, ce qui prouvait que Russegger s'était trompé lorsqu'il avait classé ces grès dans le terrain crétacé.

(1) 2<sup>e</sup> série, t. XVI, p. 133.

M. d'Archiac demanda en vain des éclaircissements sur cette découverte importante, et l'on en comprend la raison.

Il y a lieu, en effet, d'être très-circonspect à l'égard de ces trouvailles quand elles n'ont pas été faites sur place par de véritables géologues. L'habileté que déploient les Arabes et les drog-mans eux-mêmes, dans une foule de supercheries qui n'ont d'autre mobile que le *bachich* obligé, est bien connue de ceux qui ont visité ces contrées. Nous avons vu, dans les collections de minéraux rapportés des bords du Nil, des objets qui venaient assurément d'Europe, et l'on se rappelle les théories basées sur la présence, près des bords de la mer Morte, du *Porites elongata*, du golfe d'Akaba, qu'on fit trouver par un de nos compatriotes et qui est resté célèbre grâce au crédit que Humboldt accorda imprudemment à cette mystification.

D'ailleurs, si la paléophytologie est aujourd'hui assez avancée pour permettre de classer un terrain d'après une empreinte végétale, ce n'est que dans un petit nombre de cas et à la condition que la plante appartient à un genre ou à une espèce caractéristique, que son gisement est bien authentique et que son état de conservation en permet la détermination exacte et rigoureuse; car il ne faut pas se contenter d'appréciations vagues, et les paléophytologistes ne sont pas toujours assez sévères à cet égard.

Quoi qu'il en soit, M. d'Archiac, dans son *Histoire des progrès de la géologie*, a préféré se rallier à l'opinion de Botta, d'Ehrenberg, de Lefèvre et de Russegger, c'est-à-dire à celle des géologues qui ont étudié sur place ces terrains en observant leurs caractères sur de grandes étendues, et il penche à considérer les grès de Nubie comme se rattachant aux terrains crétacés (1).

« Nous n'avons rien à ajouter, dit cet éminent géologue (2), » à ce que nous avons déjà dit des *grès de la Nubie* inférieurs à la craie. Ils peuvent être compris dans cette formation, comme » l'ont admis la plupart des géologues qui les ont étudiés et sont » tous d'accord sur leurs relations stratigraphiques. Il en serait

(1) *Hist. des progr. de la géol.*, t. VIII, p. 586.

(2) *Studia scientifici*, p. 148.

» de même dans le Fezzan et dans les régences de Tripoli et de  
 » Tunis, dont nous avons aussi dit quelques mots, et, malgré leurs  
 » caractères minéralogiques, c'est encore à la période crétacée  
 » qu'appartiendraient les roches secondaires qu'on y a signalées  
 » jusqu'à présent. »

C'est aussi l'hypothèse qui nous a semblé la plus vraisemblable. Mais, de son côté, M. Figari-Bey retrouve dans ces mêmes grès les trois étages du trias : grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées. Il est vrai que l'on pourrait retourner contre les hypothèses du savant du Caire un bon nombre des preuves qu'il invoque à leur appui, et qu'il est assurément étrange de rencontrer dans les mêmes couches, des Mosasaures, des Baculites et des Gryphées arquées ! Que dire aussi des plantes lacustres et des troncs bitumineux de palmiers que ce botaniste mentionne dans son trias ? Ce n'est point avec des fossiles d'un gisement aussi douteux ou d'une détermination aussi suspecte qu'on fera reflleurir les idées de Nash sur l'âge des grès de Nubie !

Cependant, au moment de terminer ce travail, nous recevons de M. Bauerman un tirage à part, anticipé d'une communication faite à la Société géologique de Londres, dans laquelle ce géologue donne quelques coupes précieuses de certaines régions du Sinaï déjà explorées par plusieurs voyageurs, Lefèvre, Russegger, etc. Mais une des nouveautés du travail de M. Bauerman, c'est l'annonce de la découverte faite au waddy Naseb d'une couche mince de calcaire au milieu des grès de Nubie, et dans ce calcaire cristallin gris ou légèrement brunâtre qui ressemble parfois à du fer spathique, de quelques traces de fossiles « *obscure fossils* » (1). Ces fossiles sont principalement des tiges

(1) *Quart. Journ. of the Geol. Soc.*, février 1869.

Lefèvre avait rapporté des environs du puits de Naseb un calcaire dolomitique grisâtre superposé aux grès psammites de cette localité, et d'une épaisseur de 15 à 18 pieds. Ce calcaire renferme des traces de polypiers composés de tubes grêles et allongés, serrés les uns près des autres et alignés dans le même sens. Ces polypiers, qui ressemblent assez à certaines espèces jurassiques, se retrouvent dans les grès ; M. Martine en a recueilli dans le Sinaï, et nous en avons observé nous-même en Idumée, dans le waddy Akabah, près du waddy Haïmeh.

et des articles d'Encrines avec des coupes très-imparfaites du calice. M. Etheridge a cru pouvoir rapporter ces débris à des formes triasiques, tandis que M. Salter prétend qu'ils appartiennent aux genres carbonifères *Rhodocrinus* et *Poteriocrinus*, et qu'ils sont associés à des gastéropodes rapportables à des *Murchisonia* ou à des *Eulima*. Ces incertitudes dans ces déterminations semblent prouver, ainsi que les sages réserves de M. Bauerman, que ces débris de fossiles sont assez mal conservés et, dès lors, les affirmations contradictoires de MM. Etheridge et Salter sont peu faites pour lever nos doutes et trancher cette question importante qui reste à décider, et qu'on devra résoudre au moyen de fossiles mieux conservés et plus nombreux.

L'important, c'est d'avoir découvert au milieu des grès une couche fossilifère, et l'on peut espérer, grâce à M. Bauerman, que la question de l'âge des grès de Nubie pourra être prochainement vidée, surtout si les membres de l'expédition anglaise du Sinâï veulent bien apporter leurs soins à chercher des fossiles dans cette mince couche de calcaire.

Après avoir ainsi montré l'insuffisance des documents sur lesquels on s'appuie pour établir la présence dans ces contrées du permien et du trias, il nous reste à examiner sur quelles bases repose la notion encore plus répandue de l'existence des terrains jurassiques dans les mêmes régions.

Ni Lefèvre, ni Russegger n'ont signalé ces derniers terrains en Nubie, en Égypte et dans le Sinâï; mais dans la Palestine et dans le Liban, Russegger leur a attribué sur ses cartes des domaines très-étendus. Or, les calcaires compactes et les dolomies de la chaîne de Judée qui peuvent, en effet, offrir quelque ressemblance avec les calcaires jurassiques, renferment néanmoins des fossiles nombreux appartenant au terrain crétacé.

Quant au calcaire *cidaritique* que Russegger mentionne comme formant la masse des monts Belkaa, à l'est de la mer Morte et qu'il comprend également dans le terrain jurassique, ce calcaire correspond évidemment aux calcaires à échinodermes qui constituent la base des terrains crétacés de cette région. On trouve là un exemple de l'aisance avec laquelle Russegger décrivait les

terrains qu'il n'avait point abordés. Évidemment s'il eût seulement approché des montagnes situées à l'est de la mer Morte, il aurait vu, même de loin, que leur base est formée par les grès de Nubie; la partie moyenne, par des calcaires et des marnes jaunâtres, et le haut par des marnes crayeuses blanches avec de nombreux bancs de silex. Comment donc a-t-il pu figurer le massif du Belkaa comme étant entièrement formé de calcaire cidaritique jurassique? c'est qu'on lui aura apporté sans doute de cette montagne quelque *Heterodiadema Libycum* ou tout autre oursin crétacé, qu'il aura confondu avec des espèces jurassiques, et il aura admis que toute la montagne était formée de ces couches. Le même auteur ne cite-t-il pas d'ailleurs, sur la rive orientale du lac Tibériade, des calcaires carbonifères, là où il n'y a que des couches crétacées et des coulées de lave, et du calcaire jurassique dans le Jaulan qui est entièrement occupé par les basaltes? On ne sera donc pas surpris d'apprendre que, malgré l'importance que Russegger a donnée au terrain jurassique en Palestine, il n'y a, jusqu'à présent, aucune preuve de son existence dans cette contrée, et de plus que, dans les domaines étendus que lui assigne ce voyageur, on ne recueille que des fossiles crétacés.

Dans la Syrie, nous avons vu que Botta avait regardé les calcaires inférieurs aux grès, comme appartenant au terrain jurassique supérieur (1). On ne connaît, en fait de fossiles jurassiques provenant de cette contrée, que les baguettes du *Cidaris glandifera*, célèbres depuis longtemps sous le nom d'*olives de Sodome* (qu'elles ne méritent certainement pas, puisqu'on ne les trouve pas dans le voisinage de cette ville maudite), et dont le niveau n'est pas encore parfaitement fixé, bien que M. Coquand

(1) M. Blanche, dans la coupe d'Abey, qui confirme la succession des assises indiquées par Botta, remarque que les grès passent supérieurement et inférieurement aux calcaires qui le comprennent; que, des deux parts, ce sont des calcaires oolithiques plus ou moins chargés de grains de sable qui établissent la transition, et qu'il ne voit aucune raison pour séparer des calcaires crétacés supérieurs les calcaires inférieurs que l'on range dans le terrain jurassique.

Russegger (*Reisen*, t. II, p. 764) ne niait pas d'ailleurs qu'une partie de ce prétendu terrain jurassique ne pût se rattacher à la craie.

les cite dans le terrain kimméridgien de l'Algérie et du midi de la France. Aux niveaux les plus supérieurs de ces calcaires M. Gaudry a recueilli, à Zahlé, des fossiles néocomiens tels que l'*Ostrea Couloni*, l'*Heteraster oblongus*, des *Orbitolites* coniques, et nous y avons trouvé de très-grandes Natices, des Nérinées et des polypiers qui, malheureusement, sont trop mal conservés et caractérisés pour pouvoir être rigoureusement identifiés avec des espèces connues.

Nous avons recueilli, dans l'Anti-Liban, sur les flancs méridionaux du jebel es Scheikh et vers le haut de la colline qui porte le château de Bantias, de nombreux exemplaires assez mal conservés d'un Oursin que nous avons pris d'abord, d'après son port général, pour l'*Echinospatagus cordiformis* (*Spatangus retusus*) du néocomien, mais que M. Cotteau a reconnu être une espèce jurassique, le *Collyrites bicordata*, qui, ainsi qu'on le sait, caractérise les assises supérieures de l'étage oxfordien. Ces oursins sont répandus en très-grande abondance dans un calcaire assez tendre qui repose sur un calcaire gris, compacte, lithographique, dans lequel sont répandus, en petit nombre, des silex à couleur terne.

Ces couches plongent légèrement au sud-ouest et disparaissent sous les coulées basaltiques du Jaulan.

Le *Cidaris glandifera* et le *Collyrites bicordata* sont les deux seuls fossiles jurassiques du Liban et de l'Anti-Liban dont l'authenticité soit jusqu'ici établie. Le terrain néocomien en fournit davantage, et le terrain cénomaniensert de gisement au plus grand nombre de ceux qu'on a rapportés de cette chaîne, ainsi que nous le verrons dans le chapitre suivant.

Néanmoins ces deux fossiles suffisent pour justifier jusqu'à un certain point l'assimilation que Botta a tentée entre les calcaires inférieurs aux grès rougeâtres et les terrains jurassiques supérieurs. Mais on ne peut accepter l'étendue que Russegger a donnée après lui, dans ses cartes, à ces calcaires jurassiques, et il n'a pas su restreindre, comme l'avait fait Botta, ce terrain aux calcaires inférieurs qui percent à travers les grès et les calcaires crétacés comme à travers une boutonnière. Il aura sans doute en-

core confondu les fossiles cénomaniens avec les fossiles jurassiques.

Anderson a fait les mêmes confusions que Russegger, mais on peut l'excuser d'avoir ainsi contribué à répandre la notion erronée de l'importance du terrain jurassique en Orient, en rejetant toute la faute sur M. Conrad, auquel il avait confié la détermination de ses fossiles, et qui, non content de donner des noms à des moules informes, s'est laissé aller à méconnaître le caractère crétacé de ces débris organisés, et a été ainsi conduit à admettre dans les mêmes couches le mélange des espèces crétacées et jurassiques (1).

C'est ainsi que les calcaires cénomaniens à *Hemiaster Fourneli*, *Ostrea Africana* et à *Ostrea flabellata*, etc., du Liban et des bords de la mer Morte, ont été décrits par Anderson comme appartenant au terrain jurassique, et il n'y a que les fossiles des marnes blanches supérieures à silex qui aient été déterminés comme crétacés par cet auteur.

Tandis que Russegger ne mentionne point l'existence du terrain jurassique en Égypte non plus qu'au Sinai et lui attribue une large extension en Judée, M. Figari-Bey considère (également à tort) cette même chaîne de Judée comme étant entièrement constituée par les terrains tertiaires, et il signale, au contraire, la présence des terrains jurassiques sur plusieurs points de l'Égypte et du Sinai.

Nous ne pouvons que reproduire ici les réserves que nous avons déjà eu occasion de faire à l'égard de l'exactitude des déterminations paléontologiques de cet auteur, et nous nous bornerons à mentionner trois fossiles cités par lui dans le terrain jurassique, et qui montreront quelle confiance on doit leur accorder; ces trois fossiles sont : l'*Ostrea flambelloïdes* (?), une *Baculite* et l'*Avicula socialis* !

(1) M. Conrad cite dans ces couches l'*Ostrea Boussingaulti*, *virgata*, *scapha*. Les autres fossiles sont des Ammonites, Nucules, Trigonies, Inocérames, Oursins, Natices, Strombes, Nérinées, etc., auxquels il donne chaque fois des noms nouveaux.

L'*O. Boussingaulti* semble correspondre à l'*O. flabellata*, qui est très-abondante dans le Liban, où d'Orbigny l'a citée d'après des échantillons que lui en avait rapportés le père Beadle.



§ 2. *Caractères et distribution géographique des grès de Nubie.* — Après avoir ainsi cherché à établir que la présence, en Orient, des terrains pénién et triasique n'est pas jusqu'ici suffisamment démontrée, et que l'existence du terrain jurassique ne repose sur d'autres indices sérieux que sur les découvertes du *Cidaris glandifera* et du *Collyrites bicordata*, dans les deux chaînes voisines du Liban et de l'Anti-Liban, nous allons étudier en elle-même cette formation des grès de Nubie en y rattachant, comme l'a fait Russegger, les grès du Liban. Lorsqu'il nous sera prouvé que les grès de Nubie, d'Égypte et du Sinaï sont triasiques, alors seulement nous serons autorisés à en séparer les grès du Liban qui jouent le même rôle par rapport aux assises cénomaniennes et doivent, d'après les observations de Botta, rentrer dans la période crétacée. Dans l'état actuel de nos informations, il nous semble logique de comprendre toutes ces formations semblables de grès rouges dans une même description générale.

Ces formations arénacées ont reçu divers noms : Russegger les désigne sous le nom de *grès de Nubie* ; de Rozière, sous celui de *grès monumental* ; Botta, par l'épithète de *terrain sablonneux*.

Aucune de ces dénominations n'est satisfaisante, car si, d'une part, il existe, en Nubie, deux espèces de grès d'âge fort différent, de l'autre, les Égyptiens en ont utilisé de plusieurs sortes dans leurs monuments. Enfin, ce terrain étant généralement assez cohérent, l'épithète de Botta ne lui convenait pas. On aurait donc pu, à l'exemple de tant de géologues, saisir avec empressement cette occasion de compliquer un peu la synonymie stratigraphique, malheureusement déjà si surchargée, par la création d'un nouveau nom, tel que celui de *grès de Petra*, par exemple, qui aurait eu l'avantage de fixer les idées d'une façon plus précise en rattachant le nom de la capitale troglodytique des Arabes nabathéens à ce grès, dans lequel ont été creusés leurs étranges monuments. Mais quelque avantage qu'offrit cette nouvelle dénomination, nous avons cru devoir conserver le nom plus ancien de *grès de Nubie*, en avertissant que c'est du grès secondaire qu'il s'agit, et non du grès tertiaire qui le recouvre dans cette contrée.

Ces grès sont micacés, plus ou moins argileux et rentrent, pour la plupart, dans la catégorie des psammites. D'une dureté très-variable, ils alternent avec de nombreux lits d'argile colorés diversement comme eux, en jaune, rouge, noir et vert, par des oxydes de fer, de manganèse et parfois même par du carbonate de cuivre. On y rencontre fréquemment des lits imprégnés de sel, des couches plus ou moins minces de lignites, ainsi que quelques veines métallifères. A la partie supérieure, ils passent à la craie; à la base, ils offrent fréquemment des bancs de poulingue à ciment argileux, où l'on a exploité en Égypte du kaolin et dont les éléments sont empruntés aux roches feldspathiques sous-jacentes. C'est ainsi qu'au mont Hor nous y avons constaté la présence de cailloux de porphyre décomposés (1). Les grès sont surtout arénacés dans le haut et argileux dans la partie inférieure, où se développent des couches d'argile souvent chargées d'empreintes végétales ou mieux lignitifères. Ces dernières avaient éveillé l'attention des divers gouvernements de l'Égypte, toujours préoccupés de trouver de la houille dans ce pays dépourvu de combustible, et où l'on n'employait autrefois, même pour l'industrie métallurgique, d'autre moyen de chauffage que les excréments de chameau mêlés à de la paille. Les sondages n'ont rencontré que de minces lits de lignite tout à fait insignifiants. Dans le Liban, à un niveau un peu plus élevé dans ces mêmes grès, on a exploité des couches plus puissantes de lignite dans diverses localités, telles que Cornail, Mar Hanna, Aïn-el-Bed, Abey, Beit-ed-Din, etc. Ces lignites, dont la puissance atteignait jusqu'à cinq pieds, étaient très-chargés de pyrite, à l'exception de ceux de la dernière localité; on les a néanmoins utilisés dans le temps pour les bateaux à vapeur du pacha d'Égypte.

La recherche de ces combustibles et des eaux artésiennes a fourni à M. Figari-Bey l'occasion de faire une étude souterraine, aussi neuve qu'intéressante, du terrain de grès que nous étudions.

Dans l'un des puits forés au waddy Ouh, au sud-est de Re-

(1) Lefèvre a constaté le même fait dans le Sinaï.

deshieh et non loin de Syène (1), on a rencontré d'abord des grès et des marnes avec des lits gypseux et salifères; puis un psammite blanc à empreintes végétales, au-dessous duquel se trouve une première couche d'eau saumâtre qui emprunte probablement sa salure aux terrains qu'elle traverse.

Les psammites alternent ensuite avec les argiles jusqu'à 180 pieds de profondeur. Là se montre une argile schisteuse, noire, avec veines d'un lignite pyriteux imprégné de matières bitumineuses et de débris de végétaux.

Vers 200 pieds, on trouve un psammite chloritique alternant avec une argile noire qui renferme des dépôts de lignites comme la première.

Au-dessous, vient un calcaire siliceux qui contiendrait de petites huîtres ainsi que des plicatules que M. Figari-Bey rapproche de la *Plicatula spinosa*, et une coquille bivalve qui lui paraît être un Plagiostome (2).

Une nouvelle couche d'argile noire et un calcaire siliceux, coquillier comme le premier, qu'on retrouve à 265 pieds, compléteraient cet étage.

Au-dessous, vient un grès siliceux dur qui recouvre des psammites et des argiles avec nodules de grès vert. Enfin, à 360 pieds, on trouve une nouvelle nappe d'eau, qui n'est plus saumâtre comme la première. C'est à cette profondeur que s'est terminé le forage du puits.

A 4 degrés environ au nord de ce point, dans la plaine d'Arabah, un autre puits, après avoir traversé des calcaires à texture oolithique et des marnes renfermant, toujours d'après M. Figari-Bey, des fossiles liasiques, rencontre un massif de grès blancs et rouges, puis des couches minces de calcaire caverneux à *Ammonites nodosus* (?), qui représenterait encore le muschel-

(1) *Studii scientifici sull Egitto*, p. 23.

(2) Cette couche représente sans doute le muschelkalk de M. Figari-Bey, et elle paraît occuper un niveau peu différent de celui du calcaire à encrines découvert dans le Sinai par M. Bauerman. Nous nous bornerons à appeler l'attention sur les *plicatules*, que M. Figari-Bey cite dans ce prétendu muschelkalk, et qu'il rapproche de la *Plicatula spinosa* du lias!

kalk. Ces assises reposent sur des grès blancs et roses recouvrant eux-mêmes des schistes noirs bitumineux, des ampélites et des psammites fissiles. Viennent ensuite des grès quartzeux blancs et brillants (nouveau grès rouge de M. Figari), puis un psammite jaune alternant avec un schiste blanc chargé de cuivre carbonaté et sulfuré, que le même auteur assimile sans autre raison au *Roth-todte-Liegende*.

Ici, c'est à 300 pieds de profondeur qu'on a rencontré la nappe aquifère.

Un autre puits poussé jusqu'à 400 pieds à Abou Rashan, a traversé une alternance de grès verts et d'argiles, puis une argile noire avec lignite pyriteux (1).

Enfin, dans un puits foncé entre le Caire et Suez, après avoir traversé les calcaires tertiaires et crétacés, on a rencontré à 260 pieds les assises supérieures des grès (keuper de M. Figari), qui renfermeraient en ce point des marnes avec coquilles fossiles et débris de tortues et des restes de mosasaures!

En laissant de côté les assimilations douteuses basées sur de pareilles déterminations, ces études de M. Figari-Bey sont d'un grand intérêt, et nous fournissent de bons renseignements sur la succession des couches qui constituent ce puissant étage, dont l'épaisseur totale est portée à 1000 pieds par cet auteur.

Nous avons pu reconnaître au mont Hor, dans l'Idumée, que cette évaluation n'a rien d'exagéré, et, bien que l'épaisseur des grès semble décroître en même temps que leur importance, à mesure qu'on s'avance du sud au nord, Botta évalue encore à 100 toises la puissance des grès du Liban.

Quant aux étendues occupées par ces grès dans l'Égypte, le Sinaï, l'Idumée et la Syrie, on peut s'en faire une première idée en jetant les yeux sur la petite carte générale que nous avons placée à la fin du cinquième chapitre, p. 115.

Très-ferrugineux dans le Liban, le grès y renferme des couches de lignites qui, d'après Botta, se trouveraient à la partie

(1) Ces couches de lignites sont encore un nouveau trait de ressemblance entre ces grès et ceux du Liban.

supérieure et à la base de ce terrain. Ces couches charbonneuses ont une puissance qui varie de quelques pouces à 4 ou 5 pieds, et se trouvent dans une marne colorée en gris bleuâtre par les matières organiques.

Ces lignites se réduisent, en certains points, à des lits minces, feuilletés, d'une matière noire et légère (dusodyle), brûlant facilement. Lorsque les couches charbonneuses sont plus épaisses, on y distingue des troncs à demi carbonisés, ainsi que des veines et nids de pyrite. Ces lignites sont la plupart du temps pyriteux et se couvrent d'efflorescences d'alun, ce qui nuit beaucoup à leur utilisation. Les végétaux y sont souvent entièrement transformés en pyrite de fer.

A Cornail, le charbon est, d'après Russegger, poisseux et brillant, et renferme beaucoup de pyrite, des bois bitumineux et des lits de dusodyle ainsi que du succin. Des dykes de basalte (ou de mimosites?) ont, en certains points, percé ces couches qui semblent alors avoir subi à leur contact une sorte de métamorphisme.

Les grès se voient au sud du Liban, à Abey, où M. Blanche y signale également la présence de lignites qu'on aurait tenté d'y exploiter.

Ces grès deviennent parfois tellement ferrifères, qu'on y exploite des minerais de fer comme à Masra.

Le domaine des grès est révélé dans ces montagnes par la végétation qui s'y montre. Les pins s'y développent à merveille, tandis que les chênes croissent de préférence sur les calcaires.

Ces grès se retrouvent au pied du versant occidental de l'Anti-Liban, où ils se montrent par lambeaux alignés parallèlement à cette chaîne. Ils y sont souvent très-ferrugineux, par exemple à Békiyfeh, près de Rasheya, où ils ont une belle couleur pourprée, et aussi entre Khiem et Hasbeya.

Il faut descendre la vallée du Jourdain jusqu'aux environs de la mer Morte pour retrouver ces roches qui ne se montrent d'ailleurs que sur le côté oriental du bassin. On commence à les rencontrer à l'entrée de la vallée du waddy Zerka, puis au waddy Nimrin, au waddy Sir et au waddy Hesban, au pied des

montagnes de l'Ammonitide. Dans ces derniers waddys, les grès supportent les calcaires cénomaniens si fossilifères d'Aïn Musa, dont nous aurons occasion de parler dans le chapitre suivant, et sont tantôt blancs et parsemés de taches brunes, tantôt rosés et rougeâtres.

C'est cette formation arénacée qui constitue en grande partie la base des falaises orientales de la mer Morte, et elle se présente en couches presque horizontales ou faiblement ondulées, comme le montre la vue des falaises jointe à la carte géologique du bassin de la mer Morte qui accompagne ce travail. (Pl. 1.)

Les grès apparaissent d'abord près du waddy Ghuweir où ils ont une couleur rouge et ils inclinent faiblement vers le Sud. Entre le waddy Ghuweir et le waddy Minschallah, on aperçoit des grès blanchâtres superposés aux psammites rougeâtres dont nous venons de parler. Les grès se suivent sans interruption, à partir de là jusqu'au waddy Zerka-Maïn, avec une épaisseur qui va sans cesse en augmentant et qui doit atteindre plus de 100 mètres. Les waddis Hamara, Mredjeb, Hanz, et Hamma, ont tous leurs entrées taillées dans ces roches qui, au waddy el Hamma, présentent la succession suivante, en allant de bas en haut : 1° grès rouge, 2° grès verdâtre, 3° grès rouge et psammites verdâtres.

Le Zerka-Maïn paraît couler dans une petite faille au milieu

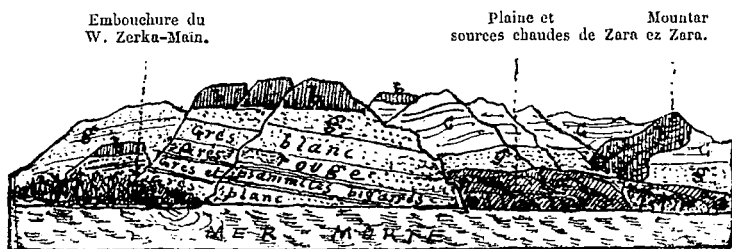


Fig. 5. — Vue des falaises orientales de la mer Morte, dans le voisinage du W. Zerka-Maïn, montrant les grès de Nubié, les coulées basaltiques et les sources chaudes de Zara avec leurs dépôts d'incrustation.

- a. Travertin déposé par les sources chaudes de Zara. }  
 b. Basalte. } c. Calcaires crétacés.  
 d. Grès de Nubie.

de ces grès. Depuis ce waddy jusqu'à la plaine de Zara, ceux-ci perdent leur horizontalité et plongent vers le sud. La falaise

présente en ce point la succession suivante de dépôts arénacés : A la base, des grès blancs auxquels succèdent des alternances de grès et de psammites bigarrés de rouge et de vert et séparés en petites couches par des lits très-minces d'argile. Ensuite viennent des grès rouges, puis des grès blancs couverts par des éboulis de basalte qui descendent de la coulée dont la falaise est coiffée.

Les grès sont ensuite recouverts par les dépôts d'incrustation qui forment la plaine de Zara où jaillissent encore des sources chaudes incrustantes. Ils reparaissent au sud de cette plaine et constituent les falaises à partir de ce point jusqu'au waddy Mojib, en reprenant leur horizontalité première. Ils paraissent couverts, en beaucoup de points, d'incrustations salines et les palmiers sont fréquents partout où ces grès affleurent.

Le waddy Mojib coule dans une entaille étroite, profonde et tortueuse, au milieu de ces roches auxquelles la dégradation atmosphérique a donné des formes bizarres et pittoresques.

Les grès offrent, en ce point, les teintes les plus variées, jaunes, rouges et noires.

Embouchure du W. Mojib.

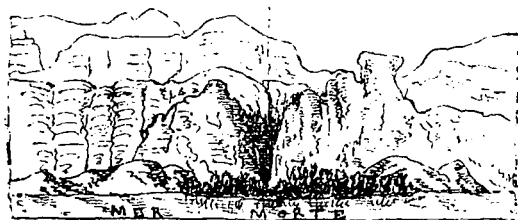


Fig. 6. — Vue des falaises de grès de Nubie au débouché du W. Mojib dans la mer Morte.

Le waddy Mojib est une des vallées les plus basses du pays et la rivière coule au milieu des grès depuis la hauteur de Schihan.

Du waddy Mojib à la Liçan, les grès inclinent légèrement vers le sud et disparaissent même aux approches de cette presqu'île. Au sud de cette langue de terre au contraire, ils se relèvent insensiblement et constituent le pied des escarpements qui bordent le ghor méridional.

On y trouve des couches presque entièrement noires; elles doivent leur couleur à une très-forte proportion de manganèse qui se trouve répandu dans leur masse.

Du ghôr méridional, les grès se continuent en droite ligne, vers le sud, affleurant dans tous les waddis secondaires qui les ont entaillés.

C'est surtout aux environs de Pétra que les grès se présentent avec leur plus beau développement. Ils occupent le sommet du *jebel Haroun* (mont *Hor*, à 1328 mètres) et l'on ne peut nier qu'ils n'aient subi un relèvement notable (1720 mètres) depuis la mer Morte jusqu'à ce point.

La présence des porphyres que nous avons signalés déjà dans cette région et qui avaient été confondus avec des roches volcaniques, a fait penser à un soulèvement auquel serait due la séparation actuelle des deux bassins de la mer Morte et de la mer Rouge. Or, des observations que nous avons rapportées plus haut il ressort que les porphyres sont venus au jour avant le dépôt des grès.

En effet, il y a une certaine relation entre la couleur des grès et celle des porphyres dans le voisinage et aux dépens desquels ils se sont formés, et, de plus, sur les contreforts du mont *Hor*, en un point où les grès reposent sur le porphyre, on observe à leur base un conglomérat lâche et peu cohérent formé de fragments anguleux ou à peine roulés d'une roche feldspathique, en partie décomposée, dans laquelle on reconnaît la structure porphyrique des roches sous-jacentes. La pâte en est rouge ou jaunâtre, elle englobe des cristaux bien nets de feldspath; enfin certains échantillons présentent, en outre, des cristaux noirs d'amphibole.

Les grès sont, en ce point, d'une couleur rouge sombre si rapprochée de celle des porphyres qu'il est souvent très-difficile de distinguer de loin ces deux roches.

Au sommet du mont *Hor* il sont plus clairs et rubanés de veines lie de vin alternant avec des zones très-minces légèrement rosées; il en est de même au waddy *Musa*, à Pétra, dont les monuments si curieux sont tous taillés dans ce grès rubané qui,



de loin, ressemble à certains de nos marbres veinés et contribue puissamment à la beauté architecturale de quelques-unes des façades sculptées de ces demeures souterraines.

On trouve encore dans ces environs des cailloux roulés d'un grès fortement imprégné de cuivre rouge et de malachite, ce qui semble révéler l'existence d'un gisement de grès cuprifère dans le voisinage; les anciennes mines de Phunon n'étaient, en effet, pas loin de Pétra, et le voyageur Legh a constaté, près de Schubac (Schobek ou mont Royal), l'existence d'une mine de cuivre.

C'est encore un caractère qui rattache ces grès à ceux du Sinai.

Dans les environs de Pétra, les grès ne conservent pas l'horizontalité générale qu'ils offrent sur les bords de la mer Morte et sont, ainsi que les couches crétacées qu'ils supportent, relevés sensiblement au voisinage des porphyres.

Il est probable que dans le soulèvement en masse qui a déterminé l'émergence de ces contrées, soulèvement dont les masses porphyriques ont dû être elles-mêmes affectées, ces dernières roches, en raison de leur cohérence et de leur compacité plus grandes ont joué le rôle de coins gigantesques ou de leviers puissants et occasionné de faibles déplacements au milieu des grès et des calcaires crétacés d'une nature moins rigide.

En continuant notre marche vers le sud, nous retrouvons les grès le long du waddy Akabah, à mi-chemin de la mer Rouge, où ils forment encore la base des escarpements orientaux du Ghor.

Au waddy Haïmeh, ces roches sont d'un blanc éclatant et très-peu cohérentes. Ce sont de véritables *métaxites*, leurs grains de quartz n'étant cimentés que par du kaolin. Comme toujours, ces grès blancs constituent la partie supérieure du terrain arénacé, et sont immédiatement recouverts par des argiles à *Ostrea flabellata*.

C'est entre le waddy Haïmeh et le waddy Darbah que nous avons trouvé les seules traces de débris organisés que nous ayons jamais rencontrés dans ces grès. Ce sont des masses composées

de petits tubes serrés les uns contre les autres et ressemblant à certains polypiers jurassiques.

Les grès cessent de se montrer après le waddy Tourban et font place aux grānites, mais on les voit de loin sur le côté occidental du waddy Akaba, qu'ils traversent ainsi obliquement pour se continuer dans la presqu'île du Sinaï.

Après avoir ainsi pénétré dans le Sinaï, le grès change de direction et, décrivant une ligne courbe au nord du massif cristallin, il se dirige vers l'Égypte.

C'est dans cette zone arquée de grès dont le peu de cohérence a donné lieu à la vaste plaine de sable de Debbet er Ramleh, qui sépare les plateaux calcaires du Tyh du massif cristallin du Sinaï, qu'ont été exploités, dès les époques les plus reculées, les gîtes ferrifères, manganésifères et cuprifère du waddy Naseb, de Serabet et Khadem, etc., ainsi que des gîtes de turquoises (1). On retrouve des lambeaux de ce même grès disséminés sur le pourtour du massif cristallin de la presqu'île. La zone septentrionale se continue en Égypte par la vallée des chariots où se trouve un deuxième district métallifère (2) : de là, le grès s'allonge en deux bandes qui courent au sud de chaque côté de l'axe cristallin de la chaîne Arabique, et remonte parallèlement au Nil, jusqu'aux cataractes d'Assouan, où le fleuve se fraye un chemin difficile au milieu de cette roche. C'est dans cette région que se trouvent les anciennes carrières d'où les Égyptiens tiraient ces grands monolithes de grès, fort avantageux dans une architecture qui ne connaissait point la voûte. Elles sont éparses sur un espace de 25 lieues, le long du Nil; mais c'est surtout la portion moyenne de ces grès qui a fourni d'excellents matériaux, faciles à tailler et sculpter, que l'on transportait ensuite par eau.

(1) Nous avons vu, dans le Musée de géologie de Londres, des turquoises rapportées du Sinaï par le major Mac-Donald, qui se trouvaient disséminées dans un grès tout à fait semblable à celui que nous décrivons, et qui paraissent être d'une formation contemporaine au dépôt de ces grès.

(2) A Reigat el Ameryeh, près du Jebel es Zeit, il existe aussi un grès avec mouches de malachite, comme le prouvent des échantillons rapportés par Burton.

Près de la Guita, dans les environs de Coeseir, ils renferment de l'hématite.

Les carrières les plus célèbres, à cet égard, sont celles du Jebel Selseleh, d'où l'on a tiré les matériaux de Thèbes et d'Edfou. Le grès s'y présente en bancs de 10 à 20 pieds de puissance, séparés les uns des autres par des couches d'argiles de 3 à 40 pouces, qui en facilitaient singulièrement l'extraction.

A partir d'Assouan (Syène), vers le sud, ce grès couvre des surfaces considérables, entourant les flots granitiques de la Nubie, et recouvert par des grès plus modernes.

Lefèvre et Russegger l'ont suivi jusqu'à Karthoum, au confluent du Nil bleu et du Nil blanc, et ce dernier voyageur en signale encore l'existence sur les flancs occidentaux du massif granitique et volcanique de l'Abyssinie, tandis que M. Vignaud a observé un grès tout semblable sur les flancs orientaux du même massif, dans le Tigre, où il contiendrait, ainsi que dans le Sinäï, des couches métallifères et des gîtes de turquoises.

Il est possible que cette formation, que nous venons de suivre sur une étendue de 20 degrés, depuis le Liban jusqu'à l'Abyssinie, ne s'arrête pas là et se poursuive encore autour des massifs granitiques de l'Afrique centrale, où l'on a signalé des grès rouges.

Peut-être aussi ces grès sont-ils représentés, comme l'avait pressenti M. d'Archiac, dans les régences de Tripoli et de Tunis.

Enfin, en Algérie, MM. Renou et Ville ont depuis longtemps signalé l'existence de grès blancs et rouges, que le premier de ces observateurs rapporte au terrain crétacé.

M. Coquand a décrit à la base du terrain crétacé de la province de Constantine (1), et comme faisant partie de cet étage, des grès sans fossiles de 30 à 40 mètres d'épaisseur, alternant avec des argiles et des marnes, et reposant sur les calcaires jurassiques supérieurs. Il fait encore mention de grès, de marnes rouges et de poudingues, qui représenteraient dans la même contrée l'abien et le rhotomagien et seraient, comme les grès du Liban et de la Palestine, recouverts par les couches à *Ostrea africana*. Notre

(1) *Géol. et paléont. de la prov. de Constant.*, p. 29, 1862.

savant confrère M. Marés a observé, dans le même pays, des grès auxquels s'applique très-bien la diagnose que nous avons précédemment donnée des grès de Nubie.

Sur les côtes méridionales de l'Arabie, entre l'Oman et l'Arabie Heureuse, dans le Hadramaut, le docteur Carter a observé, près du cap Marbat, des grès micacés reposant sur des granites et recouverts, en stratification concordante, par des argiles rougeâtres contenant la faune cénomaniennne que nous avons trouvée en Syrie, en Palestine et en Arabie Pétrée, dans les couches supérieures aux grès. Des terrains identiques se retrouvent près de Bagh, dans l'Inde. Il y a donc lieu de croire que les grès du Sinâï, de l'Idumée, de l'Égypte et de la Palestine, se poursuivent fort loin en Afrique et en Asie, et ont pour caractère commun d'être surmontés par une faune cénomaniennne bien caractérisée et d'être en concordance de stratification avec les couches qui renferment ces fossiles.

Les anciens ont fait grand usage de ces grès dans leur architecture, et ils y ont creusé de nombreux temples et demeures souterraines qu'ils ornaient de façades délicatement sculptées dans cette roche, comme on peut le voir à Pétra et dans la Nubie.

De Rozière, qui s'est occupé d'une façon toute spéciale de l'étude des matériaux utilisés par les anciens Égyptiens a consacré un chapitre à l'étude de ce grès qu'il nomma *grès monumental*, à cause de ces applications (1). Il a calculé que les monuments de grès, connus à son époque, équivalaient à un volume total de un million de mètres cubes, et qu'on y trouvait des sculptures sur une surface totale de un million et demi de mètres carrés.

En tenant compte des matériaux employés aux temples et aux autres édifices ruinés avant cette époque, de Rozière évalué à quatre millions de mètres cubes le volume des grès qu'on a extraits des carrières de la Thébaïde. Aujourd'hui qu'on a découvert de nouveaux temples enfouis depuis des siècles sous les

(1) *Descr. de l'Égypte*, t. XXI, p. 3. .

sables du désert, à quel chiffre oserait-on fixer le volume des grès extraits par les anciens des carrières de la haute Égypte et de la Nubie?

Parmi les diverses variétés de grès, les anciens ont si bien su choisir les qualités les plus convenables, que leurs monuments bravent encore les injures du temps, tandis que des édifices de date récente tombent en ruines. Avant d'arriver à une connaissance aussi parfaite des matériaux, ils avaient dû faire d'ailleurs bien des écoles. Ils commencèrent, paraît-il, par exploiter les bancs fissiles et de mauvaise qualité situés à la base et à la partie supérieure des grès, à cause du voisinage plus grand de ces couches de Syène d'une part et de la Thébaïde de l'autre.

Ce ne serait qu'après une longue expérience qu'ils auraient su apprécier les meilleures qualités des masses intermédiaires situées dans le voisinage du *jebel Selseleh*.

Les conglomérats qu'on rencontre à la base des grès paraissent, d'après de Rozière, avoir été employés sous le nom de *brèche de Syène* ou *brèche Memnonnienne*, du nom de l'une des deux statues colossales situées au milieu de la plaine de Thèbes.

Le conglomérat siliceux dont est formée cette célèbre statue vocale que Pline croyait être du basalte et Bernardin de Saint-Pierre de la lave caverneuse, est le siège d'un phénomène qui a vivement frappé les anciens et qu'on trouve consigné dans leur poétique mythologie. « Memnon, fils de l'Aurore, ravi de revoir sa mère, la saluait tous les matins en poussant, à son apparition sur la terre, un long cri mélodieux. » De nombreuses inscriptions attestent la réalité de ce bruit périodique émanant de la statue et qui a été comparé à un craquement sonore suivi d'une vibration. De Rozière a observé que la statue est couverte de fissures et il a donné comme origine à ce phénomène l'ébranlement vibratoire produit par l'action énergique du soleil qui chasse dès son apparition l'humidité dont la roche est imprégnée et amène une contraction. Il cite des exemples semblables observés dans les granites de Syène, dans le temple de Karnak et dans un portique de la Thébaïde.

Humboldt avait observé le même phénomène dans les granites de l'Amérique méridionale.

Il se produit d'ailleurs, dans les pays chauds, des phénomènes que nous n'observons pas dans nos contrées tempérées, et l'on peut citer à ce sujet les vibrations puissantes produites par le mouvement du sable très-fin résultant de la désagrégation des grès qui constituent le Jebel Narkous (montagne de la Cloche), situé non loin de Tôr, sur la côte occidentale de la presqu'île du Sinaï. Les Arabes, non moins amoureux du merveilleux que les anciens, assurent que ce bruit est dû à ce que les cloches du couvent du Sinaï ont été enterrées en ce point. M. Wellsted (1) et M. Ward (2) ont reconnu que le mouvement de descente d'un sable très-fin était seul l'origine de ce phénomène.

Lorsque les grès sont tendres ils se désagrègent très-facilement, et il n'est pas un voyageur qui n'ait compris le rôle de cette désagrégation en parcourant la plaine de sable de Debbet er Ramleh, dans le Sinaï. Nous avons vu, dans l'Idumée, les grès donner lieu à des arènes que le moindre vent pouvait soulever, et il n'est pas impossible que le voisinage des grès de Nubie ait été pour quelque chose dans la formation des déserts sablonneux qui s'avancent sans cesse, poussés par les courants atmosphériques, et envahissent des contrées fertiles qu'ils couvrent d'un manteau uniforme de sables stériles.

Tels sont les principaux caractères de ces grès, et l'on voit que si, d'une part, leur nature minéralogique les fait tout d'abord rapprocher des étages de grès par lesquels débute la série du terrain secondaire, de l'autre, leur distribution, leur stratification et leur position constante au-dessous d'assises incontestablement crétacées auxquelles ils passent fréquemment, a engagé presque tous ceux qui les ont étudiés de près à les placer à la partie supérieure de la même série. C'est à ce dernier avis que nous nous rangeons provisoirement, tout en reconnaissant que c'est à la paléontologie qu'il appartient de trancher définitivement la

(1) *Travels in Arabia*, t. VII, p. 25.

(2) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XIII, p. 389, 1856.

question, ce qu'elle fera bientôt si, comme nous l'espérons, on trouve au milieu de ces couches des fossiles bien conservés et assez nombreux pour en représenter la faune.

---

## CHAPITRE VII.

### TERRAINS SECONDAIRES SUPÉRIEURS.

#### CALCAIRES CRÉTACÉS.

§ 1. Nous avons dit que les grès inférieurs sont presque partout recouverts par un terrain marno-calcaire jaunâtre, caractérisé par une faune cénomaniennne et surmontée à son tour par des marnes et des calcaires plus clairs et plus tendres, dont une partie au moins appartient encore à l'époque crétacée.

Ces deux groupes d'assises, qui se distinguent surtout par leur *facies* lithologique et leur couleur, ont été séparés par Botta, dans le Liban, et Russegger, dans la carte qu'il a dressée de la même région, les caractérise avec plus de précision en leur donnant les noms de *craie grise dure inférieure* et *craie blanche marneuse supérieure*. Nous verrons, dans la suite, que si l'on peut admettre à première vue ces deux divisions, l'étude détaillée de ces couches, et surtout celle des nombreux fossiles qu'elles renferment, ne permettent pas d'établir de ligne de démarcation bien tranchée entre les calcaires crayeux blancs de la partie supérieure, et les marnes et calcaires jaunâtres qui les supportent. Aussi, tout en établissant la succession des divers niveaux fossilifères dans chaque région, nous comprendrons toutes ces couches dans une même description méthodique de l'ensemble du terrain, afin de n'être pas entraîné à établir des parallélismes d'après des caractères aussi variables que la couleur et la compacité des roches.

§ 2. *Terrains crétacés du Liban et de l'Anti-Liban.* — On a vu, dans le chapitre précédent, que la partie centrale du Liban

était constituée par des calcaires gris, compactes, caverneux ou oolithiques, avec polyptères, térébratules, grandes natices, nérinées et baguettes de *Cidaris glandifera*.

Au-dessus de ces calcaires, que tous les géologues, à l'exception de M. Blanche, ont rangés dans le terrain jurassique, viennent les grès rougeâtres ou le *terrain sablonneux* de Botta, que cet habile observateur place, ainsi que Russegger, sur l'horizon du *grès vert*. A ces grès, succèdent des calcaires et des marnes que tous les auteurs, à l'exception d'Anderson, rapportent au terrain crétacé. Voici quelle en est la succession de bas en haut.

- |     |   |  |
|-----|---|--|
| I.  | { | 1° Calcaire jaune en petits bancs.   |
|     |   | 2° Calcaire compacte, jaune brun, moucheté de noir.  |
|     |   | 3° Calcaire blanc, jaunâtre, compacte, criblé de trous.  |
|     |   | 4° Calcaire jaune ou vert, avec géodes de carbonate de chaux, et nombreux fossiles ( <i>ostrea, cardium, hippurites?</i> ).  |
|     |   | 5° Enfin, un calcaire dolomitique gris, qui termine la série des calcaires jaunâtres avec quelques couches d'un calcaire jaune veiné de rouge, carié et magnésien qui le surmonte. |
| II. | { | 6° Marnes blanches feuilletées, avec géodes de quartz et lits de silex rose.   |
|     |   | 7° Calcaire compacte, caverneux, dolomitique.  |
|     |   | 8° Calcaire, avec rognons de la même substance.  |
|     |   | 9° Calcaire dur, avec rognons et lits de silex.  |
|     |   | 10° Calcaire, avec nodules de calcaires plus durs.   |
|     |   | 11° Calcaire blanc, tendre, argileux.  |
|     |   | 12° Calcaire blanc, jaunâtre, compacte, à cassure rhomboïdale, qui termine la série marne-calcaire supérieure.   |

Aux environs d'Abey, M. Blanche signale, au-dessus du même grès, la série suivante d'assises, dont l'ensemble s'accorde assez bien avec la succession indiquée par Botta :

1° A la base, calcaire jaunâtre, terreux, dolomitique, avec des grains de quartz, et passant au grès sous-jacent.

2° Calcaire blanc très-dur et compacte, presque cristallin.

3° Calcaire jaunâtre, terreux et cristallin, riche en ammonites, spatangues, huîtres et encrines.

4° Argile rougeâtre, mince, supportant des marnes vertes avec de grandes huîtres, des gastéropodes et des bivalves.

5° Calcaire oolithique.

6° Calcaire compacte sans fossiles.

7° Calcaire compacte avec nérinées.



8° Calcaire blanc friable avec silex pâles.

Les diverses assises mentionnées plus haut sont groupées comme il suit par Botta (1), dans un résumé général des terrains constitutifs de la chaîne du Liban.

- |                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| III. SÉRIE SUPÉRIEURE.  | { | Calcaires et marnes sans silex.<br>Calcaires en lits minces, avec silex (oursins et poissons).<br>Calcaires caverneux, marnes avec beaucoup de silex. |
| II. SÉRIE INFÉRIEURE.   | { | Calcaire jaune, siliceux.<br>Calcaire caverneux (dolomitique?).<br>Calcaire sablonneux.   |
| I. TERRAINS SABLONNEUX. |   | Grès (Lignites).  |

Nous donnerons, dans la suite, des coupes des terrains analogues de la Palestine, qui aideront à comprendre ce qui précède.

Il est néanmoins à regretter que les fossiles, dont les genres sont seuls mentionnés dans ces coupes, n'aient pas été déterminés d'une façon plus précise. Les seuls qui aient été l'objet d'une étude attentive sont ces poissons si célèbres du Liban, dont les débris ont jusqu'ici été principalement recueillis dans les calcaires en plaquettes de Sahel Alma et de Hakel, entre Beyrouth et Tripoli. On connaît aujourd'hui, grâce surtout aux travaux de M. Pictet, cinquante et une espèces de poissons provenant de ces calcaires. Leurs restes sont bien conservés, et ces empreintes ont de tout temps frappé l'esprit des plus indifférents.

Nous avons déjà rapporté, au commencement de ce travail, que Joinville en fait mention dans son *Histoire de saint Louis*, et que Maraldi, Lebrun et Jonas Korte les avaient successivement décrites. Volney signala avec ces poissons des empreintes de plantes, de coquillages et d'oignons de mer.

De Blainville, en 1818, et M. Agassiz, de 1833 à 1843, ont décrit quelques-uns de ces poissons; et sir Ph. Grey Egerton fit connaître, en 1845, une raie (qu'il supposait avoir été douée d'un appareil électrique comme les Torpilles) sous le nom de *Cyclobatis oligodactylus*.

MM. Heckel, Costa, et surtout M. Pictet, ont enrichi depuis cette faune d'un grand nombre d'espèces nouvelles.

(1) *Mém. Soc. géol.*, 1<sup>re</sup> sér., t. 1, p. 157.

Enfin, en 1866, l'éminent paléontologiste de Genève a rassemblé, avec l'aide de M. Aloïs Humbert, qui avait fait dans ce but le voyage du Liban, tous les matériaux relatifs aux poissons fossiles de cette contrée dans un beau mémoire accompagné de planches nombreuses (1).

M. Humbert a ajouté dans cet ouvrage quelques renseignements précieux sur la localité de Hakel, dont Botta et Russegger avaient déjà parlé.

Hakel et Sahel Alma sont les deux principaux gisements des ichthyolithes du Liban.

A Sahel Alma, les poissons se trouvent, d'après Botta, près du couvent de ce nom, au fond du bassin d'Antoura, à 300 pieds au-dessus de la mer et dans un calcaire argileux feuilleté, sans silex, où l'on trouve également des empreintes de crustacés.

A Hakel, c'est dans une vallée profonde et assez élevée sur la pente, à droite, en montant au-dessus du village, que se rencontrent ces empreintes. On les trouve éparses sur le sol parmi les débris d'un calcaire feuilleté, fétide à la cassure et contenant des lits irréguliers de silex ou plutôt de calcaire siliceux et des géodes de carbonate de chaux (2).

Botta considérait ce dernier gisement comme occupant un niveau très-différent de celui de Sahel Alma, qu'il croyait être plus inférieur et plus rapproché du terrain de grès.

C'est à une conclusion opposée qu'est arrivé Russegger à la suite des études paléontologiques de M. Heckel. Après s'être excusé sur ce qu'il avait d'abord rapporté les couches à poissons de Hakel au terrain jurassique supérieur, il les rejette dans l'éocène sur l'horizon de Monte-Bolca, tandis qu'il regarde le dépôt de Sahel Alma comme parallèle à la craie (3).

L'étude des faunes de ces deux localités a amené MM. Pictet et Humbert à penser qu'elles appartiennent toutes deux à la craie. Les poissons de Hakel offrent quelque analogie avec ceux de Co-

(1) Pictet et Humbert, *Nouvelles recherches sur les poissons fossiles du mont Liban*, Genève, 1866.

(2) Botta, *loc. cit.*, p. 151.

(3) Russegger, *loc. cit.*, p. 263-64, 1846-49.

nien, en Istrie, qui appartiennent au terrain crétacé inférieur, tandis que ceux de Sahel Alma ont des rapports marqués avec ceux de la craie de Westphalie qui correspond à un des horizons supérieurs du même terrain. D'après cela, les couches de Hakel seraient, contrairement à l'opinion de Botta, plus anciennes que celles de Sahel Alma.

L'une et l'autre de ces faunes diffèrent d'ailleurs notablement de celles que fournissent les calcaires crétacés de l'Angleterre, ce qui doit surtout tenir à des causes géographiques et la conclusion générale du travail précédemment cité est que les deux gisements se rapportent au terrain crétacé moyen, résultat que confirment, par analogie, nos observations sur les couches à poissons de la Palestine.

M. Humbert a d'ailleurs recueilli, à Hakel, des fossiles qui viennent prêter un appui très-grand à ce rapprochement. Les poissons s'y trouvent au milieu d'une série de calcaires alternant avec des bancs marneux. Dans un de ces bancs calcaires, situé un peu au-dessous du niveau occupé par ces ichthyolithes, M. Humbert a recueilli l'*Arca Tailleburgensis*, le *Cardium hillanum* et la *Natica difficilis* (?), tous fossiles cénomaniens; et dans les champs situés au-dessus de ces couches, le même observateur a recueilli l'*Ostrea flabellata* qui est du même horizon.

Dans l'un des bancs marneux de la même série, M. Humbert cite encore l'*Hemiaster Saulcyanus* et le *Pseudodiadema Sinaica*. Des *Hippurites*; recueillies non loin de là, semblent occuper un niveau supérieur à celui de la couche à poissons de Hakel qui se trouverait ainsi dans un terrain cénomaniens et au-dessous du turonien.

Outre les empreintes de poissons, les calcaires marneux de Hakel et de Sahel Alma renferment d'autres curieux vestiges d'êtres organisés et pourraient être comparés, pour leurs propriétés conservatrices, aux calcaires d'Aix ou de Solenhofen. Nous avons vu, en effet, dans le Musée de la Société géologique de Londres, une empreinte très-nette de céphalopode octopode qui en aurait été rapportée par Newboldt et à laquelle Sowerby avait donné, dans la collection, le nom de *Calais Newboldti*. Il y

avait, autant qu'il m'en souvient, dans le même tiroir, une empreinte de crustacé et une autre d'un petit lézard, qui paraissaient avoir la même provenance.

M. Humbert a trouvé, dans les calcaires de Hakel, une empreinte d'insecte orthoptère aptère qui lui a fait justement penser que ces dépôts s'étaient effectués à une petite distance de la terre ferme. Il cite encore dans ces mêmes calcaires, un *Aptychus* et deux *Ammonites*, ainsi que quelques débris de crustacés que Botta y avait également indiqués.

Russegger signale la présence, dans ces mêmes couches de plantes marines, et au nombre des objets cédés à M. Gaudry comme provenant des mêmes localités, se trouvent des empreintes de crustacés macroures et un os de sèche.

Parmi les poissons, les Téléostéens abondent, tandis que les Ganoïdes font complètement défaut, ce qui montrerait, à défaut d'autre preuve, que ce n'est pas une faune jurassique. On y trouve des genres encore vivants, tels que les *Beryx*, les *Chupes*, etc..... et des groupes caractéristiques de l'époque crétacée comme les *Dercetis* et les *Eurypholis*. Aucune espèce du Liban n'a encore été trouvée dans les autres contrées, sauf en quelques points de la Syrie et de l'Asie Mineure, ce qui explique pourquoi, malgré la richesse de cette faune, on a été si longtemps indécis sur son âge.

La *Chupea Bevardi* qu'Agassiz a étudiée, venait de Saint-Jean d'Acre. Il y en a, au musée de Genève, des représentants qui viennent du mont Carmel, et M. Williamson l'a trouvée au jebel Sannine. Il faut, d'après cela, que cet horizon fossilifère se prolonge sur des étendues assez considérables, et nous verrons, en effet, combien son existence en Palestine, sur de vastes surfaces, est rendue probable par les nombreux vestiges de poissons que nous y avons rencontrés au milieu de certaines couches crétacées.

Les couches crétacées du Liban que nous avons passées plus haut en revue, inclinent, sur le versant occidental de cette chaîne, vers la mer ainsi que les grès et les calcaires inférieurs qui les supportent. Sur l'autre versant, ces mêmes couches plongent en sens inverse.

La coupe du jebel Saunine, donnée par Botta, montre que les couches créacées et le terrain sablonneux se succèdent ainsi inclinés vers la mer, depuis le rivage jusqu'à Antoura, en s'appuyant sur le calcaire inférieur dont le plongement diminue peu à peu, cesse et reprend en sens inverse, de telle sorte que ce dernier terrain forme un dôme central que vient interrompre la vallée du Nahr el Salib qui coule dans l'entaille résultant de la rupture produite par la flexion des couches.

Du côté opposé à la mer on observe la même succession, en sens inverse, jusqu'à la plaine de la Bekaa.

Telle est à peu près la constitution générale du Liban, comme aussi sans doute celle de l'Anti-Liban, car ces deux chaînes sont formées par deux plis parallèles et, lorsque les couches créacées ont été rompues par un trop fort plissement, elles laissent apparaître, comme à travers une boutonnière, les terrains sur lesquels elles reposent.

Près du jebel es Scheikh et à la base du versant occidental de l'Anti-Liban, le long du Nahr Hasbany, court une rangée de collines crayeuses qui sépare ce ruisseau du Nahr Khazimieh et porte, entre Hasbeya et le Kalwet, le nom de jebel ed Dahar.

Les marnes crayeuses qui constituent ces collines nous fournissent un intermédiaire naturel pour passer de la craie du Liban à celle de la Palestine. Ces marnes, en général blanchâtres, sont fréquemment imprégnées de bitume, comme on l'observe entre Hasbeya et Kaukab et de Hasbeya à Kalwet. Près de Hasbeya, elles renferment des coquilles que j'avais d'abord pris pour de petites huîtres, mais qui paraissent être des vulselles et se détachent en blanc sur le fond brun du calcaire asphaltique.

A Kalwet, les masses crayeuses qui ne sont point imprégnées de bitume renferment de nombreuses empreintes de fossiles, telles que des *Inoceramus*, *Baculites*, *Pecten*, *Acteon*, *Turritella*, *Ammonites* (1), et des dents et écailles de poissons, parmi les-

(1) Ces empreintes ne sont pas très-bien conservées, et ne permettent pas d'identification rigoureuse avec des espèces connues.

L'inocérame doit être le même que celui décrit sous le nom d'*Inoc. aratus* par M. Conrad (*Off. rep.*, p. 226, pl. 19, fig. 113), et trouvé par Anderson à Nebi Musa,

quelles un écusson dorsal d'Hopopleuride qui se rapporte très-probablement à un *Eurypholis*. Ce genre de poissons est un de ceux qu'on rencontre dans les deux gisements d'ichthyolithes du Liban, cités plus haut.

Il est donc assez naturel de penser que les calcaires de Kalwet correspondent à ceux de Hakel ou de Sahel Alma et probablement à ces derniers, à cause de l'absence de silex et de la présence des ammonites dans les deux gisements de poissons fossiles de Kalwet et de Sahel Alma.

Les calcaires de Kalwet sont d'un blanc très-légèrement jaunâtre et rosé, tendres et crayeux, ils sont presque entièrement constitués par des débris de foraminifères, visibles seulement au microscope et correspondant aux principaux genres qu'on retrouve dans la craie de Judée.

§ 3. *Terrains crétacés de la Galilée, de la Phénicie et de la Samarie.* — Ces collines crétacées se prolongent fort loin au sud-ouest et rejoignent celles de la Galilée qui, peu à peu, vont se transformer en chaîne montagneuse pour se continuer par les monts de Juda jusqu'au désert du Tyh dans le Sinaï.

Au sud-est, les mêmes roches se montrent dès que cessent les coulées basaltiques du Jaulan qui les recouvrent et séparent leur domaine de celui des calcaires inférieurs qui constituent le *jebel es Scheikh*. Les montagnes d'Adjoun, du Belkaa et d'une grande partie de l'Idumée en sont formées, et cette ceinture de calcaires crayeux entoure et circonscrit, d'une façon complète, le bassin de la mer Morte.

Dans la Galilée et dans la Phénicie, ces terrains ne sont pas très-fossilifères. Nous possédons une ammonite transformée en silex que nous rapportons à l'*Ammonites Mantelli* et qui a été trouvée aux environs de Tébnin par M. Durigelo, agent consulaire français à Saïda (Sidon).

Nous avons, en outre, recueilli au Ras el Abyad (cap Blanc), au sud de Tyr, dans une couche de calcaire crayeux blanchâtre,

près de couches bitumineuses de même nature que celles de Kalwet. Sa forme est assez voisine de celles de l'*Inoceramus Cripsii*.

une grande huître (probablement l'*Ostrea vesicularis*), un Janire (la variété où l'espèce *Janira tricostata* de M. Coquand, qui a trois côtes inégales intermédiaires, — non *Janira tricostata* Bayle, qui n'en a que deux), l'*Hemiaster Fourneli*, des baguettes fort allongées de *Cidaris* et un *Pecten*.

La roche est remplie de rhomboédres microscopiques de calcite et à certains niveaux les nodules de silex abondent.

Ces couches fort épaisses forment une chaîne de collines qui s'avance jusqu'à la mer interrompant les plages basses de la Phénicie par un cap qui tire son nom de *cap Blanc* de la couleur de ces roches.

Aux environs de Safed, non loin du lac Tibériade, on trouve également des couches crayeuses silicifères avec de nombreux fossiles crétacés. Anderson cite les suivants qui, à part l'*Ostrea vesicularis*, se rapportent malheureusement à des espèces créées par M. Conrad; *Ancyloceras Safedensis*, *Ammonites Safedensis*, *Corbula Syriaca*, *Pecten delumbis*, *Astarte sublineolata*, *Gryphæa vesicularis*, *Lucina Safedensis*, *Dentalium cretaceum*, *Nucula*, *Rostellaria*, *Solen*, etc.....

Ces couches de marnes et de calcaires crayeux blanchâtres, avec ou sans silex, dominent dans toute la Galilée. On les retrouve aux environs de Nazareth, village adossé à des collines de craie blanche très-tendre et sans silex. On les rencontre également au mont Carmel, où elles renferment des silex à certains niveaux: †

Au point où cette chaîne se rattache aux montagnes de Juda par les collines de la Samarie, on trouve encore ce terrain de calcaires crayeux blanchâtres qui prend là un grand développement.

A Jenin, ces calcaires friables contiennent de nombreux nodules de silex.

De Jenin à Jeba, ce sont encore les mêmes roches et les silex s'y montrent en nombreux nodules et même y forment de véritables banes.

Aux environs de Sébastieh et de Naplouse, comme en d'autres points de la Samarie, les marnes blanches sont recouvertes par des calcaires gris compactes avec nummulites et par des

marnes blanchâtres qui établissent une transition insensible entre les dépôts éocènes et les dépôts crétacés.

Les silex se développent de plus en plus vers le sud et forment des bancs assez épais.

Dans la chaîne de Juda, les altitudes augmentent et, par suite du bombement général de ce pli montagneux, les couches inférieures aux marnes blanches à silex apparaissent bientôt au centre, tandis que ces dernières ne forment plus que des lambeaux épars sur ces hauteurs et sont rejetées sur les deux flans de la chaîne où elles forment des bandes stériles et blanchâtres. C'est ainsi qu'on peut les suivre sur le versant qui fait face au Jourdain de Kurn Surtabeh à Jéricho, et sur le versant méditerranéen, au pied de la chaîne, par exemple à Latroun et à Kubab, sur le chemin de Jaffa à Jérusalem.

Les couches qui supportent ces marnes blanches à silex sont des calcaires dolomitiques, comme à Sawieh, à Aïn Fasaïl, et des calcaires compactes dans lesquels on trouve souvent des *Hippurites*, des *Nérinées*, de grands *Strombes*, des *Janires*, etc., et qui suivent le faite de la chaîne. Ces couches affleurent notamment à Beitin (Béthel), à el Jib, Aïn Yabrud, Seïloun (Siloh), Aïn Haramyeh, etc.... On trouve enfin dans ces terrains de gros bancs de quartz grenu et carié, qui scintillent au soleil comme des grès et sont tachés d'oxyde de fer. Ces bancs de quartz grenu, blancs et tachés de rouge, sont littéralement pétris, en certains points; d'actéonelles et d'autres gastéropodes.

Enfin, entre Aïn Fasaïl et Turmus Aya, on voit affleurer des calcaires à *Hemiaster Fourneli*.

§ 4. *Terrains crétacés de la Pérée.* -- En face de la Galilée et de la Samarie se trouve, à l'est du Jourdain, la contrée nommée autrefois Pérée et qui est entièrement constituée par les terrains crétacés. Les marnes blanches à silex s'y montrent sur les sommets des montagnes d'Adjloun, du Gilead et du Belkaa; mais, en beaucoup de points, on voit affleurer des couches plus anciennes que celles que nous venons de suivre dans les collines de la Galilée et de la Samarie.

Nous avons vu, en effet, dans le chapitre précédent, que les



grès de Nubie affleurent de temps en temps au pied de cette chaîne orientale; il n'est donc pas surprenant d'y rencontrer les couches cénomaniennes inférieures, dont ils sont généralement partout coiffés.

Entre Suf et Jerash, à une journée et demie de marche du lac Tibériade, on marche sur des marnes d'un blanc jaunâtre qui renferment, en grande abondance, des *Hemiaster Orbignianus*, associés à l'*Ostrea flabellata*, à une *Janire*, à un *Cardium* voisin du *Cardium sulciferrum*, à un autre *Cardium* voisin du *C. hillanum*, à une *Venus* que nous retrouverons à Kerak et à une petite pholadomye très-délicatement ornementée qu'on trouve également au waddy Mojib. Ces marnes à *hemiaster* de Suf sont remplies de foraminifères microscopiques (textilaires, etc...) dont les loges sont en partie remplies d'oxyde de fer comme à Kerak.

On rencontre encore l'*Ostrea flabellata* au nord de Suf, dans un calcaire compacte et rosé qui renferme également un *Pecten* de grande taille, et près de ce même point, on voit affleurer des calcaires à plicatules (*Plicatula Fourneli*).

Il y a, dans cette région, un léger relèvement des couches crétacées qui coïncide avec l'élévation des montagnes d'Adjoun et du Gilead et se trahit, sur les bords du Ghôr, par l'apparition des grès de Nubie.

A Rajib, un peu au-dessus des grès, affleurent des calcaires renfermant de nombreuses térébratules qui paraissent se rapporter à la *Terebratula Nicaisei*, d'Algérie; on y trouve, avec ce fossile, l'*Ostrea flabellata*, une autre huître voisine de l'*Ostrea Senaci*, l'*Ostrea Mermoti*, des moules de Ptérodontes qui semblent se rapporter au *Pterodonta elongata*. Les mêmes moules de *Venus* qu'à Kerak et qu'à Suf; enfin, des moules de grand *Cardium*.

A une journée de marche au sud de ce point, au débouché du waddy Nimrin dans le Ghôr, on rencontre des calcaires à exogyres et à plicatules qui plongent à l'ouest, et, en marchant vers l'orient, on ne tarde pas à voir apparaître les grès de Nubie surmontés de couches marneuses, au waddy Jeriah.

Le massif qui sépare ce vallon du waddy Sir, près duquel se

trouvent les ruines intéressantes d'Arak el Émir, est composé de calcaires et de marnes faiblement ondulés et inclinés comme précédemment. Près du faite de ce massif, on trouve des marnes et des calcaires jaunes pétris de plicatules (*Plicatula Fourneli*?) et renfermant l'*Ostrea Delettrei*, ainsi que de nombreux foraminifères microscopiques.

Près de là se montrent des calcaires contenant la *Corbis rotundata*.

Plus bas, dans les carrières qui ont fourni les gigantesques matériaux du château d'Arak el Émir, on voit affleurer des couches d'un beau calcaire blanc cristallin superposées à des assises de calcaire compacte à nérinées et à exogyres.

Du waddy Sir au waddy el Bahat, on traverse de nouveau un massif marno-calcaire contenant l'*Ostrea Mermeti*, et l'on retrouve de nouveau les grès au fond du waddy Esteh qui paraît couler le long d'une petite faille.

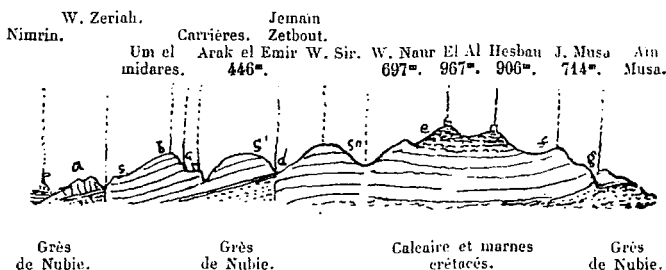


Fig. 7. — Coupe brisée des terrains crétacés allant du Ghor, près de Nimrin, à El Al (Eleale) et revenant de ce point au Ghor, près de la mer Morte, par le mont Nebo et Ain Musa.

- a. Calc. à Plicatules et Exogyres.
- b. Calc. à Plicatules et à *O. Delettrei*.
- c. Calcaire cristallin et calcaire à Nérinées.
- d. Calc. à *O. Mermeti*.
- e. Calc. tabulaire à silex.

- f. Marne à *O. flabellata*.
- g. Marne à *O. Mermeti* et à Oursins.
- s, s', s''. Calcaires avec nodules de silex rouges à la surface.

Du waddy Esteh au waddy Naur, les couches semblent se relever légèrement en sens inverse. Les masses supérieures des calcaires renferment, comme dans les massifs précédents, des nodules de silex rougis à leur surface par des oxydes ferrugineux.

Le fond du waddy Naur est creusé dans des marnes et des

calcaires en bancs minces et se trouve à 250 mètres d'altitude au-dessus des marbres à nérinées d'Arak el Émir.

En faisant l'ascension des massifs montagneux au sommet desquels se trouvent les ruines considérables d'el Al (El Eale) et d'Hesban (Hesebon), qui sont à une altitude de plus de 900 mètres, on traverse toujours des alternances de calcaires et de marnes en lits minces, blanchâtres, très-faiblement ondulées et contenant à leur partie supérieure de nombreux lits de silex. Ces couches, bien qu'assez cohérentes, doivent constituer l'équivalent des marnes blanches à silex dont nous avons parlé en décrivant les couches situées à l'ouest du Jourdain et que nous retrouverons constamment à ce même niveau géognostique sur les bords de la mer Morte.

Hesban est à peu près sur le parallèle qui passe par l'embouchure du Jourdain et de Jérusalem, et auquel nous nous sommes arrêtés dans l'étude des masses crétacées qui bordent à l'occident la vallée de ce fleuve.

Entre ces hauts plateaux de l'Ammonitide et la mer Morte se trouvent des montagnes d'une moindre altitude, telles que le jebel Musa (mont Nebo), d'où Moïse put jouir avant de mourir de la vue de la terre promise. On découvre en effet, de cette hauteur, la mer Morte, la plaine du Jourdain et la chaîne de Juda. Ces montagnes portent le nom de monts Abarims.

Au haut du mont Nebo, qui n'a plus que l'altitude de 714 mètres (1107 mètres au-dessus de la mer Morte), est une petite chapelle ruinée par les tremblements de terre et dont les fondations sont assises sur des marnes jaunâtres à *Ostrea flabellata*.

En descendant du mont Nebo vers le waddy Hesban et le Ghôr, on traverse un ravin, le waddy Musa, dont le nom évoque encore le souvenir de Moïse. Il en est de même de celui d'une maigre cascade Aïn Musa, qui tombe au fond du waddy et contribue à faire de ce site l'un des plus pittoresques et des plus agréables de la contrée. C'est ce qui fait choisir ce point par les Arabes comme siège de leur campement dans leurs excursions habituelles. Pour le géologue, l'intérêt de cette gorge est plus que doublé par la richesse en fossiles des assises crétacées au milieu desquelles elle

a été creusée et dont la coupe suivante indique la superposition.

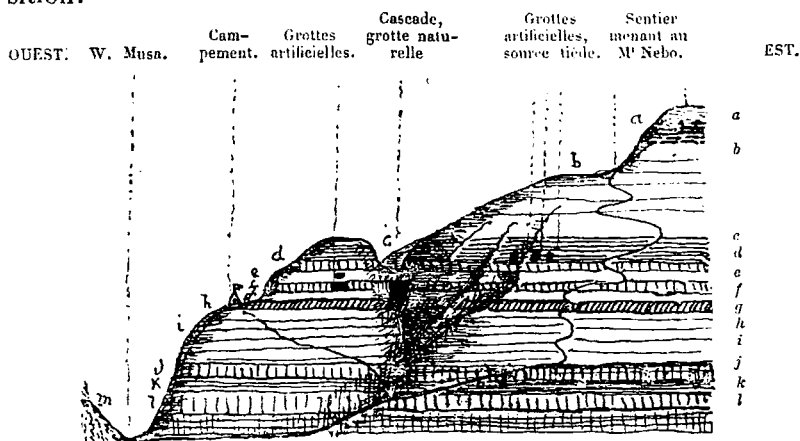


Fig. 8. — Coupe des marnes et calcaires crétacés dans le ravin d'Aïn Musa, au pied du mont Nebo (Ammonitide).

- |  |   |
|--|---|
| <p>a. Calcaires en bancs minces avec lits de silex.<br/> b. Marnes à exogyres.<br/> c. Marnes jaunes en lits très-minces.<br/> d. Calcaire gris jaunâtre à <i>Ostrea flabellata</i>, <i>Cyphosoma Delamarrei</i>.<br/> e. Calcaire gris, compacte, avec nombreux débris de rudistes.<br/> f. Calcaire compacte gris à turritelles, natices gastéropodes de grande taille, <i>Pecten</i>, <i>Holcetypus excisus</i>, <i>Janira tricostrata</i>, Coq.<br/> g. Calcaire subcristallin, blanc, un peu magnésien.</p> | <p>h. Calcaire dolomitique avec nombreuses empreintes d'<i>Ammonites</i>.<br/> i. Marnes grises et jaunes à <i>Ostrea flabellata</i>, <i>Lugnesi</i>, <i>Mermeli</i>; <i>Mermeti</i>, var., <i>sulcata</i>, <i>Holcetypus serialis</i>, <i>Hemioaster Fourneli</i>, <i>Heterodiadema Libyicum</i>.<br/> j. Calcaire compacte avec <i>Cardium Pauli</i>, <i>Conther</i>.<br/> k. Marnes blanches.<br/> l. Calcaire à <i>Ostrea Mermeti</i>, var. <i>major</i>.<br/> m. Grès blanc monocheté de brun, et grès blanc veiné de rouge.</p> |
|--|---|

Sur les hauteurs voisines du mont Nebo, on marche longtemps sur des calcaires en bancs minces qui renferment de nombreux bancs de silex.

La route qui conduit à Aïn Musa serpente au milieu des marnes parmi lesquelles on distingue quelques exogyres. Un peu au-dessus du niveau de la petite cascade formée par le maigre filet d'eau d'Aïn Musa, se montrent des marnes jaunes en lits très-minces dans lesquelles sont creusés de petits caveaux et d'où sort une source d'eau légèrement chaude.

Ces marnes reposent sur des bancs de calcaire jaunâtre, dur, qui fait saillie et produit ainsi la petite cascade dont nous avons parlé.

A la partie supérieure, ces bancs renferment le *Cyphosoma Delamarrei* et l'*Ostrea flabellata*.

Dans leurs lits inférieurs ces calcaires sont remplis de débris de rudistes.

Deux petites grottes superposées ont été creusées de main d'homme dans ces bancs compactes.

Au-dessous des couches à rudistes viennent des calcaires gris qui renferment de nombreux fossiles. Ce sont des grands gastéropodes, des turritelles, l'*Holcotypus excisus*, un petit *Pecten* et la *Janira tricostata* de M. Coquand (non Bayle) qu'on trouve en Algérie (1).

Ces couches reposent sur un calcaire subcristallin blanc qui surmonte lui-même un calcaire dolomitique cristallin, gris enfumé, sur lequel se voient les empreintes grossières laissées par des *Ammonites*.

Toutes ces assises de calcaires plus ou moins compactes surmontent des marnes jaunâtres qui renferment de nombreux fossiles tels que : *Ostrea flabellata*, *Luynesi*, *Mermeti*, *Mermeti* var. *sulcata*, *Holcotypus serialis*, *Hemiaster Fourneli*, *Heterodiadema Libycum*, etc. Les foraminifères microscopiques sont rares dans ces marnes.

Ces couches reposent sur des calcaires gris qui renferment de belles et grandes bivalves ; ce sont notamment les *Cardium Pauli* et *Combei*. Au-dessus viennent des marnes blanchâtres, enfin la série se termine par des calcaires et des marnes à *Ostrea Mermeti* var. *major*.

Près de là se montrent les grès de Nubie, blanchâtres et bigarrés de rouge.

§ 5. *Terrains crétacés de l'Ammonitide et de la Moabitide.* — Nous avons terminé l'étude des montagnes qui bordent de tous côtés la vallée du Jourdain. Nous allons maintenant poursuivre notre marche vers le sud et passer en revue les terrains crétacés qui constituent les chaînes au milieu desquelles se trouve comprise la mer Morte. Au lieu de reprendre la chaîne de Judée au point où nous l'avons laissée, c'est-à-dire aux environs de Jérusa-

(1) C'est cette espèce que nous avons déjà signalée au Ras el Abyad et que nous retrouverons dans la plupart des gisements fossilifères de cet horizon.

lem, nous nous occuperons d'abord des plateaux d'Ammon et de Moab, afin de ne point interrompre la série des observations relatives aux couches inférieures de la craie que nous venons de suivre depuis Suf et Rajib jusqu'à Aïn Musa.

En poursuivant ainsi d'Aïn Musa vers le sud, on rencontre le jebel el Guwajid où se montrent les calcaires en bancs minces avec lits de silex dont nous avons parlé plus haut; puis viennent des calcaires avec petites exogyres; enfin, après avoir passé le district à monuments mégalithiques de Manfoumieh, dont les *dolmens* ont pu être facilement construits au moyen de ces calcaires tabulaires qui fournissent des dalles naturelles faciles à extraire, on marche sur des calcaires à plicatules analogues à ceux d'Arak el Émir. Au-dessous de ces calcaires on trouve des marnes jaunâtres et, après avoir descendu des pentes assez roides, on arrive dans le haut de la vallée du Zerka Maïn qui limite le territoire de la tribu des Adouans.

Cette rivière, ou plutôt ce ruisseau coule sur des alternances de marnes et de calcaires assez fossilifères et dont la succession est particulièrement aisée à étudier, près du campement habituel, en un point où les couches inclinent de 10 degrés environ au sud-ouest.

Voici quelle est la disposition de ces couches :

A la base, ce sont des calcaires marneux avec empreintes de bivalves, puis viennent des marnes blanches à *exogyres*, *peignes* et *ptérodontes* que surmonte un véritable banc d'exogyres.

Les marnes qui succèdent à ce banc d'huîtres en renferment encore et sont, à leur tour, recouvertes par un calcaire compacte gris à *Ostrea Africana* var.

Puis viennent des marnes grises avec bivalves et un calcaire blanchâtre à *Ostrea Africana*. Au-dessus on voit, dans des calcaires gris blanchâtres remplis de plicatules (*Plicatula Fourneli*?) de nombreuses exogyres fossiles, ce sont les *Ostrea Olisoponensis*, *Delettrei*, *Africana* var., etc. A ces calcaires et marnes à plicatules, succède une alternance de calcaires marneux à exogyres avec des marnes crayeuses blanches bigarrées de rouge.

A la partie supérieure de cette alternance, les calcaires mar-

neux renferment l'*Ostrea Luynesi*, la *Janira tricostata* de M. Coquand et une *Lima* finement striée.

Après une succession de lits très-minces de calcaire tabulaire, la série se termine supérieurement par des marnes blanches à exogyres qui passent à un calcaire marneux blanchâtre, lequel est surmonté de bancs épais de calcaire dur, d'un gris d'abord clair, puis bleu. — Ces dernières couches forment, sur les bords du Zerka, une petite plate-forme sur laquelle était établi notre campement; comme le montre la coupe suivante :

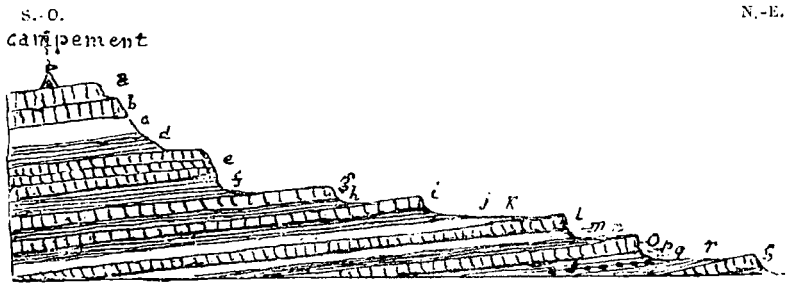


Fig. 9. — Coupe des assises cénomaniennes prise dans le lit du W. Zerka Maïn.

- a. Calcaire gris, bléâtre.
- b. Calcaire gris, clair.
- c. Calcaire marneux, blanchâtre.
- d. Marnes blanches avec quelques exogyres.
- e. Lits minces de calcaire tabulaire.
- f. Marnes blanches bigarrées de rouge avec exogyres et bivalves.
- g. Calcaire marneux gris clair, avec *Ostrea Luynesi*, *Janira tricostata*, Coq., *Lima*, etc.
- h. Marn. crayeuses, blanches, bigarrées de rouge.
- i. Calc. gris, compacte, avec traces d'exogyres.
- j. Marnes crayeuses, blanches, bigarrées de rouge.
- k. Marnes grises, blanchâtres, avec *Plicatula Fourneli* (?), *Ostrea Otisapanensis*, et nombreux foraminifères microscopiques.

- l. Calcaire gris, blanchâtre, à *Plicatula Fourneli* (?), *Ostrea Deletreii*, *Africanus*, var., etc.
- m. Calcaire blanchâtre à *Ostrea Africanus*.
- n. Marnes grises avec bivalves.
- o. Calcaire gris, compacte, avec *Plicatula Fourneli* (?), *Ostrea Deletreii*, *Africanus*, var., et nombreux foraminifères microscopiques dont les loges sont en partie remplies d'oxyde de fer.
- p. Marnes à exogyres.
- q. Banc d'exogyres.
- r. Marnes blanchâtres avec exogyres et ptérodontes (*P. elongata* ?).
- s. Calcaires marneux avec empreintes de petites bivalves (*Lacina*, *Cardium*, etc.).

On peut compléter un peu cette coupe par celle d'une colline située au sud-ouest et dans laquelle affleurent des couches supérieures au calcaire gris bleuâtre et compacte, terme le plus élevé de notre coupe du Zerka Maïn. Les assises sont, en ce point, à peu près horizontales; elles débutent par ces calcaires bleus, sans doute un peu magnésiens. Des calcaires tabulaires les recouvrent et sont à leur tour surmontés par des couches assez puissantes de marnes blanchâtres qui renferment des moules de bivalves et une *Pholadomye* que nous retrouverons au waddy Mojib et que nous

rapportons avec quelques doutes à la *Ph. Mollii* de la craie d'Algérie. Ces marnes supportent enfin des calcaires.

Du côté opposé du campement, c'est-à-dire en amont de la vallée et près des sources qui alimentent le ruisseau, on trouve des couches qui, d'après le sens du plongement général des assises comprises dans la coupe du Zerka Maïn, devraient leur être inférieures.

Ce sont des calcaires et des marnes à plicatules qui renferment la même variété d'*Ostrea Africana* que l'on trouve près du campement, dans la coupe que nous avons donnée plus haut. Cette variété s'accroît encore davantage aux sources du Zerka et, sans la valve supérieure, on la confondrait aisément avec l'*Ostrea Delettrei*, à cause de l'espace entre les lames d'accroissement de sa valve inférieure; quelques exemplaires prennent même une forme trapézoïdale que nous n'avons vue qu'en ce point. On trouve encore, dans cette localité, l'*Ostrea Luynesi*, le *Cardium hillanum* (?) et les mêmes *Venus* qu'à Kerak...

Au sud-ouest des trois gisements fossilifères dont nous venons de parler, et en continuant à descendre la vallée du Zerka Maïn, on arrive au bas des coulées basaltiques qui paraissent s'être épanchées de la hauteur d'el Hammé.

En montant vers ce point, on traverse des marnes crayeuses jaunes dont le niveau doit être supérieur à celui des couches que nous venons de décrire. Ces marnes jaunes sont surmontées de calcaires marneux avec silex. Sur ceux-ci reposent des marnes blanches qui viennent enfin recouvrir de nouveaux calcaires marneux avec bancs de silex.

On a évidemment affaire ici au système supérieur de la craie du Liban, de la Galilée et du Belkaa.

Les déjections volcaniques recouvrent ces couches près d'el Hammé. En montant de ce point au jebel Attarus, l'un des sommets les plus élevés du pays, on trouve cette montagne composée de calcaires et de marnes, en bancs minces, entremêlés de lits de silex.

Cette formation a ici une grande puissance, et comme les terrains créacés de ce pays n'ont guère subi de déplacement que



dans le sens vertical, depuis qu'ils se sont déposés, il s'ensuit que ces calcaires tendres à silex, qui représentent les dépôts les plus récents, occupent généralement les sommets des plateaux et des montagnes.

Mais si leur position ne laisse pas de doute, leur âge est plus difficile à préciser.

Nous avons déjà vu, en effet, combien il était difficile de séparer, dans la Samarie, les calcaires nummulitiques des calcaires crétacés qui les supportent et passent à eux d'une façon insensible. Si la présence des *nummulites* nous a permis, dans certains cas, de restituer au terrain tertiaire ce qui lui revenait de droit dans cette puissante série de marnes et de calcaires blanchâtres, en leur absence, il nous a été impossible de séparer les deux terrains que les caractères stratigraphiques et lithologiques ne peuvent faire distinguer l'un de l'autre.

Il faut ajouter à cela qu'on n'avait point trouvé jusqu'ici de fossiles dans cette longue succession de calcaires tendres à silex.

Nous avons eu la bonne fortune d'en découvrir en plusieurs points de la Moabitude et de l'Idumée, et c'est au jebel Attarus que nous avons trouvé les premiers. Mais ces fossiles, malgré leur bonne conservation, offrent des formes si peu caractéristiques et si ambiguës qu'ils ne nous sont point jusqu'à présent d'un grand secours pour la délimitation des terrains crétacés et des terrains tertiaires. En effet, bien que le *faciès* général de cette faune rappelle plutôt les terrains tertiaires, les espèces qui la composent n'ont aucun représentant dans ces terrains, tandis qu'on y rencontre une *Leda* qui paraît se retrouver dans les terrains crétacés de la Judée. Ceci joint à la présence de fossiles crétacés à la base de cette formation calcaréo-siliceuse, à la continuité apparente des phénomènes de la sédimentation depuis l'époque de la craie moyenne, à l'absence de nummulites dans les couches qui renferment ces fossiles, toutes ces raisons nous empêchent de séparer, quant à présent, de la craie ces calcaires à silex, superposés à la craie moyenne et inférieurs aux calcaires nummulitiques. Ils pourraient, bien que cela soit très-douteux, correspondre à la craie supérieure et offrir avec les terrains cénomaniens et

tertiaires qui les comprennent, des passages plus ménagés qu'en Europe, ce qui nous expliquerait pourquoi il est si difficile, en l'absence de fossiles caractéristiques, de délimiter nettement dans ces contrées les domaines des terrains tertiaires et secondaires.

Nous avons dit que c'était au jebel Attarus que nous avons trouvé les premiers représentants de cette faune supérieure si intéressante. C'est à la surface des bancs de silex intercalés aux calcaires crayeux que se voient ces fossiles; ce sont des turritelles caractérisées par l'existence de deux carènes qui ornent en son milieu chaque tour de spire, dans le sens de l'enroulement, et dont nous croyons devoir faire une espèce nouvelle, la *Turritella Seetzeni* (1).

On y trouve aussi une autre turritelle assez voisine, pour la forme, de la *Turritella Adullam* décrite par M. Fraas (2) comme ayant été trouvée entre Mar Saba et Bethléhem, une petite scalaire délicatement ornée, une arche, des empreintes d'autres bivalves, etc.

Parmi ces lits de silex, il en est de bréchoïdes qui sont d'un assez bel effet.

Entre le jebel Attarus et la mer Morte, les calcaires, en bancs minces, occupent de nouveau les sommets du plateau et l'on en a tiré, aux environs de Mkaour (Machérontes), les petites dalles qu'on trouve dressées et alignées dans tous les sens, comme si elles avaient servi autrefois de limite à des champs cultivés ou à des vignes dont on ne retrouve plus de trace aujourd'hui dans cette contrée devenue stérile et déserte.

De Mkaour la vue s'étend jusqu'à la mer Morte et l'on aperçoit au premier plan, au-dessous de l'emplacement de la ville romaine qui est à 726 mètres d'altitude (1118 mètres au-dessus de la mer Morte), des collines coniques de craie blanche qu'accidentent des lits de silex qui se détachent en noir sur elles. Ces silex ren-

(1) La *Turritella Seetzeni*, ressemble à la *Turritella uniaangularis* de Lanck, var. A. de Al. Rouault (*Mém. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., t. III, pl. 15, fig. 19), et qui vient des terrains nummulitiques de Pau; mais elle s'en distingue par sa forme plus allongée.

(2) *Aus dem Orient*, pl. 1, fig. 5.

ferment les mêmes turritelles qu'au jebel Attarus, ainsi que des scalaires dont les tours sont ornés de côtes transversales et de stries longitudinales. Ces divers fossiles sont transformés en silice et se trouvent au milieu d'un silex tendre, blanc, farineux, qui recouvre le silex ordinaire d'une couche peu épaisse et laisse ressortir les fossiles dont la conservation est en grande partie due à cette circonstance.

Tous ces hauts plateaux sont occupés par des calcaires tendres avec bancs de silex.

En poursuivant encore vers le sud, on descend, par des pentes assez roides à travers des calcaires plus ou moins compactes jusqu'à la vallée du waddy Haïdan, qui coule au milieu des assises cénomaniennes. Le lit du waddy Haïdan est à 130 mètres d'altitude; Mkaour à 726 mètres, et le jebel Attarus a une élévation encore plus grande; on est donc descendu de plus de 600 mètres, et comme la stratification générale de ces dépôts est à peu près horizontale, on peut évaluer à 500 mètres l'épaisseur des couches qui séparent les silex à turritelles du jebel Attarus des calcaires dolomitiques du waddy Haïdan.

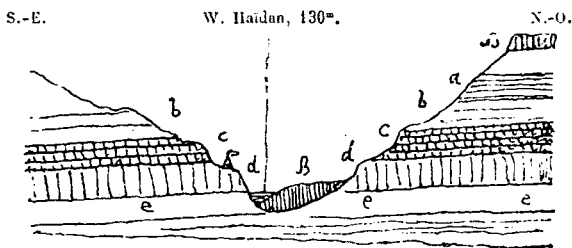


Fig. 10. — Coupe des assises cénomaniennes, au W. Haïdan.

- |   |  |
|---|--|
| <p>β. Basalte.</p> <p>a. Calc. morneux gris à <i>Pterodonta elongata</i>.</p> <p>b. Calcaires marneux blanchâtres à <i>Ostrea Luynesi</i>, <i>Africana</i>, var., <i>Cardium hillanum</i> (?), <i>Venus</i>, etc.</p> | <p>e. Calcaire tabulaire jaunâtre.</p> <p>d. Calcaire gris, dolomitique, cristallin.</p> <p>c. Calcaire gris compacte.</p> |
|---|--|

Ces derniers, qui plongent très-faiblement au sud-est, sont surmontés de calcaires tabulaires jaunâtres. Au-dessus viennent des marnes blanchâtres à exogyres, Vénus et autres fossiles qu'on rencontre habituellement dans les marnes cénomaniennes (*Ostrea Luynesii*, *Africana* var., *Cardium hillanum* (?), *Venus*, etc.). Ce sont ces marnes qui, sur les bords du waddy

Zerka Maïn, affleuraient à un niveau plus élevé de 300 mètres environ, à cause d'une faible inclinaison des couches vers le sud-est.

Au-dessus des calcaires marneux à exogyres, on trouve un banc qui renferme quelques silex rouges à leur surface et que surmonte un calcaire marneux jaunâtre avec ptérodontes (*P. elongata*) et d'autres gastéropodes.

De nouveaux plateaux calcaires séparent le waddy Haïdan du waddy Mojib. Ils constituent le *jebel Houra*, que recouvre une nappe de basalte et dont les flancs laissent voir à nu une série d'assises dont la stratification, à peu près horizontale, s'accuse de loin avec beaucoup de netteté.

C'est ce que représente la vue suivante qui nous montre l'ensemble des couches crétacées, depuis les bancs à exogyres que nous avons vus au waddy Zerka Maïn, jusqu'aux marnes à silex dont nous étudierons plus loin les divers lits.

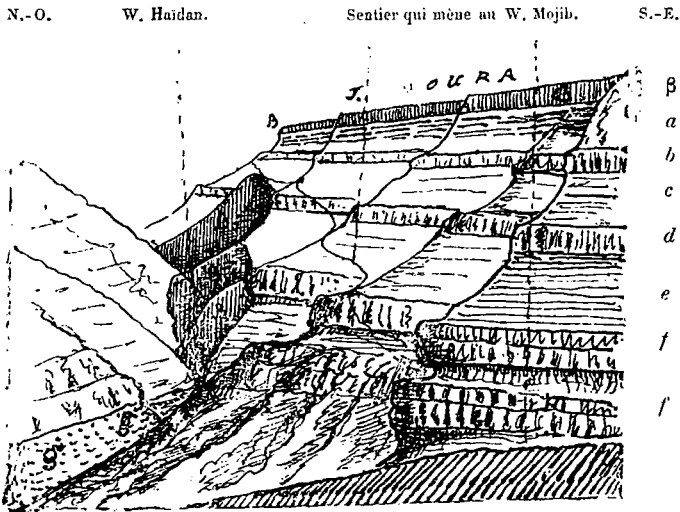


Fig. 11. — Vue des couches crétacées du *Jebel Houra* et de la coulée basaltique du W. Haïdan.

- β. Basalte.
- a. Marnes blanches à silex.
- b. Calcaires.
- c. Marnes jaunâtres.
- d. Calcaire gris.
- e. Calcaire tabulaire, à *Ammonites Luynesii* et

- marnes jaunes à *Ostrea Mermeti*, var. *minor*, *Ostrea vesicularis*, var. *Judaica*.
- Marnes bigarrées de rouge et marnes avec gypse.
- Marnes jaunes à Ptérodontes.
- Marnes blanches à exogyres.
- f. Calcaire à exogyres.
- g. Grès de Nubie.

On trouve dans les bancs à exogyres l'*Ostrea Luynesii*, l'*Ostrea*

*Africana* (la variété du waddy Zerka Maïn), ainsi qu'une huître qui ressemble beaucoup à l'*Ostrea columba* et qui se trouve ornée des mêmes bandes colorées que cette dernière espèce.

Une nouvelle élévation sépare le waddy Haïdan de la vallée profonde du waddy Mojib, dont le fond, situé à 100 mètres au-dessous du niveau de l'Océan, est creusé dans les grès de Nubie qui commençaient déjà à affleurer au waddy Haïdan. Après avoir franchi ce col, la descente vers le waddy Mojib s'effectue au milieu de la série inférieure des assises dont la coupe précédente montre la succession.

Au fond du waddy, se trouvent les grès de Nubie, jaunes et rouges dans le bas, blancs à la partie supérieure. Une couche mince d'argile verte à laquelle s'arrêtent les infiltrations salifères, sépare cette formation arénacée des dépôts cénomaniens superposés dont elle constitue la première assise.

Au-dessus viennent des calcaires jaunâtres renfermant, à certains niveaux, des nodules de calcaire spathique. Ces calcaires renferment l'*Ostrea flabellata*, l'*Ostrea Africana*, la *Jawira tricostrata* (Coq), le *Pterodonta elongata*, des *Pecten*, *Turritella* et des oursins tels que l'*Heterodiudema Libycum*, l'*Holcotypus Larteti*, le *Gonyopignus Brossardi*, etc.

Ces calcaires sont recouverts par des calcaires jaunes à ptérodontes et par des marnes blanchâtres à exogyres ; puis, vient un calcaire marneux avec bivalves et gastéropodes auquel succèdent des marnes grises renfermant l'*Hemiaster Fourneli*, l'*Ostrea Olisophonensis*, *Mermeti* var., *carinata*, la *Plicatula Fourneli*, une pholadomye ornée que nous avons déjà rencontrée au waddy Zerka Maïn, et des moules de *Venus* qui existent à Rajib, au waddy Haïdan, etc. Ces marnes paraissent correspondre à celles d'Aïn Musa et, comme ces dernières, elles ne renferment que très-peu de foraminifères microscopiques.

Au-dessus de ces marnes à *Hemiaster*, vient un calcaire jaunâtre assez tendre, dans lequel on observe au microscope la présence de très-nombreux rhomboédres de chaux spathique et quelques foraminifères. Ce calcaire renferme l'*Ostrea Mermeti* var., *minor* et de petits individus de l'*Ostrea vesicularis*, var. *Judaïca*. Il sup-

porte une alternance de marnes crayeuses jaunes et rouges avec des calcaires nankins qui contiennent l'*Ammonites Luynesi* commune au waddy Haïdan.

Un calcaire compacte, probablement dolomitique, surmonte le tout et est, à son tour, recouvert par des marnes à pholadomye (*P. Mollii?*) et quelques autres bivalves; enfin cette série se termine par des calcaires dans lesquels on remarque la présence de silex rouges à l'extérieur par des oxydes ferrugineux, comme ceux que nous avons déjà signalés dans le Belkaa.

On aperçoit ensuite, à l'est, des couches de marnes jaunes supportant des calcaires crayeux blanchâtres avec bancs de silex qui complètent la série que nous avons déjà relevée au jebel Houra et sont coiffés de la même nappe basaltique qui couvre ce dernier plateau, ainsi que le montre la coupe suivante :

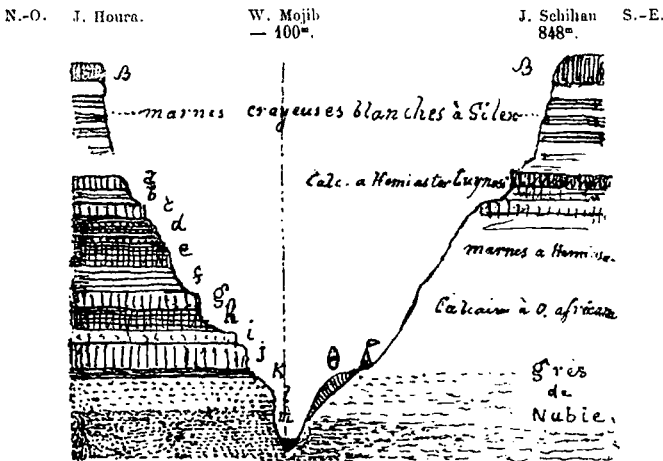


Fig. 12. — Coupe transversale de la vallée du Waddy Mojib, à l'est de la mer Morte.

- a. Calcaires à silex rouges à la surface.
- b. Marnes à *Pholadomya* (*P. mollii*, Coq.?)
- c. Calcaires gris, compactes.
- d. Alternances de marnes crayeuses jaunes et rouges avec des calcaires tabulaires, jaune nankin à *Ammonites Luynesi*.
- e. Calcaire jaune tendre à *Ostrea Mermeti*, var., *minor*, *vesicularis*, var., *Judaica*.
- f. Marnes grises à *Hemiaster Fourneli*, *Ostrea Olsoponensis*, *Mermeti*, var., *carinata*, *Plicatula* (*Plicatula Fourneli?*), *Pholadomya*, *Venus*.

- g. Calc. marneux avec bivalves et gastéropodes.
- i. Calc. jaunes à *Pterodontes* et autres gastéropodes.
- j. Calcaires à *Ostrea flabellata*, *Africana*, var., *Gonyopigus Drossardi*, *Holctetypus Laveti*, *Heterodiadema Libycon*, *Pterodontia elongata*, et nodules de spath calcaire.
- k. Marne verte salifère.
- l. Grès blanc.
- m. Grès rouge.
- β. Basalte.
- σ. Tufs d'incrustations.

De l'autre côté du waddy Mojib, c'est la même succession.

Des éboulements et des dépôts d'incrustations masquent les

assises inférieures, mais bientôt on voit affleurer les calcaires à *Ostrea Africana*, puis les marnes à *Hemiaster*; enfin, au-dessus des assises que nous venons de passer en revue, sur la droite de ce cours d'eau, viennent les marnes jaunes et les marnes crayeuses blanches avec banes de silex dont l'ascension du jebel Schihan nous a permis de faire l'étude détaillée.

Nous avons vu que les calcaires à silex du jebel Attarus devaient être plus élevés d'au moins 600 mètres que les calcaires à plicatules du waddy Zerka Maïn, qui ne sont pas, comme on vient de le voir, les couches les plus inférieures des terrains crétacés; ici nous trouvons que le jebel Schihan atteint 948 mètres au-dessus du lit du waddy Mojib.

En défalquant de ce chiffre l'épaisseur des grès de Nubie, qui ont environ 40 mètres d'élévation au-dessus du waddy Mojib, et celle de la nappe de basalte qui couvre le sommet de la montagne, on voit qu'il resterait encore plus de 800 mètres pour la puissance totale du terrain crétacé depuis les calcaires cénomaniens à *Heterodiadema Libyicum* jusqu'aux marnes crayeuses blanchâtres avec banes de silex subordonnés, en admettant que ces dernières assises fassent encore partie de la craie (1).

Ainsi, au-dessus des couches cénomaniennes dont nous avons étudié la succession détaillée dans les escarpements de la rive droite du waddy Mojib et dans les coupes précédentes d'Aïn Musa, du Zerka Maïn, du waddy Haïdan et du jebel Houra, viennent des calcaires jaunes avec moules de bivalves recouverts par des calcaires blanchâtres en lits minces, puis un calcaire jaunâtre plein de foraminifères microscopiques et donnant à profusion des *Hemiaster Luynesi*, ainsi qu'une grande espèce de *Plicatule* qui se rapproche de la *Plicatula Flattersi* Coq., qu'on rencontre dans la craie supérieure (santonien) d'Algérie. Une *Ammonite* dont je n'ai malheureusement que des fragments insuffisants pour permettre de la caractériser spécifiquement, un *Cardium* du groupe du *Cardium hillanum*, une huître voisine de l'*Ostrea semi-plana*, de la craie de Meudon et quelques autres

(1) Voyez, à la page 165, la succession de ces couches supérieures à silex à la partie supérieure du jebel Schihan.

coquilles bivalves complètent cette faune qui, assurément, est crétacée, mais qui pourrait bien correspondre à un horizon plus élevé que l'étage cénomaniens.

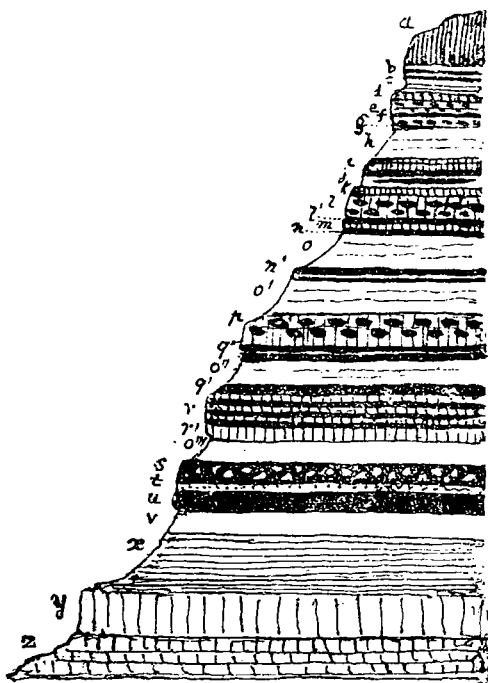


Fig. 13. — Coupe des marnes crayeuses blanches à silex qui couronnent le jebel Schihan (Moabitide).

- |  |   |
|--|---|
| a. Basalte.  | n'. Silex avec <i>natices</i> , <i>turritelles</i> , <i>ringicules</i> ?<br><i>scalaires</i> .  |
| b. Marne blanche à silex.  | o'. Marnes crayeuses blanchâtres.   |
| c. Marnes crayeuses, blanchâtres, pétries de débris de poissons et de <i>foraminifères</i> microscopiques.     | p. Calcaire à silex.  |
| d. Calcaire grossier rempli de débris d'huîtres.   | q. Silex gris recouvert de quartz pyramidés.  |
| e. Calcaire compacte avec silex pyromaque noir.  | o''. Marnes crayeuses blanchâtres.  |
| f. Calcaire compacte avec banes de silex bréchoïdes à petits éléments.   | q'. Silex gris.   |
| g. Calcaire compacte avec silex noir.  | r. Alternance de calcaire et de silex, dont quelques banes sont fossilifères.   |
| h. Calcaire crayeux blanc.   | r'. Calcaire gris avec fossiles.  |
| i. Calcaire tabulaire.   | o'''. Marnes crayeuses.   |
| j. Banc de silex.  | s. Silex bréchoïde à gros éléments.   |
| j'. Silex gris esquilleux.   | t. Banc de silex grenue.  |
| h. Calcaire avec débris de baguettes d'oursins.  | u. Gros banc de silex.  |
| l. Calcaire avec nodules de silex.   | v. Calcaire crayeux, blanc, légèrement rosé et jaunâtre, contenant de nombreux foraminifères microscopiques.  |
| l'. Banc de silex bréchoïde.   | x. Marnes crayeuses jaunâtres.  |
| m. Calcaire coquillier ( <i>lumachelle</i> ).  | y. Calcaire jaune avec <i>Ostrea</i> , <i>Lima</i> , <i>Cardium</i> ( <i>C. hillanum</i> ?), <i>Plicatula Flattersi</i> (?), une <i>Ammonite</i> et de nombreux <i>Hemimaster Luyessi</i> . |
| n. Silex gris avec nombreux fossiles ( <i>turritelles</i> , <i>natices</i> , <i>scalaires</i> , <i>Leda</i> .) | z. Calcaire blanchâtre en lits minces.  |
| o. Marnes crayeuses blanches bigarrées de rouge.   |   |

Ce calcaire est recouvert de marnes crayeuses jaunâtres que surmontent des calcaires crayeux blanchâtres, identiques, au



point de vue de leurs caractères minéralogiques, avec ceux de Kalwet, dans l'Anti-Liban, lesquels renferment, ainsi que nous l'avons vu, des inocérames, des baculites, des ammonites, etc.

Les foraminifères microscopiques qui foisonnent dans les deux calcaires semblent justifier ce rapprochement.

C'est au-dessus de ces calcaires crayeux tendres, que commencent les alternances de craie et de bancs siliceux.

Le premier lit de silex est aussi le plus épais, c'est peut-être le même horizon que celui du gros banc siliceux dont nous avons déjà fait mention dans la Samarie et que nous aurons occasion de retrouver dans la Judée. Parmi les bancs qui lui succèdent, on trouve de beaux silex bréchoïdes presque identiques avec ceux du jebel Attarus et des silex fossilifères qui paraissent correspondre à un niveau différent de ceux du jebel Attarus et de Mkaour, à en juger au moins par les espèces que nous y avons recueillies. En effet, on n'y trouve plus les petites turritelles avec des tours de spire ornés de deux carènes, qui abondent dans les silex de ces dernières localités : ici ce sont encore des turritelles, mais de grande taille et munies d'une forte et unique carène à chaque tour. Avec cette belle espèce se trouve une *Leda* qui paraît être la même que celle décrite par Conrad sous le nom de *Leda per-dita* et que nous retrouverons dans la Judée ; une *Ringicule*, des *Natices*, des *Scalaires* délicatement ornées, des *Rostellaires*, des *Dentales*, de petites *Corbules*, des *Venus* couvertes de côtes élégantes, etc., et de nombreux foraminifères microscopiques.

Enfin, à la partie supérieure de ce système d'alternances de craie et de silex, se trouve un banc de calcaire crayeux dont les lits sont entièrement couverts de débris de poissons et qui pourrait bien correspondre à l'un des horizons fossilifères à ichthyolithes du Liban. Il paraît renfermer les mêmes foraminifères microscopiques qui se trouvent répandus en si grande abondance dans toute cette série d'assises.

Au sud-est du jebel Schiban, près des ruines de Figou, on aperçoit encore ces marnes crayeuses à silex, et cette formation occupe le sommet du grand plateau sur lequel se retrouvent les ruines du Rabbath-Moab, entre Schiban et Kerak.

Lorsqu'on descend de ce haut plateau vers Kerak, on rencontre au-dessous des alternances de craie et de bancs siliceux, des couches de craie blanche remplies de foraminifères microscopiques à la partie inférieure desquelles se trouve l'*Ammonites Texanus* (1), Rœm. de la craie du Texas, l'*Hemimaster Vignesi* (?) (2), des empreintes de bivalves et quelques écailles de poissons.

L'ammouite est transformée en silex.

Le calcaire crayeux blanchâtre dans lequel on trouve ces fossiles est assez semblable à ceux de Kalwet et de Schihan.

A la base de ces couches de craie et au fond du ravin qui sépare le plateau de Moab de l'éminence isolée qui supporte le château de Kerak (Kir Moab), on rencontre quelques rares nodules de silex d'un gris bleuâtre.

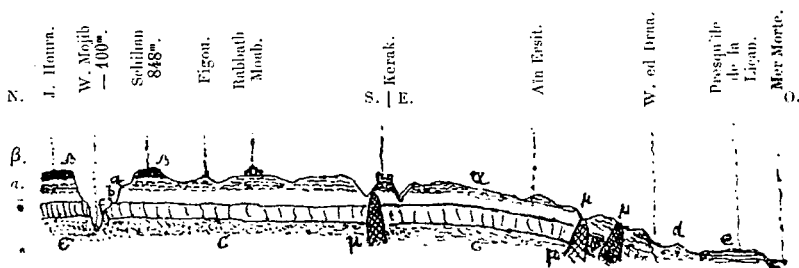


Fig. 14. — Coupe brisée allant du waddy Mojib à Kerak, et de Kerak à la mer Morte.

- |   |   |
|---|---|
| <p>a. Marnes et calcaires crayeux blancs à silex.<br/>         b. Couches calc. et marneuses cénomaniennes.<br/>         c. Grès de Nubie.<br/>         d. Alluvions anciennes.</p> | <p>e. Marnes gypseuses et salifères (anciens dépôts de la mer Morte).<br/>         beta. Basalte.<br/>         p. Miososite décomposée.</p> |
|---|---|

En montant du fond de ce ravin vers Kerak, on traverse en sens inverse la même série et l'on arrive à des bancs de silex bréchoïdes, rosés, avec nombreuses traces de bivalves.

Au-dessus viennent des alternances de calcaires avec des silex et l'on trouve dans ces couches une grande bivalve de la taille et de la forme générale de l'*Ostrea Villei* de la craie d'Algérie,

(1) M. Fraas regarde cette espèce comme se rapportant à l'*Amm. Lyelli*. C'est sous ce nom qu'il l'indique dans le même horizon à Jérusalem.

(2) L'étiquette de ce fossile ayant été égarée, c'est d'après nos souvenirs seuls que nous faisons mention de ce fossile en ce point.

mais dont nous n'avons pu déterminer exactement ni l'espèce, ni même le genre (1).

Des calcaires et des marnes d'un gris blanchâtre terminent cette série et supportent l'ancienne forteresse des croisés.

De Kerak à la mer Morte, on voit affleurer les couches céno-maniennes inférieures à cette série de marnes blanches à silex. Ce sont des calcaires jaunâtres où l'on trouve en grand nombre des fossiles tels que : *Ostrea Africana*, *Olisoponensis*, *flabellata*, *Hemiaster Fourneli*, *Cardium hillanum* (?), et plusieurs espèces de *Venus* ainsi qu'un assez grand nombre de foraminifères microscopiques dont les loges sont en partie remplies d'oxyde de fer.

Ces calcaires et les marnes qui leur sont associées affleurent souvent sur le chemin de Kerak à la mer Morte et notamment près d'Aïn Ersit, où ces couches renferment en abondance l'*Hemiaster Fourneli* et l'*Ostrea Africana*, dont de nombreux exemplaires reproduisent les variétés principales.

On aperçoit, au-dessus de ces couches, les marnes blanches à silex qui se poursuivent sans doute fort loin, au sud, dans l'Arabie, où elles ont été signalées sur plusieurs points.

Ainsi se termine cette succession de hauts plateaux crétacés qui bordent le littoral oriental de la mer Morte et sur lesquels on ne possédait jusqu'ici aucun renseignement précis.

Avant d'en poursuivre la continuation vers le sud, dans l'Arabie Pétrée, il nous reste à examiner les terrains crétacés de la rive occidentale du lac Asphaltite et à terminer l'étude de la chaîne de Judée que nous avons interrompue à Jérusalem.

§ 6. *Terrains crétacés de la Judée.* — La Judée étant beaucoup plus abordable pour les voyageurs qui visitent en grand nombre, chaque année, les Lieux Saints, que les plateaux déserts habités par les tribus indépendantes qui vivent à l'est du Ghôr, la première de ces régions est bien mieux connue que celle que nous venons d'étudier. Cependant, les bords du lac

(1) Nous avons trouvé également ce curieux fossile, à l'état roulé, dans les poudingues du mont Hor.

Asphaltite et la portion méridionale de la Judée n'avaient été que fort imparfaitement explorés jusqu'ici.

Russegger regardait la chaîne de Judée comme constituée par une coupole de calcaire jurassique identique avec celui du Liban et recouvert, çà et là, de lambeaux épars de craie blanche à silex qui en occupait les points les plus élevés.

Ces calcaires jurassiques étaient, suivant lui, ferrugineux à la base, renfermaient des *Cidaris* à la partie moyenne et étaient dolomitiques à la partie supérieure.

Le calcaire cidaritique formerait, d'après ce voyageur, les montagnes du Belkaa, et le terrain jurassique supérieur et dolomitique, les montagnes de Jérusalem, de la Samarie et de la Galilée.

Nous avons, dans un travail précédent, montré comment Russegger avait confondu les couches crétacées à échinodermes avec la série jurassique dont on ne connaît, jusqu'à présent, aucun représentant en Judée. Nous sommes déjà revenu sur ce sujet dans le chapitre précédent, et d'ailleurs, après ce que nous avons dit de la constitution géognostique du Belkaa, on reconnaîtra aisément, dans les calcaires crétacés à *Cyphosoma*, *Heterodidema*, *Gonyopigus*, *Holectypus*, etc., les calcaires cidaritiques de Russegger, et dans les calcaires dolomitiques également crétacés qui les surmontent, le terrain jurassique supérieur du même auteur.

Nous ne nous attacherons donc pas à relever les erreurs que le géologue autrichien a pu commettre par suite de ces confusions.

Il en sera de même d'Anderson que les mauvaises déterminations de M. Conrad ont jeté sur la même voie. C'était pourtant un esprit bien consciencieux et prudent, et si l'on ne peut accepter ses vues d'ensemble, ses observations de détail ne doivent pas être négligées et sont souvent intéressantes.

Dans une note publiée dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (1), nous avons esquissé la constitution géologique de la Palestine et donné une petite carte géologique de cette région

(1) *Bull. de la Soc. de géol.*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXII, p. 420, 1865.

ainsi qu'une coupe de la chaîne de Judée, passant par Jérusalem, qui montrent l'absence des terrains jurassiques et l'importance des terrains crétacés dans cette région. Nous y avons déjà indiqué la succession générale des couches que nous venons de suivre à l'est de la mer Morte et cité les principaux niveaux fossilifères qu'on y rencontre. Dans une autre note, nous avons, dans la suite, donné une autre coupe de la portion méridionale de la même chaîne.

M. le professeur Fraas, de Stuttgart, s'étant plus tard rendu en Égypte, au Sinaï et à Jérusalem où il comptait trouver, sur la foi de Russegger, du terrain jurassique, n'a pas tardé à confirmer nos vues sur ce point comme sur beaucoup d'autres. Cet habile géologue a étudié avec soin les environs de Jérusalem et il a su compléter ses observations personnelles par l'étude des matériaux recueillis par Roth et par quelques-uns de ses compatriotes, précieux documents qui, sans lui, seraient restés peut-être longtemps encore ignorés. Assurément, si le terrain jurassique eût existé près de Jérusalem comme le dit Russegger, et s'il m'eût par malheur échappé, M. Fraas, *géologue jurassien*, ainsi qu'il le fait remarquer lui-même, n'aurait pas manqué de l'y retrouver.

Nulle part dans la chaîne de Judée, si ce n'est à son extrémité méridionale, près du waddy Fikreh, nous n'avons observé la présence des couches cénomaniennes les plus inférieures à *Heterodiadema Libycum*. Dans les escarpements même qui bordent la mer Morte et sont, à un si bas niveau, l'horizon géognostique le plus inférieur qu'on voit affleurer est celui des calcaires dolomitiques dont nous avons déjà vu la position dans les coupes du Belkaa et de l'Ammonitide et qui prennent, en Judée, un plus grand développement que de l'autre côté du Ghôr.

Ces calcaires se suivent sans interruption le long des falaises, depuis l'extrémité méridionale de la mer Morte jusqu'aux environs de Jéricho et encore plus haut le long de la vallée du Jourdain jusqu'au waddy Fasail.

Ces calcaires passent souvent à une belle dolomie blanchâtre et cristalline.

Au waddy Gumrau, non loin de l'extrémité septentrionale du lac, en un point où l'on a cru retrouver les ruines de Gomorrhe, il en est qu'on prendrait aisément pour des calcaires cristallins, n'étaient leur poids et l'éclat nacré des petits rhomboédres de dolomie dont ils sont formés.

En général, la roche est d'un gris foncé comme à Aïn el Feschkah et à Aïn Ghuweir. Parfois on y observe des cavités tapissées de rhomboédres plus gros et plus parfaits que ceux qui constituent la masse. Cela se voit, par exemple, dans les falaises abruptes d'Aïn Ghuweir, qui sont presque entièrement composées de ces calcaires.

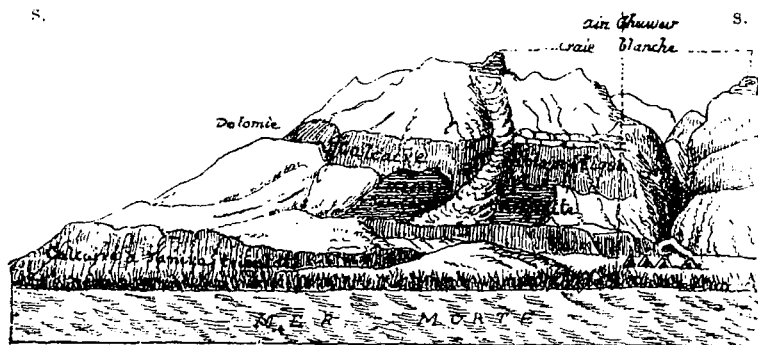


Fig. 15. — Vue des falaises occidentales de la mer Morte, près d'Aïn Ghuweir.

Dans cette localité, ils renferment quelques rares et petits nodules de silex gris, et la structure cristalline s'accuse de plus en plus à mesure qu'on s'élève vers la partie supérieure qui est enfin recouverte de marnes blanchâtres. On trouve à Aïn Ghuweir et à Aïn Jidy, dans ces calcaires dolomitiques, des traces de fossiles qui paraissent se rapporter à l'*Ostrea Mermeti*, à la *Janira tricostata* Coq. et à l'*Ammonites Mantelli*.

Les calcaires dolomitiques sont quelquefois imprégnés de matières bitumineuses qui se présentent comme des taches noires microscopiques remplissant les intervalles des cristaux (Ras Mersed, Sebbeh, waddy Mahawat).

Au waddy Sebbeh, près de Masada, dans le ravin qui côtoie au sud la colline sur laquelle sont les ruines de la forteresse juive, on trouve une dolomie vacuolaire dont les vides assez considéra-

bles sont remplis d'asphalte noir et brillant qui, après y avoir sans doute pénétré à l'état liquide, s'y est condensé et solidifié.

Le calcaire dolomitique qui forme les escarpements du haut de la colline, examiné au microscope, montre lui-même des traces de bitume qui remplissent les petits vides et les loges des foraminifères microscopiques qui s'y trouvent.

Parfois les calcaires dolomitiques sont beaucoup plus imprégnés de matières bitumineuses qui les colorent alors en un beau noir, ainsi qu'on le voit au waddy Mahawat, où l'action de la chaleur liquéfie cet asphalte de telle sorte qu'il découle de ces calcaires, forme en tombant des sortes de stalactites noires et imprègne les alluvions anciennes adossées contre ces roches.

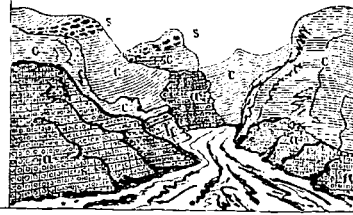


Fig. 16. — Vue du gîte bitumineux du Waddy Mahawat.

- |   |  |
|---|--|
| <p>a  Alluvions bitumineuses.</p> <p>c  Calcaire crétacé.</p> | <p>b  Calcaire crétacé bitumineux.</p> <p>s  Calcaire à silex.</p> |
|---|--|

Sur la plage du waddy Seyal, presque en face de la Liçan, nous avons recueilli un échantillon de calcaire provenant d'un bloc charrié des falaises par les eaux et qui présente un assez grand intérêt. C'est un calcaire subcristallin blanchâtre rempli de cavités qui ne sont autre chose que des moules extérieurs de fossiles (actéonelles, ptérodontes, bivalvès) dont les moules intérieurs ont même été souvent conservés. L'espace correspondant au test du mollusque a toujours disparu, et les surfaces des deux moules interne et externe sont tapissées de quartz pyramidé et de rhomboédres de dolomie.

Lorsque ces deux substances ont cristallisé dans le même moule, les rhomboédres de dolomie sont délicatement posés et comme accrochés à l'extrémité des pointements de quartz.

Par conséquent, pour que ces cristaux de dolomie se soient

formés ainsi, il a fallu : 1° que la roche fût déposée à l'état solide et que la partie organique du fossile eût complètement disparu ; 2° que le quartz eût cristallisé sur les surfaces des moules de la coquille, après y avoir été apporté en dissolution dans des eaux silicifères ; 3° que des eaux magnésiennes soient venues déposer à leur tour ces rhomboédres de dolomie. Tous ces phénomènes ne peuvent guère s'expliquer que par l'intervention de sources silicifères et magnésiennes auxquelles il faudrait peut-être attribuer les variations qu'on remarque dans l'importance des bancs siliceux ou dolomitiques, suivant qu'ils sont d'un côté du ghor ou de l'autre, au nord ou au midi. Ces variations dépendraient du voisinage ou de l'éloignement de ces anciennes sources.

Nous avons dit que les calcaires dolomitiques se suivent le long des falaises occidentales de la mer Morte. Au-dessus viennent des marnes blanchâtres et des calcaires de couleur claire plus compactes, dont certains bancs sont pétris de deux petites huîtres que nous avons déjà trouvées associées dans les mêmes couches au jebel Houra et au waddy Mojib. Ce sont l'*Ostrea Mermeti* var. *minor*, et de petits exemplaires de l'*Ostrea vesicularis* var. *Judaïca* (1). C'est de ce calcaire que sort la source tiède d'Ain Jidy (En gaddi) et il est recouvert en ce point par une roche de même nature mais plus tendre, d'où les huîtres se détachent facilement, et dans laquelle foisonnent les foraminifères microscopiques. A cette roche tendre succède un calcaire crayeux gris, blanchâtre, taché de bandes jaunâtres et traversé dans tous les sens par des veinules de gypse fibreux. Nous n'y avons observé que quelques foraminifères et de rares débris de poissons.

Au-dessus de cette craie viennent des marnes et des calcaires en lits assez minces, à la partie supérieure desquels se trouve un

(1) Nous avons pris précédemment cette variété lisse, plissée au crochet et fort petite de l'*Ostrea Mermeti*, pour la petite huître désignée généralement dans les collections sous le nom de *Ostrea columba minor*, et à laquelle M. Coquand a imposé le nom d'*O. Reaumuri*.

L'autre petite huître nous paraissait être tout naturellement l'*O. vesiculosa*, à laquelle elle ressemble beaucoup au premier abord, et qui se trouve également associée à l'*O. Reaumuri* ou *columba minor*, en France.



banc d'*Ostrea Olisoponensis* et *flabellata*, ainsi qu'un grand *Cardium*, quelques foraminifères et des rhomboédres spathiques visibles au microscope. La coupe suivante montre la disposition de ces assises :

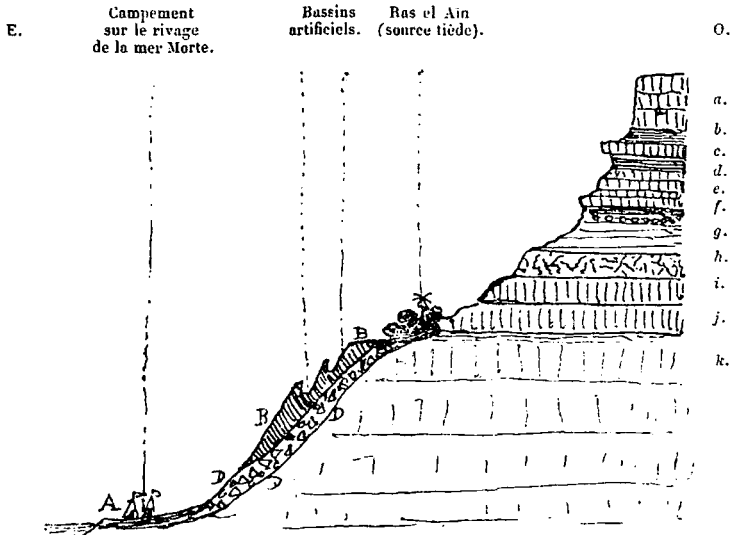


Fig. 17. — Coupe de la falaise d'Aïn Jidy (Judée).

- a. Calcaire compacte gris.
- b. Marnes blanchâtres.
- c. Calcaires marneux.
- d. Marnes blanches.
- e. Calcaire marneux blanchâtre.
- f. Marnes à *Ostrea Olisoponensis*, *flabellata*, grand *Cardium*, etc., avec un banc d'*O. Olisoponensis* à la partie supérieure.
- g. Calcaire et marnes.
- h. Marnes crayeuses bigarrées de jaune et de rouge, avec veinules de gypse parcourant la masse dans tous les sens, écailles de poissons et quelques foraminifères.

- i. Calcaire gris blanchâtre avec *Ostrea Mermeti*, var., *minor*, petites *O. vesicularis*, var., *Judaica*, *Janira aquicostata*, et nombreux foraminifères.
- j. Calcaire compacte avec les mêmes fossiles.
- k. Calcaire dolomitique gris foncé avec quelques silex gris et des empreintes de Janires et d'Exogyres.
- A. Dépôts récents de la mer Morte.
- B. Dépôts d'incrustation avec empreintes végétales.
- D. Brèches calcaires.

Ces couches sont recouvertes par des alternances de calcaire marneux blanchâtres et de marnes blanches, et cet escarpement est enfin couronné par un calcaire compacte gris d'une assez grande épaisseur.

On observe la présence de ces calcaires compacts en d'autres points du rivage occidental de la mer Morte et ils paraissent être dolomitiques sur certains points.

A Sebbeh (Masada), au-dessus de calcaires compacts, légèrement dolomitiques et du côté de la *chaussée de Silva*, on trouve une couche de craie blanchâtre très-riche en foraminifères.

fières microscopiques et qui renferme de grands et beaux rhomboédres de chaux carbonatée spathique; on y rencontre l'*Ostrea canaliculata* et une huître très-voisine de l'*O. vesicularis*, particulièrement de la variété de la craie chloritée que nous avons déjà mentionnée au W. Mojib et à Aïn Jidy, sous le nom de *O. vesicularis*, var. *Judaïca*. Dans ces deux dernières localités, c'étaient de très-petits exemplaires; à Sebbeh, ces huîtres atteignent un grand développement et forment un véritable banc.

Au-dessus des calcaires compactes qui couronnent les falaises d'Aïn-Feschkah et sur le chemin qui conduit de ce point à Nebi-Musa, on retrouve des marnes crayeuses, blanchâtres, friables, semblables aux précédentes et qui contiennent quelques silex gris. Elles sont bientôt recouvertes par un calcaire brun, tendre, grenu, presque entièrement composé d'écailles, d'ossements, de vertèbres et de coprolites de poissons, et de myriades de foraminifères microscopiques. Ce calcaire, véritable *bone-bea*, renferme encore là même variété d'*Ostrea vesicularis* de Masada, mais de taille un peu moins grande.

Au-dessus de cette couche, qui paraît parfois un peu imprégnée de substances bitumineuses, viennent les calcaires asphaltiques de Nebi-Musa, où l'on voit des empreintes nombreuses de petits peignes, des baguettes très-petites d'oursins, de débris de petites huîtres qui rappellent les vulselles des calcaires bitumineux de Hasbeya, des sections de test d'inocérames, des écailles de poissons cténoïdes (*Berix*) et de très-nombreux foraminifères microscopiques.

Ces calcaires, fortement imprégnés de bitume, sont d'un beau noir à la cassure, et d'un gris cendré sur les surfaces exposées au soleil dont la chaleur volatilise le bitume. Ils exhalent une odeur aromatique. Cette roche est connue des Arabes, qui s'en servent pour entretenir leurs feux de campement, sous le nom de *Hajar-Musa* (pierre de Moïse). Les chrétiens de Bethléhem, qui la travaillent, en font des emblèmes de piété qu'ils vendent aux pèlerins sous le nom de *pierre de la mer Morte*.

C'est à Hitchcock que l'on doit la première analyse de ce calcaire, et il avait été tellement frappé de sa richesse en bitume,

qu'il avait proposé d'en faire une espèce minérale distincte ; plus tard M. Hewston fit l'essai des échantillons rapportés par le docteur Anderson.

Voici ces deux analyses :

ANALYSE D'HITCHCOCK (1).		ANALYSE DE M. HEWSTON (2).	
Carbonate de chaux.....	68,73	Carbonate de chaux.....	82,10
— de magnésie.....	0,27	Magnésie .. .. .	0,00
Résidu terreux.....	6,00	Silice.....	1,95
Bitume .. . . . .	25,00	Fer et alumine.....	1,95
	100,00	Matière organique .. . . .	13,55
			100,00

Ces calcaires bitumineux sont recouverts de marnes à poissons et de calcaires blancs crayeux, puis enfin des marnes crayeuses blanches à silex que nous avons vues si souvent déjà.

Sur le chemin de Nebi-Musa, à la fontaine des Apôtres, un peu après avoir dépassé le premier de ces points, on rencontre des couches crayeuses bigarrées de rouge, et renfermant de nombreux cristaux de gypse qui brillent au soleil ; puis, on entre dans le domaine de la craie à silex et, au-dessus des premiers bancs de ce terrain, se montre un calcaire grossier jaunâtre, pétri de *Leda* et d'autres fossiles. On trouve dans ce calcaire de nombreuses vertèbres et autres débris de poissons qui n'appartiennent plus, comme ceux de Nebi-Musa, à la famille des perchoïdes : on y rencontre de rares dents de *Lamna*, différentes de celles du *Lamna elegans* ; une arche du sous-genre *Macrodon* que Conrad a nommé *Cucullea parallela*, et qui ne peut se distinguer par aucun caractère bien saillant de l'*Arca securis*, espèce éénomaniennne ; une *Leda* que Conrad a décrit sous le nom de *Nucula perdita* et qui ressemble assez à la *Leda lineata* de Blakdown, mais à laquelle il convient, je crois, de laisser le nom de *Leda perdita* ; une *Nucule* décrite par Conrad sous le nom de *Nucula crebrilineata*, et qui n'a rien à voir avec les *Nucula Renauxiana* ou *Cornueliana* que l'on aura retrouvées dans ces couches sur des échantillons écrasés ou mal conservés, de même

(1) *Notes on the Geology of Several Parts of Western Asia*, p. 364.

(2) *Lynch's Off. rep.*, p. 155.

que les *Nucula scapha*, *subrecurva*, doivent sans doute correspondre à des exemplaires de *Leda perdita* et l'*Arca cenomanensis*, à une *Arca parallela* un peu déformée ; des *Crassatelles*, des huîtres qui se rapportent encore probablement à l'*O. vesicularis*, var. *Judaïca*, et enfin des débris de *Dentalium*.

Ces couches correspondent à ce que Anderson appelle « la craie de Mar-Saba », parce qu'on les retrouve dans les environs de ce couvent. Très-riches en fossiles, elles se montrent sur divers points de la Judée, non loin de Bethanie, à la base de la montagne des Oliviers, dans le torrent du Kedron, sur les plateaux qui dominant les falaises d'Aïn-Ghuweir et d'Aïn-Turabeh, près du waddy Mrabba, entre Bethléhem et Jérusalem, etc...

On trouve dans ces *calcaires à Leda*, de Nebi-Musa, des corps allongés qui ressemblent à des baculites et des fragments de test qui semblent devoir se rapporter à des Inocérames.

La présence de ces deux genres de mollusques a d'ailleurs été déjà signalée aux environs de Nebi-Musa. Anderson y fait mention de l'*Inoceramus aratus*, Conrad, qui s'y trouverait associé au *Pecten obrutus* et à l'*Ostrea vesicularis*, et le même voyageur a trouvé le *Baculites Syriacus*, Conrad, dans un silex provenant de la craie située au-dessus des falaises d'Aïn-Turabeh.

M. Fraas cite également la présence du *Baculites anceps* dans le calcaire bitumineux de Mar-Saba où ce fossile serait associé à la *Natica lyrata* et à la *Scalaria Rauliniana*. Le même géologue fait mention des *Rostellaria carinella* et *inornata* dans les couches à Leda. Malheureusement, les origines de ces fossiles et de quelques autres ne sont pas suffisamment précisées, non plus que leurs niveaux, et ces déterminations ne sont peut-être pas toutes d'une rigueur suffisante.

Voici, à ces réserves près, la faune de la craie de Mar-Saba.

Conrad y cite les :

*Gryphæa vesicularis*.

— *capuloides*.

*Nucula crebrilineata*, Conr.

*Nucula perdita*, Conr. (*Leda*).  
*Crassatella Syriaca*, Conr.  
*Cardium bellum*, Conr. (*C. hillanum* d'après Fraas?).  
*Pecten dehumbis*, Conr. (*P. Nilssoni* d'après Fraas).  
*Dentalium cretaceum*, Conr.  
*Panopæa*.

M. Fraas y mentionne, d'après ses recherches, et quelques autres documents :

*Baculites anceps*, Lam.  
*Rostellaria carinella*, d'Orb.  
 — *inornata*, d'Orb.  
*Natica lyrata*, Sow.  
*Scalaria Rauliniana*, d'Or.  
*Dentalium Wilsoni*, Fraas.  
 — *octocostatum*, Fraas.  
*Leda Renauxiana*, d'Orb.  
 — *subrecurva*, d'Orb.  
 — *scapha*, d'Orb.  
*Corbula striatula*, Sow.  
*Cardium Hillanum*, Sow.  
*Trigonia distans*, Conr.  
*Lucina Campaniensis*, d'Orb.  
*Astarte substriata* (*A. undulosa*, Conr.).  
*Arca cenomanensis*, d'Orb.

Toutes ces déterminations ne sont peut-être pas inattaquables, mais néanmoins on voit par ces listes et par les fossiles que nous avons cités précédemment que malgré le *facies tertiaire* de ces couches et de l'ensemble des fossiles qui s'y trouvent, elles appartiennent à la craie, et doivent probablement correspondre à un horizon fort voisin de celui des calcaires crayeux à inocérames et à baculites de l'Anti-Liban.

Au-dessous de ces calcaires à *Leda*, on voit déjà affleurer à Mar-Saba des calcaires compacts qui forment les escarpements sur lesquels est bâti le couvent.

La ville de Jérusalem est assise sur ces calcaires à rudistes et à nérinées qui plongent légèrement vers la mer Morte, et passent sous la montagne des Oliviers, laquelle est entièrement composée de calcaires crayeux blanchâtres, avec des bancs de silex à la partie supérieure.

Ces calcaires à rudistes ont été excavés en nombre d'endroits autour de la ville sainte.

Au nord de Jérusalem se trouvent d'anciennes et considérables carrières souterraines d'où on a tiré les gigantesques matériaux des constructions gigantesques de l'ancien temple; aussi appelle-t-on ces catacombes, les « *Cavernes royales* ». On désigne aussi, sous le nom de *Malekeh* qui rappelle le terme de *banc royal*, si souvent employé par nos carriers français, l'assise inférieure de ces calcaires, qui a été anciennement exploitée. Cette couche est d'un beau blanc, assez tendre dans le souterrain et contient de nombreux débris de rudistes ainsi que des Janires et d'autres mollusques. M. Fraas y a signalé la présence du *Galerites albo-galerus* et de la *Discoïdea cylindrica*.

La partie supérieure des calcaires à rudistes se compose d'assises de calcaire marmoréen très-compacte, gris clair, dont la cassure montre des sections de gastéropodes qui ont leur test spathifié (*actéonelles, nérinées, etc...*). Ces calcaires auxquels on donne le nom local de *Missih*, sont séparés du Malekeh par un petit banc oolitique qui s'observe dans presque tous les escarpements où l'on a creusé des tombes aux environs de Jérusalem.

C'est sur le plan incliné formé par ces couches calcaires qu'est assise la ville de Jérusalem, et c'est au milieu d'elles que sont creusés les anciens caveaux funéraires situés à la base de l'Abu-Tor. On les retrouve le long de la vallée de Josaphat et leur plongement vers la mer Morte, sous la montagne des Oliviers, est très-visible près du tombeau d'Absalon, comme le montre la figure 18 placée ci-contre :

Ces bancs affleurent encore à l'ouest et au nord de la ville, près des portes de Jaffa et de Damas, et c'est au milieu d'eux qu'est creusée la grotte de Jérémie, ainsi que le tombeau des rois. Près de ce dernier point, au waddy Jos, M. Fraas a relevé une

coupe détaillée qui donne une idée exacte de la nature de cette formation.

Sur le *Malekeh* repose une couche de calcaire marmoréen à

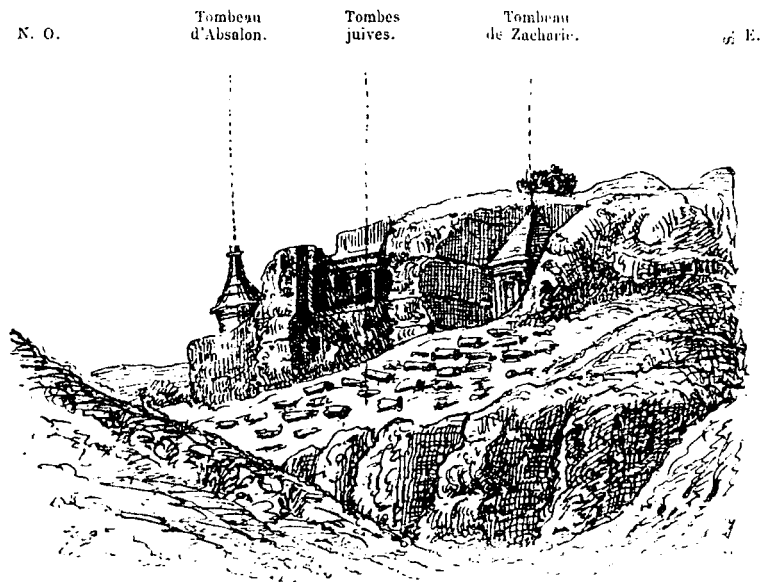


Fig. 18. — Vue des calcaires dans lesquels sont taillés les tombeaux dits d'Absalon, des prophètes et de Zacharie, dans la vallée de Josaphat.

*Radiolites Mortoni* de six pieds d'épaisseur, surmontée d'un calcaire à *nérinées* de quatre pieds d'épaisseur; au-dessus, viennent des alternances de calcaires marneux et de marnes oolitiques, sur une épaisseur totale de six pieds. C'est à cette place que se montre un banc siliceux de un pied de puissance avec nombreux débris d'*actéonelles*, de *nérinées*, de *trochus*, et dont nous avons déjà signalé la présence à Aïn-Haramyeh, et entre Bethel et Jérusalem; à ce banc siliceux, succèdent des calcaires marneux grossièrement oolitiques, de trois pieds d'épaisseur, recouverts à leur tour par de nouveaux calcaires compactes, marmoréens, d'un gris clair, avec *Hippurites sulcatus*, de trois pieds d'épaisseur, que surmonte enfin un banc, de deux pieds de puissance, de calcaires durs à *Nerinea Requieniana*. Telle est, en ce point,

la succession de ces calcaires à hippurites qui ont 25 mètres d'épaisseur totale.

M. Fraas a trouvé dans ces calcaires un foraminifère qu'il considère comme étant une véritable nummulite et auquel il a imposé le nom de *Nummulites cretacea*. Néanmoins, la figure qu'il en a donnée semble prouver que ce n'est point une nummulite, mais bien un genre nouveau et distinct de celui qu'on accepte comme caractéristique de la période tertiaire. Tel était au moins l'avis de M. d'Archiac, si compétent en pareille matière.

Les calcaires à rudistes des environs de Jérusalem sont recouverts par des calcaires tabulaires jaunâtres et parfois rougeâtres que l'on emploie pour les mosaïques et pour la fabrication de quelques objets de piété. Ils correspondent peut-être à ces calcaires marneux et à ces marnes tabulaires jaunâtres que nous avons vus, de l'autre côté du ghor, superposés aux calcaires compacts, lesquels parfois, comme à Aïn Musa, renferment de nombreux débris de rudistes. Ils portent le nom local de *nareh*.

Au-dessus de ces couches en plaques minces, viennent des alternances de calcaires crayeux d'inégale dureté et d'une puissance totale assez considérable. Ils constituent la zone moyenne de la montagne des Oliviers et sont exploités en divers points des environs de Jérusalem comme pierre de construction (*Kakulleh*). Il n'est pas difficile d'y reconnaître les calcaires tendres blanchâtres de la Samarie et de la Galilée (*Sultaneh*), non plus que ceux des hauts plateaux d'Ammon et de Moab.

Aux environs de Jérusalem, les calcaires crétacés renferment à leur base des Ammonites dont nous avons vu des espèces de taille considérable que nous n'avons pas pu rapporter tant leur poids était considérable.

M. Fraas y cite de nombreuses espèces d'*Ammonites* :

*Am. rusticus, varians, Rothomagensis* (espèce qui aurait été recueillie par le docteur Roth au couvent de la Croix, au sud-ouest de Jérusalem), *rostratus, Lyelli, Goliath, Mantelli, fissicostatus, bicurvatus*.

L'*Ammonites Mantelli* paraît être d'ailleurs répandue à plusieurs niveaux dans ces couches. Nous l'avons déjà signalée à



Tebnin; nous ne pouvons guère rapporter qu'à cette espèce une Ammonite que nous avons recueillie dans les falaises d'Aïn Ghuweir près de la mer Morte, et c'est aussi probablement à elle que se rapportent les empreintes laissées dans les calcaires dolomitiques d'Aïn Musa.

M. Fraas cite encore au niveau du Kakulleh, l'*Astarte substriata* (*A. undulosa*, Conr.), la *Plicatula aspera* et le *Cardium hillanum* (1).

Enfin, à la partie supérieure de la montagne des Oliviers, on voit apparaître, au milieu des calcaires crayeux, des bancs de silex dont un très-gros lit occupe notamment le voisinage du faite de la route qui conduit à Béthanie. Ce sont les assises de marnes blanches à silex dont nous avons si souvent parlé déjà et qui nous ont fourni des fossiles au jebel Attarus à Mkaour et à Schihan. Ici on n'en a pas encore rencontré; cependant M. Mauss, architecte français à Jérusalem, m'a donné une curieuse turritelle silicifiée qui provenait probablement de la craie du mont des Oliviers, mais j'ignore le niveau précis auquel elle a été recueillie. Nous n'avons jamais trouvé de fossiles dans ces assises en Judée. M. Fraas y signale l'association de l'*Ostrea vesicularis* avec la *Nummulites variolaria*, ce qui le porte à considérer ces couches comme la transition naturelle de la craie au terrain tertiaire; mais, malgré ce que nous avons dit à propos du passage lithologique du terrain crétacé au terrain tertiaire, en Palestine, nous devons nous tenir en garde contre des idées pareilles, quelque séduisantes qu'elles puissent être, d'autant que dans les nombreux points où il nous a été donné de voir ces marnes à silex et même dans les localités où elles sont fossilifères, nous n'y avons jamais trouvé de nummulites. Ce qui ne veut pas dire que l'on puisse nier la présence de quelques silex dans les couches à nummulites. Ils existent dans ces terrains au Garizim et près de Saïda. Mais, dans les couches à silex analogues à celles de la montagne des Oliviers, nous n'en avons jamais rencontré. D'ail-

(1) Ne serait-ce pas la même Plicatule que celle que nous avons trouvée à la base de la craie à silex de Schihan, avec un *Cardium* du groupe du *C. hillanum*?

leurs, ce n'est pas la *Nummulites variolaria* que nous avons recueillie dans les couches nummulitiques de ces contrées, mais bien d'autres espèces.

Au demeurant, il ne serait pas impossible que la partie tout à fait supérieure de cette craie silicifère appartint au terrain tertiaire tandis que les assises inférieures se rattacheraient encore à la craie. Les alternances nombreuses de craie, de calcaire et de bancs siliceux que nous avons relevées au jebel Schihan (voyez la coupe, fig. 13, p. 198) en montrent la possibilité. Les changements dans les faunes ne sont pas toujours accompagnés de modifications dans les phénomènes de la sédimentation et dans les caractères lithologiques des couches qui les renferment. Et certes, sans l'abondance des fossiles que l'on rencontre dans les assises nummulitiques des Pyrénées, il deviendrait souvent difficile de distinguer ces dernières des couches de craie qu'elles recouvrent. Mais on ne pourra accepter le mélange des faunes crétacées et tertiaires que lorsqu'un géologue aura trouvé lui-même, dans un même lit non remanié, des espèces caractéristiques et bien caractérisées de l'un et de l'autre terrain. S'il est un pays qui semble devoir nous promettre ces couches de jonction entre la craie et le terrain tertiaire, c'est assurément l'Orient. Mais nous croyons que le fait de cette jonction reste encore à vérifier.

Les calcaires crétacés de Jérusalem se continuent vers la Méditerranée et affectent bientôt une faible inclinaison en sens inverse de la précédente. Il en est de dolomitiques; d'autres renferment des géodes tapissées de quartz.

La craie à silex se montre à l'est de Jérusalem, aux environs de Latroun où l'on y trouve des bancs de silex bréchoïde. Bientôt l'inclinaison cesse et il y a comme un faible relèvement vers la Méditerranée, auquel est due la saillie de la colline de craie sur laquelle est bâti le petit village de Kubab. En ce point, M. Fraas a recueilli des spongiaires qu'il rapproche des *Ventriculites angustatus* du pläner de la Saxe.

Au sud de Jérusalem, la chaîne de Judée est toujours constituée par les mêmes terrains, qui sont fort peu fossilifères, depuis

les calcaires dolomitiques qu'on rencontre aux environs d'Hébron jusqu'aux marnes blanches à silex qui se trouvent aux environs de Bethléhem. Ces dernières forment une large bande continue de plateaux arides compris entre la partie centrale de la chaîne et les falaises de la mer Morte. Les fossiles qu'on rencontre à la base de ces marnes blanches sont les mêmes que ceux des couches à *Leda* de Nebi Musa, et nous avons vu qu'à Masada il y avait, au-dessus des calcaires dolomitiques des falaises, une craie très-riche en huîtres.

A partir de ce dernier point, il se produit dans la disposition des strates, comme dans le relief général de la chaîne, une modification importante. Ce sont des ressauts, dans les couches, qui forment de gigantesques escaliers depuis la chaîne centrale jusqu'au fond du ghôr et qui semblent, au premier abord, être le résultat de failles parallèles. Ces ressauts sont indiqués sur les cartes par une alternance de plaines et d'escarpements qui se dirigent obliquement du nord-est au sud-ouest.

La coupe suivante donnera une idée de cette structure :

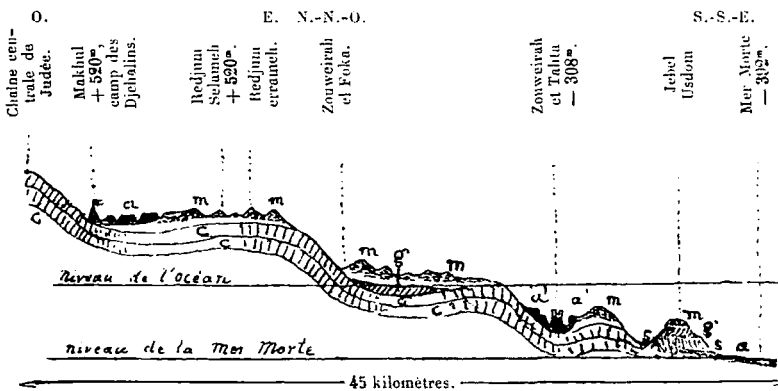


Fig. 19. — Coupe du versant oriental de la chaîne de Judée jusqu'à la mer Morte, passant par les gîtes salins de Zouweirah et du Jebel Usdom (montagne de Sodome).

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| c. Calcaire compacte, plus ou moins dolomitique. | g. Gypse imprégné de sel, à la base. |
| a. Alluvions modernes et terre végétale.         | a'. Alluvions anciennes.             |
| m. Craie marneuse, à silex.                      | s. Sel.                              |

La chaîne de Juda se termine à l'est, près de Makhul, par une croupe arrondie formée par des calcaires à texture légèrement cristalline et d'aspect dolomitique. Ces calcaires plongent assez fortement au sud, sous la plaine de limon occupée par les Arabes

Djehalins qui plantent fréquemment leurs tentes près des puits de Makhul.

Dans le fond des ravins, peu profonds, qui sillonnent cette plaine, se montrent des marnes crayeuses blanches, puis des mamelons apparaissent sur le fond blanc desquels se détachent en noir de nombreux lits de silex qui accusent la stratification horizontale de ces marnes crayeuses (1). Ces dernières constituent les éminences de cette haute plate-forme où sont élevés quelques *redjums* (*redjum Selameh*, *redjum er Rameh*), monticules de pierres d'où l'œil domine et embrasse la vaste étendue des terrains qui la sépare de la mer Morte.

On descend de cette hauteur par une pente très-roide et assez difficile, en marchant sur des calcaires dolomitiques fortement inclinés, sous-jacents aux marnes blanches qu'on vient de quitter et qui renferment du gypse, sur ce point.

Les marnes crayeuses blanches apparaissent de nouveau, très-riches en nodules de silex, au bas de ce ressaut qui porte le nom de *Zouweirah el Foka*. Bientôt on rencontre, au milieu de ces marnes, des bancs de gypse compacte, terreux, coloré en jaune très-clair ou en brun et parsemé en certains endroits de quelques veinules d'un vert très-vif et très-beau, dont la couleur est due à la présence d'un sel de nickel. Des couches de gypse, situées à la base, sont fortement imprégnées de sel, et les silex noirs, bleuâtres du voisinage, renferment les mêmes coprolithes de poisson et offrent le même aspect que ceux des marnes blanches situées entre Jérusalem et la mer Morte et de certains bancs de silex du *jebel Schihan*.

Après avoir pendant assez longtemps marché sur ces gypses, qui constituent ainsi un accident remarquable au milieu des marnes blanches crayeuses, ces dernières reparaissent avec leur allure accoutumée et l'on y retrouve les nombreux lits de silex si répandus à la partie supérieure de cet étage.

On arrive ensuite à un deuxième ressaut analogue à celui de *Zouweirah el Foka* et l'on y retrouve les mêmes calcaires gris

(1) Le Tell Arad, si célèbre dans l'histoire des Hébreux, serait un de ces mamelons.

compactes et d'aspect dolomitique qui formaient le précédent. Au bas du ressaut, ces calcaires sont recouverts par des dépôts puissants d'alluvions anciennes dont un lambeau isolé occupe le milieu du waddy Zouweirah et supporte les ruines d'un vieux château sarrazin qui commande le défilé de Zouweirah et Tahta.

Au delà du waddy Zouweirah, le calcaire compacte est de nouveau ondulé et toujours surmonté par des marnes crayeuses blanches avec silex. Enfin, après avoir traversé la plaine que suivent les eaux du waddy Mahawat dans leur cours vers la mer Morte, on arrive à la montagne de sel du jebel Usdom qui doit se trouver dans les mêmes conditions que les gypses de Zouweirah el Foka. En effet, son sommet, ainsi que nous allons le voir, paraît être occupé par les marnes blanches et ses flancs sont couverts de silex qui paraissent en avoir été détachés.

Ce gîte salin du *Jebel-Usdom* ou *Jebel-el-Melah* (la montagne de sel) est situé à l'extrémité sud-ouest de la mer Morte. Des bancs de sel gemme surmontés de gypse et d'argile bariolée comme dans la généralité des gisements de ce genre, constituent la masse principale de cette petite montagne, ou pour mieux dire de cette grande colline étroite et allongée qui, s'alignant d'abord dans la direction nord-sud, s'infléchit ensuite un peu vers l'ouest, dans son prolongement méridional. Elle a environ 6 kilomètres de long sur 1 de large, à la base, et une hauteur qui doit atteindre tout au plus 100 mètres. Se détachant très-nettement des reliefs qui l'avoisinent, elle s'isole brusquement au milieu de la plaine, par les formes tranchantes et escarpées de sa base de sel gemme, munie elle-même de tours, d'aiguilles et de piliers de sel à propos desquels s'est exercée si souvent l'imagination des voyageurs bibliques. Des plaines basses et fortement imprégnées de sel partent du pied de cette colline et se continuent, en pente douce, jusqu'à la mer Morte qui en est elle-même assez rapprochée.

Le jebel-Usdom surgit au milieu de cette plaine, sans offrir de liaison apparente avec les derniers chaînons des montagnes de Juda, qui se terminent non loin de là. Aussi, pour caracté-

riser ce relief isolé, peut-on se servir de l'expression si heureusement appliquée par Cordier à une autre montagne de sel, celle de Cardona, en Espagne, et dire que le Djebel Usdom se présente comme un *hors-d'œuvre* au milieu des terrains qui l'entourent.

Sa base de sel gemme doit avoir plus de 20 mètres d'épaisseur totale (1). Cette couche saline est recouverte par des argiles bigarrées de rouge et de vert, renfermant souvent de très-beaux cristaux prismatiques de gypse de la forme dite rhombique et aussi par des couches composées de très-petits cristaux lenticulaires de gypse serrés les uns contre les autres de façon à donner un grain grossier à la roche qu'ils constituent.

Quelques voyageurs ont signalé l'existence, au-dessus des couches dont nous venons de parler, d'un calcaire crayeux blanchâtre dont les bancs réguliers occuperaient les sommets du Djebel-Usdom. Malgré tous nos efforts, et après avoir tenté l'escalade à l'est et à l'ouest, nous n'avons pu atteindre la crête de la colline ; il nous a donc été impossible de contrôler cette assertion autrement que par l'examen des débris de craie et de silex qui sont répandus sur les flancs de la montagne de sel et doivent provenir du plateau étroit qui la couronne. Ces éboulis confirment complètement, par leur nature, l'observation que nous venons de citer, et il faut croire qu'au-dessus des argiles et des gypses il existe des couches de calcaires crayeux avec bancs de silex, comme celles que l'on observe non loin de là, aux débouchés du waddy Mahawat et du waddy Zuweirah, et qui se continuent d'un bout à l'autre du rivage occidental de la mer Morte, à la partie supérieure des calcaires crétacés plus compactes des falaises.

Ce qui vient à l'appui de ces observations, c'est qu'en regardant, avec une lunette d'approche, du *ghôr* méridional ou de la Sabkah, dans la direction de la montagne de sel, cette dernière

(1) Sur le versant occidental du Djebel Usdom la base de la masse de sel gemme est masquée par des accumulations, en lits fortement inclinés, de débris détachés de la colline elle-même et cimentés ensuite par des matières salines dissoutes par les eaux pluviales qui les avaient entraînées.

paraît couronnée des mêmes couches de craie blanchâtre qui se montrent au loin à des niveaux peu différents, au-dessus des falaises. Il n'y aurait d'ailleurs rien, dans ce fait, qui ne s'accordât rigoureusement avec les notions que nous avons pu acquérir sur l'allure générale de ces couches crayeuses auxquelles tout nous porte à croire que les principaux gîtes salins des bords de la mer Morte sont subordonnés.

On peut dire, en effet, qu'il est bien peu de points de la rive orientale de la mer Morte où l'on ne trouve pas, à ce même niveau géologique, quelques veinules de gypse et des traces plus ou moins considérables de chlorure de sodium.

La présence de ce dernier sel se manifeste au goût ; elle a d'ailleurs été révélée, dans beaucoup d'échantillons de ces marnes blanches, par les analyses d'Hitchcock et d'Anderson.

Il est donc probable que loin d'être des manifestations isolées des phénomènes qui les ont produits, les gîtes salifères du Djebel-Usdom ne sont que des points où ces phénomènes ont acquis une intensité exceptionnelle et qu'ils rentrent dans le cas plus général d'une imprégnation des sédiments de la mer crétacée, le long de l'axe principal du bassin de la mer Morte. Maintenant que nous avons cherché à assigner un âge à ces masses salines et particulièrement au Djebel-Usdom, la plus importante d'entre elles, revenons à ce dernier gîte et examinons d'abord quelques accidents intéressants qui se présentent dans sa structure.

Lorsqu'on suit le littoral de la mer Morte, en longeant le Jebel-Usdom, on arrive à l'entrée d'une grotte creusée dans la couche de sel elle-même et à propos de laquelle les Arabes, pour se dispenser d'y conduire les voyageurs, disent qu'elle sert de refuge à des voleurs et qu'elle traverse de part en part la montagne de sel. On distingue, en effet, sur le versant opposé du Jebel-Usdom et vis-à-vis du débouché du waddy-Mahawat, l'orifice d'une autre cavité, et c'est sans doute la correspondance supposée de ces deux grottes qui a donné naissance à la fable dont les Arabes se sont plu à gratifier la crédulité de quelques voyageurs. M. le duc de Luynes voulant s'assurer par lui-même

de la véracité du fait, pénétra jusqu'au fond de cette grotte dont le sol est encombré de blocs immenses de sel gemme et dont la voûte est ornée de stalactites empruntées à la même substance. Nous pûmes ainsi vérifier que cette galerie, après s'être prolongée horizontalement assez avant dans la montagne, qu'elle perce perpendiculairement à son grand axe, aboutit à un vaste et magnifique puits naturel, dont les parois de sel gemme sont unies et lissées par l'effet longtemps répété du passage des eaux pluviales. Ces eaux doivent se rendre ensuite à la mer Morte par la galerie dont nous venons de faire mention, et dont l'entrée est figurée dans la vue suivante :

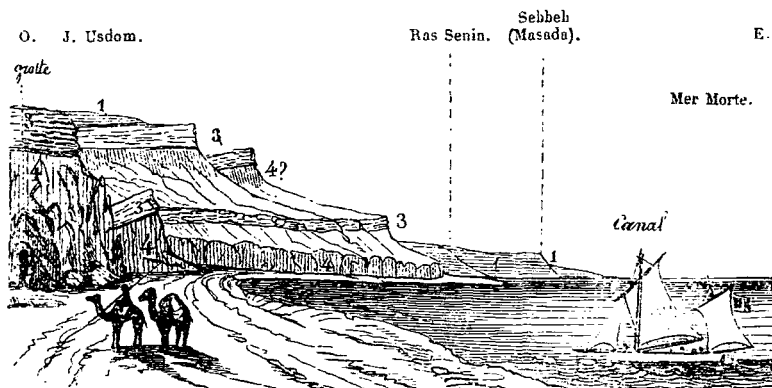


Fig. 20. — Vue de la montagne de sel, le Djebel-Usdom, et de la portion méridionale de la mer Morte.

- |                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Calcaire crétacé.               | 3. Gypse et argile gypsifère. |
| 2. Anciens dépôts de la mer Morte. | 4. Sel gemme.                 |

Ainsi s'explique la formation de cette grotte, dont l'existence paraît se relier, d'ailleurs, à la structure particulière du versant oriental du Jebel-Usdom.

Hitchcock avait déjà donné l'analyse des fragments de sel rapportés du jebel Usdom par des missionnaires américains. Il y constata l'absence de l'iode et du brome. M. Terreil, qui a bien voulu soumettre à un essai plus complet le sel gemme que nous avons rapporté nous-même de cette localité, est arrivé à un résultat analogue qui met en évidence la pureté du sel du jebel Usdom, dont voici la composition :



Chlore .....	59,30
Sodium .....	38,47
Acide sulfurique.....	0,92
Chaux.....	0,60
Magnésie.....	0,09
Silice, argile, matière organique.....	0,15
Sulfures.....	traces
	<hr/>
	100,00

Nous avons examiné au microscope les résidus de ce sel, dans l'espoir d'y découvrir des débris organisés qui auraient pu nous fournir peut-être quelque renseignement précieux relativement à son origine ou à son âge.

Nous n'y avons trouvé que des cristaux microscopiques de pyrite.

Comme le sel gemme se dissout beaucoup moins vite que le sel de cuisine, que la température de la contrée est très-élevée, le climat très-sec, les eaux atmosphériques n'exercent qu'une action insensible sur ces masses de sel. On sait d'ailleurs que les expériences faites par Cordier sur la solubilité du sel gemme de la montagne de Cardona, en Espagne, qu'on regarde dans le pays comme indestructible, prouvent qu'en cent ans, l'eau n'enlèverait pas à cette masse saline une couche de sel de 1 mètre 50.

Ce n'est donc pas dans ces masses de sel qu'il faudra chercher, à l'exemple de certains voyageurs, l'unique cause de la salure de la mer Morte, car l'apport salifère des eaux qui sillonnent cette masse ne saurait entrer en comparaison avec celui des affluents et des sources des bords de la mer Morte, dont l'évaporation immense qui se fait au fond de ce bassin concentre sans cesse les eaux.

A l'ouest du jebel Usdom, apparaissent les marnes crayeuses blanches à silex supportées par des marnes de même couleur sans nodules siliceux, et qui surmontent à leur tour des calcaires compactes bleus et gris dont certains bancs sont dolomitiques. Au waddy Mahawat, ces couches sont imprégnées, ainsi que nous l'avons vu, de bitume qui découle de la roche et pénètre dans les alluvions anciennes du waddy en les transformant en

poudingue bitumineux que les eaux torrentielles entraînent à la mer Morte. (Voy. fig. 16, p. 168.)

Si, partant de Makhul, on se dirige vers le sud, au lieu de s'acheminer vers le sud-ouest comme précédemment, on ne tarde pas à arriver à Tell Mill où affleurent des calcaires curieux par leur nature et par les fossiles dont ils renferment les empreintes. La roche est poreuse, criblée de petites vacuoles et ne fait que peu d'effervescence avec les acides. C'est, malgré sa faible densité, un calcaire dolomitique qui a conservé le moulage extérieur de nombreux fossiles dont il ne reste pas d'autres traces. Ce sont des *Murex* des cérites inverses (*Triphoris*), une *Pyramidella* et un corps énigmatique composé de petits ovules disposés en étoile autour d'un centre commun et que je ne saurais ranger dans aucun groupe d'être connus.

Après cette plaine, on descend les escarpements de Kublet et Baul, qui sont la continuation de ceux de Zuweirah el Foka et, après avoir traversé la plaine de Thamar, on trouve un nouveau ressaut qui pourrait bien être également le prolongement curviligne de celui de Zuweirah el Tahta. On le traverse par un petit défilé, au milieu de calcaires jaunâtres à natices et autres gastéropodes, où l'on trouve des druses de quartz pyramidé.

La présence dans ces calcaires de la *Nerinea gemmifera*, qui se trouve en Algérie dans l'étage provençien de M. Coquand, c'est-à-dire à la partie supérieure de la craie moyenne avec les hippurites et les sphérulites, confirme cette parenté des calcaires de Thamar avec ceux de Zouweirah.

Un nouveau plateau conduit de ce ressaut à la plate-forme de Safa d'où l'on jouit d'une vue fort étendue dans la direction des déserts de l'Arabah et du Sinâï.

C'est la terminaison méridionale de la chaîne de Judée.

Il y a encore ici un nouveau ressaut; les calcaires cénomaniens sont fortement inclinés et, sans l'aide d'une vieille voie romaine, il serait difficile de gravir ces hauteurs. On trouve dans ces couches l'*Heterodiadema Libycum* et d'autres oursins, de gros *pérodontes* et des *turritelles*.

Le waddy Fikreh a creusé son lit au bas de cette pente roide.

Après avoir traversé cette petite vallée, on tombe sur des marnes en lits minces, d'un blanc verdâtre, salifères et avec silex. Ces couches sont presque horizontales et la dénivellation est si accentuée, qu'on pourrait à la rigueur admettre, dans ce cas, que le ressaut brusque dont nous venons de parler a déterminé la rupture des couches, et que le waddy Fikreh suit la direction d'une véritable faille.

Nous avons terminé l'étude des terrains crétacés de la Syrie, de la Palestine et des contrées situées à l'est de la vallée du Jourdain et de la mer Morte.

Nous allons maintenant aborder celle de la craie de l'Arabie Pétrée, et nous verrons que dans l'Idumée, comme dans le nord de la presque île du Sinaï, les terrains crétacés continuent à jouer le rôle dominant dans la constitution des massifs orographiques.

§ 7. *Terrains crétacés de l'Idumée, de l'Arabie Pétrée et de l'Arabie méridionale.* — A partir du waddy Fikreh, la craie se continue vers le sud formant la lisière de plateaux qui sert de limite orientale à l'Arabah, ainsi que la ligne de faite de cette vaste vallée et couvrant le grand plateau du Tyh qui doit ses caractères de steppe désert à la présence de ces terrains maigres et salés.

Il est en outre très-probable que ces mêmes terrains, dont nous avons vu l'importance dans la Moabitude, pénètrent fort avant dans l'intérieur de l'Arabie dont ils contribuent sans doute, pour une forte part, à former les steppes déserts, et nous verrons plus loin qu'on les retrouve à l'extrémité opposée de cette vaste presque île, dans le Hadramaut.

On a d'ailleurs indiqué la présence des calcaires blancs avec silex en divers points de la chaîne des monts Seir qui sert de limite orientale à l'Arabah, par exemple au sud-est de Petra, aux environs de Maan, près d'Aïn Dalegeh, en amont du waddy Gharundel; enfin, entre le waddy Gharundel et le marais salé de l'Arabah, nous avons nous-même constaté leur existence sur la lisière de ce désert.

Au wdday Haïmech, par exemple, on trouve au-dessus des grès de Nubie qui là sont blancs et très-friables, des argiles vertes

avec gypse, puis un banc de calcaire dolomitique que surmontent de nouvelles argiles vertes et jaunâtres avec gypse au milieu desquelles se trouve l'*Ostrea flabellata* et de longues baguettes

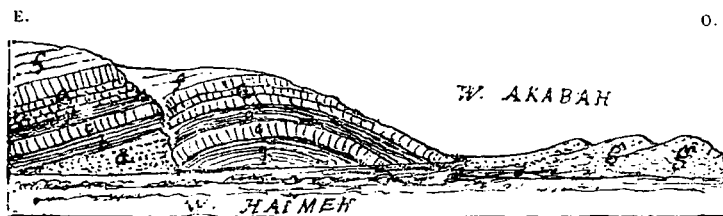


Fig. 21. — Vue des calcaires crétacés superposés au grès de Nubie, au débouché du W. Haïmeh, dans l'Arabah.

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <p>g. Sables mouvants.<br/>         f. Calcaires et marnes.<br/>         e. Calcaires tabulaires.<br/>         d. Argiles jaunes et vertes, gypsifères avec<br/> <i>O. flabellata</i>.</p> | } | <p>c. Calcaire en partie dolomitique.<br/>         b. Argiles vertes.<br/>         a. Grès métaxite blanc peu cohérent (grès de Nubie).</p> |
|--|---|---|

de *Cidaris*. Ces argiles sont à leur tour recouvertes par des calcaires tabulaires sur lesquels reposent des calcaires compactes et la série des marnes et calcaires crétacés, qui se continue vers l'est.

Aux environs de Pétra et du partage des eaux de l'Arabah, les dépôts crétacés sont très-développés et recouvrent généralement les grès de Nubie qui constituent en majeure partie le massif du jebel Haroun (mont Hor). Le sommet d'une montagne voisine de ce pic est occupé par les calcaires cénomaniens dont quelques bancs contiennent les nodules de calcaire spathique que nous avons déjà rencontré à la base de cet étage, au waddy Mojib, tandis que d'autres, d'un jaune fauve, renferment de nombreux oursins, tels que l'*Hemiaster Fourneli*, le *Cyphosoma Delamarrei* et une nouvelle espèce de nucléolites voisine du *N. similis*, le *Nucleolites Luynesi*, Cott. Ces couches à échinodermes sont recouvertes à l'est par des assises crayeuses et enfin par la craie à silex.

Cette dernière se montre d'ailleurs un peu partout; on la retrouve sur les bords du waddy el Abiad qui lui doit son nom de « vallée blanche » et sur les plateaux situés entre le massif du mont Hor et le waddy Arabah.

Ce dernier est couvert, dans le voisinage d'el Saté, de débris de silex. C'est là qu'affleurent en effet les mêmes calcaires crayeux et la même craie à silex qu'au jebel Schihan et au jebel Attarus, ainsi que les bancs fossilifères de ces deux localités.

La crête de la selle transversale qui divise en deux versants anticlinaux l'Arabah est formée de calcaires gris compactes presque marmoréens, dans lesquels nous avons recueilli une très-belle espèce de *Baculites* qui ressemble au *B. Asper*, Rœm., de la craie d'Amérique.

Au sud de cette ligne de faite qui a environ 240 mètres d'altitude, on voit les couches crayeuses constituer la lisière occidentale du Ghôr jusqu'au voisinage de la mer Rouge.

Au nord, elles se continuent en pente douce et ne sont, dans le voisinage de ce double versant, recouvertes par aucun autre dépôt.

Ces couches crayeuses et blanchâtres sont parfois entièrement couvertes d'une infinité de débris de silex qui résonnent sous les pieds des chevaux et proviennent des affleurements de bancs siliceux qu'elles renferment en grand nombre.

Les calcaires crayeux des environs du waddy Melihéh renferment les mêmes foraminifères microscopiques que les marnes blanches à silex de l'Ammonitide.

On y trouve les mêmes *turritelles* à deux carènes et les mêmes *scalaires* qu'à Mkaour et au jebel Attarus et, de plus, des *pétoncles*.

Il y a des bancs de ces calcaires crayeux qui sont assez fortement imprégnés de sel.

Les silex, tantôt gris, tantôt noirs, reproduisent les variétés que nous avons mentionnées en décrivant le jebel Schihan et l'on y trouve les mêmes niveaux fossilifères, des *scalaires*, *Leda*, *turritelles*, etc. Au-dessus de ces couches qui ondulent suivant des sens différents, viennent des calcaires blancs tendres disposés en bancs minces et qui inclinent légèrement vers l'est; ils représentent peut-être les calcaires nummulitiques.

Toutes ces couches calcaires tendres et blanchâtres sont le plus souvent imprégnées de sel et parfois de gypse, ce qui donne aux

rare sources que l'on trouve sur leur lisière une saveur saumâtre à laquelle s'ajoute une odeur sulfureuse désagréable qui a pour origine la réduction des sulfates au contact des joncs et des roseaux en décomposition.

Ces calcaires crayeux occupent la lisière occidentale de l'Arabah qu'ils bordent sous forme de plateaux peu élevés et deviennent de plus en plus salifères à mesure qu'on s'approche du waddy Fikreh, où nous avons vu les marnes à silex offrir leur maximum de salure, comme il est naturel de s'y attendre à cause du voisinage du jebel Usdom.

De cette lisière de l'Arabah, les marnes crayeuses s'étendent uniformément à l'ouest, sur tout le Tyh; on a cité la craie à silex au jebel el Garra, près des ruines d'Éluse; aux environs du jebel el Helal et du jebel Scharrig; au jebel Moyle et sur les plateaux avoisinants où se voient des bancs de silex de 22 pieds d'épaisseur; dans la chaîne de collines qui va du jebel Araïf au jebel el Mukrah et qui se prolonge jusqu'au waddy Jeraf, près de l'Arabah, où nous avons, en effet, constaté la présence de ces calcaires à silex.

A l'orient du jebel Fahadi, on a trouvé, au milieu de cette craie, un petit gisement de sel gemme. La même craie à silex forme la séparation du bassin hydrographique du waddy el Kureiyeh, tributaire du waddy el Arish, lequel se jette dans la Méditerranée, et du waddy el Jeraf qui se jette dans le bassin de la mer Morte. On la retrouve près de l'origine du waddy el Arish, au jebel Ojmeh, dans la plaine de el Kaa en Nukb, non loin de l'extrémité du golfe d'Akaba, plaine qui est couverte de silex noirs. Cela montre suffisamment que la craie à silex est le terrain dominant dans ces steppes désertes du Tyh.

Cet étage paraît constituer également la partie supérieure de la chaîne de collines, ou plutôt de la suite d'escarpement qui sépare la région sablonneuse des grès de Nubie (située dans la partie moyenne de la presqu'île sinaïtique du grand plateau calcaire du Tyh).

Seetzen et d'autres voyageurs ont signalé cette craie à silex dans les environs du Ras Sal, à Surabet ed Djemel, au jebel Wu-

tab. On l'indique encore au jebel Tobie, au jebel Tyh, dont la base est occupée par les marnes et calcaires cénomaniens correspondant à ceux que nous avons étudiés en Palestine et en Idumée.

Ces calcaires sont superposés aux grès de Nubie, auxquels ils passeraient même en certains endroits par degrés insensibles au moyen de grès glauconieux calcarifères. Ils sont recouverts par des calcaires à rudistes, comme en Judée, et renferment des cératites, comme en Algérie et dans le Liban.

Ils sont très-fossilifères en certains points, notamment au jebel Tyh (à 4 heures au nord-est du puits de Naseb), au Suchet Emerane, au waddy Guenet (à 16 heures au sud-ouest du puits de Naseb), aux environs de Nouguebat. Les nombreux fossiles que Lefèvre a rapportés de ces diverses localités ne laissent aucun doute sur leur âge, ainsi que nous avons pu nous en assurer en examinant sa collection; ce sont :

*L'Heterodiadema Libycum.*

Un *Pseudodiadema* voisin du *variolare*.

*L'Hemiaster Fourneli.*

Des cératites.

Des moules de grands et de petits mollusques, notamment de grands *Cardium*.

Des plicatules.

*L'Ostrea flabellata.*

*L'Ostrea Mermeti.*

*L'Ostrea Africana.*

*L'Ostrea Olisoponensis.*

Des marnes et des calcaires renfermant parfois des grains de quartz et un peu arénifères sont superposés à ces assises inférieures et renferment des hippurites et autres rudistes dont Lefèvre a rapporté de nombreux exemplaires, ainsi que des nérinées.

Ces couches sont à leur tour surmontées, au waddy Guenet, par un calcaire compacte blanc avec débris d'oursins qui est lui-même recouvert par des marnes blanches entremêlées de cal-

caires souvent un peu dolomitiques. Ces derniers sont assez développés aux environs de Nouguebat où ils atteignent une puissance de 400 pieds et renferment à leur partie supérieure des bancs de silex et des lits de *Venus*.

On trouve aussi en certains points du Sinaï l'*Ostrea larva*.

La partie inférieure de l'étage cénomaniens que Russegger range dans la craie dure grise renfermerait, d'après lui, en certains points, des *belemnites* associées à des *limes*, des *ammonites*, des *térébratules* et des *peignes*. Peut-être que ce sont les couches à *belemnites* que M. Figari rapporte au lias.

On sait que Léopold de Buch, Ch. d'Orbigny et M. Desor ont publié depuis longtemps quelques fossiles *cénomaniens* du Liban, du Sinaï et de l'Égypte.

Dans une note présentée en mai 1865 à la Société géologique, nous avons appelé l'attention de nos confrères sur l'étroite ressemblance de l'Égypte et du Sinaï avec la Palestine. Nous avons en même temps classé les calcaires qui recouvrent immédiatement les grès de Nubie dans le terrain crétacé moyen en y signalant la présence de l'*Hemiaster Fourneli*, de l'*Heterodiadema Libycum*, de l'*Holactypus serialis* et de nombreuses *exogyres*; association de fossiles dont nous constatons la continuation dans toute cette bande de terrains crétacés qui borde la Méditerranée, aussi bien en Algérie qu'en Égypte.

Cinq mois après, M. Duncan présentait à la Société géologique de Londres une excellente étude paléontologique sur les échinodermes fossiles recueillis par le docteur Carter sur la côte méridionale de l'Arabie et dans l'Inde (2).

Le docteur Carter avait déjà reconnu l'identité des marnes jaune rougeâtre à échinodermes des environs de Marbat, sur la côte méridionale de l'Arabie, avec celles de Bagh, sur la Nerbudda, dans l'Inde. L'étude scrupuleuse faite par M. Martin Duncan des fossiles rapportés de ces deux localités a confirmé ce

(1) *Sur la formation du bassin de la mer Morte (Bull. de la Soc. géol. de France)*, mai 1865, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 444.

(2) *Quart. Journ. of the Geol. Soc.*, t. XXI, p. 349, novembre 1865.



rapprochement et a mis en évidence les caractères cénomaniens de ces faunes.

Les argiles et les marnes à échinodermes du cap Marbat reposent sur des grès micacés d'environ 1700 pieds de puissance. Elles ont elles-mêmes 1000 pieds d'épaisseur et sont recouvertes par 2000 pieds de calcaires blancs que M. Carter rapporte à la craie supérieure, et qui se trouvent en certains points surmontées par des calcaires nummulitiques.

A Bagh, les calcaires et marnes rougeâtres à échinodermes d'une puissance bien moindre (15 à 20 pieds) reposent également sur des grès qui, cette fois, sont blanchâtres.

Les faunes de ces deux localités qui offrent entre elles une parenté évidente et comprennent même des espèces communes, telles que l'*Hemiaster similis*, le *Pecten quadricostatus* (Janira), la *Neithea Alpina*, et se rapportent évidemment au même horizon de la craie moyenne que nos calcaires cénomaniens de la Palestine et de l'Idumée et du Sinaï.

Au ras (cap) Fartak et au ras Scharween sur la côte d'Arabie, M. Duncan cite la présence des espèces suivantes :

- Cidaris Cenomanensis*, Cott.
- Pseudodiadema Rœmeri*, Desor.
- Salenia scutigera*, Gray.
- Holectypus Cenomanensis*, Guer.
- Pygaster truncatus*, Ag.
- Epiaster distinctus*, Ag.
- Hemiaster similis*, d'Orb.
- Cottalidia Carteri*, Dunc.
- Pecten quadricostatus*, Sow (1).
- Pecten æquicostatus*, Lamk.
- Neithea alpina*, d'Orb. sp.
- Actinospongia*.
- Patellina concava*, Cart. sp.
- Orbitolina concava*, Lamk.

(1) Ce doit être la même Janire à trois côtes intermédiaires, que nous avons rapprochée de la *Janira trinostata* de Coq. (non Bayle).

Et à Bagh dans l'Inde :

- Hemiaster Cenomanensis*, Cott.  
*Hemiaster similis*, d'Orb.  
*Nucleolites similis* (1), Desor.  
*Nucleolites subquadratus*, d'Orb. sp.  
*Neithea Alpina*, d'Orb.  
*Pecten quadricostatus*, Sow.  
*Rhynchonella depressa*, Sow.  
*Thamnastræa decipiens*. Mich. spec.  
*Centrastræa Cenomanensis*, d'Orb.  
*Escharina*.  
*Eschara*.  
*Vincularia*.  
*Serpula plexus*, Sow.

Deux ans après, M. Duncan a publié les échinodermes fossiles recueillis au waddy Mokatteb et au waddy Badéra, dans le Sinaï, par M. Holland (2) et il a reconnu les analogies que présente cette faune avec celle du cap Fartak et de l'Inde.

Les oursins crétacés du Sinaï, déjà décrits antérieurement par Agassiz, Desor et d'Orbigny, étaient les suivants :

- Diadema Sinaicum*, Desor.  
*Pedina Sinaica*, Desor, Ag.  
*Diplopodia Sinaica*, Desor.  
*Claviaster cornutus*, d'Orb.  
*Periaster oblongus*, d'Orb.

M. Duncan a ajouté à cette liste sept espèces :

L'*Heterodiadema Libycum* que Lefèvre avait depuis longtemps déjà rapporté de ces contrées et que nous avons cité en Palestine, le *Pseudodiadema Ruppelii*, Des., qu'on retrouve en Égypte, l'*Holectypus excisus*, Des., que nous avons également recueilli à

(1) Ce nucléolite, que nous avons vu à Londres dans la collection du docteur Carter, au musée de la Société géologique, est si voisin du *Nucleolites Luynesi* des environs de Petra, que nous sommes fort enclins à penser qu'il pourrait bien se rapporter à cette dernière espèce plutôt qu'au *N. similis*, Des.

(2) *Quart. Journ. of Geol. Soc.*, 1867, p. 38.

Aïn Musa, le *Periaster elatus*, d'Orb., l'*Hemiaster gracilis*, Cott., et l'*Epiaster distinctus* qui figure dans la liste de fossiles précédents du ras Fartak.

Nous avons vu plus haut les analogies frappantes qui rattachent les couches cénomaniennes du Sinaï à celles de la Palestine et de l'Idumée, analogies que nous avons reconnues depuis plusieurs années grâce aux fossiles rapportés par Lefèvre tels que : *Heterodiadema Libycum*, *Ostrea Olisoponensis*, *Africana*, *Mermeti*, *flabellata*, etc., cette analogie est confirmée pleinement par la liste des oursins recueillis au waddy Mokatteb par M. Holland et si bien décrits par M. Duncan. Nous pouvons même ajouter aux fossiles communs à la fois à la Palestine et au Sinaï que nous venons d'énumérer, l'*Holectypus excisus*, que nous fournit la liste du waddy Mokatteb et qu'on rencontre aussi à Aïn Musa (1).

Tous les gisements de craie que nous avons cités jusqu'ici sont au nord du massif cristallin du Sinaï; on n'en a pas signalé dans l'intérieur de ces montagnes élevées, ce qui porterait à croire que cet îlot granitique était déjà émergé à l'époque des terrains crétacés.

Sur la côte du golfe d'Akaba, la craie a été signalée en plusieurs points, par exemple au ras Kureyeh, près du fond du golfe, au ras Zuweirah et sur toute l'étendue de la côte comprise entre Aïn Muweibia et le ras el Kamile.

Burkhardt cite encore la présence de ce terrain en face de l'île de Tiran.

En tournant la pointe du Sinaï et en remontant vers le nord le long du golfe de Suez, on retrouve la craie dans les collines qui séparent la plaine d'el Kaa du massif cristallin central du Sinaï. Plus loin, viennent les calcaires cénomaniens du waddy Mokatteb et du waddy Baderah dont nous avons déjà parlé. Enfin, au nord-ouest du waddy Naseb, la craie affleure assez près du rivage, et au ras Hammam, on trouve encore des calcaires

(1) Dans la note que nous venons de recevoir sur les récentes explorations du Sinaï, par M. Bauerman, se trouve l'indication des fossiles crétacés déterminés par M. Duncan.

blancs à silex. Après quoi, la craie se continue par une chaîne de collines assez distante du rivage, jusqu'aux environs de Suez, recouverte çà et là par des calcaires à nummulites et à operculines, comme à la montagne de Pharaon, près des bains de Moïse.

§ 8. *Calcaires crétacés de l'Égypte.* — Sur le bord méridional de l'isthme de Suez, opposé à la péninsule du Sinaï, se dresse la montagne de l'Attaka ou le jebel el Taka, où Russegger avait déjà observé la superposition des couches nummulitiques aux calcaires crétacés (1).

Newboldt décrit ces calcaires comme étant d'une texture compacte, rude, et de couleur fauve, criblés de trous, faisant faiblement effervescence avec les acides, comme s'ils étaient magnésiens et contenant des cavités primitivement occupées par des fossiles dont la substance a entièrement disparu (2).

On doit à M. Léon Vaillant la connaissance détaillée de ces assises dont il a relevé la coupe pendant son séjour à Suez (3).

Nous avons déjà mentionné l'intercalation de calcaires dolomitiques à la partie supérieure des terrains crétacés du Sinaï ; ici ces bancs alternent régulièrement avec des couches de craie et le passage lithologique de la craie au terrain tertiaire s'effectue à travers ces alternances d'une manière aussi insensible qu'au milieu des alternances de craie à silex de la Palestine.

Les calcaires dolomitiques de la base de l'Attaka renferment des moules de rudistes qu'on a cru pouvoir rapporter, malgré leur mauvais état de conservation, aux *Hippurites organisans* et *cornu vaccinum*. Presque immédiatement au-dessus, viennent d'autres bancs de calcaire dolomitique où se montrent des empreintes d'*Ostrea larva* (4) et d'une *janire* qui semble être la *Janira sexangularis*. Au-dessus de ces calcaires qui sont incontestablement crétacés, repose une couche mince de craie blanche surmontée de bancs très-épais de calcaire dolomitique. Plus

(1) *Loc. cit.*, t. IV, p. 309.

(2) *On the Geology of Egypt. (Quart. Journ., t. IV, p. 334.)*

(3) *Bull. de la Soc. géol. de France, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 277.*

(4) Lefevre a trouvé ce fossile en divers autres points de l'Égypte et du Sinaï.

haut sont des alternances de calcaire dolomitique et de craie et enfin, à 340 mètres environ au-dessus des bancs à rudistes, une couche mince de marnes rouges avec gypse. Toute cette série que M. Vaillant range dans le terrain crétacé est surmontée par de nouveaux calcaires dolomitiques à *orbitolites* de 150 mètres d'épaisseur, dont la faune est assurément tertiaire, et paraît être éocène autant qu'on en peut juger d'après ces moules.

Toutes ces couches sont faiblement inclinées et presque horizontales; une faille en amène la répétition à des niveaux supérieurs.

Il est douteux que les calcaires à rudistes de l'Attaka appartiennent au même horizon géognostique que ceux de la Palestine et de l'Idumée, du *Malekeh* et du *Missih* de Jérusalem, par exemple, car il faudrait admettre alors que l'étage si puissant de la craie à silex manque en ce point ou s'y trouve singulièrement réduit. La présence de l'*Ostrea larva*, celle d'une huître qui, à en juger par les empreintes qu'elle a laissées sur la roche, doit se rapprocher de l'*Ostrea Pyrenaica*; toutes ces raisons nous portent à penser que les calcaires à rudistes de l'Attaka pourraient bien se rapporter à un horizon supérieur à celui des calcaires à rudistes de la Palestine et du Sinaï.

Dans le reste de l'Égypte, la craie se présente avec les caractères que nous lui avons vu revêtir en Palestine et en Arabie Pétrée. Ce terrain affleure çà et là dans les entailles des waddis et forme la base des plateaux calcaires dont les terrains nummulitiques constituent le faite, et au milieu desquels le Nil et les cours d'eau qui lui servaient jadis de tributaires ont anciennement creusé leur lit.

Ces terrains crétacés se relèvent insensiblement vers les limites de leur domaine, en s'appuyant toujours sur les grès de Nubie qui les bordent au sud, près des montagnes d'Assouan, et à l'est, le long de la chaîne Arabique. Enfin, ils contournent ce dernier massif et se montreraient même, d'après certains auteurs, échelonnés, par lambeaux épars, le long des côtes de la mer Rouge.

En comparant entre eux les foraminifères qu'il avait recueillis dans la haute Égypte, ainsi que dans les déserts de la Libye et ceux de l'Arabie, avec les animalcules de la même classe répandus à profusion dans nos terrains crétacés d'Europe, Ehrenberg avait reconnu l'identité des uns et des autres et n'avait pas hésité à en déduire celle des couches qui les renferment.

Cela serait regardé comme imprudent aujourd'hui qu'il est reconnu que des foraminifères jurassiques vivent encore dans nos mers; mais, il y a lieu d'être émerveillé néanmoins, dans ce cas-ci, de la justesse des indications que donnèrent les dépouilles de ces petits animaux à ce savant naturaliste, en lui faisant considérer comme crétacés tous ces vastes domaines de calcaires qui couvrent la Libye, l'Égypte, l'Arabie Pétrée, la Palestine et la Syrie.

Il fut mieux inspiré en cela que plusieurs de ses successeurs qui, dans les deux dernières contrées dont il vient d'être question, les rapportèrent, les uns aux terrains jurassiques, les autres aux terrains tertiaires.

Cependant Ehrenberg ne put séparer de ces calcaires crétacés les calcaires nummulitiques qui les recouvrent, et ses successeurs n'y sont pas parvenus davantage. En se rappelant ce que nous avons dit du passage lithologique de ces deux terrains on n'en sera point surpris, car on a pu voir que nous avouons ne pas connaître encore la ligne de démarcation précise qu'il convient d'établir entre eux.

Newboldt, ne pouvant diviser les deux terrains, les réunit sous la dénomination commune de « calcaire marin ». Il prétend cependant que les couches supérieures de ce terrain marin, dans lesquelles abondent les nummulites, diffèrent lithologiquement des assises inférieures, et il leur attribue les caractères des calcaires du jebel Attaka. Nous ne pouvons être de son avis sur ce point, car dans la série tertiaire du Mokattam et de la Thébaïde on retrouve les principaux types de roche que nous a offerts la craie.

Les couches inférieures du calcaire marin seraient, au contraire, d'après Newboldt, composées de craie blanchâtre avec

des lits tabulaires ou nodulaires de silex, comme par exemple dans le voisinage de Thèbes, de Bir Inglès, etc. Ces couches à silex, où se trouvent parfois de véritables nodules de jaspe égyptien, contiennent du gypse terreux et cristallisé, du sel, du calcaire spathique, de l'aragonite, du quartz cristallisé et des dépôts considérables d'une belle variété d'albâtre calcaire connue sous le nom d'*albâtre égyptien* et fort employée par les anciens dans la fabrication de leurs vases (1).

Les couches inférieures de cet étage alternent avec des couches de marnes tendres verdâtres et brunes, employées par les anciens et par les modernes pour la poterie et le blanchiment des étoffes.

En fait de fossiles, Newboldt mentionne une couche d'*Ostrea carinata* (?) qui affleure entre Cosseir et Thèbes, en un point où M. Nash avait trouvé des turritelles, des *Cardium* et des silex qui ne seraient autres que des spongiaires fossiles (2). On a également reconnu la présence de foraminifères dans les silex de cette formation, comme nous avons vu qu'il en existe dans certains nodules siliceux de la Palestine et de l'Idumée.

Ehrenberg et Newboldt ont également appelé l'attention sur les *morpholites* ou *pierres ocellées*, sortes de concrétions siliceuses imparfaites qui affectent la forme grossière d'un œil avec ses paupières ou celle d'une planète avec son anneau. On les trouve aux environs de Thèbes et sur les bords du Nil, dans un calcaire blanc terreux avec de petites veines de gypse, de sel et de spath calcaire. Les Arabes les regardent comme des gouttes tombées du ciel, d'où le nom de *Muktah*, qu'ils leur donnent (3).

Lefèvre et Russegger ont parfaitement reconnu l'existence de

(1) Newboldt ajoute que les anciennes carrières d'albâtre étaient situées dans le désert oriental à 27°43' de latitude nord, près de Tell el Amara. Les carrières modernes sont à 8 kilom. de distance de Benisuef, dans la chaîne du Mokattam. Ce sont probablement des dépôts de sources thermales.

(2) *Edimb. Philos. Journ.*, t. XXII, p. 144-234.

(3) Il n'est pas certain que le gisement de ces morpholites appartienne à la craie ; il est plus probable qu'il est éocène.

la craie en Égypte, mais ni l'un ni l'autre ne l'ont distinguée avec un peu de précision du terrain tertiaire qui la recouvre. Russegger mentionne sa présence au Mokattam où il n'y a que des terrains nummulitiques, et Lefèvre réunit les deux terrains dans un même système, en prétendant que les nummulites se trouvent dans ces deux étages. Ce dernier voyageur a cité la présence d'hippurites au Caire et celle d'échinites à Esneh.

Il a d'ailleurs rapporté d'une foule de points de l'Égypte de nombreux fossiles qui montrent que la craie y est constituée comme en Palestine et en Arabie Pétrée, peut-être avec l'addition de quelques horizons fossilifères supérieurs qui manquent ou sont très-pauvrement représentés dans ces dernières contrées.

Les recherches de M. Figaribey n'ont guère ajouté à ces vagues données sur la constitution du terrain crétacé de l'Égypte, et nous ne pouvons que regretter qu'il n'ait pas soumis les fossiles recueillis par lui à l'examen de quelque paléontologiste compétent, et qu'il n'ait donné aucune coupe détaillée et méthodique des terrains dans lesquels on les rencontre.

Nous nous bornerons à reproduire textuellement les noms des principaux niveaux fossilifères qu'il indique dans ces couches.

Ce sont : à la partie supérieure, des calcaires à *Hippurites*, *Sphaerulites foliaceus*, *Baculites*, *Serpules*, souvent remplacés par un calcaire avec bancs et nodules de silex, où l'on trouve de grandes *Ammonites*, le *Nautilus elegans*, le *Plagiostoma spinosum*, la *Gryphæa columba*, l'*Isocardium Carinthica*, *Trigonia*, *Exogyra*, *Baculites*, *Echinides*, *Spatangus cor-anguinum* et dents de squalé.

Ces couches reposeraient sur des calcaires tufacés à la base desquels on trouverait l'*Ostrea carinata*, la *Gryphæa columba*, des *Hamites*, etc.

D'après le même auteur, la partie moyenne du terrain crétacé, qu'il assimile au gault, serait constituée par des marnes et argiles vertes traversées de veines de gypse et de sel gemme, et qui renfermeraient : *Inoceramus concentricus*, *undulatus*, *Plicatula*, *Nucula pectinata*, *Ostrea deltoïdea* (!), etc. Des grès sili- ceux seraient intercalés à ces assises.



La partie inférieure du terrain crétacé serait constituée par des sables chloritiques qui n'affleuraient que vers le jebel Selseleh, dans la vallée d'Arabah, près des monastères de Saint-Paul et de Saint-Antoine, etc.

Nous nous faisons, il faut bien l'avouer, une autre idée du terrain crétacé de l'Égypte. D'après les observations rapportées plus haut, et surtout d'après les collections réunies par Lefèvre, il nous paraît qu'il ne diffère de la craie de la Palestine et de l'Arabie Pétrée que par quelques détails de peu d'importance.

Les assises inférieures sont composées de calcaires et de marnes jaunâtres ou verdâtres, parfois chloritiques, comme dans le Sinaï et caractérisés par les *Ostrea Olisoponensis*, *Mermeti*, *flabellata*, *Africana*, ainsi que par la faune d'échinodermes que nous avons eu plusieurs fois déjà l'occasion de citer et dont le type le plus constant est l'*Heterodiadema Libycum*. Ces oursins et ces exogyres ont été rapportés par Lefèvre de plusieurs points de l'Égypte, notamment de la région comprise entre Suez et Cosseir et de la vallée d'Arabah.

La série supérieure se compose de marnes et de calcaires blanchâtres plus ou moins crayeux qui contiennent à leur partie supérieure des bancs nodulaires et tabulaires de silex et sont imprégnés de gypse et de sel comme dans les contrées avoisnantes.

Il est à croire qu'on rencontrera entre ces deux étages de la craie les bancs de calcaire dolomitique et de calcaire à rudistes qui les séparent dans les régions voisines et auxquels les calcaires dolomitiques à rudistes de l'Attaka pourraient bien être supérieurs.

Nous avons déjà dit que Lefèvre a recueilli des hippurites dans certains calcaires des environs du Caire. Ces calcaires à rudistes sont recouverts par une lumachelle friable et composée de petites huîtres au-dessus de laquelle viennent des bancs de calcaire avec Nérinées, Tornatelles, etc. On a vu que les bancs calcaires à rudistes de Jérusalem renfermaient des couches à nérinées et autres gastéropodes. Il est donc à espérer que l'horizon des calcaires à rudistes de la Judée se retrouvera en Égypte.

Nous venons de suivre ainsi, depuis le Liban jusqu'à l'Hadramaut, en Arabie, et depuis l'Inde jusqu'au désert Libyque, une faune crétacée bien caractérisée et qui a son cachet spécial. Les rares fossiles rapportés du désert Libyque, ceux qu'Overweg a recueillis dans le Fezzan, les faunes si riches des couches crétacées de l'Algérie que les travaux de M. Coquand ont rendues célèbres, celles de plusieurs points du Portugal, de l'Espagne et de la Sicile, nous permettraient d'élargir encore beaucoup le domaine de cette craie méditerranéenne et africaine qui revêt des caractères propres et un peu différents de ceux qu'affectent les dépôts du même âge dans nos bassins septentrionaux.

En résumé, il n'y a encore de bien établi, dans les régions orientales que nous étudions, que la présence d'une série puissante d'assises cénomaniennes qui se termine par une formation de calcaires à rudistes. Au-dessus viennent cependant des calcaires tendres blanchâtres surmontés de craie à silex, et ces couches, malgré le caractère ambigu de leur faune, doivent appartenir encore, au moins en grande partie, à la craie. Toute cette série est surmontée de calcaires tantôt compactes, tantôt friables, tantôt tabulaires, qui passent aux roches précédentes par les transitions les plus ménagées. Ces calcaires renferment en certains points des nummulites, et c'est d'eux que nous nous occuperons maintenant.

---

## CHAPITRE VIII.

### TERRAINS TERTIAIRES.

§ 1. *Eocène*. — La présence des nummulites en Égypte et en particulier aux environs du Caire est un fait qui a été signalé dès les temps les plus anciens, et il serait superflu de rappeler ici les interprétations auxquelles donnèrent lieu ceux de ces corps que l'on trouva répandus avec tant de profusion

dans les calcaires qui servirent à l'édification des pyramides.

On a aujourd'hui retrouvé ces foraminifères dans la plupart des régions du globe, particulièrement dans l'Asie occidentale, et depuis une dizaine d'années on a signalé leur existence en Syrie.

Dans son travail sur les fossiles nummulitiques de l'Égypte, M. Bellardi a cité, comme se trouvant au mont Carmel, la *Nummulites Beaumonti* (1). M. Conrad avait déjà décrit, en 1852, dans le rapport officiel de l'expédition américaine à la mer Morte, une nummulite provenant d'Arby (localité qui m'est complètement inconnue et sur laquelle il n'est donné aucun renseignement), qu'il nomme *N. Arbyensis* (2).

M. Gaillardot a fait connaître un peu plus tard un gisement nummulitique de la Phénicie. Ce voyageur avait déjà donné, en 1853, à M. Gaudry, lors du passage de ce dernier à Saïda, des nummulites qui furent déterminées au Muséum comme étant la *N. Ramondi* et d'autres foraminifères qui parurent se rapporter à l'*Operculina ammoncau*. Ils étaient engagés dans un calcaire blanchâtre et dans des silex dont le gisement précis restait malheureusement ignoré.

Trois ans plus tard, M. Gaillardot écrivait à M. Gaudry pour lui annoncer qu'il avait retrouvé ce gisement près de Saïda (3), sur les côtes de la Phénicie.

Dans la Galilée, la Samarie et la Judée, on n'avait point encore signalé ces fossiles, lorsqu'en passant à Sebastieh et à Naplouse, en 1864, nous eûmes la bonne fortune d'en découvrir deux gisements que nous fîmes connaître l'année suivante, en même temps qu'un autre gîte situé en Idumée, au waddy Gharrundel, entre Pétra et la mer Rouge, où ces fossiles n'avaient pas été encore rencontrés.

M. Fraas a ensuite indiqué la *Nummulites variolaria* dans les calcaires crayeux à silex de la Judée et la *Nummulites cretacea*

(1) *Catal. dei fossil. numulitici d'Egitto*. (Mem. acad. de Turin, 2<sup>e</sup> série, t. XV, p. 171, 1855.

(2) *Offic. rep.*, p. 227, pl. 22, fig. 127, 1852.

(3) *Bull. de la Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIII, p. 538, 1856.

dans les calcaires à rudistes et à nérinées de Jérusalem. Nous avons dit dans le chapitre précédent ce que nous pensions de ces découvertes.

Russegger a depuis longtemps mentionné la présence des terrains nummulitiques dans le Sinaï, mais c'est surtout en Égypte qu'il est bien développé et riche en horizons fossilifères; aussi, est-ce là qu'il faut l'étudier de préférence. Mais comme dans ce travail la Palestine est l'objet principal de nos recherches, et bien que ce terrain y soit assez pauvrement représenté, nous commencerons par décrire les quelques gisements où la présence des nummulites est bien constatée, dans cette dernière contrée, et nous passerons ensuite rapidement en revue la succession des principales assises fossilifères dont il se compose en Égypte.

Nous n'avons aucun renseignement sur les gisements d'Arby et du Carmel. Quant à celui des environs de Saïda (Sidon), les nummulites, comme nous l'avons dit, sont engagées dans des calcaires blanchâtres et dans des silex brunâtres.

Dans la Samarie, entre Sebastieh et Naplouse, on trouve la *Nummulites Lucasana* répandue en abondance dans des calcaires blanchâtres assez tendres.

A Naplouse (Sichem), les blocs de calcaire accumulés au pied du mont Garizim sont pétris de nummulites (*Nummulites Guettardi*). Ce calcaire est gris clair, dur, compacte, à cassure esquilleuse, cireuse et translucide sur les bords. Il ressemble assez au calcaire à nérinées de Jérusalem et ferait comme lui un beau marbre s'il était poli. Les nummulites y foisonnent et font saillie sur les surfaces de la roche exposées depuis longtemps aux agents atmosphériques.

Ces fragments de calcaires, non roulés, viennent de la partie supérieure du Garizim. Cette montagne est composée de calcaires en bancs horizontaux assez minces et reposant sur les marnes blanches.

Environ au tiers de la hauteur de la montagne, se trouvent des grottes spacieuses qui paraissent avoir servi de carrière pour l'extraction des calcaires tabulaires dont nous venons de parler.

On y voit ces derniers alterner avec des lits extrêmement minces de marnes qui, plus aisément érodés que les calcaires, ont donné lieu à des rainures entre leurs banes.

Voici la coupe qu'on peut relever sur les parois de la principale grotte du Garizim qui a 15 mètres de haut, les assises se succédant depuis le haut jusqu'au bas de la grotte, comme il suit :

Calcaire compacte jaune avec empreintes vagues de plantes (?). . . . .	5 <sup>m</sup>
Nodules de limonite. . . . .	0 <sup>m</sup> ,05
Calcaire compacte jaunâtre . . . . .	0 <sup>m</sup> ,30
Nodules de limonite. . . . .	0 <sup>m</sup> ,05
Calcaire compacte jaunâtre . . . . .	1 <sup>m</sup> ,00
Marne . . . . .	0 <sup>m</sup> ,20
Calcaire . . . . .	0 <sup>m</sup> ,25
Marne crayeuse. . . . .	0 <sup>m</sup> ,20
Calcaire blanc jaunâtre . . . . .	0 <sup>m</sup> ,30
Marne crayeuse tendre. . . . .	0 <sup>m</sup> ,20
Calcaire crayeux, etc., etc. . . . .	0 <sup>m</sup> ,30

Ces alternances paraissent enfin reposer sur des marnes crayeuses blanchâtres qu'on voit de loin affleurer au bas de la vallée et se poursuivent en dessus jusqu'aux deux tiers de la hauteur du Garizim.

Nous avons vu à Londres, dans la collection de M. Poole, un silex provenant du Garizim et dans lequel se trouvent engagées de grandes et petites nummulites. Ici, comme aux environs de Saïda, il y a donc incontestablement des nodules de silex au milieu des couches nummulitiques. On pourrait être tenté d'après cela de leur rattacher les couches de craie à silex dont nous avons parlé dans le dernier chapitre. Mais, comme il existe pareillement des silex dans les terrains crétacés qui supportent ces dernières, cet argument ne prouve rien. D'ailleurs, on a vu quelles raisons nous empêchent de séparer jusqu'à présent ces marnes blanches à silex de la craie sous-jacente, bien qu'il soit impos-

sible de nier que la partie supérieure de cette formation ne puisse appartenir au terrain tertiaire.

Pour la Judée, d'après M. Fraas, le docteur Roth aurait rapporté des environs de Jérusalem des silex renfermant le *Nautilus Zic Zag* (Aturia?) la *Pyramidella canaliculata*, la *Nummulites variolaria* et la *N. Biarritzensis*.

Ces exemples suffisent pour prouver l'existence du terrain tertiaire inférieur dans la Palestine. Des observations plus complètes et plus multipliées pourront seules en agrandir le domaine, car, ainsi qu'on le pense bien, quand on parcourt à cheval des contrées aussi vastes, ce n'est qu'au hasard seul que l'on doit d'y découvrir des fossiles aussi petits que les nummulites, et assurément nous avons dû marcher sur des calcaires tertiaires sans nous douter de leur âge véritable, puisque, par leurs caractères lithologiques, ils ne diffèrent pas sensiblement des calcaires crétacés sous-jacents.

En Idumée, ces calcaires éocènes doivent également occuper des surfaces assez étendues, et nous ne serions nullement surpris qu'on les retrouvât un jour dans les calcaires tabulaires superposés à la craie à silex fossilifère de l'Arabah, près du waddy Melihéh.

Au sud du faite de l'Arabah, et au débouché du waddy Gharrundel dans le waddy Akaba, nous avons trouvé des calcaires les uns blancs, presque cristallins et très-compacts, les autres fauves, s'égrenant avec facilité, qui renferment les uns et les autres de grandes et petites nummulites que M. d'Archiac a déterminées comme étant les *Nummulites Lyelli*, var. *a.*, et *Lucasana*, var. *b.*

Dans le Sinâï, Russegger a signalé sur plusieurs points l'existence du terrain nummulitique, notamment dans le calcaire gris compacte, à cassure conchoïdale, du jebel Jaraf qui repose sur la craie à silex.

Ces calcaires doivent occuper, avec la craie à silex, une grande partie des steppes du Tyh, et on les retrouve en divers points de la côte occidentale de cette presque île.

Lefèvre a rapporté de la montagne de Pharaun, non loin de

Suez, des échantillons de calcaire à *operculines*, et du waddy Hamara des calcaires avec débris d'*Echinolampas* et de *Periaster obesus* qui empâtent des silex noirs et sont gypsifères.

Le terrain nummulitique est très-développé en Égypte, surtout près des bords de la Méditerranée, vers laquelle il plonge insensiblement ainsi que le terrain créacé auquel il est superposé. Il diminue d'épaisseur vers le sud et disparaît à peu près vers la latitude d'Esneh pour faire place à la craie qui, plus loin, est elle-même remplacée par les grès de Nubie.

Le terrain nummulitique s'étend probablement fort loin vers l'ouest, dans les déserts de la Libye.

A l'est du Nil, nous avons vu qu'il forme les couches supérieures des rangées de collines alignées depuis la vallée de ce fleuve jusqu'à la mer Rouge, et dont la plus intéressante et la mieux connue est celle qui part du Mokattam, près du Caire, pour aller se terminer à l'Attaka, près de Suez.

Nous avons déjà, d'après M. Vaillant, indiqué la succession des assises créacées et nummulitiques du jebel Attaka et montré que, parmi ces alternances de calcaires dolomitiques et de calcaires crayeux, il était aussi difficile d'établir une limite nette entre le terrain tertiaire et le terrain créacé, qu'au milieu des alternances de craie et de bancs siliceux de la Palestine. Les calcaires dolomitiques de la partie supérieure ressemblent à s'y méprendre aux calcaires dolomitiques créacés de la base, et pourtant ils sont bien évidemment tertiaires, comme le prouvent les nombreuses empreintes de corps organisés qu'ils renferment. Bien que l'état de ces empreintes ne permette pas d'identification spécifique bien rigoureuse, les formes en sont toutes tertiaires, et M. Fischer les a rapportées aux espèces éocènes suivantes dont la plupart se retrouvent dans notre calcaire grossier parisien.

*Trochus funiculosus*, Desh.

*Terebellum convolutum*, Lamk.

*Corbula gallicula*, Desh.

— *exarata*, Desh.

*Corbis lamellosa*, Lamk.

- Arca angusta*, Lamk.  
 — *profunda*, Desh.  
*Chama calcarata*, Lamk.  
*Lima rara*, Desh.  
*Diphelia Solanderi*, Defr.  
*Astreopora panicosa*, Michel.  
*Orbitolites complanata*.  
*Alvéolines*.

D'autres moules se rapportent aux genres *Delphinula*, *Turbo*, *Venus*, *Pecten*, *Vulsella*, etc.

Ces calcaires dolomitiques tertiaires sont recouverts de blocs qui renferment des Potamides.

On remarque dans cette faune l'absence complète des nummulites, ce qui donnerait à penser que ces calcaires correspondent à un niveau inférieur à celui dans lequel pullulent en Égypte ces foraminifères.

Notre savant confrère, M. Delanoue, vient d'ailleurs de découvrir, dans la haute Égypte, une faune tertiaire plus ancienne que le terrain nummulitique de cette contrée et qui correspondrait au *London clay*. Ces fossiles ont été recueillis au nord-ouest de l'ancienne Thèbes, dans la chaîne Libyque et dans le voisinage des tombeaux des Rois.

Lefèvre avait déjà recueilli en ce point des turritelles, des mytils, des cardites et surtout ces moules de grandes bivalves si répandus en Égypte, que l'on connaît sous le nom de *Lucina Ægyptiaca* et de quelques autres. Les calcaires dans lesquels Lefèvre recueillit ces débris de mollusques reposeraient, d'après ce voyageur, sur des marnes crayeuses avec silex et quelques oursins. Au-dessous viendraient des calcaires crayeux à silex recouvrant, à leur tour, des marnes grises colorées en rouge à leur base.

La coupe de M. Delanoue est beaucoup plus complète et nous fait connaître des niveaux fossilifères qui ont complètement échappé à ses prédécesseurs. M. d'Archiac a étudié les débris d'êtres organisés qui en proviennent, et cette double étude stratigraphique et paléontologique peut être résumée dans la coupe



suiivante qui donne la succession des assises du haut en bas (1).

1° Calcaires blanchâtres tendres, quelquefois siliceux et durs à <i>Ostrea flabellula</i> .....	} 90 mètres.
Calcaire blanc, dur, siliceux, à <i>Nummulites Thebaica</i> .....	
2° Marnes et calcaire marin à Échinides ( <i>Macropneustes</i> , <i>Schizaster</i> , <i>Amphiletus</i> .....	} 71 mètres.
Calcaire marneux blanc à <i>Nautilus Forbesi</i> , <i>Natica cerpacea</i> , <i>Lucina squamula</i> , <i>Crassatella tumida</i> , <i>Venus cyrenoïdeæ</i> , <i>Nucula</i> , <i>Turbinolia plana</i> , <i>Nummulites distans</i> , <i>planulata</i> , <i>Guettardi</i> , <i>Operculina ammonæa</i> , <i>Orbitoides</i> .....	
Calcaire caverneux, noduleux, gris, très-dur.....	
3° Calcaire marneux blanchâtre à grandes bivalves rapportées au genre <i>Lucina</i> ( <i>L. Egyptiaca</i> , <i>dilatata</i> , <i>inflata</i> , <i>cycloïdeæ</i> ), av. c concrétions siliceuses sphériques (pierres à lunette) (2); <i>Mytilus</i> , <i>Lucina squamula</i> , <i>bialata</i> , <i>Cyprina</i> , <i>Crassatella</i> , <i>Cardita mutabilis</i> , <i>obliqua</i> , <i>Dufrenoyi</i> , <i>Venus transversa</i> , <i>suberycinoïdes</i> , <i>Cytherea lunaria</i> .....	} 80 mètres.
Calcaires à <i>Callianassa</i> , <i>Turritella subsfasciata</i> , <i>Nucula similis</i> , <i>parisensis</i> , <i>Mactra dubia</i> , <i>Psammotea dubia</i> , <i>Panopæa puella</i> , <i>Buccinum</i> , <i>Voluta</i> , <i>Hurpa</i> , <i>Trochus</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Arca</i> .....	
Calcaire blanc marneux compacte à grandes Lucines ( <i>Lucina Egyptiaca</i> , <i>viridis</i> , <i>Bellardi</i> ).....	
4° Calcaire blanchâtre crayeux sans fossiles, dans lesquels sont creusés les tombeaux des rois.....	} 116 mètres.

Au-dessous viennent les couches parmi lesquelles se trouve l'horizon fossilifère que M. d'Archiac rapproche du *London clay*.

5° Marne grise feuilletée, se délitant facilement, avec rognons de strontiane, écailles de poissons cycloïdes, foraminifères ( <i>Globigerina</i> , <i>Nodosaria</i> , etc.), et crustacés ostracodes ( <i>Cyprinula</i> ) en prodigieuses accumulations.....	} 31 mètres.
Banc de fossiles transformés en fer hydroxydé, poissons ( <i>Lamna</i> , vertèbres de <i>Téléostéens</i> ); Mollusques ( <i>Aturia Zig-Zag</i> ; <i>Nautilus centralis</i> ; <i>Triton colubrinum</i> ; <i>Pyrula</i> ; <i>Fusus labiatus</i> , <i>gradatus</i> , <i>lunatus</i> , <i>funiculosus</i> ; <i>Pleurotoma terebrais</i> , <i>Ringicula</i> , <i>Voluta ambigua</i> ; <i>Mitra</i> ; <i>Natica brevispira</i> , <i>canaliculata</i> ; <i>Cerithium</i> ; <i>Littorina sulcata</i> ; <i>Tornatella simulata</i> ; <i>Terebatula tenuistriata</i> ; <i>Mudiolaria</i> ; <i>Nucula trigona</i> , <i>lissa</i> , <i>prælonga</i> , <i>similis</i> , <i>bisulcata</i> , <i>Bowerbanki</i> , <i>transversa</i> ; <i>Leda amygdaloïdes</i> , <i>striata</i> , <i>costulata</i> ; <i>Limopsis</i> ; <i>Cardium</i> , <i>Lucina Goodhalli</i> ; <i>Isocardium</i> ; <i>Neræa</i> ); Oursins ( <i>Hemister</i> , voisin de <i>H. Bowerbanki</i> ; <i>Cidaris</i> ; <i>Cotopleurus</i> ou <i>Pseudotriadena</i> ); Rayonnés ( <i>Pentacrinus</i> ); Polypiers ( <i>Turbinolia</i> ).....	
Marne passant à la base à un calcaire marneux blanc avec moules de <i>Pénopæa</i> .....	

(1) Voyez *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sc.*, t. LXVII, p. 701, octobre 1868.

(2) Ce doivent être les *Morpholites* ou *pierres ocellées* d'Ehrenberg et de Newboldt, qui décidément correspondraient à un horizon tertiaire et non crétacé.

Ainsi donc, comme le fait remarquer M. d'Archiac, à 200 mètres au-dessous de l'horizon nummulitique ordinaire de l'Égypte, se trouvent, dans des calcaires considérés jusqu'à présent comme crétacés, une faune tertiaire offrant la plus grande analogie avec celle du *London clay*, de l'argile sableuse de Braklesham, de Barton, etc., et du nummulitique tout à fait inférieur des autres contrées.

Pour étudier les assises supérieures de l'éocène ou le terrain nummulitique proprement dit de l'Égypte, nous n'avons qu'à nous transporter de Thèbes à la colline du Mokattam, près du Caire, localité classique et qui a fourni, depuis nombre d'années, les fossiles nummulitiques d'Égypte que l'on voit dans nos collections d'Europe.

Russegger, dans sa coupe générale du Mokattam, y distingue trois masses principales: 1° le calcaire nummulitique supérieur avec nombreux bancs coquilliers; 2° un calcaire blanc terreux intermédiaire; 3° le calcaire nummulitique inférieur.

Lefèvre a rapporté de la même localité une série méthodique d'échantillons de roches et de fossiles qui correspondent à une coupe très-détaillée que l'on peut ainsi présenter, en allant du sommet de la colline, occupé par des grès rouges et des argiles miocènes jusqu'à la base.

- |  |           |
|--|-----------|
| 1° Calcaire, jaune, lourd, avec cristaux de Célestine et débris de crustacés<br><i>Turritella</i> ( <i>T. fasciata</i> ?), <i>Terebellum</i> , <i>Oursins</i> .....  | 20 pieds. |
| 2° Alternances de calcaires jaunâtres pétris de fossiles ( <i>Crustacés</i> , <i>Oursins</i> ,<br><i>Turritelles</i> , <i>Carolia placunoides</i> ), avec des marnes salifères et gyp-<br>seuses.....  | 24 pieds. |
| 3° Marnes d'un vert jaunâtre, gypsifères.....  | 15 pieds. |
| 4° Calcaire marneux, salifère, avec débris de poissons, <i>Lucina</i> ( <i>Ægypti-</i><br><i>tiaca</i> ?), <i>Leda</i> , <i>Pectunculus</i> , <i>Natica</i> .  |           |
| 5° Calcaire rempli de très-petites <i>Nummulites</i> , <i>Lucina</i> ( <i>Ægyptiaca</i> ?), <i>Vul-</i><br><i>sella</i> , <i>Carolia placunoides</i> ? <i>Natica</i> (très-grande), <i>Cardita</i> ( <i>C. pla-</i><br><i>nicosta</i> ?), <i>Cerithium</i> ( <i>C. giganteum</i> ?), <i>Nerita conoidea</i> , <i>Terebellum</i> ,<br><i>Nautilus</i> , <i>Turritella</i> , <i>Conus</i> , <i>Ostrea</i> ( <i>O. flabellula</i> ?), <i>Oursins</i> ( <i>Pe-</i><br><i>riaster</i> ?), <i>Polypiers</i> , etc..... |           |
| 6° Calcaire jaunâtre, friable, salifère avec <i>Nummulites</i> , <i>Turritelles</i> , <i>Tro-</i><br><i>chus</i> et des <i>Bulles</i> de grande taille.....  | 24 pieds. |
| 7° Calcaire blanchâtre pétri de <i>Turritelles</i> et de <i>Nummulites</i> , <i>Nerita co-</i><br><i>noidea</i> , <i>Cerithium</i> ( <i>C. giganteum</i> ?), <i>Natica</i> (de grande taille);<br><i>Spondylus</i> , <i>Ostrea</i> , <i>Periaster</i> .....  | 35 pieds. |

- 8° Alternances de calcaires plus ou moins friables et de marnes jaunes de 2 à 4 pieds d'épaisseur, avec *Serpula*, *Spondylus*, *Pecten* et *Oursins*..... 35 pieds.
- 9° Bancs puissants de calcaires jaunâtres avec *Nummulites* et débris d'*Oursins*; dents de *Squales* et *Turritelles*.
- 10° Calcaires blanchâtres, parfois rougeâtres, avec débris de *Crustacés* et *Dentales*.
- 11° Calcaires jaunâtres avec *Nautilus*, *Ampullaria*, *Lucina*, *Turritella*, *Pecten*, *Oursins*, etc., de 40 pieds d'épaisseur, et dans lesquels ont été pratiquées d'anciennes exploitations.

Telle est la succession des couches dont Lefèvre a rapporté des échantillons et des fossiles. On remarquera que les assises inférieures sont dépourvues de nummulites et que la couche la plus inférieure, les calcaires à *Nautilus*, se trouvent à 200 pieds au-dessous des niveaux à *Lucina Ægyptiaca* et à *Nerita conoidea*, de telle sorte qu'en cherchant bien on retrouverait peut-être, aux environs du Caire, la faune si intéressante à *Nautilus (Aturia) zig-zag*, découverte par M. Delanoue dans la Thébaïde. Cela est d'autant plus probable que M. Gaillardot, dans la description qu'il donne du Mokattam (1), signale à sa base des bancs marnosableux, ocracés, avec nombreux rameaux de fer hydroxydé et rempli de fragments de coquilles brisées parmi lesquels on trouve des *ammonites très-petites dont le test a été converti en fer hydroxydé*. Les *aturies* ont pu être facilement confondues avec des *ammonites* qu'il serait d'ailleurs bien extraordinaire de trouver dans des couches tertiaires. Il n'est donc pas impossible que ce niveau à petites ammonites converties en fer hydroxydé puisse correspondre au niveau à aturies également changées en limonite des environs de Thèbes (2). La coupe de M. Gaillardot est

(1) *Coup d'œil sur les calcaires crétacés des environs du Caire* (Ann. de la Soc. d'ém. des Vosges, t. V, p. 703, 1845).

(2) Ceci nous suggère une réflexion au sujet des critiques de M. d'Archiac, portant sur un passage de Pline, sur lequel on s'appuie pour prouver que les anciens ont connu les corps que nous appelons *ammonites*. L'éminent professeur fait remarquer qu'aucun voyageur n'a signalé d'*ammonites* dans cette partie de l'Afrique (l'Éthiopie et la haute Égypte), et qu'il faudrait supposer, de plus, que ces prétendues *ammonites* étaient à l'état de fer sulfuré, fort petites et d'une parfaite conservation pour qu'on pût les regarder comme des gemmes ou pierres précieuses (*Ammonis cornu inter sacratissimum aethiopicum*

d'ailleurs assez détaillée et mérite d'être consultée. Malheureusement, dans ses essais de parallélisme des terrains de l'Égypte avec ceux de la Syrie, l'auteur confond, sous le nom d'*étage Libanien*, les terrains les plus différents par leur âge et par leur nature.

Quant à M. Figari bey, il sépare le terrain éocène du terrain nummulitique, et signale, dans le premier de ces étages, des fossiles nombreux tels que : *Astarte gracilis*, *Cyrena cuneiformis*, *Corbula pisum*, *Cerithium nudum*, *Ostrea crassissima*, *Venus incrassata*, *Arca antiquata*, *Cyprina rustica*, *Venericardia planicosta*, *Pecten benedictus*, *Unio littoralis*, etc. (1). Ce singulier mélange d'espèces éocènes, miocènes et même actuelles, que nous reproduisons sans autre critique, suffit pour mettre en garde, une fois de plus, contre les déterminations paléontologiques de cet auteur et les déductions stratigraphiques qu'il en a tirées.

C'est grâce surtout à M. Fraas que l'on a aujourd'hui des notions un peu exactes sur les terrains nummulitiques des environs du Caire (2). Ce géologue les divise en quatre sous-étages :

1° Le premier et le plus inférieur, qu'il compare à l'*étage suessonien* de d'Orbigny, se compose de calcaires jaunes à *Calianassa* et à *Nummulites planulata*. Les débris de crustacés y sont identiques avec ceux que l'on rencontre au Gué à Tresme, près de Lisy-sur-Ourcq, dans nos sables de Beauchamp. On y trouve en outre la *Nerita cenoidea*, la *Turritella imbricataria*, le *Periaster obesus*, l'*Alveolina oblonga*. Cet étage affleure entre le Caire et Suez, ainsi qu'au waddy Haschale.

2° Le second étage est celui qui a fourni la pierre de construction du Caire ; il est caractérisé par le *Cerithium giganteum*. A la base, sont des calcaires nummulitiques jaunes, de 6 pieds d'épaisseur, avec baguettes et autres débris de *Porocidaris serrata*, et qui sont superposés au calcaire nummulitique à *Periaster obesus*, *Nummulites Ramondi* et *Guettardi*.

Au-dessus de ces calcaires à *Porocidaris serrata*, se trouvent au Mokattam les bancs

*gemmas aureo colore arietis cornu effigiem reddens*, etc.). D'Archiac, *Géol. et paléont.*, p. 15.

Tous les géologues savent que les fossiles convertis en fer sulfuré, pyriteux, dorés, se transforment aisément en limonite ; il ne serait donc pas impossible de trouver aux environs de Thèbes de petites aturies ayant conservé leur éclat premier, et qui répondraient exactement à la description de Pline.

(1) *Studii scientifici*, p. 132.

(2) *Aus dem Orient*, p. 116.

de pierres de construction qui alimentent, depuis dix siècles, la ville du Caire. C'est un calcaire terreux, de couleur claire avec des fossiles (*Cerithium giganteum*, *Nautilus imperialis*, etc.) remplis de célestine. C'est dans ces couches qu'est taillée la figure colossale du Sphinx.

3° Le troisième étage se compose de calcaires plus durs que le précédent, et les bancs inférieurs sont gypsifères. Il renferme des *Conoclypus* et de grandes Nummulites (*N. Ghyseformis*) ainsi que des bivalves. C'est dans ces calcaires, qui ont environ 25 mètres d'épaisseur, qu'ont été creusées les tombes royales de Beni Hassan.

4° Enfin, le quatrième banc débute par des bancs d'huîtres; il se continue par des couches à Turritelles et à *Scalaria impar*, et se termine par un calcaire grossier à *Schizaster Africanus*.

Telle est la succession des assises nummulitiques des environs du Caire, qui forment de vastes échelons correspondant aux divers étages de ce terrain et sont recouvertes par les argiles et les grès rougeâtres miocènes du jebel Ahmar, que M. Fraas considère comme appartenant à l'horizon des sables de Fontainebleau et dont nous allons maintenant nous occuper.

§ 2. *Miocène*. — Nous venons de voir qu'on trouve au Mokattam, au-dessus des terrains nummulitiques, une série de dépôts principalement constitués par des grès rougeâtres, siliceux, quelquefois lustrés. Le jebel Ahmar (montagne rouge) tire son nom de la présence à son sommet de ces grès rouges, qui y ont été exploités sur une vaste échelle.

Ces grès renferment fréquemment des troncs d'arbres silicifiés, et, lorsqu'ils se désagrègent, les vents du désert entraînent les grains de sable, ne laissant que les galets de jaspe et de silex et les troncs d'arbres. Ces derniers s'y trouvent parfois accumulés en si grande quantité qu'ils présentent l'aspect d'une véritable forêt dont les arbres auraient été abattus par l'ouragan, d'où le nom de *Forêt pétrifiée* qu'on a donné à l'un de ces dépôts de bois silicifiés situé dans le voisinage du Caire. Les voyageurs ne manquent pas d'aller le visiter et, depuis fort longtemps, on rapporte de ce gisement les cailloux de jaspe connus sous le nom de *Caillou d'Égypte*, ainsi que des exemples du mode de pétrification de ces arbres, dont la structure la plus intime a été respectée. Ces bois appartiennent en général à des dicotylédones, d'après l'examen que Robert Brown fit de ceux qu'en avait

rapportés Newboldt. On en a découvert d'autres gisements dans la Nubie et jusque dans le pays des Voro-Gallas, au sud-est de l'Abyssinie. A Abu-Sambel, le révérend Monro aurait trouvé un conifère dans un gisement analogue (1).

D'après M. Unger, les troncs les plus abondants, dans la forêt pétrifiée du Caire, appartiendraient à la *Nicolia Ægyptiaca*. Le même botaniste a reçu de Voro-Emana, au nord de Schoa, dans le pays des Voro-Gallas, la même espèce végétale.

On trouve, d'après Russegger, des gisements analogues dans la portion septentrionale de la presqu'île du Sinaï. Cet auteur fait mention de l'existence, près de Nakbah-um-Brahi, dans le waddy el Arisch, de grès compactes siliceux, bariolés, d'une puissance de vingt brasses et ressemblant en tout à ceux du jebel Ahmar. Ils seraient éparpillés entre le Hedj et le Tober, et renfermeraient aussi des cailloux de jaspe et de silex, ainsi que des débris de végétaux silicifiés.

Dans la Syrie, en Palestine et en Idumée, il n'existe pas, à notre connaissance, de dépôt miocène marin. Ces régions étaient émergées à cette époque; mais dans l'Inde on retrouve, suivant M. Kaye (2), des sables, des grès et des conglomérats rougeâtres reposant sur des calcaires crétacés et contenant des bois silicifiés dont quelques-uns ont jusqu'à cent pieds de long. Cette véritable forêt pétrifiée, qui ne le céderait en rien à celle du Caire, est située à 160 milles de la mer, du côté de Pondichéry, et pourrait bien être du même âge que les gisements de l'Abyssinie, de la Nubie et de l'Égypte.

Dans ce dernier pays, les grès sont associés à des marnes calcaires, gypsifères et salées et recouvrent, par places disposées assez capricieusement, d'après Newboldt, les calcaires crétacés et nummulitiques, depuis la Méditerranée jusqu'aux déserts de la Nubie et de la Libye.

Là où les grès se désagrégeaient facilement, les agents atmosphériques en ont eu aisément raison et les ont fait disparaître,

(1) *Edinb. phil. Journ.*, t. XVIII, p. 337.

(2) *Transact. of the geol. Soc. of London*, 2<sup>e</sup> sér., t. VII, 1855-56, p. 85.

de telle sorte qu'il n'en reste plus que des *témoins* éparpillés à la surface du sol et dont certains ont dû leur conservation, comme le jebel Ahmar, par exemple, à un ciment siliceux qui les a pénétrés. Les grains de sable résultant de cette désagrégation ont été entraînés et dispersés à la surface des déserts, où ils contribuent à alimenter les sables mouvants.

Ces grès sont quelquefois d'un rouge de sang, d'autres fois blancs ou jaunes. Ils passent parfois à un conglomérat bréchoïde ou à un poudingue. Leurs éléments se composent principalement de silex et de jaspe arrachés aux calcaires crétacés et nummulitiques. Les couches de grès sont souvent assez minces, et leur épaisseur varie de quelques pouces à 200 pieds. Les marnes blanches, brunes ou vertes qui leur sont subordonnées excèdent rarement 10 pieds de puissance.

Ces couches couvrent les plates-formes du désert Libyque et de l'oasis d'Ammon, et Ehrenberg y avait déjà reconnu (1) des formes tertiaires différentes des espèces actuelles.

Ces grès ont été exploités, comme pierre à moudre, aux environs du Caire, et les variétés les plus compactes ont servi aux dallages.

On trouve, sur les bords de la vallée d'Égypte, des sables et des grès qui appartiennent encore à l'étage miocène. Ils se montrent aux environs du Caire, près du tombeau des Kalifes, vers Saqarah, près des pyramides de Ghizeh et dans le voisinage du Sphinx. On voit, dans cette région, des calcaires nummulitiques couverts de *balanes* et d'huitres (*Ostrea undata*), perforés par des pholades (*Pholas rugosa*), des pétricoles et des lithodomes, et qui paraissent avoir été les récifs ou les falaises de la mer falunienne, au fond de laquelle ont été déposés les sables. M. Fraas a recueilli dans ces derniers les fossiles suivants : *Clypeaster Ægyptiacus*, *Pecten Dunkeri*, *asperulus*, *Cytherea erycina*, *Balanus sulcatus*, *Strombus coronatus*, *Cassis*, etc.

L'isthme de Suez est formé : 1° d'une partie centrale comprise entre les hauteurs d'el Gisir et du *Scrapeum*, et dans laquelle

(1) London, *Phil. Journ.*, juin 1841, p. 445.

se trouve le lac Timsah ou lac du Crocodile, et de deux plages basses et sablonneuses, l'une au nord, qui se prolonge jusqu'au golfe de Peluse, sur les bords de la Méditerranée ; l'autre au sud, occupée en grande partie par les lacs Amers, jusqu'à Suez, sur les bords de la mer Rouge.

Le profil suivant, malgré son peu de précision, peut suffire à donner une idée générale de ce relief.

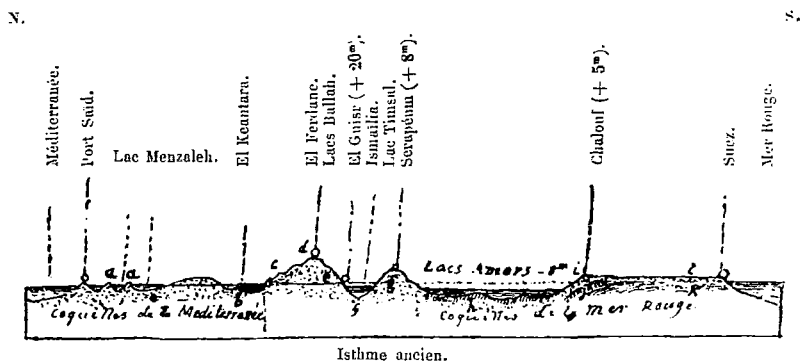


Fig. 22. — Coupe transversale de l'Isthme de Suez.

- |   |   |
|---|---|
| <p>a. Anciens cordons littoraux.<br/>           h. Banc de gypse cristallisé au fond du lac.<br/>           c. Sables entremêlés d'argile et de veines calcaires.<br/>           d. Calcaires en plaques minces recouverts de sables avec silex calédoniens.<br/>           e. Calcaires et sables à paludines et fémur de grand proboscidien (Companyo).<br/>           f. Sable.<br/>           g. Sables, argiles gypseuses et calcaire tendre blanc en plaquettes (<i>Etheria Caillaudi</i>).</p> | <p>h. Sable, gypse et sel marin (coquilles de la mer Rouge).<br/>           i. Sables, a, <i>Etheria Caillaudi</i>, <i>Hippopotame</i>, <i>Crocodyles</i>, <i>Bouquetin</i>.<br/>           j. Calcaire miocène, a, <i>Carachavou megalodon</i> percé de <i>Lithodomes</i>.<br/>           k. Argiles gypseuses.<br/>           l. Sables avec coquilles de la mer Rouge d'aspect très-moderne.</p> |
|---|---|

Les sables de la plage septentrionale ne renferment que des coquilles qui vivent encore sur les bords de la Méditerranée. La plage méridionale est couverte des mêmes débris organisés que l'on trouve aujourd'hui sur les bords exondés de la mer Rouge. L'ancien isthme se trouverait donc représenté par le plateau d'el Guise, le lac Timsah, alimenté jadis d'une façon intermittente par une branche du Nil, et enfin par la colline sablonneuse et calcaire du Sérapéum où se rencontre l'*Etheria Caillaudi*, mollusque qui vit dans le Nil et qui ne descend plus de nos jours au-dessous des cataractes de Syène.

Cet isthme ancien, en admettant qu'il ait toujours été réduit à ces proportions, a pu suffire néanmoins pour séparer d'une façon



complète la Méditerranée de la mer Rouge, et l'époque où cette séparation a commencé à s'effectuer doit être bien ancienne puisque, tandis que les mers actuelles renferment encore quelques survivants des mers tertiaires, la Méditerranée et l'Érythrée n'ont conservé aucun témoin de cette mer première qui les aurait réunies toutes deux. Leurs faunes, en effet, sont radicalement différentes, et il n'est pas une espèce de mollusque qui vive à la fois sur la plage de Port-Saïd et sur la côte de Suez. Ce fait étrange, dont l'importance et la signification n'échapperont à personne, a été signalé depuis longtemps, et dernièrement il a été suffisamment établi par M. Fischer (1), qui a, de plus, montré que les genres caractéristiques de la faune érythréenne et les polypiers, si nombreux dans la mer Rouge, manquent complètement dans la Méditerranée, contrairement aux identifications proposées par Ehrenberg, entre les coralliaires de ces deux mers. Alors bien même que l'histoire et la tradition se prêteraient à cette idée d'une communication, dans les temps historiques, de la Méditerranée avec la mer Rouge, ces différences radicales des deux faunes marines de chaque côté de l'isthme étroit d'el Guis suffiraient pour la faire rejeter.

Nous verrons plus loin que les plages soulevées de la Méditerranée et de la mer Rouge conservent respectivement leurs caractères propres. Il est donc probable que la séparation des deux mers remonte à la période tertiaire et, selon toute vraisemblance, à l'époque pliocène.

On sait que les *Éthéries* ne descendent point aujourd'hui dans le Nil plus bas que les cataractes de Syène.

Nous verrons qu'à l'époque quaternaire, alors que le fleuve avait une autre rapidité et un autre volume, elles descendaient beaucoup plus bas; les *Éthéries* que l'on a rencontrées au Sérapéum, près d'el Guis et sur le récif miocène de Chalouf, doivent se rapporter à cette époque. Dès lors si, à l'époque quaternaire, le Nil envoyait d'une façon continue, ou par suite d'inondations intermittentes, ses eaux au lac Timsah, le *lac des Crocodiles*, et

(1) *Journal de conchyliologie*, 1865.

s'il déposait dans le voisinage de ce lac les couches fluviatiles à Éthéries du Sérapéum, et les couches à paludines observées par le docteur Companyo (1), entre el Guisr et Timsah, il fallait que ce plateau d'el Guisr fût déjà émergé, comme d'ailleurs tendent à le prouver les découvertes d'animaux terrestres faites dans les travaux du canal, l'une de débris d'éléphant, d'espèce éteinte et nouvelle, rencontrée au nord d'el Guisr, près du lac Ballah ; l'autre, d'un *Phacocheirus*, observé au sud de ce même seuil, par le docteur Schweinfurt (2).

On ne connaît pas exactement l'âge des couches qui, à el Guisr, servent de *substratum* à ces dépôts fluviatiles. M. Fraas incline à penser que l'isthme est entièrement couvert d'une formation tertiaire. Bien que les sables au nord et au sud d'el Guisr renferment, ainsi que nous l'avons dit, des faunes actuelles qu'on pourrait tout au plus faire remonter jusqu'à l'époque quaternaire, malgré l'aspect récent des fossiles, il est aujourd'hui prouvé que les calcaires miocènes affleurent dans la tranchée de Chalouf. Ces calcaires, lourds, durs, tachés par des oxydes ferrugineux, renferment des dents de *Carcharodon megalodon*, et des coquilles (*Mytilus socialis*, *Ostrea cyathula* (?), *Pecten Dunkeri*, *scabrellus*), d'après M. Fraas. Sur ces calcaires sont des sables dans lesquels ont été recueillis les nombreux débris d'ossements qu'on a vus à l'Exposition universelle. Ce sont principalement des restes d'*hippopotames*, des dents de *crocodiles*, des poissons (*silures* du Nil), des débris de *bouquetins* et l'*Etheria Caillaudi*.

Le calcaire miocène de Chalouf s'élève à 2 ou 3 mètres au-dessus du niveau de la mer Rouge. Il repose sur des marnes gypseuses qui s'étendraient sous le sable marin jusqu'aux environs de Suez et seraient également miocènes.

Le long de la dépression des lacs Amers, les couches miocènes affleurent au pied du jebel Genefeh, dont la masse centrale et le sommet sont constitués par des calcaires nummulitiques. On

(1) *Catalogue de l'exposition de la Compagnie du canal de Suez*, 1867, p. 66.

(2) *Aus dem Orient*, p. 172.

trouve dans ces calcaires miocènes les principaux représentants de la faune des faluns. Enfin, près d'Aïn-Musa, entre le Caire et Suez, M. Fraas cite la présence de marnes et de calcaires bruns salifères avec ossements de *Halitherium*, de tortues et *Clypéastres*.

Tels sont les représentants des terrains miocènes de l'isthme qui nous sont aujourd'hui connus et dont on peut vérifier l'authenticité, d'après la collection très-complète de roches recueillie par M. Laurent-Degoussée, le long du canal maritime et dans ses environs. Il est à croire qu'on en découvrira de nouveaux gisements et, d'après ce que nous venons de dire, on voit que c'est aux environs d'el Guisr que devraient surtout porter les investigations futures.

L'époque miocène a vu, dès son début, des mouvements notables s'opérer dans les dépôts précédemment formés. Des phénomènes d'exhaussement, de fractures profondes et de plissements ont porté à des altitudes, parfois assez élevées, les terrains crétacés et tertiaires, les ont séparés et ont modelé l'ébauche du relief actuel de ces contrées.

En Égypte, ces mouvements n'ont guère abouti qu'à un soulèvement en masse, et les dépôts crétacés et éocènes ont à peu près conservé leur horizontalité primitive. Il en est de même pour le plateau du Tyh, dans le Sinäi.

Dans la Palestine et dans la Syrie, les ondulations et les fractures ont accentué et compliqué davantage le relief du sol et donné lieu à de véritables chaînes de montagnes. La chaîne de Judée forme l'épine dorsale de la Palestine et les couches, sur ses deux versants, ont un plongement général en sens inverse bien que très-faible et souvent peu manifeste. Les coupes que nous avons données dans le chapitre précédent nous dispenseront de répondre aux reproches mal fondés des géologues auxquels des courses trop restreintes dans ces contrées n'ont pas permis de vérifier ces ondulations, que nous n'avons pas été d'ailleurs les premiers à constater, puisque Russegger et Anderson les signalent en des points très-nombreux. Il serait imprudent de confondre avec des failles les ressauts brusques que nous avons

figurés, par exemple dans la couche de Makhul à la montagne de Sel, et qui existent, bien que moins prononcées, en d'autres points de la chaîne. Nous ne voulons pas nier l'existence de failles secondaires en disant cela, car nous en avons vérifié l'existence en plusieurs endroits, mais nous ne pensons pas qu'elles puissent expliquer, d'une façon satisfaisante, la formation de la ride montagneuse de Juda, qui nous paraît due à une ondulation générale dans les couches crétaées.

Il est une faille principale très-importante, soupçonnée par Léopold de Buch, Hitchcock, Falconer et d'autres célèbres géologues, et dont nous avons eu la bonne fortune de constater rigoureusement l'existence le long du Ghôr. La dénivellation et le rejet qui s'observent entre les couches qui la bordent ne permettent pas de douter de l'existence de cette faille gigantesque ou plutôt de cette série de failles qui se succèdent depuis le Liban jusqu'à la mer Rouge, suivant une ligne de fêlure de l'écorce terrestre, laquelle se trouvait déjà jalonnée, à des époques beaucoup plus anciennes, par les éruptions des porphyres. Cette faille, que la coupe suivante met en évidence, est le trait le plus remarquable de la géologie de ce pays, et c'est à elle que la vallée du Jourdain, la mer Morte et l'Arabah doivent leur origine (fig. 21). Elle dut se manifester pendant ou

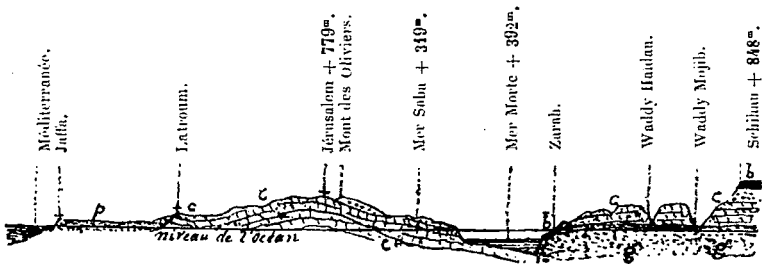


Fig. 23. — Coupe transversale du bassin de la mer Morte et des chaînes qui l'avoisinent, montrant la faille qui en occupe le fond.

p. Plages soulevées (sables à pétoncles).  
b. Basalte.

c. Calcaires crétaées.  
g. Grès de Nubie.

après l'exondation de la contrée, car nulle part, en Palestine et en Idumée, on n'a encore rencontré de traces de la mer miocène.

En Idumée et à l'est de la mer Morte, les couches crétacées ne sont que très-faiblement ondulées. Elles le sont encore très-peu dans la Samarie et la Galilée, mais, dans le Liban et dans l'Anti-Liban, les couches prennent des inclinaisons très-fortes, se déchirent dans leurs plissements, et laissent apparaître, comme à travers une boutonnière, les grès et les calcaires inférieurs. Elles sont en même temps portées à leur maximum d'élévation.

L'absence de tout dépôt de la mer miocène prouve que cette région était émergée, comme la Palestine, avant l'époque miocène.

Il résulte de tout ce qui précède qu'au moment où la mer des faluns couvrait de ces eaux une grande partie du Sahara, des déserts de Libye, du Soudan et de la Nubie, de grands changements venaient de s'accomplir dans la distribution des terres de cette portion du globe. Au lieu des îles et des archipels épars sur ces espaces, à la fin de la période primaire, il s'était formé un vaste continent. La mer pénétrait encore assez avant dans ces terres, grâce à des fractures profondes qui avaient disjoint les vousoirs terrestres, au milieu des mouvements auxquels ils avaient été soumis, mais la terre avait considérablement empiété sur elle : la Syrie, la Palestine, une partie de l'Arabie Pétrée, de la haute Égypte et de la Libye étaient désormais à tout jamais émergées.

Les reliefs actuels se trouvaient déjà ébauchés dans ce qu'ils ont de plus essentiel ; les eaux allaient modeler ces terres, les découper, creuser les nombreux waddys qui les sillonnent, se rendre dans les mers voisines pour y déposer des sédiments aux dépens des éléments qu'elles leur enlevaient, et enfin se réunir dans les dépressions continentales pour y former des lacs dont une évaporation multiséculaire devait augmenter sans cesse la concentration. C'est à ce dernier effet que la mer Morte dut son origine, et cette petite mer intérieure devait exister déjà lorsque les Balanes et les Pholades miocènes s'attachaient aux rochers de la future Memphis.

§ 3. *Pliocène*. — Si l'on n'a su, jusqu'à ces derniers temps,

assigner aux sables et aux grès des environs du Caire un horizon précis dans la série des terrains tertiaires, cela tient, sans aucun doute, à la parenté manifeste des coquilles qu'ils renferment avec les espèces qui vivent encore sur le bord de la mer et dont il n'est pas toujours facile de les distinguer. Il n'y a pas, en réalité, de ligne de démarcation un peu nette à établir entre les dépôts tertiaires et ceux qui se forment de nos jours et, à n'envisager qu'en grand les choses, nous sommes encore dans la période tertiaire.

Ce ne sont donc plus des changements radicaux de faunes comme ceux que nous présente la succession des terrains plus anciens, qui peuvent fournir au géologue les moyens faciles de reconnaître les phases successives de cette grande époque terrestre. Il lui faut établir des statistiques, compter les naissances et les extinctions d'un grand nombre de petits êtres et, tant qu'il n'a pas découvert d'*espèce caractéristique* dans les couches qu'il étudie, il ne peut se prononcer sur leur âge. Ces difficultés sont d'autant plus grandes que l'on se rapproche davantage de notre temps, et il est souvent assez délicat de différencier les dernières faunes tertiaires de celles de l'époque actuelle, en raison du grand nombre d'espèces communes qu'elles renferment. Ceci explique l'incertitude et les variations notables des divers auteurs qui ont écrit sur l'Égypte, lorsqu'ils en arrivent aux derniers dépôts marins épars sur les côtes de la Méditerranée et de la mer Rouge : les uns les confondent avec les dépôts miocènes; les autres les placent dans l'étage pliocène sans donner la moindre preuve à l'appui de cette assertion; enfin, d'autres les rangent dans la série quaternaire et les font descendre même jusqu'aux temps actuels.

Toute la partie du Delta qui n'est point recouverte de limon du Nil, l'isthme de Suez, le nord de la presqu'île de l'Arabie Pétrée, les côtes de la Phénicie et une bonne portion du désert Libyque appartiendraient, suivant M. Figari bey, au terrain pliocène caractérisé par des calcaires marneux coquilliers, des argiles marneuses et des grès siliceux; mais, c'est sans doute une détermination toute de sentiment, car il ne cite aucune preuve à

l'appui de ces identifications. Nous verrons d'ailleurs que les formations coquillières des côtes de la Phénicie paraissent être beaucoup plus jeunes.

Newbold avait consacré, dans son travail, un chapitre spécial à l'étude des terrains post-pliocènes : c'était reconnaître implicitement l'existence du terrain pliocène qu'il a laissé confondre avec les grès du jebel Ahmar. Mais il est permis, devant ses réserves, de douter qu'il eût des preuves bien assurées de la présence, en Égypte, des représentants du Crag ou de l'étage sub-apennin.

On n'a, jusqu'à présent, cité dans tous les dépôts des plages soulevées qui bordent la Méditerranée et la mer Rouge, que des espèces actuelles encore vivantes sur les rivages voisins. Nous avons vu qu'il en était de même à l'égard des plages situées sur les bords de l'isthme de Suez, au nord et au sud d'el Guisr.

L'existence du terrain pliocène sur ces côtes est cependant rendue probable par le fait de leur exhaussement général et graduel, depuis le phénomène d'émerision qui a pris place au commencement de l'époque miocène ; mais elle n'est pas encore directement et scientifiquement constatée.

C'est pourquoi nous classerons de préférence avec les dépôts quaternaires la majeure partie des couches que M. Figari bey rapporte au pliocène, et nous y rattacherons les plages soulevées et les récifs de coraux des bords de la Méditerranée et de la mer Rouge.

---

## CHAPITRE IX.

### TERRAINS QUATERNAIRES.

Nous n'avions eu, jusqu'à l'époque miocène, que des dépôts marins à décrire, mais on a vu que l'exondation de la majeure partie des surfaces continentales asiatiques et africaines avait considérablement réduit l'importance de ces dépôts. Il convient donc, dans ce qui va suivre, de décrire à part les dépôts effectués

sous les eaux de l'Océan et ceux qui n'ont eu pour véhicule que les eaux de l'atmosphère.

Nous commencerons par les dépôts marins, sans nous astreindre à un synchronisme qui ne pourrait être, d'ailleurs, qu'approché, vu l'état très-incomplet de nos informations sur les faunes qu'ils renferment, et nous suivrons, dans leur étude, l'ordre géographique.

En Égypte, autour du Delta du Nil, entre la nappe de limon qui le constitue et la mer, se trouvent des formations marines qui fournissent des matériaux aux constructions d'Alexandrie. Ce sont des grès très-calcaireux composés en grande partie de débris de coquilles, et dont certains bancs ont une texture pisolithique qu'on retrouve dans des dépôts analogues sur les côtes de la mer Rouge et de l'Océan Indien. Ces couches renferment, à leur partie supérieure, des bancs de sable avec coquilles terrestres (bulimes, hélices (1), maillots), dont Lefèvre a rapporté des échantillons. Ces sables sont eux-mêmes recouverts par une vase marine où l'on trouve les mêmes coquilles qui vivent actuellement sur la côte.

On croit généralement que les terres de l'Égypte ont gagné considérablement sur la Méditerranée depuis les temps historiques. Cependant on constate aujourd'hui que la mer exerce, au contraire, sur ces calcaires, son action érosive et mine constamment les anciennes constructions d'Alexandrie, dont une bonne partie est aujourd'hui submergée.

On voit ainsi que les dépôts de cette côte ne sont pas des plages nouvellement émergées, et qu'ils peuvent parfaitement remonter à l'époque quaternaire.

Ces terrains, qui consistent généralement en sables, grès et argiles, se suivent le long de la côte jusqu'à el Arisch et Gaza.

Il est probable qu'une partie des dépôts marins de l'isthme de Suez, au nord d'el Guisr, leur correspondent.

(1) D'après M. Fraas, ces hélices se rapporteraient à l'*Helix candidula*, qui ne vit plus aujourd'hui dans le pays et a émigré vers le nord. Cela confirmerait la supposition que ces dépôts sont quaternaires.



On en retrouve de tout pareils sur les bords de la mer Rouge, avec cette seule différence qu'ils renferment la faune si spéciale de cette dernière mer.

Tout autour du golfe de Suez et le long des escarpements qui limitent le rivage occidental de la mer Rouge règne une bordure assez élevée de dépôts littoraux, principalement formés de marnes gypseuses, de grès calcarifères et de récifs madréporiques, soulevés en certains points de la côte à d'assez grandes hauteurs et dans lesquels on retrouve les débris des principales espèces qui vivent dans la mer Rouge.

La ville de Cosseir est bâtie sur ces calcaires madréporiques, et comme son port, autrefois très-profond, offre aujourd'hui un accès assez difficile, Newbold en conclut que le mouvement ascensionnel des côtes se continue de nos jours, bien qu'avec une extrême lenteur.

La côte orientale du golfe de Suez présente les mêmes traces d'exhaussement, et l'on y rencontre, à une certaine distance du rivage, des calcaires madréporiques, des grès, des conglomérats et des marnes gypseuses et salifères, depuis Suez jusqu'au Ras Hammam Faraoun et depuis Tor jusqu'au Ras Mohammed.

Il en est de même des bords du golfe d'Akaba.

La côte d'Arabie est bordée, jusqu'au détroit de Bab-el-Mandeb, par une plage soulevée qui porte le nom de *Tchama* et dont l'origine n'a échappé à aucun des voyageurs qui l'ont parcourue. Nous avons déjà vu que Niebuhr la comparait à un ancien fond de mer et avait reconnu qu'elle était formée par une argile sablonneuse remplie de coquilles et d'amas de sel. La mer, ajoute-t-il, se retire continuellement, et les coraux augmentent sans cesse. Plusieurs ports de mer, dont l'histoire fait mention, se trouvent aujourd'hui au milieu des terres.

Botta est venu ajouter son témoignage à celui de Niebuhr.

Il nous apprend que cette plage a quelquefois, dans l'Yémen, quatre ou cinq lieues de large, et que les coquilles, répandues dans ce sol sablonneux, sont les mêmes que celles qui vivent sur la côte.

Nous avons vu que, sur les rivages méditerranéens de l'Égypte,

on trouvait des dépôts marins remplis de coquilles actuelles; il en est de même sur les côtes de la Phénicie, et la plaine de Scharon présente l'aspect d'une plage soulevée, comme le Tchama.

Les collines de sables rougeâtres qui dominent Jaffa et où sont plantés des jardins, ainsi que des bois d'orangers, sont couvertes de nombreuses coquilles (*Pectunculus violacescens*, Lamk.; *Murex brandaris*, Linn.; *Columbella rustica*, Lamk.; *Purpura hemastoma*, Lamk.) identiques avec celles qu'on rencontre sur la plage, et cette formation se poursuit fort loin à l'intérieur jusqu'aux environs de Ramleh.

Beyrouth est bâti sur un calcaire grossier, pétri de coquilles (*Capulus*, *Cerithium*, *Trochus*) et de polypiers, qui prend, en certains endroits, la structure pisolithique comme ceux d'Alexandrie, de la côte du Sinâï et du Hadramaut.

Les mêmes dépôts s'observent le long de la mer, au nord et au sud de Beyrouth (el Batroun, etc.) (1).

Tels sont les dépôts marins des côtes qui paraissent plus récents que les terrains tertiaires, plus anciens que la période historique, et que nous croyons devoir rapporter au terrain quaternaire.

Les dépôts continentaux sont beaucoup plus intéressants et reflètent les grands phénomènes météorologiques qui marquent, dans notre hémisphère, l'avènement de cette période.

Nous avons vu, en traitant de la géographie physique de ces contrées, quel était le nombre de ces vallées, aujourd'hui desséchées et qui n'ont conservé d'autre trace des cours d'eau qui les creusaient que les alluvions considérables qu'elles contiennent.

(1) Il y a aussi sous ces plages des dépôts qui peuvent dater de l'époque historique, car la côte paraît avoir éprouvé de nos temps des oscillations lentes. La plage exhaussée de l'ancienne Sidon est couverte d'accumulations de *Murex trunculus*, percés tous à la base de l'avant-dernier tour de spire d'un large trou pratiqué de main d'homme, comme s'ils avaient été utilisés anciennement pour la fabrication de la pourpre. On y rencontre aussi des coquilles intactes de *Purpura hemastoma*, *Nassa gibbosula*, Lamk. Le peu de profondeur des bassins de construction du port de la moderne Saïda, dont l'accès n'est plus guère possible, semble prouver que l'exhaussement de la plage se continue lentement. On retrouve des formations pareilles près de Tyr.

Leur caractère contraste tellement avec la sécheresse du pays que les Arabes ont donné, à certaines d'entre elles le nom de *fleuve sans eau*. L'existence de ces nombreux canaux d'irrigation, dans des contrées où l'alimentation atmosphérique est aujourd'hui si faible, conduit naturellement à penser qu'un grand changement est survenu dans les lois qui réglaient leur régime hydrographique, et cette idée ne tarde pas à être promptement confirmée par l'étude géologique du sol.

Le Nil, lui-même, bien qu'il prenne sa source et s'alimente principalement dans des régions mieux arrosées, n'a plus un régime en harmonie avec la large vallée qu'il a autrefois creusée. Au lieu d'approfondir son lit, il l'exhausse, aujourd'hui, en déposant ses légers sédiments et, à voir son cours lent et paresseux, on aurait grand'peine à comprendre les traces anciennes d'érosion qu'il a laissées le long de son parcours si l'on n'admettait qu'il a eu jadis une vitesse plus grande et un lit plus large. Ceci n'est point, d'ailleurs, une simple hypothèse mise en avant pour expliquer le creusement de la vallée du Nil, c'est un fait qui repose, comme on va le voir, sur des évidences directes.

M. Leith Adams a reconnu, en effet, le long du Nil, depuis la première cataracte d'Assouan jusqu'à Derr, la capitale de la Nubie, des dépôts fluviatiles élevés de plus de 100 pieds au-dessus des plus hautes eaux du fleuve et renfermant les coquilles qui vivent encore dans ce cours d'eau (1). Ce sont les : *Unio lithophaga*, *Bulimus pullus*, *Paludina bulimoides*, *Cyrena fluminalis*, *Etheria semi-lunata*, *Iridina nilotica*. On y a trouvé, de plus, des débris d'un hippopotame de la taille de l'*H. major*, mais pas assez différent de l'*H. amphibicus*, qui vit encore dans des régions voisines, pour qu'on puisse le séparer de cette espèce.

Les détails suivants ne permettent d'ailleurs de conserver aucun doute sur l'origine de ces dépôts, qui sont bien évidemment d'anciennes laisses du Nil.

Au-dessus de la ville de Derr et à 130 pieds (40 mètres) au-dessus des plus hautes eaux du fleuve se trouve un plateau composé d'alluvions rougeâtres avec *Cyrena fluminalis*.

(1) *Quart. Journ. of Geol. Soc.*, t. XX, p. 6, 1864.

A Korosko, à 100 pieds au-dessus de cette même ligne de hautes crues, on retrouve ces mêmes alluvions anciennes avec *Cyrena fluminalis*, *Bulimus pullus*. A Dekke, elles surmontent un temple dont on évalue l'ancienneté à plus de deux mille ans.

Près de Philæ, les éthéries du Nil se voient également à des hauteurs assez considérables au-dessus du fleuve qui, d'après la position des monuments du voisinage, auxquels on attribue une date de deux mille deux cents ans, n'aurait pas changé sensiblement de niveau depuis le commencement de la période historique.

A Assouan (Syène), on retrouve, à 100 et 120 pieds au-dessus des hautes crues, le niveau à *Cyrena fluminalis*, ainsi que des cavités nombreuses formées par l'érosion, qui contiennent du limon, avec des débris d'hyène et de renard.

Au milieu de ces alluvions anciennes se trouvent dispersés des blocs de granite.

Au nord d'Assouan, la vallée du Nil s'élargit et se trouve flanquée, de chaque côté, d'élévations qui dominent de 20 à 30 pieds les plus hautes crues et sont formées d'alluvions anciennes à *Cyrena fluminalis*, *Iridina Nilotica*, *Etheria semi-lunata*. Ces mêmes coquilles adhèrent, même par groupes, aux flancs rocheux de la vallée, et on les retrouve encore à Ombos et à Selsileh.

Ces faits prouvent bien que le Nil a été jadis un fleuve plus rapide et plus considérable qu'il ne l'est de nos jours, et que les éthéries, qu'on ne retrouve plus aujourd'hui au-dessous des cataractes d'Assouan, s'avançaient, à cette époque, plus avant dans le fleuve. C'est probablement à la même époque que correspondent les dépôts fluviatiles de l'isthme de Suez et particulièrement ceux d'el Guisr et de Chalouf, dont nous avons parlé dans le chapitre précédent. M. Léon Vaillant a déjà fait remarquer (1) combien était singulière la présence d'un banc d'*Etheria Caillaudi*, à Chalouf, alors que ces mollusques ne descendent plus aujourd'hui au-dessous de la première cataracte, et il a rap-

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, loc. cit., *Compt. rend.*, 21 nov. 1864.

proché ce fait de ce qui se passe dans le Sénégal, où les éthéries ne se trouvent actuellement qu'à 200 pieds du rivage, tandis que, dans les alluvions anciennes, elles descendent jusqu'à 20 lieues de l'Océan.

Tous ces faits ne donneraient-ils pas à penser que l'Afrique a éprouvé, comme l'Europe, les effets de la crise climaterique de l'époque quaternaire pendant laquelle les cours d'eau ont eu un volume et une rapidité beaucoup plus considérables que de nos jours? Cette vitesse disparue, les mollusques qui s'en accommodaient ont pu la retrouver peut-être en remontant ces fleuves.

A l'époque quaternaire, le Nil aurait ainsi eu son régime diluvien et une de ses branches se serait jetée dans l'isthme de Suez (où elle aurait porté les éthéries au Sérapéum et à Chalouf), et de là probablement dans la mer Rouge, de telle sorte que le fleuve devait, à cette époque, partager ses eaux entre les deux mers voisines de l'Égypte.

C'est aussi, sans doute, dans le même temps que le Nil, qui ne peut plus charrier aujourd'hui qu'un limon extrêmement léger et ténu, amenait à la Méditerranée les sables à *Helix candidula*, dont nous avons parlé plus haut et qu'on trouve intercalés à la partie supérieure des dépôts marins d'Alexandrie.

L'étude du lit même de ce fleuve ne peut que confirmer ces conclusions.

De toutes les recherches que M. Figari bey a entreprises en Égypte, il en est peu d'aussi intéressantes que ses sondages. C'est grâce à eux que nous pouvons nous rendre un compte à peu près exact de la composition du sous-sol du Delta et de la vallée du Nil (1).

Au-dessus des calcaires miocènes et pliocènes (d'après cet auteur) qui forment le fond de la vallée du Nil, vient une couche de sable avec cailloux quartzeux et blocs erratiques qui paraissent correspondre aux anciennes alluvions du fleuve, alors que sa force et sa rapidité lui permettaient de transporter de tels matériaux. Au-dessus de ces sables et graviers on trouve des

(1) Voyez les cartes de M. Figari bey, *loc. cit.*

couches de dépôts limoneux d'une épaisseur totale de 18 mètres et qui paraissent, par leur nature, accuser un affaiblissement graduel dans la rapidité du fleuve.

Ce sont d'abord des couches de limon micacé argileux, alternant avec des sables très-fins; puis viennent des dépôts limoneux de plus en plus tranquilles qui renferment, à trois niveaux distincts, des vestiges d'antiques civilisations, dont la dernière et la plus récente serait celle de l'ancienne Memphis et remonterait à l'époque de Ramsès II!

De telle sorte qu'entre l'époque où le Nil, plus rapide et plus volumineux que de nos jours, aurait couvert de ses eaux et de ses dépôts sablonneux la large vallée qu'il s'était creusée et celle où, devenu plus calme et réduit à un lit beaucoup moins vaste qu'il exhaussait au lieu de creuser, il aurait vu se développer, sur ses bords, les premières civilisations égyptiennes, il a dû s'écouler un intervalle de temps très-considérable. C'est au moins la conclusion à laquelle on arrive en comparant les épaisseurs des couches de limon déposées avant l'époque historique si reculée de Ramsès II et celles que le Nil a formées depuis ce temps. Il y aurait donc là matière pour répondre à certains esprits sceptiques qui, effrayés des longues périodes qu'envisagent sans crainte les géologues et, ne pouvant se faire à l'idée de l'ancienneté que ces derniers attribuent à l'espèce humaine, prétendent qu'ils se trompent dans leurs évaluations et que les Barbares, dont on retrouve les vestiges dans les graviers quaternaires d'Amiens, ont pu être les contemporains de quelques-unes des dynasties égyptiennes de Memphis.

Les hauts niveaux du Nil, si bien étudiés par M. Leith Adams et dont Lepsius semble avoir eu le pressentiment (1), nous paraissent être la trace du même grand phénomène atmosphérique et climatérique dont tout l'hémisphère boréal a ressenti les effets pendant l'époque quaternaire, et le diluvium du Nil doit être le

(1) Lepsius avait déjà remarqué des indices d'une élévation plus grande des eaux du Nil, avant la période historique; opinion que M. Horner a discutée dans un très-bon article (*Edinb. philos. Journ.*, t. XLIX, p. 143).

contemporain du diluvium de la Somme. On voit, dès lors, de combien de siècles le dépôt de ce dernier a dû précéder l'une des plus anciennes manifestations de la civilisation humaine qui soit connue aujourd'hui, ce qui justifie pleinement les géologues et démontre, une fois de plus, la lenteur des progressions naturelles.

Des traces du genre de celles qui viennent d'être énumérées ne se rencontrent pas seulement en Égypte et en Nubie, Lefèvre et Russegger les ont observées sur les confins de l'Abyssinie. D'après le dernier de ces deux voyageurs, le Nil Bleu coulerait au milieu d'un terrain d'eau douce, disposé en couches horizontales qui se succèdent, ainsi qu'il suit, depuis le haut jusqu'à la base :

1° Alluvions récentes ;

2° Conglomérats friables, constitués par les éléments désagrégés des roches de l'intérieur, amenées par les pluies torrentielles ;

3° Limon du Nil très-compacte ;

4° Limon du Nil, mêlé de marnes et des éléments des roches venues de l'intérieur du pays ;

5° Calcaire lacustre, compacte, d'un gris noirâtre avec débris de végétaux et coquilles, analogues à celles qui vivent dans les eaux voisines (1).

Les waddys desséchés où devaient couler les anciens cours d'eau tributaires du Nil, ont, comme la vallée de ce fleuve, conservé des traces du même état climatérique et contiennent des dépôts erratiques considérables, comme ceux de la basse Égypte.

Il en est de même dans la presqu'île du Sinaï et tous les voyageurs ont été frappés de la puissance des accumulations détritiques qu'on rencontre dans des waddys aujourd'hui à sec.

Robinson a observé celles des vallées qui se rendent dans le golfe d'Akabah.

Russegger a cité les poudingues du waddy Barrak (2), dans lesquels se trouvent des noyaux de la grosseur de la tête, arron-

(1) C'est au milieu de ces dépôts qu'auraient été trouvés, d'après Russegger, des restes humains, à Duntai, entre Karthoum et Sennaar.

(2) *Loc. cit.*, p. 231.

dis et dont le gisement doit être éloigné du point où on les rencontre. Il mentionne aussi (1) les alluvions détritiques considérables qui couvrent le fond du waddy Meksin, à son débouché dans le waddy es Scheikh, en formant de petites collines qui s'élèvent à 100 pieds de haut. Ces collines sont composées de lits horizontaux de débris de granites et de blocs énormes de cette roche, qui se décomposent souvent en une masse argileuse.

Newboldt avait été surpris, de son côté, de voir que les nappes de granite qui couvrent la surface de la plaine d'el Kaa, sur la côte occidentale du Sinaï, se continuaient fort au delà de la portée des torrents actuels. Ce voyageur fut particulièrement frappé à la vue des couches détritiques accumulées à l'embouchure du waddy Hebran et il pensa tout d'abord que c'étaient des moraines de glaciers. Mais la présence de cailloux roulés d'un faible volume, la stratification régulière de ces assises, auxquelles viennent se mêler des couches de sable, l'absence de stries ou des autres indices caractéristiques des actions glaciaires sur les roches du voisinage et, enfin, la présence de coquilles dans ces dépôts, lui firent abandonner cette idée.

M. Fraas, cependant, qui a vu depuis les mêmes dépôts, persiste à les considérer comme d'anciennes moraines, et la vue qu'il en donne (2) justifie, jusqu'à un certain point, sa manière de voir que nous ne pouvons cependant adopter encore, faute de preuves suffisantes (3).

Que ces dépôts soient glaciaires, lacustres ou fluviatiles, la conclusion à tirer de leur présence en ces lieux arides est toujours la même, à savoir que le Sinaï, comme l'Égypte et la Nu-

(1) *Id.*, p. 239.

(2) *Aus dem Orient*, p. 30, vue des dépôts détritiques du waddy Feirau, au débouché du waddy Selaf.

(3) M. Bauermann a visité récemment ces dépôts, et il y a découvert, comme son compatriote Newboldt, des coquilles, qui indiquent que ce ne sont pas là des dépôts glaciaires mais bien des dépôts lacustres ou fluviatiles, ce sont les *Lymnaea truncatula* et des *Pisidium*. Au waddy Germeh, il a découvert une sorte d'anodonte (*Spatha chaziana*, Lea), qui vit encore dans le Nil.



bie, n'a pas été toujours une contrée aussi desséchée que de nos jours et qu'elle porte également la trace d'un grand changement climatérique.

Nous allons voir que l'Idumée, la Palestine et la Syrie présentent des traces encore plus frappantes de ces phénomènes atmosphériques.

Les dépôts clastiques et erratiques les plus anciens de la Palestine et de l'Idumée remontent probablement à la période tertiaire, mais, comme nous n'en avons encore aucune preuve directe, nous les grouperons ici avec les autres. Ces dépôts consistent d'abord en conglomérats calcaires bréchiformes que l'on observe fréquemment sur le sommet et sur les croupes des collines de la Judée et de la Galilée. Les éléments en sont souvent siliceux et le ciment paraît emprunté aux marnes crayeuses du voisinage. On les prendrait souvent pour des bancs réguliers de la série crétacée, et c'est dans des erreurs de ce genre que paraissent être tombés quelques voyageurs anciens. Il existe également des dépôts de cette nature dans le Liban.

Des dépôts analogues, mais beaucoup plus consistants, se voient sur les falaises de la mer Morte. La coupe d'Aïn Jidy (fig. p. 22) montre la disposition de ces brèches, auxquelles les sources calcarifères des bords du lac ont souvent donné une grande dureté.

Ces brèches sont assez fréquentes sur le rivage occidental de cette nappe d'eau; elles sont beaucoup plus rares sur la côte orientale, à cause de sa nature arénacée.

Tous ces dépôts paraissent avoir été formés à l'air libre, sans intervention de cours d'eau et aux dépens des roches crétacées, attaquées longuement par les agents atmosphériques.

Une formation bien plus difficile à expliquer est celle de poulingues fort curieux, très-puissants et d'une allure énigmatique, qu'on rencontre sur les contreforts du mont Hor, dans l'Idumée. Ils sont formés de galets roulés et souvent impressionnés, de calcaires crétacés et de silex, réunis par un ciment calcaire peu cohérent. Je n'y ai trouvé, en fait de fossiles, qu'un échantillon silicifié et roulé d'une sorte de grande bivalve, appartenant pro-

bablement à un genre nouveau et que nous avons déjà eu occasion de citer dans les couches de craie à silex de Kerak.

Ces poudingues forment une bande étroite, allongée du sud au nord (d fig. 1 et fig. 23), adossée aux contreforts du mont Hor, du côté de l'Arabah et découpée de la façon la plus bizarre.

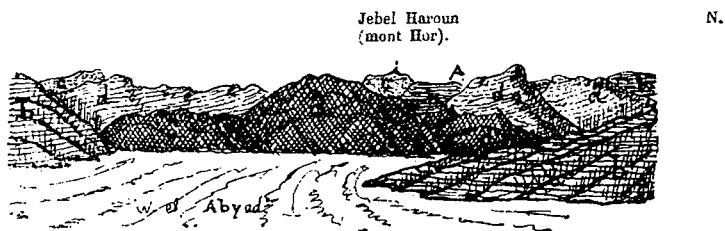


Fig. 24. — Vue des poudingues adossés contre les flancs porphyritiques et gréseux du mont Hor, prise du Waddy el Abyad (Idumée).

d. Poudingues à cailloux impressionnés.  
c. Grès de Nubie.

b. Calcaires crétacés ( $\Delta$ , couches à *Cyphosoma Delamarrei*, *Nucleolites Luvynesi*).  
a. Porphyres quartzifères.

Leur stratification est assez bien marquée et on les voit de loin s'incliner légèrement vers le nord. Ils sont accrochés indistinctement aux pentes des grès de Nubie, des calcaires cénomaniens et des marnes blanches à silex et forment ainsi des dépôts étagés dont on a peine à concevoir le mode de formation, à moins d'admettre, ce qui serait étonnant, qu'ils ont rempli entièrement les vallées profondes qui séparent ces montagnes. Vus du waddy el Abyad, ces poudingues présentent des profils plus irréguliers et hardis que ceux des masses porphyritiques elles-mêmes et dont la figure 1 donne une idée grossière. Notre court séjour dans ces montagnes ne nous a pas permis d'étudier avec soin cette formation, mais il a suffi pour nous montrer l'intérêt qu'il y aurait à faire sur ce point des observations plus complètes, et c'est un soin que nous recommandons au zèle des voyageurs futurs.

Dans l'Arabah, au nord du seuil d'el Saté, se trouvent des poudingues formés aux dépens des roches du massif du mont Hor et principalement des porphyres. Ils couronnent de petites buttes (Dobt el Bogla, etc.) dont la base est occupée par des limons bruns et des sables rougeâtres et leurs éléments dimi-

nuent de grosseur vers le nord, ce qui prouve que les courants qui les ont charriés venaient du sud.

Les éléments désagrégés de ces poudingues couvrent le sol sur certains points, et nous avons déjà cité, dans un de nos premiers chapitres, les belles variétés de porphyres qui en proviennent. Ces couches paraissent être des alluvions anciennes et témoignent, comme les dépôts précédemment énumérés, d'un régime hydrographique bien différent de celui qui règle actuellement, dans ces contrées, le rapport entre la précipitation atmosphérique et l'évaporation.

Ces changements sont surtout rendus manifestes par les caractères des dépôts que l'on observe dans le voisinage de la mer Morte; mais, avant de décrire ces derniers, il est bon d'établir d'abord l'indépendance complète du bassin de la mer Morte par rapport aux mers avoisinantes.

Nous avons raconté, dans l'un des premiers chapitres, comment les découvertes de Schubert, d'une part, de Moore et Beck, de l'autre, au sujet de la dépression de niveau de la mer Morte (1), avaient fait abandonner l'hypothèse de l'ancienne prolongation du Jourdain, à travers l'Arabah, jusqu'à la mer Rouge et de l'interruption de son cours, lors du désastre de la Pentapole. Il n'est pas besoin de revenir sur cette question, puisque nous avons montré que les dépôts de l'Arabah ont été formés par un courant venant du sud et non du nord. Nous l'avons d'ailleurs discutée tout au long dans un travail précédent (2). Nous avons vu également que l'hypothèse de l'ancienne communication de la mer Morte avec la mer Rouge avait succédé à la précédente, et qu'on supposait que cette communica-

(1) Schubert avait fixé le chiffre de la dépression de la mer Morte à 93 toises (180<sup>m</sup>); M. de Bertou le porta à 419 mètres; MM. Wilkie, Beadle et Woodburne l'évaluèrent à 1417 pieds anglais (432<sup>m</sup>); Rassegger à 435 mètres; le lieutenant Symonds le fixa à 427 mètres; mais à la suite de relevés trigonométriques, cet officier réduisit ce chiffre à 400 mètres.

Le lieutenant Lynch trouva que la dépression au-dessous du niveau de l'Océan se montait à 390 mètres. Notre compagnon de voyage, le lieutenant Vignes, l'évalua à 393 mètres, et le lieutenant Wilson bientôt après à 393<sup>m</sup>,8.

(2) Note sur la formation du bassin de la mer Morte (*Bull. de la Soc. géol.*, 1865).

tion avait été interrompue par suite d'un soulèvement produit lors de l'éruption des roches volcaniques, signalées par quelques voyageurs dans le voisinage du seuil de l'Arabah. Cette seconde hypothèse, dans les détails de laquelle nous ne croyons pas nécessaire d'entrer ici, puisque, comme pour la précédente, nous en avons montré, dans un précédent travail, le peu de valeur ; cette seconde hypothèse, dis-je, avait l'avantage de rendre assez bon compte de la salure exceptionnelle du lac Asphaltite et elle avait bien plus de chance de vitalité. Cependant, nous croyons avoir démontré qu'elle doit être rejetée et nous nous sommes fondés pour cela, sur ce que : 1° le seuil qui divise l'Arabah en deux versants anticlinaux est formé par des roches crétacées (calcaires à *baculites*, craies à silex, etc.), qui ne sont recouvertes par aucun dépôt marin plus moderne, mais seulement par leurs propres débris ; 2° les dépôts plus modernes, qu'on rencontre entre ce seuil et la mer Morte, ne sont pas des dépôts marins, mais bien des alluvions anciennes qui ont dû être charriées du sud par des eaux atmosphériques ; 3° ces dépôts n'offrent point de trace de soulèvement ; 4° les roches prétendues volcaniques, auxquelles on attribue ces soulèvements, sont des porphyres dont l'éruption est antérieure aux terrains crétacés.

D'ailleurs, si l'on a suivi la description que nous avons donnée dans un précédent chapitre des terrains crétacés et éocènes de la Palestine, on a pu voir que ces terrains forment, autour de la mer Morte, une ceinture complète et l'isolent entièrement des autres bassins. L'absence, dans l'Arabah, de toute formation marine postérieure à ces terrains, doit donc suffire pour faire rejeter toute idée de communication de ce bassin avec la mer Rouge.

On ne pourra donc plus, à l'appui des généralisations des anciens sur l'origine des lacs salés, quelque autorité qu'elles aient pu emprunter aux grands noms de Pallas et de Humboldt, arguer, comme on l'a fait, de l'origine prétendue marine du lac Asphaltite.

Cette nappe d'eau ne paraît pas avoir communiqué avec les mers voisines, bien que ses eaux aient, ainsi que nous allons le

voir, occupé jadis un niveau beaucoup plus élevé que celui que nous lui connaissons aujourd'hui et qui en fait le type le plus extrême des lacs de dépression. Son bassin s'est formé en dehors de toute communication océanique : ce fut peut-être, dans l'origine, un lac d'eau douce, mais, en vertu des propriétés salifères des terrains environnants aussi bien que des sources avoisinantes et des effets de l'évaporation, qui enlevait sans cesse cette eau, en conservant au bassin les sels dont elle était chargée, il a dû devenir promptement salé.

Ce lac tertiaire, réceptacle unique des eaux du bassin et dont l'extension s'est ainsi trouvée réglée par les conditions d'équilibre entre l'alimentation atmosphérique et l'évaporation, a dû refléter constamment par son niveau l'état des conditions atmosphériques auxquelles son volume se trouvait subordonné, et le suivre dans ses variations.

Les lacs isolés des continents peuvent, en effet, être considérés comme des instruments séculaires mis par la nature à la disposition de ceux qui lui demandent le secret du passé, et qui cherchent ainsi à se rendre compte des phénomènes anciens, pour lesquels l'observation directe fait défaut. Ces grands réservoirs sont, en quelque sorte, de vastes *udomètres*, mais des *udomètres* qui nous donnent un *rapport* entre la quantité d'eau tombée et la quantité d'eau évaporée. Ils ne nous laissent pas, à la vérité, d'indications minima, mais ils nous donnent, pour des époques bien antérieures à la nôtre, des *maxima* dont la valeur ne saurait être contestée. Ces *maxima*, marqués par les plus élevés des sédiments que laisse successivement déposer le lac en montant, offrent, sur les indices de nos instruments météorologiques, l'avantage bien précieux de pouvoir révéler en même temps la nature des eaux du lac à l'époque où elles ont atteint ces élévations extrêmes.

Ce sont des traces de ce genre que l'on peut observer autour de la mer Morte, fort loin au nord et au sud des limites actuelles de ce lac (1).

(1) Il n'est pas question ici des lignes de bois flotté observées depuis si longtemps au-

Elles consistent en dépôts marneux et arénacés qui paraissent constituer à eux seuls la majeure partie de la petite presqu'île de la Liçan. C'est pourquoi, pour fixer les idées, nous les désignons souvent sous le nom de *dépôts de la Liçan*, bien qu'ils n'atteignent pas en cet endroit leur maximum de développement. Ces sédiments se présentent en général sous la forme d'innombrables feuilletés de marnes d'un gris clair, alternant avec des couches extrêmement minces, de couleur et quelquefois de nature toute différente, et souvent exclusivement composées de substances salines telles, par exemple, que du gypse lenticulaire ou des argiles salifères.

Toute la masse se compose, d'ordinaire, de lits dont l'épaisseur n'excède pas 1 à 2 décimètres et donnant aux sections, par la diversité de leurs nuances, un aspect rubanné qui fait tout d'abord reconnaître ces dépôts. Quelquefois, comme sur le bord occidental de la Liçan, les lits de gypse, assez épais, sont composés de grands cristaux hémitropes offrant dans leur clivage la forme dite en *fer de lance*, si commune dans les marnes lacustres gypsifères de l'éocène parisien. Les dépôts de la Liçan rappellent au reste à s'y méprendre les marnes feuilletées que cet étage parisien renferme à la partie supérieure. Ces terrains étant peu cohérents, les eaux les ont découpés dans tous les sens, de façon à leur donner parfois des formes étranges et pittoresques, dont tous les voyageurs ont été frappés, et qui les fait comparer tantôt à des cités détruites, souvent aussi à des forteresses démantelées, d'autres fois à des camps.

La coupe suivante, prise sur la plage qui s'étend devant le waddy Seyal, sur le bord occidental de la mer Morte, où ces dépôts sont très-découpés, donnera une idée de leurs formes en même temps que de la disposition des lits qui les composent.

tour de la mer Morte et à des altitudes très-faibles au-dessus du niveau moyen de ce lac, non plus que des traces laissées sur les rochers par des crues provenant de saisons exceptionnellement pluvieuses. Ces indices très-récents se rapportent probablement à des oscillations dans le niveau actuel du lac qui doit varier constamment entre des limites très-restreintes, si on les compare aux changements considérables qu'il a dû subir anciennement.

Si l'on joint à la puissance, en quelques points fort considérable de ces dépôts, le nombre infini de lits de natures diverses



Fig. 25. — Coupe de s anciens dépôts de la mer Morte, prise sur la plage qui s'étend à l'entrée du Waddy Seyal, en face de la Liçan.

- |  |   |
|--|---|
| <i>y, y', y''</i> . Lits minces de gypse, en petits cristallins. | <i>m''''</i> . Marnes, avec débris de végétaux. |
| <i>y'', y''''</i> . Lits de gypse, en beaux cristaux.            | <i>m''''</i> . Marnes.                          |
| <i>m, m'</i> . Marnes feuilletées.                               | <i>c</i> . Galets siliceux roulés.              |
| <i>m'', m''''</i> . Marnes, avec lits salifères.                 | <i>a</i> . Alluvions.                           |
|  | <i>b</i> . Lignes de bois flottés.              |

dont ils sont composés, on arrive bien vite à l'idée qu'il a dû s'écouler un temps très-long avant que leur dépôt ait été effectué complètement.

Au voisinage de l'axe synclinal du bassin, ces couches présentent dans leur aspect et dans leur composition une remarquable uniformité, mais à mesure que l'on se rapproche des bords de ce bassin, elles offrent, intercalés en plus grand nombre, des lits de cailloux et de graviers empruntés pour la plupart aux terrains crétacés et surtout aux bancs nombreux de silex qui les couronnent. Ils paraissent même se lier insensiblement aux alluvions anciennes (1) des waddis, devenant de plus en plus arénacés et caillouteux et de moins en moins salés et gypsifères à mesure qu'on les accompagne jusqu'au débouché de ces vallées.

Les dépôts de la Liçan s'observent sur tout le littoral occidental de la mer Morte, adossés aux falaises, par exemple à Aïn Feschkah, au waddy Mrabba, à Aïn Jidy, et surtout sur la plage qui s'étend du waddy Seyal au sud de Sebbeh (Masada). On les retrouve encore dans les environs du waddy Zouweirah et du Jebel Usdom.

Au sud du lac, ils constituent en grande partie cette ligne arquée d'anciennes falaises qui limitent la plaine marécageuse

(1) Ces alluvions anciennes sont adossées aux parois des waddis et constituent d'immenses accumulations de graviers, de sables et de limon, rappelant par leur aspect les dépôts quaternaires de nos vallées européennes.

dite de la Sabkah. Ils s'étendent de là, assez loin au sud, dans le waddy Arabah. Les entailles considérables au fond desquelles coulent le waddy el Jeib et quelques autres affluents méridionaux de la mer Morte, montrent des coupes fort intéressantes de ces dépôts, offrant à la base des lits de graviers parmi lesquels

S. Réservoirs d'eau.

Zouweirah  
et Tahta.

N.

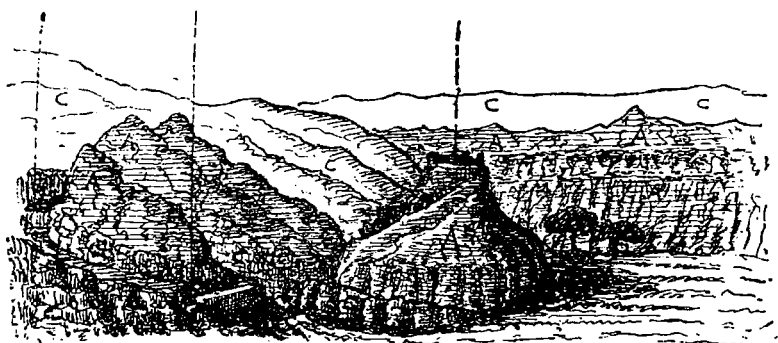


Fig. 26. — Vue des dépôts marneux et arénacés plaqués contre les flancs crétacés du waddy Zouweirah (au S.-E. de la mer Morte), et dont un lambeau isolé supporte les ruines du château de Zouweirah et Tahta.

A. Alluvions anciennes, passant aux dépôts de  
la Liçan.

C. Calcaires crétacés.

on reconnaît souvent des débris de porphyres feldspathiques, surmontés de marnes et d'alluvions gypsifères.

A l'est du lac Asphaltite, on trouve moins de représentants de ces terrains, ce qui est probablement dû à la disposition des escarpements abruptes qui constituent les falaises orientales. Ils n'y sont représentés que par quelques rares lambeaux, accrochés aux accidents de terrain. C'est surtout dans la presqu'île de la Liçan qu'ils prennent un développement un peu important.

Au nord de la mer Morte, ces terrains acquièrent une grande extension. Ils s'étalent dans la vallée de chaque côté du Jourdain. Ce fleuve, ainsi que le waddy Jeib et les divers affluents du bassin, a creusé son lit et déposé ses alluvions au milieu de ces dépôts.

On peut suivre ces terrains, conservant partout dans leurs caractères extérieurs une constance remarquable, fort loin, au



nord. Nous les avons observés près du Jourdain, en face des débouchés, dans le ghôr de la vallée du Zerka. Là, ces dépôts s.

N.

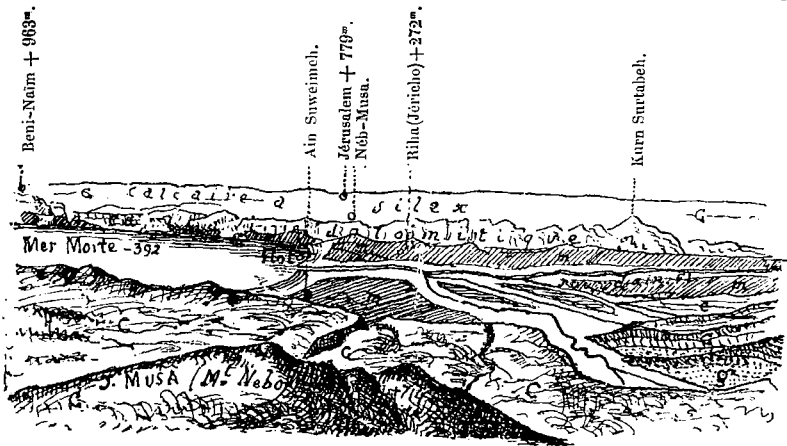


Fig. 27. — Vue de la mer Morte, de la vallée du Jourdain et de la chaîne de Juda, prise du sommet du Jebel Musa (mont Nebo), et montrant la disposition des dépôts de la Liçan et des terrains crétacés des bords du lac.

m. Anciens dépôts de la mer Morte (dépôts de la Liçan). | c. Calcaires crétacés.  
d. Grès de Nabie.

atteignent une élévation d'environ 100 mètres au moins au-dessus du niveau de la mer Morte. Ils se montrent en cet endroit avec une épaisseur qui donne à penser qu'ils doivent se prolonger plus au nord.

N'ayant pas parcouru la portion de la vallée comprise entre ce

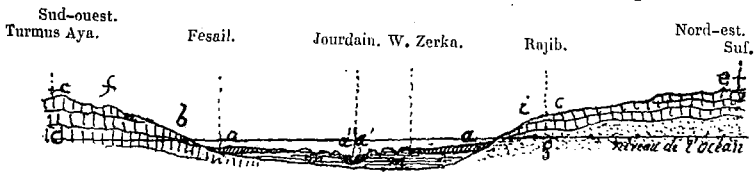


Fig. 28. — Coupe de la vallée du Jourdain de Turmus Aya à Suf, montrant la position relative des terrains crétacés des anciens dépôts de la mer Morte et des alluvions du Jourdain.

g. Grès de Nabie.  
c. Calcaires crétacés.  
f. Calcaires à *Hemister Fourneti*.  
l. Calcaire dolomitique.  
i. Calcaire à *O. flabellata*, *Mermeti*.

e. Calcaire à *O. flabellata*, *Hemister Orliquinus*.  
m. Anciens dépôts de la mer Morte.  
a. Alluvions.  
a'. Limon des bords du Jourdain.

point et le lac Tibériade, il nous a été impossible de vérifier si ces dépôts atteignaient le voisinage de cette nappe d'eau. Sur le

rivage méridional de ce dernier lac, on retrouve bien, il est vrai, des marnes grises en lits très-minces et d'aspect tout à fait analogue à celles qui constituent les dépôts que nous venons de décrire, mais ces marnes qui se présentent là, entaillées sur une épaisseur de 5 à 6 mètres, ne paraissent renfermer ni gypse ni matières salines (1).

Comme elles ont là une élévation de plus de 200 mètres au-dessus du niveau de la mer Morte, il faudrait que la continuité de ces marnes avec les sédiments précités fût parfaitement établie pour pouvoir admettre que les eaux, au fond desquelles se sont effectués les *dépôts de la Liçan*, se sont jamais étendues jusqu'au lac de Tibériade.

Malgré de nombreuses et minutieuses recherches, nous n'avons pu découvrir, dans les *dépôts de la Liçan*, aucun vestige d'être organisé ; à l'exception de quelques empreintes végétales trouvées à l'entrée du waddy Seyal, dans une couche de marne de 0<sup>m</sup>,1 d'épaisseur, intercalée entre deux bancs de gypse, nous n'avons recueilli aucun indice de vie au milieu de ces singuliers terrains (2).

Cet ensemble de couches régulièrement stratifiées est remarquable par la minceur des assises qui le composent ainsi que par le nombre de lits salés et gypsifères qu'il renferme. Ce mode de sédimentation offre beaucoup d'analogie avec ce qui se passe aujourd'hui au fond de la mer Morte, si l'on en juge par le sol de la Sabkah et par les spécimens que la sonde rapporte du fond du lac. Ces derniers se composent, en général, de marnes et

(1) Ce dernier fait pourrait s'expliquer, même en supposant que les couches sont la continuation des dépôts de la Liçan. Il suffirait d'admettre qu'elles ont été déposées près de l'embouchure d'un cours d'eau septentrional se déchargeant à l'extrémité nord de l'ancien lac. Quoiqu'il en soit, ces marnes du lac Tibériade sont des dépôts anciens, puisqu'on n'y trouve point de débris basaltiques dont le sol et le fond du lac sont couverts.

(2) Il n'est pas rare de rencontrer à la surface de ces dépôts et mêlés avec la couche la plus superficielle, des Mélanopsides, des Mélanies quelquefois décolorées et paraissant fossiles au premier aspect. Mais on ne rencontre jamais ces mollusques engagés dans les assises non remaniées, et un examen attentif permet, dans la majorité des cas, de retrouver les ruisseaux et bassins desséchés ou les sources tariées dans lesquels ces mollusques ont vécu autrefois.

d'argiles contenant des cristaux de sel et des cristaux de gypse en petites lentilles analogues à celles qui sont disséminées au milieu des *dépôts de la Liçan*.

Pour expliquer la formation des dépôts de la Liçan, on est ainsi conduit à admettre qu'à une époque ancienne le niveau du lac était beaucoup plus élevé qu'il ne l'est aujourd'hui, que ses eaux devaient être alors très-salées et d'une nature probablement déjà incompatible avec le développement de toute vie animale, ainsi que semblerait le démontrer l'absence de débris d'êtres organisés au milieu de ces dépôts (1). De telles eaux ont pu déposer ces sédiments gypseux et salifères, si semblables aux dépôts contemporains de la mer Morte.

L'absence de tout débris de roches basaltiques et de lits bitumineux au milieu de ces sédiments tend à prouver que ces couches se sont formées avant les éruptions volcaniques dont les déjections sont répandues si abondamment dans beaucoup de points de la vallée du Jourdain. Pour la même raison, on est fondé à croire que leur dépôt s'est effectué également avant la sortie des produits bitumineux que l'histoire ancienne nous dit avoir été si considérable dans le sein même du lac Asphaltite.

Il s'est ainsi écoulé depuis le dépôt de ces terrains un laps de temps très-considérable. Dans cet intervalle, le niveau des eaux s'est abaissé, les rivières ont creusé leur lit dans la vallée, au milieu de ces dépôts nouvellement exondés. En même temps, les phénomènes volcaniques, dont l'action s'est exercée sur une si vaste échelle à l'est du bassin, ont eu le temps de prendre naissance, d'acquérir le développement important qu'attestent le massif du Hauran, ainsi que les plateaux du Jaulan, et de s'éteindre probablement avant la venue dans ces contrées de l'un des peuples auxquels nous devons nos traditions les plus anciennes.

L'abaissement du niveau des eaux de la mer Morte est le changement le plus remarquable qui se soit effectué dans la con-

(1) Il se pourrait cependant aussi que la nature salifère du terrain n'eût pas permis la conservation de ces corps organisés.

trée depuis l'époque du dépôt des marnes de la Liçan. Ce changement semble accuser une modification profonde dans l'état climatologique de ces régions asiatiques.

Cet abaissement indique, en effet, clairement qu'il arrivait auparavant plus d'eau à la mer Morte que de nos jours, ou bien qu'elle en perdait moins par l'évaporation.

C'est donc à l'étude des waddys, ces canaux chargés de pourvoir à l'alimentation du lac, que l'on doit demander de rendre compte de l'importance relative de ces deux influences, dans les changements survenus, depuis cette époque, dans son niveau. Ces cours d'eau, dont le plus grand nombre est aujourd'hui à sec pendant la majeure partie de l'année, et dont certains ne sont alimentés dès le printemps que par des sources, offrent dans leur volume une disproportion frappante avec les profondes entailles au fond desquelles ils coulent. Pour se rendre compte de la formation de ces dernières, ainsi que des accumulations considérables d'alluvions anciennes, adossées à leurs parois, on est forcé de recourir à l'idée du passage continu et séculaire d'anciens courants beaucoup plus importants. Si l'on réfléchissait à la quantité d'eau qu'ont pu déverser dans la mer Morte, ces anciens cours d'eau, lorsqu'ils étaient en harmonie avec les proportions de leurs waddys, on s'expliquerait sans doute alors que le lac ait pu atteindre un niveau plus élevé. On conçoit aussi que si, depuis cette époque, les influences atmosphériques favorables à cette surélévation de niveau ont diminué, ainsi que semble l'attester l'état actuel des cours d'eau, l'effet de ce changement aura dû naturellement se traduire par un abaissement dans le niveau de la mer Morte.

Cette diminution dans la précipitation atmosphérique, et par suite dans le régime des cours d'eau, en Syrie, paraît d'ailleurs s'accorder assez bien avec ce que l'on observe dans nos vallées européennes, et avec les données que nous possédons aujourd'hui sur l'état climatologique de notre hémisphère vers la fin de la période tertiaire, et au commencement de la période quaternaire.

A une époque où il est généralement admis que les princi-

pales montagnes de l'Europe étaient couvertes de glaciers, et où les mers qui baignent les côtes de Sicile auraient vu se développer, dans leur sein, des animaux d'un caractère arctique, la température devait être, dans ces régions, moins élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui. Y aurait-il donc lieu de s'étonner, qu'à cette même époque, le climat de la Syrie ait eu sa part de ce refroidissement général?

D'après les observations récentes d'un savant distingué, le docteur D. Hooker, le Liban conserverait des traces apparentes d'un ancien et important développement de glaciers, et leurs moraines seraient descendues jusqu'à 1200 mètres au-dessous des plus hauts sommets de cette chaîne de montagnes, qui ne sont même plus aujourd'hui le siège des neiges perpétuelles (1).

Les cèdres, ces derniers représentants d'une flore ancienne correspondant à un climat plus froid, persistent encore dans leur développement multiséculaire, au milieu des moraines de ces anciens glaciers, près desquels leurs ancêtres ont sans doute vécu en plus grand nombre et à de moindres altitudes.

L'Hermon ou le Jebel es Scheik dans l'Anti-Liban, reste encore couronné de neige et porte aussi le nom de Jebel el Seltj (montagne de la neige).

M. Girard de Rialle, nous a assuré avoir observé sur les flancs de cette montagne des traces évidentes de glaciers, et notamment des cailloux striés. S'il en est ainsi, il n'est pas douteux

(1) *Natural history Review*, n° 5, janvier 1862, p. 2. Les moraines découvertes dans le Liban par M. Hooker, et que M. Lyell (*Antiquity of man*, chap. xv, p. 323) n'hésite pas à classer parmi les dépôts erratiques de la première période glaciaire, ne correspondraient-elles pas aux poudingues calcaires depuis longtemps décrits par Botta? (*Mém. de la Soc. géol. de France*, p. 158.)

Russegger a également signalé, dans la vallée de l'Orontes, l'existence de ces mêmes bancs étagés de poudingues à ciment calcaire très-peu consistant, dont l'allure anormale l'avait frappé, et qu'il considérait comme diluviens.

La ville de Damas est bâtie sur une roche toute semblable. On en rencontre encore des analogues au pied de l'Anti-Liban et sur le bord oriental du lac Tibériade. Partout ces poudingues se font remarquer par l'absence de galets basaltiques parmi leurs éléments, même dans les contrées où le basalte est le plus répandu à la surface. Ce fait établit leur ancienneté. Nous n'avons jamais observé de cailloux striés ou d'autres traces de l'action glaciaire au milieu de ces dépôts.

que le Liban et l'Anti-Liban aient eu, en même temps que les montagnes de l'Europe, leur période glaciaire, et il faut bien reconnaître qu'à cette époque le climat de la Palestine devait favoriser un accroissement dans le régime des waddys, et ne permettre à l'évaporation qu'une action très-faible comparative-ment à celle qu'elle exerce aujourd'hui sur les eaux du bassin de la mer Morte.

Ces deux modifications inverses dans les influences qui règlent le niveau du lac, agissant toutes deux dans le même sens, ont pu suffire pour amener à la longue une élévation considérable de la surface. Ces modifications venant à disparaître, il devait en résulter un abaissement des eaux du lac.

Il serait d'ailleurs aisé d'entrevoir la possibilité d'effets secondaires dus à des agents d'un tout autre ordre sur cet abaissement du niveau de la mer Morte. En effet, il se pourrait que les coulées basaltiques considérables qui, vers le nord du bassin, se sont épanchées jusque dans la vallée du Jourdain, aient détourné ou arrêté quelques-uns des affluents septentrionaux du lac Asphaltite. Elles ont même pu produire, dans les environs du Bahr-el-Houleh et du lac Tibériade, des barrages analogues à ceux qui, dans l'Auvergne et le Katakekaumène, ont interrompu l'écoulement régulier des eaux et donné lieu à la formation de lacs.

De tels effets ont pu assurément être produits par les coulées de lave comme celles de Baniyas, ou encore comme les épanchements qui, entre le Bahr el Houleh et le lac Tibériade, ont obstrué la vallée et resserré le Jourdain de façon à ne lui permettre de s'échapper que par un étroit défilé. De sorte que les éruptions basaltiques ont pu, quoique dans une mesure fort restreinte, contribuer à faire descendre le niveau de la mer Morte.

Néanmoins, c'est principalement à un changement dans le climat et par suite dans le régime des cours d'eau, que le lac Asphaltite paraît devoir l'abaissement de sa surface actuelle. On est alors tenté, d'après ce que nous avons dit plus haut, de rapprocher cet ancien régime des effets analogues qu'ont imprimés à nos rivières européennes des phénomènes atmosphéri-

ques dont le maximum d'intensité a été reporté au commencement de l'époque quaternaire. Les observations de M. D. Hooker et de M. Girard de Rialle, viendraient confirmer ce rapprochement, auquel se prêtent parfaitement l'étude du sol ainsi que l'appréciation de la durée probable des phénomènes géologiques qui ont précédé ou suivi cette grande crise climatérique.

Nous voyons, par tout ce qui précède, que l'Égypte, la Nubie, l'Arabie Pétrée, la Palestine et la Syrie, n'ont pas échappé aux influences que l'époque glaciaire paraît avoir exercées sur tout l'hémisphère boréal, et que si les traces de ce grand phénomène atmosphérique sont en réalité moins profondes que dans nos régions tempérées, elles sont néanmoins rendues plus apparentes et plus saisissantes encore, par suite du contraste sans cesse offert par la sécheresse actuelle de ces contrées avec les preuves irrécusables et multipliées d'une irrigation ancienne plus abondante.

Les autres principaux phénomènes de la période quaternaire se rattachent en grande partie à l'activité volcanique dont nous avons étudié en détail les effets dans un chapitre spécial (voy. p. 80). Cette activité dut se manifester dès la fin de la période tertiaire, mais les coulées qui suivirent le fond des vallées ne paraissent s'être épanchées qu'après le dépôt des marnes de la *Liçan*, et peut-être quelques-unes d'entre elles rentrent-elles dans l'époque historique ou au moins traditionnelle de ces contrées, ainsi que le pensait Daubeny, d'après certains passages des prophéties bibliques.

Certains dépôts d'incrustation, dus à des sources calcarifères, paraissent également remonter à l'époque quaternaire.

Enfin, nous croyons devoir y rattacher encore, bien que nous ne puissions nous appuyer en cela que sur des analogies dont la valeur pourrait être contestée, les grottes à ossements de la Syrie.

Newboldt a signalé l'existence, dans les grès miocènes et les calcaires nummulitiques des environs du Caire, de nombreuses cavernes qui serviraient de refuge aux hyènes, et dans le fond desquelles il aurait découvert des ossements d'homme et d'ani-

maux divers, que ces animaux y avaient probablement apportés. Il est vraiment dommage que ces grottes n'aient point été fouillées. Le voisinage de l'un des points du globe le plus anciennement habité semblerait promettre aux chercheurs des découvertes des plus importantes.

En Syrie, on a signalé l'existence de plusieurs cavernes à ossements. Le docteur Hedenborg en avait observé une à la source de la rivière de Ent-Élias. Botta en a vu d'autres sur la route de Tripoli ainsi qu'aux sources de Nahr el Kelb (Lycus) (1). A l'entrée de ces dernières grottes, cet excellent observateur a signalé la présence d'un banc considérable formé de galets enveloppés dans une espèce de ciment calcaire et recouvert par des incrustations de la même nature, dans lequel se trouvaient des ossements de ruminants, de chèvres, etc., et de nombreux coquillages, les uns terrestres (*Helix*, etc.), les autres marins (*Turbo* (?), etc.), enfin des fragments de poteries.

On comprend que ce passage de Botta avait vivement éveillé notre curiosité, car, à l'époque où il écrivait, on n'avait pas encore soulevé la question de l'*homme fossile*, et il pouvait par conséquent avoir négligé de rechercher les débris d'industrie humaine que semblait promettre ce gisement. Le duc de Luynes, frappé de l'intérêt de ces recherches, n'hésita pas à ajouter l'excursion du Nahr el Kelb à son programme, et nous pûmes ainsi faire une découverte des plus importantes, dont les principaux résultats furent communiqués, le 21 mars 1866, à l'Académie des sciences. Nous voulons parler de la trouvaille de silex taillés suivant les mêmes règles que dans les stations humaines de l'*âge du Renne* de notre Périgord et de l'Aquitaine, en un point très-voisin des grottes du Nahr el Kelb.

Ces grottes sont creusées dans les calcaires compactes inférieurs aux grès, et que nous avons décrits dans le cinquième chapitre, et dont la partie supérieure renferme de grandes natices, des nérinées et des polypiers.

De ces cavernes s'échappent des masses d'eau assez considéra-

(1) *Mém. de la Soc. géol.*, t. I, p. 148.



bles, et cette circonstance concourt avec le voisinage trop grand de la rivière pour en rendre l'habitation incommode.

C'est dans un site plus favorable et qui, d'ailleurs, ne paraît pas correspondre au gisement indiqué par Botta, que le hasard nous fit découvrir la station humaine dont nous venons de parler et qui se trouve sur une plate-forme située au-dessus des grottes.

Cette plate-forme est garantie des vents du nord par un rocher coupé verticalement vers le S.-E., et qui même a dû autrefois, à en juger d'après les blocs éboulés, constituer un *abri* du genre de ceux sous lesquels on trouve en France tant de débris d'industrie humaine.

Le sol de cette plate-forme était couvert d'éclats de silex, parmi lesquels nous pûmes recueillir des *couteaux* et des *grattoirs*. Ce sol consistait en un terreau noirâtre dans lequel se trouvaient mêlés à des silex taillés de nombreux ossements de ruminants, brisés et souvent même calcinés.

Ce qu'il y a de bien remarquable dans ces ossements, c'est qu'au lieu de se rapporter à des espèces éteintes, comme ceux qu'on rencontre dans les stations analogues de l'Europe, ils appartiennent à des espèces encore vivantes dans la contrée ou dans les pays voisins. Tels sont le Daim (*Cervus dama*), dont quelques individus existeraient encore à l'état de captivité dans le Liban d'après M. Perretié, et que Hasselquist a observé en Galilée près du mont Thabor; le *Beden* (*Capra Nubiana*, *C. Arabica*, *C. Sinaitica*), Bouquetin très-répandu en Arabie Pétrée et en Nubie, et qui se trouverait encore, d'après M. Perretié, dans le Liban; une Chèvre voisine de la chèvre sauvage de l'île de Crète, et enfin une petite Antilope qui est vraisemblablement la Gazelle si commune dans les régions avoisinantes.

A 5 ou 6 mètres au-dessous de la plate-forme, se trouve une brèche calcaire assez cohérente empâtant les mêmes silex taillés et les ossements cassés et calcinés dont nous venons de parler. Ce sont, en un mot, les éboulis de la plate-forme endurcis par un ciment calcaire.

Cette même brèche se rencontre, à quelques pas de là, plaquée au rocher comme si elle eût rempli une fente et se fût

formée par l'entraînement des matériaux qui constituent le sol de la plate-forme où se trouvait la station véritable.

On le voit, tandis qu'en Europe les mêmes instruments de silex se trouvent associés à des ossements pareillement brisés et calcinés, mais appartenant à des espèces perdues; en Orient, où la civilisation aurait commencé plus tôt, nous rencontrons avec ces instruments, non plus des espèces perdues, mais bien les principaux représentants de la faune actuelle de la contrée ou des régions toutes voisines.

Outre ces brèches osseuses, nous mentionnerons en passant une brèche curieuse composées de fragments d'os empâtés dans des scories basaltiques qui se trouve entre le massif du Hauran et celui du Safa. C'est sur un échantillon recueilli par M. de Voguë, que nous avons pu admirer cet étrange conglomérat ossifère qui, paraît-il, occuperait une certaine étendue.

Près de Tyr et de Sidon, à l'entrée de la grotte naturelle qui se trouve au milieu de la nécropole d'Adjloun, on rencontre une brèche ossifère, à ciment calcaire assez dur, et qui renferme quelques éclats de silex. Je n'ai pas recueilli d'échantillon de ces derniers qui fût assez bien caractérisé pour qu'on pût dire qu'ils étaient taillés, mais il y a de fortes raisons pour le croire, et il serait intéressant de vérifier ce fait.

Enfin nous citerons encore, comme se rattachant probablement aux mêmes époques, des éclats de silex paraissant taillés que nous avons recueillis dans l'Ammonitide, et d'autres qui ont été trouvés par M. Cazalis de Fondouce aux environs de Nazareth, ainsi que de beaux couteaux de silex recueillis à Beth Saour près de Bethléhem, par les Arabes, et donnés par eux à M. l'abbé Moretain.

Ce dernier avait obtenu de la même provenance : une hache de silex, taillée suivant le type des haches de Saint-Acheul et qui se trouve en la possession de M. Voguë, ainsi qu'une aiguille d'os percée d'un chas, et une pointe de flèche de la même forme que celles qui ont été découvertes dans la grotte d'Aurignac et dans les stations du même âge.

On a enfin recueilli dans le Sinaï, près des mines de turquoises

du waddy Naseb, des couteaux de silex dont j'ai vu à Londres quelques spécimens trouvés par le major Macdonald, qui avait tenté de réexploiter ces mines.

On dira que tous ces débris d'industrie primitive, que nous venons d'énumérer, correspondent bien à un même état de civilisation, mais qu'ils ne sont pas nécessairement du même âge que ceux qu'on trouve en France et qu'ils peuvent n'être pas dus à la même race.

Il faut avouer que la présence, dans la station humaine du Nahr el Kelb, des seules espèces qui vivent aujourd'hui encore dans le pays ou dans les contrées limitrophes, paraît confirmer, au premier abord, cette manière de voir, et s'il s'agissait simplement de quelques analogies générales nous en conviendrions aisément. Mais, quand on retrouve dans ces débris d'industrie humaine les mêmes formes conventionnelles, il est difficile d'attribuer ces ressemblances à un pur hasard. Aussi croyons-nous devoir ranger, jusqu'à plus ample informé, la station humaine du Nahr el Kelb dans la même époque que celles du Périgord et du midi de la France, qui renferment les mêmes instruments associés, il est vrai, à une faune dont quelques représentants ont disparu de nos climats.

---

## CHAPITRE X.

### TERRAINS EN VOIE DE FORMATION ET PHÉNOMÈNES QUI PRÉSENTENT A LEUR FORMATION.

§ 1. *Dépôts marins.* — Les terrains de formation actuelle peuvent être divisés, comme les précédents, en deux catégories distinctes, suivant qu'ils se sont déposés sous les eaux de la mer ou bien à la surface des continents.

Les premiers doivent leur apparition, sur le bord des côtes, à la continuation des phénomènes lents d'exhaussement dont nous avons signalé l'existence pendant la période quaternaire.

Nous avons déjà fait mention des accumulations de *Murex trunculus* qu'on rencontre à une assez grande hauteur au-dessus de la plage actuelle, dans les environs de Tyr et de Sidon.

Quand on aborde à Jaffa, on est obligé de franchir, en barque, une passe dangereuse au milieu d'écueils qui s'élèvent un peu au-dessus de la mer. Ce sont des grès remplis de pétoncles (*Pectunculus violacescens*, Lamk), qu'on a utilisés pour daller les escaliers qui mènent à la ville haute de Jaffa. Ces grès modernes forment des bancs qui suivent fidèlement la côte, à une certaine distance du rivage, et se montrent le plus souvent à fleur d'eau.

Botta, dans son excellent mémoire sur le Liban, parle de cette formation que le docteur Hedenborg avait également observée et qui se poursuit sur toutes les côtes de Phénicie et de Syrie.

Ces grès calcaréo-siliceux forment généralement, le long des plages sablonneuses, des écueils inférieurs à la ligne des hautes eaux, composés des mêmes éléments que le sable du rivage, et renferment parfois quelques bancs horizontaux et irréguliers de poudingues.

Ces dépôts, d'après Botta, obstruent peu à peu les ports de la côte, et sans qu'il y ait sur cette plage des coraux et des madrépores, ils forment de petits ports semblables à ceux qu'on trouve entre les bancs de coraux et les îles de la mer du Sud.

A peine exposée à l'air, la roche se solidifie et l'on a pu l'utiliser ainsi comme pierre de construction à Saïda (Sidon), Sour (Tyr), Jaffa et à el Arisch.

Tandis que sur les côtes de la Méditerranée se forment actuellement ces grès et les dépôts sablonneux des plages, les bords de la mer Rouge voient se produire des formations marines de même nature, et les ports sont obstrués en partie par le développement et l'exhaussement lent des récifs de coraux. Cet exhaussement des rivages se manifeste surtout dans la portion méridionale de la mer Rouge, où les phénomènes volcaniques ont acquis une intensité exceptionnelle, et l'on doit attribuer à des émersions de cette nature le rétrécissement de l'entrée du golfe

Arabique et la formation du détroit de Bab el Mandeb. M. Vignaud a en effet constaté l'origine récente des plaines qui bordent la mer Rouge, près des confins de l'Abyssinie.

Les récifs madréporiques du jebel es Zeit (montagne de l'Huile) sont imprégnés en certains endroits de bitume, et cette substance coule sur le bord de la mer dans quelques petits bassins où on la recueille depuis bien longtemps pour l'appliquer à plusieurs usages. M. Fraas a cru reconnaître un rapport intime entre ces produits bitumineux et les récifs madréporiques, et il pense que le bitume s'est produit tout naturellement par la simple décomposition, à une température toujours supérieure à 48 degrés, des nombreux animaux qui remplissent les lagunes du récif. Cette formation du bitume, par suite de la décomposition des animaux et à une température peu élevée, serait une découverte d'une bien haute portée en géologie si elle était non pas seulement affirmée, mais bien prouvée. Il n'est guère possible de l'accepter encore pour le jebel es Zeit. Si telle était l'origine de ces produits bitumineux, pourquoi ce gîte serait-il isolé et ne retrouverait-on pas ces substances dans toutes les lagunes des récifs madréporiques épars le long des côtes de la mer Rouge, et qui se trouvent dans les mêmes conditions?

Au contraire, en attribuant l'arrivée du bitume du jebel es Zeit à des sources qui auraient profité de quelque fracture du sol, on explique la position de ce gîte bitumineux, lequel se trouve, avec celui de Tor, dans le Sinaï, faire suite à ceux des bords de la mer Morte et de la Cœli-Syrie où ne se rencontrent point de récifs madréporiques. Il y a, au jebel Zeit, comme dans le voisinage des autres gîtes de cette nature, de nombreuses traces d'anciennes sources thermales et des roches éruptives, des cargneules, des calcaires dolomitiques, des calcaires concrétionnés, de l'aragonite fibro-radiée, de l'anhydrite, du gypse cristallisé en fer de lance et autres minéraux qui sont formés habituellement par les sources souterraines et thermales, et que Lefèvre a recueillis dans le voisinage du bitume.

Non loin de là se trouvent des pegmatites, des porphyres, des diorites, et Burton en a rapporté des veines de fer oligiste spécu-

laire qui semblent accuser également l'existence d'anciens courants hydro-thermaux.

Puisque nous rencontrons au *jebel Zeit* les mêmes conditions que dans les gîtes habituels du bitume, il nous paraît imprudent de faire intervenir, pour expliquer sa formation, des réactions douteuses sur lesquelles on ne possède encore que des notions fort confuses.

Sur les continents, il s'est effectué, pendant l'époque dont nous nous occupons, des dépôts de nature assez diverse, soit le long des cours d'eau, soit sur les bords du lac, soit autour des sources, soit enfin à la surface des déserts.

§ 2. *Dépôts fluviatiles.* — Les cours d'eau qui déposent des alluvions un peu importantes sont assez rares dans ces contrées si sèches. Les plus importants de ces dépôts sont ceux du Nil et du Jourdain.

Le limon du Nil ne ressemble à celui d'aucun autre fleuve, sa légèreté, sa ténuité, les éléments si variés dont il se compose, le rendent bien propre à entretenir la fertilité de la plaine d'Égypte. On y trouve des parcelles de mica, de quartz, de silice, de feldspath, d'épidote, etc., et sa composition est la suivante, d'après M. Houzeau (1).

	gr
Eau volatile à 100 degrés.....	7,70
Argile et silice.....	62,71
Oxyde de fer magnésien .....	} 14,70
Phosphate de fer en petite quantité.....	
Carbonate de chaux et de fer.....	0,57
Alumine.....	8,27
Sulfate de chaux.....	0,56
Matières organiques et pertes.....	5,49
	<hr/> 100,00

L'azote n'y est représenté que par 0,05 pour 100, et c'est à cette pauvreté d'azote qu'est due, suivant M. Houzeau, la faible teneur en gluten du blé d'Égypte.

Le Nil laissant couler, dans ses basses eaux, en vingt-quatre

(1) *Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, t. LXVIII, p. 612, 1869.

heures, 15 056 639 mètres cubes d'eau, ce fleuve porterait d'après cela 6 000 000 kilogrammes d'eau par jour à la mer, ce qui représente en production la valeur d'environ 1 million de sacs de blé d'Égypte.

Les limons que dépose le fleuve sont régulièrement superposés et disposés par couches minces. Ils ont comblé la vallée d'Égypte et formé, dans le voisinage de la Méditerranée, un vaste delta qui repose sur des sables marins probablement quaternaires.

Par suite du dépôt incessant de ce limon au fond du fleuve, conformément à la faiblesse du courant, son lit s'est déjà exhaussé d'environ 10 pieds.

Telle est la nature des dépôts du Nil.

Le Jourdain, dont le lit est creusé pendant une bonne moitié de son parcours, au milieu des marnes de la Liçan, déposées jadis par la mer Morte, l'a comblé en partie par un limon qui ressemble parfois assez aux *loëss* du Rhin. Ce limon contraste par sa couleur jaunâtre et sa fertilité avec les marnes gypseuses de la Liçan qui, imprégnées de sel et moins bien arrosées, encadrent de deux bandes stériles et blanchâtres ce ruban sinueux de limon jaune couvert d'arbustes au milieu duquel coule le Jourdain.

D'après le voisinage de ces marnes salées et les propriétés salifères que possèdent d'ailleurs les terrains créacés des bords du bassin, on doit s'attendre à trouver les eaux du Jourdain douées elles-mêmes d'une certaine salure. Cette salure n'est cependant pas sensible au goût; elle ne se manifeste que par l'analyse, qui montre, ainsi que l'avaient déjà fait remarquer Hitchcock et Bunsen, que l'eau du Jourdain diffère par sa composition des eaux des autres fleuves.

Voici l'analyse de l'eau puisée par nous, le 21 avril 1864, à trois heures du soir, au gué des Gawarinehs, à 12 kilomètres en amont de l'embouchure du Jourdain. Sa température était de 22 degrés, tandis que celle de l'air ambiant était de 25 degrés.

Densité. . . . .	=	1,0010
Résidu salin laissé par un litre. . . . .	=	0,873
Eau. . . . .		999,127

## Composition :

Chlore. ....	0,425
Acide sulfurique. ....	0,034
Acide carbonique. ....	traces.
Soude. ....	0,229
Chaux. ....	0,060
Magnésie. ....	0,065
Potasse. ....	traces.
Silice, alumine, fer. ....	traces.
Matière organique. ....	traces.
Total. ....	0,873

Cette analyse montre bien qu'à l'exception du brome dont on n'a pu y constater la présence, les eaux de ce fleuve, dont le volume doit égaler celui de la masse déversée par tous les autres affluents réunis, contiennent les mêmes éléments salins que la mer Morte.

Cela n'est pas étonnant, à cause du voisinage des anciens dépôts de la mer Morte, qui sont restés imprégnés d'une grande partie des sels que le lac renfermait déjà en si grande abondance lorsqu'ils ont été formés.

D'après des évaluations qui ne peuvent être naturellement bien rigoureuses, le Jourdain amènerait à certaines époques de l'année, à la mer Morte, pour y être évaporées, 6 500 000 tonnes d'eau par jour. Quoi qu'il en soit de la valeur précise de cette estimation, il n'en est pas moins certain que le débit du Jourdain est énorme à certains moments, et qu'il doit égaler, s'il ne le dépasse, l'apport total des eaux douces que versent dans le lac les autres rares affluents.

Malgré la chaleur extrême qui règne au fond de cette dépression, on a grand'peine à se figurer que cette masse d'eau charriée journellement par le Jourdain puisse être enlevée tout entière par le seul fait de l'évaporation puissante qui s'exerce à la surface du lac. Aussi conçoit-on l'embarras des Arabes, qui, ne pouvant se rendre compte de la disparition d'un aussi grand volume d'eau autrement que par l'intermédiaire d'une issue souterraine, ont eu tout naturellement recours à cette hypothèse, et, dans l'ignorance où ils sont de la dépression du niveau de la



mer Morte, se sont empressés d'admettre l'existence d'un canal de cette nature, qui conduirait l'excédant des eaux de la mer Morte dans une des mers voisines.

Ils n'ont fait en cela que reproduire l'erreur dans laquelle étaient tombés les anciens à l'égard de quelques autres lacs de l'Asie, erreur qui donna sans doute naissance à la tradition des gouffres de la mer Caspienne, et influa également sur l'opinion d'Ératosthène relativement aux lacs de la région qui nous occupe.

Les masses d'eau douce que le Jourdain roule ainsi vers la mer Morte surnagent en raison de leur densité, beaucoup plus faible que celles des eaux du lac, et se dirigent vers le sud, en donnant lieu à un courant dont le lieutenant Lynch avait reconnu l'existence et que notre compagnon de voyage, le lieutenant Vignes, a pu suivre jusqu'à la Liçan (c'est-à-dire jusqu'aux portions les plus méridionales de la mer Morte), où ce courant conserve encore une vitesse d'un demi-mille à l'heure.

Les phénomènes d'évaporation s'exercent donc principalement sur les eaux du Jourdain, et il faut que cette évaporation soit bien forte, puisque le professeur Zech, de Stuttgart, a calculé approximativement que, pour que l'eau transportée par le Jourdain soit absorbée par elle, il faut qu'il s'évapore journellement sur toute la surface de la mer Morte une couche d'eau de 13 millimètres, chiffre énorme quand on le compare à ceux qui représentent l'intensité de ce phénomène dans nos contrées (1).

A son débouché dans le lac, le Jourdain accumule ses déjections, qui ont la forme d'une surface conique et restreignent considérablement les profondeurs près de l'embouchure, de telle sorte qu'il arrivera un moment où le fleuve aura aussi son delta, qui prend déjà naissance sous les eaux.

Le Waddy Zerka-Maïn et le Waddy Mojob forment eux-mêmes de petits deltas en miniature sur lesquels poussent de nombreux arbrisseaux.

(1) Cependant à Palerme et en Californie l'évaporation enlève des couches d'eau de près 8 millimètres d'épaisseur par jour.

§ 3. *Dépôts lacustres.* — Examinons maintenant les dépôts qui se forment sur les bords des lacs et les matières que leurs eaux tiennent en dissolution.

Puisque nous venons de nous occuper en dernier lieu des cours d'eau qui se rendent à la mer Morte, il nous paraît naturel de parler d'abord de celui qui mérite à tous les titres d'être l'objet d'une étude attentive. Les traces d'exhaussement de la surface de la mer Morte dans les temps modernes sont insignifiantes : elles se bornent à quelques lignes de bois flotté qu'on observe sur les plages qui l'entourent à une très-faible distance du rivage, et à l'existence d'une très-grande lagune située au midi du lac et que les eaux envahissent encore dans leurs crues exceptionnelles.

Cette plaine, connue sous le nom de *Sabkah*, et dont la terre salée, détremée pendant une grande partie de l'année, engloutit souvent les chevaux ou les hommes qui s'y aventurent sans précautions, se prolonge au sud jusqu'au débouché du waddy Jeib, dans le Ghôr, et sur tout cet espace ne s'élève pas à plus d'une trentaine de mètres au-dessus de la mer Morte (1).

Les eaux du lac n'envahissent plus aujourd'hui qu'une portion très-restreinte de cette plage, et elles y déposent des argiles salifères semblables aux marnes de la Liçan : ce sont les dépôts de cette nature qu'on retrouve sur ses bords, un peu partout, principalement autour de la presqu'île de la Liçan, dont les petites falaises sont formées de dépôts plus anciens, et le long de la rive orientale du lac.

Enfin la sonde rapporte du fond de la mer Morte des échantillons d'une argile bleuâtre renfermant de petits cristaux cubiques de sel et d'autres cristaux lenticulaires de gypse : ce sont les dépôts qui se forment actuellement par 200 et 400 mètres de profondeur sous ses eaux. Dans la partie méridionale où la profondeur est très-faible, on ne retire qu'une vase salée.

(1) Si le niveau de la mer Morte s'abaissait de 7 à 8 millimètres, une étendue de terrains presque égale à la Sabkah et correspondant au golfe méridional connu sous le nom de *Lagune*, se trouverait émergée et la mer Morte se terminerait à la presqu'île de la Liçan.

L'intérêt le plus grand qui s'attache à la mer Morte a trait à la salure de ses eaux, à son origine et aux phénomènes de concentration qui l'accroissent sans cesse, et ont déjà fait de ce lac, le plus déprimé de ceux qu'on connaisse, une des masses d'eau les plus denses et les plus salées du globe.

C'est à ces dernières qualités que la mer Morte doit d'avoir servi de type aux lacs salés de dépression dont on a voulu depuis longtemps faire autant de laisses de l'Océan (1).

Nous avons combattu cette généralisation et montré que la salure de beaucoup d'entre ces lacs de dépression peut s'expliquer par le voisinage de dépôts salins ou d'autres conditions locales; et qu'enfin, en ce qui concerne plus spécialement la mer Morte, l'indépendance absolue de son bassin par rapport aux mers voisines et son isolement initial ne permettent pas d'appliquer à l'origine de sa salure cette hypothèse séduisante.

Pour nous rendre compte de cette origine, il faut donc étudier avec soin la composition des eaux de ce lac, celle des cours d'eau qui s'y rendent, et enfin celle des sources voisines, et prévoir l'influence que les masses salines signalées depuis fort longtemps près de la mer Morte peuvent avoir exercé sur la salure de ses eaux.

Nous allons rapidement examiner ces divers points de la question :

L'eau de la mer Morte ne paraît pas, au premier abord, différer de celle de l'Océan, mais si l'on y plonge la main, elle laisse une impression huileuse assez prononcée, et à la suite d'un contact prolongé elle peut déterminer sur la peau la formation de pustules qui persistent pendant tout le temps que l'on séjourne sur le lac.

En raison de sa grande densité (1162 à la surface, tandis que celle de l'Océan n'est représentée que par le chiffre de

(1) Angelot, *Recherches sur l'origine du haut degré de salure de divers lacs placés dans le fond de grandes dépressions du sol des continents, et en particulier de la mer Morte, suivies de considérations sur l'origine du sel gemme en couches* (Bull. de la Soc. géol. de France, 1<sup>re</sup> sér., t. XIV, p. 356. 1843).

(2) Bull. de la Soc. géol. de France, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 420, 1865.

1027), le corps humain n'y enfonce point, même lorsqu'il conserve une immobilité complète. Ce fait, connu des anciens, fut vérifié, selon l'historien Josèphe, par Vespasien, qui y fit jeter des criminels solidement garottés. La mer Morte ne partage cette propriété qu'avec un petit nombre de lacs salés, dont le plus connu est le lac Elton.

Cette eau est extrêmement riche en chlorure et en bromure de magnésium, et c'est sans doute à l'abondance de ces sels qu'il faut attribuer l'absence complète, dans cette petite mer, de toute espèce de ces êtres animés qui vivent généralement dans les nappes d'eau salée (1).

Ce qu'il y a de certain, c'est que des animaux accoutumés à vivre déjà dans une eau fortement salée, y meurent instantanément, comme nous avons pu le constater en transportant dans l'eau de la mer Morte des petits poissons (*Cyprinodon Mosias*, Cuv., Val., *lunatus* Ehrenb. et *C. Hammonis*, ?) qui vivent dans une lagune située au nord du jebel Usdom, souvent envahie par l'eau de mer et alimentée par une source chaude d'eau salée.

Le nombre des analyses chimiques auxquelles on a soumis, à diverses reprises, des échantillons d'eau provenant de la mer Morte est devenu considérable ; mais, bien que la plupart de ces essais aient été faits par des savants du plus haut mérite (2), ils ont conduit à des résultats notablement différents. Ces analyses ne peuvent d'ailleurs donner une idée juste de la salure générale du lac d'après les conditions mêmes où ces eaux ont été puisées. Lorsqu'on recherche, en effet, les provenances de ces dernières, on ne tarde pas à s'apercevoir qu'elles ont toutes été recueillies à l'extrémité nord-ouest de la mer Morte (3) et à une distance

(1) Les lacs salés de Kodj-Hissar, Urmiah et Van, dans l'Asie Mineure, ne paraissent pas renfermer d'organisme vivant dans leur sein.

(2) Il suffit pour s'en convaincre de citer les noms des principaux auteurs de ces analyses : Macquer, Lavoisier et Lesage (1778), Marcet et Tennant (1807), Klaproth, Gay-Lussac (1819), Hermbstadt, Gmelin (1824), Apjohn (1838), Silliman (1845), Marchand (1847), Nerapath (1849), Booth et Muckle (1852), W. Gregory (1854), Moldenhauer (1854), Boussingault (1856).

(3) Il est facile d'en deviner les motifs : cette plage, protégée par le voisinage du poste

plus ou moins rapprochée de l'embouchure du Jourdain. En outre, à part un échantillon d'eau recueilli par le capitaine Lynch (1) à 195 brasses de profondeur, sans les précautions qui seules auraient pu donner quelque valeur à cette expérience, tous les autres ont été pris à la surface où le mélange, dans des proportions sans cesse variables, des eaux concentrées du lac avec les eaux douces des affluents, vient apporter un élément de perturbation dont on retrouve les effets dans les différences marquées par les analyses.

Nous avons déjà parlé du courant médian nord-sud occasionné par le Jourdain et formé principalement d'eaux peu salées ; M. Vignes a pu également constater l'existence de contre-courants latéraux qui, malgré beaucoup d'irrégularités dans leurs allures, paraissent porter en général, du sud au nord, le long des côtes. Ces contre-courants doivent nécessairement ramener, des régions méridionales de la mer Morte, des eaux plus denses et plus chargées de matières salines que celles du courant principal émané du Jourdain. C'est probablement à ces complications qu'il faut rapporter la cause des différences si notables manifestées par l'analyse entre certains échantillons d'eau recueillis près de l'îlot, à l'extrémité nord-ouest de la mer Morte, où doit arriver un contre-courant latéral, et ceux qui ont été pris en un point du même rivage, plus rapproché de l'embouchure du Jourdain, où l'influence de ce grand courant d'eau douce se fait ressentir. Ainsi, l'eau qui fut analysée par M. Nerapath (2) avait été puisée non loin du Jourdain, au mois de mars de l'année 1849 ; cinq ans plus tard, on recueillit, dans le même mois de l'année, près de l'îlot, c'est-à-dire en un point du même rivage plus éloigné de l'embouchure du Jourdain, une eau dont l'analyse a été faite

d'irréguliers tures de Riha (Jéricho) et, mieux encore, par des conventions établies depuis fort longtemps, est demeurée à l'abri des incursions des Bédouins indépendants qui sont campés de l'autre côté du Jourdain. Elle offre ainsi aux nombreux voyageurs et pèlerins qui, chaque année, font une visite au Jourdain et au lac Asphaltite, une sécurité qui ne se retrouve sur aucun autre point du rivage de la mer Morte.

(1) *Narrative of the U. S. expedition to the river Jordan and the Dead sea, 1850* p. 374.

(2) *Quarterly Journ. of chem. Soc. of London, t. II, 1850, p. 336.*

par M. le professeur W. Gregory. Or, il résulte de la comparaison de ces deux essais, que la première eau était moins dense et plus riche en chlorure de sodium que la seconde, qui l'emportait, en revanche, en chlorure de magnésium ; d'où l'on pourrait induire que l'eau puisée près de l'flot avait déjà subi une concentration, qui avait déterminé la précipitation d'une partie du sel marin et augmenté ainsi la proportion relative du chlorure de magnésium.

Des variations de composition non moins importantes doivent, d'ailleurs, se manifester dans les eaux superficielles de la mer Morte, sous l'influence de causes plus générales. On pouvait aisément prévoir que leur densité croît du nord au sud, malgré l'action régularisatrice des courants, puisque la majeure partie des eaux douces viennent du nord, tandis que sur le rivage sud se trouvent des masses salines considérables.

Il y a encore à ajouter à ces variations celles qui dépendent des saisons.

Ces considérations suffisent donc pour montrer que l'on ne possédait jusqu'ici que des données fort incomplètes sur la salure superficielle de la mer Morte, et que l'on avait aucune notion de la composition des eaux de ce lac aux différentes profondeurs.

Pour arriver à des conclusions plus certaines à cet égard, nous nous sommes livré à une série de recherches portant, non plus sur un seul point de la surface du lac, mais bien sur les différentes parties de cette nappe d'eau et sur les diverses profondeurs de sa masse. Pour cela, nous nous sommes servi d'un appareil piseur à renversement, fondé sur le principe de celui que M. Aimé avait employé dans ses études sur les eaux de la Méditerranée, mais considérablement modifié par nous, afin d'éviter des chances d'erreur et des pertes de mercure qui rendaient difficile et peu sûr l'emploi de ce dernier instrument (1).

(1) L'appareil dont nous nous sommes servi se compose essentiellement de deux pièces principales : l'appareil à puiser et l'appareil à détente destiné à faciliter le renversement du premier lorsqu'on est arrivé à la couche d'eau que l'on désire étudier. Le premier de ces appareils se compose d'un tube de fer renfermant une éprouvette pleine de mercure

L'instrument retiré de la mer, nous prenions la densité de l'eau contenue dans l'éprouvette, au moyen de densimètres très-

et ajusté à une cuvette cylindrique destinée à recevoir le mercure de l'éprouvette lors du renversement. Cette dernière opération s'effectue au moyen de l'appareil à détente, en

lâchant un curseur de plomb qui vient frapper sur un plateau fixé à une tige coudée formant verrou devant l'ouverture.

Dans l'appareil à puiser de M. Aimé, la cuvette étant conique et ayant sa pointe tournée vers le haut, dans le mouvement de descente, devait nécessairement conserver de l'eau des couches supérieures emprisonnée, en vertu d'une densité moindre que celle des couches plus profondes que l'appareil traversait successivement, et cette eau se rendant la première dans l'éprouvette, à la suite du renversement, il en résultait une petite chance d'erreur, qui, bien que minime, nuisait à la précision de cet instrument. Il fallait donc y remédier en établissant, pendant la descente, une libre circulation dans cette cuvette et en la faisant cesser au moment du renversement, à l'aide d'un système convenable de soupape, de façon qu'elle pût, dans cette nouvelle position, retenir le bain de mercure.

Il importait surtout de modifier la forme et les dispositions de cette même cuvette de façon à mettre obstacle à la perte de mercure favorisée par la forme conique qu'elle avait dans l'instrument de M. Aimé, aussi bien que par les dimensions des trous destinés à livrer passage à l'eau. C'est pourquoi nous avons cru devoir adopter la forme cylindrique, et, pour atténuer plus sûrement la projection brusque du mercure dans la cuvette, nous l'avons forcé à s'écouler lentement, par un trou de petite dimension, tandis que l'eau le remplace en pénétrant dans l'éprouvette par deux autres orifices latéraux plus petits encore.

A l'aide de ces précautions, nous avons pu obtenir beaucoup de précision dans nos prises d'eau; l'instrument s'est toujours bien comporté, ne perdant que des parties insignifiantes de mercure, et nous n'avons jamais été forcé de recommencer l'opération du puisage.

Pour s'en servir, on commence par visser l'éprouvette E, pleine de mercure, dans le cylindre de fer B, destiné à la garantir. Ce même cylindre B se visse lui-même à la cuvette cylindrique A et le système peut être descendu dans cette position, maintenu qu'il est par l'anneau O. Pendant la descente, l'eau circule librement dans la cuvette, les clapets S, S' étant maintenus par un rebord R à distance des orifices qu'ils sont destinés à fermer.

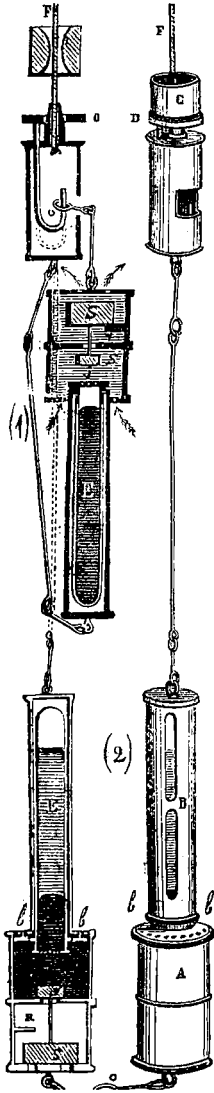


Fig. 29.

Lorsqu'on veut opérer le renversement, on lâche le curseur en plomb C, qui, glissant le long du fil de sonde, vient frapper le plateau D, dont l'abaissement détermine celui de la tige coudée, l'anneau O se détache et l'appareil à puiser

sensibles que nous avons fait construire spécialement pour les eaux de la mer Morte par M. Baudin; puis nous introduisons cette eau salée dans un large tube de verre de même capacité que l'éprouvette et effilé à son extrémité ouverte, de telle sorte qu'il était facile de la souder au chalumeau et d'assurer ainsi la conservation des eaux recueillies. C'est ainsi que nous avons pu obtenir, en mars et avril 1864, sous la haute direction de M. le duc de Luynes, et avec le concours obligeant de nos compagnons de voyage, MM. Vignes et Combe, des séries assez complètes d'échantillons se rapportant aux diverses portions de la surface de la mer Morte, ainsi qu'aux couches d'eau de différentes profondeurs.

Les eaux de la mer Morte, recueillies comme il vient d'être dit, et accompagnées d'une série comparative d'échantillons puisés aux principales sources qui avoisinent le lac, étaient arrivées sans accident à Jérusalem; mais, à notre retour en France, nous pûmes constater que beaucoup de tubes avaient été brisés. Néanmoins, il en restait encore un assez grand nombre pour pouvoir donner par l'analyse des résultats intéressants. Nos densimètres nous avaient bien appris déjà, sur les lieux mêmes, que la densité croissait rapidement jusqu'à une certaine profondeur, au delà de laquelle l'influence des eaux douces ne se faisant probablement plus sentir, les couches d'eau, d'une composition plus uniforme, n'éprouvaient plus qu'un faible accroissement dans leur pesanteur spécifique. De plus, en tenant compte des températures, nous avons pu constater un accroissement léger de densité, à la surface de la mer Morte, du nord au sud, résultat facile à prévoir, ainsi que nous l'avons remarqué plus haut.

Il fallait compléter ces premières données par l'étude chimique des échantillons d'eau ci-dessus mentionnés, étude que nous

se renverse; alors, les clapets S, S' s'abaissent en vertu de leur poids et bouchent les ouvertures auxquelles ils correspondent, de telle sorte que la cuvette se trouve fermée et prête à recevoir le mercure qui s'étant écoulé par l'orifice *i*, est remplacé dans l'éprouvette par l'eau de mer que l'on remonte ainsi parfaitement isolée à la surface et sans perte notable de mercure.



crèmes devoir confier à l'habileté bien connue de M. Terreil, aide de chimie minérale au Muséum. Les résultats de ses recherches sont consignés dans deux tableaux d'analyses quantitatives qui ont déjà été publiés dans plusieurs recueils (1).

Ces essais mettent en évidence la richesse extraordinaire en brome des eaux de la mer Morte, et montre que la proportion de cette substance croît à peu près régulièrement, de la surface au fond, où elle atteint le chiffre énorme de 7<sup>sr</sup>,093 par kilogramme d'eau. Il y a donc dans les eaux du lac Asphaltite bien plus de brome que l'on ne pouvait le supposer d'après les analyses antérieures, et cependant M. Boussingault y regardait déjà la proportion de cette substance comme suffisante pour en motiver l'extraction des eaux de la mer Morte, le jour où on lui aurait trouvé une application industrielle un peu importante.

Cette richesse en brome des eaux de la mer Morte doit être considérée, ainsi que l'a déjà fait observer M. Bischoff, comme l'indice d'une concentration longtemps prolongée, et l'on peut voir combien cette idée s'accorde avec celles que nous avons émises dans un précédent mémoire, sur le mode de formation de ce lac.

Dans les expériences si instructives que M. Usiglio a faites sur les dépôts qui s'opèrent successivement dans les eaux de la Méditerranée lorsqu'on les soumet à des concentrations progressives analogues à celles qui se produisent dans les marais salants, sous l'influence de l'évaporation, ce savant chimiste est arrivé aux résultats suivants : jusqu'à une concentration correspondant à 16°,75 de l'aréomètre Baumé, on a un dépôt de carbonate de chaux mélangé d'un peu d'oxyde de fer. La concentration croissant de 16°,75 à 26°,25, c'est du gypse qui se dépose. Au delà de ce degré de concentration, le sel marin, le sulfate de magnésie et le chlorure de magnésium qui constituent avec le bromure de sodium et le chlorure de calcium la salure des eaux mères, commencent à se précipiter à leur tour ; les deux derniers

(1) *Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, 18 juin 1866. — *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1<sup>re</sup> sér., t. XXIII, p. 731 et 732.

sels croissent en proportion et les bromures ne commencent à se déposer que lorsque la dissolution correspond à 28°,5 de l'aréomètre.

Les lacs salés, quelles que soient leur nature et leur origine, sont soumis dans leur concentration séculaire aux mêmes lois générales que les eaux de l'Océan. On voit donc par ce qui précède, qu'une grande partie de leurs sels doit se séparer de la même manière, et qu'à la suite de cet ordre semblable d'éliminations successives, des eaux primitivement très-différentes par leur origine et la proportion de leurs sels peuvent, à la fin de ces séries parallèles de séparation, offrir une grande ressemblance dans leur salure. On peut donc dire, qu'en général les masses d'eau salée, soumises à une évaporation puissante, s'acheminent vers ces derniers termes de concentration dont approchent si fort la mer Morte et quelques lacs des steppes de la Caspienne, tels que les lacs Elton, Bogdo, Indersk, par exemple. Le chlorure de potassium et les bromures qui se séparent les derniers des eaux mères devront donc également se rencontrer dans ces lacs en quantité d'autant plus notable que la concentration se sera opérée plus longtemps et d'une façon plus complète; c'est ce qui explique jusqu'à un certain point la richesse exceptionnelle en brome et en potasse des eaux de la mer Morte, et nous porte à considérer cette nappe d'eau comme un lac salé des plus anciens, ainsi que l'indiqueraient d'ailleurs l'étude géologique de son bassin, et la salure des sédiments qu'elle a dû déposer dans une période d'exhaussement antérieure à l'éruption des volcans de cette région.

Cette proportion de brome et de potasse décroît successivement dans les lacs Elton, Bogdo, Indersk, Urmiah, Vau, et enfin le grand lac Salé de l'Amérique du Nord nous offre le type d'un lac dont la salure est presque entièrement empruntée au chlorure de sodium.

Les deux derniers lacs sont d'ailleurs situés à des altitudes beaucoup plus grandes que le précédent, et l'on peut attribuer leur faible concentration à ce que l'évaporation ne s'exerce pas avec autant d'énergie à de pareilles hauteurs que dans les steppes

bas et déprimés de la Caspienne. Il est dès lors probable que leur salure est due moins à une concentration longuement prolongée qu'au voisinage de masses de sel qui ont été signalées depuis longtemps près des trois derniers lacs.

Dans un précédent travail, nous avons donné un tableau comparatif des altitudes et de la composition des eaux de quelques lacs salés asiatiques présentant plus ou moins d'analogie avec la mer Morte (1).

Les lacs salés paraissent être classés dans ce tableau, à la fois suivant leurs altitudes et inversement à leur richesse en bromures et en chlorures déliquescents qui n'abondent d'ordinaire que dans les eaux les plus concentrées. Les lacs de l'Arménie, ainsi que le *grand lac Salé* des Montagnes-Rocheuses, occupent l'une des extrémités de la série; à l'autre, viennent se placer le lac Elton et la mer Morte sur les eaux de laquelle nous allons donner encore quelques détails nouveaux qui ressortent des essais chimiques de M. Terreil.

D'abord nous trouvons dans ces analyses la confirmation de ce que nous avons dit plus haut sur l'existence d'un contre-courant latéral, ramenant vers le nord-est de la mer Morte des eaux plus concentrées; en effet, près de l'îlot où viendrait se terminer ce contre-courant, la teneur des eaux de la surface, en brome, serait de 4<sup>gr</sup>,568 par kilogramme d'eau, quantité presque décuple de celle que l'on rencontre non loin de là à l'embouchure du Jourdain.

M. Terreil a observé qu'au moment où il a brisé l'extrémité des tubes pour en analyser le contenu, il s'en dégagait une odeur désagréable rappelant à la fois celle de l'hydrogène sulfuré et celle des bitumes. Cette odeur était surtout prononcée dans les échantillons d'eau recueillis au ras Mersed, et nous verrons plus tard à quelles observations se relie ce fait intéressant. Tous ces tubes contenaient un léger dépôt ocreux constitué par de l'oxyde de fer, de l'alumine, de la silice, et de plus par une matière organique dont il n'a pas été possible de déterminer

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXIII, p. 737, 1866.

exactement la nature, mais qui exhale une odeur bitumineuse caractéristique. L'iode et le phosphore ne paraissent pas exister dans les eaux de la mer Morte. Pour le premier de ces corps, il faut cependant remarquer que les réactions qui le font reconnaître sont souvent masquées en présence d'une quantité notable de brome, ainsi que M. Usiglio a pu le reconnaître. Quant au second, nous trouvons dans son absence une preuve de plus que la mer Morte ne nourrit pas d'animaux.

M. Terreil a également vérifié avec le plus grand soin, au moyen de l'analyse spectrale, l'absence du cæsium, du rubidium et du lithium dans les mêmes eaux. Ces observations négatives viennent s'ajouter à un autre fait que nous avons déjà cité dans notre premier mémoire, et dont nous devons la connaissance à M. Malaguti. Le savant recteur de la Faculté de Rennes a constaté l'absence complète de l'argent dans des résidus d'évaporation des eaux de la mer Morte, qui, en raison du volume d'eau qu'ils représentaient, auraient dû lui en fournir des quantités très-appreciables si ces eaux en eussent contenu seulement autant que celles de l'Océan. Ces faits viennent se ranger à côté des preuves géologiques que nous avons énumérées dans un précédent travail, et ils militent en faveur de l'indépendance originelle de la mer Morte par rapport aux mers qui l'avoisinent. Un dernier fait qui n'est pas sans importance et qui ressort encore des analyses précédentes, c'est que, dans les couches d'eau superficielles, la teneur en brome ne croît pas avec la densité, en allant du nord au sud. En effet, tandis que les eaux recueillies à l'extrémité septentrionale du lac, près de l'îlot, contiennent 4<sup>sr</sup>,568 de brome par kilogramme d'eau, et que celles de l'embouchure du waddy Mojib en renferment encore 3<sup>sr</sup>,590 à l'extrémité méridionale de la mer Morte, dans le canal et même dans le voisinage de la montagne de sel, le brome ne s'élève pas à une proportion de plus de 2<sup>sr</sup>,662 par kilogramme d'eau. Ce fait donne ainsi tort aux sentiments de Volney, de M. de Bertou et de quelques autres voyageurs, qui ont attribué l'origine des sels contenus dans la mer Morte uniquement aux masses salines situées sur son bord méridional. Nous avons vu quelle était la pureté du sel du jebel

Usdom. En raison de sa pureté, on ne peut expliquer à l'aide de son voisinage seulement la salure si complexe du lac, qui se rapproche davantage de celle des affluents (1). Mais comme les plus importants d'entre ces derniers ont eux-mêmes emprunté, selon toute probabilité, ainsi que nous l'avons vu, leur salure aux anciens dépôts de la mer Morte, il faut nécessairement qu'il y ait une troisième cause, et cette cause nous la trouverons dans les nombreuses sources salines et thermales alignées le long du bassin. Ces sources, jadis plus nombreuses que de nos jours, renferment, quoique en faible proportion, tous les éléments de la salure du lac. En tenant compte du temps immense pendant lequel elles ont dû les déverser dans le lac, on arrive à comprendre enfin que la salure de la mer Morte ait pu résulter de toutes ces causes réunies.

Outre leur grande salure et leur richesse en brome, les eaux de la mer Morte sont le siège d'un phénomène des plus curieux qui paraît y avoir été constaté depuis l'antiquité la plus reculée, et qui lui a fait donner le nom de *lac Asphaltite*.

« Le lac, dit Strabon (2), est rempli d'asphalte qui, à des » époques irrégulières, jaillit du fond au milieu du lac. Des » bulles viennent crever à la surface de l'eau, qui semble bouillir. » La masse de l'asphalte se bombe au-dessus de l'eau et présente » l'image d'une colline. Il s'élève en même temps beaucoup de » vapeurs fuligineuses qui, bien qu'invisibles, rouillent le cuivre » et l'argent, et ternissent en général l'éclat de tout métal poli, » même l'or. Les habitants jugent que l'asphalte va monter à la » surface lorsque les ustensiles de métal commencent à se rouil- » ler. Ils se préparent alors à le recueillir au moyen de radeaux » formés d'un assemblage de joncs.

» L'asphalte, continue-t-il, est une espèce de terre réduite en » fusion par la chaleur; dans cet état de liquéfaction, elle jaillit

(1) Le docteur Marcet attribuait à l'apport seul du Jourdain, la salure de la mer Morte. Nous avons vu que ce serait s'exposer à tourner dans un cercle vicieux, puisque ce fleuve traverse les anciens dépôts du lac qui sont restés imprégnés de ses principaux sels.

(2) Lib. XVI, cap. II.

» et coule au dehors. Lorsqu'elle se trouve en contact avec l'eau  
 » froide, elle devient très-dure, au point qu'il faut des instru-  
 » ments tranchants pour la couper. La pesanteur de l'eau (du  
 » lac Asphaltite) force l'asphalte à monter à la surface : alors les  
 » habitants s'en approchent avec leurs radeaux, le brisent et en  
 » emportent autant qu'ils peuvent. »

Strabon attribuait ensuite à ces éruptions, qui n'ont pas d'épo-  
 ques fixes, une origine dépendant des feux souterrains dont le  
 rôle important, bien que mal compris peut-être par les anciens,  
 ne leur avait pas échappé.

« Cette contrée, dit-il quelques lignes plus loin, est travaillée  
 » par le feu ; on en donne pour preuves certaines roches durcies  
 » et calcinées vers Moasada, les crevasses, une terre semblable à  
 » de la cendre, *des rochers qui distillent de la poix* (1), *des rivières*  
 » *bouillantes* dont l'odeur fétide se fait sentir au loin, çà et là (2),  
 » des lieux jadis habités et bouleversés de fond en comble, en  
 » sorte qu'on pourrait ajouter foi à cette tradition répandue dans  
 » le pays, d'après laquelle il aurait existé en ces lieux treize  
 » villes.

» Des *tremblements de terre*, des *éruptions d'eaux chaudes*  
 » *bitumineuses et sulfureuses*, auraient fait sortir le lac de ses  
 » limites, des rochers se seraient enflammés, et c'est alors que  
 » ces villes auraient été englouties ou abandonnées de tous ceux  
 » qui purent fuir. »

Tacite reproduit les mêmes faits. Dioscoride vante beaucoup  
 le bitume de Judée et nous apprend qu'on le reconnaissait à des  
 reflets pourprés.

Diodore de Sicile, en parlant du pays habité par les Arabes  
 Nabathéens, décrit une première fois le lac Asphaltite (3). Mais  
 les détails les plus intéressants que donne cet historien sur l'ar-

(1) Nous avons vu que les rochers dolomitiques de Sebbeh (Masada) renferment de l'asphalte dans leurs vacuoles. Sous l'influence de la chaleur, ce sont de véritables rochers distillant de la poix. Nous avons donc eu la bonne fortune de retrouver ce gisement indiqué par Strabon, et cela confirme l'authenticité de ses informations.

(2) Le Zerka-Maïn est la seule rivière dont les eaux soient actuellement chaudes (34 degrés), grâce au voisinage des sources thermales de Callirhoé qui l'alimentent.

(3) T. I, lib. II, cap. XXIX.

riyée de l'asphalte et la manière dont on le recueillait se trouvent placés à la fin de son récit de l'expédition de Démétrius en Arabie Pétrée (1). Après avoir raconté comment ce jeune et habile général fut obligé de se retirer en abandonnant le siège de Pétra, Diodore dit qu'il campa près du lac Asphaltite, et c'est à ce propos qu'il décrit comme il suit les propriétés de ce lac :

« Il est placé, dit-il, au milieu de la satrapie de l'Idumée ; il » a 500 stades de long et environ 60 de large. Son eau est » amère et puante, de sorte qu'on n'y trouve ni poisson, ni » aucun animal aquatique, et qu'elle corrompt absolument la » douceur des eaux d'un grand nombre de fleuves qui vont s'y » rendre. Il s'élève tous les ans sur sa surface une quantité » d'asphalte sec de la largeur de trois arpents, pour l'ordinaire, » quelquefois pourtant d'un seul, mais jamais moins. Les sau- » vages habitants de ce canton nomment *taureau* la grande » quantité et *veau* la petite. Cette matière, qui change souvent » de place, donne de loin l'idée d'une île flottante ; son appari- » tion s'annonce près de vingt jours d'avance par une odeur » forte et puante de bitume qui fait perdre au loin à l'or, à » l'argent et au cuivre, leur couleur propre, à près d'une demi- » lieue à la ronde. Mais toute cette odeur se dissipe dès que le » bitume, matière liquide, est sorti de cette masse. Le voisinage » du lac, exposé d'ailleurs aux grandes ardeurs du soleil et chargé » de vapeurs bitumineuses, est une habitation très-malsaine et » l'on voit peu de vieillards, mais le terrain en est excellent » pour les palmiers dans les endroits où il est traversé par des » fleuves.

» A l'égard de l'asphalte, ajoute-t-il un peu plus loin, les » habitants l'enlèvent à l'envi les uns des autres, comme feraient » des ennemis réciproques, et sans se servir de bateaux. Ils ont » de grandes nattes faites de roseaux entrelacés qu'ils jettent » dans le lac ; et, pour cette opération, ils ne sont jamais plus » de trois sur ces nattes, deux seulement naviguant avec des » rames pour atteindre la masse d'asphalte, tandis que le troi-

(1) *Hist. univers*, t. VI, lib. XIX, cap. xxv.

» sième, armé d'un arc, n'est chargé que d'écarter à coups de  
 » traits ceux qui voudraient disputer à ses camarades la part  
 » qu'ils veulent avoir ; quand ils sont arrivés à l'asphalte, ils se  
 » servent de fortes haches avec lesquelles ils enlèvent comme  
 » d'une terre molle la part qui leur convient ; après quoi ils re-  
 » viennent sur le rivage.....

» Ces barbares, qui n'ont guère d'autre sorte de commerce ,  
 » apportent leur asphalte en Égypte et le vendent à ceux qui  
 » font profession d'embaumer les corps (4) ; car, sans le mélange  
 » de cette matière avec d'autres aromates , il serait difficile de  
 » les préserver longtemps de la corruption à laquelle ils ten-  
 » dent. »

L'historien raconte ensuite comment Antigonus loua son fils de la découverte qu'il avait faite de ces propriétés du lac Asphaltite et chercha à s'en assurer les revenus.

« Il en donna , dit-il , l'intendance à l'historien Jérôme de  
 » Cardie qu'il chargea de faire faire des vaisseaux propres à cette  
 » pêche, et qu'il devait faire transporter en un lieu qu'on lui  
 » désignait. Mais cette entreprise ne réussit pas ; car les Arabes  
 » s'étaient assemblés sur des claies, au nombre de six mille,  
 » contre les Grecs qui étaient dans des barques, ils les tuèrent  
 » presque tous à coups de traits, ce qui fit abandonner absolu-  
 » ment à Antigonus l'espérance de ce revenu. »

De nos jours, quelques voyageurs favorisés par la connaissance de la langue arabe, comme l'était le missionnaire américain Smith, ont pu obtenir des tributs stationnées actuellement dans cette région des renseignements assez conformes sur l'arrivée plus récente du bitume au sein de ces mêmes eaux de la mer Morte. Il en résulterait que l'apparition de cette substance aurait toujours été précédée de commotions souterraines.

(4) On recouvrait également les barques avec ce bitume ; le bitume des sources de Hlt, sur les bords de l'Euphrate, sur lequel Ératosthènes a donné des détails si intéressants (Strabon, l. XVI, c. XII), et qui servit à cimenter les briques de Babylone, était également employé pour donner de la solidité aux bateaux de joncs de cette contrée. Ces bateaux, dont la construction s'est conservée jusqu'à nos jours sur l'Euphrate, sont encore enduits de la même substance.



Après le tremblement de terre de 1834, une grande masse de bitume vint échouer près de l'extrémité sud de la mer Morte, et les Arabes en emportèrent environ 220 quintaux dont ils tirèrent grand profit.

En 1837 eut lieu, en Syrie, une des secousses les plus fortes qu'ait éprouvées cette contrée. Ce tremblement de terre parcourut d'un bout à l'autre la vallée du Jourdain, en suivant la direction des montagnes qui la bordent et celle du grand axe de dislocation du bassin. Cette secousse fut ressentie sur une zone de 181 lieues de long et de 32 lieues de large. 6000 personnes périrent dans cette catastrophe. La ville de Tibériade fut entièrement détruite, et, dans les environs, de *nouvelles sources chaudes jaillirent*, et des fissures profondes se produisirent dans les rochers. Après cette secousse, les Arabes virent *flotter sur la mer Morte une masse d'asphalte comme une île* ou comme une maison, et ils en tirèrent environ 3000 dollars en le vendant au bazar de Jérusalem, à raison de 100 fr. le quintal.

Indépendamment de ce mode de venue de l'asphalte, les Arabes prétendent encore que le bitume découle des roches du rivage oriental de la mer Morte. Ils ont même assuré à plusieurs voyageurs, notamment à Seetzen, Burkhardt, Robinson et à Russegger (1), que l'asphalte se rencontrait sur ce rivage, sur les pentes de la Belkaa, en face d'Aïn Jidy. Le bitume suinterait en ce point des fissures du calcaire et s'accumulerait peu à peu jusqu'à ce qu'après avoir perdu son pétrole, sous l'influence du soleil, et s'être ainsi peu à peu transformé en asphalte noir, dur et brillant, il se détacherait et tomberait dans la mer. Nous ajoutons peu de foi à ces renseignements fournis par les Arabes, qui avaient tout intérêt à cacher le gisement d'une substance dont ils ont de tout temps tiré si grand profit. D'ailleurs, ayant pu suivre d'une façon à peu près complète le littoral oriental de la mer Morte, je n'ai nulle part rencontré de traces d'un gîte bitumineux de cette nature, pas plus en face d'Aïn Jidy que près des

(1) *Reisen*, t. II, 3<sup>e</sup> part., p. 253.

sources chaudes de Zara et des coulées basaltiques du Zerka Maïn et du waddy Ghuwier où il eût été plus naturel de le rencontrer. Ce serait d'ailleurs des grès et non du calcaire, comme le croyait Russegger, que l'asphalte devrait suinter, puisque ce sont les premiers qui constituent les falaises du versant oriental de la mer Morte.

De notre côté, nous avons entendu dire que l'asphalte se recueillait sur le bord oriental de la mer Morte, dans les environs de Kérak, mais ces dires étaient probablement aussi peu fondés que les précédents.

Le lac rejette encore aujourd'hui sur ces bords des fragments d'asphalte. Ces débris d'asphalte, dur et cassant, répandus au milieu des graviers de la plage occidentale de la mer Morte et sur les bords de la Liçan, sont ceux que les Arabes recueillent aujourd'hui pour les offrir aux voyageurs. Le docteur Anderson a cru y reconnaître des traces de son origine végétale et notamment des fibres ligneuses. Il s'empressa de soumettre les échantillons de cette substance qu'il avait recueillis à l'examen du professeur Booth (de Philadelphie), qui décrit ainsi ses propriétés :

« Une partie (de l'asphalte de la mer Morte) est soluble dans » l'éther et l'alcool qu'il colore en brun et en jaune; le reste est » mou, mais durcit par suite de l'exposition à l'air. Il se dissout » entièrement dans l'huile de térébenthine, avec une couleur » brun sombre et s'amollit dans l'eau à une température de » 212° Fahr (44°, 5). Il laisse en brûlant un peu de cendre jau- » nâtre ne faisant pas d'effervescence avec les acides; il dis- » tille presque entièrement, en laissant un résidu charbonneux » et une huile visqueuse brune. »

La densité de cet asphalte est 1,1040 et lui permet de flotter sur les eaux de la mer Morte dont la densité moyenne est, comme nous l'avons vu, 1,162 à la surface. Quant à son origine, à moins d'admettre qu'il puisse encore venir des profondeurs sous-marines, il semble naturel de la rattacher à celle des masses considérables de bitume que l'on a vu flotter, à diverses reprises, sur les eaux de la mer Morte, aussi bien qu'à l'existence

de gîtes bitumineux alignés le long du rivage occidental du lac (1).

Tels sont les phénomènes les plus intéressants qui se passent de nos jours sur les bords et dans le sein de la mer Morte.

Les autres lacs de la Palestine n'offrent à côté du précédent qu'un intérêt bien faible. Le lac d'el Houleh et le lac de Tibériade, traversés par le Jourdain, sont remplis d'eau douce. Le premier n'est, à vrai dire, qu'un vaste marais. Le second offre sur son bord méridional des dépôts d'aspect assez semblable à ceux de la Liçan et qui ne renferment pas de débris de basaltes, ce qui établit leur antériorité par rapport aux coulées de lave du voisinage.

Nous n'insisterons pas davantage sur un marais d'eau salée situé dans l'Arabah, entre le seuil d'el Saté et la mer Rouge. Nous avons dit que les calcaires de cette région sont généralement imprégnés de sels, et que la salure des rares sources de ce désert en résultait. Toutes les eaux qui coulent sous les sables du waddy Akabah paraissent se réunir dans cet étang et y apporter les sels dont les dissolutions se concentrent sans cesse sous l'influence de l'évaporation.

(1) Ces gîtes sont alignés d'une façon remarquable le long de la ligne de dislocation du bassin. Le plus méridional est celui de waddy Mahawat, près du jebel Usdom, où l'on voit le bitume découler des calcaires asphaltiques sous forme de stalactites noires et transformer, dans son voisinage, les alluvions anciennes en poudingues bitumineux (voyez fig. 66, p. 205); puis vient celui de waddy Sebbeh, près de Masada où l'asphalte dur et brillant remplit les cavités de calcaire dolomitique; au nord de ce deuxième gisement, au Ras-Mersed, où se dégagent de la mer de fortes émanations d'hydrogène sulfuré, il existe également des traces d'infiltrations bitumineuses, et à l'entrée d'une grotte voisine de ce point et que doivent envahir les hautes eaux, nous avons vu un tuf salin fortement imprégné de matières bitumineuses qui semblent indiquer le voisinage d'une source sous-marine bitumineuse; enfin, au nord-est de la mer Morte, se trouve le grand amas lenticulaire de calcaire asphaltique de Nebi-Musa, et nous croyons avoir observé les mêmes roches dans le voisinage d'Ain Feschkah, sur les bords de la mer Morte. Sur le prolongement de cet alignement se trouvent près de Tibériade des sources chaudes qui, d'après M. Hebard, émergeraient au milieu d'un calcaire bitumineux et renfermant du brome ainsi qu'une matière organique. Sur la même direction se trouvent les calcaires asphaltiques de l'Anti-Liban dont nous avons déjà parlé, au milieu desquels on a autrefois cherché l'asphalte au moyen d'une vingtaine de puits, à Bir el Hamman, près de Hasbeya.

A l'extrémité du golfe de Suez, qui forme exactement le pendant du golfe d'Akabah, se trouvent également des lacs salés auxquels leur voisinage de l'Égypte a de tout temps procuré une grande notoriété, et qui ont été dans ces derniers temps d'un grand secours pour la réussite de l'entreprise du canal des deux mers.

La vallée de l'isthme peut être jusqu'à un certain point comparée à l'Arabah dont elle serait une miniature. Des selles ou des seuils la divisent également en plusieurs bassins dont le fond est occupé par des nappes d'eau fortement salée, et dont la surface se trouve à un niveau inférieur à celui de l'Océan. Cette suite de lacs salés épars dans l'intervalle des deux mers fait naturellement penser à la probabilité de leur réunion, à des époques historiques peu éloignées de la nôtre.

Nous avons vu cependant que de Rozière avait repoussé cette hypothèse, et que les documents que nous possédons aujourd'hui à cet égard s'accordent pour faire rejeter l'époque de cette réunion des deux mers au delà de la période actuelle.

Les lacs salés de l'isthme de Suez sont : le lac Menzaleh et les lacs Ballah au nord de l'éminence d'el Guisr, le lac Tinsah, compris entre cette hauteur et les collines du Sérapeum ; enfin les lacs Amers situés au sud et près de l'extrémité du golfe de Suez (voy. la coupe de l'isthme, fig. 22, p. 217).

Le lac Menzaleh n'est autre chose qu'une lagune salée de 183 844 hectares de superficie et de 1 mètre environ de profondeur. Ce lac est à peine isolé de la mer par un petit cordon littoral. Il est parsemé d'îles sableuses, débris de cordons littoraux plus anciens, et reçoit les eaux des branches Tanitiques et Pélusiaques du Nil.

Les lacs Ballah, qui ne sont, à vrai dire, qu'une dépendance du lac Menzaleh, sont souvent sans eau. Au niveau de la mer, on y trouve un banc de gypse cristallisé qu'on a exploité dernièrement comme pierre à plâtre.

Au sud du seuil d'el Guisr se trouve le lac Timsah, dont le niveau est inférieur de quelques mètres à celui de l'Océan. Son fond est un sable vaseux et ses bords sont composés de sables

purs. Il paraît avoir été souvent envahi par les inondations du Nil.

Enfin, après le seuil du Serapeum qui limite au sud le petit bassin du lac Timsah, viennent les lacs Amers qui avaient déjà été étudiés avec soin par les savants de l'expédition d'Égypte, et particulièrement par M. Le Père (1). Ce sont de vastes bassins d'environ 15 lieues de tour dont les cunettes seules sont remplies d'une eau très-salée et amère qui se maintient à un niveau inférieur de 8 mètres à celui de l'Océan. Ils offrent des surfaces composées de croûtes de gypse cristallisé qui ont jusqu'à 2 mètres d'épaisseur et sont des dépôts opérés par ces lacs. Ces croûtes de gypse se sont fendillées, gauchies et redressées. On y trouve aussi des couches de sel marin. Les fonds sont enfin occupés par un mélange boueux de sable, de gypse et de sel marin. Les eaux de ces lacs renferment, d'après M. de Rozière, outre le sel marin, du sulfate de soude, des chlorures de magnésium et de calcium.

M. Le Père avait parfaitement reconnu qu'autour des lacs Amers se trouvaient, au niveau de la mer Rouge, des laisses de graviers, de cailloux roulés et de coquillages qui prouvaient que ces lacs avaient autrefois fait partie du golfe de Suez, et il pensait que cela avait lieu encore à l'époque des premiers Pharaons, puisque Hérodote ne fait nulle mention de ces lacs, tandis qu'il décrit le canal creusé sous les règnes de ces rois. C'était également l'opinion de M. Dubois-Aimé.

Aujourd'hui l'ancienne réunion des lacs Amers avec la mer Rouge est un fait bien prouvé. Les coquilles si bien conservées que M. Laurent-Degoussée a recueillies près de ce bassin en très-grand nombre ont été déterminées toutes avec soin par M. Fischer et se rapportent exclusivement à la faune de la mer Rouge. Quant à la date précise de l'isolement de ces lacs, il serait fort difficile de l'établir.

Il y a en Égypte d'autres lacs salés. Les uns, comme le lac Menzaleh et le lac Sirbonis, sont de simples lagunes séparées de

(1) *Description de l'Égypte*, 2<sup>e</sup> éd., t. XI, p. 37 et 318.

la mer par d'étroites bandes de sable. Tels sont : le lac Burios qui couvre, d'après les savants de l'expédition d'Égypte, un espace de 112 860 hectares et dont la profondeur moyenne n'est que de un mètre ; le lac d'Edkou, dont la superficie a été évaluée à 33 772 hectares, le petit lac Madie (13 832 hectares) et le lac Mariout (Mareotis), près d'Alexandrie, dont l'étendue est de 85 584 hectares.

D'autres lacs salés d'une moindre étendue se retrouvent dans l'intérieur des terres, à l'est du Caire : ce sont le Birket Karoun au fond du bassin du Fayoum, et les célèbres lacs de Natron de l'oasis de Terraneh.

Le bassin du Fayoum est entouré d'une ceinture de terrains nummulitiques qui le ferme presque entièrement. Ce n'est que par une étroite entaille qui fait face au Nil, que les eaux de ce fleuve peuvent y pénétrer par le moyen d'un long canal de dérivation qui va s'embrancher sur le fleuve, dans le voisinage de Manfalout.

Lefèvre a rapporté de nombreux échantillons de roches de ce bassin et, parmi eux, j'ai été assez surpris de retrouver des marnes salifères absolument semblables aux anciens dépôts de la mer Morte.

Aujourd'hui, le fond de ce bassin naturel entouré de dépôts salifères est occupé par un petit lac, le Birket Karoun, dont la salure est très-grande et qu'alimentent périodiquement les inondations du Nil ; outre le sel marin, ce lac contient du chlorure de calcium, d'après de Rozière, mais on n'y trouve pas de sulfate de soude.

D'après Hérodote, Ménès, premier roi d'Égypte, aurait fait creuser au nord-ouest de Memphis un lac qui communiquait avec le fleuve. Cet auteur si recommandable décrit ensuite le lac Mœris, dont plusieurs voyageurs ont retrouvé quelques-unes des anciens limites, comme ayant 3 600 stades de tour et 50 orgyes de profondeur maxima. On voyait en son milieu les deux pyramides de Mœris et de sa femme dont on a retrouvé de nos jours les ruines. Ses eaux lui étaient fournies par un canal de communication avec le Nil ; pendant six mois, elles coulaient

du Nil dans le lac et pendant six autres mois du lac dans le fleuve.

Hérodote admet que le lac Mœris était creusé de main d'homme, mais Ritter fait observer que ces travaux ont dû se borner à établir une communication entre les eaux du Nil et le bassin du Fayoum.

Il est permis de croire qu'à l'époque quaternaire où les eaux du Nil ont dû, ainsi que nous l'avons vu, s'élever beaucoup plus haut que de nos jours, elles pénétraient dans le bassin du Fayoum qui devait être un lac assez rapproché de la côte. Aujourd'hui, sa surface est couverte d'une couche épaisse de limon du Nil. Ses bords sont extrêmement salifères. Lefèvre a reconnu qu'au-dessous du limon du Nil se trouvaient des grès et les marnes semblables à celles des bords de la mer Morte que nous avons signalées plus haut. M. Figari bey y signale de son côté la présence, au-dessous du limon, de conglomérats miocènes recouverts de marnes argileuses et de calcaires arénacés blancs. Il se pourrait qu'à une certaine époque, fort éloignée de celle où les rois d'Égypte y amenèrent une branche du Nil, le bassin du Fayoum ait été occupé par un lac salé ou une petite mer Morte. Dans tous les cas, sa salure a dû, comme l'a fort bien observé de Rozière, résulter naturellement des propriétés des terrains qui l'entourent.

Les lacs de natron sont situés au nord du précédent, dans la vallée connue sous le nom d'oasis de Terraneh, près du Bahar bela Mâ (fleuve sans eau). Ces lacs sont au nombre de six aujourd'hui, mais il est probable qu'ils n'en formaient qu'un jadis. Ce sont des réservoirs peu profonds, remplis d'une eau fortement salée et amère, caustiques et rougeâtres (1) pendant la saison chaude et qui, en s'évaporant, laissent déposer sur les bords des croûtes salines composées des sels les plus facilement précipitables.

C'est aux terrains environnants, que M. Figari bey considère comme pliocènes, que les lacs de Natron paraissent avoir emprunté les éléments salins qu'ils renferment.

(1) On croit que c'est à une substance animale ou végétale qu'elles doivent cette couleur.

La formation du natron est d'ailleurs un fait général en Égypte où le carbonate de chaux et le chlorure de sodium se trouvent si souvent en présence, et sous l'influence de l'eau et de l'atmosphère peuvent, par une double décomposition, donner naissance au carbonate de soude. De Rozière a signalé bien d'autres localités de l'Égypte où ces causes ont amené la formation du natron.

M. Dumas a fait faire, par M. Wilm (1), l'analyse de l'eau des lacs de natron et celle des terres salées que l'on trouve sur leurs bords. Ces analyses ont donné les résultats suivants :

	Eaux.	Terres imprégnées de sel.
Matières organiques et pertes. . . . .	0,210	14,75
Acide carbonique uni à la soude . . . . .	»	1,29
Azote. . . . .	»	0,25
Silice . . . . .	0,057	51,36
Alumine, peroxyde de fer. . . . .	0,063	9,62
Acide phosphorique. . . . .	»	0,58
Chaux (combinée à la silice). . . . .	»	1,40
Sulfate de chaux. . . . .	*	3,91
Chlorure de sodium. . . . .	1,798	13,45
— de magnésium. . . . .	»	1,36
— de calcium. . . . .	»	0,42
Carbonate de chaux. . . . .	0,375	»
— de magnésie. . . . .	0,531	»
— de soude. . . . .	1,373	1,82
	<hr/> 4,407	<hr/> 100,21

Tels sont les principaux lacs des contrées qui nous occupent et les matières salines dont la richesse salifère des terrains que nous avons passés en revue et l'évaporation intense qui se produit à leur surface chargeait peu à peu leurs eaux. A mesure qu'elles approchent de leur saturation, les sels facilement précipitables, comme le sulfate de chaux et le carbonate de chaux, s'en séparent, tandis que les chlorures déliquescents restent et se concentrent sans cesse au fond de ces bassins.

§ 4. *Dépôts fontinaux.* — Nous avons enfin à examiner la dis-

(1) *Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, t. LIV, p. 1223.



tribution générale des sources thermales, incrustantes et salines, et les dépôts qu'elles effectuent.

Nous commencerons par celles que l'on rencontre alignées le long de la faille principale du bassin de la mer Morte et auxquelles, dans des travaux précédents, nous avons rattaché en partie l'enrichissement salifère des eaux du lac Asphaltite (1).

Ces sources renferment des chlorures, des sulfates et des carbonates de chaux, de soude et de potasse, c'est-à-dire les principales substances contenues dans les eaux de la mer Morte, à l'exception peut-être du brome dont il eût d'ailleurs été difficile de reconnaître la présence dans le volume d'eau très-restreint des échantillons que nous en avons rapportés, et qui ont pu être analysés par M. Terreil.

Le tableau suivant donne une idée de la température et de l'enrichissement salifère de quelques-unes de ces sources :

*Tableau comparatif des densités, des températures et de la salure des principaux fleuves et sources des bords de la mer Morte.*

Noms des sources et des rivières.	Dates du puisage.	Température de l'eau.	Température de l'air.	Densité à 15 degrés.	Résidu salin laissé par un litre.
	1864				
Aïn Turabeh.....	17 mars.	24°	18°	1,0024	3,032
Aïn Sweimeh.....	2 avril.	27°	17°	1,0023	2,162
Aïn Jidy.....	16 mars.	27°	23°	1,000032	0,394
Aïn Zara (1).....	5 avril.	45°	24°	1,00082	0,716
Wady Zerka Maïn.....	5 avril.	31°	22°	1,00066	1,569
Jonrdain.....	21 avril.	22°	25°	1,0010	0,875

Il y a, parmi les sources du bassin de la mer Morte des sources thermales principales, douées d'une haute température, comme sont celles des environs de Tibériade, des bords du Nahr er Rameh, au nord-est de la mer Morte, de Callirhoé, sur les bords du Zerka Maïn, de Zarah, et du waddy Safieh, à l'est du lac, enfin du waddy Um-Bagheg sur son rivage occidental.

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, t. XXIII, p. 751.

Les sources de Hammam (Emmaüs), près de Tibériade, que nous n'avons pu visiter, ont été fort heureusement étudiées par plusieurs voyageurs. M. Turner ayant analysé ces eaux y avait trouvé les mêmes éléments que dans la mer Morte.

Un missionnaire américain, M. Hébard, qui devait perdre la vie en Syrie avant d'avoir pu publier ses observations, en envoya des échantillons à son savant compatriote Hitchcock, qui se pressa de les analyser.

M. Hébard avait constaté que la température de ces sources était de 144 degrés Fahrenheit (62°,5 centigrades) et qu'elles sortaient d'un calcaire bitumineux brun, semblable à celui de la mer Morte (1).

Hitchcock, qui n'accordait aux sources salines des bords de la mer Morte et aux masses de sel du jebel Usdom, qu'une influence secondaire sur la salure du lac, trouvant dans les sources thermales de Tibériade tous les éléments de cette dernière, l'en fit dériver.

A peu près vers la même époque, Gmelin donnait l'analyse de l'eau d'Emmaüs, et, près de dix ans plus tard, le docteur Anderson vérifiait avec soin la température de cette source, qu'il évalua après trois essais successifs à 143°,3 Fahrenheit (62 degrés centigrades), et y puisait une quantité d'eau assez considérable pour donner lieu de sa part et de celles de MM. Booth et Muckle à des analyses complètes, dont nous avons déjà donné les résultats dans un tableau (2).

L'hydrogène sulfuré se dégage de ces eaux d'une façon très-sensible à l'odorat, et, après une longue pause, elles laissent un léger dépôt jaunâtre de soufre, mêlé à des carbonates de chaux et de magnésie qu'elles tenaient auparavant en solution à l'état de bicarbonates.

Le soufre s'y trouve également sous forme de sulfure, mais en très-faible quantité. Ses principales combinaisons sont l'hydrogène sulfuré et le sulfate de chaux; il n'y entre en totalité, que pour les 2/100 des matières solides.

(1) Hitchcock, *Rep. of Americ. Ass. of geol. and nat.*, p. 370.

(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXIII, p. 754, 1866.

En comparant cette analyse avec celle de l'eau de la mer Morte, il est difficile de n'être pas frappé des rapprochements qu'Hitchcock, avec sa sagacité et son tact habituels, n'avait pas manqué d'établir entre la composition des eaux d'Emmaüs et la salure originelle des eaux du lac. On a déjà vu que, dans les sources chaudes des bords de la mer Morte, M. Terreil a trouvé tous les éléments de la salure du lac, à l'exception du brome, que, cependant, d'après les réserves prudentes de cet habile chimiste, il déclare avoir pu échapper à l'analyse à cause du faible volume d'eau soumis à ses essais. Pour la source d'Emmaüs, M. Anderson a eu l'avantage d'opérer sur des quantités d'eau plus grandes, et il a pu y découvrir le brome lui-même, ce qui complète l'analogie de composition que présente l'eau de cette source avec celle de la mer Morte. Ce dernier fait a une importance capitale dans la question de l'origine de la salure du lac. Étant admise, en effet, l'indépendance primitive du bassin de la mer Morte relativement aux mers avoisinantes, les sources d'Emmaüs constituent le seul point du bassin où l'on ait constaté la présence du brome, à part toutefois le lac et ses anciens dépôts. Il serait donc logique de chercher l'origine de ce corps, et peut-être aussi de quelques-uns des autres éléments salins de la mer Morte, sinon uniquement dans les sources de Tibériade, au moins dans la généralité des sources thermales de même nature des bords du lac, dont quelques-unes sont aujourd'hui disparues et dont un certain nombre sont probablement cachées sous les eaux du lac.

Il est permis de supposer en effet qu'aux époques où le sol de la Palestine et de la Syrie était le théâtre d'éruptions volcaniques presque aussi considérables que celles qui ont couvert de leurs déjections le plateau central de la France, les sources thermales en connexion d'origine avec ces phénomènes ont dû acquérir, si elles ne les possédaient déjà, une énergie et une richesse salifères dont celles d'entre elles qui n'ont pas disparu à la suite de cette crise, telles que celles de Tibériade, d'er Rameh, de Callirhoë, de Zarah, du waddy Safieh et du waddy Um Bagheg, ne nous ont conservé qu'une faible image.

Indépendamment de ces sources dont l'existence ancienne sur les bords du bassin se manifeste sur plusieurs points par les dépôts qu'elles ont formés, il en est sans doute dont la présence est cachée par les eaux du lac, et ce ne sont sans doute pas les moins nombreuses ni les moins énergiques, puisqu'elles se trouveraient situées plus près que les précédentes de la faille à laquelle toutes ces sources paraissent liées par leur origine. Nous avons vu, en effet, que la ligne synclinale du fond de la mer Morte doit coïncider avec la portion la plus accentuée de cette ligne de fracture.

Certaines anomalies, sur lesquelles nous ne reviendrons pas ici, et qui se manifestent dans la composition des eaux de diverses portions de la mer Morte, notamment dans le voisinage du ras Mersed, ne peuvent guère trouver leur explication que dans l'existence de sources sous-marines de cette nature. Peut-être la mer Morte réalise-t-elle aujourd'hui en partie les conditions dans lesquelles paraît s'être formé le dépôt salin de Stassfurt-Anhalt, dans lequel la position de la boracite semble indiquer l'arrivée par le fond de ce bassin de sources thermales salifères ?

Le brome, qui est encore de nos jours amené par des sources en Europe, en Amérique et en Asie Mineure même, pourrait être arrivé par cette voie, de même que quelques éléments salins et bitumineux, et nous croyons que dans l'explication de la salure de la mer Morte, on ne doit pas négliger de tenir compte de cette cause d'enrichissement salifère.

Quelques-unes de ces sources thermales principales sont entourées de dépôts d'incrustation, comme la source d'er Rameh et de Zarah, par exemple. Dans ce dernier point, ce n'est pas une seule source thermique, mais un véritable petit district de sources chaudes dont certaines ont 43 degrés de température. Elles jaillissent çà et là au milieu de dépôts puissants d'incrustations dont la terrasse de Zarah est presque entièrement couvertes et sur laquelle les Arabes cultivent du blé et du maïs. Des tronçons de colonnes empruntés à ces tufs calcaires incrustés sont déjà

engagés sous les nouveaux dépôts et ne tarderont pas à s'y trouver complètement enfouis.

Près des sources voisines de Callirhoë, Josèphe a signalé l'existence du soufre et de l'alun. Ces eaux chaudes, que fréquentait Hérode vers la fin de sa vie à cause de leurs vertus médicinales, communiquent aux eaux du Zerka Maïn une température assez élevée et leur donnent un aspect laiteux qui semble résulter d'un précipité de soufre, conformément à ce qui se passe à l'arrivée à l'air des eaux sulfureuses thermales (1).

Le commandant Mansell a signalé une source chaude au waddy Beni Hamed. Plusieurs voyageurs en ont indiqué une autre dans le voisinage des basaltes du waddy Safieh. Un travertin associé aux coulées du waddy Ghuweir fait supposer qu'il y avait en ce point une source chaude. Il en est probablement de même pour les tufs d'incrustations qu'on rencontre près de Schihan, sur les bords du waddy Mojib.

Sur le rivage occidental de la mer Morte, il existe de nombreuses traces d'anciennes sources. Des dépôts d'aragonite, des sortes de cargneules dolomitiques et divers autres produits salins paraissent également révéler l'existence d'anciennes sources thermales près d'Aïn Ghuweir, au waddy Hatrura, etc.

Indépendamment des sources chaudes, il y a les sources que nous appellerons tièdes, parce que, tout en dépassant un peu la température moyenne, elles n'ont pas une température assez élevée pour qu'on puisse les classer parmi les sources thermales.

La source d'Aïn Musa et celle d'Aïn Suweimeh, au nord-est de la mer Morte, sont dans ce cas ainsi que celles d'Aïn Feschkah, d'Aïn Turabeh, d'Aïn Jidy sur le rivage occidental du lac.

Nous avons vu dans la coupe d'Aïn Jidy (fig. 17, p. 207) que les escarpements qui séparent de la plage la plate-forme sur laquelle émerge la source actuelle, sont couverts de travertins qui ont incrusté des végétaux et comblé en partie de petits bassins artificiels construits pour recueillir leurs eaux. Il fallait que cette

(1) L'examen de ces eaux n'a pourtant pas révélé la présence du soufre au milieu d'elles.

source fût plus abondante et plus calcarifère à cette époque que de nos jours.

Au kalat Um Bagheg se trouvent deux bassins actuellement desséchés et remplis de coquilles de mélanopsides et de mélanies (les mêmes qui vivent dans le bassin d'Aïn Suweimeh et dans les principales sources de la contrée).

Près de là, se trouve un aqueduc composé de pierres ajoutées bout à bout et creusées chacune d'une cannelure longitudinale. Cet aqueduc est incrusté de matières ferrugineuse et de calcaire, et il conduit à un petit mamelon, d'un rouge sombre, couvert de roseaux et entièrement formé par ces incrustations. Il n'y avait pas d'eau dans l'emplacement de cette ancienne source, bien que nous fussions au mois de mars quand nous l'avons observée.

Une autre catégorie de sources qui mérite de fixer notre attention est celle des sources sulfureuses accidentelles qui sont en même temps plus ou moins salées. Ces sources parmi lesquelles on pourrait comprendre celles d'Aïn Feschkah et d'Aïn Ghuweir, sont surtout fréquentes au sud de la mer Morte, sur les bords de la Sabkah et dans l'Arabah. Elles exhalent une odeur assez forte d'hydrogène sulfuré qui en rend l'eau fort désagréable à boire. Les sources d'Aïn Weibeh, d'Aïn Ghuvireh, d'Aïn Meliheh, le long du waddy Jeib, jouissent de ces propriétés comme celles que l'on trouve près du débouché de ce waddy dans le Sabkah. Il est à remarquer que ces sources se trouvent toujours au milieu de dépôts salifères et gypsifères, et qu'elles sont entourées de plantes et d'arbustes qui, en se décomposant sur place, donnent lieu à une vase noirâtre d'ou paraît surtout provenir cette odeur fétide. On doit naturellement penser, d'après cela, que ce dégagement d'hydrogène sulfuré provient de la réduction du sulfate de chaux au contact des matières organiques en décomposition dont nous venons de parler. Il y a également dans le waddy Akaba quelques sources du même genre.

Il en est de même de la presqu'île du Sinaï, à l'exception du massif cristallin où les eaux sont pures. Il y a en outre dans cette région et le long du golfe de Suez des sources chaudes et miné-

rales; les plus importantes sont celles de Hammann Faraoun et celle de Tor.

Les sources de Hammann Faraoun se font jour d'après Russegger, au milieu de la craie, près de la mer. La plus considérable a une température de 50 degrés et dépose beaucoup de chlorure de sodium et de soufre. D'après Robinson, on retrouve cette dernière substance sur les parois de plusieurs cavernes adjacentes à la source, et que traversent les vapeurs chaudes qui s'en échappent. Il paraît que les pèlerins atteints de maladies cutanées, telles que la lèpre, font usage de ces eaux, malgré leur haute température qui ne permet pas d'y maintenir la main. On les maintenait autrefois immergés dans ces eaux pendant plusieurs heures (1).

Les sources thermales de Tor sont situées à deux milles au N.-O. de cette ville, au milieu des plantations de dattiers, et portent le nom de Hammann Musa (bains de Moïse); l'eau en est très-claire d'après Wellsted, légèrement sulfureuse et d'un goût fortement salé et amer. La température de ces eaux est de 32 degrés à la surface et de 33 degrés à l'endroit où l'eau s'échappe en bouillonnant du calcaire. Il se détache du fond de ces petits bassins des bulles de gaz qui viennent crever à la surface en répandant une très-faible odeur d'hydrogène sulfuré. Il y a encore dans le voisinage d'autres sources minérales douées d'une température moins élevée.

Sur le même rivage, mais beaucoup plus au nord que les sources de Tor et de Hammann Faraoun que nous venons de décrire, sont les Fontaines de Moïse dont parlait déjà Belon au xvi<sup>e</sup> siècle, et qui alimentent une petite oasis de palmiers. D'après M. Fraas, qui a donné récemment sur elles d'intéressants détails, ce sont des petits bassins en entonnoir au milieu de protubérances de 4 à 5 mètres de hauteur, qui s'élèvent au milieu des marnes gypsifères et salées de la plage. L'eau arrive par le fond de ces bassins; elle est salée et amère, et d'une température variable entre 21 degrés et 28 degrés centigrades. A peu de distance de

(1) Wellsted, *Travels in Arabia*, t. II, p. 35.

l'oasis et du côté de l'est, il y a un mamelon de 5 mètres de haut à la pointe duquel se trouve un petit bassin dont l'eau se déverse sur les flancs de cette petite butte. Ce mamelon, au centre duquel l'eau saumâtre fait aussi ascension, est entièrement composé de test de cypris, de diatomées, d'infusoires, etc.... Ces calcaires à cypris qui rappellent les formations miocènes de même nature de l'Allier, en France, empêchent que ces eaux n'aillent se perdre dans le sable, leur servent de conduits et leur permettent de s'élever au sommet de ces petites buttes.

Les sources thermales et salines ne doivent pas être moins répandues en Égypte que dans les contrées dont il vient d'être parlé; mais nous ne possédons à leur égard que des renseignements peu précis. Les dépôts d'anhydrite du Jebel-ez-Zeit, les dépôts de soufre du Jebel-Kebrit, et divers autres gîtes salins de même nature, doivent se rattacher à l'existence d'anciennes sources thermo-salines qui doivent avoir laissé quelques représentants.

M. Itier attribue à des sources thermales de ce genre la silicification des bois de la forêt pétrifiée. Il aurait même trouvé près de ce point les conduits par lesquels déboucheraient ces sources thermales, et qui seraient tapissés de quartz (1).

Tels sont les principaux phénomènes actuels qui se rattachent aux rivières, aux lacs et aux sources.

§ 5. *Dépôts atmosphériques.* — L'atmosphère qui nous environne contribue comme l'eau à la formation de nouveaux terrains. Les calcaires créacés et tertiaires sont tous plus ou moins imprégnés de matières salines. Ils s'effleurissent, se délitent et se divisent en petites parcelles qui s'accumulent au pied des escarpements, sont entraînés par les eaux pluviales, et facilitent la formation de nouveaux dépôts.

Les vents s'emparent des sables légers arrachés aux grès de Nubie ou aux grès miocènes, et les chassent sans cesse dans la

(1) Itier, *Du rôle qu'ont joué les eaux minérales dans les formations géologiques postérieures aux dépôts des derniers terrains tertiaires* (Bull. de la Soc. géol. de France, 2<sup>e</sup> série, t. XXV, p. 277, 1868).



direction de leurs courants dominants. La Palestine commence, dans sa portion méridionale, à être envahie par ce sable léger qui s'accroche à toutes les aspérités et se dépose parfois à une assez grande hauteur sur les plus petits méplats. Nous trouvons sur les montagnes qui dominent le Ghôr, un jour que le vent chaud du Hamzin soufflait, nous avons vu comme un nuage rougeâtre s'étendre peu à peu dans le fond de la vallée, et nous ne doutons pas que sa couleur ne fût due aux particules légères de sable qu'il transportait.

Dans l'Arabah, les sables mouvants couvrent une partie de la vallée septentrionale, bien que le seuil d'El-Satè, élevé de 120 mètres au-dessus du niveau de la mer Rouge, leur barre le chemin. Ils s'accumulent au pied de ce seuil et rendent dans cette portion de l'Idumée la marche des chevaux assez difficile. C'est une fatigue à laquelle viennent s'adjoindre pour l'homme les images décevantes d'un mirage continu, qui offre toujours aux regards un lac qu'on voit fuir sans cesse devant soi.

Dans la portion méridionale du waddy Akaba et jusqu'au golfe d'Akaba, sur la mer Rouge, les sables sont généralement agglutinés et rendus cohérents par des matières salines qui les imprègnent.

Dans une petite oasis voisine d'un marais salé, on voit les palmiers enfoncés dans le sol jusqu'à une très-grande hauteur, ce qui montre que l'épaisseur de ce linceul de sable s'accroît sans cesse, grâce aux vents régnants et à la sécheresse extrême du pays. Au-dessous de cette couche arénacée, se trouvent des nappes d'eau saumâtre.

Les chevaux sentent de loin la présence de l'eau : ils hennissent et entraînent leurs cavaliers vers le même point ; alors les Arabes creusent le sable avec leurs mains jusqu'à ce qu'ils aient atteint une vase noirâtre répandant une odeur sulfureuse d'où l'eau découle d'abord fétide et trouble. Au bout d'un certain temps, la cavité s'emplit d'une eau plus claire, mais toujours saumâtre et sulfureuse.

La marche des sables qui, en Égypte, recouvrent d'anciens monuments, est un fait trop connu pour que nous nous y arrê-

tions ici. Nous dirons seulement que, parmi les sables du désert libyque, Ehrenberg a découvert des multitudes de foraminifères dont ils seraient en grande partie composés, et qui ont dû être arrachés aux couches crétacées et tertiaires.

Ces sables, en passant sur les roches, les polissent. Toutes les roches un peu dures qu'on rencontre dans ces déserts sablonneux sont ainsi polies à leur surface et recouvertes en même temps d'un enduit brunâtre.

Nous ne pouvons énumérer ici tous les terrains qui sont en voie de formation et les phénomènes qui président actuellement à leur dépôt. Nous ne ferons que citer la terre végétale et l'humus, devenus si rares dans la plupart de ces régions, lesquelles paraissent avoir cependant jouti autrefois d'une fertilité relative. Cela semble impliquer une diminution dans l'activité de la végétation, diminution que l'on a cherché à mettre, à l'exemple de Schaw, sur le compte d'un changement de climat qui serait survenu dans ces contrées depuis les premiers temps de la période historique.

M. Forbes a cherché à élucider cette question, et il est arrivé aux conclusions suivantes : Quand on considère les conditions de chaleur qui sont nécessaires au développement et à la maturité des dattiers, autrefois cultivés en Palestine, comme le prouve l'Écriture, et qu'on les compare à la moyenne thermométrique actuelle de ce pays, on voit d'abord que le climat n'a pu être anciennement plus froid que de nos jours ; d'autre part, quand on recherche les conditions de température qui conviennent au développement de la vigne, on s'aperçoit que le même climat n'a pas dû être autrefois plus chaud, d'où il suit que le climat de la Palestine n'a pas dû changer depuis les temps historiques (1).

Il semble d'après cela que l'on devrait attribuer au déboisement, ainsi qu'aux dévastations des hordes nomades et de leurs troupeaux, les changements qui paraissent s'être introduits dans la production de la végétation. Ces influences menacent en effet de transformer en déserts arides des contrées qui semblaient

(1) *Proceed. of the roy. Soc. of Edimburg*, t. IV p. 511, 1861-62.

devoir être assez productives. Sur les territoires occupés par les Bédouins, il ne reste plus guère de forêts que dans les montagnes d'Adjoun, et dans ces régions sans culture aujourd'hui, on voit de nombreuses preuves des soins que l'on prenait autrefois pour retenir les terres et les faire fructifier. Cependant, il est probable qu'à ces causes est venue s'adjoindre une légère modification dans l'état climatologique du pays, changement qui peut n'avoir pas modifié sensiblement les extrêmes de température et avoir simplement porté sur l'état hygrométrique des vents qui alimentent la Palestine. Ce changement aurait ainsi pu contribuer à diminuer la fertilité de cette région.

Nous avons vu que des modifications bien plus considérables du climat s'étaient produites à la fin de l'époque quaternaire, comme le prouvent les alluvions anciennes et les hauts niveaux de la mer Morte. Nous retrouvons à l'époque actuelle, mais sur une échelle beaucoup plus minime, des indications du même ordre dans l'abandon par les eaux de la mer Morte de la majeure partie de la Sabkah et de quelques-unes de ces plages les plus basses. Cet abaissement du niveau du lac doit résulter d'un changement, à la vérité bien léger, dans l'alimentation atmosphérique ou dans l'évaporation qui le règlent constamment.



Vu et approuvé, le 16 juin 1869.

Le Doyen de la Faculté des sciences.  
MILNE EDWARDS.

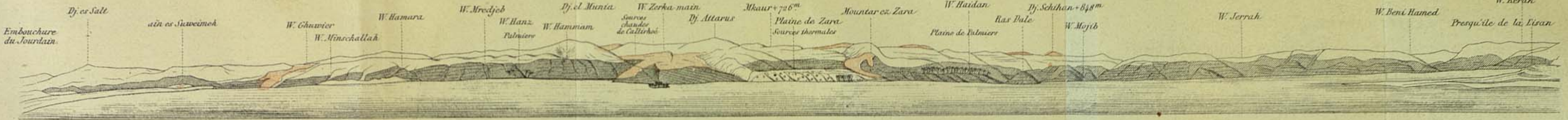
Permis d'imprimer, le 16 juin 1869,

Le Vice-recteur de l'Académie de Paris,  
A. MOURIER.



NORD N. SUD S.

Vue géologique du rivage oriental de la Mer Morte, de l'embouchure du Jourdain à la Lisan.



Profil du bassin de la Mer Morte dans toute sa longueur, et Vue des montagnes qui le bordent à l'Est depuis l'Antiliban jusqu'à la Mer Rouge.



CARTE GÉOLOGIQUE  
DU BASSIN DE LA MER MORTE  
ET DES RÉGIONS  
DE LA SYRIE, DE LA PALESTINE  
ET DE L'ARABIE PÉTRÉE  
qui l'avoisinent  
PAR  
M. LOUIS LARTET.

Echelle 1:100,000.

Légende des Couleurs.

- Alluvions, plages soulevées, sables mouvants, dépôts littoraux.
- Marnes et Poudingues de l'Arabie.
- Anciens dépôts de la Mer Morte.
- Poudingues du Dj. Haroun.
- Calcaires nummulitiques.
- Calcaires crétacés.
- Grès de Nubie (Gne de Petra).
- Calcaires à Collyrites.
- Brèche verte ou brèche universelle d'Egypte.
- Gneiss.
- Granite égyptien avec filons de diorite.
- Sources thermales.
- Dépôts de Sources minérales.
- Gypse. Sol gemme.
- Gites bitumineux.
- Dolérite, Basalte, Minérite.
- Débris basaltiques.
- Porphyres feldspathiques.
- Itinéraire de l'expédition.

Gravé par Kautz, n. Bonaparte 82 - Paris.

Paris. Lith. Bocquet, n. des Voyers 37.



# DEUXIÈME THÈSE.

---

## PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

### ZOOLOGIE.

1° Affinités naturelles des animaux réunis par Cuvier sous le nom commun de pachydermes.

2° Du système dentaire et de la valeur des caractères que les zoologistes peuvent en tirer.

### BOTANIQUE.

Structure et développement de la tige des végétaux dicotylédons.

Vu et approuvé, le        novembre 1869.

Le Doyen de la Faculté des sciences,

MILNE EDWARDS.

Permis d'imprimer, le        novembre 1869.

Le Vice-recteur de l'Académie de Paris,

A. MOURIER.