

# La bibliothèque numérique Digimom

Maison de l'Orient et de la Méditerranée (MOM) - Jean Pouilloux  
CNRS / Université Lumière Lyon 2

<http://www.mom.fr/digimom>

Le projet de bibliothèque numérique Digimom est issu de la volonté de la bibliothèque de la MOM de communiquer à un public élargi et/ou distant, une sélection d'ouvrages libres de droit. Il est le fruit de la collaboration entre les personnels de la bibliothèque et du Service Image.

La sélection des titres proposés répond à la fois à des besoins de conservation des originaux mais surtout à la volonté de rendre à nouveau accessibles des ouvrages rares afin de promouvoir gratuitement la diffusion du savoir et de la culture dans les champs d'investigation propres à la Maison de l'Orient et de la Méditerranée.

Dans le respect du code de la propriété intellectuelle (articles L. 342-1 et suivants), la reproduction et la communication au public des documents diffusés sur Digimom sont autorisées à condition de respecter les règles suivantes :

- mentionner la source qui a permis la reproduction de ces documents sous leur forme numérique de la façon suivante : « Digimom – Maison de l'Orient et de la Méditerranée, Lyon - France » ;
- ne pas utiliser ces documents à des fins commerciales ;
- ne pas modifier ces documents sans l'accord explicite de la MOM.

## ***The digital library Digimom***

*The digital library Digimom results from the will of the library of the Maison de l'Orient et de la Méditerranée to communicate to a widened and distant public a set of royalty-free books. This project was carried out by the library staff with the technical collaboration of the Images department.*

*Digimom fulfills at the same time needs for conservation of the originals, and the will to make rare books once again accessible in order to promote the free of charge diffusion of knowledge and culture in the fields of investigation specific to the Maison de l'Orient et de la Méditerranée.*

*In the respect of the French code of intellectual property (articles L. 342-1 and following), the reproduction and the communication to the public of the documents diffused on Digimom are authorized with the proviso of complying with the following rules:*

- *State the source which has enabled the production of these documents in their digital form: "Digimom - Maison de l'Orient et de la Méditerranée, Lyon – France".*
- *Do not use these documents for commercial ends.*
- *Do not modify these documents without the explicit agreement of the Maison de l'Orient et de la Méditerranée.*

MISSION SCIENTIFIQUE  
EN PERSE

---

TOME TROISIÈME

---

ANGERS, IMPRIMERIE BURDIN ET Cie, 4, RUE GARNIER

---

# MISSION SCIENTIFIQUE

EN

# PERSE

PAR

J. DE MORGAN

---

TOME TROISIÈME

---

PREMIÈRE PARTIE

## ÉTUDES GÉOLOGIQUES

GÉOLOGIE STRATIGRAPHIQUE



PARIS

ERNEST LEROUX, ÉDITEUR

28, RUE BONAPARTE, VI<sup>e</sup>

1905

2D-





EX LIBRIS  
SALOMON REINACH

DON  
DE  
MADAME SALOMON REINACH  
— NÉE MORGOLIEFF —

# PRÉFACE

---

De tous les pays de l'Asie méridionale, l'Irân est, sans contredit, l'un des plus intéressants au point de vue géologique. Le soulèvement de cet immense plateau situé entre les dépressions de la Mésopotamie, de la mer Caspienne et du golfe Persique est l'un des plus remarquables qu'il soit possible de rencontrer, tant par son ensemble que par ses moindres détails.

Les chaînes de montagnes sont toutes situées sur ses flancs ; l'Elbrouz bordant de ses volcans neigeux les plaines basses du Mazandérân et du Ghilân, les montagnes du Louristân baignant leurs derniers contreforts dans le golfe d'Ormuz, alors que, des sommets du Kurdistan, on découvre au loin à leurs pieds, vers l'Occident, les plaines basses de Mossoul, du Sindjar et de la Chaldée.

L'espace compris entre ces trois grandes chaînes est occupé par un vaste plateau d'une altitude supérieure à 4.200 mètres et au milieu duquel s'élèvent par places des chaînes secondaires ou des pics isolés, témoins, eux aussi, des grandes perturbations auxquelles la Perse doit son origine.

Les trois chaînes bordières que je viens de citer, présentent des aspects absolument différents. Alors que l'Elbrouz est composé de sommets volcaniques très irréguliers, la chaîne kurde offre une série de pics d'égale hauteur environ et composés de roches granitiques. Les montagnes loures et celles du Kurdistan méridional se succèdent, au contraire, en gradins parallèles dont les points culminants sont situés sur la

bordure du plateau. L'altitude des sommets diminue graduellement quand on s'avance vers la Mésopotamie, mais les crêtes n'en conservent pas moins leur régularité extraordinaire que je ne saurais mieux comparer qu'à celle du Jura français.

Dans l'Elbrouz les sédiments ont été brisés en tous sens et souvent on a peine à suivre les affleurements. Au Kurdistan septentrional le désordre est encore plus marqué, tandis qu'au Louristân et au Kurdistan méridional les assises se suivent avec une régularité incroyable. Les zones affleurent parfois sur une centaine de kilomètres de longueur sans la moindre discontinuité.

Il m'eût été impossible, dans un voyage de deux ans et demi, d'aborder l'étude complète des vastes régions qu'il m'a été donné de parcourir. Les devoirs de ma mission m'appelaient à des travaux d'une si grande variété<sup>1</sup> que j'ai dû me contenter de relever les renseignements que me fournissait ma route, en récoltant, il est vrai, le plus possible d'échantillons, mais sans chercher, en général, à établir la monographie des pays parcourus.

Partant de Recht pour aller à Téhérân par Kazvin, mon expédition a coupé la grande chaîne de l'Elbrouz pour se rendre au Mazanderân et en Turkomanie; puis, longeant la mer Caspienne, elle est entrée dans le Petit Caucase par la vallée de l'Araxe pour parvenir à Tauris en recoupant ce fleuve.

De Tauris j'ai visité le Kurdistan de Moukri jusqu'au delà des frontières turques; celui de Sihneh, la province de Hama-

1. Dans cette mission j'ai relevé les cartes de tous les pays parcourus des rives méridionales de la mer Caspienne, de l'Atrèk à l'Araxe, du Kurdistan de Moukri et des pays qu'occupait autrefois l'Élam (Kurdistan méridional, Louristan septentrional, provinces de Hamadan, de Malayir, de l'Arabistan et du Poucht-é-Kouh). Ma mission comprenait également des études archéologiques, linguistiques et géographiques.

dân, celle de Kirmanchahân, les frontières de la Mésopotamie à l'est de Bagdad, le Poucht-é-Kouh, Malayir, Bouroudjird, une partie du Louristân, et enfin la Susiane.

Dans ce long trajet, mes observations n'ont pu être d'égale importance, car bien des provinces ont été malheureusement traversées au milieu des neiges de l'hiver. Jene chercherai donc pas à décrire la géologie des pays situés dans mon itinéraire. Je donnerai simplement mes notes de voyage en les complétant et en les accompagnant de vues, de croquis topographiques et de coupes relevés sur le terrain et de nature à faire le plus possible bénéficier la science des matériaux que je lui apporte.

Au cours de mon voyage il m'a, parfois, été possible de recueillir d'abondantes collections pétrographiques et paléontologiques, et c'est spécialement dans l'Elbrouz, le Poucht-é-Kouh et le Kurdistan méridional que j'ai pu le faire avec quelque succès. Ces précieuses collections, dont le transport a été si difficile, se trouvent déposées à l'École des Mines de Paris où ma reconnaissance pour les soins que j'ai reçus jadis de mes savants professeurs me conduit à donner tous les échantillons auxquels j'attache la plus grande valeur.

Rendre compte d'observations stratigraphiques ou géologiques à l'aide de notes détaillées est une tâche que je me sens à la hauteur de remplir. Mais décrire la faune des curieux gisements de la Perse était au dessus de mes forces, surtout étant donné que, lors de la rédaction de ce travail, ma vie se passait en Égypte, dans le désert de Dahchour ou du Saïd, que je ne pouvais consulter les ouvrages les plus indispensables, et aussi que mes devoirs de Directeur général du Service des Antiquités de l'Égypte absorbaient presque tous mes instants.

J'eus été plus libre que peut-être j'aurais cru devoir tenter

cette publication, mais je n'ai même pu y songer et la science sera redevable aux circonstances de voir les études spéciales signées par des hommes dont la compétence est incontestée et qui sont, à juste titre, considérés comme les arbitres dans leurs spécialités.

Mes collections se divisent en plusieurs sections : les Échinides dont MM. Cotteau et Gauthier ont bien voulu entreprendre la description. Cette œuvre de M. Cotteau est le dernier travail scientifique de ce paléontologiste éminent, car c'est au cours de ces études que la mort est venue le ravir à l'estime des savants et à l'affection de ses nombreux amis.

Les Céphalopodes, Gastéropodes, Lamellibranches et tous les autres fossiles de mes collections ont été décrits par M. Henri Douvillé, le savant professeur de l'École des Mines dont j'ai l'honneur d'avoir suivi les conseils et les leçons.

Quant aux roches, M. A. Lacroix, professeur au Muséum d'histoire naturelle, a bien voulu se charger de leur étude; c'est à lui que je dois la détermination de celles que je cite au cours de ce mémoire.

Je l'ai dit, ce livre n'est pas une monographie, il n'est qu'un recueil de documents, mais son intérêt réside dans la nouveauté des matériaux. En effet, alors que des recherches sérieuses avaient été faites en Turquie d'Asie, au Caucase et aux Indes, on n'avait que peu étudié le sol persan. Il était donc naturel de s'attendre à des découvertes du plus haut intérêt, et ces découvertes je suis heureux de les faire connaître par des voix aussi autorisées que celles des savants qui ont bien voulu m'accorder leur concours. Je leur en adresse mes plus sincères remerciements.

# ÉTUDES GÉOLOGIQUES

---

## I

### DE RECHT A TÉHÉRAN

Recht est la ville par laquelle arrivent en Perse tous les voyageurs qui viennent du nord. Elle est située au milieu du vaste delta du Kizil-Ouzen ou Séfid-roud, plaine basse et marécageuse où l'un des plus grands fleuves de l'Irân apporte les limons des plateaux de Gherrous et des contreforts du Kurdistan méridional.

Au printemps, lors de la fonte des neiges, les eaux, qu'aucune végétation ne retient dans les hauteurs, se précipitent sur le Ghilan et le couvrent presque en entier laissant des limons féconds qui, chaque année, viennent étendre la surface du delta.

Du côté de la mer il s'est formé une longue bande de dunes qui, en arrêtant les flots saumâtres de la Caspienne, les empêchent de pénétrer dans une série de lagunes qui bordent le littoral.

Pendant la saison sèche, le delta est coupé en tous sens par une quantité de ruisseaux aux eaux lentes qui semblent destinés à se combler d'un jour à l'autre. Aucun travail n'ayant été fait pour diriger et utiliser cette abondance d'eau, le delta en entier est livré aux agents naturels ; il avance peu à peu, les boues viennent combler les lagunes que les plantes aquatiques encombrant dès qu'elles ne sont plus en communication avec les rivières.

Le plus grand des étangs côtiers du Ghilân est le Mourd-Ab مورد آب (l'eau morte) qui reçoit un grand nombre de ruisseaux, un bras du Kizil-Ouzen et s'ouvre sur la mer aux passes d'Enzeli.

Le Mourd-Ab est entrecoupé d'îles et de langues de terre vaseuse couvertes de roseaux géants qui, par leurs racines, durcissent et relevent le sol pour le transformer peu à peu en prairies, plaines tremblantes reposant sur des tourbières ou des limons à peine consolidés.

Lorsque, quittant le delta, on remonte la vallée du Kizil-Ouzen (fig. 1) on rencontre d'abord des collines basses formées d'alluvions plus lourdes, que les eaux du fleuve n'ont pas eu la force de porter jusque dans la plaine; puis ce sont des schistes azoïques plissés en longues ondes et recouverts par des alluvions modernes descendues des montagnes voisines. Les hélicéens et les cyclostomidés, qui abondent dans ces alluvions, appartiennent aux espèces qui vivent encore dans les forêts voisines.

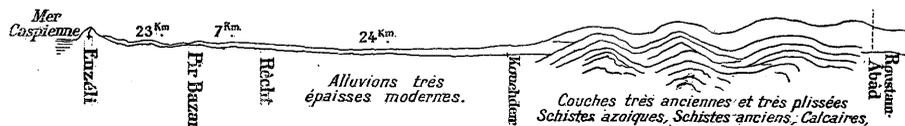


Fig. 1.

Plus loin, avant d'arriver au caravansérail de Roustem-âbâd on rencontre des schistes qui semblent moins anciens que les précédents, dont les couches alternent avec des calcaires marbres grisâtres et des coulées de matières volcaniques d'une teinte verdâtre que les agents atmosphériques délitent en têtes de choux.

Toutes ces couches sont ondulées; elles penchent tantôt vers le nord, tantôt vers le sud parallèlement à la direction générale de la chaîne de l'Elbrouz. Ce phénomène de plissements se retrouve sur tout le pourtour du plateau persan : près de Roustem-âbâd il est très net.

C'est entre Roustem-âbâd et Mendjil que le Kizil-Ouzen traverse la chaîne de l'Elbrouz : la brèche est étroite mais très abrupte et laisse voir, à droite et à gauche du fleuve, des coupes fort étendues renfermant des roches éruptives verticolores et sédimentaires sans fossiles.

Mendjil est construite près du confluent du Chah-Roud avec le Kizil-Ouzen, au milieu d'une plaine d'alluvions récentes, ne renfermant que des hélicéens des plateaux; l'absence totale des mollusques vivant dans les

forêts seulement, semble prouver que le déboisement de cette partie du pays remonte à une époque très reculée, si toutefois ces montagnes ont jamais été couvertes de végétation.

En suivant la route de Roustem-âbâd à Mendjil on remarque sur la rive droite du Kizil-Ouzen une montagne fort élevée (env. 3.000 m.) le Darfek-Kouh. Il semble, à en juger par sa forme générale et par la nature des roches qui l'environnent, que ce pic soit un ancien volcan, ou tout au moins un pointement de roches cristallines. Mais je ne puis l'affirmer, n'ayant pas eu le loisir d'en faire l'ascension.

Au pont de Mendjil (sur le Kizil-Ouzen), sont d'importantes coulées

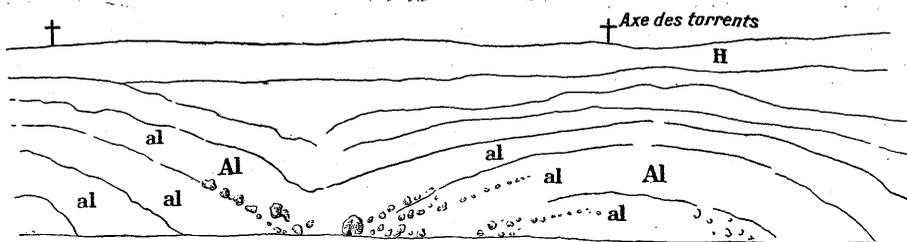


Fig. 2.

basaltiques remplies de cavités et de bouillons. Ces coulées sont fort redressées, elles penchent vers le S.-W. et présentent une épaisseur moyenne de 15 mètres environ.

Les couches de basaltes sont séparées entre elles par des lits de cendres grisâtres et brunâtres présentant la même inclinaison que les roches qui les avoisinent.

A 1.000 mètres environ au sud de Mendjil, on rencontre des blocs de poudingues à ciment éruptives renfermant de très nombreux galets de roches également volcanique, mais d'une nature différente de celle du ciment. Les diverses éruptions ont donc été séparées par des périodes de repos des volcans et, pendant ce temps, les eaux ont accompli leur œuvre.

Plus loin, à l'est de Mendjil, une bande de schistes ardoisiers affleure au fond de la vallée. Je n'y ai pas rencontré de fossiles.

Entre Mendjil et Pâchinar, station suivante de la route de Kazvin, le

lit du Châh Roud, fort encaissé, laisse voir une coupe intéressante des alluvions. Au dessous de l'humus, les lits de galets montrent la section des cônes de déjection laissés par les torrents qui descendaient jadis du Darfek kouh et de ses contreforts (fig. 2). Ces alluvions sont entièrement composées d'éléments volcaniques et de cendres. Je n'y ai pas rencontré la moindre trace de débris animaux. L'humus, dont l'épaisseur varie entre 0<sup>m</sup>,50 et 1 m., ne s'étend que sur le fond de la vallée; les cotéaux en sont absolument dépourvus et ne portent aucune végétation.

Pâtchinar est situé dans un vallon voisin du Chah-roud, tandis que Mazra'a est bâti sur la hauteur (alt. 1.570 m.) dans les montagnes qui servent de partage des eaux entre le plateau persan et le bassin du Kizil-Ouzen.

En gravissant les pentes qui conduisent de la première de ces localités à la seconde, on ne rencontre que des couches éruptives plongeant vers le sud sur la gauche de la vallée, et sensiblement horizontales sur la droite.

J'ai relevé la coupe suivante le long de la route de mulets qui conduit du caravansérail de Pâtchinar au village de Mazra'a.

A. — Alluvions des plateaux renfermant des galets de silex et de roches volcaniques;

B. — Laves d'aspect très récent, 10 m.;

C. — Laves compactes, brunâtres avec inclusions de roches volcaniques plus anciennes, 40 m.;

D. — Cendres très fines, brunâtres, en lits de 0<sup>m</sup>,20 à 2<sup>m</sup>,50 d'épaisseur séparées par des couches minces, compactes mais de même aspect, 80 m.;

E. — Coulée de roche noire compacte, 6 m.;

F. — Cendres, 1<sup>m</sup>,80;

G. — Coulée de roche brune compacte, 6 m.;

H. — Cendres très fines, rouge brique, 20 m.;

K. — Coulée de roches noirâtres, 0<sup>m</sup>,80;

L. — Conglomérat de cailloux roulés pris dans une pâte verdâtre, 15 m.;

M. — Cendres vert clair, 10 m.;

N. — Coulées successives de roche brunâtre très bouillonnée renfermant des roches extérieures en fragments anguleux, 35 m. ;

P. — Cendres brunes.

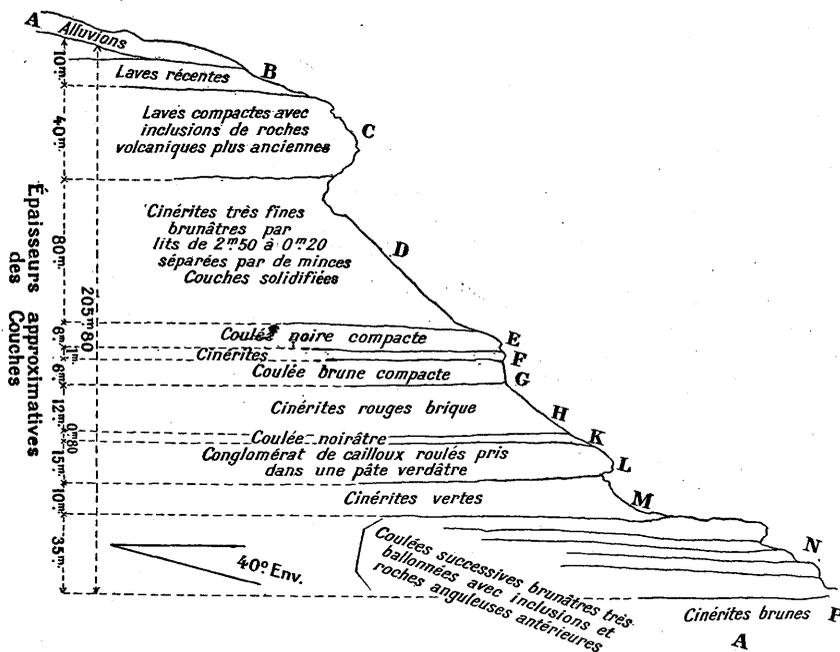


Fig. 3.

Cette coupe ne donne qu'une très faible partie des épanchements volcaniques, car, au loin dans les montagnes, on voit des sections bariolées de plus de 500 mètres de hauteur.

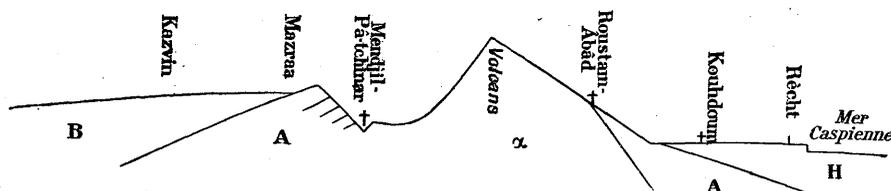


Fig. 4.

Entre Mazra'a et Kazvin le sentier descend les pentes vers le plateau persan ; tant qu'on se tient dans la montagne le sol est volcanique ou

formé de schistes très anciens, mais les derniers contreforts disparaissent bientôt sous les épaisses alluvions du plateau.

La coupe théorique précédente (fig. 4), résume les observations que je viens d'énumérer entre le Ghilân et le plateau (Recht à Kazvin). Au centre, on rencontre les volcans tels que les pics voisins du Darfek kouh avec leurs épanchements abondants de laves et de cendres.

Sur le versant septentrional apparaissent les affleurements des terrains anciens sous forme de schistes, ces sédiments soulevés par l'Elbrouz plongent vers le nord sous les alluvions et les boues du Ghilân.

Au sud de la coupe les terrains sédimentaires ne sont pas visibles, ce sont les épanchements volcaniques qui plongent sous les épaisses alluvions du plateau.

Cette coupe de l'Elbrouz, prise au point où cette chaîne est la plus étroite, ne donne presque aucun renseignement sur les couches sédimentaires, mais indique les grandes lignes du soulèvement; on verra plus loin, lors de la description du massif du Démavend, que la même loi a présidé au soulèvement de toute la chaîne, mais que, dans les parties larges, les phénomènes sont bien plus compliqués.

#### DE KAZVIN A TÉHÉRAN.

La route de Kazvin à la capitale de la Perse longe le pied de l'Elbrouz en se tenant à une trentaine de kilomètres de ses derniers contreforts et traverse sur toute la longueur les alluvions du plateau.

Ces alluvions, composées de galets roulés et de graviers, possèdent parfois une épaisseur considérable. Elles sont rougeâtres, généralement assez compactes pour que les indigènes y puissent creuser des puits profonds et des galeries de plusieurs kilomètres de longueur pour la circulation des eaux.

Au sud de la route on voit, de loin en loin, de larges taches blanches à l'horizon; ces taches sont des amas salins produits par l'évaporation des eaux du printemps.

Le plateau persan est un vaste bassin fermé d'où les eaux ne s'échap-

pent pas. Il résulte de cette situation que les eaux pluviales se réunissent en vastes lacs après le printemps, apportant toujours de nouvelles quantités de sel dans ces plaines brûlées en été par le soleil.

Le grand désert salé qui occupe le centre de la Perse entre Téhérân

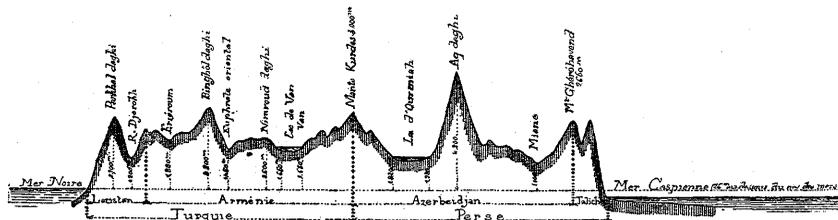


Fig. 5. — Coupe entre la mer Noire et la mer Caspienne par le plateau d'Arménie et la Perse.

et Ormüz, les taches blanches qu'on rencontre sans cesse dans la plaine entre Kazvin et Téhérân, entre Ispahân et la capitale, ne sont autres que des salines en formation.

Je reviendrai plus loin sur ce sujet en parlant du lac d'Ourmia, qui bien que ne se desséchant jamais, voit sa salure augmenter de jour en jour.

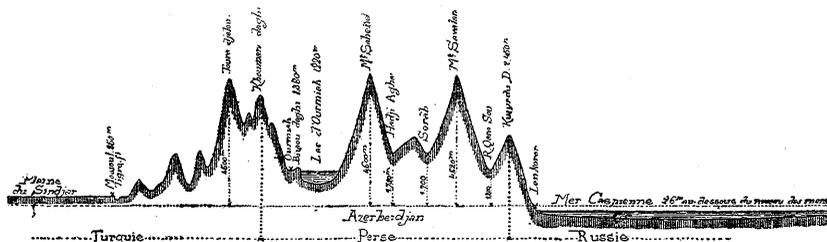


Fig. 6. — Coupe entre la plaine du Sindjar et la mer Caspienne par le plateau persan.

En examinant avec soin les alluvions des environs de Téhérân, j'y ai rencontré quelques fragments d'ossements qui, par leur taille, me semblent avoir appartenu à quelque grand pachyderme; malheureusement l'état de décomposition dans lequel ils se trouvaient ne m'a pas permis de reconnaître avec certitude leur origine. L'existence de grands pachydermes ne doit pas surprendre dans les alluvions du plateau, car des dents et des ossements parfaitement déterminables ont été rencontrés au Mazandérân et dans les environs de Maraga en Azerbeïdjan.

Autour de Téhéran, parmi les alluvions, sont d'épais bancs de terre à briques analogue comme aspect à celle du nord de la France (Somme, Pas-de-Calais). Cette terre est exploitée pour les constructions de la ville.

## II

### DE TÉHÉRAN AU MAZANDÉРАН PAR LA VALLÉE DU LAR ET LE DÉMAVEND

En quittant Téhéran pour se rendre au Mazandéran par la vallée du Lar, on suit le pied des montagnes jusqu'à la ville de Démavend. C'est de cette dernière localité que, marchant dès lors vers le nord, on pénètre dans la grande chaîne.

De Téhéran à Démavend le sentier coupe d'ouest en est toutes les collines qui descendent de l'Elbrouz vers le plateau persan. Ce sont des terres incultes, couvertes d'alluvions caillouteuses où parfois affleurent quelques couches sédimentaires très pauvres en fossiles.

Plus haut, dans la montagne sont dit-on, des mines, et les habitants vinrent me montrer au caravansérai de Djadj-roud, où je m'étais arrêté, quelques échantillons de limonite rouge, du cuivre gris et de la galène.

Entre Djadj-roud et le village de Boumehèn, les couches plongent vers le nord sous un angle de 35° environ; elles sont presque partout métamorphiques et entrecoupées de veines et d'épanchements volcaniques.

Les alluvions qui les recouvrent sont le produit de la destruction des montagnes voisines : on y rencontre une grande quantité de galets d'origine éruptive et des cailloux de calcaire et de grès renfermant parfois des fossiles brisés indéterminables.

Ces alluvions sont rouges et brunes, les couches qu'elles recouvrent sont multicolores. Qu'ils soient remaniés ou en place tous ces terrains sont d'une stérilité presque absolue, les eaux qui en sortent sont saumâtres et généralement impropres à boire.

La ville de Démavend est située dans une vallée étroite et très fertile;

au pied des grandes montagnes, les alluvions de cailloux sont recouvertes par un lit épais d'humus noir d'une grande richesse.

A peine sort-on de la ville de Démâvend pour suivre la route du Mazandérân, que les montagnes s'élèvent à droite et à gauche de la vallée; puis, par un col élevé (alt. 2.755 m.), celui d'Imâm-Zâdêh Hachim, on passe du bassin des eaux du plateau dans celui de la mer Caspienne.

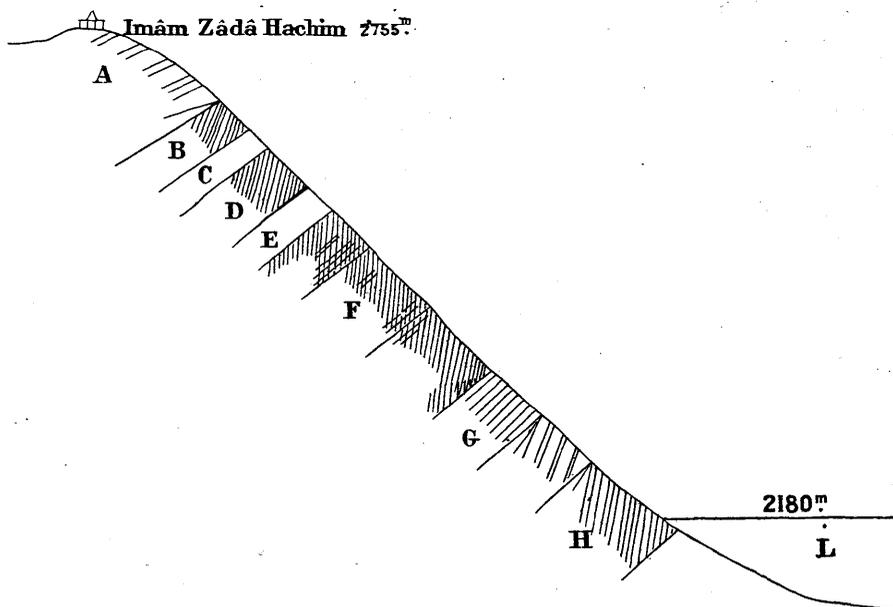


Fig. 7.

La montée de ce col se fait sur une hauteur de 565 mètres en suivant un sentier en lacets coupé à flanc de coteau dans les assises inclinées d'environ 40° du terrain. Le pendage de ces couches est N. 10° W. environ. Cette coupe est l'une des plus intéressantes de toute la région du Démâvend; elle ne comprend que des terrains fort anciens.

A. — Calcaires gris, compacts, sans fossiles ou ne renfermant que de très rares mollusques tachetés de rouge, répandant une odeur bitumineuse, bancs alternants de 0<sup>m</sup>,10 à 0<sup>m</sup>,40 et de 8 m. à 10 m. ;

B. — Calcaires marbres gris clair, fossiles très rares et mal conservés, cavités et taches noirâtres ;

C. — Grès jaunes très durs en bancs de 0<sup>m</sup>,60 à 1<sup>m</sup>,20 d'épaisseur.  
Je n'y ai pas rencontré de fossiles ;

D. — Calcaires marbres gris foncé, très durs et compacts, par lits de 0<sup>m</sup>,10 à 2 m. d'épaisseur ; fossiles très nombreux :

*Orthoceras*,  
*Spirifer striatus*,  
*Productus striatus*?  
*Productus cf. longispinus*,  
*Polypiers*.

a. Alluvions.

m. Marbres fossilifères.

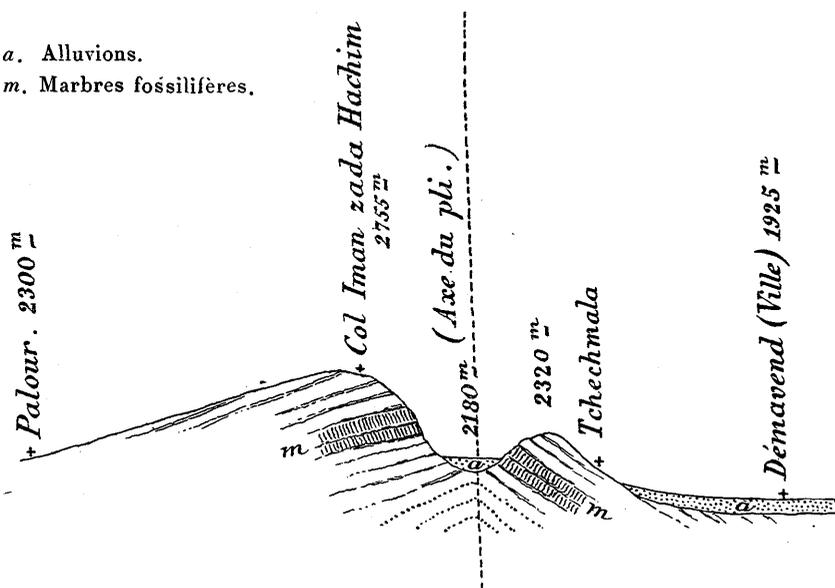


Fig. 8. — Coupe passant par Palour et la ville de Démavend.

E. — Calcaires schisteux très noirs, sans fossiles, odeur bitumineuse ;

F. — Quartzites rouges très durs, sans fossiles ;

G. — Grès jaunâtres avec traces de fossiles indéterminables ;

H. — Quartzites blancs, très durs, sans fossiles ;

L. — Alluvions de la vallée, composées d'éléments descendus des montagnes voisines. Quelques blocs de roches plus résistantes que les autres sont tombés des pentes et sortent encore des alluvions.

Au sud du col d'Imâm-Zadèh Hachim, dans la vallée, sont des sour-

ces ferrugineuses qui forment des tufs rougeâtres près du village d'Ali-âbad.

A la montée du col deux sentiers se croisent : l'un permet d'aller du Mazanderân à la ville de Démâvend, l'autre se dirige directement vers Téhérân; c'est au point de rencontre de ces deux routes que se trouvent les assises fossilifères.

Dès qu'on a franchi le col, la route descend vers la vallée du Lar; les



Fig. 9. — Vue du col d'Imâm-Zâdèh-Hachim.

couches sont fortement inclinées vers le nord, aussi les coupe-t-on toutes presque normalement pour se rendre à Palour. Ce sont : des grès plus ou moins durs, jaunes, verdâtres et bleuâtres; des marbres gris et blancs sans fossiles; des quartzites renfermant quelques traces animales, et enfin des grès se délitant aisément et remplis de débris végétaux indéterminables.

C'est au début de l'hiver (27 novembre 1889), que j'ai passé le col d'Imâm-Zâdèh; Hachim, les neiges n'étaient pas encore très abondantes, mais le froid était insupportable; aussi n'ai-je pu recueillir autant de

documents que je l'eusse désiré dans cette localité d'une importance capitale.

Les coulées de laves du Démâvend ne commencent qu'à Palour masure sans portes, exposée à tous les vents, où il n'est pas possible de s'établir, surtout en hiver. La vallée du Lar, voisine de cette localité, est cependant fort intéressante, car Palour est le point où les sédiments d'Imâm-Zadèh Hachim disparaissent sous les éruptions du grand volcan. Quelques galets sédimentaires apparaissent encore dans le lit du torrent et parfois ils renferment des fossiles (débris roulés indéterminables). La roche est un poudingue à petits éléments calcaires fossilifères

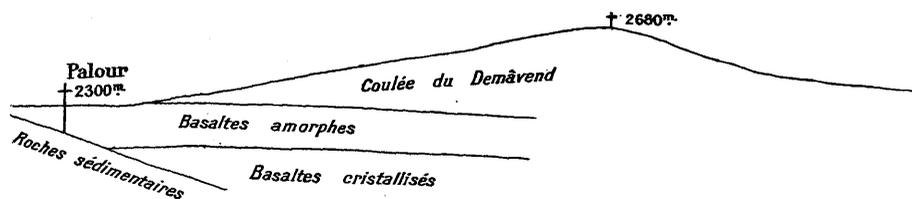


Fig. 10.

et des grains de quartz; mais, en général, ce sont des cailloux roulés d'origine volcanique.

Au sortir de Palour on traverse un pont jeté sur le torrent; la rivière coule, en ce point, dans une gorge étroite coupée dans une roche d'une extrême dureté; plus loin, commencent les pentes du Démâvend entièrement composées de coulées volcaniques<sup>1</sup> dont quelques-unes atteignent 18 à 20 mètres d'épaisseur. Elles sont généralement séparées entre elles par des lits minces de cendres, et semblent, au premier aspect, être toutes de la même composition.

Ces coulées partent du sommet de la montagne, ou tout au moins d'une grande hauteur, et couvrent les flancs du Démâvend suivant d'énormes triangles dont quelques-uns ont plus de quatre kilomètres de base.

Non loin de Palour je rencontre une brèche noire composée de fragments des roches dont je viens de parler pris dans une pâte bouil-

1. Trachytes et Trachyandésites à biotite et pyroxène.

lonnée. Cette dernière coulée est très longue, mais, en suivant le sentier qui la coupe, je lui trouve une largeur de 40 ou de 50 mètres seulement.

Au-dessus de ces épanchements il n'existe pour ainsi dire pas d'humus, la seule terre végétale est une argile jaune qui ne donne la vie qu'à des plantes épineuses et à quelques graminées.

Le sol est en entier couvert de débris de bombes volcaniques dont la quantité est incroyable. Ces bombes semblent avoir eu de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,80 de diamètre environ; elles sont composées d'une roche brunâtre, très foncée et très dure; les coteaux en sont absolument couverts.

La vallée du Lar contourne au sud et à l'est le massif du Démâvend ;

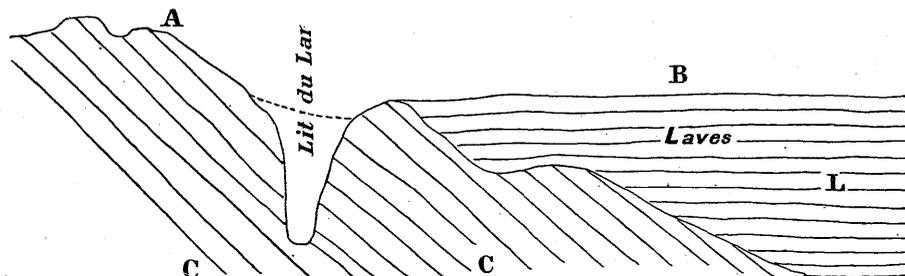


Fig. 11.

dans son cours supérieur, cette rivière semble avoir fréquemment changé de lit. Au pont de Palour, entre autres, elle coulait jadis beaucoup plus au nord; mais, refoulée par une éruption du volcan, elle a dû se frayer un lit au travers des calcaires qui formaient un seuil (fig. 11).

Plus au nord, près du village d'Ask, le Lar coule au fond d'un véritable cañon profond de plusieurs centaines de mètres. La coupe suivante (fig. 12) montre clairement comment s'est formée cette vallée. La rivière a d'abord creusé son lit au milieu des basaltes et des coulées de laves, puis, remplissant d'alluvions le chenal qu'elle avait creusé, elle a coupé de nouveau son lit dans les couches de cailloux roulés. Des éboulis, descendus des flancs du Démâvend, sont, sur bien des points, venus recouvrir l'ensemble des formations volcaniques et alluviales.

Les basaltes sont noirâtres, à fines colonnes, séparés entre eux par des couches de matières amorphes, et recouverts de laves plus récentes.

Les alluvions, composées de lits horizontaux, renferment, sous forme de cailloux roulés, toutes les roches sédimentaires ou volcaniques de la

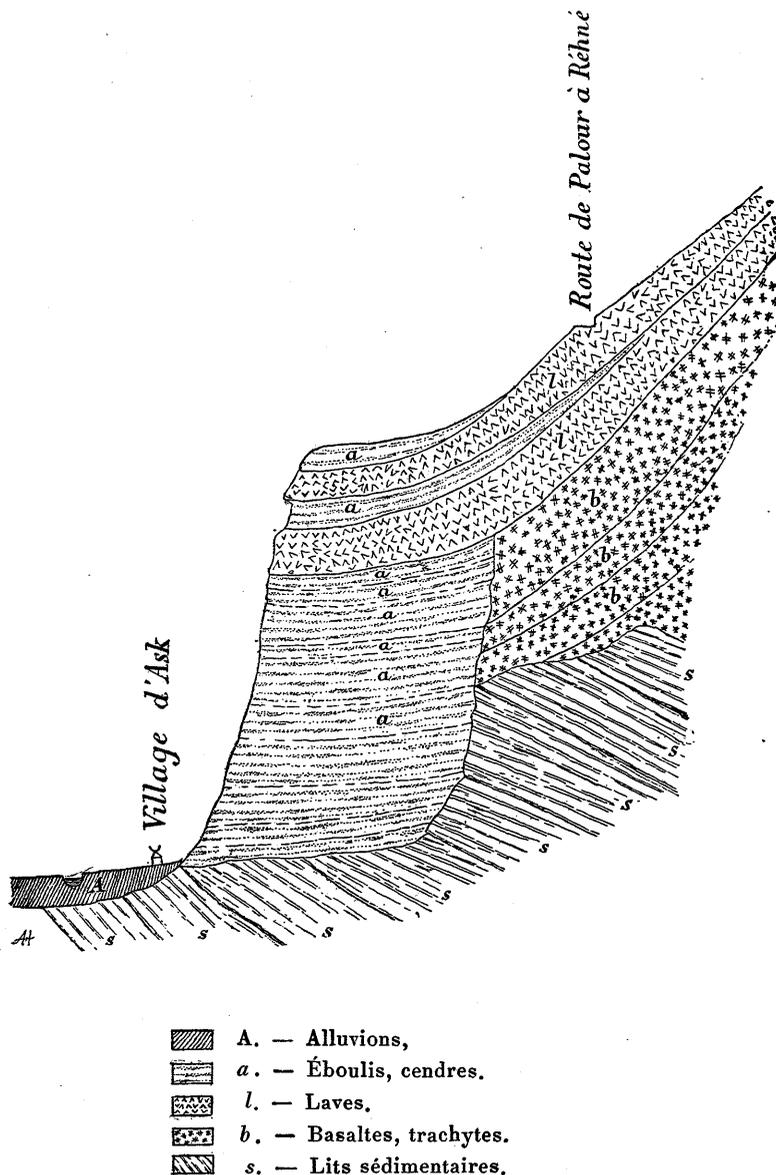


Fig. 12. — Coupe de la vallée du Lar à la hauteur d'Ask.

région; leurs divers bancs sont parfois séparés par des couches plus ou moins épaisses de cendres éruptives.

Le village de Rêhnèh, l'un des plus importants de la région du Démâvend, se trouve situé à 2.080 mètres d'altitude, sur le plateau alluvial au milieu duquel la rivière Lar a creusé son lit. Ces alluvions s'étendent depuis le pied des derniers contreforts du Démâvend jusqu'aux falaises qui bordent la vallée.

Entre ces alluvions et les coulées volcaniques, il existe une bande de terrains sédimentaires fort intéressants mais qui, par suite de leur position au pied du volcan, ont été brisés et plissés en tous sens. Parmi les exemples les plus curieux de ces plissements, je citerai celui qu'on

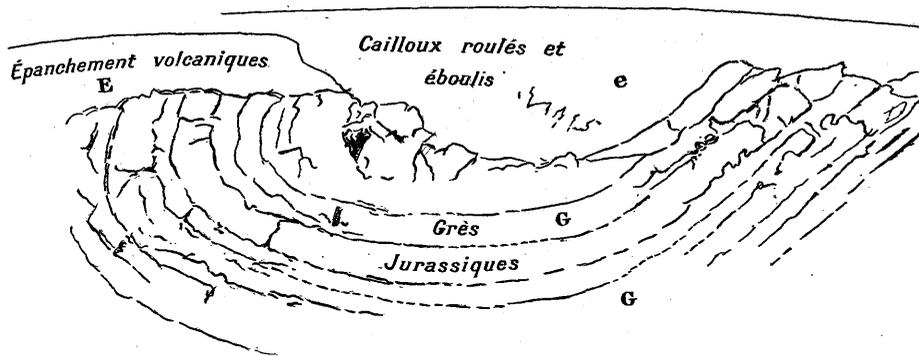


Fig. 13.

rencontre au sortir de Rêhnèh, sur la route de cette localité au village de Vahnèh (fig. 13).

Au sud-ouest de Rêhnèh, dans un ravin, on voit une coupe fort importante de couches fossilifères, d'environ 200 mètres d'épaisseur.

Les lits supérieurs, composés de calcaire marneux gris, renferment des fossiles marins, tandis que plus bas on trouve, dans les grès, des fragments de végétaux abondants mais indéterminables.

Parmi ces végétaux étaient des conifères dont j'ai trouvé des feuilles que, malheureusement, je n'ai pu conserver.

Le sommet de cette coupe est occupé par des coulées volcaniques, alors que la base disparaît sous les alluvions de la vallée du Lar.

Au nord-est de Rêhnèh, tout près du moulin, est une autre coupe intéressante.

A la base on trouve des calcaires et des grès jurassiques bruns et verts renfermant des céphalopodes, entre autres une *Belemnites*.

Au-dessus sont des calcaires crayeux micacés contenant des algues des *pectens*, des *trigoniés* et quelques *gastropodes*, etc., en très mauvais état, bien que leur test se soit conservé.

Les alluvions cachent la base de la coupe tandis que des épanchements volcaniques en couvrent le sommet.

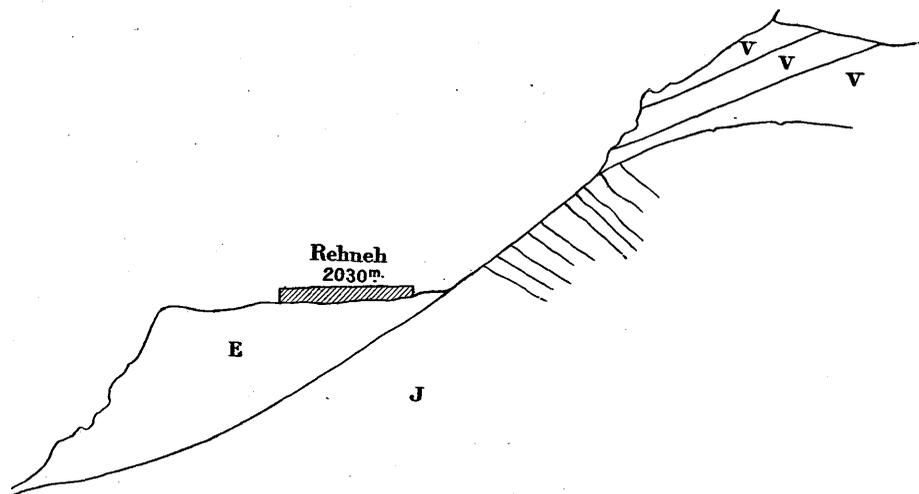
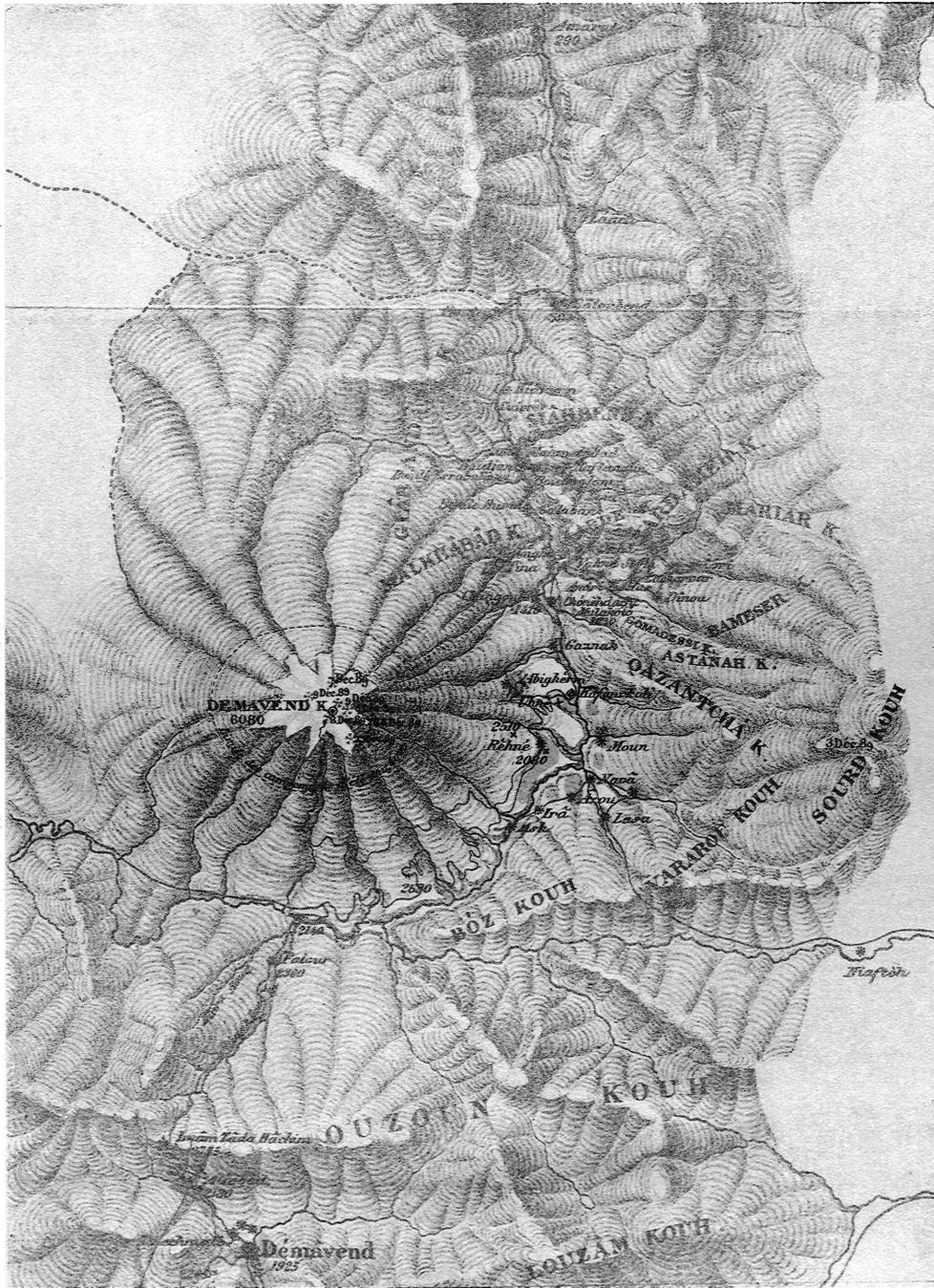


Fig. 14.

Un peu plus loin, vers l'ouest, au milieu des éboulis du Démâvend, on relève la coupe suivante :

- r. Épanchements divers de roches volcaniques ;
- q. Épanchement de granodiorite à biotite et pyroxène, enclaves homogènes des trachyandésites ;
- l. Seconde coulée de la même roche, dont les lits semblent être en stratification concordante avec les sédiments qui les supportent ;
  - a. Conglomérat composé de débris volcaniques ;
  - b. Calcaire produit par des sources thermales (il en existe d'autres couches à 2 km. au sud-ouest de Rêhnèh au pied du Démâvend) ;
  - c. Épanchements de trachyandésite et de trachytes ;



Phototypie Berthaud, Paris

CARTE DU MASSIF DU DÉMAVEND

(Levée par l'auteur.)

## PLANCHE II

---

Montagnes de l'Elbourz. Vallée du Lar (Mazandéran) et massif montagneux situé au nord-est du Demaveñd.

---



Héliog. Dujardin.

Imp. Eudes et Chassepot.

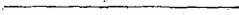
VALÉE DU LAR

( Photographie de l'Auteur prise des hauteurs d'Ask )

## PLANCHE III



Montagnes de l'Elbourz. Affleurements des terrains paléozoïques et jurassiques dans la vallée du Lar au pied du Demaveñd.





Héliog. Dujardin

Imp. Eudes et Chassepot.

LA VALLÉE DU LAR  
( Photographie de l'Auteur prise de Réhné )

- d. Conglomérat composés de débris volcaniques ;  
 e. Calcaire marbre compact avec fossiles en bon état de conservation (*Belemnites*) ;  
 f. Grès jaune feuilleté avec *Trigonia striata*, *Amm. cf. fallaciosus*, *A. Murchisonae*. Ces couches semblent appartenir au Bajocien inférieur ;  
 g. Grès jaunes feuilletés avec empreintes végétales et traces de passage d'animaux ;

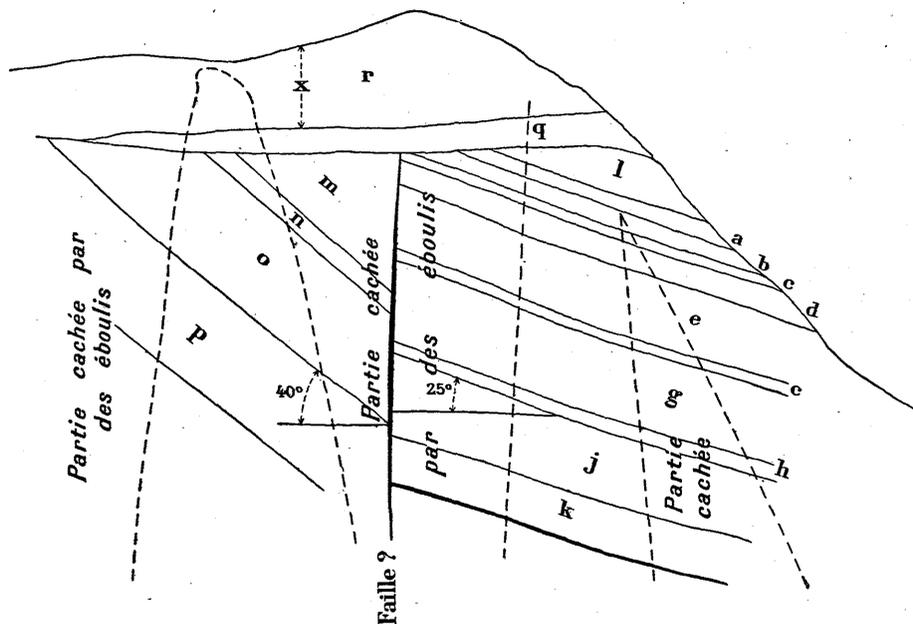


Fig. 15.

- h. Grès avec *Ammonites* et *Belemnites*, fossiles rares ;  
 k. Grès très dur avec fossiles, *Amm. cf. normanianus*, *Trig. striata*, *Natica*, etc... ;  
 m. Coulée volcanique ;  
 n. Couche marneuse ;  
 o. p. Terrains sédimentaires dans lesquels je n'ai pas rencontré de fossiles.

Toutes ces couches à partir de *g* jusqu'à *p* semblent appartenir au Lias.

Dans les éboulis, j'ai trouvé quelques roches dont les bancs sont certainement très voisins du point où je les ai recueillis : entre autres un calcaire compact que je crois devoir placer au-dessus des calcaires *e* de la coupe qui précède; une roche volcanique (trachyandésite), provenant

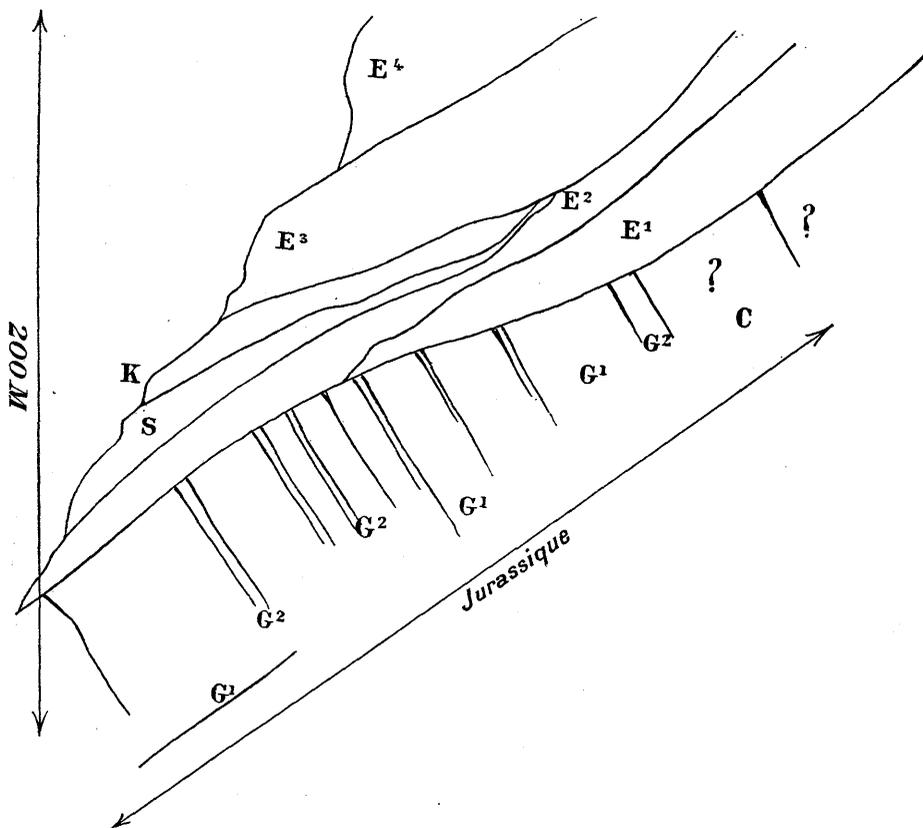


Fig. 16.

d'une coulée située à 100 m. environ au-dessus de la coupe, et enfin d'autres roches appartenant à la même famille des trachytes dont le gisement ne m'est pas connu.

Afin de compléter les renseignements que je donne sur les terrains sédimentaires du pied du Démâvend je fournirai encore une coupe que j'ai pu noter à deux kilomètres environ au sud-est de Vahneh, à une altitude d'environ 2.430 m. :

- E. — Roches volcaniques;  
 S. — Tufs calcaires produits par des sources, analogues aux conglomérats *a* de la coupe précédente;  
 G<sub>1</sub>. — Grès verts tendres, fossilifères;  
 G<sub>2</sub>. — Grès bruns et verdâtres, très durs, fossilifères (*Belemnites*);  
 C. — Calcaires marbres blancs;

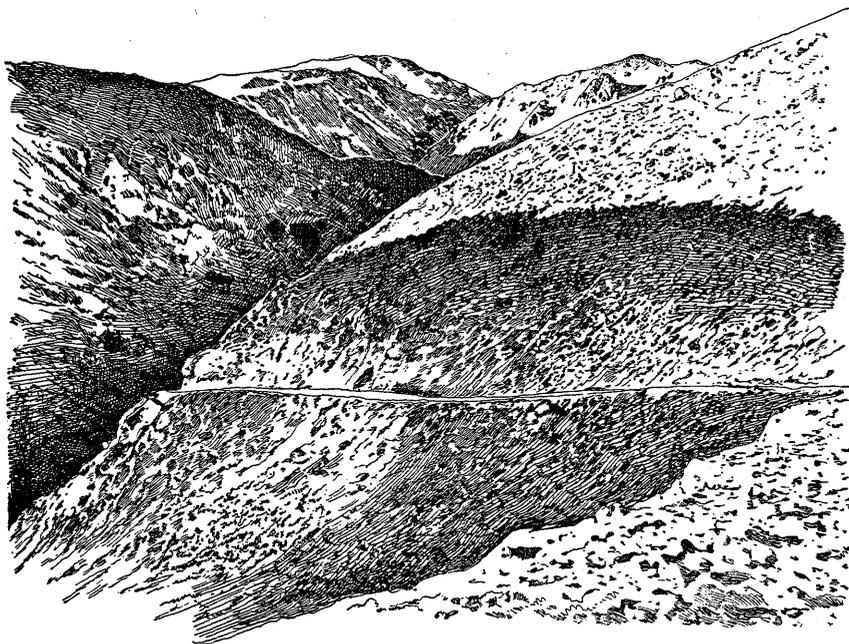


Fig. 17. — Le Dôme de Vauvray, vu de la route de Réhné à Vauvray.

K. — Banc d'aragonite.

Comme dans toutes les coupes du pied du Dôme de Vauvray, on ne voit qu'une faible partie des couches, les autres sont recouvertes par les laves ou par les alluvions.

Les calcaires servent au village de Réhné à la fabrication de la chaux.

Au pied de cette coupe j'ai recueilli, dans les éboulis, des échantillons de fossiles mal conservés appartenant soit au terrain jurassique inférieur, soit au Lias; mais il ne m'a pas été possible de retrouver leur gisement.

C'est en hiver (3 décembre 1889) que j'ai pu tenter l'ascension du Démâvend; mon itinéraire m'avait malheureusement conduit dans ces pays extrêmement froids au milieu de la saison rigoureuse. Je ne faisais, d'ailleurs, que traverser ces montagnes pour me rendre au Mazandéran, pays d'un climat très doux où il ne gèle jamais, tandis qu'en été il est impraticable à cause des fièvres paludéennes qui le rendent très dangereux.

Les renseignements que j'ai pu recueillir sur le Démâvend et la val-

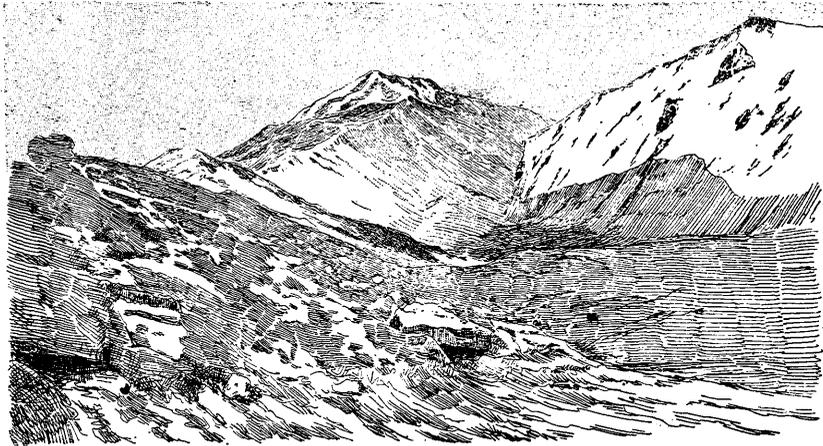


Fig. 18. — Le Démâvend, vue prise des hauteurs situées à l'ouest de Rêhnèh.

lée du Lar, j'ai donc dû les arracher au froid et à la neige, au prix de bien des peines. Je prie donc le lecteur de m'excuser s'ils sont si incomplets.

L'ascension du Démâvend (alt. 6.080 m.) demande plusieurs jours. En été elle est relativement aisée, cette montagne ne présentant pas de glaciers; en hiver elle est extrêmement difficile et même périlleuse.

Partant de Rêhnèh le 2 décembre, je suis allé jusqu'à 4.000 m. de hauteur avec mes mulets; là, j'ai planté ma tente et, le lendemain dès l'aube, j'ai commencé la partie la plus pénible de mon excursion. Pendant la nuit il avait gelé à  $-29^{\circ}$ .

Le 3 décembre à midi et demi j'étais parvenu à 5.750 m. de hauteur; il ne me restait donc plus que 330 m. à franchir pour atteindre le som-

met. Mais, chassé par une tourmente de neige mêlée de cailloux emportés par le vent, par un froid de  $-26^{\circ}$ , j'ai dû rétrograder et renoncer à l'ascension complète. Pour comble de malchance, les solfatares du sommet du volcan émettaient ce jour-là, d'abondantes vapeurs sulfureuses et l'air, déjà très rare, en était empesté.

Dans ces conditions je n'ai pu, comme de juste, faire une étude détaillée des flancs du volcan; toutefois, en descendant, il m'a été possible



Fig. 19. — Vue du sommet du Démâvend prise à 4.500 m. d'altitude.

de relever la coupe suivante, en prenant des échantillons de chacune des coulées de laves que la neige ne couvrait pas en entier (fig. 22). Ce sont des trachytes à biotite et augite (avec parfois un peu d'hypersthène), des microsyrénites néphélinitiques (passage à phonolite) à œgyrine.

La pente de la montagne est très raide, elle est garnie de crêtes rocheuses et de tombées de pierres roulantes qui descendent sous le pied.

De A à B sont, à droite et à gauche du ravin par lequel je suis monté, des crêtes très saillantes; elles m'ont abrité contre le vent.

De B en C, tombée de roches des niveaux supérieurs.

De C en D, se trouve, à gauche du ravin, une coulée de trachytes à biotite rougeâtres.

Entre D et E, coulée de roches brunes peu épaisse, et de trachytes, très puissante.

En E, on rencontre des graviers de soufre et des fragments de roches tombés du cratère et couverts de soufre translucide d'un beau jaune d'or.



Fig. 20. — Vue du sommet du Démâvend prise à 4.700 mètres d'altitude.

A mesure que je montais, le sommet du volcan devenait plus apparent, sa teinte est blanchâtre. A 5.750 mètres j'ai pu en faire un rapide croquis (fig. 22).

L'ancien cratère est aujourd'hui occupé par une série de solfatares qui émettent des vapeurs blanches, parfois très considérables. J'ai vu ces fumées former dans l'espace un cône de grandeur égale à celle du volcan lui-même, et s'élever à plus de 4 ou 5.000 m. au-dessus du sommet.

Autour de ces solfatares sont, comme j'ai dit, des roches blanchâtres

et de grandes quantités de soufre. Les indigènes vont, m'a-t-on dit, en été, chercher des charges de cette matière qu'ils descendent à dos d'homme et emploient pour leurs besoins.

Les jets de fumées sulfureuses n'ont pas d'orifice fixe, leur position

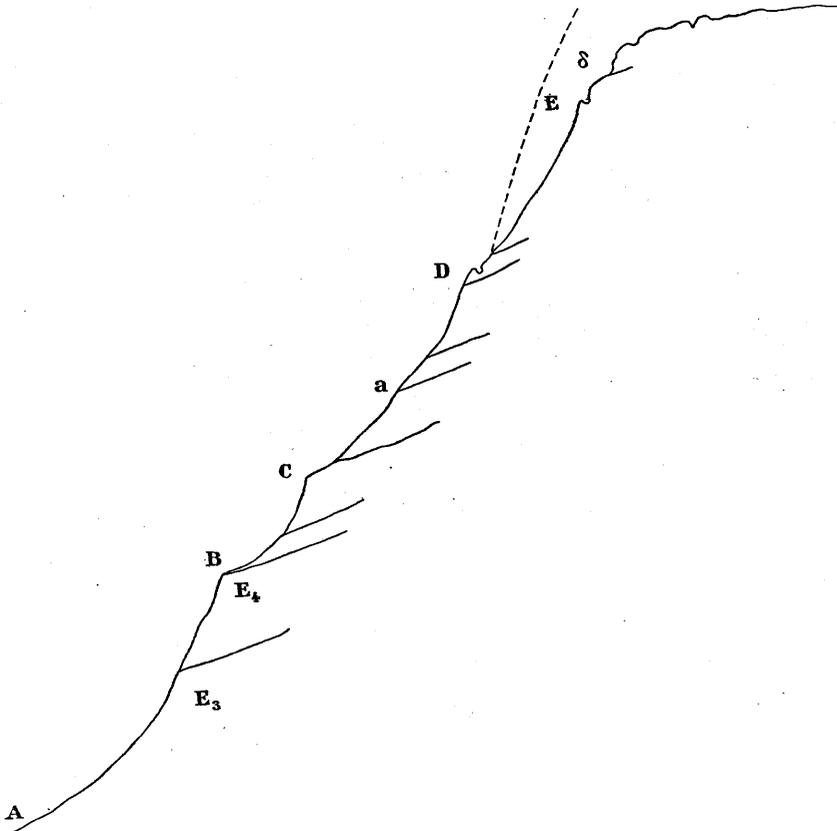


Fig. 21.

se déplace sans cesse en se tenant toujours autour du sommet et sans jamais descendre au-dessous de 5.500 m. environ.

Le sommet du Démâvend n'est pas le seul point de la région d'où s'échappent des vapeurs sulfureuses; j'ai vu, le 3 décembre 1889, des fumées semblables sortir d'un pic situé à l'est du Demâvend, sur la droite de la vallée du Lar.

Une autre preuve de l'activité du Démâvend est dans la température de ses flancs ; j'ai fait l'observation suivante :

Il était tombé sur toute la montagne, vers le 28 novembre, environ un mètre de neige et, pendant toute la journée, le volcan resta complètement blanc.

Le lendemain, des taches noires commencèrent à se montrer entre 4.500 et 5.500 m. ; puis, le 3 décembre, la neige était presque entièrement fondue dans cette zone de 1.000 mètres de hauteur.

Entre 5.500 m. et 6.080 m. la neige avait persisté dans les ravins et sur

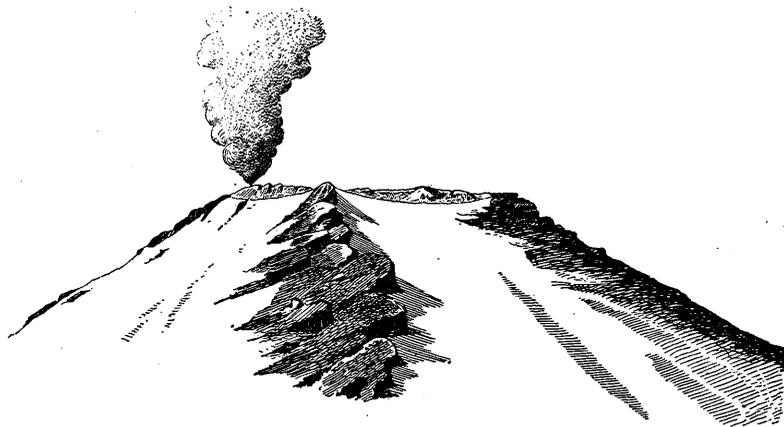


Fig. 22. — Croquis du sommet du Démâvend prise à 5.750 mètres de hauteur.

les parties horizontales des rochers. Une grande partie, cependant, était fondue et l'eau, en se congelant, avait formé de véritables cascades de glace.

Entre 4.500 et 5.500 m. les ravins seuls renfermaient encore de la neige.

Au-dessous de 4.500 m. jusqu'à 2.500 m. tout le pays était couvert de neige.

Je crois pouvoir conclure de ces observations qu'entre 5.500 et 6.080 m. la chaleur interne a fait fondre une partie des neiges que la température extérieure très basse pendant la nuit (je l'évalue à  $-60^{\circ}$ ) a empêché complètement de disparaître.

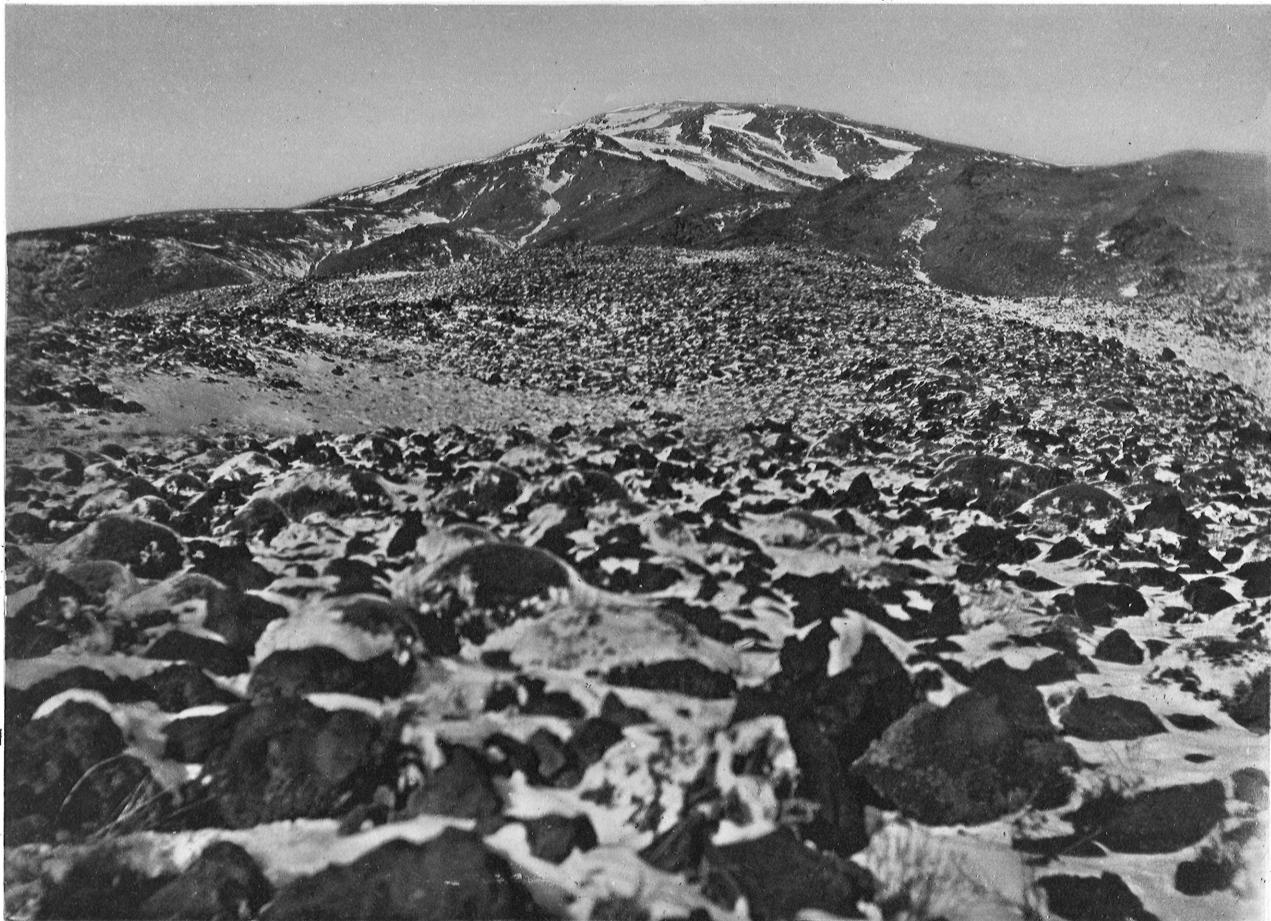
Entre 4.500 et 5.500 m., la chaleur interne a été suffisante pour faire

PLANCHE IV

---

Montagnes de l'Elbourz. Le sommet du Demavefid. Vue prise à 4.500 m. d'altitude le  
3 décembre 1889.

---



Hélios Dujardin.

Imp. Eudes et Chassepot

LE SOMMET DU DEMAVEND  
( Photographie de l'Auteur prise à 4500 mètres de hauteur )  
le 3 Décembre 1889.

## PLANCHE V

---

Montagnes de l'Elbourz. Vue du Demaveñd prise de Málá-Kölo. Le sommet est couvert de vapeurs sulfureuses. Les falaises du premier plan sont composées de marbres crétacés à *Rudistes*.

---



Hélios Dujardin.

Imp. Eudes et Chassepot.

VUE DU DÉMAVEND  
( Photographie de l'Auteur prise de Mâla Kôlo )

disparaître presque toute la neige sans que les froids nocturnes aient pu la retenir.

Entre 4.500 m. et 2.500 m. la chaleur interne est restée sans action

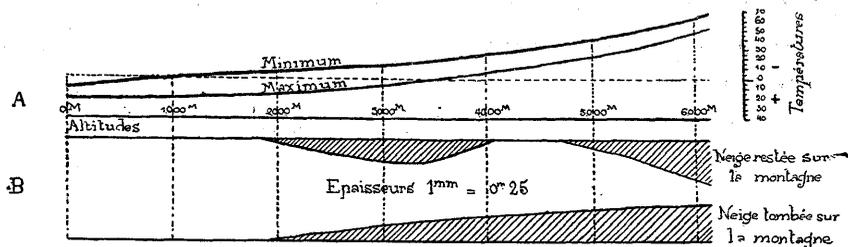


Fig. 23.

appréciable, le froid de la nuit étant suffisant pour contrebalancer l'action du soleil.

Au-dessous de 2.500 m. la chaleur solaire a pris le dessus sur les froids nocturnes et toutes les neiges ont été fondues.

Je ne vois pas d'autre explication à donner de ce phénomène car, si la

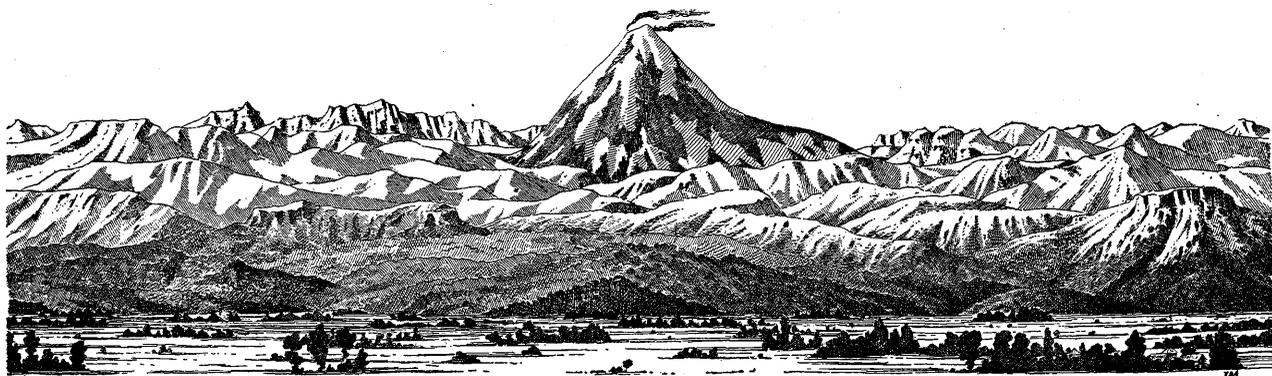


Fig. 24. — Le Dêmâvend vu de la plaine du Mazandérân.

chaleur solaire eût été seule en jeu, la quantité de neige restée sur les flancs du Dêmâvend eût été, sinon proportionnelle à l'altitude des points considérés, du moins uniforme sur toute la hauteur de la montagne à partir de 2.500 m., puisqu'au 28 novembre tout le pic était uniformément couvert.

On rencontre au pied du Dêmâvend un grand nombre de sources

minérales; quelques-unes sont thermales, d'autres sortent de terre à la température des autres eaux du pays. Je dois à M. Paulze d'Ivoy de la Poype, alors Chargé d'Affaires de France en Perse, la communication d'une lettre de M. Eugène Grignon, chimiste auquel il avait envoyé quelques échantillons des eaux du Démâvend. Je citerai la composition des diverses eaux examinées par ce spécialiste.

La source du village d'Ask est située au pied des falaises de la vallée



Fig. 25. — Vue des montagnes situées au sud du Démâvend, prise à 5.750 m. d'altitude.

du Lar. Ses eaux sont alcalines; elles renferment des bicarbonates calcaires en quantité notable, des sels magnésiens, des chlorures divers (1<sup>er</sup>,3 par litre) de la soude, des traces de potasse et de fer. Elles laissent par dessiccation au bain-marie un résidu de 2<sup>gr</sup>,88. En les examinant au microscope on trouve quelques petits cristaux de carbonate de chaux et des matières organiques. Leur degré hydrotimétrique est de 257°.

Cette eau, comme toutes les eaux chlorurées, sodiques, faiblement carbonatées, calcaires, est peut-être utilisable pour les dyspepsies, atonies digestives, engorgements des divers viscères abdominaux, pour les lymphatismes et les rhumatismes.

La source du Lira, située dans des conditions géologiques analogues à

celles de la source d'Ask, donne des eaux alcalines, renfermant en abondance du bicarbonate de chaux, des sels magnésiens, peu de chlorures, peu de phosphates, des traces d'ammoniaque et de fer, des matières organiques et un excès d'acide carbonique. Le résidu sec au bain-marie est de 2<sup>gr</sup>,84. Le degré hydrotimétrique est de 240°. A l'examen au microscope on trouve des cristaux de chaux carbonatée et des débris organiques.

Ces eaux nettement bicarbonatées sont peut-être utilisables contre

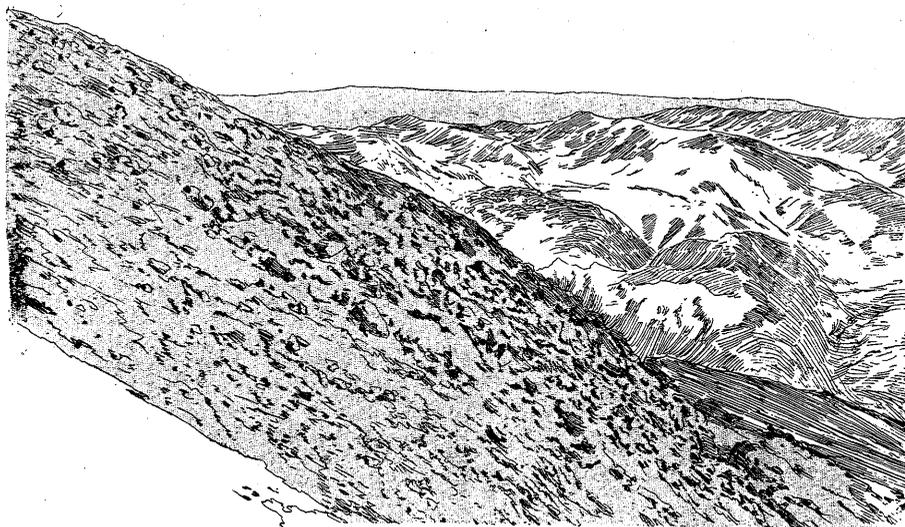


Fig. 26. — Vue des montagnes situées au nord du Démâvend, prise à 5.750 m. d'altitude.

les dyspepsies, les gastralgies, la névropathie et, peut-être aussi, contre la gravelle.

Il existe en Perse un grand nombre de sources portant le nom d'Ab-i-Gèrm, آب گرم, c'est-à-dire les *eaux chaudes*; toutes les eaux thermales sont ainsi désignées.

L'Ab-i-Gèrm de la vallée du Lar, près de Rèhnèh, fournit une eau légèrement alcaline renfermant en petites proportions du carbonate de chaux, des sels magnésiens, des traces de chlorures, de phosphates, de soude, de fer, et d'ammoniaque. Elle ne fournit au bain-marie qu'un résidu de 0<sup>gr</sup>,88; son degré hydrotimétrique est de 57° et, par

suite, dépasse de beaucoup le degré hydrotimétrique des eaux potables.

Les eaux des trois sources dont il vient être question sont trop minéralisées pour être employées comme eaux potables; elles le sont trop peu pour être de bonnes eaux minérales pour le traitement des maladies.

La région du Démâvend est extrêmement riche en sources minérales

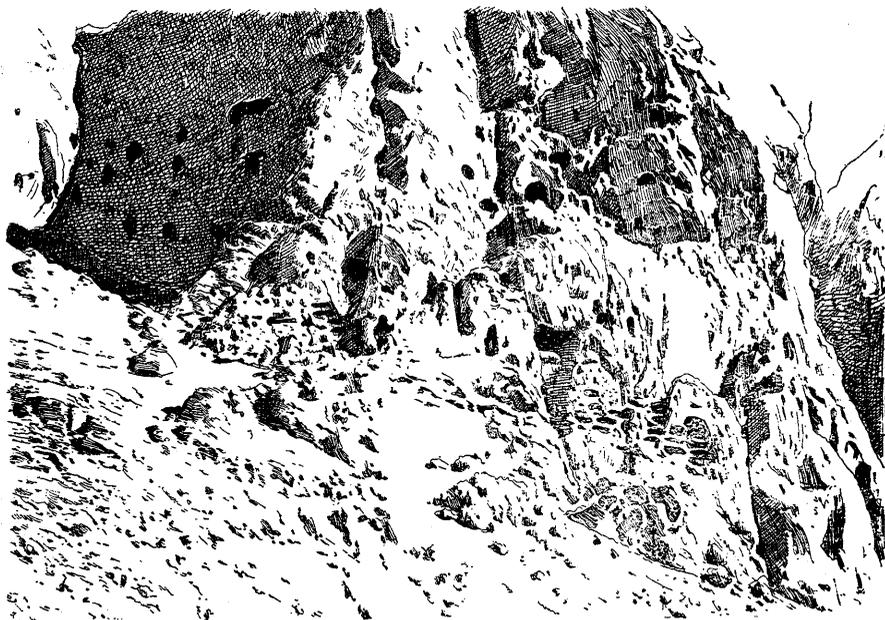


Fig. 27. — Village souterrain de Kafour Kôli creusé dans les alluvions.

et thermales, leur étude reste encore entièrement à faire. Dans les environs de Vahnèh, de Mahmet-âbâd, d'Amârat, sont des eaux chargées de sels magnésiens, par suite très purgatives, des sources thermales sulfureuses, répandant au loin une odeur d'œufs pourris, et dont les indigènes font parfois usage pour le traitement des maladies de la peau.

Lorsque de Rèhnèh on se rend à Vahnèh, on suit un sentier taillé à flanc de coteau dans la montagne sur la rive gauche de la vallée du Lar.

Les premières couches qu'on rencontre sont des alluvions très épaisses, durcies, et formant de véritables falaises. Un village souterrain

a jadis été creusé dans ces bancs; il est aujourd'hui abandonné et porte dans le pays le nom de Kâfour Kôli, کافر کلی, le *terrier des infidèles* parce que, probablement, il a été creusé avant l'introduction de la religion mahométane dans la région (fig. 27).

A droite de la vallée du Lar sont des couches fort tourmentées, redressées et brisées en tous sens. Ces lits appartiennent, probablement, aux terrains jurassiques dont nous avons observé les assises au pied du Démâvend; j'y ai rencontré une ammonite et un lamellibranche.

Plus loin, la route passe en encorbellement dans des marbres blancs sans fossiles. C'est sur ces marbres que reposent les couches fossilifères où j'ai rencontré les deux échantillons que je viens de citer.

Dans les débris d'une couche, que je n'ai pu atteindre et qui se trouve au-dessous des marbres blancs, j'ai rencontré des fragments de *belemnites*, des empreintes de lamellibranches (*pecten, lima*).

Au village de Vahnèh (alt. 1.340 m.), les neiges n'étaient pas encore tombées dans la première semaine de décembre 1889 et, bien qu'il fit très froid, le sol était découvert. J'ai donc pu faire autour de cette localité quelques courses intéressantes.

Ma première excursion fut pour le Pich-Kouh, montagne située de l'autre côté de la vallée du Lar par rapport au village.

En gravissant le coteau, j'ai rencontré une série de couches alternantes de grès et d'argiles. Les grès renferment, en quantité, des nodules de fer carbonaté et de limonite rouge; les argiles, qui contiennent des pyrites de fer, émettent des efflorescences salines blanches.

Au-dessus de ces couches sont des bancs de grès jaunâtres et verdâtres, renfermant, en quantité, des débris végétaux informes: ce sont des fragments de bois cassé et de feuilles.

Au-dessus des couches à végétaux, dont la puissance est considérable, on retrouve les calcaires marbres blancs dont nous avons déjà constaté la présence dans les environs de Rêhnèh et sur la route du Lar. Ces marbres supportent d'autres calcaires d'un aspect différent. Ils sont grisâtres et blanchâtres, marneux. J'y ai rencontré quelques ammonites (*Per. proculum* et *Per. curvicosta*) (fig. 28).

En remontant le vallon dans lequel est construit Vahnèh, j'ai reconnu,

sous les alluvions, des argiles noirâtres fossilifères (*Pholadomya*) sur lesquelles reposent des marbres (*Orbitolines* et *Praeradiolites Davidsoni*), des argiles à silex et des calcaires lithographiques, enfin des roches vertes qui disparaissent sous les alluvions. Ces couches sont fort redressées : parfois elles plongent vers le nord, parfois vers le nord-est, leur direction est très confuse.

La plus complète des coupes qu'il m'a été possible d'observer aux environs de Vahnèh est celle recueillie dans mon excursion au Zerd-é-Kouh (la Montagne-Verte).

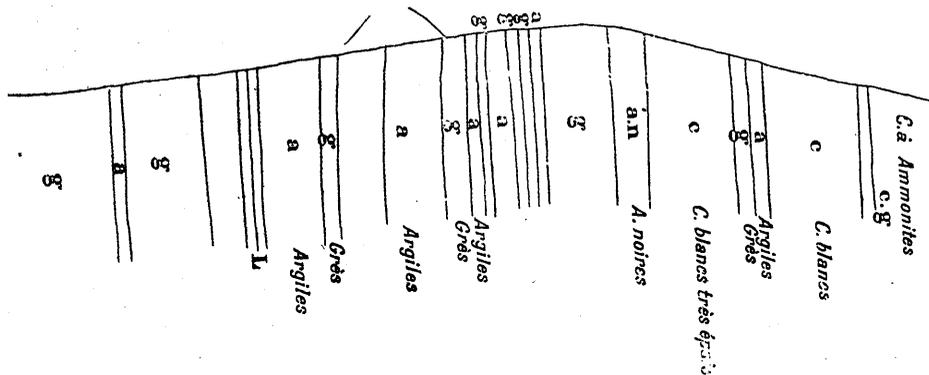


Fig. 28.

Au Mont-Vert se trouvent toutes les couches dont la présence a été observée au Pich-Kouh. Les grès à végétaux sont plus foncés et renferment une très grande quantité de débris de plantes.

Au-dessous, dans une couche de grès, j'ai recueilli une ammonite. Au-dessus du banc à céphalopodes, j'ai détaché un lamellibranche dans une couche très fossilifère, mais dans laquelle il est extrêmement difficile de recueillir les échantillons.

En descendant du Zerd-é-Kouh par un ravin, j'en relève la coupe suivante, en partant du sommet :

1° Calcaire marneux blanchâtre avec les ammonites indiquées précédemment (env. 15 m.);

2° Calcaire marbre blanchâtre avec rares ammonites (env. 1<sup>m</sup>,40);

3° Argilè feuilletée, verdâtre, claire, sans fossiles (env. 0<sup>m</sup>,40);

- 4° Grès argileux verdâtre avec traces de fossiles (env. 1<sup>m</sup>,20);
- 5° Calcaire marbre blanc très compact, sans fossiles (env. 80 m.);
- 6° Argile noire, fine, dure, feuilletée, sans fossiles (env. 3 m.);
- 7° Grès brunâtre, feuilleté, avec débris de végétaux (env. 8 m.);
- 8° Argile brunâtre sans fossiles (env. 4 m.);
- 9° Grès jaune sans fossiles (env. 0<sup>m</sup>,40);
- 10° Argile noirâtre avec rognons de grès (env. 1 m.);
- 11° Grès blanchâtre avec débris végétaux (env. 1<sup>m</sup>,80);
- 12° Argile noire couverte d'efflorescences salines (env. 3 m.);
- 13° Grès blanchâtres, jaunâtres, avec minces couches de lignites et très nombreux fragments de végétaux (env. 12 m.);
- 14° Argile noirâtre sans fossiles (env. 6 m.);
- 15° Grès avec très rares traces de végétaux (env. 4 m.);
- 16° Argiles noires sans fossiles avec efflorescences salines (6 m.);
- 17° Lits argileux avec minerais de fer (env. 1<sup>m</sup>,20) (hématite et fer carbonaté);
- 18° Grès sans fossiles (env. 0<sup>m</sup>,40);
- 19° Argiles sans fossiles couvertes d'efflorescences salines (env. 1 m.);
- 20° Grès jaunes renfermant de rares traces de végétaux (env. 14 m.);
- 21° Couche mince d'argile noire (env. 0<sup>m</sup>,30);
- 22° Grès verdâtres avec traces de débris végétaux.

C'est dans ces dernières assises, qui semblent être très puissantes, que le ruisseau coule aujourd'hui. Ses eaux sont très chargées de sels qui se disposent sur ses bords en plaques blanches.

Au sortir de Vahnèh, lorsqu'on suit la vallée du Lar en la descendant, on laisse rapidement derrière soi les couches multicolores dont il vient d'être parlé, pour entrer au milieu d'énormes rochers de marbre qui s'élèvent en falaises à droite et à gauche de la route.

Les couches sont redressées, plissées, brisées en tous sens, de telle sorte qu'il semble impossible d'en relever la direction générale. Ces marbres sont gris, très compacts et très durs; ils semblent ne renfermer que fort peu de fossiles (fragments de belemnite et d'ammonite indéterminables); j'y ai cependant recueilli un fragment de *Perisphinctes* d'apparence oxfordienne.

Au lieu dit Bend-é-Burida la vallée se rétrécit au point que le Lar coule dans un cañon de 100 m. environ de profondeur et de 35 de large. Les rochers sont coupés à pic avec une incroyable netteté. Jadis les

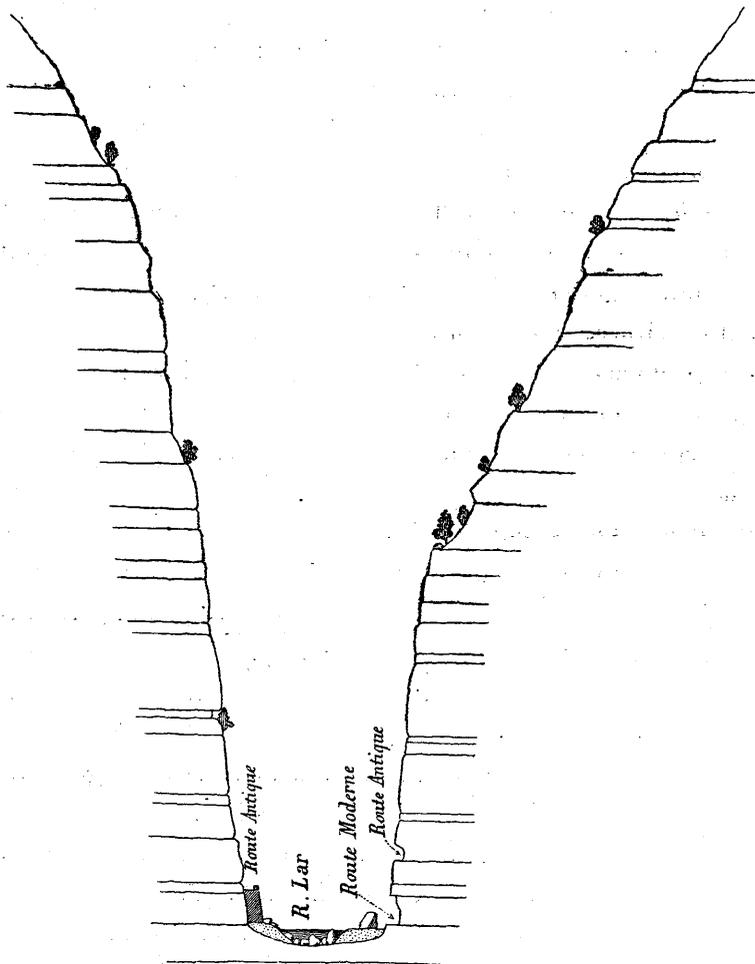


Fig. 29. — Coupe des gorges de Bend-é-Buridâ.

rochers de Burida fermaient la vallée et tout le pays de Vahnèh était occupé par un lac; mais peu à peu les eaux ont coupé cette digue colossale et ont formé le défilé qui, sur environ 2.000 m. de longueur, sépare la haute vallée du Lar de la basse vallée.

Le passage de Bend-é-Burida a, de tout temps, été considéré comme

fort important ; on y voit encore les restes des travaux des souverains sassanides et, tout dernièrement, un ancien élève de l'École des Mines de

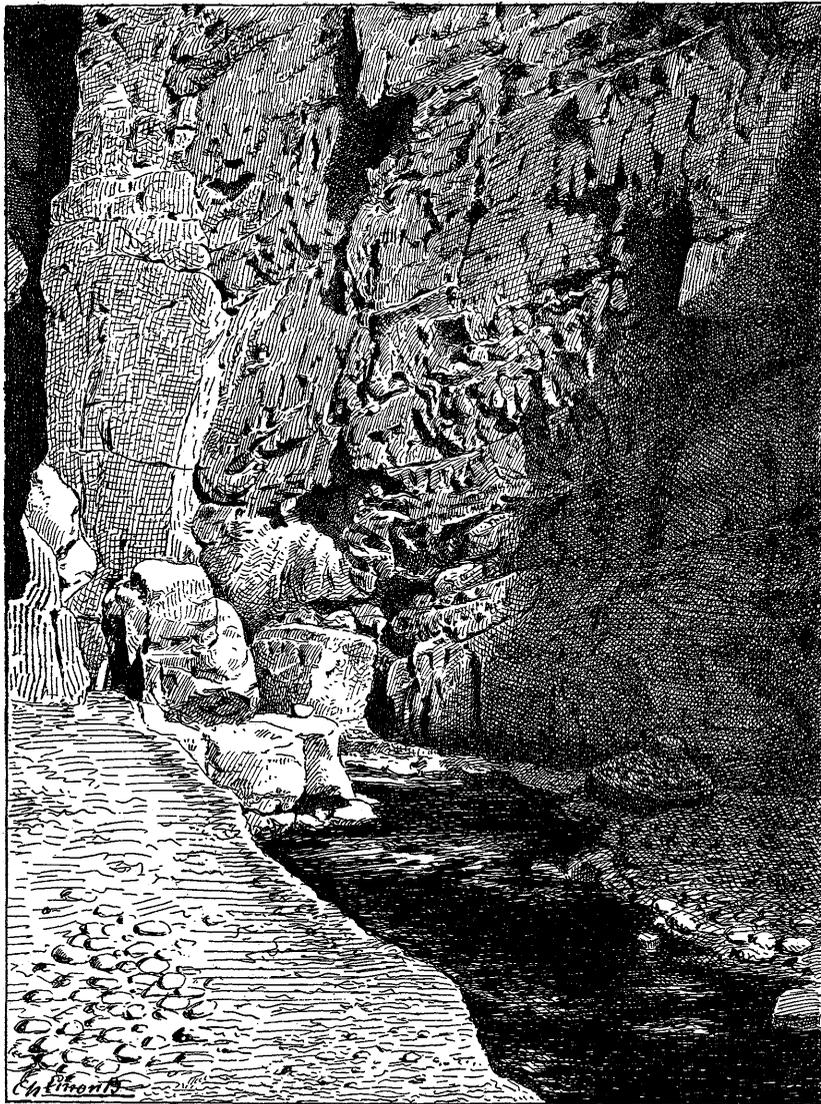


Fig. 30. — Vue des gorges de Bend-é-Buridâ.

Paris, Mirza Nizâm de Gaffary, a été chargé par le gouvernement persan de couper une route pour les caravanes dans les rochers de ces gorges.

En amont du défilé les couches sont très tourmentées, tandis que dans les gorges elles semblent être horizontales; plus au nord elles se relèvent encore, pour s'abaisser de nouveau, et former ainsi jusqu'à Baïdjan une série de plis entrecoupés de nombreuses failles.

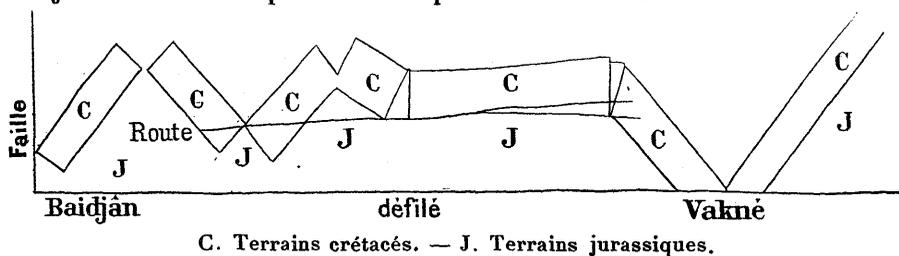


Fig. 31.

La région qui porte dans le pays le nom de Gaâbandoun succède aux défilés de Bend-é-Buridâ; les marbres y font place à des alternances de calcaires, de grès jaunes et bruns, d'argiles schisteuses et de schistes noirs.

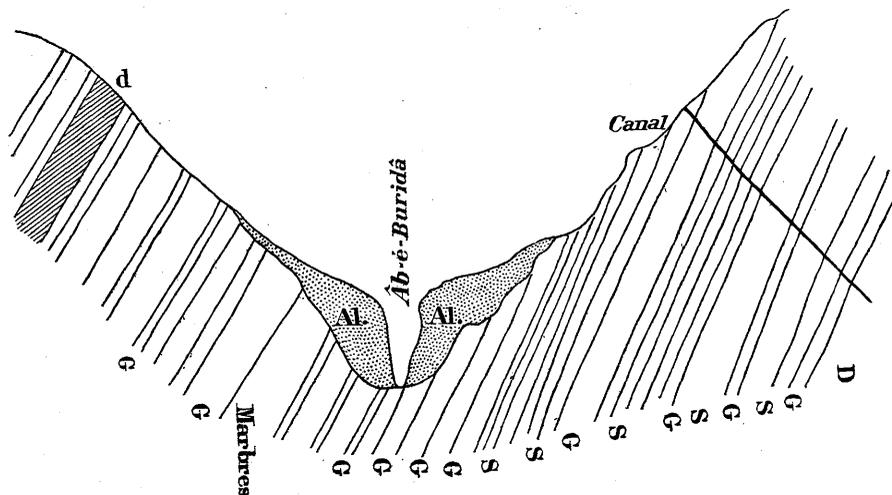


Fig. 32.

La route suivant la rive gauche du Lar, c'est cette partie de la vallée qu'il m'a été permis d'examiner de plus près; les couches sont fort inclinées, elles plongent vers le nord de 60° environ. Une grande quantité de dykes et de failles recouper en tous sens ces assises; les dykes présentent parfois 5 mètres d'épaisseur.

Mahmet-Abâd est un lieu d'arrêt pour les caravanes, bien qu'il ne s'y trouve aucun logement. J'ai profité de cette halte pour visiter les montagnes voisines en choisissant un ravin dit l'Ab-é-Pardöma.

En suivant ce ruisseau j'ai remarqué les mêmes couches qui affleurent à Gaâbandoun, mais, sauf un schiste<sup>1</sup>, elles ne m'ont point fourni de fossiles.

Ces assises sont recoupées par de nombreux dykes, l'un entre autres est composé de deux parties accolées, de 2<sup>m</sup>,50 à 3 m. d'épaisseur chacune; l'une est composée d'une diabase ophitique à gros éléments, l'autre de la même matière formée d'éléments beaucoup plus fins. Un autre dyke

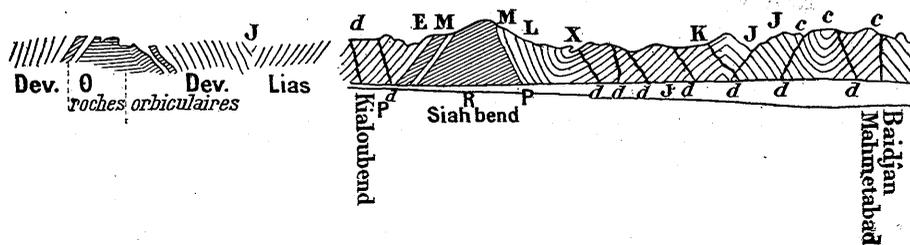


Fig. 33.

situé non loin de là est composé d'une roche verte, également une diabase à petits éléments.

En remontant le cours de l'Ab-é-Pardöma, j'ai obtenu la coupe que je donne fig. 32 :

Les alluvions de ce ravin présentent un intérêt tout particulier, car, au milieu des cailloux roulés et des débris descendus de la montagne, j'ai recueilli une petite série de pierres éclatées par la main de l'homme. Ce sont des haches très grossières, toutes semblables, et qui, bien certainement, remontent à une antiquité extrêmement reculée. Ces objets sont aujourd'hui déposés au Musée de Saint-Germain-en-Laye. Ils sont faits d'un calcaire lithographique gris foncé un peu brunâtre et fort dur dont les bancs en place se rencontrent dans le ravin même en amont et en aval des gisements d'outils.

En continuant la descente de la vallée du Lar on arrive en une étape

1. Plaquette gréseuse brunâtre avec fossiles indéterminables.

à la halte de Kiâloubend. Sur la route on peut relever la coupe fig. 33 :

*c.* — Marbres blancs, gris, noirs, par bancs alternants, fossilifères ;

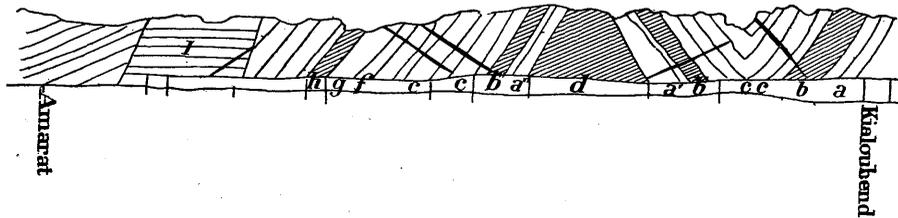
*J.* — Calcaires, argiles, marnes, grès avec débris végétaux, fossiles rares (ce sont les mêmes terrains que ceux déjà rencontrés aux environs de Vahnèh) ;

*d.* — Dykes. Quelques-uns sont antérieurs aux mouvements des couches et ont été tordus avec elles.

*K. L.* — Succession de grès avec larges empreintes végétales, de schistes, de calcaires grisâtres sans fossiles, de marbres noirs également sans fossiles ;

*P.* — Roches éruptives ;

*R.* — Massif éruptif du Siah-bend<sup>1</sup> ;



<i>d</i> — Roches éruptives.	<i>g</i> — Grès.	I — Coin formé par des calcaires.
<i>b, h</i> — Basaltes (?),	<i>a</i> — Argiles grises.	
<i>c</i> — Calcaires.	<i>f</i> — Argiles feuilletées.	

Fig. 34.

*E.* — Calcaires marbres noirâtres, renfermant quelques rares empreintes de spirifères.

Au point marqué X, sur la coupe on voit dans la montagne une large tache verte que je crois être un gisement de cuivre.

Au point de la coupe marqué *p*, est une source thermale sulfureuse, dont la température le 11 déc. 1889 était de 28°. Plus à l'ouest dans la

1. Ces roches, suivant les déterminations de M. Lacroix sont :

- Trachytes phonolitiques (altérés) ;
- Basalte à grains fins ;
- Basalte ophitique ;
- Porphyrites très altérés (faciès mélaphyrique) ;
- Tuf de la même roche à ciment calcaire ;
- Diabase ophitique altérée.

montagne se trouve une source ferrugineuse dont les eaux produisent des tufs rouges. Je n'ai pu la visiter.

Dans le lit de la rivière Lar, en amont d'Amarat, j'ai recueilli un galet de calcaire gris renfermant une *A. canaliculatus* de l'Oxfordien; je n'ai pas trouvé le gisement de ce fossile dans ma traversée de l'Elbourz.

La coupe fig. 34 a été relevée entre Kiáloubend et le village d'Amarât.

En amont d'Amarât sont de très nombreuses sources sulfureuses dont la température était au 12 déc. 1889 de + 18°. Ces eaux sortent de bancs épais de calcaires bitumineux noirs, disposés en lits de 30 à 40

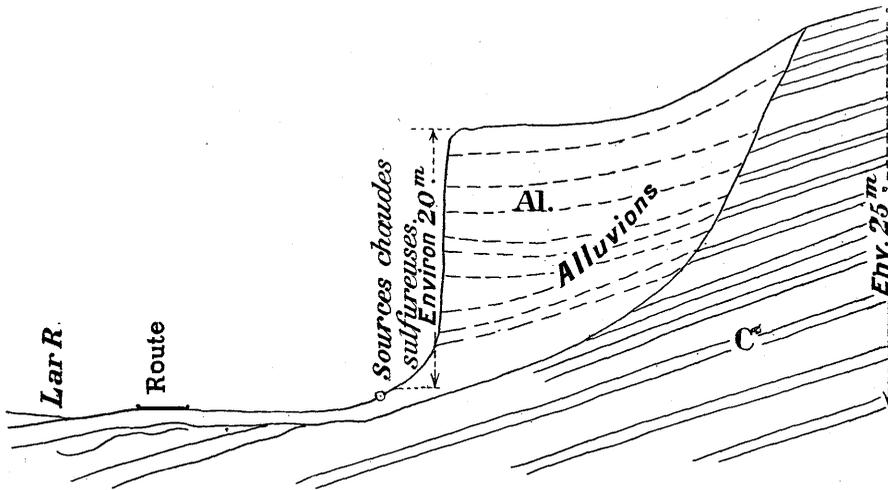


Fig. 35.

centimètres d'épaisseur et séparés entre eux par de petits lits d'argile de même teinte que les marbres.

Les couches qui plongent au S.-E. vers la vallée du Lar permettent un écoulement facile des eaux (fig. 35).

Sur une longueur de plusieurs kilomètres les couches de marbres et d'argiles sont relativement constantes dans leur direction et leur pente, mais en bien des points elles ont été violemment tourmentées et parfois disparaissent pour faire place à d'autres assises.

La coupe suivante (fig. 36) relevée dans un ravin situé au sud-ouest d'Amarât montre combien ont été profondes les perturbations subies par les sédiments dans cette partie de l'Elbourz.

Puissance du dyke *a*, 0<sup>m</sup>,30 environ.

Puissance du dyke *c*, 0<sup>m</sup>,20 environ.

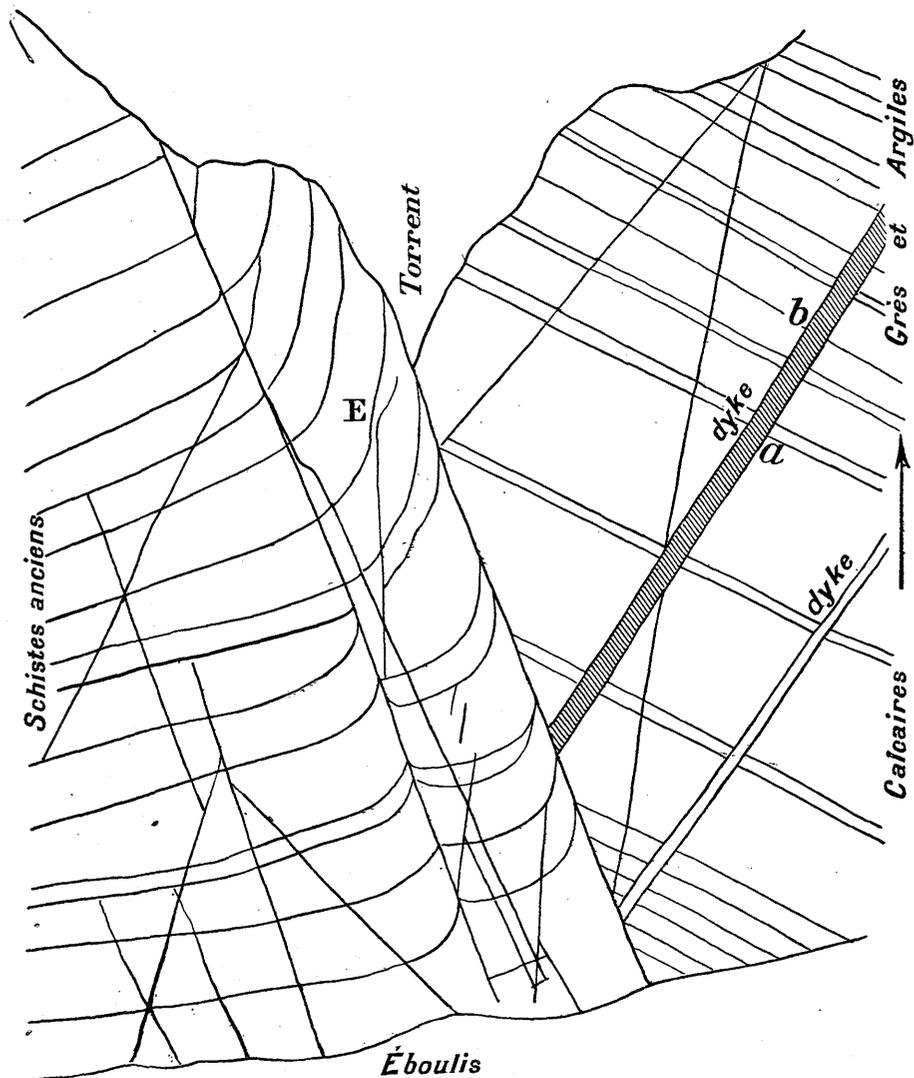


Fig. 36.

Les schistes sont coupés de veines de quartz blanc très minces.

L'étirement des couches de schiste est d'environ 5 mètres.

A partir d'Amarât, les montagnes perdent de leur hauteur et se cou-

vrent d'alluvions, ce sont les derniers contreforts de l'Elbourz vers le Mazandéran.

A Amol, on ne trouve plus qu'une plaine d'alluvions fines, basse, humide, formée par les rivières qui descendant de l'Elbourz déversent leurs eaux dans la mer Caspienne<sup>1</sup>.

### III

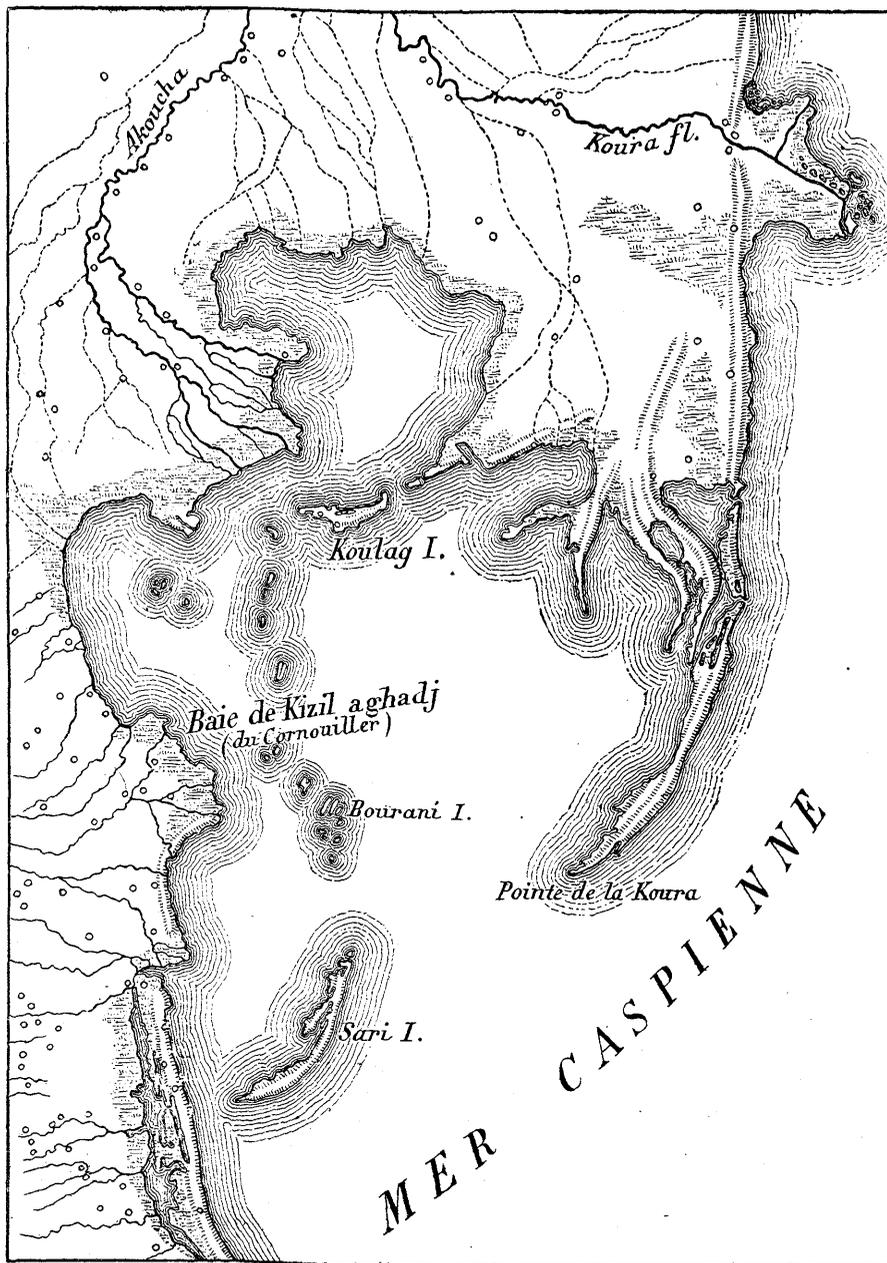
#### GHILAN, MAZANDÉRAN, STEPPE TURKOMANE.

Le Mazandéran, comme le Ghilân, est, ainsi que la steppe de Turko- manie, le résultat de la conquête des alluvions des rivières sur la mer Caspienne.

Les innombrables cours d'eau qui des montagnes de l'Elbourz viennent se jeter à la mer ou se perdre dans les marais apportent à chaque saison de la fonte des neiges de nouveaux sédiments qui font encore de nos jours avancer la côte.

Il suffit de jeter les yeux sur une carte des rives méridionales de la

	Altitudes
1. Téhérân . . . . .	4170
	1750
Djadj roud. . . . .	1445
	1800
Bouméhèn. . . . .	1680
	2265
Démâvend . . . . .	1925
	2320
	2130
Imâm Zâdâ . . . . .	2755
Palour . . . . .	2300
Démâvend . . . . .	6080
Rehnè . . . . .	2080
Changouldè . . . . .	1410
Vahnèh . . . . .	1340
Mahmet âbâd. . . . .	1010
Kialoubend . . . . .	580
Amarât. . . . .	290
Amol. . . . .	80
Mer Caspienne . . . . .	— 27



A. Houseim.

-  Marais et lagunes.
-  Rivage de la mer.
-  Dunes.

Fig. 37.

**PLANCHE VI**

---

**A et B**

**Sources thermales sulfureuses (Ab-i-Gherm) à Tunékâboun (Mazandéran).**

---



Phototypie Berthaud

SOURCES THERMALES DE TUNÉKÂBCUN  
(Mazanderân).

d'après une photographie de l'auteur.



Phototypie Berthaud

SOURCES THERMALES A ÂB-I-GHERM  
Tunékaboun (Mazandéran).

Photographie de l'auteur.

mer Caspienne pour saisir de suite l'intensité du travail qui se produit ainsi chaque année. La côte, au lieu d'être rectiligne, comme on serait en droit de s'y attendre, étant donné le peu de consistance des terrains qui la forment, est sans cesse coupée de promontoires plus ou moins étendus qui tous correspondent à l'embouchure de l'une des rivières principales du pays.

La plage est formée par des dunes, mais cette digue naturelle ne sert en général qu'à protéger des lagunes contre les lames du nord, car, près de la côte, les terrains sont extrêmement marécageux.

Autrefois ces lagunes étaient des golfes comme on le voit encore de nos jours dans la baie d'Asterâbâd, mais peu à peu les ouvertures se sont bouchées et les lagunes se comblent aujourd'hui graduellement.

J'ai déjà parlé du Mourd-Ab du Ghilân, je n'insisterai pas sur la baie d'Asterâbâd qui, bien que beaucoup plus étendue, subit en ce moment les mêmes transformations. Je ne citerai qu'un point de la côte, la baie de Kizil-Aghadj ou du Cornouiller, située à l'angle sud-ouest de la mer Caspienne, près de l'embouchure de la Koura, et qui présente tous les caractères d'un grand lac côtier en formation.

Les dunes qui forment la pointe dite de la Koura avancent sans cesse dans la mer, de même que l'île Sâri prend de jour en jour plus de développement.



Fig. 38. — Croquis topographique de l'île Sâri.

Déjà les bas-fonds de la baie se sont surelevés de telle sorte que les îles Koulag et Bourani sont sorties des eaux.

L'ancien lit de la Koura, l'Akoucha, ne donne plus que fort peu d'eau, le courant principal s'étant porté vers le nord.

L'île Sâri, par sa conformation, montre de quelle manière se déposent les limons : elle est entièrement composée de sables et de débris de coquilles, et les gens du pays constatent son avancement sur la mer vers le nord et le sud-ouest.

A l'ouest de l'île la mer se comble et les pêcheurs m'ont affirmé que, de mémoire d'homme, on a remarqué que le tonnage des bateaux pouvant aborder de ce côté avait fortement diminué.

Je n'ai pu me procurer la carte marine de la mer Caspienne, il m'en a

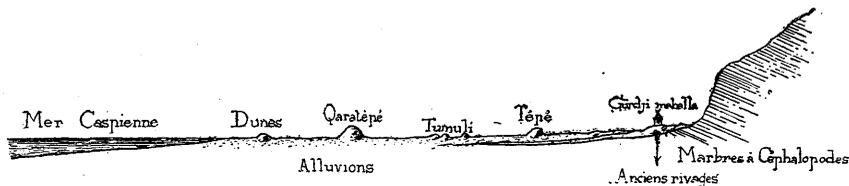


Fig. 39. — Coupe entre les montagnes et la mer prise à la hauteur de Gurdji Mahalla.

été refusé communication au consulat russe d'Astérâbâd. Je le regrette d'autant plus, que grâce à ce document, j'aurais pu faire une étude très détaillée de l'avancement de la côte méridionale qu'il m'a été loisible de visiter pendant plusieurs mois.

Autrefois la mer Caspienne venait se briser sur les derniers contreforts de l'Elbourz; on rencontre, très fréquemment, au pied des montagnes des falaises accompagnées de bancs de galets et de dunes remplies des restes des mollusques de la mer Caspienne.

Une coupe fort intéressante de ces formations peut être vue à Gurdji Mahalla, près d'Achraf, au Mazandérân (fig. 39). Les derniers contreforts de la grande chaîne se composent de grès et de calcaires marbres renfermant des céphalopodes. Ils ont été coupés en falaises par les vagues de la Caspienne.

Au pied des falaises sont les anciens rivages enfouis sous les alluvions plus fines des rivières. Ils se composent de galets roulés des

marbres voisins ; puis viennent les alluvions descendues des montagnes où s'élèvent des tumuli antiques. Plus au nord sont les dunes qui forment le littoral actuel.

J'évalue approximativement l'époque à laquelle les buttes (tépés) ont

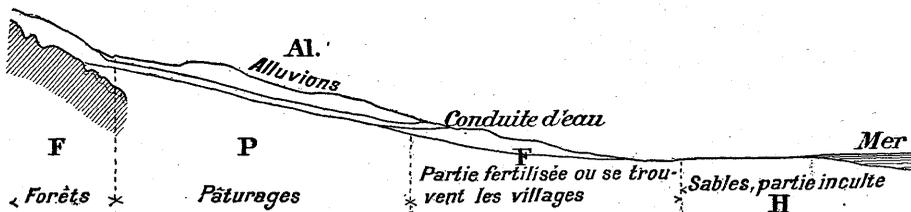


Fig. 40.

été construites et les tumuli au III<sup>e</sup> ou IV<sup>e</sup> siècle avant notre ère. Il s'ensuit que le remplissage de la partie comprise entre l'ancien littoral et les dunes remonterait bien au delà des époques historiques.

Les grès et les calcaires dont je viens de parler affleurent aussi aux environs d'Achraf (*Persiphinctes* de l'oxfordien) où l'on peut également

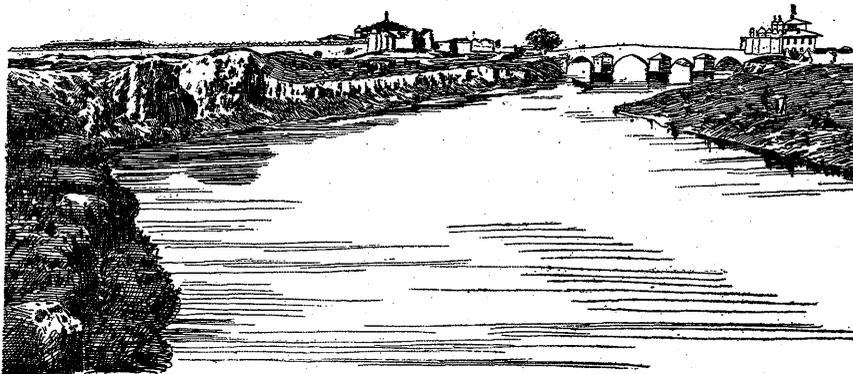


Fig. 41. — La rivière Gourgan à Aq-Qaleh.

voir les falaises et les anciens rivages. Ces roches ont été exploitées pour la construction du fameux palais que Chah Abbas construisit dans cette localité.

Si les alluvions fines succèdent de suite aux falaises et aux anciens rivages dans le Mazandéran, il n'en est pas de même dans la province d'Astérah où la steppe turkomane ne commence qu'au pied des

collines allongées qui, formées de cailloux roulés, prolongent au loin dans la plaine les derniers contreforts de l'Elbourz.

Les Persans ont percé ces alluvions de galeries destinées au passage des eaux et, employant le même système que dans le plateau iranien, ont ainsi fertilisé une longue bande de terrain placée au pied des collines (fig. 40).

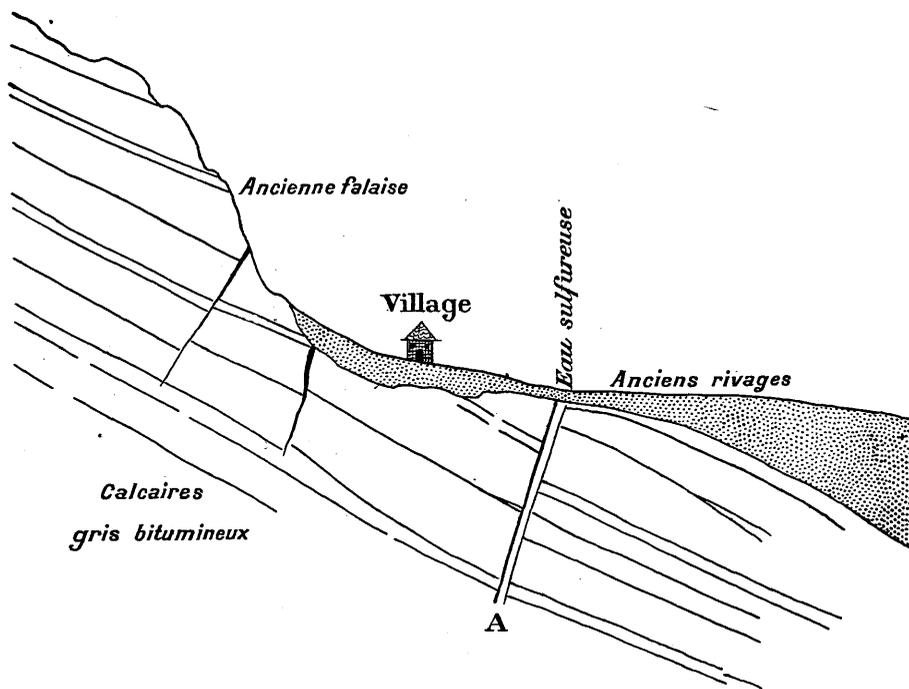


Fig. 42.

La steppe est une plaine d'alluvions très fines qui, presque horizontale, s'étend depuis les montagnes de Findérisk jusqu'à la mer Caspienne; des dunes de sable la bordent vers l'occident; il en est de même du Mazandérân que des digues sableuses limitent au nord.

Les diverses rivières qui traversent la steppe, l'Atrek, le Qara sou et le Gourgân, ont creusé leurs lits dans les alluvions et coulent à quelques mètres en contre-bas du sol de la prairie (fig. 41).

J'ai parlé des sources thermales de la vallée du Lar, il en existe de semblables au pied de l'Elbourz dans le Mazandérân. L'une des plus

intéressantes est l'Ab-i-Gèrm de Tunékâboun. Les eaux y sont sulfureuses et sortent de terre à une température de 35°; le débit en est abondant. Cette source forme un ruisseau qui s'en va fumant dans la plaine.

Ces eaux sortent de calcaires bitumineux grisâtres, carbonifères ou permien, où l'on rencontre des fragments de spirifers et de polyptères. La faille A, coupe fig. 42, sert de conduit aux eaux. Quatre sources sont ainsi situées sur la même fissure, en ligne droite, au pied des falaises, près de l'ancien rivage de la Caspienne.

Il est à remarquer que les eaux chaudes de Tunékâboun sortent des mêmes couches que celles de la vallée du Lar.

Les eaux sulfureuses de cette partie du Mazandérân jouissent d'un grand renom chez les indigènes; elles sont employées pour la guérison de toutes les maladies de peau et on leur attribue encore bien d'autres vertus qu'elles n'ont certainement pas.

Pendant que je me trouvais à Tunékâboun, plusieurs de mes bêtes de somme, ayant été prises d'une maladie contagieuse, qu'on nomme dans le pays le serradja, je crus devoir les faire baigner dans

les eaux chaudes; mais mon secrétaire (Mirza) ayant mal interprété



Fig. 43. — Vue des montagnes d'Alâmout prise du sommet de Touch-kouh.

mes instructions leur en fit boire et faillit les faire toutes crever.

Au cours du séjour de 15 jours environ que je fis à Tunékâboun, j'entrepris plusieurs excursions. Le 1<sup>er</sup> mars 1890, entre autres, ayant gravi le sommet de Touch Kouh, j'eus devant les yeux le panorama de toutes les montagnes de la grande chaîne qui constituent le district d'Alâmout.

Trois des principaux sommets émettaient ce jour-là d'abondantes fumées sulfureuses : ce sont Faladeh Kouh, Namarzghou Kouh et Kouh-é-Tchaléki (fig. 43). J'appris des indigènes que ces pics ne sont pas les seuls à émettre des fumées, mais que les vapeurs déplacent leur point d'émission et ne sortent jamais bien longtemps de la même place.

J'appris également qu'il existait jadis (il y a 50 ans environ) au pied de Touch-Kouh des sources de gaz que les habitants tenaient allumés et que parfois, en creusant le sol, on rencontrait des sources de pétrole, mais que cette découverte fut soigneusement cachée dans la crainte de voir le pays envahi par d'impurs Européens. Les progrès de l'industrie y perdirent certainement; mais les indigènes y gagnèrent de conserver leur vie paisible d'agriculteurs, autrement plantureuse que celle des ouvriers de Bakou.

L'une des rivières principales du district de Tunékâboun est Tchehar Kouh roud (la rivière des Quatre-Montagnes); l'exploration de sa vallée eût été du plus haut intérêt. Malheureusement les neiges étaient encore abondantes dans la montagne, et je dus me contenter d'étudier les galets qu'elle roulait dans son lit, afin de me rendre compte des couches que traverse sa vallée.

Les anciennes falaises se composent d'assises de calcaire gris, bitumineux, renfermant un grand nombre de mouches de pyrite de fer. Ces calcaires sont disposés en lits de 2<sup>m</sup>,50 environ d'épaisseur; ils plongent vers le nord.

Parmi les roches roulées j'ai rencontré :

1<sup>o</sup> Des calcaires carbonifères, bleuâtres ou noirâtres, très bitumeux, veinés de carbonate de chaux blanc, renfermant comme ceux du col d'Imam Zâdéh Hachim de nombreux *Productus pustulosus*, *Prod. punctatus*, *Orthotheses crenistria*, *Spirifer striatus*, *Syringothyris cuspidata*, des polypiers et quelques fragments de gastéropodes;

2° Des calcaires schisteux noirs, très bitumineux, avec fossiles brisés indéterminables ;

3° Des grès bruns, jaunâtres ou rougeâtres, renfermant quelques veines de charbon et des débris de végétaux (probablement rhétiens) ;

4° Des poudingues à pâte jaune, composés de petits cailloux de quartz de plusieurs couleurs ;

5° Des grès fins jaunâtres et brunâtres sans fossiles ;

6° Des roches volcaniques analogues à celles du massif du Demâvend ;

7° Des tufs et des concrétions calcaires, produits de sources thermales.

Cette énumération de roches ramassées dans le lit d'une rivière et sans qu'il soit possible, par suite, de déterminer la position relative des divers bancs, ne présente, il est vrai, qu'un intérêt fort secondaire, mais elle prouve qu'il existe une grande analogie, quant aux sédiments, entre a coupe de l'Elbourz par la vallée du Lar et celle passant par le district d'Alâmout et Tchéhar Kouh roud.

Pendant mon séjour dans le Lenkorân, je n'ai pas eu le loisir de relever la géologie du pays, tous mes instants ont été absorbés par mes recherches archéologiques. Cette portion du pays est formée de couches anciennes, recoupées par de nombreuses veines de roches cristallines, parmi lesquelles je dois signaler un porphyre vert antique de la plus grande beauté.

Au delà du Talyche russe, s'étend la steppe de Moughân, vaste plaine d'alluvions produite par le delta de l'Araxe et de la Koura réunis. Jadis, peut-être aux temps historiques, les deux fleuves avaient des embouchures séparées. Aujourd'hui, ils sont réunis et se jettent à la mer Caspienne sous le nom du moins important de ces cours d'eau, la Koura ou Cyrus des anciens.

Les deux fleuves sortent des montagnes d'Arménie et du Caucase : la Kourah offrant une large vallée depuis les hauteurs du Souram, tandis que l'Araxe coule beaucoup plus encaissé entre le Qara daghi (la Montagne Noire), au sud et le Qara bagh (le Jardin Noir) au nord.

La plaine de Moughân forme, à l'ouest, le pendant de la steppe turkomane de l'est. Ces deux vastes deltas se sont formés dans les mêmes

conditions, l'un par les apports du Cyrus et de l'Araxe, l'autre par ceux de l'Atrek, du Gourgân et du Qara Sou. Tous deux sont d'une horizontalité presque parfaite et les seules hauteurs qu'on y rencontre sont les tumuli artificiels laissés par l'antiquité.

Je ne dirai rien de plus de la géologie du nord de la Perse ; je m'en suis tenu à l'exposé de mes observations personnelles. Mes notes bien que sommaires, peuvent être d'un assez grand usage, car ces pays sont à peine connus géographiquement et les moindres détails géologiques sont pour la plupart inédits.

## V

### AZERBEIDJAN ET KURDISTAN DE MOUKRI.

Je n'ai fait que traverser l'Azerbeïdjân. Ce pays étant très connu et souvent parcouru par les Européens, je n'avais pas intérêt à y faire un séjour prolongé. Toutefois les rives du lac d'Ourmiah ou mer de Châhou me retinrent plus longtemps. J'étais arrivé sur ses bords au mois de septembre, c'est-à-dire à l'époque où ses eaux sont les plus basses et son étude m'était d'autant plus facile.

Le lac d'Ourmiah (alt. 1220 m.) est la plus grande nappe d'eau de tout le plateau persan. Il reçoit les eaux du Saheñd, volcan très élevé (alt. env. 4000 m.) qui le domine à l'orient, des montagnes du Kurdistan qui le bordent à l'ouest et au sud, et des contreforts méridionaux du Qara daghi dont j'ai déjà parlé au sujet de la vallée de l'Araxe.

De toutes ces montagnes aucune n'est boisée dans le versant du lac ; il en résulte que le débit des rivières est fort inconstant et que, par suite, le niveau du lac monte et baisse d'une quantité considérable.

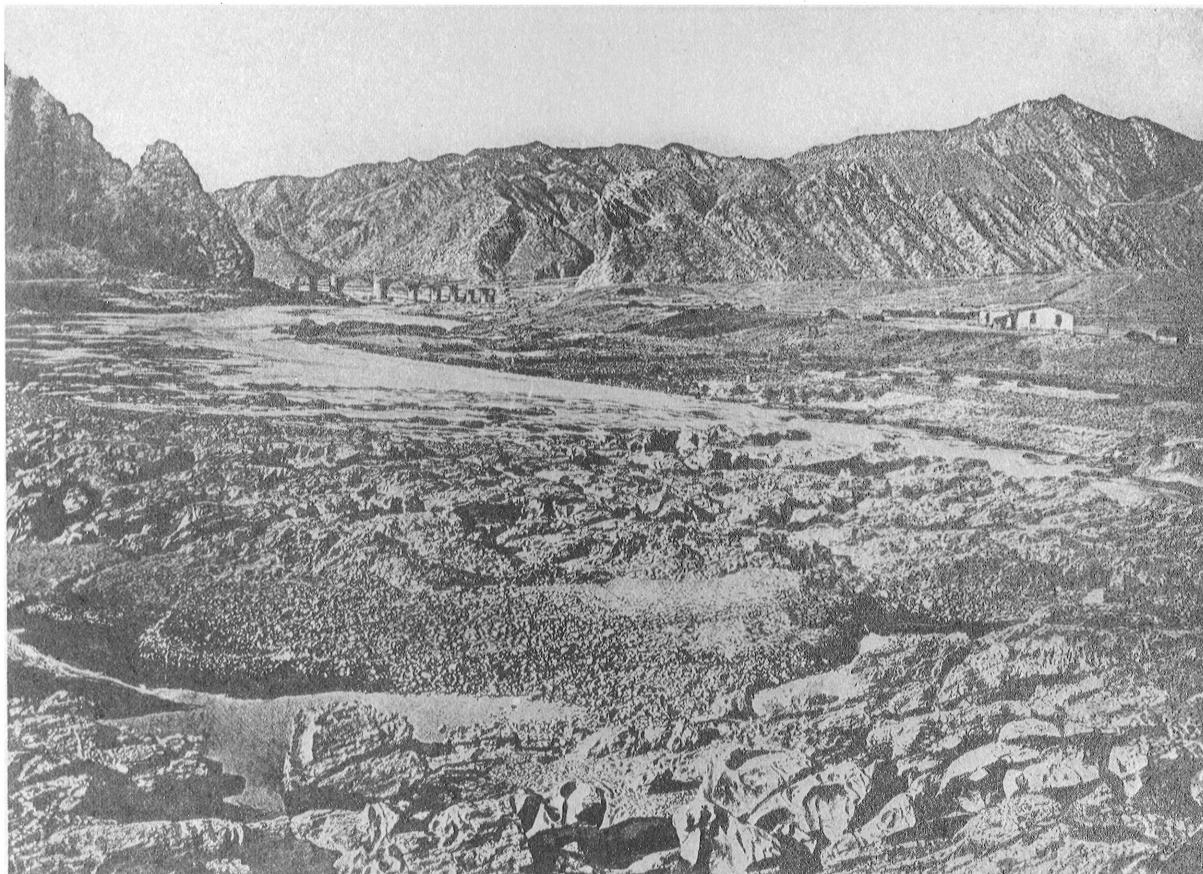
Le niveau le plus bas se rencontre pendant les mois de septembre, d'octobre et de novembre, puis les neiges couvrent le pays et les premières tombées fondant presque de suite, font hausser quelque peu le niveau du lac.

Les froids arrivent avec le mois de décembre ; dès lors jusqu'au printemps les rivières débitent peu d'eau et le niveau du lac ne change guère, l'évaporation dans cette saison étant insignifiante.

## PLANCHE VII



Vue de la vallée de l'Araxe à Khoudâférim et affleurements des terrains paléozoïques.



Phototypie Berthaud

LA VALLÉE DE L'ARAXE AU PONT DE KHOUDAFÉRIN

Dès le mois de mars, les neiges de tout l'hiver commencent à fondre et le débit des rivières augmente; en avril et en mai il atteint le maximum et le niveau du lac monte d'une façon très notable. Quelquefois de quatre ou cinq mètres.

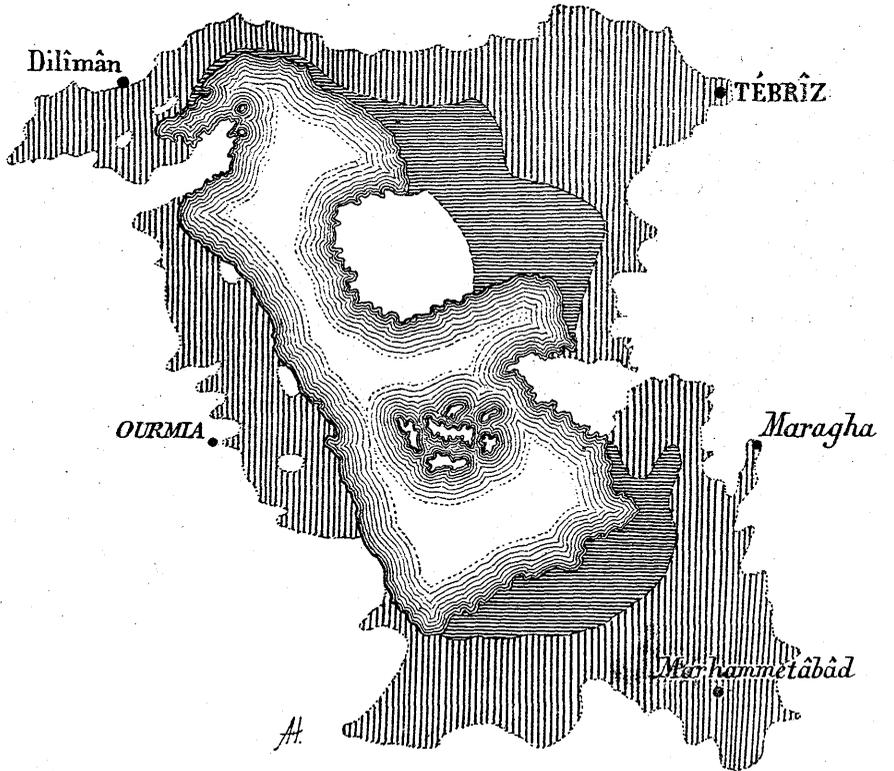


Fig. 44. — Lac d'Ourmiah.

La fig. 44 montre les surfaces maxima et minima couvertes par les eaux du lac d'Ourmiah. Elle montre aussi l'étendue qu'elles occupèrent vers la fin de la période pliocène.

C'est donc en un mois et demi environ que toutes les neiges fondent

et viennent accroître le niveau du lac. Mais quand le sol est dépouillé de ses neiges, les rivières rentrent brusquement dans leur lit et leur apport ne peut compenser l'évaporation produite par les grandes chaleurs de l'été; dès lors le niveau s'abaisse graduellement jusqu'aux mois d'automne.

La plupart des rivières qui versent leurs eaux dans le lac d'Ourmiah roulent des eaux amères, de telle sorte que la salure du lac va toujours croissant.

Le poids spécifique des eaux du lac d'Ourmiah est de 1,155. A l'époque des plus basses eaux, il renferme donc 155 kg. de sels divers par mètre cube d'eau. A l'époque des hautes eaux le poids spécifique n'est plus que de 1,113. Ces sels sont, pour la plupart, des chlorures, bromures et iodures de sodium et de magnésium, des sulfates de fer, de magnésium et de soude.

La superficie du lac est de 4.000 kilomètres carrés aux basses eaux et de 6.000 aux hautes eaux; son volume minimum est d'environ 12 milliards de mètres cubes. On voit aisément quelle quantité considérable de sels contient ce lac.

La mer de Chahou ne renferme aucun poisson ni aucun mollusque; seuls quelques petits crustacés rougeâtres sautillent dans ces eaux près du rivage. Dans les parties qui sont fréquemment découvertes on rencontre quelques plantes, tandis qu'au dessous du niveau des basses eaux il n'existe pas la moindre trace de végétaux.

Autrefois, alors que les montagnes n'étaient point arides comme elles le sont aujourd'hui, le niveau du lac était beaucoup plus élevé. La fig. 44 montre quelle était approximativement la surface qu'il couvrait. On retrouve encore les falaises où venaient se briser ses vagues.

La plaine des bords du lac est formée d'alluvions très épaisses descendues des montagnes. En été, lorsque toute l'humidité a cessé dans ces plaines, les cultures ne sont plus alimentées que par des eaux amenées du pied de la montagne par des canaux souterrains (fig. 45).

La rareté des eaux dans tout le plateau persan a conduit les habitants à utiliser les moindres ruisseaux dès leur sortie de la montagne. Il en résulte que la plaine serait absolument stérile sans les travaux souter-

rains auxquels se livrent les Persans pour capter les sources (fig. 45).

Les galeries sont étroites, un grand nombre de puits permet de donner de l'air aux ouvriers qui les creusent, et d'extraire les matériaux.

Aux environs de toutes les grandes villes les travaux souterrains sont très nombreux et, parfois, s'étendent sur des distances de plusieurs kilomètres. Les alluvions, ainsi percées en tous sens, se maintiennent pendant plusieurs années ; mais il n'est pas rare de voir le terrain s'écrouler et les maisons être renversées.

Après de Maragha, les alluvions renferment un gisement considérable d'ossements de vertébrés<sup>1</sup>. Je n'y ai pas rencontré de silex taillés.

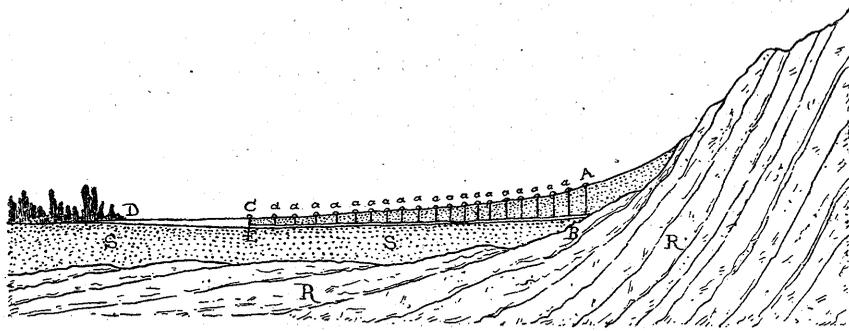


Fig. 45. — Canaux souterrains d'irrigation.

Les deux montagnes principales de l'Azerbeïdjan sont le Sahēnd (alt. env. 4.000 m.) et le Savalan (alt. 4.820 m.) (fig. 46) qui, pendant toute l'année, conservent des neiges à leur sommet. Ces deux pics sont des volcans demi éteints qui, comme le Démāveñd, émettent fréquemment des vapeurs sulfureuses.

Au sommet du Savalan sont d'abondantes mines de soufre sommairement exploitées, depuis les temps les plus reculés, par les indigènes. Des flancs de ces deux montagnes sortent des sources thermales et minérales.

1. Ce gisement appartient à la fin de la période pliocène. Dès 1890 je désirais y pratiquer des fouilles. Ce désir ne put être réalisé qu'au cours de l'été 1904, époque à laquelle j'indiquai les gisements à M. R. de Mecquénem qui les explora pendant plusieurs mois. Des collections considérables résultant de ces travaux viennent de parvenir au Muséum (5 mars 1905).

Les montagnes du Kurdistan de Moukri appartiennent à des formations bien plus anciennes que le Savalan et le Sahend. Au centre du massif on rencontre les granites roses et gris, coupés de filons de roches éruptives. Sur le pourtour de cet îlot granitique affleurent



Fig. 46. — Vue du Savalan prise des montagnes du Tâlyche russe.

d'épaisses couches de marbres blancs, très durs et sans fossiles.

Les montagnes qui forment la frontière entre la Turquie et la Perse (fig. 47) sont également formées de roches éruptives sur lesquelles reposent les couches sédimentaires. Au milieu de ces formations sont, près du col de Kèl-i-chin, quelques filons de minerais cuivreux.

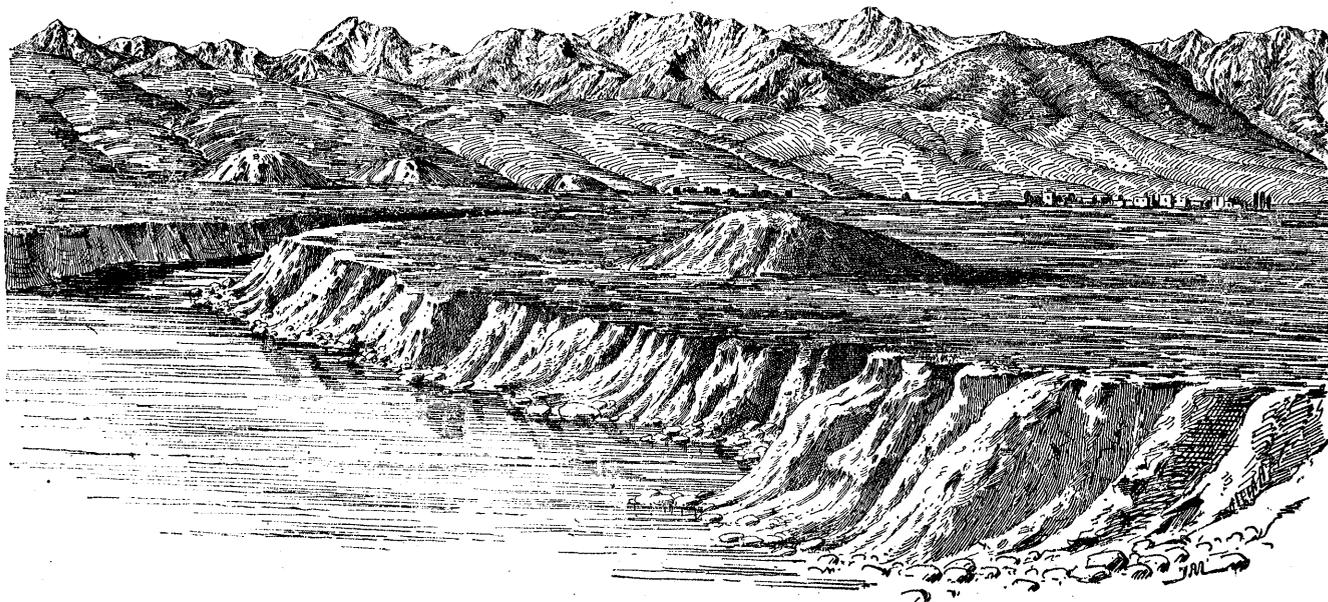


Fig. 47. — Montagnes des environs du col de Kel-i-Chin, vue prise de la vallée du Ghâder tchaï.

Les plus beaux affleurements de marbres sont situés près de la ville de Serdècht, au cœur du Kurdistan de Moukri; mais ils sont inexploités, comme d'ailleurs toutes les pierres en Perse. Les habitants préfèrent construire leurs maisons en briques, le palais du roi lui-même, à Téhéran, n'est pas bâti autrement.

Les marbres de Moukri donnent à la partie du pays où ils se trouvent un aspect très pittoresque; les montagnes y sont très abruptes et les assises déchirées. L'un des pics les plus intéressants de ces formations est Taragha daghi, près du bourg de Serdarâbâd; il est formé par un redressement presque vertical des couches (fig. 48).

Ces mêmes calcaires durs renferment aussi, près du village d'Issâkent, des cavernes fort importantes; je les ai visitées le 1<sup>er</sup> octobre 1890.

Ces cavernes ont deux entrées: l'une, celle du nord, dite Kouna mâlan (le trou où l'on s'use l'échine); l'autre, celle du sud, nommée Kouna Kôwter (le trou des pigeons). En réalité, ces deux cavernes n'en forment qu'une seule, car elles communiquent entre elles (fig. 49 et 50).

L'entrée de Kouna Kôwter est pleine d'eau, mais, en construisant un bateau avec des caisses vides, j'ai pu y pénétrer et m'avancer à quelque distance. Les galeries sont élevées et profondes, mais étroites; elles sont ornées de stalactites très développés. L'insuffisance de mon embarcation m'obligea à ne pas pousser plus avant mon exploration.

Kouna mâlan est plus accessible, bien qu'on doive descendre par une sorte de cheminée fort étroite pour atteindre le sol de la caverne.

Ce couloir s'élargit en pente douce jusqu'à une première galerie remplie d'eau et restée inexplorée.

Sur la gauche on rencontre, entre les stalactites, un passage étroit par lequel, en s'aidant des pieds et des mains, on atteint un corridor où l'on a peine à passer, tant il est peu large.

Pour sortir de ce passage, on doit se laisser glisser dans un puits naturel, fort étroit, aux parois lisses; on pénètre alors dans la grande salle de la caverne.

Cette chambre longue de 130 mètres, large de 60, et haute de 70 environ, est entièrement tapissée de stalactites, alors que le sol est couvert des débris laissés par d'antiques habitants. La moitié environ de la

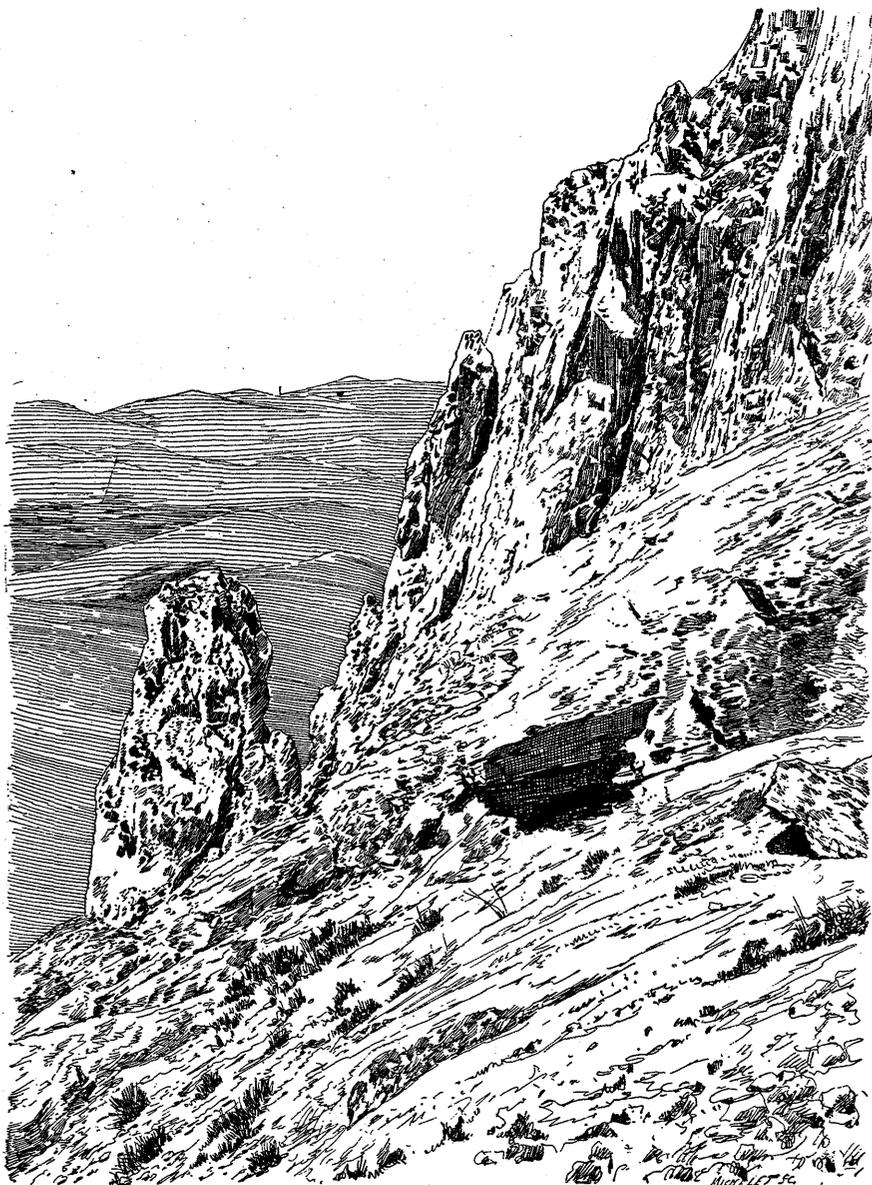


Fig. 48. — Rochers de Taragha daghi.

salle est occupée par un lac qui communique avec les galeries de Kouna Kowter par deux portes étroites.

# CAVERNES D'ISSAKENT

Fig. 49. — Coupe.

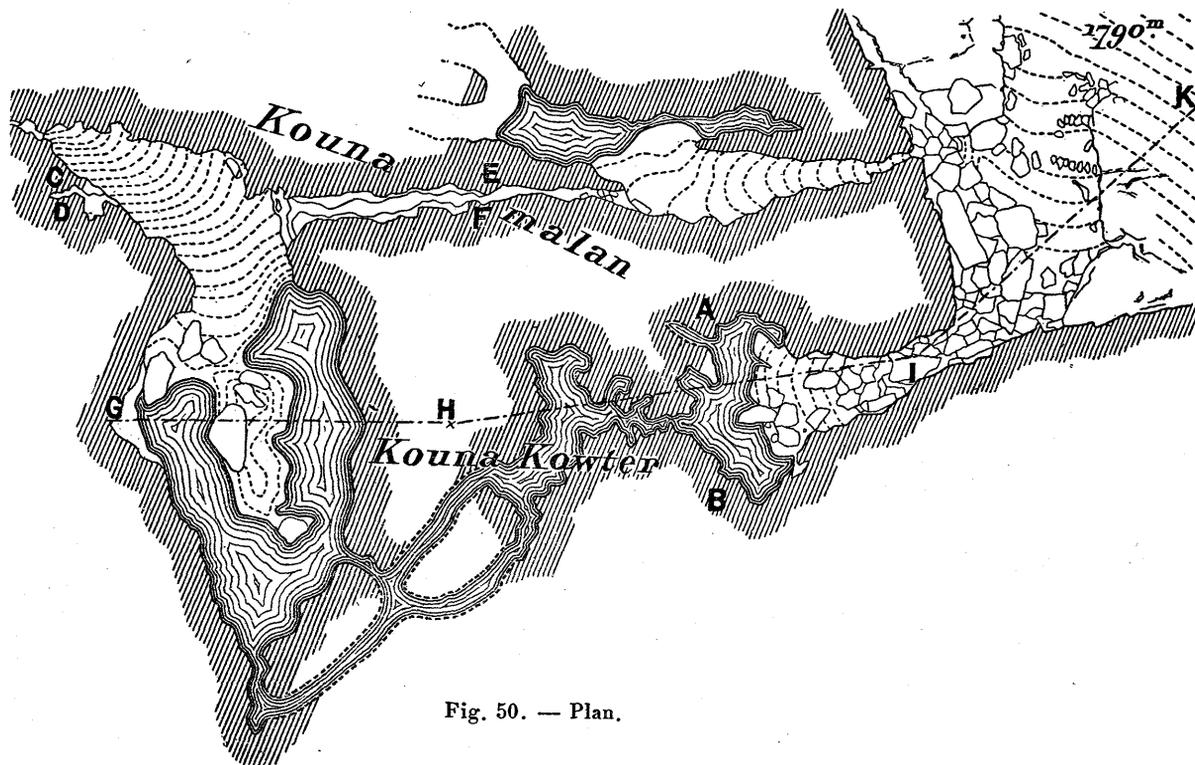
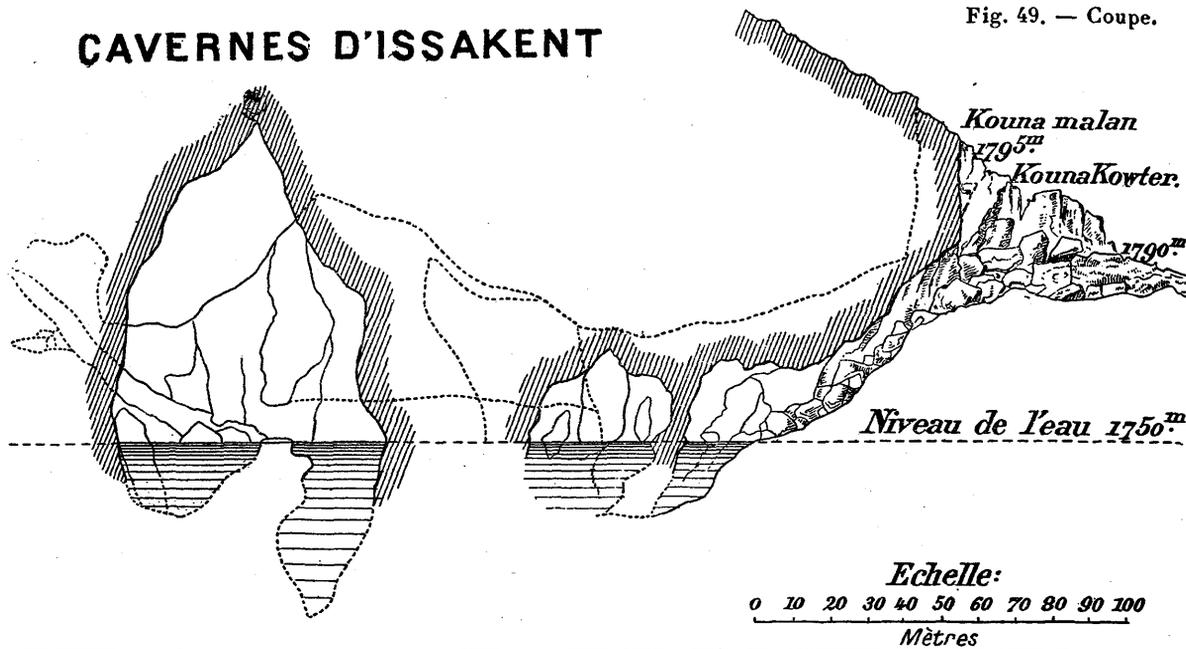


Fig. 50. — Plan.

## PLANCHE VIII

---

A

Vue d'ensemble de Taragha daghi (Kurdistan de Moukri). Affleurements des marbres paléozoïques.

B

Marbres paléozoïques redressés à Taragha daghi.

---

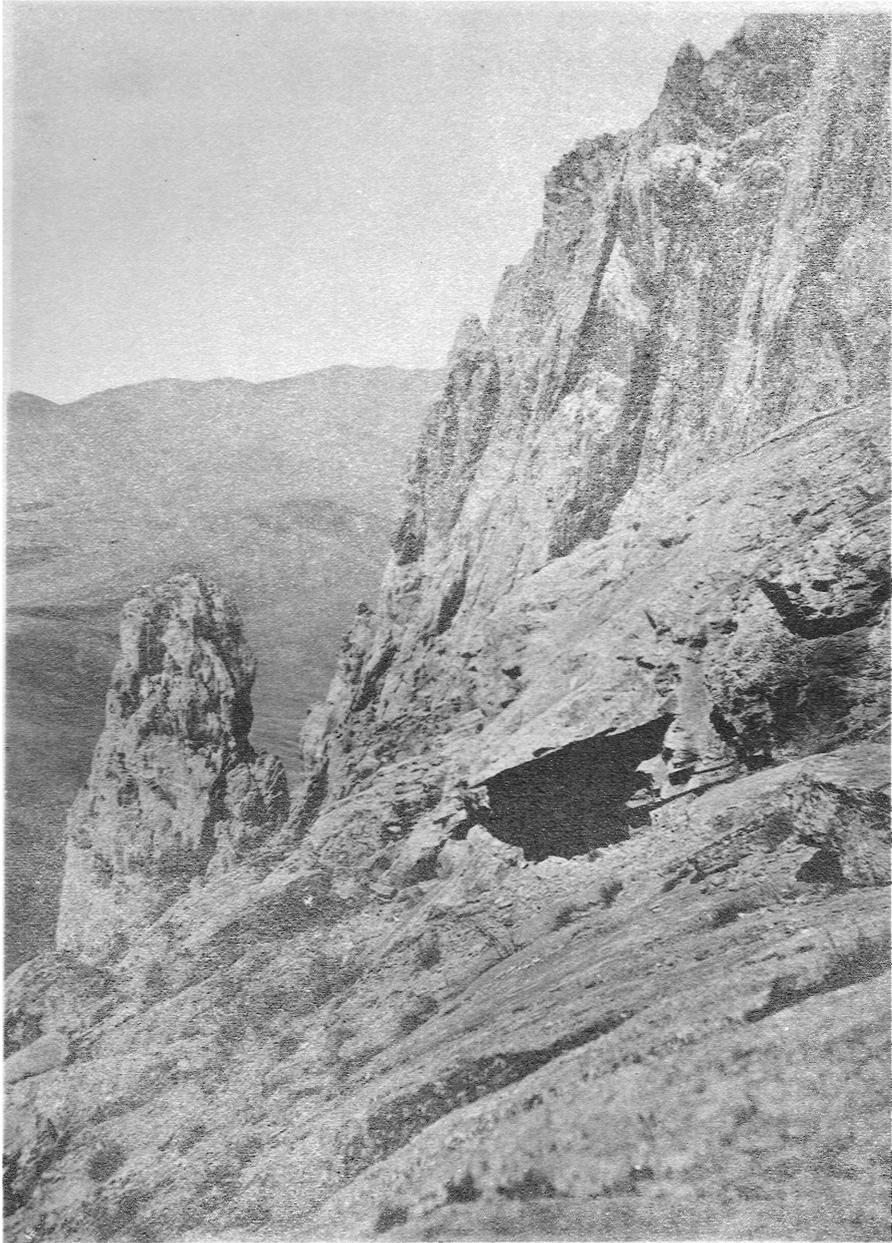


Phototypie Berthand

TARAGA DAGHI

Kurdistan de Moukri. — Vue prise de Serdarâbâd

(Photographie de l'auteur)



TARAGHA DAGHI  
Kurdistan de Moukri.

(Photographie de l'auteur)

Au nord, on voit une pente fort raide d'argiles au haut de laquelle débouche une galerie faite de mains d'hommes et sans issue.

En creusant le sol de cette caverne on rencontre, d'abord, une couche d'un mètre environ de débris d'habitation. Ce sont des fragments de



Fig. 51. — Vue de l'intérieur de la caverne de Kouna Kôwter. (Croquis de l'auteur.)

vases, des ossements d'animaux domestiques et quelques morceaux de fer. Au dessous commencent les argiles, jaunes, très fines et renfermant de grands cristaux d'aragonite.

J'ai marqué en lignes pointillées sur le plan (fig. 50) les parties que je n'ai pu relever, les réduisant au strict nécessaire pour montrer la réunion des deux cavernes. Toutefois je pense que la cavité est beau-

coup plus grande, car, à deux cents mètres au sud des entrées, j'ai rencontré sur le sol une ouverture qui, bien certainement, communique avec les galeries que j'ai été à même de visiter.

Les cavernes de Kouna Mâlan et de Kouna Kôwter jouissent dans le pays d'un grand renom. On m'a conté que, lors des guerres qui au moyen âge dévastaient le Kurdistân, la population alors nomade des environs se cachait pendant des mois entiers dans ces cavernes. Ce récit semble être confirmé par la découverte que j'ai faite d'abondants débris d'habitation remontant à une époque peu reculée.

## VI

### ZOHAB.

C'est pendant l'hiver de 1890-91, que j'ai parcouru toute la région comprise entre le Kurdistân de Moukri et celui de Kirmanchahân; le sol était couvert de neige et, par suite, je n'ai pu faire d'observations géologiques.

Pendant mon séjour à Hamadân, j'ai cependant gravi les pentes de l'Elvend afin d'aller reconnaître et photographier les inscriptions trilingues achéménides du lieu dit le Gendj-nâmeh. Les deux stèles sont gravées dans un granite gris rose qui constitue tout le massif montagneux de l'Elvend.

Sur tout le pourtour de la montagne affleurent les couches sédimentaires, grès argiles et calcaires; mais le froid m'empêcha de les étudier.

La région comprise entre Hamadân et Zohâb, le massif du Zagros, est entièrement montagneuse; elle fait partie de la chaîne bordière de l'Irân du côté de la Chaldée, c'est-à-dire de cette succession de hauteurs et de vallées qui permettent de passer du niveau de Hamadân (alt. 1.870 m.) à celui de Bagdad (alt. 40 m.) en Mésopotamie.

Cette descente de 1.830 mètres se fait graduellement sur une distance de 300 kilomètres environ. Il suffira pour en donner une idée exacte de citer les altitudes principales de la route.

Hamadân . . . . .	1.870 m.
Col de Zagha. . . . .	2.340
Keŋgâver . . . . .	1.560
Sahna . . . . .	1.420
Bisoutoun. . . . .	1.360
Kirmanchahân . . . . .	1.460
Hârounâbâd . . . . .	1.320
Kérind. . . . .	1.610
Tagh-é-Ghirra . . . . .	1.900
Ser-i-poul. . . . .	670
Kasr-é-chirin. . . . .	575
Khanéghin. . . . .	320
Bagdad. . . . .	40

Deux cols principaux sont à franchir entre Hamadân et Bagdad : celui de Zagha, à la limite de partage entre les eaux du plateau persan et celles du golfe Persique, et celui de Tagh-é-Ghirra sur le bord de la Chaldée, au point où commence la plus grande pente, dans le Zagros proprement dit.

C'est à partir de cette route entre Hamadân et Zohâb que commencent les plis réguliers du Louristân; au nord, les montagnes sont encore bouleversées, comme dans tout le Kurdistan septentrional et l'Arménie, tandis qu'au sud les plis deviennent d'une régularité absolue.

Le parallélisme des montagnes loures et de celles de Zohâb est dû au plissement des couches par une pression dirigée du sud-ouest au nord-est; les axes des brisures sont dirigés du nord-ouest au sud-est et se prolongent

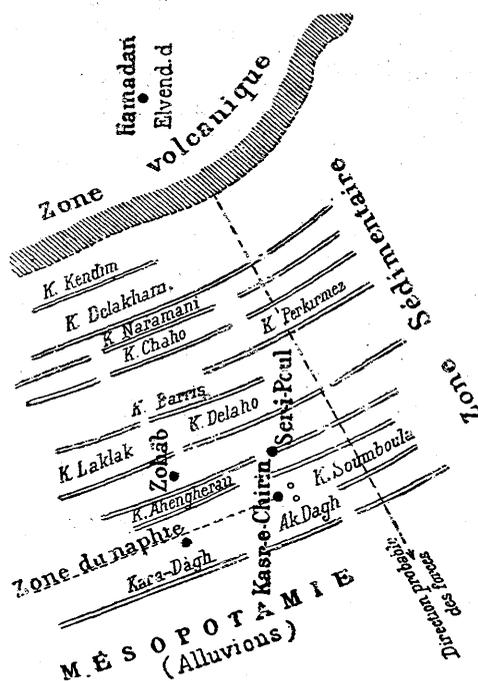


Fig. 52. — Croquis du massif montagneux situé entre Hamadân et la Mésopotamie.

au loin, dans le Louristân, d'une part, et dans le Kurdistan turc, d'autre part.

Le croquis suivant (fig. 52) montre quelle est la position relative des montagnes entre Hamadân et Zohâb, chacun des traits doubles indiquant les montagnes. Parfois les chaînes sont formées (fig. 53), par un pli

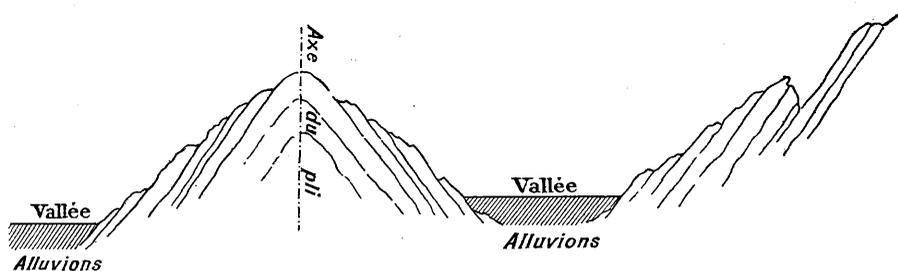


Fig. 53. — Coupe relevée à Zohâb.

complet des couches, parfois elles ne se composent que d'un des côtés du pli (fig. 54), l'axe de la brisure formant la vallée.

Autour de Hamadân, les phénomènes sont assez confus, le voisinage immédiat des éruptions granitiques a jeté un grand trouble dans la stratigraphie du pays. Ce n'est qu'à partir de Bisoutoun que les plis régu-

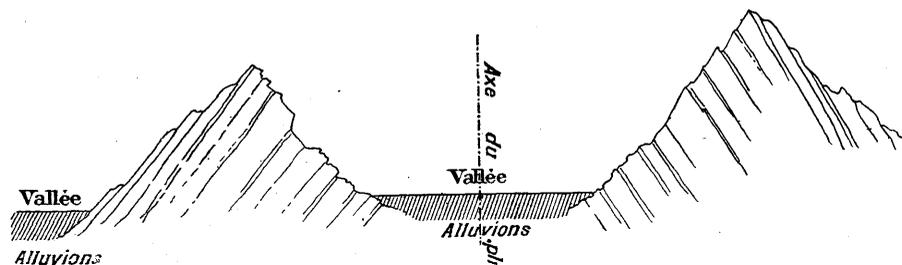


Fig. 54. — Coupe relevée à Zohâb.

liers commencent pour ne plus cesser jusqu'au point où ils disparaissent sous les alluvions de la Mésopotamie.

Le rocher de Bisoutoun, dans Kouh Parrô, est l'un des plus célèbres du pays; c'est là que Darius fit graver la fameuse stèle trilingue où il rendit compte des événements de tout son règne, inscription grâce à laquelle nous connaissons aujourd'hui la langue perse et la langue néo-anzanite

Le rocher est coupé à pic sur une hauteur de plusieurs centaines de mètres; il se compose d'un marbre d'une dureté extrême dans lequel je n'ai pu extraire de fossiles.

A Kirmanchahân, le rocher de Takht-i-Bostân (le trône du Jardin) fait partie du prolongement, vers le nord-ouest, de celui de Bisoutoun: il a joui d'un grand renom à l'époque des souverains sassanides qui, eux aussi, y ont fait graver leur image.

A Takht-é-Ghirra est encore un monument sassanide, mais, cette fois, au lieu d'être creusé dans le rocher, il est bâti en pierres de taille. Il s'élève vers le milieu d'une route que les rois avaient fait construire et creuser à flanc de coteau afin d'établir les communications entre la partie basse de leur empire, la Chaldée, et les hauts plateaux de la Perse (fig. 55). Ce sont là les fameuses portes du Zagros.

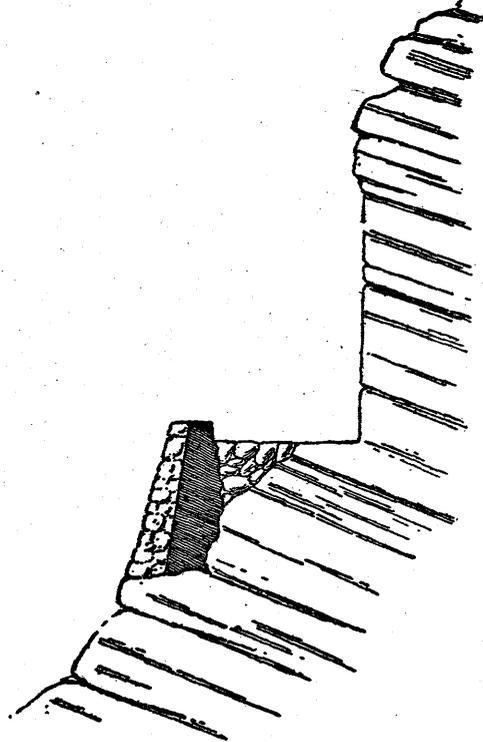


Fig. 55. — Coupe de la route sassanide du Zagros.

Au pied de la descente du Zagros on entre dans de larges vallées d'alluvions bordées à droite et à gauche par des collines très abruptes formées par la crête des plis dont la base disparaît sous les alluvions. La plus curieuse est certainement celle de Ser-i-pouï où les rochers de Kouh Enzal sont presque verticaux (fig. 56).

Les rochers remarquables de cette région ont, de tout temps, appelé l'attention des habitants et des souverains. Kouh Enzal porte plusieurs stèles fort anciennes, dont une due à un roi des Louloubi (peuple de Mésopotamie) du nom d'Anou-Banini, l'un des plus anciens monarques

connus de ces régions. La même montagne renferme les restes du tombeau d'un souverain achéménide dont le nom ne nous a pas été conservé.

L'Ab-i-Holouân, rivière de Ser-i-poul, prend sa source dans les contreforts du Zagros, non loin du village de Ridjâb (alt. 1.280 m.). Rien n'est plus pittoresque que les gorges par lesquelles passe ce cours d'eau. Cou-

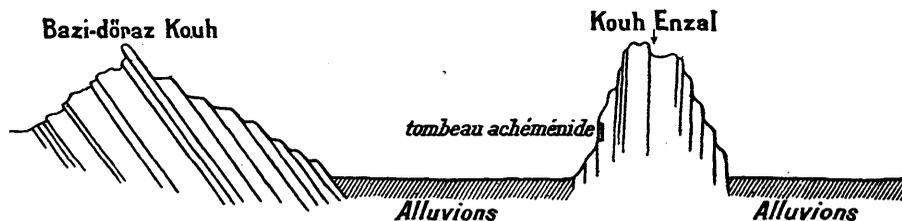


Fig. 56.

rant en nombreuses cascades au milieu des assises verticales de marbres, il franchit une faille au sortir de Ridjâb et vient couler au milieu d'un plissement des couches dans lesquelles il a creusé son lit (fig. 58).

En descendant cette vallée, on entre dans un cañon très profond coupé par la rivière au milieu des couches de marbres, puis des alluvions ; dès lors la vallée s'élargit en s'ouvrant sur la plaine de Ser-i-poul et se raccorde avec elle.

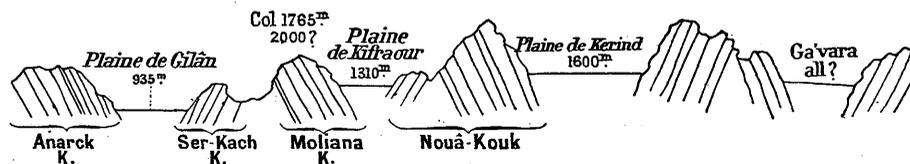


Fig. 57.

En descendant la vallée du Holwân rou, de Ser-i-Poul à Khanéghin, on rencontre, aux environs de Kasr-é-Chirin, d'épaisses formations de gypse parfois entrecoupées de bandes argileuses sans fossiles. Ces assises de sulfate de chaux présentent une épaisseur très considérable ; elles sont très tourmentées et plongent sous les alluvions de la Chaldée.

Leur coupe est extrêmement variable : ce sont des bancs épais de gypse

amorphe blanc de lait, des couches rouges, vertes, grises, variables d'épaisseur et d'étendue. J'attribue à cette formation une puissance d'au moins 500 mètres.

De même que les couches de marbre sont dirigées du nord-ouest au sud-est, de même les gypses suivent cette direction : ils s'étendent en

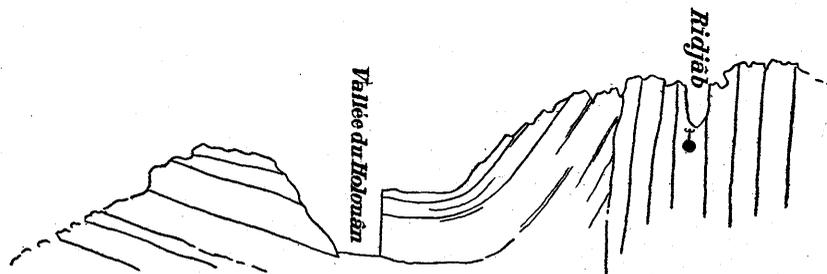


Fig. 58.

longue bande depuis les environs de Kerkouk, en Turquie, jusqu'au sud du Poucht-é-Kouh, au pied des monts Baktyaris et aux rivages du Golfe Persique, sur une longueur de plus de mille kilomètres<sup>1</sup>.

C'est à l'aide de ces plâtres qu'ont été construits tous les palais sassanides de Kasr-é-Chirin, Haouch Kouri et de Ser-i-Poul dont on peut encore admirer les immenses vestiges.

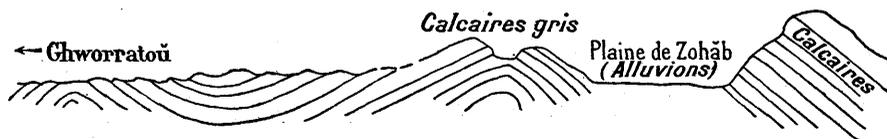


Fig. 59.

Au nord du district de Zohâb les montagnes conservent toujours la même allure ; les marbres de Ridjâb forment les derniers contreforts de Dalahô Kouh (Zagros) et sont redressés avec la même régularité que

1. Ces gypses s'étendent sous les alluvions de toute la Chaldée et de la haute Mésopotamie ; on les retrouve au Sindjar d'une part, au N. W. de Koueït d'autre part. Je les ai traversés (1900) entre Deïr el Zor sur l'Euphrate moyen et Palmyre, où leurs affleurements s'étendent sur cent kilomètres environ.

dans le reste du pays. Mais le point le plus intéressant de tout ce district est situé au nord-ouest du village de Zohâb, au lieu di Kend-é-Chirin, où d'importants gisements de naphte sont sommairement exploités par les indigènes pour leurs besoins.

Ces gites pétrolifères se trouvent au pied de la grande chaîne du Zagros (Nouâ Kouh, Dalahô Kouh, Aheñghérân Kouh, Béghirmé daghi, Qara daghi). Ils sont tous situés sur une ligne qui, comme l'ensemble des brisures du pays, est dirigée du nord-ouest au sud-est, dont l'une des extrémités connues est Kerkouk en Turquie, où il existe des sources bitumineuses et des jets de gaz. L'autre extrémité est située au delà de Kasr-é-Chirin, près de Chah Kouh; là aussi sont encore des sources. Cette zone pétrolifère se prolonge au loin vers le nord et vers le sud, car on en retrouve des traces dans le Pouch-é-Kouch et plus loin, en Susiane, aux environs de Ram-Hormüz, où sont encore des puits indigènes d'où sort en abondance l'huile minérale.

Les bitumes qui sont en relations avec les autres carbures sont fréquents dans cette chaîne. J'en ai constaté la présence, à Gherrâban sur le Gamas-âb, près de Husséinabad, au Poucht-é-Kouh, près de Dêh-Lourân, à l'extrémité méridionale de la même chaîne, à Top-é-Kazâb sur le haut Ab-é-Diz, dans le massif de Kalian Kouh, on me l'a signalée à Kirâb, au N. W. de Dizfoul et au pays des Baktyaris. Toutes les roches du Louristân, du Poucht-é-Kouh et des Baktyaris, antérieures au crétacé supérieur, sont plus ou moins bitumineuses. La zone des roches carburées occupe donc un espace immense depuis le Tigre, près de Mossoul (peut-être même au delà), jusqu'aux rives du Golfe Persique<sup>1</sup>.

Le gisement de Kend-é-Chirin occupe à peu près le milieu entre les deux points extrêmes que nous connaissons. Ce n'est pas dire, toutefois, que, sur toute la longueur de cette bande, la richesse soit la même; il est certain que bien des points de cette ligne ne fourniront jamais d'huiles minérales en quantité utile pour l'industrie. Ce n'est donc que de l'alignement des sources qu'il s'agit ici.

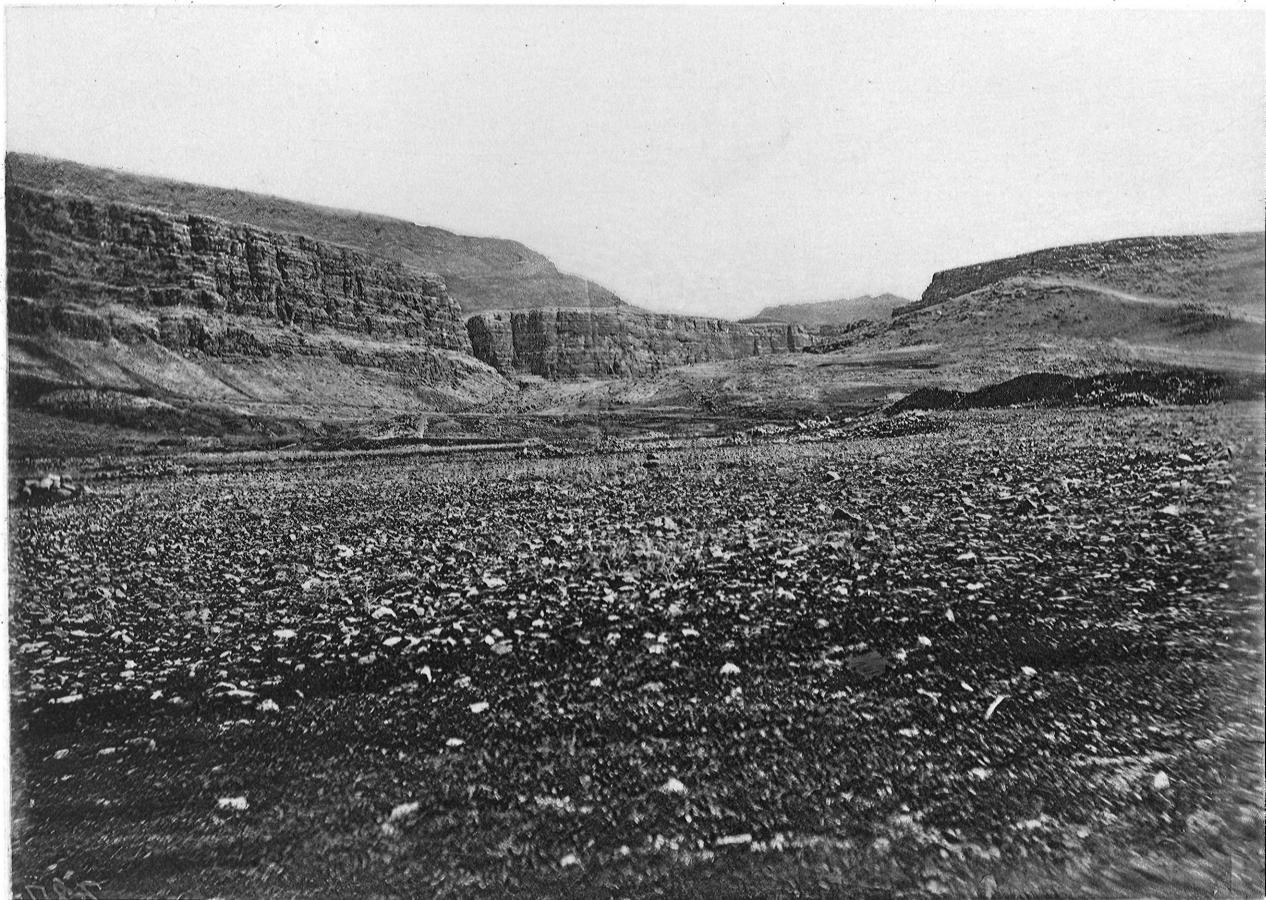
1. Les bitumes de Hitt, sur l'Euphrate, célèbres dans toute l'Asie antérieure, ont été exploités dès la haute antiquité; je les ai visités en 1900. Ils sortent de terre suivant un synclinal parallèle au système général des brisures du Louristân.

## PLANCHE IX



Chaîne du Kurdistan, Vallée du Holwân-Rou près de Qal'a-o-Kèr, creusée dans les alluvions caillouteuses des confins de la Mésopotamie.





Héliog. Dujardin.

Imp. Eudes & Chassepot.

HAUTE VALLEE DU HOLWÂN-ROU, PRÈS DE QAL'A-O-KER

( Photographie de l'Auteur )

## PLANCHE X

Exploitation indigène des sources de naphte de Keñd-é-Chirin (Zohab) aux frontières de la Mésopotamie.



Héliog. Dujardin

Imp. Eudes & Chassepot

PUITS DE NAPHTHE DE KEND-É-CHIRIN

(Photographie de l'Auteur)

L'altitude de Kend-é-Chirin est de 480 m., le gisement est situé au pied de Kouh-i-Aheñghérân près d'une rivière qui, en kurde, porte le nom de Tchâm-i-Tchiasorkh. Sur la même rivière, en aval des gîtes, à 4 kilomètres environ est le petit village qui donne son nom aux gisements. Au sud, à 3 farsaks (18 kilomètres) on trouve le hameau de Kasr-é-Chirin, célèbre par son palais sassanide.

Aux environs de la source, le pays est presque plat; quelques petites collines seulement, sont formées par les affleurements de sédiments tertiaires très friables. Cette plaine est séparée de la Mésopotamie par une chaîne, très basse, de collines gypseuses, l'Aq daghi, اق طاعی (la montagne blanche) située à 25 kilomètres environ de la source et formant la frontière entre la Turquie et la Perse.

Les gisements sont à environ 150 kilomètres de Bagdad, via Khanéghin, et à 170 de Kirmanchahân via Tagh-i-Girra. Mais, alors qu'entre Kend-é-Chirin et Bagdad il existe une pente naturelle de 400 mètres environ, on rencontre, entre les gisements et le col de Tagh-i-Girra, une rampe de 1.420 mètres de hauteur; par suite, si ces gisements viennent à être exploités, c'est vers le sud que seront leurs débouchés.

Nous avons vu que toute la région, jusqu'à la plaine d'alluvions de la Mésopotamie, est formée de plis d'autant moins élevés qu'ils s'éloignent davantage de l'Irân; c'est dans l'un de ces plis, composé de sédiments poreux et friables situés sous les gypses, que se sont concentrées les émanations pétrolifères.

La source se trouve située au point où le Tchâm-é-Tchiasorkh coupe la crête des sédiments soulevés; ce cours d'eau a mis à nu les marnes dans lesquelles s'est formé le lac souterrain de pétrole, alimenté de l'intérieur par les fissures déterminées par la courbure des assises.

Ces couches pendent à droite et à gauche de la crête qui est dirigée O. 12° N. à E. 12° S.; elles sont de moins en moins inclinées au fur et à mesure que l'on s'éloigne de leur ligne de fracture et présentent un pendage oscillant entre 75° et 18° (à 1.500 m. de la source); plus loin (à 4.000 m.) elles deviennent complètement horizontales pour se relever ensuite.

A droite et à gauche du synclinal les sédiments sont les mêmes, mais

les bassins sont très inégaux. L'un, celui du nord, est large d'environ 5.000 mètres et se termine à peu de distance au pied de Kouh-é-Aheñgherân (la montagne du forgeron); l'autre se termine à l'Aq daghi et se perd sous les alluvions; sa largeur est donc de 25 kilomètres environ.

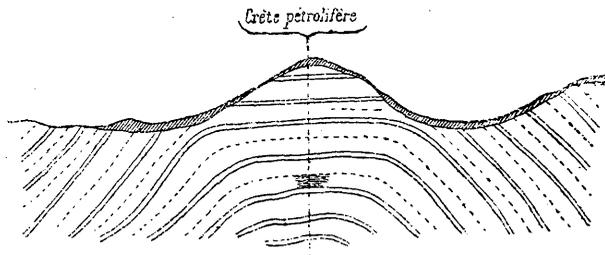


Fig. 60. — Crête pétrolifère.

En dehors de l'échancrure produite dans la crête pétrolifère par le passage du Tchâm-é-Tchiasorkh, la couche marneuse renfermant l'huile minérale n'est pas visible. Elle est recouverte par les couches de formation postérieure qui ont conservé sur toute la longueur de l'axe une

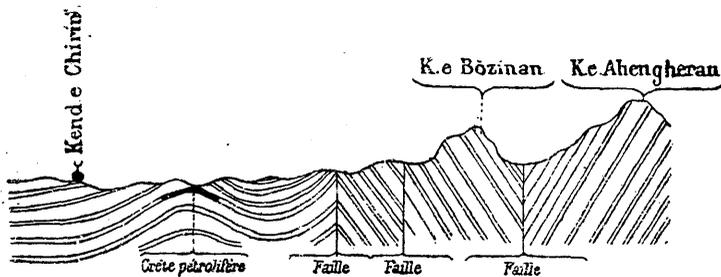


Fig. 61.

position horizontale, et, comme les lits marneux s'infléchissent à droite et à gauche, souvent elles disparaissent sous les alluvions.

Au pied de Kouh-é-Bôzinân, contrefort de Kouh-é-Aheñgherân, est une faille importante qui a rejeté les couches inférieures et met à nu des calcaires numulitiques que je crois appartenir à la base du terrain éocène. Ces couches, bien que placées aujourd'hui à 600 mètres environ au dessus des sédiments de la plaine, leur sont géologiquement inférieures.

L'Aq daghi, je l'ai dit, est composé de gypses qui, par leur blancheur lui donnent son nom; les couches épaisses de Kasr-é-Chirin et de Haouch Kouri doivent donc être considérées comme postérieures aux sédiments d'où sort le pétrole.

Après avoir montré d'une manière générale quelle est la stratigraphie du pays et des gites, il est indispensable que je reprenne en détail la coupe de la partie voisine des sources de naphte.

Comme je l'ai dit, les couches ayant été courbées, les deux côtés de la crête sont symétriques, non pas au point de vue stratigraphique, mais à celui des éléments géologiques qui la composent.

Les sédiments se succèdent dans l'ordre suivant (fig. 62):

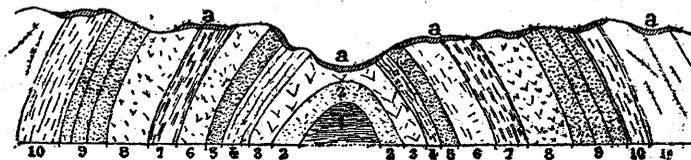


Fig. 62.

*a.* — Alluvions sableuses, composées de débris de Kouh-é-Ahenghérân et de ceux des couches marneuses et sableuses situées entre cette montagne et les sources de naphte.

1. — Marne poreuse, rougeâtre (épaisseur inconnue), traversées par les puits.

2. — Marne grasse, brune, avec veine grises, traversée par les puits (6 m.).

3. — Marnes rougeâtres avec veines d'ozokérite et bandes minces de grès marneux 4<sup>m</sup>,50.

4. — Grès marneux grisâtre et rougeâtre en bancs de 1 m. d'épaisseur environ (4<sup>m</sup>,50).

5. — Grès gris, fins et friables (1<sup>m</sup>,80).

6. — Marnes sableuses fines, rouges et grises (5 m.).

7. — Grès marneux feuilletés, rougeâtres, avec bancs plus durs grisâtres et brunâtres (9 m.).

8. — Marnes versicolores (12 à 15 m.).

9. — Grès marneux brunâtre très friable (8 à 16 m.).
10. — Grès verdâtre dur en bancs de 0<sup>m</sup>,40 à 1<sup>m</sup>,80 (7<sup>m</sup>,50).
11. — Marnes versicolores avec filets de gypse (28 m.).

Suivent ensuite des bancs de grès et des couches marneuses qui alternent jusqu'au village de Kend-é-Chirin et dont la puissance élémentaire est variable. Ces lits sont recouverts par les gypses de l'Aq daghi.

La puissance totale des couches qui recouvrent à Kend-é-Chirin les marnes n° 1 est certainement supérieure à 2.500 m, si j'en juge par les affleurements des divers bancs de grès; mais, dans le bassin du nord, l'épaisseur est bien moindre, les sédiments ayant la même inclinaison et le bassin étant beaucoup moins large.

Toutes ces formations sont dépourvues de fossiles, ou du moins je n'en ai pas rencontré; il est donc très difficile de préciser leur époque. Je les crois postéocènes, c'est tout ce que je puis affirmer actuellement. Toutes présentent une salure élevée.

J'ai dit que dans la couche marneuse n° 3 sont des filets d'ozokérite. Ces veines sont rares et très peu épaisses, leur puissance varie entre 2 ou 3 mm. et 1<sup>cm</sup>,5 à 2 cm.; elles ont été produites par les infiltrations d'huile minérale dans les fissures des marnes. Ce fait, commun dans tous les gisements de pétrole, ne présente pas ici plus d'importance que dans les autres localité où le naphte se rencontre.

Nous avons vu qu'à droite et à gauche de la crête d'où jaillit le naphte sont deux bassins d'inégale étendue et que c'est au point où cette crête a été coupée par la rivière que l'huile minérale est apparue. Il reste à chercher quelle est la position qu'occupent, par rapport aux sources, les canaux qui les alimentent.

Une première hypothèse consisterait à admettre que les sources extérieures sont placées juste au dessus des canaux intérieurs et que le naphte jaillit directement.

Cette théorie n'aurait rien d'acceptable; car, les couches poreuses se trouvant inclinées à droite et à gauche, le naphte, qui doit exister sous pression dans l'intérieur du sol et tendre constamment à s'élever vers le sommet des voûtes anticlinales, pourrait alors venir se concentrer

dans les puits peu profonds creusés sur cette crête par les indigènes. Or, il est un fait reconnu des exploitants d'aujourd'hui : c'est que plus on attend pour vider les puits plus on trouve de naphte : l'huile au lieu de s'écouler vers l'intérieur, cherche donc une issue à l'extérieur.

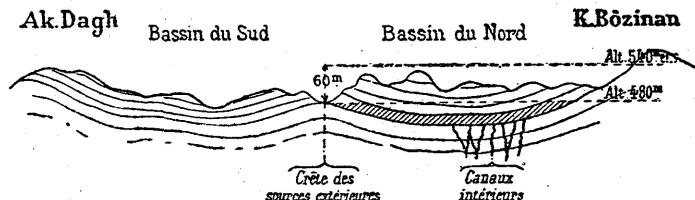


Fig. 63. — Coupe théorique en supposant le bassin pétrolifère au nord de la crête.

Je suis plutôt d'avis que les canaux doivent déboucher dans l'un des deux bassins situés au nord et au sud de la crête, où les couches poreuses étant saturées, il s'est formé un lac dont la source actuelle indique le bord. En effet, d'une façon générale, lorsqu'on remonte aux fractures profondes elles-mêmes, les fractures synclinales paraissent devoir être plus productives que les fractures anticlinales.

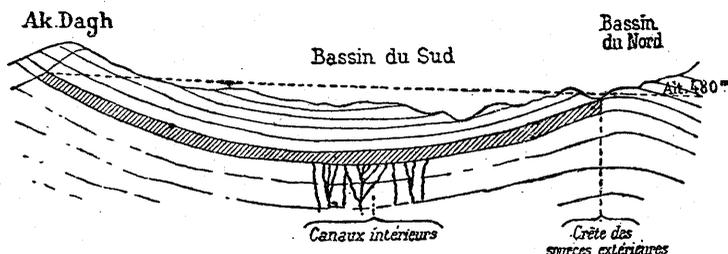


Fig. 64. — Coupe théorique en supposant le bassin pétrolifère au sud de la crête.

Il est impossible de dire, dans l'état actuel des choses, si le lac de pétrole se trouve au nord ou au sud de la crête. Seuls de nombreux sondages seraient aptes à renseigner à ce sujet. Quoiqu'il en soit, il est certain que la nappe existe et qu'elle est très étendue<sup>1</sup>.

Si nous avons des renseignements précis sur la richesse du gisement pris par le travers, les renseignements me manquent, faute de sondages,

1. J'apprends qu'une société anglaise en opérant des sondages vient de rencontrer le naphte en abondance (1905).

sur la manière dont il se comporte suivant sa longueur. Mais je ferai observer qu'un gîte faisant partie d'un système aussi vaste que celui qui s'étend de Kerkouk au Poucht-é-Kouh sur une longueur de plus de 300 km.

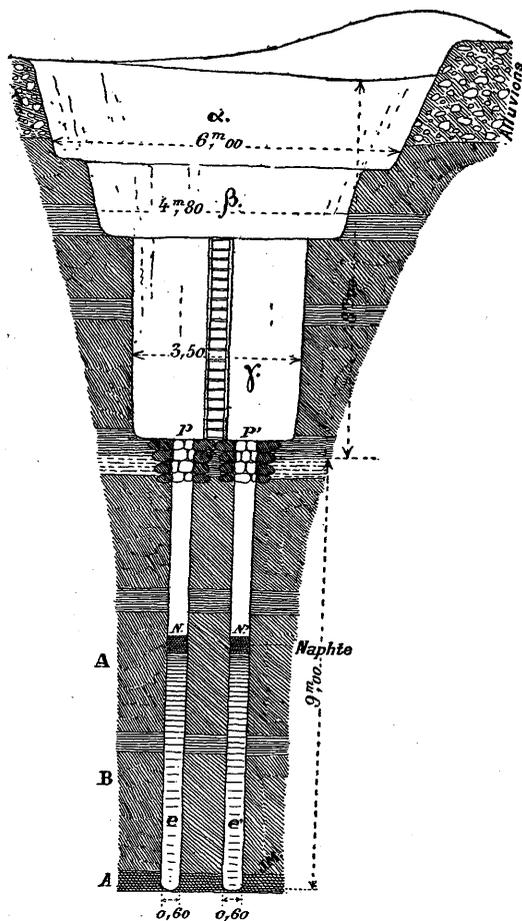


Fig. 65.

L'eau salée (B, fig. 65) et le naphte (A) se réunissent dans ces deux puits qui sont vidés tous les quatre ou cinq jours. Chaque opération donne environ 250 litres d'huile brute et une grande quantité d'eau salée. La vidange des puits se fait au moyen d'une corde et d'un mauvais seau; le naphte est mis à part, dans une cavité préparée pour le recevoir, l'eau salée est versée dans des bassins d'évaporation. Dix à

au moins, ne semble pas pouvoir être sans importance.

La méthode d'extraction, telle qu'elle se pratique de nos jours, remonte, dans cette localité, aux temps les plus reculés : on en peut juger par les nombreux restes de puits qu'on voit encore. Les indigènes ont conservé en ce lieu l'usage d'une exploitation fort ancienne, ainsi que le prouve l'existence, près des gisements, d'une nécropole antique dont je n'ai pu préciser la date, mais qui remonte à la haute antiquité.

Les Kurdes ont creusé une fosse (fig. 65) de 6 m. d'ouverture, de 8 m. de profondeur et de 3<sup>m</sup>,50 de largeur au fond; une échelle permet d'y descendre. Ils ont ensuite pratiqué deux petits puits de 9 m. environ de profondeur.

douze hommes sont occupés à ce travail pénible ; ils gagnent chacun 0 fr. 60 par jour.

Le sel, résultant de l'évaporation des eaux, est vendu dans le pays à raison de 10 à 12 centimes le kilogramme ; il est très mauvais et conserve une forte odeur de pétrole.

L'huile brute est transportée à Kasr-é-Chirin, à dos de mulet ; elle vaut dans cette localité 7 fr. 50 à 8 fr. les 60 litres, soit 0 fr. 125 à 0 fr. 133 le litre. Elle est grossièrement épurée et prend alors une valeur double. Cette huile brute est très fluide, verte, elle possède une forte odeur.

Je n'ai pas besoin d'ajouter que les puits creusés par les Kurdes ne font qu'effleurer le gîte et sont loin d'atteindre les couches imperméables sur lesquelles repose la nappe.

#### LOURISTAN ET POUCHT-É-KOUH

On a vu plus haut qu'à partir du Zagros et de Zohâb, en marchant vers le sud, on rencontre un système de montagnes parallèles fort régulier ; les plis présentent une courbure très accentuée dont la convexité est tournée vers le sud-ouest. Aux environs de Zohâb ils sont dirigés du nord-ouest au sud-est, tandis que vers Bender-é-Bouchir ils marchent d'ouest en est. C'est cette partie du pays qui formait, dans la haute antiquité le royaume d'Elam et qui, de nos jours, porte les noms de Louristân, de Poucht-é-Kouh, d'Arabistân ou Khouzistân et de monts des Baktyaris.

Le Poucht-é-Kouh est séparé du Louristân proprement dit par une importante vallée, celle de l'ancien fleuve oukni célèbre dans les annales de la Susiane. Ce cours d'eau porte aujourd'hui trois noms : il est appelé Gamas-âb dans son haut cours, Seïn-Merré dans son cours moyen et Kerkha lorsqu'il coule dans la plaine alluviale de Suse. La Kerkha ne se jette pas directement à la mer : elle se perd dans les marais situés sur la rive gauche du Tigre, au sud-est de Bagdad, près de Hawizèh.

Le massif montagneux situé entre la rive droite du Seïn-Merrè et la plaine de Chaldée est le Poucht-é-Kouh ou montagne extérieure (dos de la montagne). Son arête principale est le Kébir Kouh (la grande montagne),

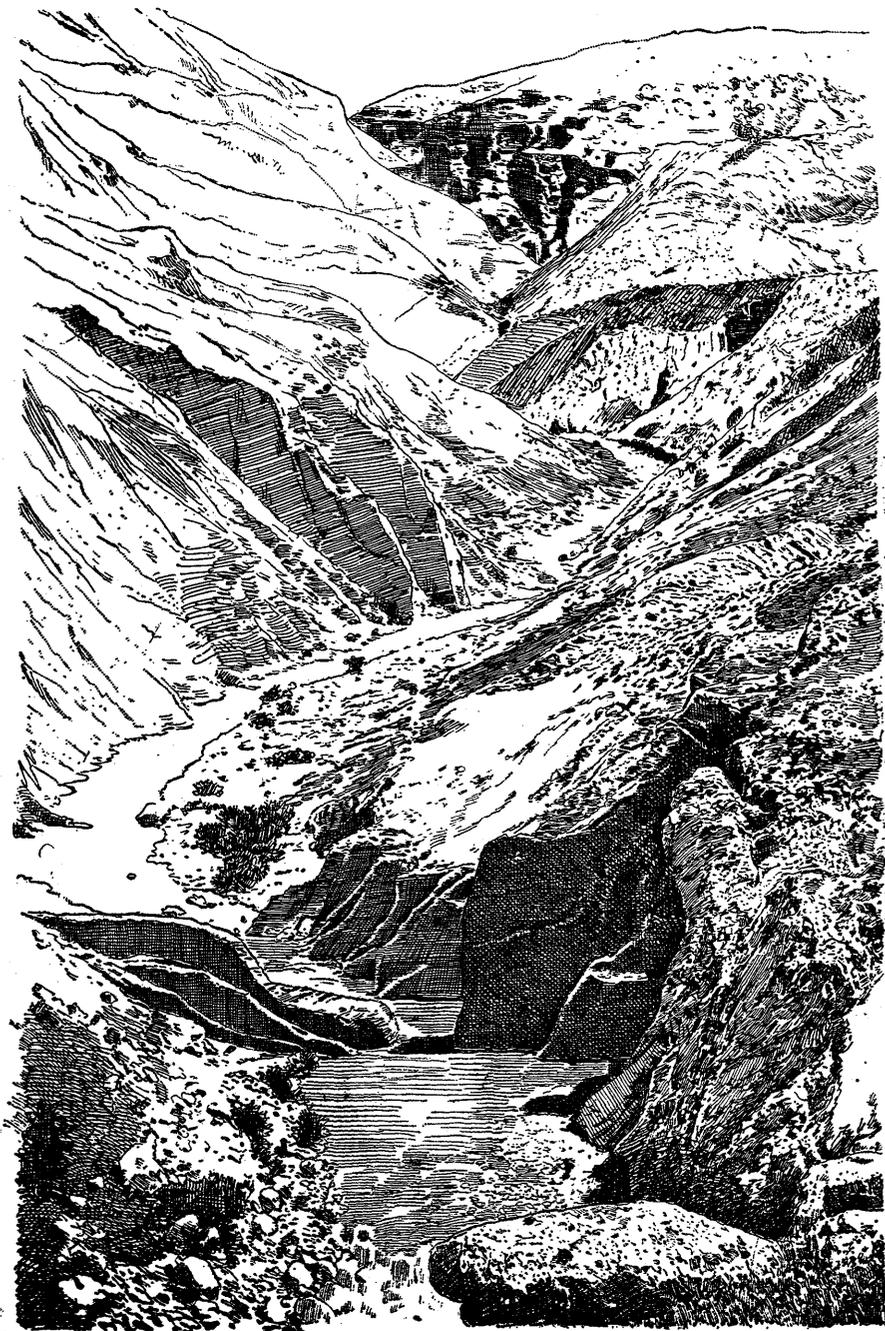


Fig. 66. — Teñg-è-Vij-Darvèn (d'après une photographie de l'auteur).

PLANCHE XI

---

Pouht-é-Kouh. Terrains crétacés supérieurs (Sénonien)

---



Hélios Dujardin.

Imp. Evdes & Chassepôt.

## LE POUCHT É KOUH

VUE D'ENSEMBLE PRISE DU COL DE MOLLAH CHAWÂN.

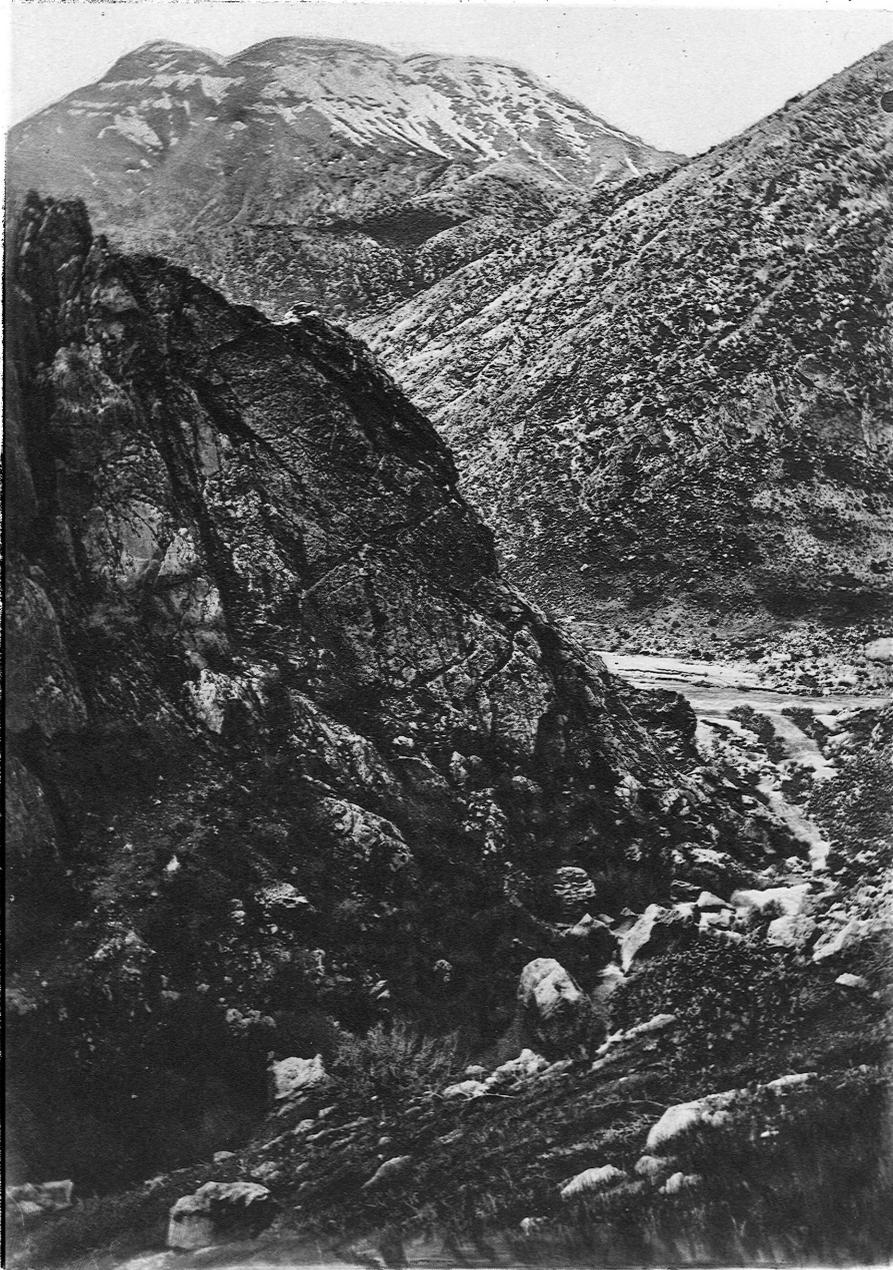
( Photographie de l'Auteur. )

## PLANCHE XII

---

Louristan Défilés de Gerrâbâd coupés par le Gamas-âb dans les roches secondaires et tertiaires.

---



Héliog. Dujardin.

Imp. Eudes & Chassepot.

GORGES DU GAMAS-ÂB EN AVAL DE GERRÂBÂD

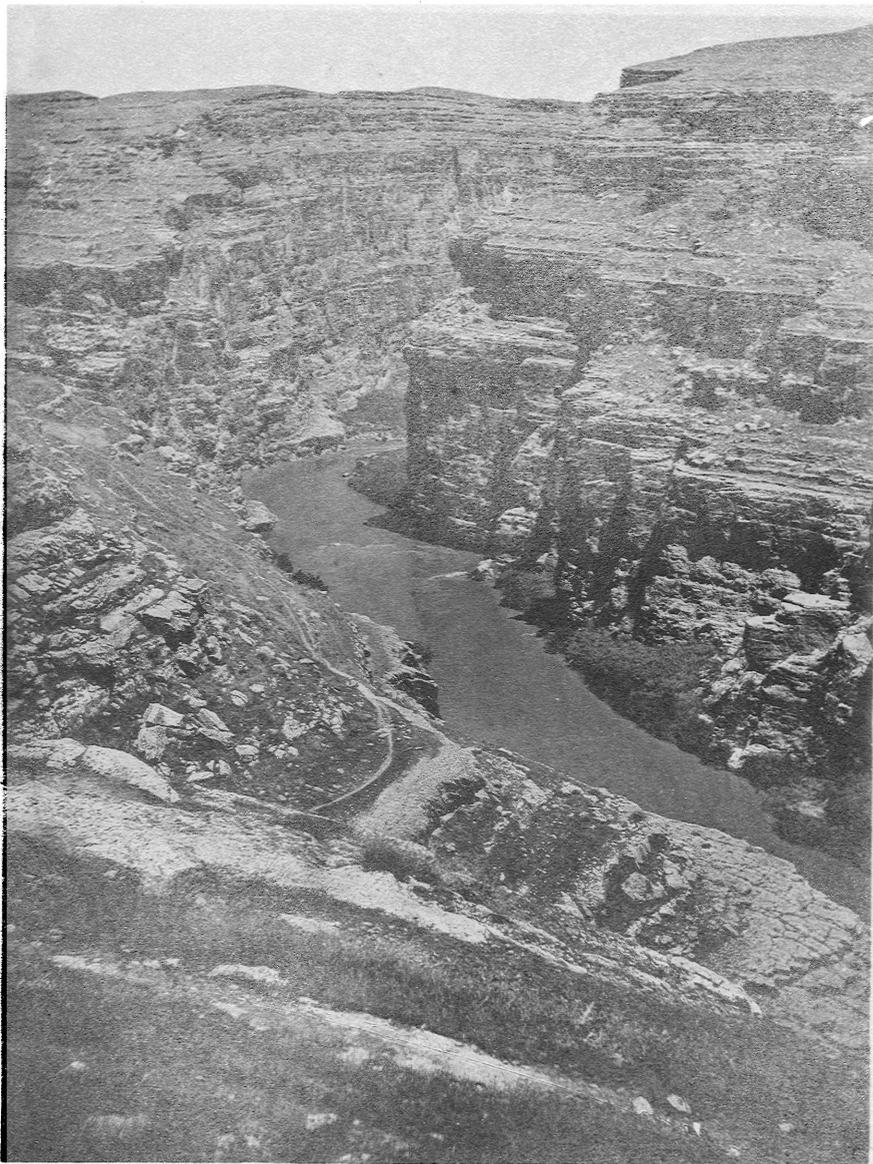
( Photographie de l'Auteur )

## PLANCHE XIII

---

Défilé creusé par le Sein-Mèrrè à Teñg-é-Lil-é-Baïa (entre le Poucht-é-Kouh et le Louristan) dans les couches du Crétacé inférieur (Aptien, Albien, Cénomanién).

---



TENG-E-LIL-E BAÏA

Louristan.

(Phot. de l'auteur).

haute muraille d'une grande régularité et dont les principaux sommets atteignent 2.800 mètres d'altitude.



Fig. 67. — Teñg-é-Bagh-o-Bahar, cours du Sein-Merrè  
(d'après une photographie de l'auteur).

Entre le Kébir Kouh et la Chaldée sont des plis parallèles, moins importants que la chaîne maîtresse, et dont la hauteur diminue graduel-

lement jusqu'à disparaître sous les épaisses alluvions de la Mésopotamie.



Fig. 68. — Poul-é-Teñg, cours du Seïn-Merrè  
(d'après une photographie de l'auteur).

Quelques cours d'eau sans importance, issus du Kébir Kouh, traversent normalement ces vallées en creusant, dans les divers plis, des

défilés profonds. Ils atteignent la plaine et s'y perdent tous avant d'être parvenus jusqu'au Tigre. Le plus curieux de ces teñgs (défilés) est sans contredit celui de Vij-Darven (fig. 66) que la rivière Aftáb a découpé dans la montagne des Figuiers (Eñdjir Kouh), l'un des plis les plus importants du Poucht-é-Kouh après Kebir Kouh.

Le Gamas-áb, qui prend sa source près de Nehávend, sur le plateau persan, contourne le massif du Louristân pour venir y pénétrer en aval

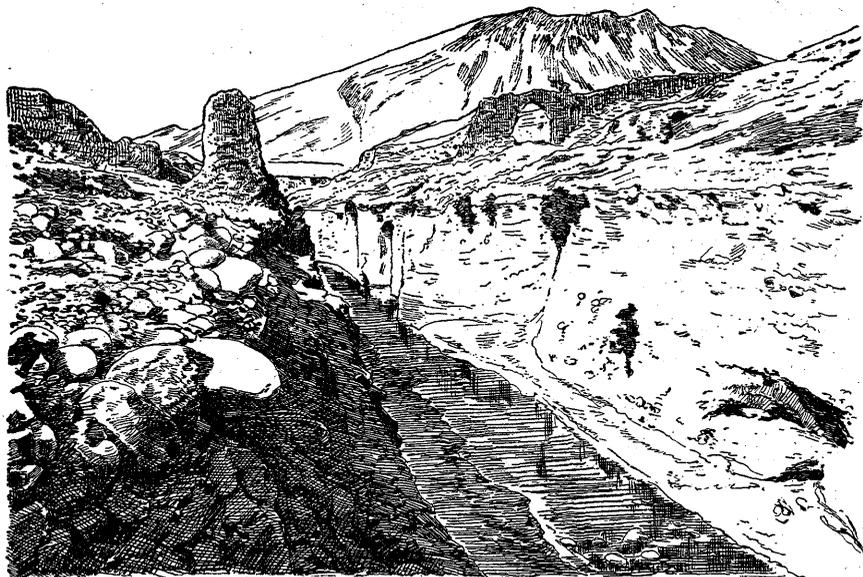


Fig. 69. — Coupe des alluvions par la rivière Balad en haute Susiane (d'après une photographie de l'auteur).

de Bisoutoun, près du village de Gerrábâd. Là, il coupe dans des gorges profondes, Sefid Kouh (la montagne blanche) et dès lors prend le nom de Seïn-Merrè qu'il ne quitte plus jusqu'à son entrée en Susiane.

Le Seïn-Merrè, sur la moitié de son cours, jusqu'à Chirvan, traverse presque normalement tous les plis du Louristân; il en résulte une série de défilés plus ou moins difficiles à franchir séparant les districts formés par les diverses vallées situées entre les plis.

A partir de Chirvan jusqu'à Qal'a-i-Réza, le Seïn-Merrè coule parallèlement au Kébir Kouh et, par suite, à la direction générale des montagnes; cependant, par places, il a dû couper d'importants obstacles. Je

citerai Teñg-é Lil-é-Baïa, Teñg-é-Bagh-o-Bahar (fig. 67), et enfin Poul-é-Teñg (fig. 68) où le fleuve resserré disparaît pour ainsi dire dans la profondeur des gorges.

La Kerkha, comme je l'ai dit, coule dans la plaine pour aller se perdre dans les marais; elle traverse ces vastes terrains horizontaux créés par elle-même, par l'Ab-é-Diz et par le Karoun et qui, physiquement, font plutôt partie de la Mésopotamie que de la Perse. Près des montagnes les alluvions sont caillouteuses et fort épaisses; les rivières les recourent en ravins profonds pour aller rejoindre la plaine (fig. 69).

Le vaste delta, formé par les rivières loures et par le Chatt-el-Arab s'avance graduellement dans le Golfe Persique, comblant ainsi peu à peu la dépression située entre deux plis parallèles, celui du Louristân et celui de l'Arabie.

Des deux côtes de la mer d'Oman les montagnes sont semblables, tant au point de vue stratigraphique qu'à celui des couches qui affleurent, le Golfe Persique n'est donc qu'une dépression située entre deux plis du même système, dépression plus vaste que celles que nous rencontrons dans le Louristân, mais de même nature.

Avant que l'Euphrate, le Tigre, la Kerkha, l'Ab-é-Diz et le Kâroun aient formé de leurs alluvions les plaines de Chaldée et de Susiane, le Golfe Persique s'avancait beaucoup plus loin vers le nord et, au xx<sup>e</sup> siècle avant notre ère, le Chatt-el-Arab n'existait pas encore. On ne voit, d'ailleurs, dans toute la partie du delta qui l'avoisine aucune ruine de ville antique. Les inscriptions assyriennes, au contraire, semblent indiquer que les marais situés entre la Susiane et la Chaldée étaient bien plus importants qu'ils ne le sont aujourd'hui et le site de la ville chaldéenne de Souripak, jadis placée près du littoral sur la rive droite de l'Euphrate, est aujourd'hui à 110 kilomètres de Basra qui, elle-même, est éloignée de l'embouchure du Chatt-el-Arab de 100 kilomètres<sup>1</sup>.

Les montagnes du Louristân forment le passage entre les plaines basses de la Mésopotamie et de l'Elam et les plus hauts plateaux de

<sup>1</sup>. Voir à ce sujet une étude très détaillée que j'ai moi-même publiée dans *Mém. Délég. en Perse du Ministère de l'Instr. Publ.*, t. I, *Rech. Archéol.*, 1900.

l'Iran. La chaîne la plus élevée est celle qui borde le plateau : elle atteint parfois 5.000 m. de hauteur et s'élève comme une muraille entre les pays civilisés de la Perse et le domaine des sauvages tribus loures.

Le plateau est généralement formé d'alluvions très épaisses dans lesquelles, au voisinage des montagnes, les rivières ont creusé de véri-

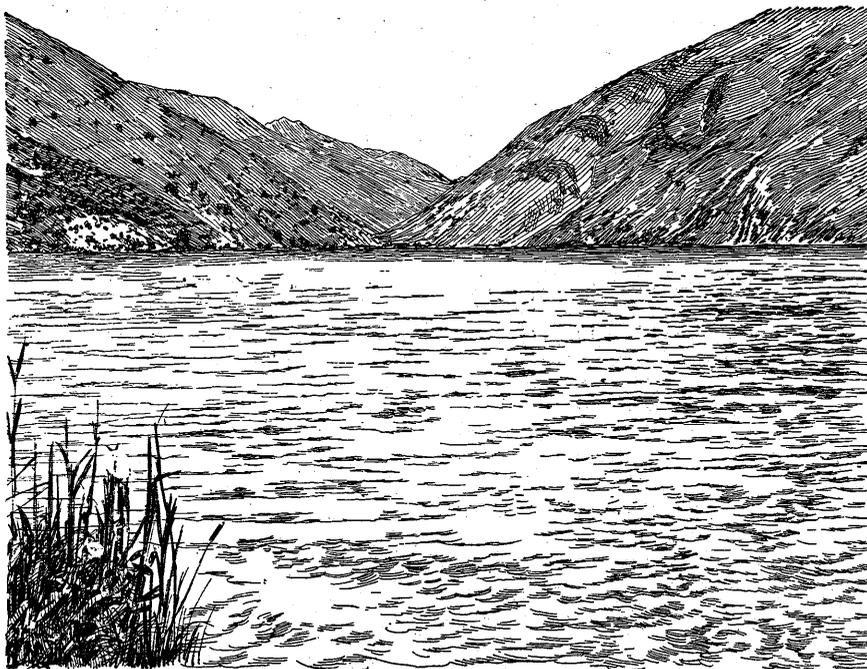


Fig. 70. — Vue du lac Gahar (d'après une photographie de l'auteur).

tables cañons pour aller rejoindre les cours d'eau plus importants qui franchissent les plis du Louristân et descendent en Susiane.

La chaîne maîtresse du Louristân, celle qui limite le plateau, offre un grand nombre de pics importants : Kirou Kouh, Kaliân Kouh, Ochtorân Kouh, Dariov Kouh, Pouna Kouh, Kouh-Gherrou, Kouh tchèhèl Nabalighân etc. faisant presque tous partie du même pli. Ces montagnes marquent le début de la série d'arêtes parallèles qui, allant en diminuant de hauteur, relie le plateau persan à la Mésopotamie.

Du sommet d'Ochtörân Kouh, on peut juger parfaitement de l'ensemble des montagnes loures; les plis s'étendent jusqu'à l'horizon,

diminuant graduellement de hauteur et laissant entre eux des vallées profondes où quelques lacs se sont formés (fig. 70 et 71).

Lorsqu'on pénètre dans l'intérieur du massif montagneux, on reconnaît tout d'abord que les plis sont d'une surprenante régularité dans leur direction : tous sont parallèles. Seule leur intensité est variable ; parfois les arêtes sont continues sur une grande distance (fig. 72), parfois



Fig. 71. — Lac Sir-Za (Louristân)  
(d'après une photographie de l'auteur).

aussi elles sont brisées et forment une série de pics d'inégale hauteur (fig. 73).

Lorsqu'une crête est composée d'un pli complet dont la convexité est extérieure, il donne lieu à une chaîne très régulière. Quand, au contraire, la montagne se compose d'un pli dont la concavité est extérieure ou d'un seul côté du pli, son sommet est toujours fort irrégulier et déchiré.

C'est dans la partie du pays voisine de la vallée du Sein-Mèrrè que les montagnes présentent le plus de régularité ; elles sont abruptes, dépourvues de toute végétation et se composent, en général, d'un pli complet des couches.

Je n'insisterai pas plus longuement sur la description physique des montagnes du Louristân et du Poucht-é-Kouh, on trouvera dans le tome II de mes « Études géographiques » un exposé très détaillé de la nature de ces pays; mais il était essentiel de rappeler, en quelques pages, les principaux traits de ce curieux pays, afin que le lecteur puisse se rendre mieux compte des détails que je fournirai dans mes coupes géologiques.

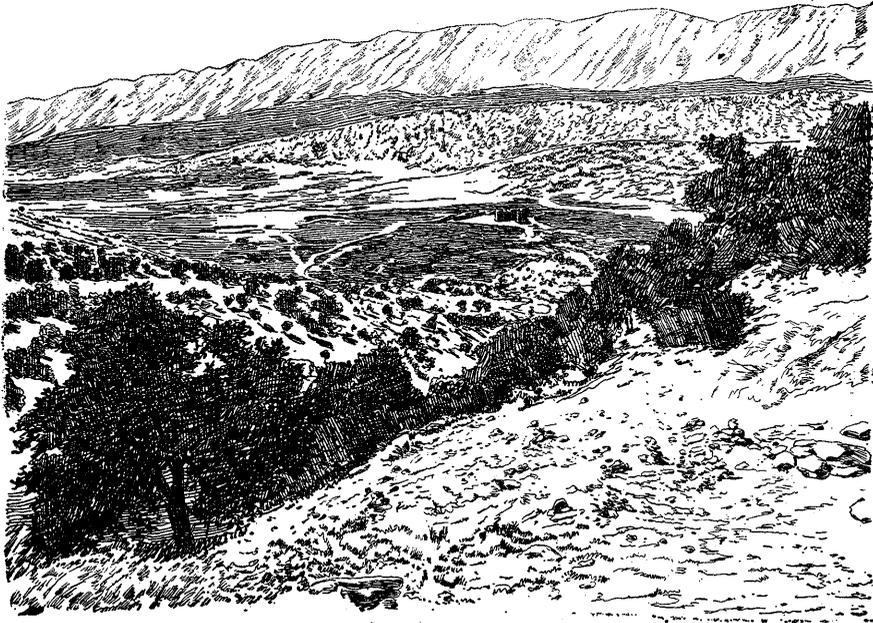


Fig. 72. — Khargouchân Kouh (d'après une photographie de l'auteur).

Mon séjour au Louristân et au Poucht-é-Kouh a été de deux mois et demi<sup>1</sup>. Pendant une course aussi rapide, il ne m'était guère possible de faire une étude complète du pays; cependant j'ai relevé, avec le plus grand soin, les coupes géologiques de la route que je parcourais; j'ai recueilli un grand nombre d'échantillons et j'ai même dressé le croquis de la carte géologique, simple note de voyage où sont condensés tous les

1. Séjour au Poucht-é-Kouh du 5 mai au 23 mai 1891; au Louristân du 22 avril au 5 mai, du 23 mai au 4 juin et du 27 juillet au 30 août 1891.

renseignements que j'ai pu me procurer et qui, dans mon esprit, est loin de représenter un document exact. Je reproduis ce croquis, pensant qu'un document, même incomplet, sur des pays inconnus, ne peut être qu'utile à la science.

Je suivrai, dans ce travail, l'ordre suivant lequel les documents ont été recueillis, me contentant, comme je l'ai déjà fait pour les régions déjà

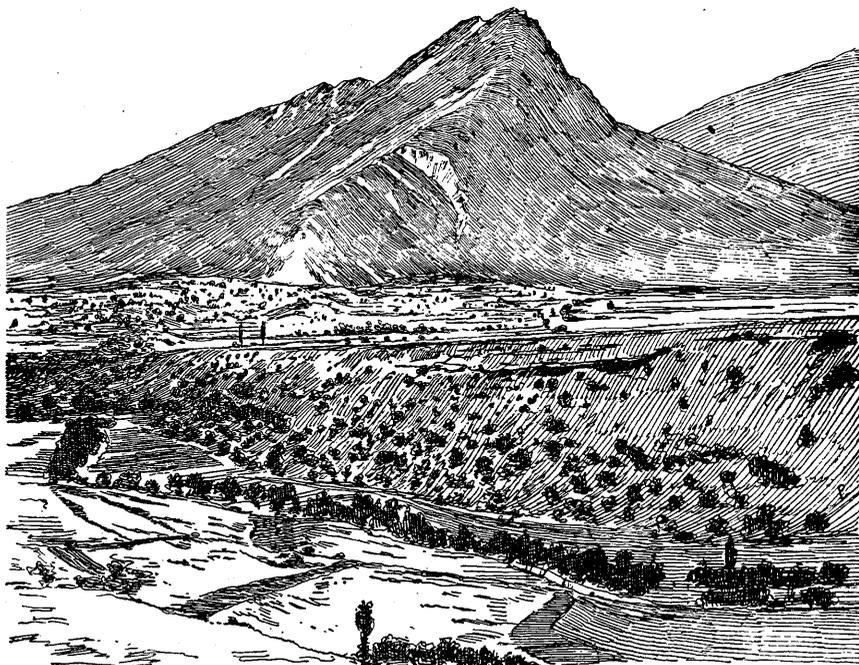


Fig. 73. — Contreforts de Kaliân Kouh (d'après une photographie de l'auteur).

décrites, de donner mes observations sans chercher à en déduire les faits généraux.

Je débiterai en donnant la coupe entre Sewân Kouh et Eñdjir Kouh (Poucht-é-Kouh), section passant par le district d'Aftâb (fig. 74).

Sewân Kouh fait partie de la grande arête de Kébir Kouh, non pas qu'elle soit exactement placée sur le prolongement de la crête principale, mais parce que ce pli cessant est remplacé par un autre situé parallèlement et à quelque distance au nord-est.

Cette montagne est formée de couches de marbre gris très dur et

## PLANCHE XIV

---

Louristan. Teñg-é-Bádouch. Vallée creusée par la rivière Bádouch dans les alluvions caillouteuses du plateau, au pied septentrional du massif de Kalian Kouh.

---



Héliog. Dujardin.

Imp. Eudes & Chassepot.

TENG-É-BADOUCH  
( Photographie de l'Auteur )

PLANCHE XV

Louristan. Massif montagneux d'Ochtörân Kouh (terrains paléozoïques).



Héhog, Dujardin.

Imp. Eudes & Chassepot.

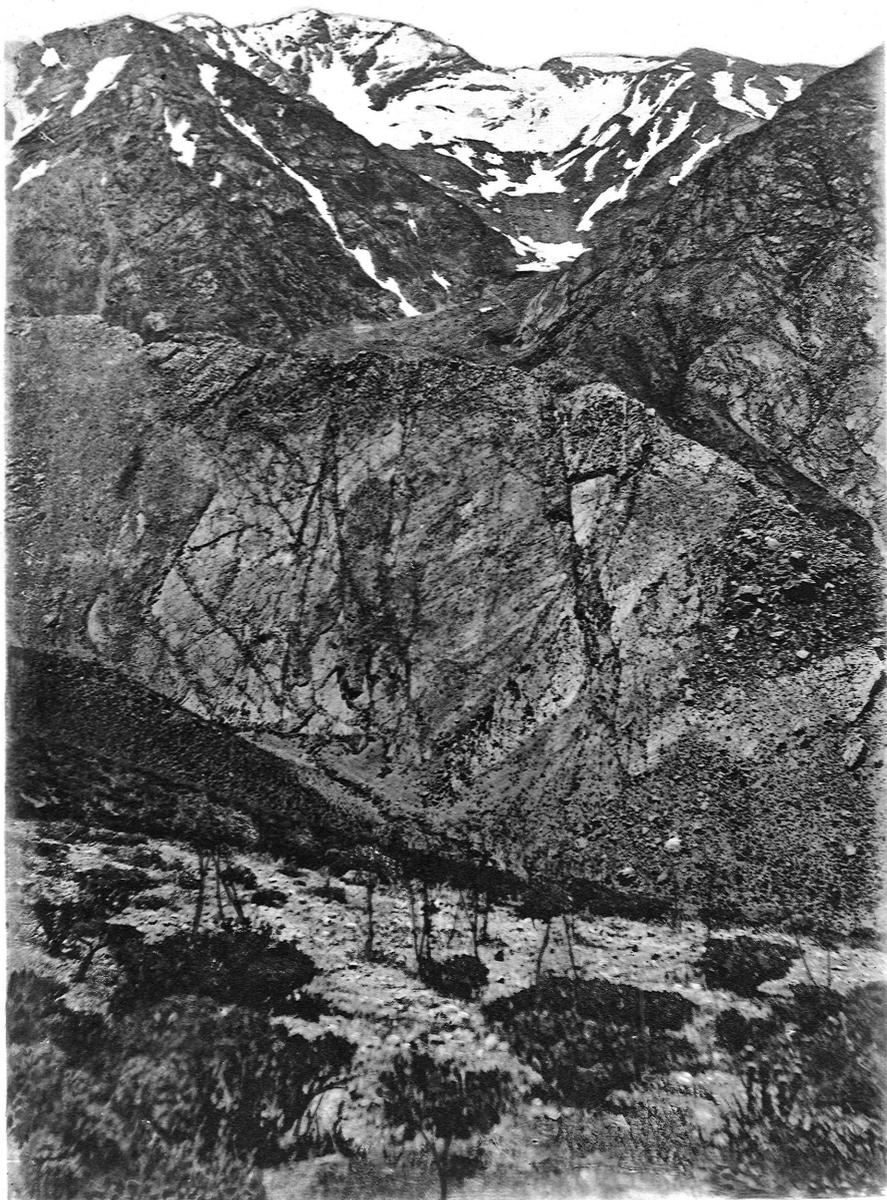
ÖCHTÖRÂN KOUH, VUE PRISE DE LA PLAINE D'ALIÂBÂD  
( Photographie de l'Auteur. )

PLANCHE XVI

---

Louristan. Ochtöran Kouh (terrains paléozoïques).

---



Hélioſ Dujardin.

Imp. Eudes & Chassepot

ÖCHTÖRÂN KOUH  
VUE PRISE DU NORD  
( Photographie de l'Auteur.)

## PLANCHE XVII

---

Louristan. Au premier plan sommet principal d'Ochtörân Kouh, au second plan Kirou Kouh (terrains paléozoïques).

---



Héliog. Dujardin.

Imp. Eudes & Chassepot

KIROÛ KOUH ET SOMMET PRINCIPAL D'ÖCHTÖRÂN KOUH  
( Photographie de l'Auteur. )

dans lequel je n'ai pas rencontré de fossiles. Inclinées au nord-est, dans la partie qui fait face à la vallée du Seïn Mèrrè, les assises sont courbées au sommet de la montagne et plongent vers le sud-ouest dans la descente vers la Mésopotamie.

La rivière Aftâb, qui a donné son nom au district, descend de Sewân Kouh; elle coupe son lit au travers des couches de Kaüer Kouh qui, formée comme Sewân Kouh d'un pli complet, laisse à droite et à gauche des cuvettes dans lesquelles affleurent les couches superposées aux marbres de Sewân Kouh.

En *a* sont des couches marneuses verdâtres ne renfermant que des fragments d'*Alectryonia Zeilleri* (Bayle) du Sénonien.



Fig. 74.

En *c* affleurent des marnes grisâtres feuilletées et sans fossiles.

En *e* se rencontrent des couches de calcaire marneux jaunâtre, très friables et fort riches en fossiles (moules de lamellibranches et de gastropodes. Brachiopodes, échinides abondants (dont *Iraniaster*).

En *d* sont des calcaires marneux blancs, très fins et dans lesquels je n'ai pas rencontré de fossiles.

Endjir Kouh est un pli semblable aux deux précédents; toutefois les couches ont été brisées au sommet en A et laissent voir les lits inférieurs.

Cette montagne fournit, sur son versant septentrional, une coupe (fig. 74) fort intéressante d'assises très fossilifères appartenant au Sénonien.

I. Craie blanche, feuilletée, très dure et sans fossiles.

II. 1<sup>m</sup>,80. Craie marneuse grise, sans fossiles.

III. 15 m. Marne bleue feuilletée avec petits lits de calcaire crayeux bleuâtre sans fossiles.

IV. 3 m. Banc de rognons de calcaire jaune pris dans une pâte marneuse jaunâtre, sans fossiles.

V. 4 m. Marnes brunes sans fossiles.

VI. 0<sup>m</sup>,25. Calcaire jaune, très fin, sans fossiles.

VII. 8 m. Marnes brunes, friables, avec baguettes d'oursins et *Lopha dichotoma* (Bayle) dans sa partie supérieure et des fragments de cidarides à la base.

VIII. 0<sup>m</sup>,30. Banc de rognons calcaires à la base, sans fossiles.

0<sup>m</sup>,80. Marnes jaunâtres très friables sans fossiles.

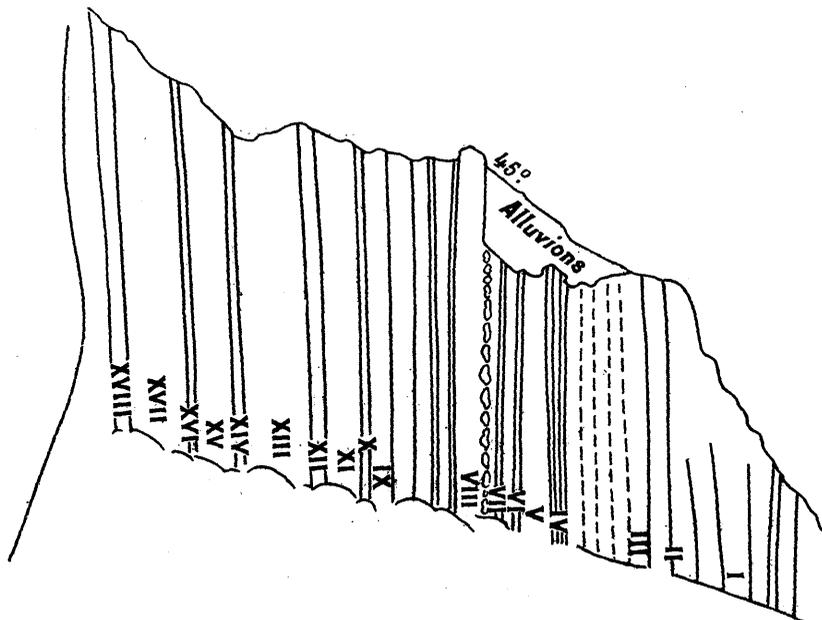


Fig. 75.

5 m. Calcaire marneux friable, très fossilifère avec *Mytilus solutus* (Dujardin), *Chalmasia persica* (Douvillé), *Spondylus subserratus* (Douvillé), *Lopha cristatula* (Douvillé), *Pycnodonta Vesicularis* (Lamk.), *Lopha dichotoma* (Bayle), *Neithea Subgranulata* (Münster), *Plicatula hirsuta* (Coquand), *Holaster*, *Iraniaster*, *Hemiaster*, *Parapygus*, *Cidaris*, *Salenia*, etc...

IX. 2<sup>m</sup>,50. Marnes jaunâtres avec nombreux brachiopodes (*Terebratula Brossardi* (Thomas et Peron), *T. Toucasi* (d'Orb.), *Rhynchonella Peroni* (Douvillé) et quelques moules de gastropodes.

X. 1 m. Calcaire avec brachiopodes (mêmes sp. que dans IX).

XI. 3<sup>m</sup>,50. Marnes jaunâtres renfermant en grande quantité *Lopha dichotoma* (Bayle). Ce fossile s'y rencontre en un banc compact épais, de 0<sup>m</sup>,60; il est accompagnée de nombreux moules de gastropodes et de lamellibranches et des échinides qui se retrouvent dans les autres couches.

XII. 1<sup>m</sup>,20. Calcaire marneux très fossilifère. Nombreuses *Alectryonia Zeilleri* (Bayle)? nombreux moules de gastropodes et lamellibranches, quelques échinides.

XIII. 4<sup>m</sup>,50. Marnes à échinides très abondants, *Hemiaster*, *Irania*, *Irania*,

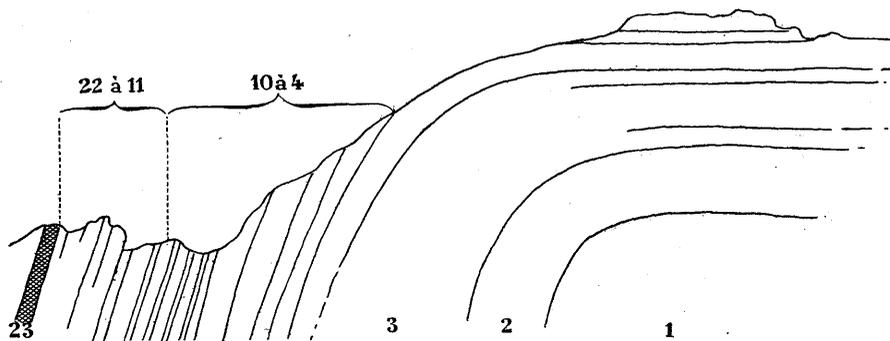


Fig. 76.

*Parapygus* etc..., quelques moules de gastropodes et de lamellibranches.

XIV. 1<sup>m</sup>,40. Calcaire compact marneux. Quelques échinides, *Plicatula hirsuta* (Coquand), moules divers.

XV. 3 m. Marnes à échinides. *Coptodiscus Noemiæ* (Cotteau et Gauthier), *Salenia cossia* (Cott. et Gauth.), *Cidaris* et quelques moules.

XVI. 0<sup>m</sup>,80. Calcaire marneux, banc entièrement composé de *Lopha dichotoma* (Bayle), quelques moules et quelques échinides du banc XV.

XVII. 8 m. Marnes avec brachiopodes et échinides. Mêmes échinides qu'au banc XIII et en plus *Pygurostoma Morgani* (Cott. et Gauth.), *Terebratula Brossardi* (Thomas et Peron), *T. Toucasi* (d'Orb.), *Rhynchonella Peroni* (Douvillé), quelques moules de très gros lamellibranches, *Arca*, *Cardium*, *Cardita*.

1 m. XVIII. Calcaires avec céphalopodes. *Sphenodiscus acutodorsatus* (Noetling) du Sénonien, qui renferme également des moules de gastropodes et de lamellibranches, quelques échinides dont *Echinoconus Douvillei* (Cotteau et Gauthier).

Ces couches reposent sur des marnes brunes dans lesquelles je n'ai pas rencontré de fossiles. Les bancs inférieurs ne sont pas visibles en cet endroit, recouverts qu'ils sont par des éboulis et des terres végétales.

Eñdjir Kouh, dont je viens de décrire les terrains fossilifères, est l'une des montagnes les plus importantes du Poucht-é-Kouh; la rivière Af-tâb la traverse en un point dit Teng-é-vij-Darvèn, défilé profond de

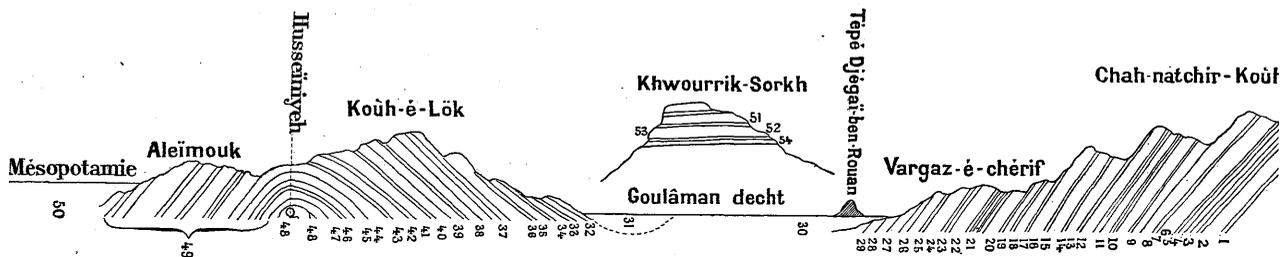


Fig. 77.

plusieurs centaines de mètres, taillé à pic et où il est impossible de pénétrer; plus au nord, dans un autre ravin très profond, également impénétrable. j'ai vu la coupe suivante (fig. 76) :

1. Calcaires marbres gris.
2. Calcaires jaunâtres en bancs épais séparés par des marnes.
3. Calcaires marbres noirâtres et grisâtres.
- 4 a 10. Alternances de grès, de marnes et d'argiles.
- 11 à 22. Bancs de calcaires crayeux blanchâtres et de marnes bleues.
23. Marnes avec fragments de fossiles indéterminables.

Les couches du crétacé inférieur se retrouvent à coup sûr dans ces gorges (Pl. XX); quant à celles du crétacé supérieur elles affleurent aussi plus loin vers le sud, au lieu dit Bour-é-Tchâm-é-Lan, où campait le Vahlé lors de mon arrivée dans le pays (Pl. XXI).

La coupe suivante (fig. 77) entre Eñdjir Kouh et la Mésopotamie, par Dècht-i-Goulaman et Husseiniyeh, montre toute la série des terrains superposés au Sénonien.

Lorsque, partant du sommet d'Eñdjir Kouh, on s'avance vers les plaines de Chaldée, en suivant le cours de l'Aftâb-rou, on rencontre au fond de Teng-é-vij Darvèn :

1. Des calcaires marbres gris (appartenant probablement au crétacé inférieur), qui occupent le fond du défilé et que je n'ai pu distinguer que de loin à la lorgnette.

2. Des calcaires marbres jaune clair qui semblent être fossilifères.

3. Des calcaires marbres noirs avec polypiers, dont je n'ai pu juger que par les galets qui se trouvaient dans le lit de la rivière.

4. Des grès glauconieux renfermant des débris de plantes, des taches de charbon et de minces couches de lignite.

5. Des sables bruns et verts, alternant avec des couches minces de grès friable et de calcaire.

Puis viennent les terrains que j'ai pu voir en place et qui se succèdent dans l'ordre suivant :

6. Craie marneuse très dure sans fossiles.

7. Calcaires blancs, très durs, fendillés en losanges, constituant une muraille que je ne pus franchir.

8. Bande d'argiles grises et de marnes blanchâtres très feuilletées, sans fossiles.

9. Argiles divisées en bancs alternants, rouges, verts et bruns.

10. Marnes vertes en lits minces alternant avec des couches peu épaisses de calcaires marneux.

11. Craie marneuse avec rognons de silex qui ont fourni une partie des matières employées, aux temps préhistoriques, dans les stations de la pierre de Tépé Goulaman sur le bord de l'Aftâb-rou.

12. Tufs résultant d'une source ferrugineuse et sulfureuse, 40 mètres de puissance.

13. Calcaire crayeux gris avec bandes marneuses, env. 70 mètres de puissance.

14. Marnes bleues et argiles interstratifiées de minces bandes de calcaire, env. 100 mètres d'épaisseur.

15. Marnes grises feuilletées, 12 à 15 mètres.

16. Calcaires massifs, durs, jaunes clair en bancs de 2 à 3 mètres, puissance, 20 mètres.

17. Marne grossière jaunâtre, 10 à 12 mètres.

18. Calcaire grossier très dur avec débris d'*Ostrea*, env. 15 mètres (peut-être tertiaire inférieur).

19. Marnes grises interstratifiées de lits calcaires minces, env. 6 à 10 mètres.

20. Marnes verdâtres, 4 à 5 mètres.

21. Marnes rouges foncées avec veines vertes, 2 à 3 mètres.

22. Alternances de lits minces de calcaire avec marnes vertes et rouges, 6 mètres.

23. Épais bancs de gypse.

Tels sont les bancs que l'on rencontre sur le versant du sud ouest d'Eñdjir Kouh; ils font suite à ceux dont j'ai décrit la coupe en parlant du versant du nord-est de la même montagne.

Chah natchèr kouh fait partie du massif d'Eñdjir Kouh. En partant de Chah natchèr pour descendre la vallée de l'Aftâb-rou nous rencontrons la coupe suivante qui faite suite à la précédente (fig. 77).

1. Marnes jaunes feuilletées, sans fossiles.

2. Calcaires jaune clair.

3. Marnes.

4. Marnes blanchâtres.

5. Calcaires bruns.

6. Marnes argileuses grises.

7. Calcaires jaunes compacts.

8. Calcaires.

9. Argiles grises très fines.

10. Marnes.

11. Calcaires.

12. Calcaires.

13. Marnes blanchâtres.

14. Calcaires gris.

15. Marnes argileuses.

16. Gypses blancs.

17. Marnes gypseuses.
18. Gypses.
19. Marnes brunes gypseuses.
20. Gypse en plusieurs bancs.
21. Gypse en plusieurs bancs.
22. Marnes rougeâtres.
23. Grès marneux bruns.
24. Grès marneux gris avec lits de calcaires rouges.
25. Marnes brunes et noires.
26. Marnes rouges.
27. Calcaires marneux.
28. Marnes verdâtres.
29. Calcaires.
30. Alluvions fines ou caillouteuses.
31. Alluvions fines ou caillouteuses.
32. Marnes avec lits de calcaires brun foncé.
33. Marnes rouges.
34. Grès.
35. Grès.
36. Marnes brunâtres.
37. Gypse.
38. Marnes avec lits de gypse.
39. Masse compacte de gypse.
40. Marnes.
41. Lits de gypse.
42. Lits de gypse.
43. Marne rouge vif.
44. Gypse.
45. Marne brune.
46. Lits de gypse et marnes rouges.
47. Bancs gypseux très épais.
48. Masse compacte de gypse.
49. Partie de la coupe que je n'ai pu voir que de loin à la lorgnette, composée de lits épais de gypse et d'alternances de marnes et de grès

versicolores, banc épais de marnes ou d'argiles noires d'où la montagne voisine, Siah Kouh, tire son nom.

Toutes ces couches appartiennent sans aucun doute au tertiaire.

### 50 Alluvions de la Mésopotamie.

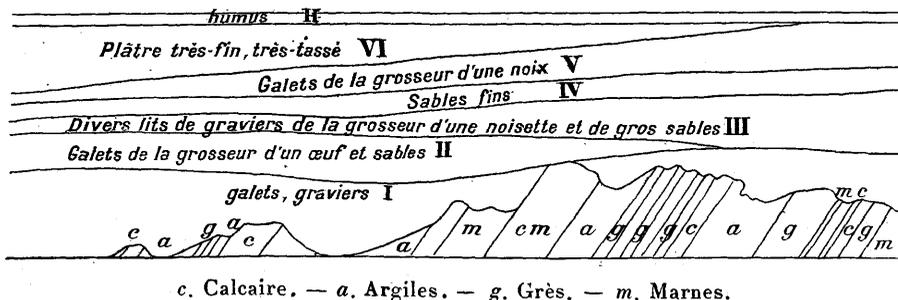


Fig. 78.

Khworrik Sorkh kouh est située à quelques kilomètres au nord de la coupe précédente; j'y ai vu :

51. Calcaires marneux bruns.

52. Marnes rouges.

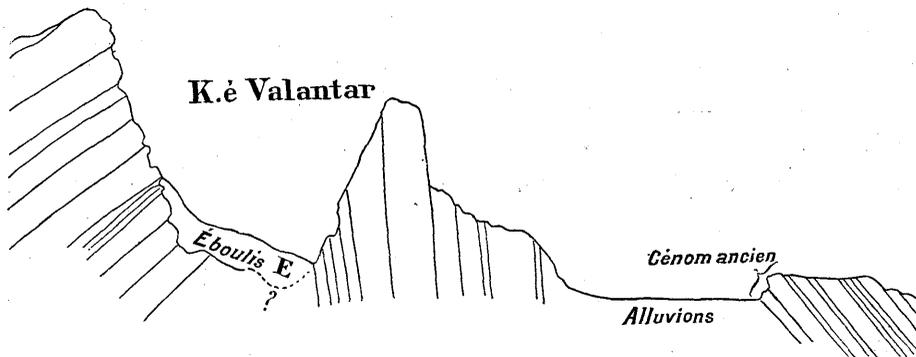


Fig. 79.

53. Calcaires marneux.

54. Marnes versicolores.

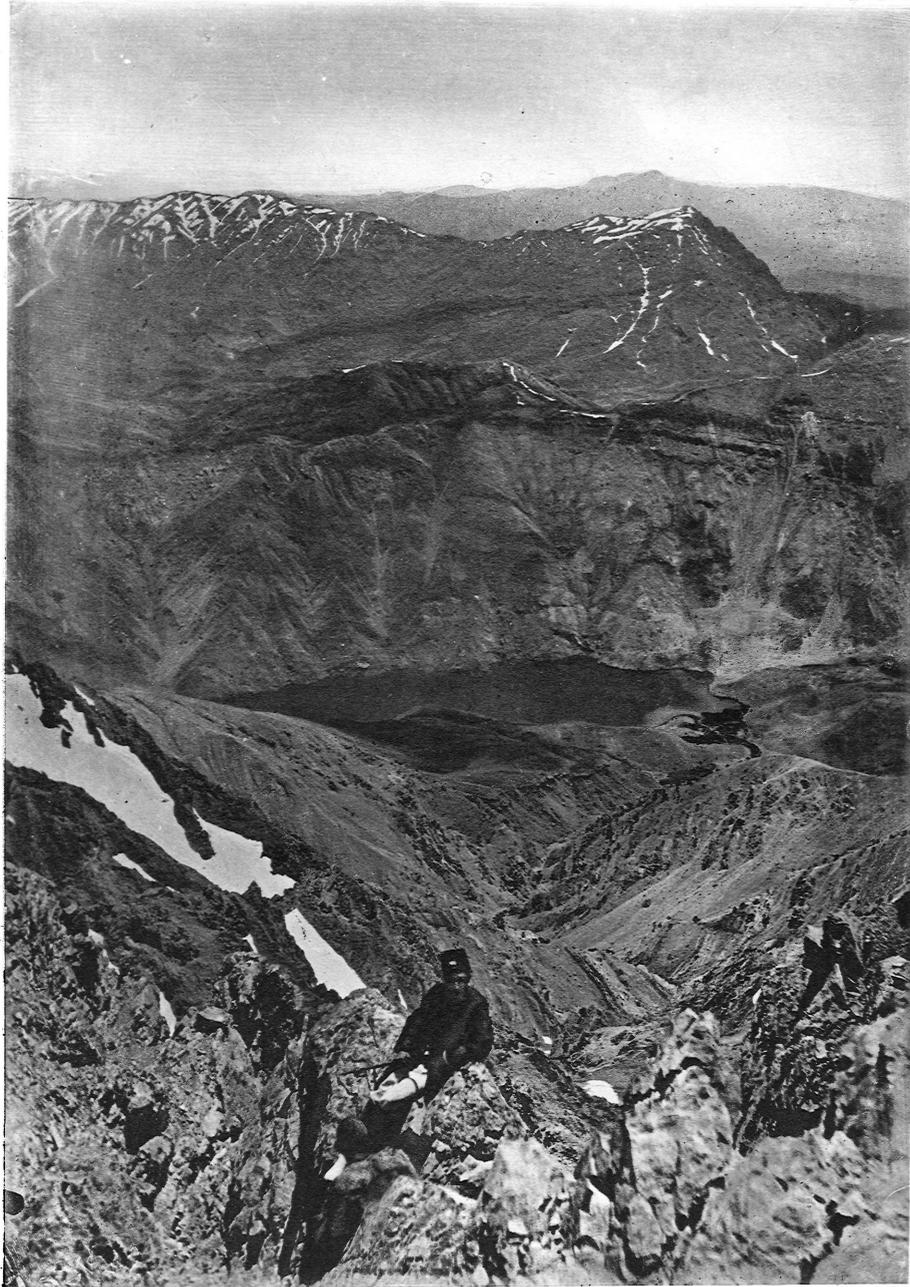
Tous les terrains compris dans cette coupe entre Chah natchir kouh et la Mésopotamie, appartiennent sans doute aux formations tertiaires; les gypses qu'on y rencontre en grande abondance forment le prolongement vers le sud de la bande gypseuse qu'on voit aux environs de

## PLANCHE XVIII

---

Louristan. Vue d'ensemble des montagnes Loures prise du sommet d'Ochtörân Kouh  
(terrains paléozoïques ?) et lac Gahar.

---



Héliog. Dujardin.

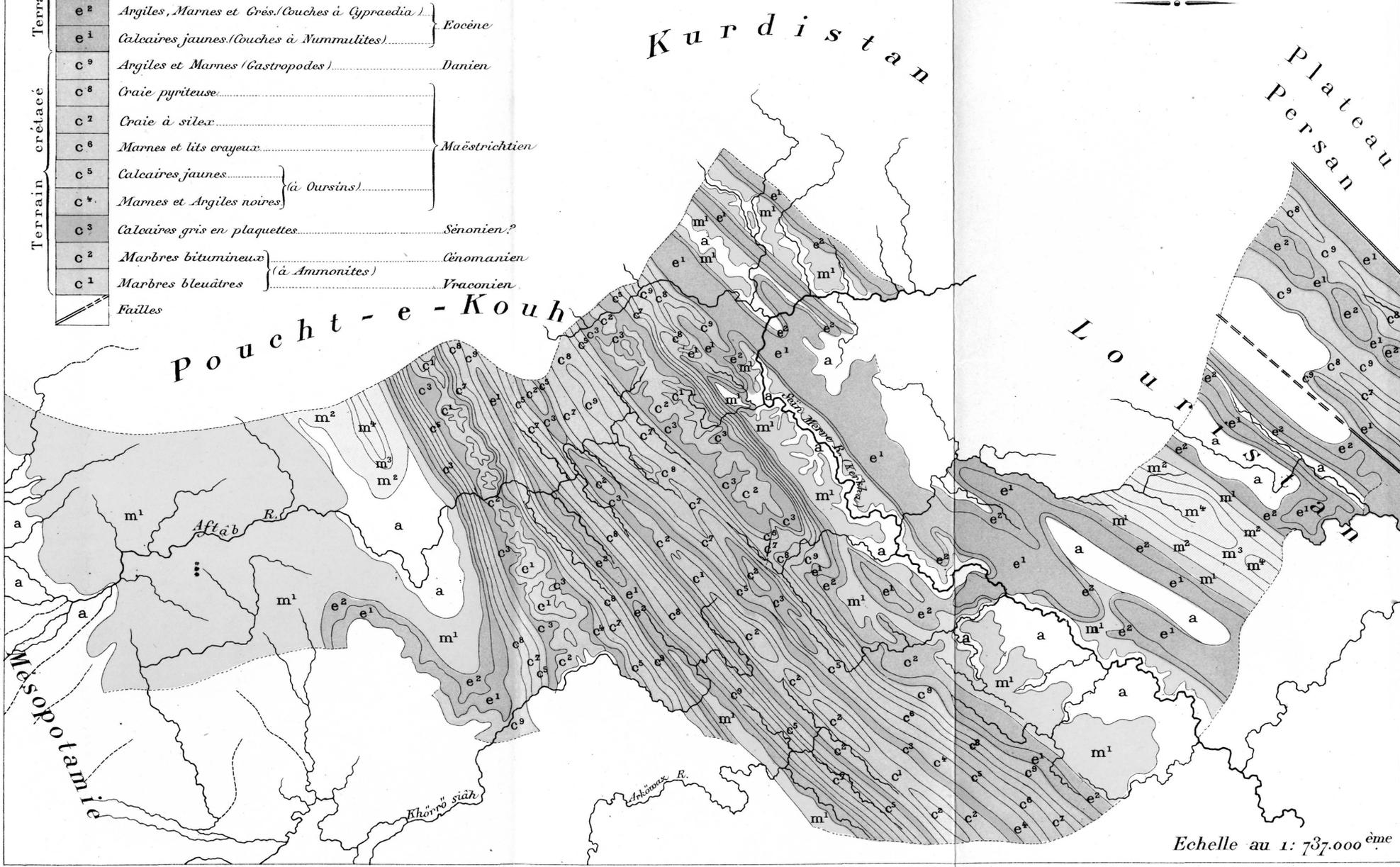
Imp. Eudes & Chassepot.

VUE PRISE DU SOMMET D'ÖCHTÖRÂN KOUH  
SUR LE LAC GAHAR  
( Photographie de l'Auteur )

# LÉGENDE

Terrain tertiaire	a	Alluvions quaternaires et récentes		
	m <sup>4</sup>	Marnes versicolores	Série lacustre..... Miocène	
	m <sup>3</sup>	Calcaires marneux		
	m <sup>2</sup>	Marnes versicolores		
	m <sup>1</sup>	Cypses		
	e <sup>2</sup>	Argiles, Marnes et Grès (Couches à <i>Cyprædia</i> )	Eocène	
	e <sup>1</sup>	Calcaires jaunes (Couches à <i>Nummulites</i> )		
	c <sup>9</sup>	Argiles et Marnes (Gastropodes)	Danien	
	Terrain crétacé	c <sup>8</sup>	Craie pyriteuse	Maëstrichtien
		c <sup>7</sup>	Craie à silex	
c <sup>6</sup>		Marnes et lits crayeux		
c <sup>5</sup>		Calcaires jaunes (à <i>Oursins</i> )		
c <sup>4</sup>		Marnes et Argiles noires		
c <sup>3</sup>		Calcaires gris en plaquettes	Sénonien?	
c <sup>2</sup>		Marbres bitumineux (à <i>Ammonites</i> )	Cénomannien	
c <sup>1</sup>		Marbres bleuâtres	Vraconien	
Failles				

# CARTE GÉOLOGIQUE DE LA PARTIE SEPTENTRIONALE DU POUCHT-É-KOUH



Echelle au 1: 737.000<sup>ème</sup>

## PLANCHE XX

---

A

Vue d'ensemble de la coupe de l'Aftáb-rou dans Eñdjir-Kouh à Teñg-é-Vij-Darven  
(Poucht-é-Kouh) (Albien, Cénomaniens, Turonien (?), Sénonien).

B

Affleurements du Turonien (?).

---

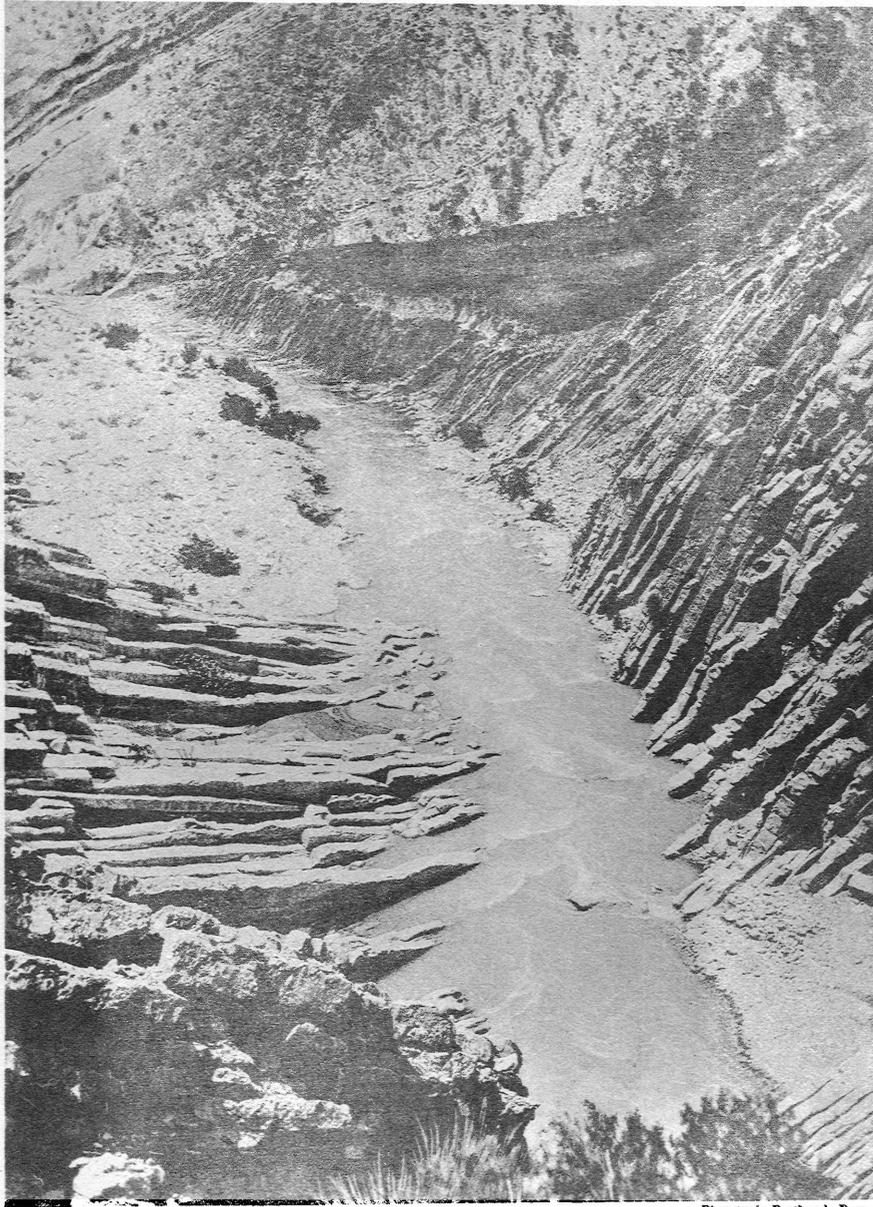


Phototypie Berthaud

DÉFILÉS DE FENG-É-VIJ-DARVEN

Poucht-é-Kouh

(Photographie de l'auteur).



Phototypie Berthaud, Paris

COUPE DES TERRAINS CRÉTACÉS A TENG-E-VIJ-DARVÉN

Poucht é Kouh.

(Photographie de l'auteur).

Kerkouk en Turquie et dont j'ai eu l'occasion de parler en rendant compte de mes observations dans le district de Zohâb.

Le lit de l'Aftâb rou, en traversant la plaine de Tépé Goulaman, a coupé les alluvions et, dans son lit, j'ai relevé la coupe de détail (fig. 78) :

Après avoir examiné la coupe entre Séwân Kouh et la Mésopotamie (fig. 74 et 77), section qui comprend toute la largeur du Poucht-é Kouh à la hauteur de Chirvan, je suis rentré dans l'intérieur du pays pour suivre la vallée située entre les deux grands plis de Kébir Kouh et d'Eñdjir Kouh.

Entre Eñdjir Kouh et Kouh-é-Valamtar le sentier rencontre fréquemment les couches fossilifères dont j'ai parlé au sujet d'Eñdjir Kouh ; à Gerdengâ-è-thavilé, plus spécialement, les assises sont très riches en fossiles.

Valamtar Kouh fait partie de Kébir Kouh<sup>1</sup>, il se compose de couches très redressées et brisées (fig. 79) où la rivière d'Arkôwâz prend sa source. En ce point il existe plusieurs failles importantes dont les effets sont très visibles car les couches affectent des positions fort irrégulières, mais ces brisures sont cachées sous les éboulis et les alluvions.

Plus loin, en suivant le même pli, on retrouve à Arkôwâz les affleurements des terrains crétacés fossilifères (Sénonien), plongeant vers le sud-ouest.

J'ai relevé la coupe suivante (fig. 80).

I. — Calcaires crayeux, blancs, avec silex noirs et gris. Je n'y ai pas rencontré de fossiles.

II. — Alternances de calcaires et de marnes fossilifères, même coupe qu'à Eñdjir Kouh (fig. 75, n<sup>os</sup> III à XIV), mêmes bancs et mêmes fossiles.

III. — Marnes argileuses brunes sans fossiles, épaisseur 12 à 15 mètres.

IV. — Marnes argileuses noires sans fossiles, épaisseur 8 mètres.

V. — Marnes argileuses jaunes avec échinides (*Holaster*, *Iraniaster*, *Hemiaster*, etc.).

1. Je n'ai pu, à cette époque, pénétrer dans le cirque de Valamtar ; mais, y étant retourné en 1900, j'ai reconnu la présence, dans les couches profondes, de l'Aptien, de l'Albien et du Cénomaniens, tous trois fossilifères.

VI. — Argile brune sans fossiles, 12 à 15 mètres.

VII. — Marnes brunes avec *Lopha dichotoma* (Bayle) var. *Sollieri*.

VIII. — Argiles jaunes sans fossiles.

IX. — Marnes brunes avec fossiles : *Pycnodonta vesicularis* (Lamk.),  
*Lopha cristatula* (Douvillé).

X. — Marnes argileuses brunes sans fossiles.

XI. — Calcaires feuilletés, blancs, friables, avec veines bleues ou grises.

La puissance totale des lits III à X est d'environ 110 mètres. Les couches plongent vers le sud-ouest.

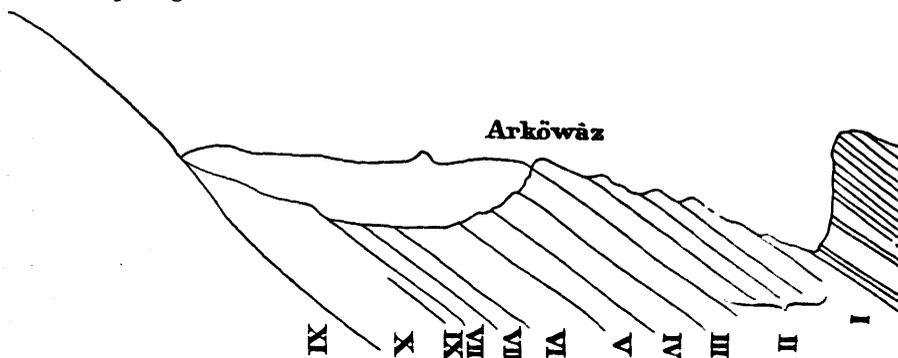


Fig. 80.

Après avoir visité les montagnes situées au sud-ouest de Kébir Kouh dans le district d'Arkōwāz, j'ai franchi la grande arête et ai relevé la coupe suivante entre Kouh-é-Kani-pan et le fleuve Seïn Merrè (fig. 81).

ε. — Marnes grises sans fossiles.

δ. — Calcaire marneux blanchâtre sans fossiles.

γ. — Marnes grises sans fossiles.

β. — Argiles grises avec rognons de calcaires sans fossiles.

α. — Calcaires argileux gris sans fossiles.

ω. — Coupe des terrains fossilifères d'Eñdjir Kouh. Mêmes bancs et même faune, la puissance seule des couches diffère.

π. — Coupe précédemment décrite des argiles fossilifères d'Arkōwāz (fig. 80, nos I à X).

M. — Rognon de calcaire marneux blanc jaune, sans fossiles.

L. — Argiles noires et bleuâtres très fines avec veines d'aragonite, sans fossiles.

K. — Calcaires crayeux blancs feuilletés avec rares pyrites de fer, sans fossiles.

H. — Même calcaire que le précédent mais plus dur, veines grises, sans fossiles.

G. — Calcaire crayeux, en lits très minces, blanc, sans fossiles.

F. — Calcaire noduleux gris, se décomposant en rognons, sans fossiles.

E. — Calcaire gris, en plaquettes, sans fossiles.

D. — Calcaire compact gris foncé, légèrement bitumineux, en lits de 1 m. à 1<sup>m</sup>,50, sans fossiles.

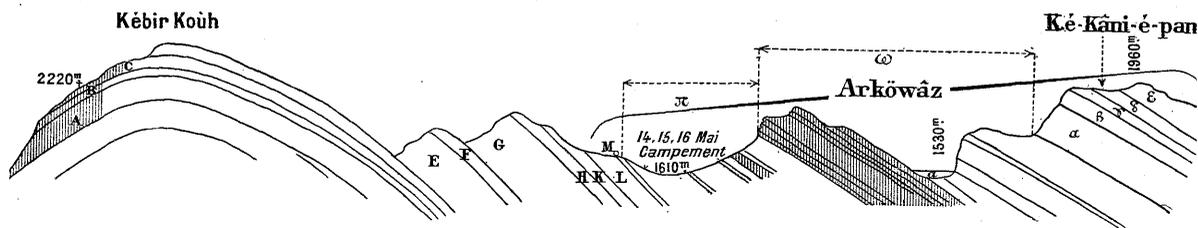


Fig. 81.

C. — Calcaire jaune clair, très dur, à cassure conchoïdale, en bancs de 0<sup>m</sup>,50 à 0<sup>m</sup>,80 d'épaisseur, renferme des céphalopodes, ammonites et turrilites et des échinides [*Amm. (Puzosia) Denisoni* (Stol.), *Turrilites Bergeri* (Brongn.), *Hypsaster Husseinii* (Cott. et Gauth.), *H. longesulcatus* (Cott. et Gauth.)].

B. — Calcaire très bitumineux, brun, blanchissant à l'air, avec les mêmes fossiles.

A. — Calcaire gris très compact en bancs de 4 à 5 mètres d'épaisseur avec très nombreux échinides (*Hypsaster*) généralement mal conservés. Les couches A, B et C appartiennent au Cénomanién.

Sur l'autre versant de Kébir Kouh, vers Kolim, les couches A, B, C, D, se reproduisent.

(La coupe (fig. 81) se raccorde à droite, suivant la ligne verticale AB, avec la coupe fig. 82. Cette coupe est relevée du SS.-O. au NN.-E.)

E. — Calcaire marneux feuilleté, gris, bleuté sans fossiles.

N. — Calcaire marneux bleuâtre avec lits argileux d'une puissance de 25 à 30 m. Cette couche représente les lits F, G, H, K, L, M, de l'autre côté de Kébir Kouh.

O. — Argiles très fines sans fossiles (avec rognons de calcaire), brunes et noires, puissance 60 à 70 mètres.

I. — Calcaires gris fossilifère, puissance 1<sup>m</sup>,25. *Alectryonia Zeilleri* (Bayle), *Cidaris*, *Salenia*, *Cyphosoma*, *Iraniaster*.

II. — Marnes calcaires friables, même faune, épaisseur 2<sup>m</sup>,50.

III. — Banc de calcaire compact jaune avec moules de lamellibranches et de gastropodes, quelques rares *Ostrea* et des Salenies, épaisseur, 1 mètre.

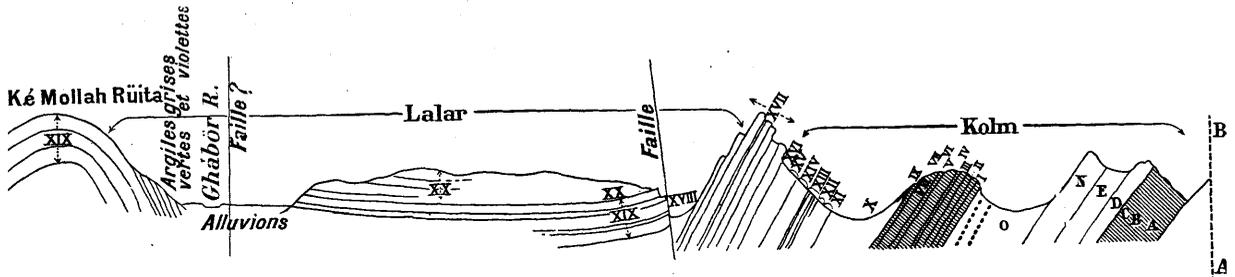


Fig. 82.

IV. — Calcaire marneux avec nombreux échinides (*Echinoconus*, *Salenia*, *Cidaris*, *Iraniaster*), épaisseur 4<sup>m</sup>,50.

V. — Calcaire compact gris, tendre, avec nombreux moules de lamellibranches et de gastropodes. Quelques rares échinides.

VI. — Calcaire marneux jaunâtre avec moules de lamellibranches et de gastropodes et quelques *Ostrea*.

VII. — Calcaire compact grossier, jaune, sans fossiles.

VIII. — Marnes jaunâtres renfermant quelques débris de fossiles.

IX. — Calcaire crayeux blanchâtre, très dur, en rognons avec petites veines d'argile jaune, sans fossiles.

X. — Calcaire crayeux feuilleté blanchâtre, sans fossiles, épaisseur de 80 à 100 mètres.

XI. — Craie tendre, blanche, friable, feuilletée, sans fossiles.

XII. — Craie blanche en rognons, sans fossiles.

XIII. — Alternances de calcaires blancs durs et d'argiles bleuâtres feuilletées, sans fossiles.

XIV. — Marnes et argiles violettes, sans fossiles.

XV. — Calcaire marneux gris en rognons sans fossiles.

XVI. — Marnes bleuâtres sans fossiles.

Puissance totale des lits XI, XII, XIII, XIV, XV et XVI, environ 140 mètres.

XVII. — Calcaires compacts, grossiers, en bancs de 4 à 6 mètres d'épaisseur, sans fossiles, puissance totale 70 à 80 mètres.

XVIII. — Éboulis et alluvions. Faille.

XIX. — Calcaires compacts grossiers, semblent être les mêmes que le n° XVII.

XX. — Gypses blancs avec bandes marneuses et argileuses rouges, brunes et jaunes. Ces assises sont fort épaisses.

Kouh-é-Mollah-Rüita renferme des calcaires XIX que je crois être les mêmes que ceux n° XVII. C'est dans ces roches qu'est creusé le lit du Sein Mèrrè à Teñg-é-Lil-é-Baïa.

Entre Kouh-é-Mollah Rüita et le district de Lalar est une faille parallèle à la direction générale du soulèvement.

En parcourant les districts de Lalar, de Roumechkan, de Lort et de Dèrrè-i-chahr, qui s'étendent dans la vallée du Sein Mèrrè sur la rive droite du fleuve, on rencontre partout les bancs épais de gypse n° XX de la coupe précédente alternant avec des couches marneuses et argileuses versicolores; parfois des calcaires affleurent, mais ce ne sont que des pointements sans importance.

Je ne me suis guère arrêté dans les districts de Lalar et de Roumechkan que pour mes études archéologiques. J'avais déjà relevé la coupe de Kébir Kouh à Kolm-Lalar et j'estimais qu'il était plus intéressant de relever une seconde coupe d'ensemble dans un point plus méridional que de noter chacune des particularités que le hasard me ferait rencontrer. C'est au vallon de Dèrrè-i-Chahr que j'ai pris ma seconde coupe de la vallée du Sein Mèrrè et des contreforts de Kébir Kouh (fig. 83).

I. — Calcaires marbres noirs (vus seulement dans quelques ravins très étroits).

- II. — Calcaires marbres noirs très bitumeux.  
 III. — Calcaire gris bitumineux avec échinides (*Hypsaster*).  
 IV. — Calcaire gris clair bitumineux avec échinides (mêmes espèces)  
 (Cénomaniens).  
 V. — Calcaire gris en plaquettes sans fossiles.  
 VI. — Calcaire blanchâtre en plaquettes sans fossiles.  
 VII. — Calcaire compact gris sans fossiles.  
 VIII. — Calcaire feuilleté, gris bleuté, sans fossiles.  
 IX. — Calcaire crayeux blanc, dur et feuilleté, sans fossiles.  
 X. — Argiles noires avec quelques lits de rognons calcaires.  
 XI. — Marnes grises avec rognons calcaires renfermant des moules  
 de gastropodes et de lamellibranches; épaisseur 4 mètres.

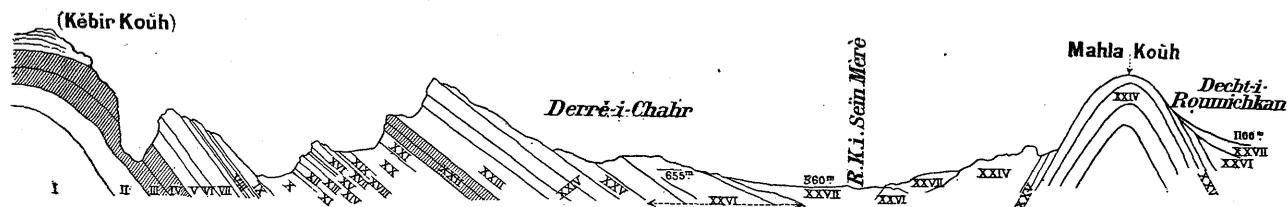


Fig. 83.

XII. — Alternances de marnes jaunes, de bancs de rognons calcaires jaunâtres et d'argiles brunâtres, renfermant des débris de crustacés; épaisseur 5 mètres.

XIII. — Calcaire grossier, jaune, friable; épaisseur 1<sup>m</sup>,60. Nombreux échinides lamellibranches et moules de gastropodes (*Iranias*, *Janira*, *Lopha dichotoma*) (Sénonien).

XIV. — Marnes et argiles jaunâtres avec échinides, baguettes de cidarides, polypiers et bryozoaires; épaisseur de 4 à 5 mètres.

XV. — Grès marneux jaune alternant avec des argiles grises, épaisseur 1<sup>m</sup>, 80. *Lopha Morgani* (Douvillé).

XVI. — Marnes grises avec échinides, bryozoaires, épaisseur 2<sup>m</sup>,50. *Terebratula Toucasi* (d'Orb.), *Rhynchonella Peroni* (Douvillé).

XVII. — Calcaires marneux jaunâtres, même faune, épaisseur 1<sup>m</sup>,20.

XVIII. — Marnes jaunes sans fossiles, épaisseur 1<sup>m</sup>,50.

XIX. — Calcaire crayeux blanc, en plaquettes, sans fossiles, épaisseur de 10 à 15 m.

XX. — Alternances de calcaire crayeux gris en lamelles et d'argiles noires et violettes, sans fossiles, épaisseur de 40 à 45 m.

XXI. — Calcaire lamelleux, dur, blanc, sans fossiles, épaisseur de 20 à 25 m.

XXII. — Calcaire grossier jaune, dur, renfermant quelques rares *Ostrea*, épaisseur 15 m.

XXIII. — Calcaire marneux et marnes grises, alternant en bancs de 1<sup>m</sup>,50 à 0<sup>m</sup>,50, épaisseur totale 50 m.

XXIV. — Calcaire grossier compact, très dur en bancs épais, puissance env. 100 m., sans fossiles.

XXV. — Calcaire marneux jaunâtre, alternant avec des marnes grises, épaisseur env. 25 m., sans fossiles.

XXVI. — Gypse en bancs très épais avec lits de marnes et d'argiles versicolores, stratifications confuses, épaisseur inconnue.

XXVII. — Alluvions du Seïn Mèrrè.

## LOURISTAN

Après avoir relevé la coupe de Dèrrè-i-Chahr, j'ai traversé le Seïn Mèrrè en face de cette localité et me suis rendu à Bouroudjird, en passant par Khorrem-Abâd. Les coupes relevées dans cette partie du voyage se suivent depuis le Kébir Kouh jusqu'au plateau persan au travers de tout le Louristan. Je continuerai donc l'énumération des couches en prenant à partir du Seïn Mèrrè, limite du Poucht-é-Kouh (fig. 83 et 84).

XXVI. — Gypses.

XXVII. Alluvions du Seïn Mèrrè.

XXV. — Calcaires marneux jaunâtres, alternant avec des marnes grises.

XXIV. — Calcaire grossier.

Mahla Kouh est entièrement formé à sa surface des calcaires n° XXIV.

Le pli est complet et, dans la partie de cette montagne qu'il m'a été donné de parcourir, je n'ai pas vu les roches situées au-dessous de ces calcaires.

La plaine de Zakha est entièrement composée d'alluvions qui, par places, laissent percer des affleurements de gypse, n° XXVI.

Après l'avoir traversée, nous rencontrons de nouveau les couches XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV et XXV, qui plongent sous la vallée d'alluvions Dècht-i-Pâsoun, pour reparaitre de l'autre côté et former la montagne dite Kouh-é-Bémârök.

A partir de cette hauteur les assises plongent de nouveau pour former une vaste cuvette dans laquelle nous trouvons les couches n° XXVIII dont le détail est le suivant. En marchant de bas en haut :

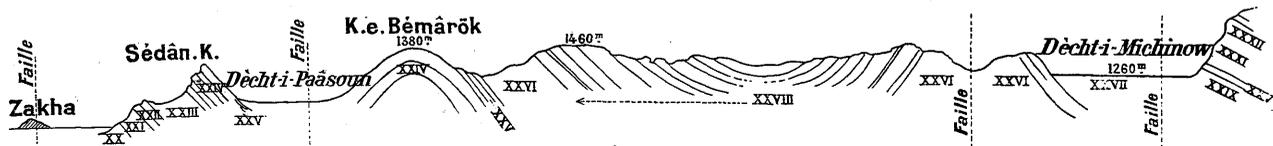


Fig. 81.

1. — Gypses sans stratification, en masses très épaisses.
2. — Marnes versicolores, 12 à 15 m.
3. — Calcaire gris friable, 5<sup>m</sup>,50.
4. — Marnes rouges, 8 à 10 m.
5. — Grès gris, 0<sup>m</sup>,80.
6. — Gypse blanc, 4 à 5 m.
7. — Marnes blanchâtres alternant avec des lits roses, 18 à 25 m.
8. — Calcaire verdâtre, friable, renfermant de petites coquilles bivalves d'eau douce? en très mauvais état de conservation, 0<sup>m</sup>,60.
9. — Gypse, 1<sup>m</sup>,60.
10. — Marnes rouges, 35 à 40 m.
11. — Marnes brunes, 12 à 15 m.
12. — Alternances de grès verdâtres et de marnes rouges, 4 m.
13. — Marnes jaunes, 12 à 13 m.
14. — Grès brunâtres et verdâtres renfermant des lamellibranches indéterminables, 1 m.

## PLANCHE XXI

---

Bour-é-tchâm-é-Lan (Poucht-é-Kouh). Affleurements des terrains crétacés supérieurs (Sénonien), prolongement du pli d'Eñdjir-Kouh.

---



Phototypie Berthaud

AFFLEUREMENTS DES TERRAINS CRÉTACÉS A BOUR-É-TCHAM-ET-LAN  
(Poucht-é-Kouh).

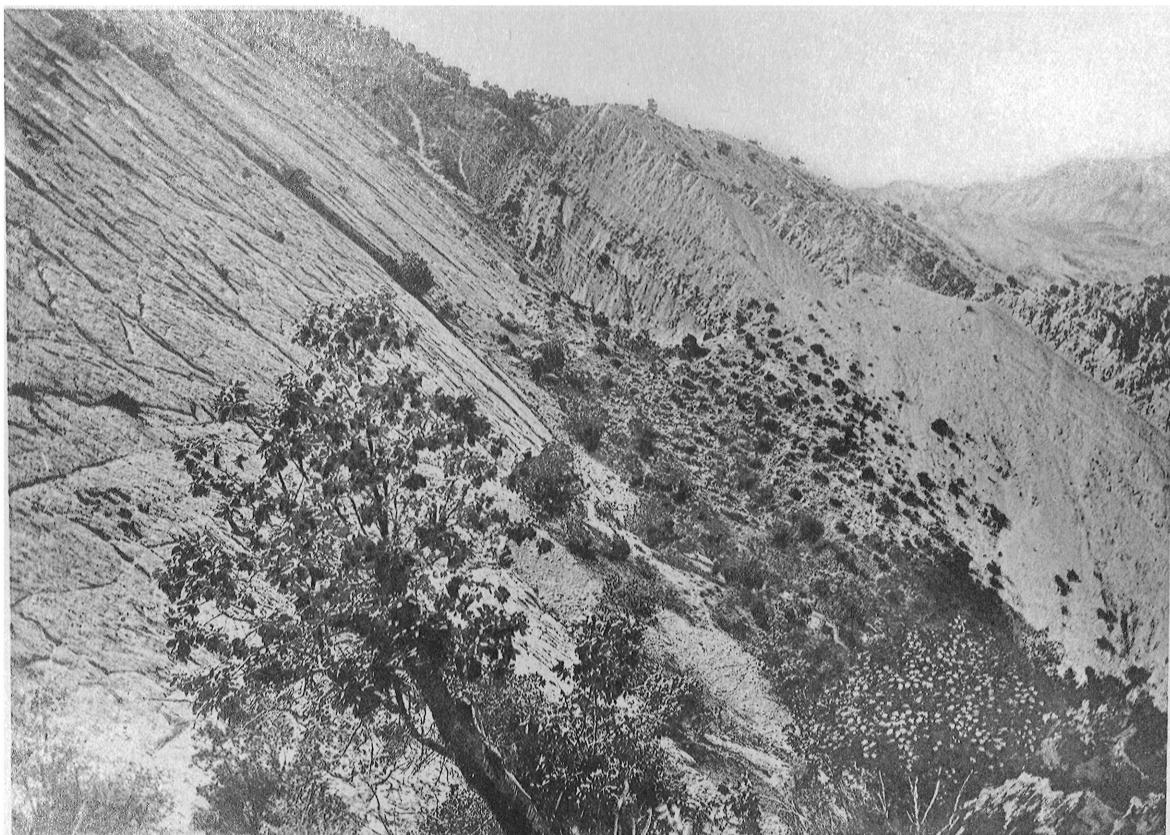
(Photographie de l'auteur)

## PLANCHE XXII

---

Eñdjir-Kouh (Poucht-é-Kouh). Affleurements des calcaires et des marnes du Sénonien supérieur.

---



Phototypie Berthaud

AFFLEUREMENTS DES TERRAINS CRÉTACÉS D'ENDJIR-KOUH

Poucht-é-Kouh

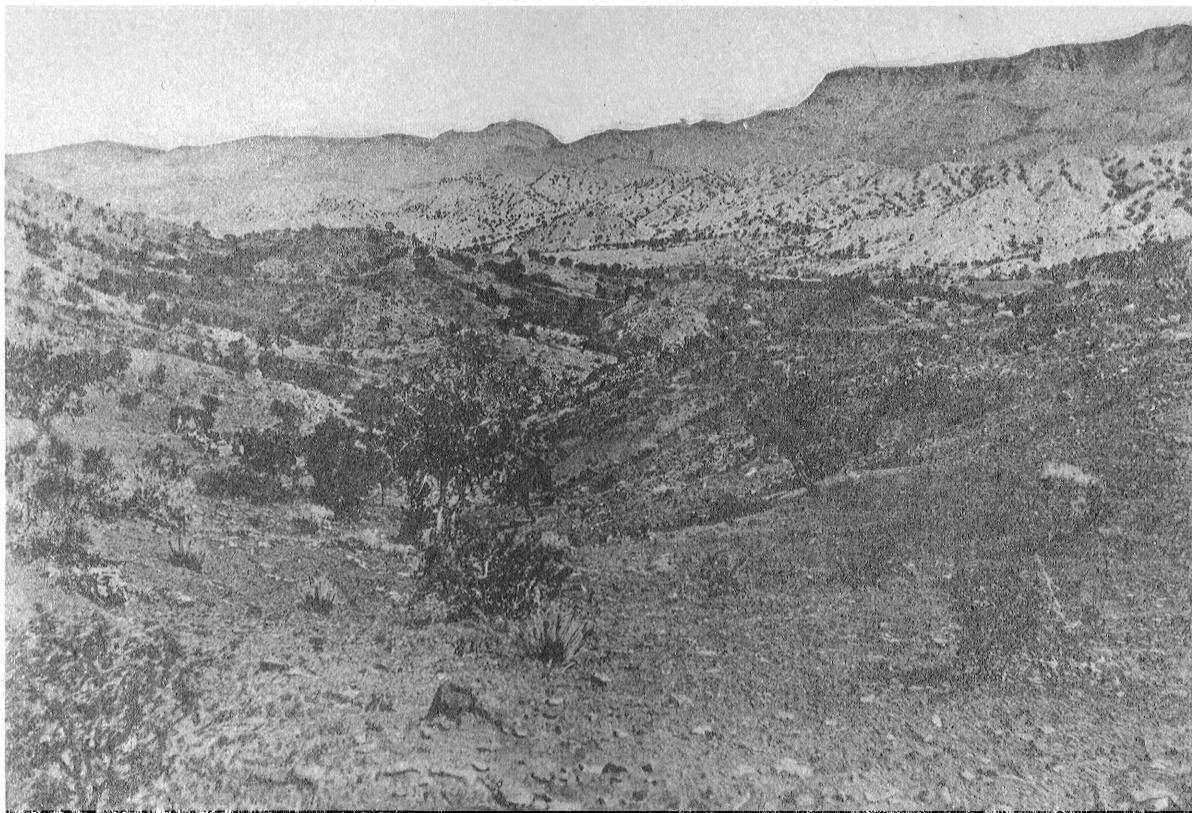
(Photographie de l'auteur)

## PLANCHE XXIII

---

Kouh Sérindjé (Poucht-é-Kouh). Affleurements des terrains crétacés supérieurs et de la base du Tertiaire.

---



Phototypie Berthaud

MAHAL DE TCHOHOUL ET KOUH SÉRINDJÉ

Poucht-é-Kouh

(Photographie de l'auteur)

15. — Argiles rouges avec bandes de grès bruns, 40 m.
16. — Marnes rougeâtres avec minces couches de gypse, 50 à 60 m.
17. — Grès vert foncé, 2<sup>m</sup>,50 à 3 m.
18. — Argile verdâtre, 6 à 8 m.
19. — Grès vert, 2 m.
20. — Argiles jaunes, 15 à 18 m.
21. — Grès vert, 3<sup>m</sup>,50.
22. — Marne rouge brique, 18 à 20 m.
23. — Grès bruns, avec nombreuses traces végétales, 1<sup>m</sup>,20.
24. — Marnes rouges brunes, 8 m.
25. — Grès bruns, 1 m.
26. — Marnes jaunes, 30 à 40 m.
27. — Grès bruns renfermant des traces végétales, 2 m.
28. — Grès marneux verts très friables, 3 m.
29. — Marnes brunes et lit caillouteux formant le fond de la cuvette sous les alluvions et l'humus.

Comme de juste on rencontre les couches que je viens d'énumérer sur les deux bords de la cuvette.

Avant d'arriver à Dècht-i-Michinow on trouve une masse épaisse de gypses, probablement traversée par une faille, car les couches plongent au nord sous les alluvions XXVII de la plaine.

Au delà de Dècht-é-Michinow, qui probablement recouvre une brisure, on rencontre Kouh-é-Méchénân (fig. 85) renfermant les couches :

XXIX. — Argiles noires fines et sans fossiles.

XXX. — Grès grossiers feuilletés, verts, avec traces végétales.

XXXI. — Argiles noires semblables à celles du n° XXIX, sans fossiles.

XXXII. — Calcaires compacts jaunes renfermant des débris de coquilles marines et d'échinides. Je crois cette couche l'équivalent du n° XXII.

Kouh-é-Méchénân est elle-même coupée par une faille très visible qui rejette les couches XXIX à XXXII et les fait plonger sous les alluvions XXVII de la vallée voisine.

Ce vallon renferme encore une faille et les couches de Kouh-é-dècht plongent vers le sud ; nous trouvons en marchant vers le nord :

XXXIII. — Grès friables jaunâtres.

XXXII. — Calcaires compacts jaunes avec débris de fossiles marins.

XXXII *bis*. Marines bleuâtres.

XXXI *bis*. Calcaires marneux jaunes.

XXXIV. — Poudingues rouges très ferrugineux, renfermant de nombreux galets de jaspe sanguin.

XXXV. — Sables agglomérés, de même composition que les poudingues, lits de graviers.

XXXVI. Sables marneux verdâtres.

XXXVII. — Grès verts foncés, friables.

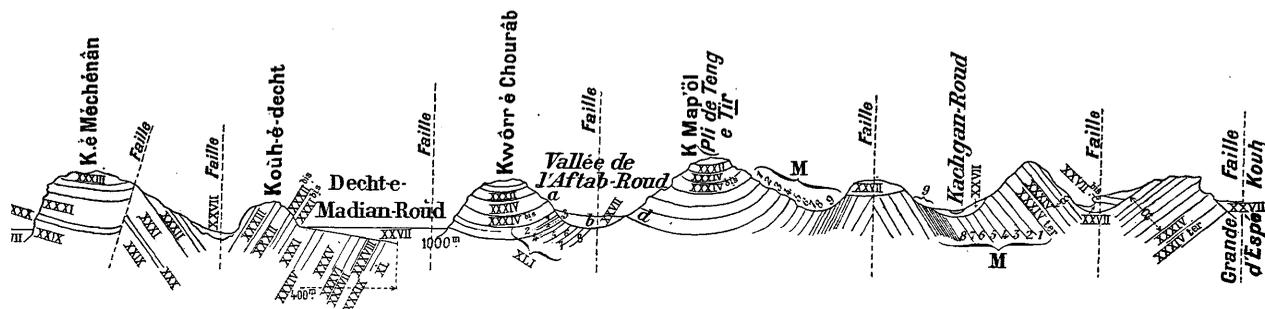


Fig. 85.

XXXVIII. — Sables marneux ou argileux jaunes.

XXXIX. — Grès verdâtres.

XL. — Sables argileux jaunâtres.

Ces couches, qui plongent vers le sud-ouest, disparaissent sous les alluvions de Dècht-é-Madiân-roud.

A l'extrémité sud-est de la plaine de Madiân-roud est une caverne naturelle, très réputée dans le pays par les légendes qui y sont attachées, et qui porte le nom de Dom-é-tir. Cette caverne, très vaste, est dans les calcaires n° XXXII; elle est ornée d'un grand nombre de stalactites et de stalagmites.

La plaine de Madiân-roud semble cacher une ou plusieurs failles, car les couches qui composent Kouh-é-Chourâb (la montagne des eaux salées) présentent une position ne se rattachant en rien à celles situées sur l'autre côté de la plaine; on y rencontre au sommet :

XXXII. — Calcaires.

XXXIII. — Grès friables jaunâtres (lit très mince).

XXXIV. — Poudingues rouges.

XXXIV *bis*. — Poudingues verdâtres.

XLI. 1. Sables argileux verdâtres.

2. Grès verts.

3. Marnes verdâtres avec petits lits de grès vert.

4. Calcaire marneux blanchâtre.

5. Marnes grises.

6. Marnes noirâtres.

7. Calcaire marneux.

8. Calcaire crayeux en plaques minces.

Toutes les couches XLI sont sans fossiles.

La vallée de l'Aftâb-roud renferme peut-être une faille; toutefois, à la base de Kouh Mapöl on retrouve les couches n° XLI.

Kouh Mapöl appartient à l'un des plis les plus constants du Louristân, on le retrouve dans la vallée du Gamas-âb, aux défilés de Teñg-é-Tir; le fleuve y a creusé dans cet endroit des gorges très profondes.

Au point par lequel passe la coupe que je décris en ce moment, le sommet de Kouh Mapöl se compose des couches XXXII, XXXIV et XXXIV *bis*. Sur son versant, au nord-est, affleurent en M des couches présentant le plus grand intérêt au point de vue paléontologique. Elles appartiennent à la partie la plus élevée des terrains crétacés (Maëstrichtien).

M. 1. Argiles brunâtres avec bancs de rognons calcaires, sans fossiles.

2. Argiles noires sableuses, avec lits de grès grossier, sans fossiles.

3. Argiles grises avec lits de grès et de calcaires et rognons calcaires fossiles; très nombreux fossiles, crustacés, gastropodes, lamellibranches, échinides (*Ornithaster Douvillei*), bryozoaires et polypiers.

4. Argiles jaunes et noires alternant, nombreux fossiles : *Desmeria persica* (Douville), *Omphalocyclus macropora*, *Cyclolites*.

5. Argiles noires. Quelques rares gastropodes.

6. Argiles brunes, avec bancs minces de calcaire et de grès, sans fossiles.

7. Argiles noires, bleuâtres, avec brachiopodes, débris d'échinides, *Janira*.

8. Argiles brunes et noires alternant, séparées par des lits de grès friable qui se désagrège en têtes de choux, sans fossiles.

9. Lits crayeux minces alternant avec des marnes grises, sans fossiles.

Dans les alluvions XXVII qui forment le sommet de la colline j'ai rencontré un rudiste (*Hippurites cornucopiæ*) et des polypiers provenant des couches voisines que je n'ai pu voir en place.

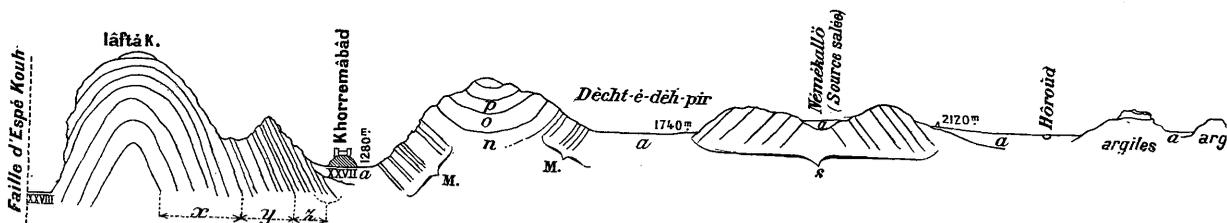


Fig. 86.

La puissance totale des couches M 1 à 9 est d'environ 1.200 mètres.

Entre Kouh Mapöl et la vallée de la rivière Kachgân sont des collines peu élevées; la rivière Kachgân coule dans les affleurements des couches M.

Au-dessus je rencontre :

XXXIV *ter*. — Poudingue à ciment calcaire.

XXXIV. — Poudingue rouge.

a. — Calcaires gris grossiers, feuilletés, puis une faille, et les sédiments changent d'inclinaison.

Dans la vallée résultant de cette dernière faille sont, en XXVII, des alluvions épaisses et, en XXVII *bis*, des conglomérats formés par des sources incrustantes, puis nous retrouvons de l'autre côté les couches déjà examinées XXXIV et XXXIV *bis* et les sédiments disparaissent sous les alluvions

Iafta Kouh (fig. 86) fait partie du pli d'Espè Kouh, l'un des plus importants du Louristân septentrional. Cette arête s'étend de Séfid Kouh, près de Kirmanchahân, jusqu'au Zèrd-é-Kouh, près d'Ispahân, et au delà au sud.

Iafta Kouh est un pli complet des couches calcaires; à son pied méridional est une faille très importante qui sépare Espè Kouh des couches que je viens de décrire. Cette faille est couverte d'épaisses alluvions.

Les plissements des couches sont très visibles dans la vallée où se trouve le pont arabe, au lieu dit Poul-é-Kachgân; la courbure est très régulière mais les marbres ne montrent pas de fossiles.

Les couches *x*, sont composées de lits alternants de calcaires marbres gris, bleus, noirâtres, blanchâtres et jaunâtres, en bancs très épais. Ces marbres, très durs, émettent quand on les brise une odeur bitumineuse très forte.

Certains bancs de calcaires bleus renferment de nombreux fossiles, gastropodes allongés analogues aux turritelles mais dont je n'ai pu dégager d'exemplaires déterminables.

Les lits *y* sont composés de calcaires marbres très durs, alternant avec des bancs de roche plus friable se délitant en rognons de la grosseur du poing. Ces roches sont bleuâtres, je n'y ai pas rencontré de fossiles.

Les couches *z* sont formées de calcaires marbres gris très durs, renfermant des silex noirs en bancs de 0<sup>m</sup>,50 à 1<sup>m</sup>,20 d'épaisseur; les diverses assises sont séparées entre elles par des lits de calcaire argileux jaune clair de 0<sup>m</sup>,12 à 0<sup>m</sup>,40 d'épaisseur. Ces couches semblent être dépourvues de fossiles.

Khorremâbâd (probablement Khaïdalû de l'antiquité) s'élève autour d'un tell antique sur lequel est construit un château du moyen âge. A droite et à gauche de la ville les couches plongent vers le nord.

En quittant Khorremâbâd pour gagner la vallée du Hô-roud, on rencontre une colline dans laquelle les couches forment une large cuvette.

Les assises *M* de la base se retrouvent des deux côtés, elles se composent de calcaires crayeux blanchâtres, alternant avec des marnes crayeuses bleues; puis viennent au-dessus :

*n.* — Marnes dures brunâtres.

*o.* — Poudingues rougeâtres et conglomérats très variés, composés de gros éléments.

*p.* — Poudingues de même nature que *o*, mais composés d'éléments plus petits.

Au delà de cette colline est Dècht-é-Deh-pir, plaine d'alluvions située à 1.740 mètres d'altitude, puis vient (*s*) un véritable chaos de lits sans direction bien définie : ce sont des marbres, des argiles versicolores, des marnes dures. Ces couches semblent plonger, les unes vers le sud, les autres vers le nord.

Au milieu de ces hauteurs, se trouve un petit lac d'une blancheur de

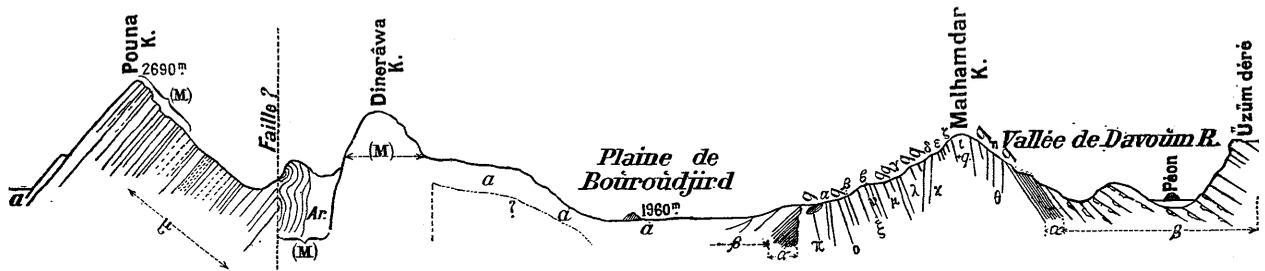


Fig. 87.

neige, alimenté par une source chaude et salée d'un grand débit. Ce lieu est dit dans le pays Nemek Kölo ou la Saline.

La vallée du Ho-roud est située 2.120 mètres d'altitude ; elle est bornée au nord par des argiles versicolores, des grès et des calcaires dont la coupe, prise de haut en bas, est la suivante (fig. 87) :

*a.* — Alluvions de la vallée du Ho-roud.

M. Calcaires crayeux blanchâtres.

1. Calcaire jaune.

2. Argile verte.

3. Argile violette en bancs épais.

4. Argiles vertes en lits minces.

5. Grès-poudingues verts et bruns.

6. Grès fins, gris clair.

7. Alternances de grès fins verdâtres et de marnes sableuses jau-

nâtres, avec traces végétales. La base de ces couches est composée de marnes grises très épaisses.

8. Alternances, en lits minces, de marnes grises et de grès verdâtres.

9. Marnes crayeuses grises, dures, en lits minces, avec quelques bancs de grès.

10. Grès à ciment calcaire gris et très dur.

11. Marnes grises.

12. Trois bancs de calcaire gris, séparés entre eux par d'épaisses couches de marnes.

13. Calcaire marneux feuilleté, bleu.

14. Marnes grises.

15. 40 à 50 mètres de calcaire marbre bleu, sans fossiles, en bancs de 1 m. à 3 m. d'épaisseur.

16. Marbres noirs sans fossiles.

17. Marbres noirs avec foraminifères.

18. Argiles violettes.

19. Marbres noirs très durs, fossilifères, mais dans lesquels il n'est pas possible d'extraire des échantillons déterminables.

Pouna Kouh, montagne formée des couches dont je viens de parler s'élève à 2.690 m. de hauteur. Cette crête sert de limite aux eaux qui d'un côté s'écoulent directement vers le Sein Mèrrè et le Golfe Persique, de l'autre vont rejoindre l'Ab-é-Diz dans la pleine de Bouroudjird et de là descendent au Karoun.

Les couches situées au pied de Dinerawa Kouh, dont les stratifications sont redressées presque verticalement et très tourmentées, forment un défilé très étroit où s'écoulent les eaux des ruisseaux.

Dinerawa Kouh est formé par les marbres n° 19, puis commencent les épaisses alluvions de la vallée de Bouroudjird.

Au nord de cette ville lorsqu'on gravit Malhamdar Kouh, pour gagner la vallée de Dávoun, on retrouve la bande de roches éruptives dont j'ai déjà parlé et qui, de l'Elvend, s'étend jusqu'aux environs d'Isphân et de Kirman. Cette bande est peu large à la hauteur de Bouroudjird ; elle a soulevé les couches sédimentaires ( $\alpha$  et  $\beta$ ) qu'on voit affleurer au nord et au sud.

$\alpha$ . — Schistes brunâtres et verdâtres, grossiers, très métamorphisés, parfois pris dans la pâte granitique en énormes fragments.

$\beta$ . — Schistes noirs très fins, très brillants, avec veines de quartz blanc laiteux, parallèles aux strates. Ces schistes renferment des parties plus dures qui restent en saillie sur les collines rondes. L'épaisseur de ces couches schisteuses atteint environ 1.500 mètres.

Le massif granitique est recoupé en tous sens par des filons postérieurs à sa formation ; la plupart sont dirigés parallèlement à l'axe du soulèvement, quelques-uns sont obliques. Ces diverses roches feront l'objet d'une étude spéciale, nos explorations postérieures à ma mission

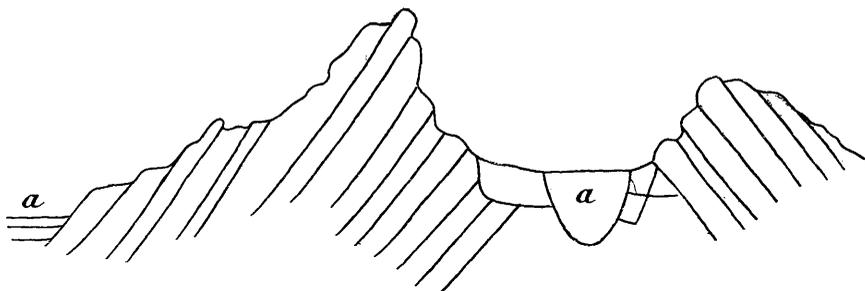


Fig. 88.

de 1889-91, nous ayant permis d'y recueillir une nombreuse série dans les diverses localités où elles affleurent.

Au delà de Uzüm-dèrrè les plis se prolongent, plongeant vers le nord-est, sous les immenses plateaux d'alluvions de l'Irân.

Avec la coupe du Poucht-é-Kouh et du Louristân entre la Mésopotamie et le plateau iranien s'arrêtent mes études régulières. Dès lors mon expédition rencontra de telles difficultés de la part des populations qu'il ne me fut plus possible de faire des relevés d'une manière continue. Dans certaines parties du Louristân l'accueil que me firent les nomades fut tel que je fus souvent obligé de voyager la nuit, cachant pendant le jour mon campement dans les forêts. Mes soins furent donnés à la sécurité de ma caravane bien plus qu'aux études.

Cependant j'ai relevé au cours de ces étapes quelques coupes intéressantes mais isolées ; je les donnerai en terminant cette étude.

*Ochtörân Kouh.* — Cette montagne dont l'altitude atteint 5.000 mètres

## PLANCHE XXIV

---

Verzarin-Kouh (Poucht-é-Kouh). Affleurements des calcaires et des argiles à *Iranias-*  
*ter* et à *Lopha* (Sénonien supérieur).

---



Phototypie Berthaud

VERZARIN KOUH (Kébir Kouh)

Poucht-é-Kouh

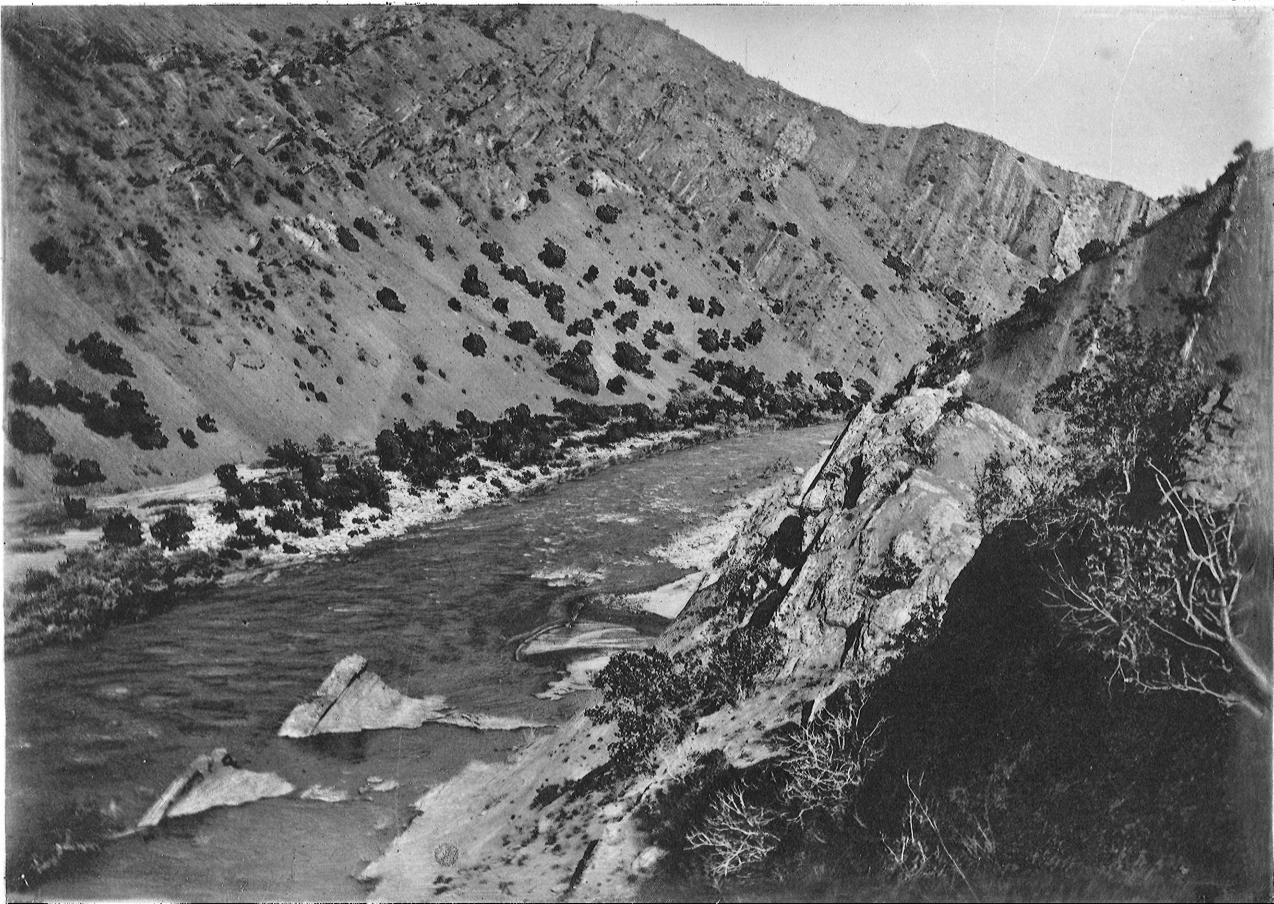
(Photographie de l'auteur).

## PLANCHE XXV

---

Louristan. Affleurements des terrains crétaçés dans la vallée du Gamas-âb en aval du léfilé du Gerrâbâd et en amont de Zerdalall.

---



Héliog. Dujardin.

Imp. Eudes & Chassepot.

LE GAMAS-AB À SON CONFLUENT AVEC LE TUE-ROU

( Photographie de l'Auteur )

**PLANCHE XXVI**

---

**Louristan, Affleurements des terrains crétacés en aval des défilés de Gerrâbâd**

---



Héliog. Dujardin.

Imp. Eudes & Chassepot

RAVIN DE TCHÂM-E-NEILÂN

( Photographie de l'Auteur )

## PLANCHE XXVII

---

Louristan. Affleurements des terrains paléozoïques dans le ravin de l'Ab-é-Séfid à Kallian Kouh.

---



Héliog. Dujardin.

Imp. Eudes & Chassepot.

RAVIN DE L'ÂB-È-SÉFÎD ( KALIÂN KOUH )

( Photographie de l'Auteur )

## PLANCHE XXVIII

---

Louristan oriental. Ravin creusé par l'Ab-é-Zibá dans les alluvions caillouteuses au pied septentrional de la grande chaîne loure et sommet de Kalian Kouh.

---



Héliog. Dujardin.

Imp. Eudes & Chassepot.

TENG-É-ZIBA ET KALIÂN KOUH  
( Photographie de l'Auteur )

## PLANCHE XXIX

---

Louristan. Coupe par l'Ab-é-Diz des calcaires bitumineux (paléozoïques?) au lieu dit Top-é-Kazâb au sud-ouest d'Ochtôran Kouh.

---



Héliog Dujardin.

Imp. Eudes & Chassepot.

CASCADES DE TOP-É-KAZÂB  
( Photographie de l'Auteur )

## PLANCHE XXX

---

Louristan central. Affleurements des terrains crétacés supérieurs et éocènes dans la  
allée du Gamas-âb en aval de Houleilan. Vue prise de Qal'a Sam.

---



Héliog. Dujardin.

Imp. Eudes & Chassepot.

RAVIN DE QAL'A-SAM, ET VALLEE DU GAMAS-ÂB

( Photographie de l'Auteur )

est située sur les confins du plateau persan. Elle fait partie de cette longue crête qui sépare la plaine, des pays montagneux des Lours. Le lac Gahar (alt. 2.850 m.) et sa vallée sont situés sur l'axe du pli dont les deux bords redressés forment, au nord, Ochtörân Kouh et, au sud, Bawahor Kouh et Sersüz Kouh. Ces deux montagnes se composent (coupe fig. 88) de calcaires marbres gris, très durs, renfermant des fossiles indéterminables. Ces roches présentent de grandes analogies avec celles qui forment Iâftâ Kouh, près de Khorremâbâd.

*Káliân-Kouh.* — La grande muraille qui, du côté des plateaux iraniens, limite au nord-est le pays montagneux des Lours, n'est pas absolument

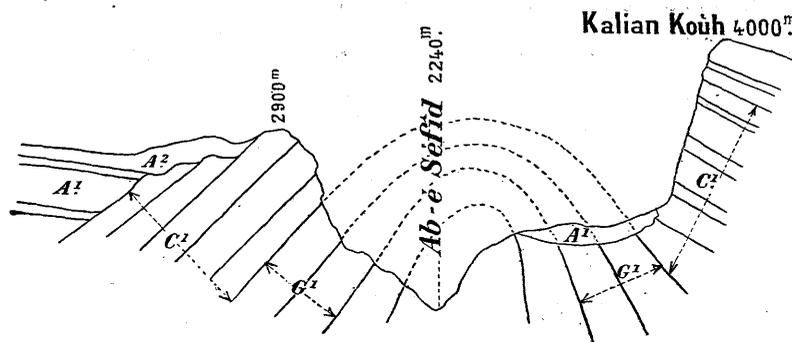


Fig. 89.

rectiligne. Entre Dinâver et Kouh Kirou elle est formée par la même chaîne renfermant les hauts sommets de Kouh tchéhèl nabalighân, Kouh Gherrou, Kouh-é-Bâcha-Bô, Dariou Kouh, Ochtörân Kouh et Kouh Kirou; mais, à partir de ce dernier pic, l'arête disparaît vers le sud-est sous les alluvions épaisses et est remplacée par le pli parallèle de Dârou Kouh, Bawalor Kouh, etc.. et Sersuz Kouh. C'est dans le prolongement de ces montagnes, dans le triangle formé par les deux bras composants de l'Ab-é-Diz, que se trouve Kaliân Kouh, montagne très élevée ou je n'ai pas pu faire d'études approfondies, retenu que j'étais dans un ravin par l'hostilité des montagnards Issâvends. Je ne suis resté que 24 heures dans ces vallées, au moment où je désirais descendre l'Ab-é-Diz afin de relever les pays qui sont encore marqués en blanc sur ma carte de l'Elam. Ces 24 heures je les ai employées en négociations avec Aslan

Khan, le chef des Issävends, le Lour le plus sauvage de ces régions.

Quelques heures laissées libres par ces interminables discussions, à la suite desquelles j'ai jugé prudent de disparaître de nuit avec ma caravane, m'ont permis de relever la coupe suivante (fig. 89) dans la vallée qui sert de repaire à ces bandits, au pied septentrional de Kaliân Kouh.

A<sub>1</sub>. Alluvions anciennes, composées de galets roulés et de sables jaunes agglomérés.

A<sub>2</sub>. Alluvions récentes fines, humus, lits de sable.

C<sub>1</sub>. Calcaires gris, alternant avec des marnes de même couleur. Ces roches du Permocarboniférien sont bitumineuses, très fossilifères, elles renferment *Pseudophillipsia* cf. *elegans* (Gemmellaro), *Nautilus* cf.



Fig. 90.

*tuberculatus* (Abich), *Bellerophon* cf. *Squamatus* (Waagen), *Murchisonia cunjugens* (Waagen), *Evomphalus* sp., *Productus striatus* (Fischer), *Orthothetes crenistria* (Phil), *Spirifer lineatus* (Martin), *Spirigerella grandis* (Davidson), *Amblysiphonella*, *Fusulinella sphaerica* (Abich), *Fus. lenticularis* (Douvillé).

G<sub>1</sub>. Grès jaune à ciment calcaire, renfermant quelques rares brachiopodes à l'état de moules.

La grande montagne Kaliân Kouh, dont la hauteur est d'environ 4.000 mètres, est composée des mêmes assises de terrains paléozoïques.

La coupe suivante (fig. 90) donne le détail des couches C<sub>1</sub>.

a. — Calcaires gris avec brachiopodes.

b. — Argile verdâtre feuilletée, sans fossiles.

c. — Alternances de calcaires gris et de schistes verts, sans fossiles.

d. — Argile verte, sans fossiles.

e. — Calcaire gris avec fossiles siliceux.

- f.* — Argile verte sans fossiles.  
*g-h.* — Calcaires gris fossilifères.  
*k.* — Argiles vertes sans fossiles.  
*l.* — Bandes de rognons schisteux.  
*m.* — Argiles fines verdâtres sans fossiles.  
*n.* — Calcaires gris sans fossiles.

Au nord de Kaliân Kouh, du côté de Ziba, sont d'immenses d'alluvions

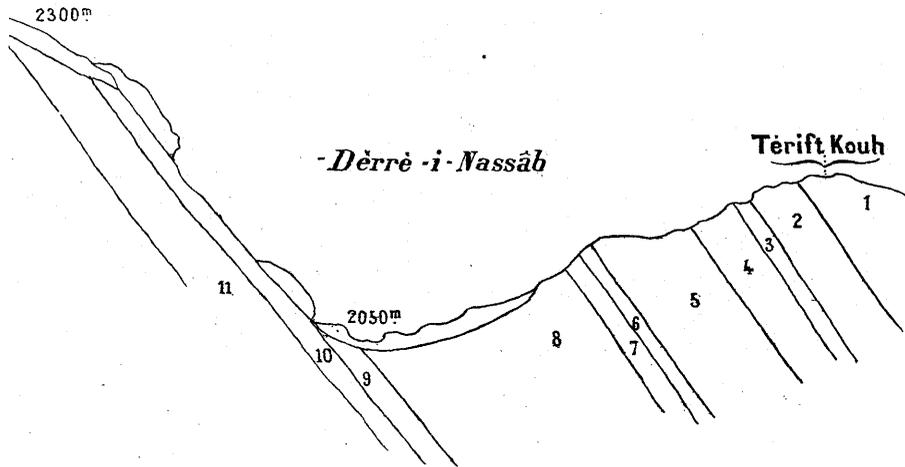


Fig. 91.

où les rivières se sont creusé un lit profond. Le plus curieux de ces cañons est celui dit dans le pays Teng-é-Ziba ; il est coupé dans les alluvions que je désigne par A<sub>1</sub> dans ma coupe prise au nord de Kaliân Kouh (fig. 89).

*Dèrrè-i-Nassâb.* — Ce vallon est situé sur la rive droite de Top-é-Kazab, affluent de l'Ab-é-Diz, il est au pied de Hachtâd pahlou Kouh, grande montagne du milieu du Louristân. J'y ai relevé la coupe suivante (fig. 91) :

1. — Marnes grises très friables.
2. — Calcaires blanchâtres renfermant des marnes indéterminables.
3. — Marnes ou argiles jaunâtres.
4. — Poudingues à ciment ferrugineux, bruns rouge.

5. — Mêmes poudingues plus fins, presque noirs.
6. — Poudingues verts sans fossiles.
7. — Sables caillouteux verts, sans fossiles.
8. — Sables agglomérés bruns, sépias et rouges.
9. — Calcaires blancs très compacts, avec moules indéterminables.
10. — Calcaires très friables, blancs, avec fossiles, *Cypræa*, *Xenophorus*, *Conus*, *Voluta*, *Rostellaria*, *Echinides*. Ces couches semblent appartenir au Lutétien.

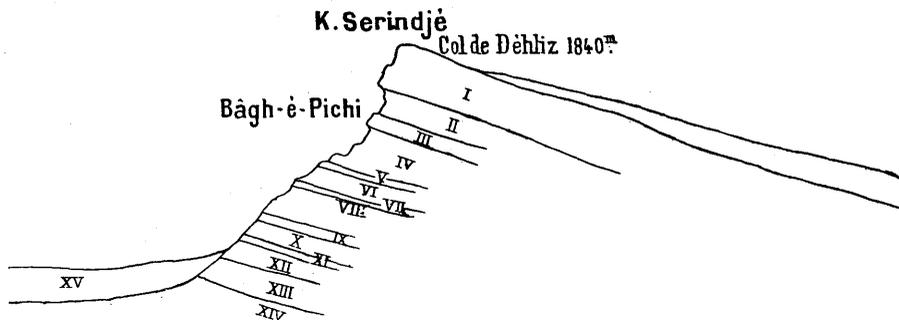


Fig. 92.

11. — Calcaires compacts blancs avec très rares moules de fossiles. J'avais rapporté une petite série de ces fossiles mais elle s'est trouvée perdue en voyage.

*Col de Deh-Liz.* Le col de Deh-Liz (alt. 1.840 m.) est l'un des plus importants du Louristân septentrional. Il se trouve situé sur la route entre Khorremâbâd et Dizfoul, au sud de Nassrâbâd. J'y ai relevé la coupe suivante (fig. 92) :

- I. — Calcaires marbres blancs, sans fossiles.
- II. — Grès rouges, sans fossiles.
- III. — Argiles grises sableuses, sans fossiles.
- IV. — Grès rouge, sans fossiles.
- V. — Calcaires marneux avec brachiopodes.
- VI. — Marnes sans fossiles.
- VII. — Calcaires marneux fossilifères.
- VIII. — Marnes sans fossiles.
- IX. — Grès sans fossiles.

X. — Marnes sans fossiles.

XI. — Grès marneux sans fossiles.

XII. — Marnes sans fossiles.

XIII. — Argiles noires sans fossiles.

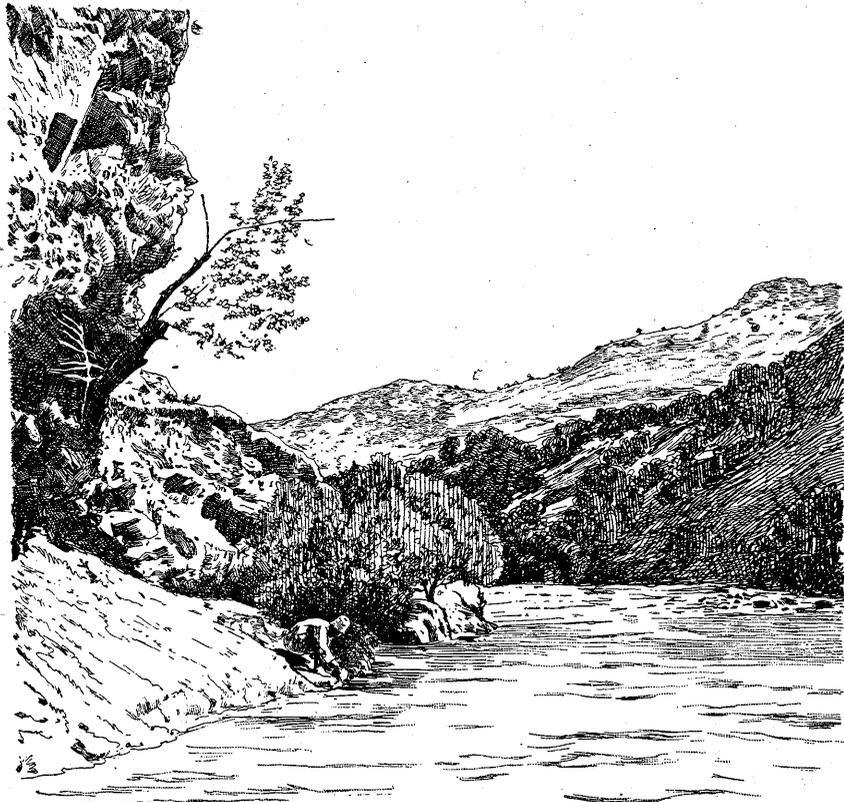


Fig. 93.

XIV. — Argiles noirâtres et brunâtres sans fossiles.

XV. — Alluvions modernes.

De même que les fossiles provenant de Derrè-i-Nassâb, les collections recueillies au col de Dehliz ont été perdues. Cette région est inabordable depuis 1891, par suite de l'insécurité qui règne dans cette partie du Louristân (1905).

*Top-è-Kazâb, gisements de bitume.* — La vallée de Bouroudjird déverse ses eaux dans la Susiane par une rivière très rapide, le Top-é-

Kazâb (fig. 93), qui coupe normalement toutes les montagnes du Louristân pour aller passer à Dizfoul et de là, sous le nom d'Ab-é-Diz, rejoindre le Karoun. C'est dans un de ces défilés, au pied d'une cascade, dans les contreforts de Kouh Tchahak que se rencontrent les sources bitumineuses.

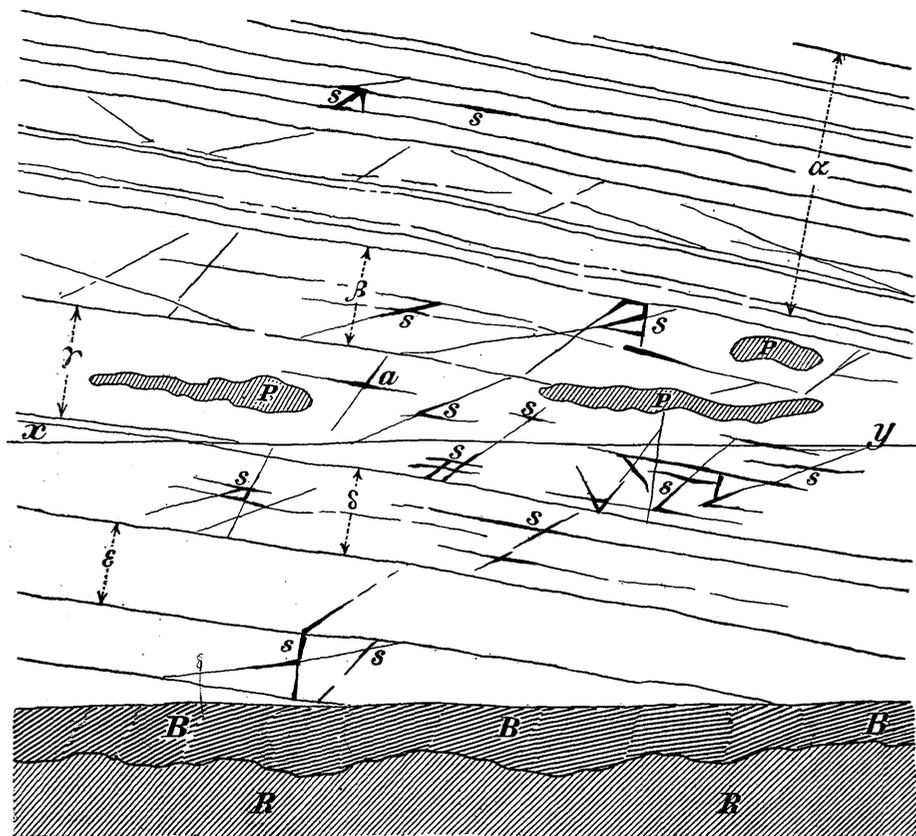


Fig. 94.

La coupe suivante (fig. 94) est fournie par la rivière elle-même qui a taillé son lit dans les roches où elle tombe en cascades. Le bitume sort des lits du rocher et de toutes les failles qui les recoupent en tous sens ; il s'accumule au fond du cours d'eau où il occupe une épaisseur de 0<sup>m</sup>,50 à 1 mètre, suivant les points considérés. Ce bitume est très malléable ; les Lours l'exploitent quelque peu pour en porter chaque année

un petit nombre de charges de mulet au bazar de Bouroudjird. Ils cachent avec soin le lieu d'où ils le tirent, craignant que le gouvernement persan, en établissant là une industrie, ne vienne troubler leur indépendance. Les détails de la coupe (fig. 94) sont les suivants :

- α. — Alternances de marnes grises feuilletées et de calcaire en rognons.
- β. — Calcaire gris compact.
- γ. — Calcaire noduleux compact gris.
- δ. — Calcaire compact gris.
- ε. — Calcaire marbre très compact gris.
- σ. — Points de suintement du bitume.
- α. — Source sulfureuse.
- P. — Alluvions prises dans du bitume. Cavités dans la roche.
- B. — Bitume en couche molle au fond de la rivière.
- R. — Rocher du fond de la rivière.
- x, y. — Niveau des eaux au 7 août 1891.

Je n'ai examiné qu'un seul point de ces intéressants gisements, mais il est certain qu'ils s'étendent au loin sur le cours de la rivière, comme dans les montagnes voisines, et que leur exploitation serait une grande source de richesse pour le pays.

Au cours d'une exploration aussi rapide, au milieu de populations souvent fort dangereuses, mes études géologiques ne pouvaient être bien complètes. De plus, le transport des collections était souvent fort difficile; il m'est arrivé de faire les étapes à pied après avoir chargé mon cheval de selle de mes fossiles. On comprendra donc aisément pourquoi il existe dans cette étude bien des lacunes, bien des observations incomplètes. J'espère que le lecteur me tiendra compte de toutes ces difficultés et qu'il considérera ce travail comme un aperçu des découvertes à faire dans le Louristân et non comme une monographie de ces pays.

Au Poucht-é-Kouh les terrains crétacés sont largement représentés depuis l'Aptien jusqu'au Sénonien supérieur et offrent une faune nombreuse; l'exploration détaillée de ces montagnes produirait certainement des trésors paléontologiques. Il en est de même de la zone qui

s'étend entre Khorremâbâd et les défilés de Gherrâban, la richesse en fossiles de ces régions est très grande, on y retrouve toute la série crétacée et en particulier le Maëstrichtien supportant l'éocène inférieur.

Quant aux pays compris entre la rivière Top-é-Kazâb et le Karoun, je ne puis en juger, mon séjour dans ces montagnes a été trop tourmenté; toutefois j'ai lieu de croire que les couches fossilifères du nord se retrouvent au sud et que ces régions méritent une attention spéciale surtout en ce qui concerne les terrains paléozoïques.

Avant que de terminer cette étude sur la géologie de la Perse, je donnerai une liste des substances minérales qui s'y rencontrent dans le commerce. J'ai noté avec soin le nom arabe et persan de chaque substance. Je me suis aidé dans la rédaction de cette liste des nombreux renseignements qu'il m'a été possible de recueillir dans les diverses villes.

Cette liste est très incomplète, elle donne simplement une idée de la richesse minérale de la Perse, sans avoir la prétention de la décrire; elle indique quelles sont les substances que l'Iran reçoit de l'étranger. Mais elle montre aussi quelles inépuisables richesses renferment le plateau persan et ses montagnes. Le gouvernement du Chah pourrait, s'il le voulait, exploiter la plupart de ces mines et rendre ainsi la Perse indépendante du reste du monde au point de vue métallurgique.

#### NOTE SUR QUELQUES MÉTAUX ET MINÉRAUX DE LA PERSE

*Acier de cémentation.* — فُورَالَاد « foulad », fabriqué dans plusieurs villes de la Perse, à Téhérân, Tabriz, Ispahân, Chirâz, au Mazandérân.

*Acier fondu.* — خُشَكَه « khoch kèh », importé de Russie par le nord de la Perse et d'Angleterre par Bender-é-Bouchir.

*Agate.* — عَقِيْق « 'ègig » ou « 'ékik ». Ce minéral se trouve au Khoracân et à l'état de galets roulés dans les alluvions du plateau persan.

*Agate rubanée ou Onyx oriental.* — سِنَك سَلِيْمَانِيَه « Seng-é-

Soleïmaniyeh », pierre de Soleïmaniyeh; حَجْرُ بَابَا قُورِي « Hedjer-é-Baba Qouri ». Sert d'amulette et est importée, à cet effet, du district de Soleïmaniyeh près de Bagdad.

*Amiante.* — پِنْبَه كُوْهِي « pembèh-é-kouhi » coton de montagne. Cette substance est d'importation étrangère, elle est d'ailleurs peu employée.

*Argent.* — نَقْرَه « noqhreh » ou « nogrèh ». Ce métal se trouve dans les minerais de plomb (galène), on n'en connaît pas d'autres gisements en Perse.

*Asphalte.* — قِير « qirè » ou « girè »; زَفْت رُومِي « zelt-é-Roumi »; مَومِيَاي « moumiai ». Zelt-é-Roumi indique par son nom même sa provenance de Turquie; moumiai est un qualificatif égyptien indiquant que cette substance se rencontre dans les momies.

En Perse l'asphalte est abondant, on en rencontre dans la province du Fars près des localités de Bèhbehan, Naçégoun, Teng-é-Togàb, Daràb et Djàroun. Il se présente là sous forme de suintements dans les rochers. Dans les provinces de Chouchter et de Dizfoul on exploite l'asphalte de même qu'à Géreldjèk, près de Zendjân, et à Top-é-Kazàb, dans le Louristân, septentrional. On signale son existence sur les bords du lac d'Ourmiah et à Tunékàboun, au Mazandérân, mais il n'y est pas exploité. A Kirmanchahân il en vient sur le marché, provenant, dit-on, d'une mine importante qui se trouve dans les montagnes à quelques farsaks de cette ville.

*Aventurine.* — حَجْرُ الْبَرْق « hedjèr-èl-bèrq », pierre importée de l'étranger employée dans la bijouterie.

*Béryl (Aigue marine).* — يَاقُوتِ اَزْرَق « iaqout ezreq » ou « ezreg », pierre importée de l'étranger employée dans la bijouterie.

*Bronze.* — مَفْرَك « mèfrèk ». Alliage très anciennement connu en Perse, on le trouve dans les dolmens du Talyche, dans les ruines de Suse, etc.

*Charbon de terre.* — زَغَالِ سِنَك « zoghâl-é-seng ». La houille est abondante en Perse. Il en existe un gisement important à Hivè à 60 kilom. environ de Téhérân, sur la route de Kazvin, un autre à 35 kilom.

de la même ville dans la direction du Mazandérân. Au Ghilan, entre Mendjil et Fildeh sur les rives du Chah roud, sont des affleurements de charbon de terre. On rencontre encore la houille à Iolu dans la vallée du Nour roud au Mazandérân, près de Chour-âb entre Gom et Nachan, à Guzèr près de Zendjân, et sur beaucoup d'autres points du nord de la Perse. Les gisements voisins de Téhérân ont été exploités pendant ces dernières années avec quelque succès ; tous ces gisements appartiennent au Rhétien.

*Cuivre.* — مس « mès ». Le cuivre est très abondant en Perse. Les principaux gisements sont : Taché (prov. d'Asterâbâd), sur la route qui, par la vallée du Châh roud, mène de Radakan à la ville de Châh roud (gisements inexploités). Dans le district de Zendjân (cuivre pyriteux et malachite), près de Binamar entre le Talyche et Herâbâd (malachite et veines de cuivre natif), dans le district d'Agævlèr entre Hassavar et Binamar (cuivre natif et cuivre pyriteux). Près du lieu dit Ab-i-Gèrm à deux ou trois kilomètres de Binamar (gites exploités dans l'antiquité), à Qara Qalèh près de Mianèh (mines abandonnées), près de Seïdjan au Qara daghi, sur la rive gauche du Sarmesaglou entre Astâmal et Ardâbil, (cuivre oxydulé et cuivre natif), dans les montagnes de Zend au sud-est de Tauris (cuivre pyriteux et arsenical), près de Khor à une demi journée de Téhérân, au lieu dit Alengouch Roudbar (cuivre pyriteux). Au Kirman on rencontre d'énormes amas de scories laissées par les fondeurs de l'antiquité ; à la refonte elles donnent de 7 à 8 0/0 de métal. Au Khoçân sont de nombreux gisements qui ne sont exploités que fort mal ; il en est de même des gites d'Herenz près d'Ispahân, sur la route de Yezd. Dans le Louristân et les Baktyaris sont de nombreux gisements de cuivre qui fournirent jadis l'Elam de métal.

Bien que fort riches et très nombreuses, les mines de cuivre de la Perse ne fournissent pas à la consommation du pays ; elles sont à peine exploitées et tous les cuivres de Perse viennent de Russie.

*Diamant.* — الماس « elmas ». Gemme étrangère à la Perse, on l'importe des Indes ; les Persans l'emploient pour la bijouterie et sous forme de poudre comme poison. Le diamant porté au cou en amulette protège, au dire des indigènes, contre les attaques et les effets de la peur.

*Eaux minérales.* — Les sources minérales et thermales sont très nombreuses dans toutes les provinces de la Perse. Il serait impossible d'en faire l'énumération complète; je ne citerai que les plus remarquables.

*Eaux ferrugineuses.* — آب زاجی « ab-é-zadji ». Au village de Livan (massif de l'Elvend), à 36 kilom. de Tauris; ces eaux, qui jaillissent à 2.245 m. d'altitude, renferment en grandes proportions du carbonate de chaux et de l'oxyde de fer; elles sont chaudes à Ya'ali Gombez, entre Kazvin et Mendjil, Ab-é-Nemek Gombez, entre Kazvin et Rècht dans la montagne, près du défilé de Gèlèch, à la source Chapy près d'Asterâbâd, dans la vallée du Lar, près d'Amârat.

*Eaux ferrugineuses gazeuses.* — آب آهن جوشان « ab-è-âhèn djouchân », dans le massif du Sahend, au sud de Tauris, au pied du mont Nédili. Ces eaux laissent des dépôts considérables de carbonate de chaux, de silice et d'oxyde de fer, elles sortent de terre chaudes.

*Eaux minérales gazeuses.* — آب جوشان « ab-é-djouchân ». Se rencontre à Livân au dessus de la source ferrugineuse, à Mouchambar au nord-est de Sohroul sur la route de Tauris, à Astamal dans le Géréddj daghi, à la source dite Iagout Polagh (des émeraudes) entre Siyan Qal'è et Takht-i-Soleïman. Ces eaux sont très effervescentes, à la source d'Ask au pied du Démâvend.

*Eaux minérales salines.* — شوراب « chour-âb », source Gendab, dont les eaux sont très riches en sulfate de magnésie; elle est située dans l'Elbourz près de Teñg-é-Chemchir-Bar, source de Seng-é-Sar dans la province de Semnon. L'eau dite Chour-âb dont le cours est situé à 40 ou 50 kilom. de Téhérân sur la route de Koum, prend sa source dans l'Elbourz et se perd dans le désert. Ces eaux sont riches en sulfate de soude. Au Khorâçân, on rencontre aussi bon nombre de sources de cette nature, parmi lesquelles une source située près du village de Aq-Tach dans les contreforts d'Allah-Akber Kouh, district de Derrè-Ghèz, à 80 kilom. environ de Gotchân.

La plupart des cours d'eau de la Perse renferment des sels en proportion plus ou moins élevée; c'est à la salure des rivières qu'on doit

l'existence du désert salé de l'est de l'Iran. Les lacs d'Ourmiah, de Chiraz, etc... voient leur salure s'accroître de jour en jour.

Presque toutes les sources qui, sur le bord occidental et méridional du plateau persan, sortent des sédiments tertiaires, fournissent des eaux salées.

*Eaux sulfureuses.* — اب کبریت « ab-è-kébrit », source Vezoun à 50 kilom. d'Ispahân sur la route de Yèzd; source Kélat-é-Hadji Qalè à 3 kilom. de Gotchân au Khoraçân; source située à 12 kilom. de Radgan, village situé à mi-chemin entre Gotchân et Mesched au Khoraçân; source de Tunékâboun à 16 heures de marche de Lahidjan sur la route de cette ville à Amol; sources d'Amârat et de Kiâloubend dans la vallée du Lar, au Mazandérân; source dite Sérgecht au nord-ouest de Kazvin avant d'arriver à Mazra'a sur la route de Kazvin à Mendjil; source de Livan, située dans une île formée par la rivière Wasmich en amont de la source ferrugineuse de cette localité; source Sofian près du village du même nom sur la route de Tauris à Djoulfa; source de Kouchdji, au sud du village du même nom à 8 heures d'Ourmiah, cette source sulfureuse renferme également une grande quantité de sulfate de magnésie; sources de Serdavar près d'Ardébil au pied du Savalân; l'une d'elle le Gotter Sou (l'eau des galeux) est chaude et renferme de l'acide sulfurique, ses eaux rongent les tissus; source Kouloungin près du village du même nom à 60 kilom. environ de Lar, village arménien du district de Kérégan; source dite Minéralnié voda (les eaux minérales) près de Lenkorân (Talyche russe), au pied de la montagne; rivière de Kélatèh au Poucht-é-Kouh.

*Émeraude.* — زمرد « zomorrod ». Gemme employée dans la bijouterie, étrangère à la Perse.

*Fer.* — حَدِيد (arabe) « hadid »; (persan) آهن « ahèn ». Ce métal est très abondant dans toute la Perse, dans les districts de Khalkhal et de Nour. Les hématites brunes sont exploitées et traitées au four catalan, à Ma-soula et à Madjèlân (Khalkhal). Au Ghilan et au Mazandérân les gisements de fer sont très nombreux, mais c'est à peine s'ils sont exploités. Sur les pentes septentrionales du Geredj daghi, près du village de

Masouli, on rencontre d'importants gisements de fer oligiste, de limonite et d'oxyde de manganèse; près d'Ahar au Qara dagh, et d'Engèrt (Geredj daghi) sont des gîtes considérables inexploités. A Gerech Kèh sont des masses énormes de fer arsénié, des limonites rouges et brunes et de l'hématite. Il en existe également entre Soultanièh et Kazvin. A Kirman sont des collines entières composés d'hématite rouge; près de Téhérân même, au château de Tawchan tépé on rencontre des minerais de fer. L'île d'Ormuz, dans le Golfe Persique, n'est qu'un amas de minerais ferrugineux très riches.

Cette énumération ne renferme qu'un petit nombre de gîtes de fer importants, il en est beaucoup d'autres; malheureusement aucun, même ceux du Mazandérân (Amol) n'est exploité d'une façon sérieuse. Dans le plateau persan et les pays arides ce fait s'expliquerait par le manque de combustibles pour traiter les minerais, mais au Ghilan et au Mazandérân cette excuse n'est même pas admissible.

*Galène.* — معدن سرب « ma'dèn-é-sorb ». Ce minéral se trouve aux environs de Téhérân, au lieu dit Bibi-cháhr-banou, dans des filons quartzeux traversant des schistes argileux; près de Tauris dans le Kouh-é-zend; au Kurdistan de Moukri, entre les villages d'Aghadj et de 'Alem-zámín près de Saoudj-boulaq; dans le massif montagneux de Takht-i-Soleïman (Kurdistân); dans le district de Zendjân et dans l'Elbourz au nord de Téhérân. Toutes ces galènes sont argentifères, elles ont été jadis très activement exploitées, mais sont aujourd'hui presque toutes abandonnées.

*Grenat.* — رواق « révaq » ou « révagh ». Cette pierre, très usitée dans la joaillerie, est importée des Indes.

*Mercure.* — زييق « zeybeq »; جيوه « djiveh ». Ne semble pas exister en Perse à l'état naturel. Tout le mercure consommé dans le pays est importé d'Europe.

*Jaspe oriental (héliotrope).* — يشم خطاي « yèshm khéthai ». Cette pierre est exportée de Chine comme son nom l'indique.

*Jade oriental (néphrite).* — يشم سبز « yèchmsèbz » (jaspe vert). Cette pierre est importée de Chine et de Sibérie, elle est employée dans la joaillerie.

*Kaolin.* — خاک چینی « khak tchini » (terre de Chine). Il existe des gisements de kaolin dans le Kurdistan de Moukri et dans les montagnes situées à l'ouest d'Ourmiah, on en cite également un près de Kirmanchahân; aucun n'est exploité.

*Lapis lazuli.* — لاجورد اصل « lèdjeverd-i-Asl ». On trouvait autrefois, dit-on, la lazulite aux environs de Kachan et elle était l'objet d'un commerce important. Il n'existe plus aujourd'hui de traces de ces mines, on ne pratique plus aujourd'hui dans cette localité que l'exploitation du minerai de cobalt. On affirme qu'il existe entre Yezd et Ispahân, près de Koulpa, une veine épaisse de lapis lazuli connue seulement des bergers de la montagne qui en apportent parfois des morceaux dans les villes. L'usage du lapis lazuli comme gemme est extrêmement ancien dans les régions voisines de l'Iran et en Perse. On connaît bon nombre de cylindres chaldéens, susiens et achéménides faits de cette matière. Au Khoracân on la porte encore en amulettes qui, dit-on, jouissent de vertus particulières. Ces pierres viennent de Boukhara et portent le nom de لاجورد بداخشی « lèdjéverd-i-Bédakhchi ».

*Lignite.* — Sans nom en persan, se rencontre dans le district de Tunékâboun près du village d'Aspitchin. On faisait jadis en cet endroit des objets de jayet qu'on nommait شیاوه « chiâwèh ».

*Malachite.* — مرمر سبز « mèrmèr sèbz » (marbre vert). Rare en Perse, se trouve cependant en petite quantité au Khoracân.

*Manganèse.* — سیا شیشه کران « siâ shishèh kerân », مگنسیا « magnisa », بنک سیا « benk-é-siâh » « siâh chichèh gérân ». Peu abondant en Perse. Il en existe quelques gisements en Azerbeidjân.

*Marbre.* — مرمر « mèrmèr ». Marbres verts aux environs de Yèzd, près d'Ourmiah. Marbres blancs près de Kazvin, de Serdècht, près de Kachan, marbres gris dans tout le Louristân septentrional et le Kurdistan méridional.

*Étain.* — قلع « qal'âi », قصدیر « qasdir », قردیر « qazdir » (arabe). Ces deux derniers noms proviennent du sanskrit « kastirâ », grec κασσίτερος. Le premier nom قلع est fort répandu en Asie, on le retrouve dans tous les dialectes de Sibérie et du Caucase. Son origine est inconnue. L'étain

est signalé dans le Geredj daghi près d'Engert, à 25 kilomètres environ de Tauris; il aurait été exploité par un Anglais, sir Robertson (Capt. Rich, Wilbraham, *Travels in Transcaucasian provinces*, 1839, p. 75). On a prétendu également qu'il existait des gisements d'étain au Khoraçân, mais je n'ai pu retrouver les moindres indications sur ces mines.

Les gisements d'Azerbeïdjân sont très limités d'après les haldes qui les avoisinent : on peut conclure que leur exploitation n'a jamais été bien importante.

Les Persans désignent parfois l'étain par le mot Halébi du nom de la ville d'Alep d'où il était jadis exporté dans l'Iran. Actuellement les étains consommés en Perse viennent, par Bender Bouchir, de la presqu'île de Malacca.

*Naphte.* — نفت « nèfth ». Les Persans ne connaissent le pétrole raffiné que depuis l'installation des usines de Bakou, ils lui ont donné le nom qu'il porte en Russie. Les principaux gisements d'huile brute sont à Kend-é-Chirin, district de Zohâb et près de Ram Hormuz (Arabistan); on en trouve également à Tunékaboun (Mazandérân), dans la province d'As-terâbâd, près de Yezd, dans le Kurdistân et le Louristân.

*Or.* — طل « théla », ذهب « zéhèb ». L'or natif est très rare en Perse, on le rencontre dans le lit de quelques ruisseaux au Kurdistân, au Khoraçân et dans le Qara daghi, près de l'Araxe. Une grosse pépite a, dit-on, été trouvée dans le lit du Séfid roud.

*Plomb.* — سرب « sorb ». Voyez Galène.

*Pierre ponce.* — سنگ پا « seng-é-pâ ». Abondante dans le district de Koupa entre Yezd et Ispahân, à l'Ararat, au Savalan, au Sahend et au Démavend.

*Porphyre rouge.* — سنگ سباق « seng-é-somâq ». Se trouve en Azerbeïdjân dans les contreforts des montagnes du Kurdistân et au Talyche.

*Quartz.* — سنگ چینی « seng-é-tchini ». Roche très abondante en filons dans toute la Perse. Son nom semblerait indiquer que, pour un temps, elle fut apportée de Chine.

*Rubis.* — یاقوت آتشی « yakout-âtèchi » (saphir de feu), gemme étrangère à la Perse.

*Saphir.* — ياقوت لاجوردی « yakout lèdjéverdi », ياقوت كبود « yakout kéboud ». Pierre étrangère à la Perse, importée de Ceylan.

*Soufre.* — کبریت « kébrit » (arabe), کوکرد, « gougerd » ou « koukerd », abondant au Démavend et au Savalan ; au sud de la Perse, on l'exploite aussi à Kiamir à l'ouest de Bender 'Abbas.

*Sel marin.* — نمک « némèk » sel gemme, نمک ترکی « némèk torki ». Cette substance est très abondante dans toute la Perse sauf au Ghilan et au Mazandérân ; les principales mines sont : Karoum (au nord de Yezd), Sèfiâbâd (district de Khérégan en Azerbeïdjân), à 2 h. 1/2 de Tauris sur la route de Djoulfa, à 2 h. 1/2 de Dahâb sur la route d'Ispahân à Chirâz, au lieu dit Kouh-é-Nemek, à Nemek Kôlo, près de Khorrem-âbâd (au Kurdistan), près de Nichabour (Koraçân). Dans ces mines, le sel est très pur, mais il existe une grande quantité de gisements où il est mélangé aux sels de magnésie et de potasse.

*Chrysolithe.* — زبرجد « zèbèr-djèdè ». Gemme étrangère à la Perse.

*Argile réfractaire.* — گل بوتّه « gèl-boutèh ». La meilleure argile réfractaire de Perse se trouve auprès de Kazvin. Près de Téhérân, à Bibichahr-bânou, on en rencontre également, mais elle est très ferrugineuse.

*Topaze.* — زبرجد هندی « zèberdjed hindi » ; ياقوت زرد « yakout-é-zerd » (émeraude jaune). Pierre étrangère à la Perse, est importée des Indes comme l'indique son nom ربرجد هندی.

*Zinc.* — روی « rouï ». Il existe un grand nombre de filons de blende en Perse, mais aucun d'eux n'est exploité ; le zinc consommé dans le pays est importé d'Europe.

*Ambre jaune* (succin). — کهربا « kahréba ». Minéral importé de Russie.

*Laiton.* — برنج « bérendj », alliage importé d'Europe.

*Turquoise* (pierre originaire de Perse, mais qui jadis venait en Europe par la Turquie). فیروزه, « firouzeh » ou پیروزه « pirouzèh ». Les principales mines sont au Khoracân, au village de Ma'den (les mines) à une altitude de 1.260 mètres, à 40 kilomètres environ de Nichabour ; on y rencontre la turquoise sous forme de rognons dans des couches argileuses. Il existe aussi, dans le même district, d'autres mines dites « nouvelles », mais dont les produits sont moins estimés des Persans.

L'énumération qui précède quoique bien incomplète par suite de l'état absolu d'abandon dans lequel se trouvent les richesses minérales de la Perse, donne cependant une idée des ressources dont dispose l'Irân et dont il ne fait aucun usage.

Les combustibles sont relativement très abondants, car au Mazandérân, au Ghilân et dans le Kurdistan on rencontre de vastes forêts. La houille et les lignites se trouvent dans toutes les parties de la Perse et le pétrole sort de terre au Mazandérân, au Kurdistan et dans les environs de Chirâz et de Yezd. La Perse est donc riche en combustibles, de ce côté elle n'éprouverait pas de difficultés dans les entreprises métallurgiques.

Les principaux métaux, le fer, le cuivre, le zinc, le manganèse, le plomb et l'argent existent en nombreux gîtes dans les différentes provinces et souvent même leurs minerais sont voisins des gisements de combustibles.

Les matériaux de construction sont communs partout, marbres, albâtres, schistes ardoisiers, granites ; malheureusement la paresse des habitants est telle qu'aucune de ces matières n'est utilisée.

Il est difficile de concevoir dans une région où jadis, sous les Achéménides, les Parthes et les Sassanides toutes les richesses minérales ont été mises en valeur, que l'industrie soit tombée si bas.

---



# APPENDICE

---

## LA SUSIANE

### LE PAYS DES BAKHTYARIS ET LES ENVIRONS D'ISPAHAN.

Cette dernière partie de mes études géologiques sur la Perse ne devait pas être imprimée dans ma « Mission de 1889-91 », le voyage qui m'a permis de faire ces recherches n'ayant été effectué qu'au cours de l'été 1898. Cependant, la publication du premier mémoire ayant été ajournée, j'ai pensé qu'il serait bon de donner sommairement, dans le même ouvrage, tous les résultats de mes investigations dans les pays iraniens jusqu'en 1900.

J'ai publié en 1900, dans le tome I des « Mémoires de la Délégation en Perse du Ministère de l'Instruction Publique » une longue étude sur les alluvions récentes de la Chaldée et de la Susiane. Je ne reviendrai donc pas sur les détails de ce sujet, mais il semble utile d'en rappeler ici les grandes lignes, ayant de parler des monts Bakhtyaris qui limitent au N.-E. et à l'E. la grande plaine élamite.

La steppe d'Arabistan est aujourd'hui coupée en deux parties par une chaîne de collines sensiblement dirigée du N.-W. au S.-E. et formant le prolongement de la montagne dite Djébel Hamrîm, dernier pli apparent du Jura Persan (Poucht-é-Kouh et Louristân) vers la dépression chaldéenne.

Djébel Hamrîn coupe le Tigre vers le 35<sup>e</sup> parallèle, venant des montagnes de Sindjar. Il rencontre la Kerkha vers 31°30' de latitude après avoir, sur une distance de 600 kilomètres environ, longé la chaîne iranienne, puis, traversant la Susiane, il va rejoindre les monts du Farsistân pour se perdre dans leurs nombreux plis.

Djébel Hamrîn est une chaîne de fort peu d'importance par sa section ; sa hauteur au-dessus de la plaine ne dépasse pas une centaine de mètres, sa largeur atteint à peine deux ou trois kilomètres.

C'est par leur extrême régularité en direction que ces collines sont remarquables, elles se composent de couches tertiaires, appartenant probablement à la fin du Miocène, servent de limite aux gypses et en même temps aux nappes de pétrole et de bitume dont les affleurements se rencontrent à Kerkouk, près de Kasr-é-Chirin, au Poucht-é-Kouh, près de Béyat, entre Chouster et Beibahân etc.....

En Susiane, le pli de Djébel Hamrîn se présente sous forme d'une ligne continue de pointement rocheux au milieu des alluvions récentes. Le Kâroun le traverse en rapides à Nasserî-Ahwaz ; il divise la Susiane en deux bassins.

Nous savons d'une manière précise qu'à l'époque d'Assourbanipal, c'est-à-dire au VII<sup>e</sup> siècle avant notre ère, les flots du Golfe Persique venaient battre en Susiane quelques-uns des rochers de Djebel Hamrîn ; le Kâroun avait son delta non loin, en aval, du site actuel de Nasserî-Ahwaz ; le Tigre, l'Euphrate, la Kerkha et le Kâroun n'étaient pas encore réduits au rôle secondaire d'affluents du Chatt-el-Arab. Ils avaient leurs embouchures distinctes et le Chatt-el-Arab n'existait pas encore.

Tout ce qui est situé au S. W. de Djébel Hamrîn dans l'Arabistân est de formation récente ; les ruines qu'on y rencontre appartiennent toutes à l'époque sassanide (du III<sup>e</sup> au VII<sup>e</sup> s. ap. J.-C.) et nous ne trouvons le nom de Basrah que sur les monnaies des tout derniers rois de cette dynastie et sur celles des premiers khalifes arabes, ou mieux de leurs officiers.

Il en est tout autrement de la plaine qui s'étend en amont de Djébel Hamrîn jusqu'aux derniers contreforts des monts Loures et Bakhtyaris : là sont les ruines les plus anciennes avec leurs couches à silex taillés néolithiques, peut-être antérieures aux dixième millénium avant nous.

Ces alluvions sont fines, légèrement argileuses, sans cailloux ni galets ; on peut les étudier dans les berges du Kâroun, elles renferment deux héliciens vivant encore dans le pays et quelques bulimes apportés des montagnes, des melanopsis dont l'habitat ne dépasse guère la plaine, des planorbes et des limnées venant des hautes vallées.

Ces alluvions, apportées par la Kerkha, le Balad-roud, le Kâroun, l'Ab-é-Diz, le Djerrahi ont peu à peu comblé le golfe, lui laissant l'horizontalité de la mer. Les divers cours d'eau ont creusé leur lit dans ces couches molles et portent aujourd'hui au Golfe Persique leurs limons qu'entraîne au loin le Chatt-el-Arab.

De suite après le soulèvement du plateau persan, le travail des eaux fut d'une incroyable brutalité. Il s'est traduit au pied de la chaîne par des couches de galets épaisses parfois de 3 et 400 mètres. Ces conglomérats on les voit au sortir de la Kerkha dans la steppe, à Dizfoul, à Chouster et dans toutes la partie septentrionale et orientale de la plaine susienne.

Au delà de ces bancs caillouteux commencent les couches sédimentaires relevées par le soulèvement de l'Iran. Ce sont des marnes, des argiles, des calcaires friables que j'attribue au Miocène, bien qu'on n'y rencontre pas de fossiles. Puis viennent les gypses d'une puissance dépassant parfois mille mètres, mais dont les plis s'étendent sur de longues heures de marche.

En aval des gypses, aucune eau n'est potable en dehors de celle des grands fleuves, les sources sont toutes salées, les ruisseaux amers, et souvent, sur le flanc des ravins, on voit de longues traînées neigeuses de sel.

La chaîne des Bakhtyaris est, à coup sûr, la plus importante de tout le sud de l'Iran : ses plus hauts sommets, le Zerd-é-Kouh entre autres, portent leur cime à plus de 5.000 m. au-dessus du niveau des mers et le Zèrd-é-Kouh est loin d'être seul, car, dans la région qui sépare le Lou-ristân du pays des Bakhtyaris, on voit encore bien des pics d'une altitude considérable.

Malheureusement l'exploration de ces montagnes est d'une extrême difficulté, les sentiers sont impraticables et les populations inhospitalières. En 1891, j'en avais tenté la visite; mais je dus rétrograder au moment où, près de Kaliân Kouh, je venais de découvrir d'intéressantes assises du permo-carbonifère. En 1898 je tentai de nouveau l'aventure en partant du pays des Bakhtyaris, mais je ne pus que traverser la chaîne en ne m'éloignant guère de la rive droite du Kâroun.

Le fleuve coupe normalement les nombreux plis de la chaîne, ses eaux bouillonnantes traversent des défilés où jamais l'homme ne s'est aventuré. Presque partout les vivres manquent et force est au voyageur de franchir rapidement ce chaos si intéressant, cependant, au point de vue géologique mais où il n'est pas possible de séjourner.

J'ai vu des couches verticales de marbres, des plis d'une ondulation parfaite, des renversements, tout enfin ce que la stratigraphie peut offrir de plus curieux. Ces couches sont écrasées, plissées, souvent même laminées les unes contre les autres, mais les fossiles y sont extrêmement rares.

J'estime, cependant, que les assises crétacées du Poucht-é-Kouh et du Louristân sont toutes représentées aux Bakhtyaris.

Grâce à la puissance des soulèvements, les terrains plus anciens apparaissent dans les défilés et dans les plus grandes vallées. Mais je n'y ai point trouvé de fossiles et mon opinion n'est basée que sur l'aspect des sédiments.

Je dois, toutefois, signaler une exception pour la rive droite du Kâroun; au lieu dit Mori, entre la vallée de Chirin-Bar et celle de Bazouft, j'ai rencontré quelques fossiles indéterminables dans un calcaire noirâtre. Un examen plus prolongé eût peut-être amené la découverte de fossiles mieux conservés.

A l'est, au delà du Zerd-é-Kouh, les montagnes s'abaissent vers le plateau iranien; là, malgré le mauvais état des couches, j'ai rencontré quelques échinides écrasés appartenant au terrain éocène. Cet horizon est probablement celui qu'on retrouve aux environs de Koum, entre Ispahân et Kachân, qu'en 1897 j'ai découvert à Dèrrè-i-Chahr dans le Kébir-Kouh (Poucht-é-Kouh) et en 1899 au col dit de Mollah-Ghiavan dans le même pli, mais plus au nord. L'Éocène joue un grand rôle dans les chaînes de montagnes comme dans tout le plateau persan; on en retrouve sans cesse des lambeaux.

Le chemin qui d'Ispahân à Chouster passe sur la gauche du Kâroun est plus aisé que celui de la rive droite; mais il présente aussi bien des difficultés pour les études, car l'eau fait souvent défaut et les points d'arrêt sont déterminés par les sources ou les cours d'eau. C'est ainsi

qu'entre Do-poulan et Djelil, j'ai dû ne rapporter d'un gisement des plus curieux que ce qu'il m'a été possible de récolter sans arrêter ma caravane. Dans cette localité on rencontre, sur une longueur de plusieurs kilomètres de route, des alternances de calcaires compacts renfermant de nombreux *Rudistes* et des marnes dures où abondent les *Loftusia*. Cette faune mériterait une étude spéciale, elle est d'une grande richesse, mais, ne m'attendant pas à la rencontrer, je n'avais pris aucune disposition pour camper dans ces montagnes arides ; j'en ai cependant rapporté.

Turoniens : *Præradiolites ponsianus*, *Pr. Trigeri*, *Radiolites Peroni*, *R. Morgani*, *Biradiolites lombricalis*.

Sénonien : *Biradiolites persicus*.

Campanien : *Polyptychus Morgani*, *Loftusia persica*.

Mon voyage n'avait pas, à cette époque, pour but spécial les recherches géologiques, je rentrais rapidement à Suse pour y reprendre mes travaux archéologiques.

L'exploration des environs d'Ispahân fut faite avec beaucoup plus de soin que celle du pays des Bakhtyaris. J'avais des loisirs et je me trouvais là dans un pays plein de ressources, malgré les distances énormes qui séparent les différents villages et la disette relative d'eau potable.

Ispahân se trouve situé sur le plateau, au pied des montagnes dont je viens de parler, au bord d'une plaine immense d'alluvions récentes.

Le Zayendeh roud, rivière qui descend du Zerd-é-Kouh, traverse la ville, puis, comme tous les cours d'eau du plateau, se perd rapidement, formant, au printemps, un lac salé au milieu d'une plaine aride et déserte.

De tous les cours d'eau de l'Iran, il en est bien peu qui atteignent la mer. Au nord le Kizil Ouzen (Séfid roud), grâce à son débit, franchit les monts Elbourz et vient verser ses eaux dans la Caspienne ; à l'ouest, le Gamas-âb coupe les montagnes loures sous le nom de Sein Mèrrè, traverse la Susiane sous celui de Kerkha et vient déboucher dans le Tigre par les marais de Hawizeh.

Les deux bras de l'Ab-é-Diz parviennent également au Kâroun au travers des chaînes loures ; mais ces quatre cours d'eau sont les seuls qui, nés dans le plateau persan, ne s'y perdent pas.

Les autres rivières forment parfois des lacs toujours amers ou se perdent dans les déserts salés, vestiges d'anciens lacs.

Quant aux limons récents, ils sont, comme de juste, presque toujours chargés de chlorures, de sulfates et d'azotates alcalins. Jamais ils n'ont porté de végétation, l'aridité du plateau persan est aussi ancienne que ce plateau lui-même. Dans le sud comme dans le nord j'ai étudié ces limons à maintes reprises. Jamais je n'y ai rencontré de *Cyclostomidés* ou de *Clausilies* dénotant par leur présence que jadis le plateau portait des forêts. Ces limons sont partout de même nature, ils remplissent toutes les vallées, reposant sur des couches plus ou moins épaisses de cailloux roulés et ne renferment que les héliciens vivant encore dans le pays.

En quittant Ispahân sur la route de Kachân, on traverse environ 100 kilomètres de cette plaine puis apparaissent les collines de Soh entièrement composées de sédiments paléozoïques, secondaires et tertiaires.

Le village lui-même est bâti sur un affleurement du Lias recouvert à droite et à gauche de la vallée par les assises jurassiques et crétacées.

Je n'ai rencontré que peu de fossiles dans les terrains inférieurs, je m'en rapporte pour leur identification à ce qu'en dit A. F. Stahl qui, quelques années avant moi, est venu dans ces parages. (Cf. Zur Geologie von Persien, ds. Petermanns, *Mitteilungen*, 1897.) Les relevés de Stahl méritent toute confiance. Ces assises n'ont que fort peu appelé mon attention, j'ai consacré mon temps au Crétacé inférieur, très développé au nord de Soh, et à l'Éocène.

Les couches crétacées plongent vers le nord sous un angle d'environ 35°, elles se présentent toutes avec une extrême régularité.

Ce sont des bancs de marnes et d'argiles grises, offrant une épaisseur variant entre 4 et 15 ou 20 mètres, et séparées entre elles par des bandes de calcaires marneux grisâtres dont quelques-unes sont très fossilifères.

J'ai rencontré dans ces couches qui appartiennent à l'Aptien ou à l'Albien inférieur le *Parahoplites Melchioris*.

A l'ouest de Soh et à 6 kilomètres environ, sont de grandes collines jaunâtres composées de bancs épais de calcaire éocène. Ces calcaires sont recouverts de marnes brunâtres et supportés par d'épaisses couches

de marnes et d'argiles renfermant, en très grand nombre, l'*Ostrea flabellula*. De toutes ces assises, les plus intéressantes par la faune qu'elles renferment sont les calcaires et les marnes supérieures; j'y ai rencontré les espèces suivantes<sup>1</sup> :

*Numm. laevigatus* et var. *tuberculatus*; *Assilina spira*, *A. subspira*; *Ovula* sp., *Cypraedia sulcosa*; *Terebellum convolutum*; *Xenophora* sp.; *Lucines* du groupe de la *L. Gigantea*; *Vulsella falcata*: *Velates*, cf. *Schmiedeli*; *Ostrea flabellula*; *Cardium* sp.; *Cardita* sp.; Crustacés; *Serpula* sp.; *Conus* sp.; *Arca* sp.; *Voluta* sp.; *Fusus* sp.; *Cerithium*, cf. *Giganteum*; *Conoclypeus*.

Malheureusement les gisements fossilifères sont fort éloignés des sources et des cours d'eau; les recherches y sont pénibles, car chaque soir il faut regnager le camp toujours très éloigné.

La composition des couches crétacées et tertiaires sur le plateau persan présente une grande homogénéité; Stahl l'a étudiée entre Kachân, Ispahân, Yezd et Kirman. Je l'ai moi-même reconnue dans la région comprise sur le bord des montagnes loures entre Ispahân, Bouroudjird et Hamadan, sans parler des chaînes loures qui montrent sans cesse dans leurs plis des lambeaux tertiaires.

En quittant Soh pour se rendre à Kachân, on rencontre, près du village de Marwend, quelques affleurements du *Trias*, puis viennent les couches paléozoïques sans fossiles qui, reposant sur les roches cristallines de Koroud, forment la crête du pli de tout l'ensemble dont je viens de parler.

Dans mes nombreux voyages au travers de la grande chaîne du Louristân et des Bakhtyaris, je n'ai jamais rencontré la moindre trace de roches éruptives; pour les trouver il faut franchir les derniers contreforts des montagnes et pénétrer dans le plateau. Là les pointements sont nombreux.

A Khoroud j'ai recueilli les espèces suivantes dans les couches du Carboniférien supérieur :

1. Cf. H. Douvillé : Sur les analogies des faunes fossiles de la Perse avec celles de l'Europe et de l'Afrique dans *Bull. Soc. géol. de France*, 1902, p. 276.

*Spiriferina cristata*; *Eumetria indica*; *Athyris* cf. *Boissyi*; *A.* cf. *lamellosa*; *Terebratula vesicularis*; *Dielama hastatum*; *Productus Mytiloides*; *Rhynchonella* cf. *pleurodon*.

En terminant cette note sommaire sur les formations du S. W. de la Perse, je dois signaler un fait qui m'avait échappé lors de ma première visite à l'Élwend en 1891.

Les alluvions de toutes les vallées qui descendent de cette montagne sont depuis des siècles lavées par les indigènes pour recueillir les métaux qu'elles renferment. Les gens du pays attribuent à l'antiquité la présence dans leur sol de matières précieuses. Cette opinion est en partie juste, car les lavages mettent à jour une grande quantité de médailles, de bijoux et d'objets divers en or, en argent et en bronze. Mais, à côté de ces vestiges de l'antiquité les laveur recueillent une assez grande proportion de poudre d'or dont l'origine est sans doute naturelle.

L'Elwend est formé d'un massif granitique ayant soulevé et métamorphisé les couches paléozoïques. Ces assises, très tourmentées, sont recoupées par un système régulier de nombreux filons dioritiques et quartzeux; c'est bien certainement de ces filons que provient une partie de l'or natif recueilli dans les alluvions des vallées. L'étude de ces gisements présenterait un très grand intérêt, non seulement au point de vue scientifique, mais aussi à celui des avantages qu'en peut retirer le trésor royal.

---

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

## FIGURES DANS LE TEXTE

	Pages.
1. Coupe entre Rècht et Roustamâbâd (Ghilan) . . . . .	2
2. Coupé des alluvions dans la vallée du Chah Roud . . . . .	3
3. Coupe entre Pâtchinar et Mazra'a . . . . .	5
4. Coupé théorique entre Kazvin et Rècht . . . . .	5
5. Coupe géographique entre la mer Noire et la mer Caspienne par le plateau d'Arménie et la Perse . . . . .	7
6. Coupe géographique entre la plaine du Sindjar et la mer Caspienne par le plateau persan . . . . .	7
7. Coupe des terrains paléozoïques à Imam-Zadeh-Hachim . . . . .	9
8. Coupe prise entre Démavend (ville) et Palour par le col d'Imam-Zadeh-Hachim.	10
9. Vue du col d'Imam-Zadeh-Hachim. . . . .	11
10. Coupe des coulées du Démavend à Palour . . . . .	12
11. Coupe de la vallée du Lar près de Palour . . . . .	13
12. Coupe de la vallée du Lar à Ask . . . . .	14
13. Plissement des couches jurassiques près de Rêhnèh. . . . .	15
14. Coupe relevée au village de Rêhnèh . . . . .	16
15. Coupe des terrains jurassiques à Rêhnèh . . . . .	17
16. Coupe des terrains jurassiques à Vahneh . . . . .	18
17. Le Démavend, vu de la route de Rehneh à Vahneh . . . . .	19
18. Le Démavend, vué prise des hauteurs situées à l'ouest de Rehneh. . . . .	20
19. Vue du sommet du Démavend, prise à 4.500 m. d'altitude . . . . .	21
20. Vue du sommet du Démavend prise à 4.700 m. d'altitude . . . . .	22
21. Coupe des coulées de laves du Démavend . . . . .	23
22. Croquis du sommet du Démavend pris à 5.750 m. de hauteur . . . . .	24
23. Courbes indiquant la quantité de neige que portait le pic du Démavend, le 3 décembre 1889. . . . .	25
24. Le Démavend vu de la plaine du Mazandéran . . . . .	25
25. Vue des montagnes situées au sud du Démavend, prise à 5.750 m. d'altitude.	26
26. Vue des montagnes situées au nord du Démavend, prise à 5.750 m. d'altitude.	27
27. Village souterrain de Kâfour Kôli creusé dans les alluvions de la vallée du Lar . . . . .	28
28. Coupe relevée au Zerd-é-Kouh (près Vahneh). . . . .	30
29. Coupe des gorges de Bend-é-Burida (terrains crétacés) . . . . .	32
30. Vue des gorges de Bend-é-Burida. . . . .	33

	Pages.
31. Coupe théorique entre Vahneh et Baidjan (vallée du Lar) . . . . .	34
32. Coupe du ravin de l'Ab-é-Burida . . . . .	34
33. Coupe suivant la vallée du Lar entre Baidjan et Kialoubend . . . . .	35
34. Coupe suivant la vallée du Lar entre Kialoubend et Amarat . . . . .	36
35. Coupe de la région voisine des sources thermales d'Amarat (vallée du Lar).	37
36. Coupe prise dans un ravin près d'Amarat (vallée du Lar) . . . . .	38
37. Carte de la baie de Kizil-Aghadj (mer Caspienne) . . . . .	40
38. Croquis topographique de l'île Sari (mer Caspienne) . . . . .	41
39. Coupe entre les montagnes et la mer, prise à la hauteur de Gurdji-Mahalla (Mazandéran) . . . . .	42
40. Coupe relevée au pied de l'Elbourz près d'Asterâbân . . . . .	43
41. La rivière Gouraghân à Aq-Qaleh (Turkomanie persane) . . . . .	43
42. Coupe de la région voisine des sources thermales de Tûnékâboun (Mazan- déran) . . . . .	44
43. Vue des montagnes d'Alamout prise de Tûnékâboun (Mazandéran) . . . .	45
44. Carte du lac d'Ourmiah . . . . .	49
45. Canaux souterrains d'irrigation en Azerbaïdjan . . . . .	51
46. Vue du Savalan prise des montagnes du Talyche russe. . . . .	52
47. Montagnes des environs de (Kèl-é-Chin Kurdistan), vue prise du Ghâder tchaï.	53
48. Rochers de Taragha Daghi (Kurdistan de Moukri) . . . . .	55
49. Cavernes d'Issâkent (Kurdistan de Moukri), coupe . . . . .	56
50. — — — — — plan. . . . .	56
51. Vue de l'intérieur de la caverne de Kouna-Kôwter (Issâkent). . . . .	57
52. Croquis du massif montagneux du Zagros (Kurdistan). . . . .	59
53. Formation d'une vallée dans le district de Zohâb (Kurdistan) . . . . .	60
54. — — — — — . . . . .	60
55. Coupe de la route sassanide du Zagros (Kurdistan). . . . .	61
56. Coupe de Bâzi-dôrâz-kouh et de Kouh-Enzal. — Zohâb (Kurdistan) . . . .	62
57. Coupe de la plaine de Ghilan et la vallée de Ga'vara (Kurdistan) . . . .	62
58. Coupe entre la vallée du Holouân Roud et Ridjâb (Zohâb-Kurdistan). . . .	63
59. Coupe relevée dans la plaine de Zohâb (Kurdistan). . . . .	63
60. Coupe de la crête pétrolifère de Kend-é-Chirin (Kurdistan). . . . .	66
61. Coupe entre Kend-é-Chirin et Kouh-é-Ahengherân (Kurdistan). . . . .	66
62. Coupe de détail des couches d'où sont le pétrole à Kend-é-Chirin (Kurdistan).	67
63. Coupe théorique en supposant le bassin pétrolifère au nord de la crête . .	69
64. — — — — — au sud de la crête . . . . .	69
65. Puits indigène pour l'exploitation du pétrole à Kend-é-Chirin (Kurdistan) .	70
66. Teñg-é-Vij-Darvèn, terrains crétacés supérieurs (Poucht-é-Kouh) . . . .	72
67. Teñg-é-Bagh-o-Bahar (Louristan), calcaires bitumineux secondaires . . . .	73
68. Poul-é-Teñg (Louristan), calcaires bitumineux secondaires . . . . .	74
69. Coupure du Balad Roud dans les alluvions caillouteuses (Susiane). . . . .	75
70. Vue du lac Gahar (Louristan) . . . . .	77
71. Vue du lac Sir-Zâ (Louristan) . . . . .	78
72. Khargouchân Kouh (Louristan) pli des calcaires secondaires . . . . .	79
73. Contreforts de Kalian Kouh (Louristan). . . . .	80
74. Coupe entre Endjir Kouh et Séwan Kouh (Poucht-é-Kouh) . . . . .	81

	Pages.
75. Coupe des terrains sénoniens à Endjir Kouh (Poucht-é-Kouh) . . . . .	82
76. Coupe prise dans un ravin d'Endjir Kouh (Poucht-é-Kouh) . . . . .	83
77. Coupe entre Chah-Natchir-Kouh et la Mésopotamie (Poucht-é-Kouh). . . . .	84
78. Coupe des berges de l'Aftâb-Rou en aval d'Endjir-Kouh (Poucht-é-Kouh) . . . . .	88
79. Coupe de Kouh-é-Valamtar (Poucht-é-Kouh) . . . . .	88
80. Coupe des terrains sénoniens à Arkôwaz (Pouch-é-Kouh) . . . . .	90
81. Coupe entre le Kébir Kouh et le Kouh-é-Kâni-é-pan (Poucht-é-Kouh) . . . . .	91
82. Coupe entre le Kébir Kouh et Kouh-é-Mollah Rûita (Poucht-é-Kouh). . . . .	92
83. Coupe entre Kébir Kouh et Mahla Kouh par Dèrrè-i-Chahr (Poucht-é-Kouh) (I) . . . . .	94
84. Coupe du Louristan entre Zakha et Décht-i-Michinow (II). . . . .	96
85. Coupe du Louristan-Kouh Mapöl. (Maëstrichien) (III) . . . . .	98
86. Coupe du Louristan. — Iafta Kouh à la vallée du Ho-Roud (IV) . . . . .	100
87. Coupe entre Pouna Kouh (Louristan) et la vallée de Davoud (plateau persan), par Bouroudjird (V) [les coupes I à V se suivent]. . . . .	102
88. Coupe d'Ochtôrân-Kouh (Louristan) . . . . .	104
89. Coupe de la vallée de l'Ab-é-Séfid à Kalian Kouh (Louristan) . . . . .	105
90. Coupe de détail des terrains permo-carbonifères à Ochôran Kouh (Louristan) . . . . .	106
91. Coupe de Dèrrè-i-Nassâb (Louristan). . . . .	107
92. Coupe de Kouh Serindjé au col de Dêh-Liz (Louristan) . . . . .	108
93. Vue de la rivière Top-é-Kazâb (Louristan) aux sources de bitume. . . . .	109
94. Suintements bitumineux à Top-é-Kazâb (Louristan) . . . . .	110

## PLANCHES

I. Carte du massif du Démavend (Elbourz). . . . .	8
II. (Montagnes de l'Elbourz). Massif montagneux situé au nord-est du Démavend. . . . .	16
III. — Affleurements paléozoïques et jurassiques dans la vallée du Lar (Démavend). . . . .	16
IV. — Le sommet du Démavend, vue prise à 4.500 m. d'altitude le 3 décembre 1889. . . . .	24
V. — Le Démavend, vue prise de Mâla' Kôlo . . . . .	24
VI A et B. (Mazandéran). Sources thermales de Tûnékâboun. . . . .	40
VII. (Azerbeïdjan). Vallée de l'Araxe au pont de Khoudâférin . . . . .	48
VIII A et B. (Kurdistan). Taragha daghi . . . . .	57
IX. — Vallée du Holwân-Rou près de Qal'a-o-Ker (Zohâb). . . . .	64
X. — Exploitation indigène des sources de naphte à Kend-é-Chirin (Zohab) . . . . .	64
XI. (Poucht-é-Kouh). Terrains crétacés supérieurs (Sénonien). . . . .	72
XII. (Louristan). Défilés de Gerrâbâd, dans les terrains secondaires et tertiaires . . . . .	72
XIII. — Défilé de Teñg-é-Lil-é-Baya (terrains crétacés inférieurs). . . . .	72

	Pages.
XIV. (Louristan). Teñg-é-Badouch (alluvions caillouteuses) près de Kalian Kouh. . . . .	80
XXV. — Massif montagneux d'Ochtörân Kouh (terrains paléozoïques). . . . .	80
XVI. — Ochtörân-Kouh (terrains paléozoïques) . . . . .	80
XVII. — Ochtörân-Kouh et Kirou-Kouh (terrains paléozoïques). . . . .	80
XVIII. — Ensemble du massif près d'Ochtörân Kouh. . . . .	88
XIX. Croquis géologique du Poucht-é-Kouh et du Louristan . . . . .	88
XX A et B. (Poucht-é-Kouh). Coupe des terrains crétacés à Teñg-é-Vig-Darven.	88
XXI. — Terrains crétacés (Sénonien) à Bour-é-tcham-é-Lan.	96
XXII. — Affleurement crétacés (Sénonien) à Endjir Kouh . . . . .	96
XXIII. — Mahâl de Tchohoul et Kouh Sérindjé. . . . .	96
XXIV. — Verzarin Kouh (terrains crétacés). . . . .	104
XXV. (Louristan). Affleurements des terrains crétacés dans la vallée du Gamas-Ab . . . . .	104
XXVI. — Affleurements des terrains crétacés en aval des défilés de Gerrâbâd. . . . .	104
XXVII. — Affleurements des terrains paléozoïques à Kalian-Kouh . . . . .	104
XXVIII. — Alluvions caillouteuses à Teñg-é-Ziba . . . . .	104
XXIX. — Top-é-Kazab aux sources de bitume. . . . .	104
XXX. — Affleurements des terrains crétacés et tertiaires en aval de Houleilan, vallée du Gamas-Ab . . . . .	104

# TABLE DES MATIÈRES

---

	Pages.
PRÉFACE . . . . .	1
De Recht à Téhéran . . . . .	1
De Kazvin à Téhéran. . . . .	6
De Téhéran au Mazandéran par la vallée du Lar et le Demavend . . . . .	8
Ghilan, Mazandéran, steppe turkomane. . . . .	39
Azerbeïdjan et Kurdistan de Moukri. . . . .	48
Zohab . . . . .	58
Louristan et Poucht-é-Kouh . . . . .	71
Note sur quelques métaux et minéraux en Perse. . . . .	112
APPENDICE. — La Susiane, le pays des Bakhtyaris et les environs d'Ispahan . . . . .	123
TABLE DES FIGURES ET PLANCHES. . . . .	131
TABLE DES MATIÈRES. . . . .	135
ERRATA. . . . .	136

---

# ERRATA

---

- P. I, l. 9 et 21. Au lieu de Elbrouz *lire* Elbourz.  
II, l. 6 et 22. *Id.*  
III, l. 15. *Id.*  
2, l. 20 et 23. *Id.*  
6, l. 8, 13 et 20. *Id.*  
8, l. 11. *Id.*  
9, fig. 7. Au lieu de Imam-Zada-Hachim *lire* Imam-Zadeh-Hachim.  
10, fig. 8. *Id.*  
14, fig. 12. Au lieu de Rèhné *lire* Rehneh.  
34, fig. 31. Au lieu de Vakné *lire* Vahneh.