

M É M O I R E S
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^e SÉRIE.
TOME IV, N^o 10.

SUR
LA STRUCTURE ET LA GÉOLOGIE
DU DAGHESTAN,

par
H. Abich,
Membre de l'Académie.

St. 26701.

Avec deux planches, sur une feuille, et deux dessins dans le texte.

Lu le 3 avril 1861.

ST.-PÉTERSBOURG, 1862.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Petersbourg,
MM. Eggers et Comp.;

à Riga,
M. Samuel Schmidt;

à Leipzig,
M. Léopold Voss.

Prix: 45 Kop. = 15 Ngr.

1. Structure et géologie du Daghestan.

Le vaste ensemble de montagnes de cette partie du Daghestan proprement dit qui renferme le système des affluents nombreux du Soulak, présente un ordre de formes orographiques, qui, sans être nouvelles pour la science, se développent dans l'intérieur du Daghestan de la manière la plus frappante et la moins habituelle, en imprimant à cette partie du Caucase un caractère d'originalité physique qui a exercé toujours une si grande influence sur le développement ethnographique de ce pays remarquable. Ce sont généralement des systèmes de soulèvement, plus ou moins allongés, produisant des chaînes parallèles, qui interceptent des vallées longitudinales. La plupart de ces chaînes partielles sont formées de voûtes de couches calcaires, tantôt entières, tantôt rompues à la partie supérieure. Ces différentes conditions donnent naissance à de hautes plaines allongées, doucement bombées, ou à des arêtes de rochers, qui bordent et dominent des vallons longitudinaux elliptiques, parfois cratériformes. Tous ces systèmes font relief à la surface, suivant des lignes droites ou sensiblement courbées, dont les allures générales sont parallèles aux axes constants de deux systèmes de soulèvements contemporains, qui se croisent au centre du Daghestan sous un angle très aigu. Les axes de ces deux systèmes de soulèvements partiels sont, à leur tour, des parallèles des deux lignes directrices, dont se compose l'allure de la chaîne du Caucase d'une mer à l'autre. Il s'ensuit que les chaînes qui composent le Daghestan se rapprochent et s'entrecoupent parfois de manière à former des noeuds confluents, qui donnent lieu tantôt à des voûtes aplaties, très accidentées, tantôt à des espèces de cratères doubles ou de cirques de rupture irrégulière.

L'ensemble de toutes ces chaînes de montagnes est traversé plusieurs fois de part en part par les vallées profondes des affluents du Soulak, mais les chaînes partielles sont très souvent coupées par des gorges profondes, transversales à leur direction.

Ces systèmes de chaînes calcaires du Daghestan, qui présentent, comme nous venons de le voir, les types les plus variés de ces formes orographiques pour lesquelles Bukland et après lui Frédéric Hoffman proposèrent le nom significatif de vallées d'élévation¹⁾, sont

1) Les mots vallée d'élévation, cratère de soulèvement, proposés par L. de Buch et attaqués en principe par un grand nombre de géologues de nos jours, se rapportent à une des plus profondes et fécondes notions qui aient été jamais introduites dans la science.

Mémoires de l'Acad. Imp. des sciences, VIII^{me} Série.

Avril 1862.

Imprimé par ordre de l'Académie.

C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

régulièrement arrêtés du côté de la Cakhétie par les chaînes centrales doubles, d'ardoise et de grès du Caucase.

En partant de ces chaînes parallèles, qui encaissent les hautes vallées de la Touchétie, de Dido et d'Ankratli, le Daghestan proprement dit décroît graduellement en hauteur vers le nord, avec cette particularité importante, que la plaine qu'on imaginerait par l'ensemble des sommets les plus élevés, formerait une surface légèrement concave, plongeant doucement vers le nord-est. Le pourtour ou le bord de cette espèce de concavité hémisphérique suit une ligne, qui réunit les points proéminents du remarquable partage des eaux «Wasserscheide», qui empêche les eaux de l'intérieur du Daghestan de parvenir à la mer par une autre voie que celle de l'écluse profonde du Soulak. Le système de schistes et de grès du Tébouloz-Dagh, par son élévation absolue de 14790 pieds la huitième cime culminante du Caucase, à l'extrémité occidentale de la chaîne majestueuse de Pérékittl, donne naissance à cette ligne importante. Les grands systèmes, également schisteux, de Kérigo, de Dano et de Diklo, composent cette chaîne rectiligne, peu connue et souvent erronément interprétée, qui n'est en réalité que l'extrémité orientale d'une vaste parallèle septentrionale de la chaîne principale du Caucase, dont les points de repère, en partant de l'ouest, sont: le Congouti-Khokh, le Styr-Khokh, le Kazbek, l'Akhotis-Mta et le Tébouloz-Dagh. La crête dentelée de Pérékittl est, sur une longueur de 40 kilom., couverte de neiges perpétuelles et de glaciers, qui nourrissent du côté nord les sources de l'Argoun, et vers le sud celles de l'embranchement occidental du Koï-Sou. La ligne en question, en partant du système de Diklo, élevé de 14,000 pieds, tourne graduellement par le nord-est vers l'est, en touchant sur l'espace de 75 kilom. jusqu'au système du Sala-Tau, les plus grandes hauteurs absolues du bord de la concavité susdite. A l'est du Sala-Tau, au-delà du Soulak, ce bord décroît sensiblement en hauteur; il éprouve, en se dirigeant au sud-est, ses plus fortes dépressions, là où il traverse dans une direction oblique les basses chaînes parallèles et aplaties des environs d'Akoucha. Puis, tournant complètement vers le sud, la ligne du partage des eaux remonte à des hauteurs considérables, dans le khat de Koumouk, et regagne la chaîne principale du Caucase dans le noeud de montagnes du Djoulti-Dagh.

Les chaînes parallèles, qui s'entrelacent et se croisent plusieurs fois sous des angles et à des confluent très accidentés dans l'espace circonscrit, renfermé par le bord hémisphérique, dont je viens d'esquisser le cours et le développement orographique, ne sont que des portions de systèmes de soulèvement très allongés, qui s'étendent bien au-delà du pourtour hémisphérique en question, ayant leurs extrémités à des distances plus ou moins éloignées. C'est ainsi que les chaînes, parallèles et dégradées insensiblement, des environs d'Akoucha, se relèvent vers le sud-est en passant de nouveau à la forme de grandes vallées d'élévation, parallèles, à bords abrupts et rocheux, qui déterminent la configuration orographique du Kaïtakh et du Tabasséran, et expirent en gradins successivement moins élevés vers la mer Caspienne.

Les mêmes chaînes, à leur limite opposée vers l'ouest-nord-ouest, après avoir traversé la ligne qui partage les eaux du Koï-Sou et de l'Argoun, sont tantôt coupées brusquement par des langues abruptes de rochers, comme les chaînes d'Andi et de Goumbet, tantôt s'étendent à travers les vallées et les systèmes de l'Argoun et de l'Assa, en courant parfaitement isolées et jouant le rôle de contreforts parallèles à la chaîne principale du Caucase. Conformément à cette loi, les crêtes du premier grand contrefort [de calcaire jurassique et néocomien], qui tourne ses côtés abrupts vers la chaîne centrale, depuis le Digor jusqu'au centre du Daghestan, sont rangées suivant une ligne presque géométriquement droite, qui se dirige par rapport au méridien de l'ouest 20° nord à l'est 20° sud.

Les lois géologiques qui s'expriment avec une telle clarté et précision dans cette configuration du Daghestan, dont je viens de donner l'esquisse, nécessitent impérieusement la suppression d'une grande chaîne latérale du Caucase, dirigée vers le nord-est, qui est devenue stéréotype sur toutes nos cartes, sous le nom vague de chaîne d'Andi. La ligne de faite de cette chaîne prétendue n'est rien autre, comme nous venons de le voir, qu'une ligne de démarcation, très sinueuse et accidentée, entre les systèmes du Koï-Sou d'Andi et de l'Argoun. Faisant abstraction totale de la chaîne de Pérékittl, qui fait partie intégrante de la seconde chaîne principale du Caucase, = nördliche Vorkamm = cette ligne a en général la valeur d'une perpendiculaire à la direction principale d'une série de chaînes parallèles qu'elle traverse.

J'ai démontré déjà en 1848, Poggend. Ann. Tom. 76, p. 149, qu'il existe des faits orographiques de la même nature sur le bord oriental du Daghestan proprement dit, qui sépare les affluents du Koï-Sou de Koumouk de ceux des rivières des districts de la mer Caspienne; n'ayant pas le droit de révoquer en doute la loi de la constance de direction des chaînes de montagnes, j'ai dû contester toujours la réalité d'un système de soulèvement indépendant, introduit sous le nom de la chaîne d'Andi.

Après cet exposé rapide de la structure orographique, qui n'est que l'expression physiologique de l'action des causes qui produisirent les changements extraordinaires dans la structure et la nature interne des terrains stratifiés, originairement horizontaux, je passe à l'aperçu des traits principaux de *la géologie du Daghestan*.

Les masses minérales qui composent les chaînes et les groupes de montagnes du Daghestan, appartiennent exclusivement à l'ordre des roches sédimentaires ou neptuniennes.

Nulle part il n'y a de traces de roches dites volcaniques et éruptives, de sorte qu'à quelques exceptions près, au milieu des chaînes du haut Daghestan, les roches cristallines manquent complètement au Caucase, du côté de la mer Caspienne. Les formations qui composent le sol du Daghestan, en commençant par les plus anciennes, c'est-à-dire par les plus basses dans l'ordre de superposition, sont:

1. *Le terrain jurassique*: étages (a) inférieur, (b) moyen, (c) supérieur.
2. *Le terrain créacé*: étages (a) inférieur, (b) moyen, (c) supérieur.

3. Le terrain tertiaire.

Il est nécessaire de faire remarquer, que les dépôts de l'époque tertiaire paraissent entièrement manquer dans l'espace occupé par les systèmes des Koï-Sou réunis.

Le développement orographique et géognostique du terrain tertiaire est au contraire très considérable dans les basses chaînes et dans les collines septentrionales, au nord de l'enceinte hémisphérique du Daghestan proprement dit.

L'étage inférieur du jura: (a) se compose de schistes argileux, intimement liés avec des grès quartzeux et des grès alternant avec des marnes argileuses et arénacées. Les schistes argileux affectent souvent, dans les chaînes du haut Daghestan, les caractères des véritables ardoises du terrain de transition, et parfois ceux des phyllades, faisant passage aux variétés chloriteuses. L'ensemble puissant de ces schistes et grès quartzeux est, au centre des chaînes, constamment traversé par des veines et par des gîtes irréguliers de quartz amorphe et cristallin. Ce terrain inférieur des schistes et des grès, dépourvu de restes organiques, sauf les empreintes de quelques foucoïdes, passe graduellement aux couches de

L'étage moyen (b) (ou jura brun): ce sont des schistes argileux et des marnes noirâtres, plus ou moins terreuses, qui sont subordonnés à une série de bancs de grès, extrêmement puissants, de caractères minéralogiques différents et très irréguliers. Ces grès, souvent ferrugineux, alternent avec des lits de marnes argileuses et arénacées compactes, au centre desquels sont alignées des lentilles ou des sphéroïdes argilo-siliceux, à base de chaux et de fer carbonatés. Ce sont ces sphéroïdes qui renferment parfois de belles ammonites et d'autres fossiles caractéristiques pour l'âge des terrains. Les grès bigarrés, avec leurs marnes et leurs schistes arénacés, qui sont l'équivalent des divisions supérieures de l'étage jurassique moyen du Daghestan, renferment les fragments épars d'organes de plantes, pour la plupart carbonisés et indistincts. Il y a des dépôts très puissants de grès jaunâtres et grisâtres, qui font partie de ces divisions, dans lesquels les organes de plantes augmentent de nombre et de grandeur, de façon à présenter des strates pétris de tiges aplaties et d'organes de feuilles, qui alternent avec des schistes bitumineux et charbonneux, et renferment des gîtes très épars et irréguliers de charbon de terre, de qualité très différente.

Les strates de l'étage inférieur du Jura: (a) savoir les schistes argileux noirs, à foucoïdes, et les grès qui s'approchent des quartzites, forment le gros des chaînes caucasiennes principales, voûtées et rompues, à bords écartés parallèles. Leurs couches, considérées dans leur ensemble par rapport à plusieurs axes de redressements parallèles, se trouvent dans une position anticlinale et plongent en conséquence sous des angles très variés, tantôt vers le sud tantôt vers le nord.

Les grès bigarrés et carbonifères de l'étage (b), riches en fer géodique alternant avec des couches marneuses et argileuses, à sphérosidérites pétries d'ammonites (*tatricus*, *tripartitus*, *Parkinsonii*; *opalinus*) et de posidonies, et renfermant des bois fossiles, forment

par préférence le versant des chaînes qui s'appuient sur le terrain schisteux (a); ils préparent pour ainsi dire le passage orographique du Daghestan supérieur au Daghestan inférieur, interceptant les vallées longitudinales des affluents des quatre Koï-Sou.

Au rebours de la partie inférieure des terrains jurassiques du Daghestan, le caractère général de *l'étage supérieur (c)*, c'est d'être essentiellement calcaire.

Cet étage se développe en stratification régulière, mais pour la plupart du temps discordante, superposée aux marnes argileuses et aux grès de l'étage moyen (b).

Parmi les premiers dépôts de l'étage jurassique supérieur (c) se trouvent tantôt des calcaires compacts, marneux, gris-de-fumée, nettement stratifiés en bancs peu puissants; tantôt des calcaires impurs, argilo-ferrugineux ou arénaçés, remplis de fossiles (*ammonites coronatus*, *canaliculatus* Münssi; *Ceromya excentrica* etc.), qui permettent de fixer un horizon géognostique très précis à travers le Daghestan.

Ces couches sont parfois remplacées par des bancs de calcaire marneux ou argileux compact, gris-foncé, d'odeur fétide sous le choc du marteau et pénétrés de sulfate de magnésie, qui donne lieu à des efflorescences copieuses. Au-dessus de ces bancs on voit se succéder, des couches inférieures aux supérieures, une formation extrêmement puissante de calcaires compacts siliceux et saccharoïdes jaunâtres. Le calcaire siliceux renferme des lits entiers de rognons et de géodes épais, de silex résineux, compacte ou calcédonieux, à couches concentriques, parfois décomposé et d'un blanc pur. Le calcaire saccharoïde et dolomitique est poreux et criblé de petites cavités, remplies souvent de spath calcaire blanc, ou tapissées de beaux cristaux scalénoédriques, de chaux carbonatée. Ces roches calcaires siliceuses et saccharoïdes forment des massifs d'une grande puissance, qui passent aux véritables dolomies, donnant lieu à des reliefs considérables. Les principaux accidents de ces masses se rattachent à la composition et à la nature minéralogique. Ce sont des bancs très compactes de dolomie, tantôt à gros grains, tantôt à grains très fins, plus ou moins facilement décomposables. Sans être nettement séparés les uns des autres, ces calcaires passent en beaucoup d'endroits à une roche compacte autant que caverneuse, qui fait voir souvent une structure *bréchiforme* et fragmentaire. Ces brèches poreuses alternent et s'enchevêtrent d'une manière très irrégulière avec les dolomies saccharoïdes.

L'accident le plus remarquable de ces roches dolomitiques, dans lesquelles de nombreux fossiles, nérinées, térébratules et ostrées, se trouvent tous en état de moule, est la présence de l'albâtre et du gypse cristallisé. L'albâtre se présente, au milieu de la dolomie, sous forme de couches très irrégulières qui se superposent et s'entrelacent de façon à présenter sur les profils naturels de grandes bandes ou zones, dans lesquelles l'albâtre, ordinairement d'un blanc parfaitement pur, est partiellement remplacé par des strates de dolomie et de carngueule¹⁾, blanchâtres et terreux. Au toit et au mur de ces bandes de 6 à 10 sagènes, la roche saccharoïde est tachetée et parsemée de petits nids irréguliers d'al-

1) Rauchwacke des géologues allemands.

bâtre, d'un à six pouces de diamètre, empâtés pour ainsi dire dans la masse dolomitique. Ces bandes d'albâtre occupent souvent de grands espaces, puis elles disparaissent presque entièrement pour apparaître de nouveau et doubler de puissance plus loin. En certains endroits, où toute trace de stratification régulière se perd, l'albâtre passe à des brèches dolomitiques et gypseuses, tantôt compactes, tantôt terreuses et parfois ferrugineuses. Il y a des localités où les brèches dolomitiques et gypseuses, disposées en assises, renferment des gîtes de soufre. Le minéral s'y trouve parfaitement pur et amorphe, entremêlé d'une argile gypseuse bleuâtre, ou empâté en masses cristallines, dans du gypse cristallisé et transparent. Les dolomies et les dépôts d'albâtre du Daghestan doivent être considérés comme des terrains salins.

Ce caractère est accusé par des sources salées abondantes, un peu sulfureuses, qui jaillissent des berges de la vallée du Koï-Sou d'Andi, exploitées depuis longtemps par les habitants du pays. Il y a également trace de sel gemme, dont la présence se trahit parfois au milieu d'amas brêcheux de dolomie gypsifère, où il cimente les fragments anguleux, sous forme de croûtes plus ou moins épaisses. Les assises de dolomie d'albâtre et de brèches gypseuses, si intimement liées l'une à l'autre qu'on ne devrait pas les séparer, prennent pourtant chacune un développement particulier suivant les localités.

Parfois l'albâtre et les brèches gypseuses prédominent, de façon à présenter de grands massifs affectant la forme et la manière d'être de masses éruptives qui se seraient fait jour de bas en haut. L'aperçu de l'ensemble de toutes les divisions qui appartiennent au jura supérieur, doit encore tenir compte de certains bancs supérieurs de calcaire, blanc ou jaunâtre, compacte, à cassures conchoïdales, avec traces de nérinées et de dicéras. Ces calcaires compactes se trouvent sur le même niveau que les dolomies gypsifères, ils remplacent parfois ces derniers et servent de base aux couches inférieures de la formation crétacée.

Les roches calcaires dont je viens de donner un aperçu sont, de toute la série jurassique du Daghestan, celles qui constituent les escarpements les plus élevés et les plus abrupts.

La formation crétacée, avec tous ses étages, occupe la majeure portion du sol dans le Daghestan inférieur et influe de la manière la plus remarquable sur l'orographie de celui-ci.

Prises dans leur ensemble, les divisions crétacées reposent sur les terrains jurassiques de façon qu'il ne peut être douteux qu'elles ne leur aient régulièrement succédé. Prises en détail, on trouve au contraire des irrégularités notables, qui prouvent que, pendant les derniers dépôts jurassiques et les premiers dépôts crétacés, des mouvements locaux du sol ont produit des discordances marquées de stratification.

Il résulte d'après tout cela, qu'il est très difficile de préciser géognostiquement, tant en général que sur un point donné, la limite entre les terrains jurassique et crayeux du Daghestan; difficulté qui s'agrandit par les différences locales dans la nature minéralogique et par la rareté de fossiles des couches qui forment le passage d'une formation à

l'autre. Laissant donc encore en litige quelques couches psammitiques, comme représentants locaux de ce passage, je fais suivre l'exposé de *la formation crétacée*.

Les dépôts de cette formation, compris en Daghestan dans trois divisions naturelles, sont également remarquables par leur puissance, par l'étendue de la surface qu'ils occupent dans le pays, comme par les reliefs et les accidents considérables et saillants auxquels ils donnent lieu.

1° *L'étage crétacé inférieur*: (a), qui répond au néocomien suisse, se compose de plusieurs ordres de dépôts, distincts sous le rapport de la nature des roches, comme au point de vue des fossiles; les couches de cet étage se succèdent de bas en haut dans l'ordre suivant: a) des calcaires jaunâtres, gris-blanchâtres ou bruns-clairs, des marbres, durs et compactes, nullement bitumineux, et renfermant peu de fossiles, difficiles à détacher de la roche ambiante; b) des assises considérables de calcaire sablonneux, grisâtre ou bleuâtre, passant à la nature de marnes gréseuses assez compactes. Ces couches sablonneuses alternent trois fois à intervalles égaux avec des assises très puissantes, presque également épaisses, de calcaire blanc, plus ou moins spathique, parfois oolithique et pétri de fossiles, souvent brisés et triturés. Ce groupe puissant de roches, qui forment partout un massif entier très frappant et caractéristique pour la physionomie du Daghestan, est superposé de: c) calcaires argileux (ostréens à exogyra Couloni) noirâtres, rognoneux, en bancs irréguliers, avec intercalation de strates terreux, et de marnes argileuses, de couleur gris-verdâtre et sablonneuses, riches en fossiles. Ces couches font insensiblement passage à celles du gault et des grès verts par lesquelles je désigne, dans le Daghestan,

2° *L'étage crétacé moyen* (b). A la base de ce terrain se trouvent: a) des grès marneux tendres, renfermant des dalles et des rognons de calcaire siliceux, remplis de fossiles; les concrétions s'alignent quelquefois en rangées très régulières; b) des grès verdâtres, jaunes, et noirâtres, d'une faible consistance, qui gagnent une puissance extraordinaire, se subdivisant en plusieurs bancs, qui ne diffèrent l'un de l'autre que par des nuances de couleur.

Les assises des grès verts du Daghestan se distinguent d'une manière très remarquable par la quantité énorme de concrétions sphériques de chaux hydraulique, qui se trouvent irrégulièrement dispersées dans la roche. Il y en a de toutes les grandeurs, depuis un diamètre de 6 pouces jusqu'à 6 pieds. La plupart de ces sphérites affectent la forme d'une boule parfaitement régulière, dont plusieurs parfois s'agglomèrent en présentant des masses polysphériques bizarres. Ces boules renferment habituellement les gîtes de nombreux fossiles, caractéristiques pour le gault et les grès verts, y compris avant tous les céphalopodes de taille gigantesque, souvent dans un état de conservation admirable.

L'étage moyen du terrain crétacé se termine en haut par des grès fins, jaunâtres, à grains quartzeux, parfois un peu ferrugineux, passant aux strates sablonneux; le caractère *pétrographique* de ces assises supérieures des grès verts, c'est d'être également pétries de

concrétions calcaro-siliceuses, alignées quelquefois en rangées régulières, qui renferment des fossiles, appartenant à la division.

3° *L'étage supérieur du terrain crétacé (c)* repose directement en stratification concordante sur ces couches arénacées; il est d'une haute importance géologique, par son énorme puissance sur des points donnés; par les reliefs grandioses qu'il produit, comme par la loi remarquable que suit la distribution géognostique de ses masses dans tout le pourtour du Daghestan inférieur. La moitié inférieure de l'étage se distingue par la variabilité des caractères minéralogiques de ses couches.

Tantôt ce sont des craies marneuses grises, à contexture très fine, plus ou moins argileuses, tantôt des couches de marnes argileuses ou demi-calcaires, noires, feuilletées, avec impressions de plantes et de restes peu reconnaissables de petites bivalves comprimées; marnes, qui passent en haut insensiblement aux couches de calcaire argileux compacte gris-clair. A ces couches, riches en fossiles, succèdent les innombrables assises de la véritable craie blanche, avec ce parfait parallélisme de stratification qui lui est propre. Sur différents niveaux on rencontre des rognons de silex noir, disposés par bancs, et des zones irrégulières tachetées de rouge vif par l'oxyde de fer. Comparativement à la richesse paléontologique des étages crétacés inférieurs, les fossiles sont rares dans la craie blanche. La craie à inocérames de grande taille (Cuvieri; Cripsii; latus) et à ananchites (ovata; corculum Goldf.) constitue le type dominant de la partie supérieure de l'étage. Vers le bas, les limites paléontologiques ne sont rien moins que tranchées.

Conformément à ce qui a été dit plus haut je me borne, dans cet aperçu de la constitution géognostique du Daghestan, aux formations jurassiques et crétacées seules, la présence du terrain tertiaire n'étant encore reconnue nulle part dans l'intérieur de l'espace occupé par les systèmes des affluents du Soulak. Je ne peux cependant passer sous silence un groupe de couches très considérable, dont la position stratigraphique ne laisse aucun doute qu'elle n'ait succédé régulièrement dans l'ordre chronologique à l'étage crétacé supérieur, au-dehors et non en-dedans de la région en question. La formation dont il s'agit me paraît effectivement la même qu'une partie des géologues classe dans les dernières couches crétacées, et l'autre dans les terrains tertiaires. La première opinion se base sur la présence d'une faune spéciale, distincte à la fois de la faune crétacée et de la faune tertiaire. N'ayant encore retrouvé aucune trace de cette faune dans les couches du Daghestan, j'ai dû m'en tenir aux études stratigraphiques et orographiques seules. Ce sont elles qui m'engagent à suspendre encore mon jugement, en considérant comme supracrétacés les dépôts de ce groupe, que j'ai trouvés relégués sur les versants extérieurs des chaînes crétacées, qui bordent le Daghestan proprement dit vers le nord.

Le groupe supracrétacé en question est formé par un ensemble puissant de strates calcaires blanchâtres et verdâtres, d'un aspect crétacé, qui passent insensiblement aux calcaires marneux compacts, pétris de tiges et parfois de feuilles distinctes qui paraissent appartenir à des plantes aquatiques succulentes. Ces restes végétaux se trouvent unique-

ment à l'état de moules, faisant relief en saillie sur les plans de la stratification. A ces couches succèdent des marnes argileuses et sablonneuses bigarrées et selon toute apparence azoïques. Une concordance parfaite de stratification lie les couches de ce groupe avec une grande série de strates, savoir: de schistes argileux tendres, gris foncés et noirs, remplis d'écailles et d'autres restes de poissons; d'argiles feuilletées gypsifères, fauves et ferrugineuses, avec rognons aplatis ocracés, assujétis à la désagrégation. Ces argiles, disposées en lits minces, alternent avec des bancs de grès jaunâtres. De petites sources d'eaux amères, chargées de sulfates de magnésie et de soude, sont fréquentes dans les massifs marno-argileux et arénacés de ce terrain, qui renferme pour moi les premiers dépôts de l'époque éocène. Je les ai trouvés toujours servant de base à la formation étendue de grès, qui produit les traits orographiques caractéristiques que l'époque de la molasse inférieure a imprimés à la région des collines et des plateaux bas et allongés, au nord du Daghestan.

L'aperçu de l'ensemble chorographique et géologique, tel que je l'ai tracé dans l'introduction de cet essai, n'a pu se faire sans l'aide d'une idée théorique par rapport aux causes auxquelles les couches sédimentaires doivent leur position redressée dans les chaînes du Daghestan.

C'est à elle qu'il faut en revenir, quand il s'agit d'isoler les faits stratigraphiques et de porter une précision scientifique dans l'exposé du plan constant d'après lequel nous voyons construits les systèmes de montagnes partiels dont se composent les chaînes parallèles.

Habitué à régler mes convictions géologiques en interrogeant la nature sur les lieux mêmes, je continue de considérer les soulèvements des chaînes de montagnes dans le passé, les phénomènes volcaniques et thermaux et les mouvements lents de l'écorce terrestre à notre époque comme les manifestations d'une activité souterraine, qui découle de la chaleur interne du globe.

Le principe du plutonisme une fois posé, tout s'y rapporte en effet de la manière la plus frappante. 1° Soulèvement. 2° Affaissement. 3° Emission de substances qui se rattachent à des réactions de la chimie minérale dans les profondeurs du sol, comme phénomènes dynamiques concomitants des effets mécaniques 1° et 2°.

Tout porte à croire, et les observations le confirment, que partout où l'équilibre général de la nature était temporairement dérangé pendant l'origine de nouveaux systèmes de montagnes, les trois moments que je viens d'indiquer se sont combinés simultanément, ou qu'ils se sont succédé dans un certain ordre chronologique, à des époques indéterminées. Dans le dernier cas, qui dans toutes les périodes géologiques paraît avoir été le plus fréquent, il est très difficile d'analyser séparément les effets de ces trois moments et de les reconnaître dans leur dépendance mutuelle par rapport à un système de montagnes donné. Je n'ai trouvé nulle part ces difficultés plus réduites qu'au Daghestan. Les résultats théoriques que l'hypothèse du soulèvement exige d'une manière logique y cadrent tellement

avec les faits, que la simple description de ces derniers se transforme involontairement en exposé systématique de certaines vérités géologiques, précieuses et instructives pour la solution d'importantes controverses, qui agitent actuellement la partie physique de la science.

C'est le lieu de rappeler que la structure interne du Daghestan établit une frappante analogie avec celle du Jura suisse et français. Les différents groupes de la formation jurassique, dans les chaînes de celui-ci, affleurent d'après le même plan, comme les groupes du terrain crétacé du Daghestan. Les formes de montagnes qui résultent de cet affleurement, la structure interne de leurs chaînes parallèles et les accidents saillants des reliefs sont les mêmes dans les deux pays¹⁾. Toutefois les épanchements intérieurs et les altérations métamorphiques, dues à la coopération des agents souterrains, accusées sur une grande échelle en Daghestan, ne paraissent se manifester dans les chaînes du Jura, que d'une manière restreinte et douteuse.

En appliquant à l'orographie du Daghestan une induction qui découle du principe du soulèvement en général, on doit conclure que le terrain appartenant à la région inférieure du pays a éprouvé une compression latérale, du côté des chaînes schisteuses qui forment le haut Daghestan.

Nous admettons que des forces élévatrices, agissant sur l'étendue d'une base curviligne et engendrées par le surgissement successif des chaînes jurassiques centrales, ont fracturé toute la série des couches crétacées, dans le sens de lignes anticlinales, parallèles entre elles. Il en est résulté un grand nombre de rides, plus ou moins rapprochées et alternativement saillantes et rentrantes. Chaque ride a donné naissance à un chaînon irrégulier de soulèvements longitudinaux partiels, très disparates par rapport à la largeur de la base et à la hauteur de la convexité.

Il y a ici, dans les formes orographiques produites par ces effets purement mécaniques, trois cas à distinguer.

1. Le plissement, en s'exerçant sur tous les étages, a produit une voûte allongée et surbaissée, se terminant en plaine doucement bombée vers le haut.

2. Ce plissement, en ne courbant qu'une partie inférieure de l'ensemble des étages, a déterminé dans la portion supérieure une rupture à bords écartés.

3. La rupture a traversé toutes les assises à la fois, en remplaçant la voûte par un creux ou par une concavité profonde.

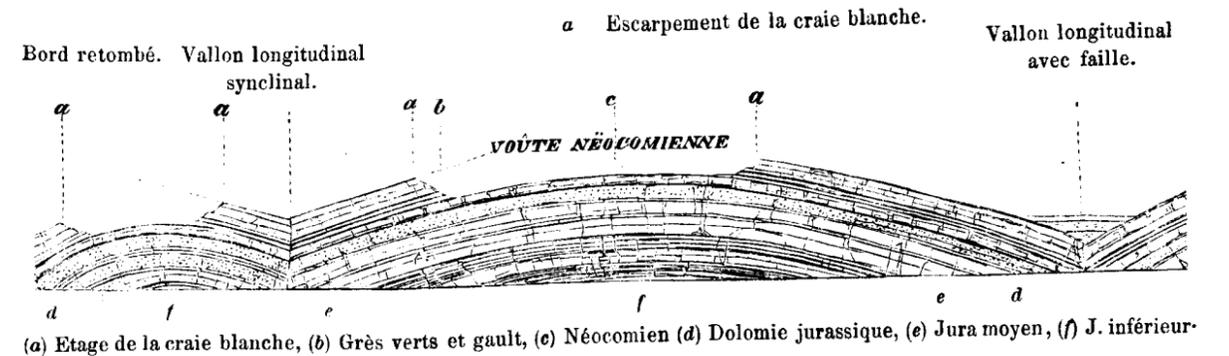
Le premier de ces cas, qui aurait dû faire relief par une voûte intacte de craie blanche, ne paraît pas avoir eu lieu dans toute sa régularité théorique à l'intérieur du Daghestan.

Le second cas se formule géologiquement comme il suit:

1) Les mémoires qui méritent le plus d'être consultés sous ce rapport sont les suivants: Thurmann, Essai sur les soulèvements jurassiques de Porentruy, Paris 1832 — 1836. Rozet, Sur les soulèvements jurassiques; Bulet. de la soc. géol. VI, page 192. Etudes géologiques sur le Jura Neuchâtelois, par E. Dessor et A. Gressly; Neuchâtel, 1859.

En vertu d'une flexibilité remarquable de la roche, la rupture s'est arrêtée aux couches calcaires compactes supérieures, de l'étage néocomien. Le résultat est un plateau, qui termine la voûte néocomienne interceptée par les bords écartés et abruptes de la crevasse, qui se composent des étages moyen et supérieur du terrain crétacé.

Fig. I.

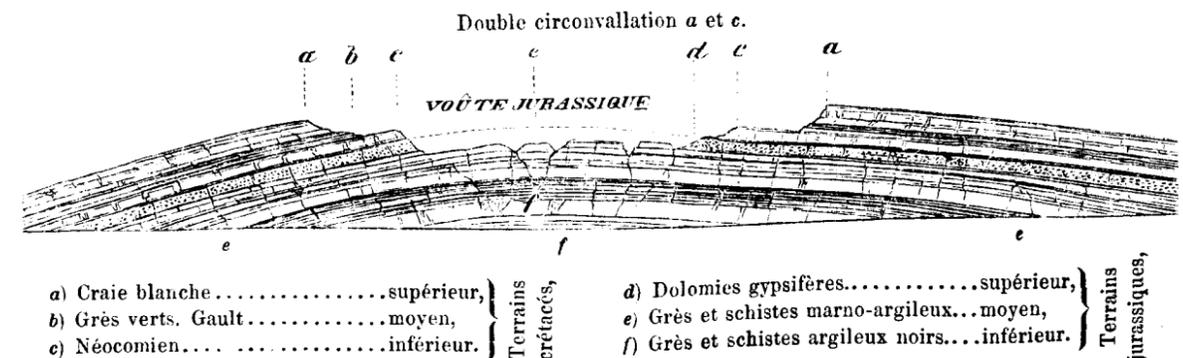


(a) Etage de la craie blanche, (b) Grès verts et gault, (c) Néocomien (d) Dolomie jurassique, (e) Jura moyen, (f) J. inférieur.

Le troisième de ces cas est le plus fréquent. Toutes les assises du terrain crétacé, avec l'étage jurassique supérieur et des portions de l'étage moyen, ont affleuré.

Dans ce cas la voûte néocomienne Fig. II s'est ouverte suivant une enceinte ou un cirque de roches escarpées, et présente à l'intérieur et au fond de l'ouverture un espace occupé par le terrain jurassique. Les bords de cette enceinte anguleuse ou semi-circulaire sont composés vers le bas de roches calcaro-siliceuses, dolomitiques et gypseuses, de l'étage jurassique supérieur (p. 5), ne constituant vers le haut qu'une masse avec l'ensemble des trois bancs calcaires susdits, du néocomien inférieur, inclinée comme eux et plongeant sous eux.

Fig. II.



a) Craie blanche.....supérieur, }
 b) Grès verts. Gault.....moyen, } Terrains crétacés,
 c) Néocomien.....inférieur. }
 d) Dolomies gypsifères.....supérieur, }
 e) Grès et schistes marno-argileux...moyen, } Terrains jurassiques,
 f) Grès et schistes argileux noirs...inférieur. }

Ces crêtes de calcaire néocomien, se relevant comme des lèvres de la rupture centrale du système, se prolongent en escarpement et interceptent une voûte de grès et de marnes argileuses jurassiques à sphérites et rognons ferrugineux.

Les voûtes jurassiques ont subi dans la majorité des cas un décintrement total ou partiel, et se présentent plus ou moins défigurées par les renversements et par les éboulements des couches affaissées de schistes et de grès, au fond de l'enceinte. L'exposé détaillé de toutes les espèces d'accidents qui défigurent les types réguliers des formes orographiques, occuperait un chapitre important de la géologie du Daghestan.

L'élévation absolue de la craie blanche, sur les bords des systèmes du troisième ordre d'Andi et de Goumbet, qui font partie de la circonvallation hémisphérique du Daghestan inférieur, savoir: le Salataou 8274 p., le Kirkh-Dagh 8633 et le Boutzrakh 9431 p. a., fait pressentir l'échelle considérable sur laquelle les soulèvements partiels se sont produits dans l'intérieur de la vaste enceinte en question. Il faut envisager le grand rapprochement de cinq lignes de soulèvement sur une bande qui n'a que 30 kilomètres de largeur, et la fréquence de larges et profondes vallées d'élévation, distribuées sur ces lignes, comme des circonstances qui ont dû gêner et modifier beaucoup le façonnement régulier des chaînes de plissements, et c'est évidemment sous l'influence augmentée de pression latérale, que se sont multipliés ces accidents, où, dans l'acte de l'élévation des masses, l'un des bords de la grande rupture longitudinale est retombé en faille plus bas que le bord opposé.

Les effets combinés de ces causes rendent compte de ces formes de montagnes non symétriques, qui présentent des versants médiocrement inclinés d'un côté et des couches verticales, refoulées et rabattues de l'autre côté.

Il arrive même que les vallons qui interceptent les chaînes parallèles se rétrécissent ou s'effacent complètement par suite de ces dislocations anormales, de manière à faire disparaître des divisions entières de couches, enfouies dans le mouvement des plis rentrant dans l'intérieur de la terre. La difficulté de s'orienter au milieu de tels accidents s'accroît à l'entrée et au centre des déchirures des flancs et des vallées transversales profondes, qui traversent les chaînes voûtées de part en part, à angle droit, sur leur direction normale. Les refoulements et les dislocations des couches se trouvent ici ordinairement au sommet, et les assises disloquées des dolomies gypseuses et siliceuses (page 5) s'y présentent avec une altération profonde de forme et de composition. C'est ici que ces roches passent parfois à des massifs poreux de cargneule¹⁾ et de gypse concrétionné bréchiforme, souvent ferrugineux, affectant les traits stratigraphiques d'une formation des plus irrégulières, tels que nous les connaissons dans les roches d'origine éruptive. Il arrive même que l'intérieur des roches gypseuses présente ici des cavités et des pores, dont la direction et l'étirement ont pour ainsi dire fixé le mouvement d'ascension et de contournement de substances volatiles, qui ont traversé la roche, lorsqu'elle était dans un état visqueux.

On ne peut pas méconnaître dans ces sortes d'accidents stratigraphiques et minéralogiques les effets de dégagement de produits souterrains fluides, dont l'émission s'est rattachée comme une conséquence naturelle aux mouvements de rupture dans l'écorce terrestre.

1) Rauchwacke.

Il est vrai, que les phénomènes géologiques qui tiennent à ces causes différentes, dont je viens de parler, peuvent se compliquer de telle sorte que le géologue exercé même, non encore initié aux lois qui président à la structure géognostique des chaînons et des vallées d'élévation du Daghestan, aurait de la peine à reconnaître la vérité. Et pourtant je n'ai pas une seule fois trouvé en défaut, dans le Daghestan, la précision de cette loi dont je suis depuis longtemps parvenu à retracer l'existence aussi bien dans le Caucase que dans les montagnes de l'Arménie.

J'insiste, par cette raison, sur la haute importance géologique du Daghestan. C'est ce pays de montagnes, unique dans son genre, qui dévoile à chaque pas que l'on y fait des vérités sublimes par rapport à la dépendance intime et nécessaire entre la forme extérieure et la nature interne des masses qui constituent le relief de nos chaînes de montagnes. C'est donc le pays, par préférence, qui renferme des objets d'études inépuisables pour le véritable géologue physicien, qui ne l'aborde pas pour y chercher seulement la confirmation de ses vues théoriques favorites, de cabinet ou de laboratoire. Qu'il analyse consciencieusement, et comparativement avec toutes ses études antérieures, les faits qui s'y présentent avec une clarté admirable, et en récompense de ce qu'il se verra peut-être forcé à abandonner en fait de théories, il fera un pas immense vers la juste appréciation des lois immuables de la nature.

2. Sur la nature et le gisement de quelques produits minéraux du Daghestan.

Il résulterait d'une étude physique complète du Daghestan supérieur et inférieur, que ce pays possède en lui-même beaucoup plus de ressources naturelles que l'opinion générale, faute d'explorations suffisantes, n'y en suppose habituellement. Ces ressources tiennent par préférence, il est vrai, à la structure géologique et aux propriétés géognostiques du sol, à une grande variété de conditions climatologiques et surtout à une heureuse disposition topographique des divisions naturelles du pays, par rapport à ces dernières.

Ces ressources sont bien loin d'être appréciées par la population actuelle à leur juste valeur; je ne sais ce qu'était autre fois ce pays, mais je me suis assuré que le Daghestan est appelé à prospérer un jour, pourvu que l'on réussisse à y assurer le repos, à élever l'état moral des habitants et à établir par-là cet équilibre social dont l'absence paralyse les meilleurs efforts.

Pour arriver à ce but il me paraîtrait le plus rationnel de commencer par des moyens désintéressés, tendant à améliorer l'existence matérielle, en encourageant surtout les cultures qui existent et en introduisant, par des fermes à créer, celles qui promettent un résultat immédiat, comme par exemple la culture du vin, des arbres fruitiers et du ver à soie. Les ressources qui tiennent à la partie purement minéralogique du Daghestan ne viennent que de surgir à notre connaissance, mais il faut dire qu'elles ont plutôt surpris

par le fait inattendu de leur découverte, qu'elles n'autorisent à éveiller des espérances qui surpassent la mesure ordinaire. Des premières indications d'un gisement minéral quelconque jusqu'à la connaissance suffisante des circonstances qui en déterminent positivement la valeur technique, il y a encore un grand espace à parcourir.

Les observations que j'ai pu faire pendant cette année sur ce sujet se rapportent principalement aux gisements de houille, de soufre et de sel. En me référant à ce qui a été dit déjà plus haut (page 6), sur la présence de ces substances dans les couches du Daghestan, je résume comme il suit les faits auxquels s'arrête mon jugement.

1. DE LA HOUILLE.

Mon premier voyage en Daghestan, en 1847, qui avait pour but spécial de prendre part aux recherches de combustible minéral ordonnées par S. A. feu le prince Vorontzof, me fit connaître une partie du pays où le terrain gréseux et schisteux des étages jurassiques moyen et supérieur domine presque exclusivement. La découverte de plusieurs dépôts de houille, de faible épaisseur, mais d'une bonne qualité, intercalés dans les couches de grès et de schistes argileux, parfois charbonneux, encouragea les recherches persévérantes qui devaient pourtant se borner au terrain du seul khanat de Koumyk. Ces recherches, auxquelles manquait l'emploi de la sonde, ne conduisirent pourtant pas au but désiré, sans exclure la probabilité de rencontrer des dépôts plus considérables dans des couches inférieures à celles que les dislocations et les redressements des strates ont fait affleurer au fond des vallées et des gorges. La couche la plus considérable, reconnue dans le voisinage d'Ouloutschra, dans un grès très dur, redressé à 52°, n'avait que 0^m177 d'épaisseur. Je considère comme résultat très satisfaisant de mes recherches de cette année:

1° D'avoir obtenu les preuves rigoureuses de la science, que l'ensemble puissant des mêmes couches de grès et de schistes argileux, qui renferme dans toute son épaisseur les mêmes restes de végétaux que dans le Koumyk, fait partie essentielle du sol du Daghestan entier, et représente réellement l'époque jurassique moyenne;

2° Que cette formation est adossée comme ceinture, sans discontinuité, aux schistes noirs et aux grès de l'étage jurassique inférieur, qui forme le noyau de la chaîne caucasienne centrale, et

3° Que c'est un seul et même horizon géologique qui réunit le gisement de houille du versant septentrional de cette chaîne, aussi bien que ceux qui se trouvent au versant méridional du Caucase, en remontant de l'Iméret par l'Aphkhasie, vers le nord-ouest.

Un autre résultat, non moins avéré que celui-ci, est le faible degré de probabilité du privilège du Daghestan proprement dit, de renfermer des couches de houille assez considérables pour être avantageusement exploitées.

Bien que cette opinion découle en majeure partie de certaines déductions, tirées de l'ensemble des différents documents géognostiques sur l'état passé de l'époque à laquelle appartiennent les restes végétaux enfouis, je n'oserais pas arrêter mon jugement sur ce point, si le caractère négatif de ma proposition n'était pas soutenu par des observations directes. Ces recherches sont facilitées, dans l'intérieur des vallées d'élévation et au fond des grandes vallées transversales des Koi-Sous, où le terrain jurassique se trouve mis à nu. En y poursuivant les couches de houille, qui affleurent à différentes reprises, de proche en proche, à travers tous les accidents des dislocations, on est à même d'en reconnaître l'identité et l'indépendance mutuelle, et d'examiner dans nombre de lieux les différences locales de la nature et de la manière d'être de ces restes végétaux. Toute la série des couches qui constituent l'étage carbonifère jurassique, étant traversée perpendiculairement à la direction de leur redressement par les profondes entailles des Koi-Sous, il y est facile d'acquérir une notion précise sur le nombre restreint et la qualité médiocre et terreuse de la plupart des lits de houille que la formation renferme.

Le grand nombre de débris charbonneux et de troncs d'arbres à-demi silicifiés, évidemment charriés, empâtés dans le grès, la distribution faible de céphalopodes et de quelques autres corps marins dans les groupes de bancs schisteux qui s'intercalent dans les puissantes sections du grès, sont autant de données positives sur le mode encore incertain de la formation jurassique. Cette époque unissait le long du versant septentrional du Caucase des dépôts terrestres aux dépôts marins, sans y tracer des lignes de démarcation précises.

Je cite comme renseignement intéressant à l'appui de ce que je viens de dire les bancs de grès ferrugineux, appartenant à la division supérieure de l'époque en question, qui renferme des mytils ou des congéries nombreux, associés aux débris de bois pétrifiés, et à un grand nombre d'ammonites, de petite taille.

Ces bancs, témoins évidents d'anciennes lignes côtières de la mer jurassique, se trouvent à des hauteurs absolues de 9000 et de 10000 pieds, adossés aux flancs septentrionaux des systèmes de schistes argileux et de grès noirs, rangés en chaîne, qui séparent le Daghestan supérieur de l'inférieur.

Les détails suivants, sur quelques-uns des affleurements de charbon de terre qui se sont présentés à mon observation, feront encore mieux connaître ce qu'on peut espérer des recherches futures par rapport au combustible minéral du Daghestan.

I. Couche de houille près de Tscherkat.

Cette couche affleure à-peu-près à 6 kilom. de l'aoul de ce nom, au noyau de la voûte jurassique du système de soulèvement partiel du Salataou, qui appartient à une forme orographique du 3^{me} ordre (page 10 et page 11, Fig. II).

L'étage jurassique moyen se présente sur ce point en deux divisions distinctes de grès qui se superposent, avec intercalation d'un massif très puissant de marnes arénacées et d'argiles schisteuses noirâtres, remplies de sphérites de fer carbonaté argileux. La partie de la voûte du système restée intacte (page 11) appartient à la division inférieure des grès; elle y est dominée par les bords opposés de la rupture longitudinale du système qui a traversé: 1° les étages crétacés, 2° l'étage jurassique supérieur calcaire, et s'est arrêtée au mur de la première division de l'étage jurassique moyen. Le dépôt de charbon de terre en question se présente ici disposé en couche irrégulière, entre des bancs de grès ferrugineux; elle est mise à nu au fond d'une vallée transversale, nommée Mohammed-Roukh à une hauteur absolue de 4883 p. a.

Toute la partie méridionale du système voûté est disposée en faille immense et retombe vers le fond de la vallée du Koï-Sou d'Andi; la partie septentrionale, maintenue à sa hauteur primitive, est surmontée par l'escarpement allongé de la craie blanche du Salataou 8250 p. a.

Conformément à cette disposition stratigraphique, la couche de houille suit le tracé d'une courbe surbaissée, dont la corde, d'environ 0 kilom., 4 fait partie du sol de la susdite vallée latérale, qui se dirige du N. au S. Le sommet convexe de cette courbe est donc traversé par l'axe anticlinal du système, qui court ici E 8° N — O 8° S. La couche projetée en profil naturel, sur les deux parois opposées et escarpées de la vallée, est irrégulière par rapport à son épaisseur et à la nature de sa composition. Comme toutes les couches de charbon de terre du Daghestan, dont ni le mur ni le toit ne sont nettement séparés des roches encaissantes, celle-ci est pour ainsi dire soudée avec les grès par des lits de passage minces, formés par des matières argileuses et charbonneuses, qui passent à la véritable houille vers le milieu de la couche. Le caractère de structure de ce charbon, en général, est d'être schisteux et mélangé de parties argileuses. D'autres variétés, plus solides et plus pures, se trouvent dispersées au milieu de la masse et l'emportent par intervalles sur le charbon impur. L'épaisseur du dépôt varie de 0^m17 à 0^m26, et va jusqu'à 0^m71 (1 arch.). La composition de cette houille s'améliore peut-être en raison de l'épaisseur de la couche; c'est ce que je ne saurais dire, faute de fouilles exécutées pour éclaircir cette question.

A l'endroit de la plus forte épaisseur l'ensemble géognostique était le suivant: des marnes arénacées, pétries de parties charbonneuses vers le mur et, 1^m26 de grès schisteux, avec empreintes végétales et de tiges aplaties vers le toit de la houille; le grès couvert d'une couche mince de matières ferrugineuses concrétionnées, entremêlé de particules charbonneuses pulvérulentes, et superposé de grès normal.

La voûte du grès, en plongeant fortement vers le sud, force la couche de houille à se dérober à l'oeil en s'inclinant dans le sol, sous un angle de 50 à 60°. A l'extrémité opposée la couche suit une inclinaison beaucoup plus faible et va s'étendre au-dessous de la contrescarpe crayeuse du Salataou. Il résulte de toutes ces données une disposition

stratigraphique de la houille de Tscherkat, qui faciliterait de beaucoup les travaux de l'exploitation.

II. Houille dans la vallée du Koï-Sou d'Avarie, dans le Tsounta-Akhvakh.

Ces affleurements se trouvent au fond des vallons, qui interceptent des rides parallèles du terrain de grès jurassiques, relevés et plongeant vers le nord, sous la base de l'Intscharo. Ce plateau allongé, très élevé et orienté de E 20 S à O 20 N, tournant ses côtés abruptes vers le midi, fait partie de l'escarpement calcaire et dolomitique de l'étage jurassique supérieur, couvert du néocomien qui traverse le Daghestan inférieur (page 3). Cet escarpement joue le rôle de contrescarpe relativement à la série des systèmes partiels de soulèvements anticlinaux de schistes et de grès, qui s'alignent parallèlement à la chaîne centrale du Caucase, en formant les limites naturelles du Daghestan supérieur, vers le nord, dans les chaînes de Pérékitl, de Bogos, d'Anzoukh, de Tasch et dans les hauteurs de Bognada, de Kanada jusqu'au Sari et Djoulti-Dagh.

Le rôle orographique de l'Intscharo est de former la contre-partie du système schisteux de Bogos, qui traverse sur une longueur de 40 kilomètres l'espace entre les Koï-Sous d'Andi et d'Avarie.

La profonde vallée du Koï-Sou d'Avarie, qui traverse ainsi toute la formation jurassique, suivant une ligne normale à la direction de ses couches, met à découvert la constitution minéralogique des roches qui renferment le charbon de terre.

En descendant la vallée, dans le Tsounta-Akhvakh, on observe près du pont du Koï-Sou des bancs puissants de grès, de 13^m4 d'épaisseur, très durs, avec empreintes et restes carbonisés de végétaux, qui alternent avec des schistes arénacés de couleurs sombres; le tout dirigé E 15 S O 15 N et 31° incliné vers NE. Plus bas, à l'approche du vallon Khartil-Kal, qui conduit à l'aoul Assa, sur la rive gauche du Koï-Sou, des grès argileux mous, à couleurs claires, prédominant; ils alternent avec des couches arénacées, très ferrugineuses, renfermant des sphérites argilo-siliceux et des fers géodiques, rouges de rouille.

Les couches passent, d'une position très inclinée vers le nord, presque à la stratification horizontale, de manière que l'on voit vers le haut de la paroi escarpée, du côté droit de la rivière, l'affleurement d'une couche de houille se dessiner sur une grande distance, comme un ruban horizontal noir. Ce fait géognostique est propre à diriger des recherches sur les alentours de l'aoul Kohor. La série des couches, dans l'intérieur du Khartil-Kal, présente une alternance de grès argileux tendres et blanchâtres, en bancs puissants, avec des schistes bitumineux, remplis d'empreintes de plantes bien conservées et de matières charbonneuses. En remontant le vallon de Khartil-Kal, on trouve les assises de grès, disposés par gradins peu inclinés et affectés de légères dislocations, renfermant une couche de houille qui affleure aux deux côtés de la gorge, tout près de la ruine d'une ancienne chapelle chrétienne.

La nature de ce gisement est la suivante:

Au toit de la houille se trouve le grès argileux blanchâtre, qui s'incline de 16° au nord et se dirige d'E 10° S à O 10° N. Il superpose une couche irrégulière de houille luisante (Glanzkohle) subcompacte, pure, d'une épaisseur de 0^m26; elle est séparée du grès, vers le toit, par des lits minces de schistes arénacés, pétris d'empreintes de plantes bien conservées; les schistes renferment des rognons aplatis, de nature sphérosidéritique.

Au mur de la houille gît un ensemble de 0^m53 dans lequel des lits minces de schistes et de bonne houille luisante alternent plusieurs fois. Au-dessous se trouve une autre couche de houille de 0^m13 à 0^m17 qui fait passage au grès.

La hauteur absolue de la localité est 2983 p. Tout porte à croire que plusieurs traces de gîtes de houille, qui se trouvent dans les alentours du Khartil-Kal, ne sont que les indices des parties détachées de la même couche.

III. Gisement de houille dans le Bogoulal.

Un autre gisement de houille, à 45 kilomètres de distance du précédent, vers l'ouest, est par sa position géologique envers l'Atschagaméer, qui forme la continuation occidentale de l'Intscharo, parfaitement analogue à l'affleurement de la houille du Khartil-Kal.

La houille en question se fait jour à une hauteur absolue de 5535 pieds¹⁾, à 5 kilomètres au nord de l'aoul Klipitschi, sur la rive gauche de l'Altschmetl, affluent méridional de la rivière de Karata. Ce fleuve descend des ravins de la haute chaîne de grès de Konata, et intercepte l'Intscharo et l'Atschagaméer, à quelques kilomètres du côté nord de Klipitschi, dans une entaille profonde, qui met à nu les immenses assises de calcaire caverneux et dolomitique à nérinées, et montre les dolomies gypseuses et siliceuses dans leur superposition immédiate aux schistes marneux et aux grès de la division supérieure de l'étage jurassique moyen.

Le gisement de cette houille, schisteuse et subcompacte, de qualité médiocre et de 0^m13 à 0^m17 d'épaisseur, se trouve au fond du vallon d'Atschmetl, au milieu d'un groupe de couches très disloquées et accidentées par l'effet de failles. Ce sont des bancs de grès durs et grisâtres, semblables à ceux près du pont du Koï-Sou d'Avarie (page 7), avec alternances de schistes argilo-arénacés, remplis d'empreintes et de restes de plantes charbonneuses, et renfermant beaucoup de sphérites d'argile siliceuse ferrugineuse. La poursuite de cette couche, qui se borne au bord gauche du vallon, est bientôt empêchée en amont de celui-ci par des failles nombreuses, qui font disparaître les lits charbonneux.

IV. Houille dans la vallée du Kara-Koï-Sou.

Un autre gisement de houille, qui forme dans ce moment l'objet d'une exploitation sérieuse, dirigée par M^r Poretzky, lieutenant du Corps des ingénieurs des mines, se trouve

1) La hauteur indiquée est celle de l'aoul Klipitschi.

au fond de la vallée du Kara-Koï-Sou dans le prolongement oriental de la même ligne de redressement du terrain jurassique, dont je viens de parler (p. 17 et 18). Un massif de grès, le Tschadriméer fait relief ici sur cette ligne, du côté sud des escarpements abruptes des calcaires des plateaux de Gounib et de Tourtschi-Dagh; ceux-ci sont à leur tour des portions du prolongement oriental du grand rempart calcaire précité (page 17), dont le bord abrupte et droit, depuis le Godoberriméer¹⁾ dans le Schamalal, reçoit une inflexion légère vers le sud, en partant de la montagne rocheuse et détachée de Tilitl. Le Tschadriméer présente un soulèvement longitudinal voûté, d'une forme très irrégulière, dirigé E 35 S à O 35 N. Les couches de grès, fortement inclinées à la base du versant nord du Tschadriméer, et baignées par les eaux du Kara-Koï-Sou, se couchent brusquement vers le sud, changent d'allure et deviennent presque horizontales; puis elles se relèvent de nouveau jusqu'au dos du massif central, qui forme une voûte aplatie carrée, brisée sur ses gonds, du côté sud. La houille affleure au noyau de ce massif, sur les berges étroites de la gorge rocheuse, à quelques mètres au-dessous du niveau du Kara-Koï-Sou, tout près du pont de Khindab, à la hauteur absolue de 3329 pieds.

L'allure de la couche est celle d'une courbe irrégulière, très surbaissée, qui se relève faiblement pour disparaître après une marche de quelques centaines de mètres, en s'infléchissant brusquement vers le sud. L'épaisseur de la couche est très irrégulière; elle varie de loin en loin, en ne surpassant nulle part 0^m28.

La houille possède une structure schisteuse; elle est compacte et d'une composition excellente; elle tient le milieu entre le glanzkohle et le pechkohle, et rappelle la bonne houille de Newcastle. Cette espèce de bonne houille est irrégulièrement intercalée avec du schiste charbonneux, très tenace, qui peut encore être employé comme combustible. Au toit de la houille on rencontre un grès argileux très dur, qui renferme beaucoup de sphérites réguliers, paraissant être du fer carbonaté argileux. La houille fait passage au grès, de sorte que l'on voit un grand nombre de petites couches parallèles et minces de houille traverser la roche du toit et en former un véritable grès carbonifère, de 3^m5 d'épaisseur. En séparant la houille de cette roche du toit, on voit couchés sur les plans de stratification un grand nombre de troncs d'arbres aplatis sémicharbonneux, larges d'un pied à la base, et d'une longueur de 3^m à 3^m5. Tout le reste des fragments et des particules de matières charbonneuses, qui augmentent au voisinage de la couche de houille, se composent également de semblables tiges et rameaux aplatis, probablement de conifères,

1) Le Godoberriméer est la cime proéminente de l'escarpement des calcaires et des dolomies jurassiques, recouverts par les calcaires néocomiens, dont il a été question p. 3 et 7, qui tourne ses escarpements vers les chaînes centrales du Daghestan. Cette cime, dans laquelle les calcaires compactes, les dolomies, les cargneules et l'albâtre se pénètrent et se remplacent mutuellement, de la manière la plus irrégulière, résume les privilèges: d'être le point culminant de la partie calcaire du point de partage des eaux (page 2), et de toutes les cimes de cette formation calcaire du Daghestan. La hauteur absolue du Godoberriméer est de 9885 p. et la puissance de l'ensemble des couches qui forment l'escarpement, en partant des grès de la formation jurassique moyenne, à la base du dernier, est de 1267 p. angl.

d'une taille plus petite et plus mince. Le grès, près du mur, se distingue de celui du toit par sa structure schisteuse et par un moindre degré de dureté et de compacité. Ces conditions géognostiques du gisement de la houille, près du pont de Khindab, en rendent l'exploitation très difficile, en exigeant l'emploi constant de la poudre et des travaux de charpente. Ces derniers sont exigés par la nature fracturée du massif rocheux, qui renferme le gîte du charbon. L'exploitation de cette houille serait évidemment un travail ingrat, si les prix énormes auxquels on se voit réduit dans le Daghestan, par rapport au combustible, et les difficultés d'en avoir pour les troupes, ne conseillaient pas de recourir à un dépôt de bonne houille quelque petit qu'il soit, eu égard aux besoins du fort de Gounib, qui n'est qu'à 7 kilomètres de distance de l'endroit du gisement. Ces mêmes causes ont dû motiver des travaux d'exploitation plus considérables encore sur un gisement très puissant de schistes bitumineux, dont l'affleurement se combine avec des accidents géologiques très remarquables.

V. Schiste bitumineux, près du pont de Koro-Dagh.

Ce gisement se trouve à 15 kilomètres de Gounib, à l'entrée d'une rupture transversale étroite, qui traverse le bord élancé septentrional d'une vallée d'élévation, du troisième ordre, qui est de toutes les formes orographiques semblables, dont se compose l'intérieur du Daghestan, une des plus importantes et des plus riches en fait d'accidents d'irrégularité à l'égard du type normal. Ce n'est point ici qu'il convient d'entrer dans l'analyse orographique spéciale du grand système dont il s'agit, car nous sommes en présence de l'un de ces cas où, par suite de l'intercalation réciproque de plusieurs systèmes de soulèvements partiels et des dénudations qui les ont suivis, les accidents de terrain se sont compliqués de telle sorte, qu'il est impossible d'introduire de la clarté dans la description, sans l'aide d'un exposé méthodique, basé sur des cartes et des profils.

Je dois me borner à rappeler ces vallées d'élévation symétriques, où tout une partie de la double circonvallation d'un cirque allongé est retombée. La vallée en question présente un exemple de ce genre. On remarque cette particularité, que le bord extérieur, formé par la craie blanche, s'est maintenu à un niveau très élevé, avec une légère inclinaison de ses couches, tandis que le bord intérieur du cirque, composé du néocomien inférieur et du jura supérieur, est retombé, de manière que ses couches, redressées sous forme de crêtes élancées en feuillets verticaux, touchent presque à la position verticale.

Un vallon longitudinal, creusé dans les couches arénacées de l'étage crétacé moyen, intercepte les deux crêtes. J'ajoute encore, que ce grand système, dirigé de E 20 S à O 20 N, est traversé transversalement par le Kara-Koi-Sou, et que les bords retombés susdits sont entrouverts par deux gorges profondes, qui conduisent les eaux de la plus grande partie de l'intérieur du système au Koi-Sou d'Avarie. La place de l'affleurement du schiste bitumineux se trouve à 15 kilomètres de Gounib et à 7 kilomètres du pont de Koro-Dagh, à

l'entrée intérieure d'une des gorges précitées, le fond de l'autre, qui lui est parallèle, servant de chenal au fleuve de Koro-Dagh.

Après avoir traversé les défilés étroits et sinueux qui mettent à découvert les profils des divisions calcaires du néocomien, des calcaires jurassiques compactes à dicéras, des dolomies bitumineuses et gypsifères et des conglomérats calcaires, avec galets, la route du pont de Koro-Dagh à l'aoul Khototsch s'engage dans une coupure profonde et tellement étroite, que les parois verticales paraissent se toucher et se fermer entièrement par en haut. Les dolomies cavernueuses et siliceuses s'y trouvent transversalement au plan de leur stratification, mises à nu sur une longueur de 300 mètres. A la sortie de cette gorge on voit, aux couches dolomitiques de 45 mètres, remplies de géodes calcédonieux et siliceux, dirigées E 15° S à O 15° N et inclinées 71° au NNE, succéder des calcaires marneux grisâtres de 40 mètres, riches en fossiles des étages calloviens et oxfordiens d'Orbigny. Ces calcaires reposent sur des bancs de grès de peu de consistance, de 4^m à 4^m,5, qui passent vers le bas aux grès argilo-schisteux, renfermant beaucoup de concrétions aplaties ferrugineuses, de grandes ammonites éparses et plusieurs espèces de pholadomyes et de céromyces, égales à celles du calcaire grisâtre. Une variété de ce grès, à grain plus fin, très argileux et schisteux, avec empreintes végétales, sert de toit à une couche d'argile schisteuse et bitumineuse, fortement colorée en noir et pénétrée de matières charbonneuses, de 1^m,8 à 2^m,1 d'épaisseur. La couche s'incline de 82° vers le nord et suit la direction de E 20° S à O 20° N¹). Elle présente des modifications notables dans sa composition minéralogique. Vers le toit la couche est formée par une masse argileuse assez solide, d'un noir plus ou moins foncé, qui renferme de petites couches et des nids comprimés de houille compacte, à cassure luisante. Vers le mur l'argile bitumineuse devient plus sablonneuse, noirâtre, et enveloppe des amas irrégulièrement dispersés de fer sulfuré pulvérulent. La pyrite, toujours en quantité assez notable, répandue dans ces schistes, leur donne une grande tendance à se décomposer par l'action des eaux atmosphériques, dont l'accès est très favorisé par la position raide de l'ensemble des couches. Sous l'influence de ces agents l'argile charbonneuse est pénétrée en bas de la couche de sulfates acides de fer et d'alumine. Ces sels vitrioliques pénètrent jusqu'aux schistes argilo-arénacés, qui se trouvent vers le mur de la couche bitumineuse et y produisent des efflorescences. L'étude des séries des couches démontre plus bas des marnes argileuses et gréseuses parfois feuilletées, renfermant le même pecten (fibrosus Goldf.) qui se trouve dans les couches vers le toit de l'argile bitumineuse. A ces lits succèdent des bancs de grès schisteux, avec intercalation de fer géodique, sous forme de sphérites, et alternance avec des marnes arénacées compactes.

L'argile bitumineuse du gisement en question, exposée quelque temps au feu de charbon, s'enflamme et subit une combustion complète de ses parties volatiles et charbonneuses. Il paraît qu'en dépit du résidu considérable de parties terreuses, l'expérience a

1) Hauteur absolue de l'affleurement, 2106 pieds angl.

suffisamment parlé en faveur d'un emploi avantageux de cette argile bitumineuse de Koro-Dagh, pour qu'on puisse en poursuivre avec énergie l'exploitation, qui s'effectue à l'aide d'une série de galeries horizontales, pratiquées les unes au dessus des autres dans le corps de la couche, suivant sa direction de E 20° S. L'air atmosphérique, comme il était à prévoir, ne tarde pas à provoquer dans l'intérieur des galeries une décomposition lente et progressive de l'argile bitumineuse, en contact avec les pyrites. L'hydrogène sulfuré qui se fait sentir dans les mines paraît résulter de ce procédé.

Les accidents géologiques et paléontologiques qui caractérisent ce gisement remarquable de combustible minéral, de Koro-Dagh, sont autant de preuves positives que celui-ci appartient à une formation purement marine, et qu'il occupe un horizon supérieur, dans la série des couches du terrain jurassique moyen, à celui des autres gisements de houille que je viens de passer en revue. Pour maintenir cet aperçu sur la houille du Daghestan au niveau de l'état actuel de nos connaissances géognostiques sur le pays, il faut tenir également compte de la manière d'être de la formation jurassique dans la partie occidentale du Daghestan, au-delà de la ligne de partage des eaux dont il a été question page 2.

VI. Houille dans le département de Dargo.

Il y a dix ans que l'on sait que des dépôts de charbon de terre de bonne qualité existent dans les vallées des districts du Samour, de Kaitagh et du haut Tabasséran. Il y eut une époque où les habitants de ces derniers districts portèrent sur le marché de Derbent de la houille qu'ils exploitaient eux-mêmes. Les essais faits sur ce combustible, pour les bateaux à vapeur de la mer Caspienne, avaient donné un résultat favorable; cependant les circonstances ne permettant pas encore d'entreprendre des recherches décisives sur les lieux, la chose fut ajournée. Au printemps de cette année le lieutenant Poretzky abordait une de ces localités d'anciennes exploitations. Des fouilles considérables, dirigées sur un affleurement principal, mirent à découvert une couche de houille irrégulière de bonne qualité, assez solide, à cassure luisante et riche en éléments volatiles, mais ne surpassant nulle part l'épaisseur de 0^m26 à 0^m30. En considération du peu de solidité du terrain, qui exigeait des travaux compliqués, et eu égard à l'éloignement considérable de l'endroit où le besoin du combustible était le plus urgent, on ne poussa pas plus loin les fouilles.

Parvenu à cette partie du Daghestan vers la fin d'octobre, à l'époque où la saison avancée exigeait de mettre un terme à mes recherches systématiques, il ne restait pas un temps suffisant pour compléter cette année le recueil de mes observations pour la carte géologique du Daghestan entier, jusqu'à la mer. Je voyais pourtant à ma grande satisfaction, dans les accidents stratigraphiques et géognostiques des vallées d'élévation d'Ourakly et de Surga, se retracer les mêmes lois de formation que je venais de reconnaître pour le Daghestan central.

La régularité qui règne dans la succession des assises jurassiques et crétacées composant les formes orographiques de ce dernier, se reproduit pourtant avec un moindre degré de clarté dans le relief de la grande vallée d'élévation d'Ourakly, parce que celle-ci formant un système de troisième ordre, d'une longueur de 16 kilomètres, confue avec les chaînes d'un autre système parallèle, du même ordre, celui de Surga, qui vient s'y adjoindre du côté sud, avec des accidents très marqués de terrain.

Le bord septentrional de la vallée d'Ourakly, avec ses couches inclinées de 54° vers le nord, et dirigées de E 37° S à O 37° N, retombé de beaucoup au-dessous du bord opposé, présente comme à l'ordinaire l'escarpement abrupte du calcaire néocomien.

Le terrain de grès de l'enceinte intérieure, mis à découvert sur une largeur de 12 kilomètres, se compose d'une multitude de collines, dont il n'est pas facile de saisir l'ensemble systématique, à cause de la disposition déchiquetée des parties redressées du sol. Toutefois, en parcourant le système suivant une ligne transversale du NE au SO, on passe successivement en revue toutes les couches qui constituent le terrain, et il est facile d'y reconnaître, qu'elles sont inclinées et dirigées réellement par rapport à une ligne anticlinale, qui court à peu près de N 40 O à S 40 E et coïncide avec l'axe longitudinale de la vallée d'élévation.

Les caractères minéralogiques de la partie jurassique de ce vaste ensemble géologique ne s'écartent pas en général du type qui distingue les roches de la même époque dans le Daghestan occidental. Cependant ils ne restent pas toujours les mêmes. Les dolomies siliceuses et gypseuses font défaut dans l'étage jurassique supérieur, de sorte que je ne suis pas encore éclairé sur l'horizon qui fixe ici réellement le commencement de l'époque crétacée. Par rapport aux roches arénacées de l'étage jurassique moyen, on observe des différences non moins notables. Immédiatement au-dessous des calcaires succède une division puissante de bancs de grès marneux grisâtres, parfaitement analogues à ceux qui forment le noyau de la vallée d'élévation de Khototsch, en y étant subordonnés aux schistes argileux géodiques, vers le mur de l'argile bitumineuse et pyriteuse (page 21). Ces grès marneux passent à des assises épaisses de grès compact, à grains très fins, argileux et à couleurs claires, grises et brunâtres avec empreintes végétales. Le fer cesse de jouer un rôle important dans ces grès; les concrétions, les sphérosidériles et le fer géodique ne s'y trouvent qu'en petit nombre. La division de schistes argileux et marneux, qui sert de base à ces grès, présente des masses noirâtres, à teintes beaucoup moins foncées que les schistes du même niveau dans le Daghestan central. Les grès, qui sont plus bas encore, restent homogènes, solides, argileux, et se distinguent par la grande épaisseur des bancs. Tout porte à croire, que la plus grande partie de la division des grès et des schistes, dans les chaînes centrales d'Ourakly, de Surga et de Koumyk, consiste plutôt en dépôts terrestres qu'en dépôts marins.

On trouve de loin en loin des lits calcaro-arénacés minces et parfois ferrugineux, intercalés dans des couches de grès de la division supérieure, renfermant des impressions

végétales et des fragments de tiges aplaties, associés à des restes de mollusques fossiles, qui appartiennent aux genres *cardium*, *cyréna* et peut-être *cyclas*. En compensation d'un manque total de restes d'origine marine dans les grès de la division inférieure de l'étage, à Ourakly, j'ai trouvé sur le même horizon géologique de belles ammonites et des posidonies oxfordiennes, dans les rognons de fer carbonaté argileux, à Koumyk. Les mêmes couches schisteuses et arénacées, qui renferment ces concrétions fossilifères, servent de gisement aux bois pétrifiés, probablement de conifères, dispersés çà et là dans le terrain arénacé.

La couche de houille atteinte par les travaux de recherche de cette année se trouve à une hauteur absolue de 2865 pieds, au fond d'une vallée, près de l'aoul Suray, au centre d'une région réputée par préférence carbonifère. La formation est représentée ici par des bancs puissants de grès argileux jaunâtre, de faible consistance, qui alternent avec des schistes marno-argileux et sablonneux, de faible épaisseur. Lors de ma visite sur ces lieux la houille n'était plus visible. Un écroulement des travaux de recherches venait de faire disparaître presque entièrement l'affleurement de houille précité. A en juger d'après la position du grès schisteux vers le toit, la couche de houille se dirige sur ce point, de E 29 S à O 29 N, en s'inclinant de 7° vers NNE. Il y a dans le voisinage de l'aoul Sourtschaï plusieurs autres affleurements de houille, qui se superposent à des intervalles inégaux. Je n'en ai vu qu'une couche de 0^m17 d'épaisseur de très médiocre qualité, intercalée dans des bancs de grès argileux, arénacé et gypsifère. Bien que les données que je viens d'émettre sur l'affleurement de la houille dans le Daghestan ne soient que très peu satisfaisantes, je suis pourtant disposé à croire qu'il y a plus de chances d'un meilleur succès pour les recherches ultérieures de houille dans le Surga, dans le Kaïtakh et le Tabasséran, qu'il n'y en a dans le Daghestan proprement dit.

En recueillant pas à pas les éléments d'une coupe géologique complète, en partant du sol tertiaire des plaines maritimes de Kaïtakh, à travers les vallées d'élévation d'Ourakly, sur Akouscha, jusqu'à Koumyk, j'ai parcouru sur une distance de 50 kilomètres un sol extrêmement accidenté, sur lequel les grès et les schistes du jura moyen carbonifère et le terrain de la formation crétacée affleurent dans la ligne de ma coupe, à peu près en raison de 6 : 1. Sur une distance presque égale et à travers la même bande de terrains cette proportion entre les terrains jurassique et crayeux serait, pour le Daghestan proprement dit, environ de 1 : 9. En se reportant avec ces données sur les hauteurs imposantes néocomiennes à l'orient d'Akouscha et de Koumyk (le Karyk-Sil de 8150 pieds et le Chounoun-Dagh de 9526 pieds), qui forment les bords orientaux des vastes cirques jurassiques de Surga et de Kaïtakh, l'observateur y est à même d'examiner pour ainsi dire à vol d'oiseau l'intérieur de ces vallées d'élévation, avec leurs couches redressées et leurs arêtes séparées par des dépressions correspondantes; on y reconnaîtrait bientôt que la proportion précitée¹⁾ augmente en faveur du terrain jurassique à mesure que l'on

1) Entre les surfaces formées de roches calcaires crétacées et de grès et schistes jurassiques.

s'avance dans la direction de l'est vers la mer Caspienne. Je crois ce fait inattendu en rapport avec des causes locales, inhérentes au développement de l'époque jurassique même, qui agissaient d'une manière différente dans les parties occidentales et orientales du pays, et qui ont fait de l'accroissement des bancs de grès et des schistes arénacés, et de l'augmentation des dépôts de houille, à la fois, deux phénomènes concomitants, dont l'un déterminait l'autre.

Faisant abstraction de cette pensée purement théorique et admettant des conditions égales, favorables pour la formation des couches de houille dans le Daghestan oriental et occidental, toujours est-il sûr que la probabilité de rencontrer la houille, qui affleure au jour, ou que l'on doit chercher à l'aide de la sonde, suivra dans les deux parties du pays la même proportion qui existe entre l'étendue des surfaces du terrain jurassique et du terrain crétacé.

2. DU SOUFRE ET DU SEL.

Il se rattache un haut degré d'intérêt scientifique à ces deux produits minéraux du Daghestan, qui promettent d'acquérir beaucoup d'importance. Leur mode de gisement, tout particulier, est très différent de ceux qui ont été reconnus pour ces deux substances dans les autres pays caucasiens.

Le soufre natif, dont les habitants de la vallée de Baksan recueillaient depuis longtemps des fragments sur les moraines des glaciers de l'Elbrouz, est un produit purement volcanique, enclavé dans des conglomérats trachytiques, qui prennent leur origine probablement dans le corps du grand cône même, en des endroits inaccessibles à la recherche. Le soufre natif, qui se trouve dans les brèches trachytiques, au-dessus des pentes raides de la partie centrale de l'Alaghez, en Arménie, accuse une origine analogue.

Les fragments de roche qui renferment le soufre de cette localité se trouvent au milieu d'énormes éboulements, résultant de la destruction du gisement primitif: circonstances qui rendent l'exploitation impraticable. Les accidents géologiques qui président à la présence du soufre, dans les dolomies gypseuses et dans les albâtres de l'intérieur du Daghestan, prouvent d'une manière incontestable que ce minéral ne peut y être formé par voie de sublimation, comparable à celle des solfatares.

Il n'y a pas un seul fait qui justifie l'idée d'une coopération quelconque d'effets réellement volcaniques dans la formation des roches de ce pays. La nature du gisement de soufre, c'est qu'il présente des masses globuliformes, de plusieurs pouces de diamètre, d'une couleur jaune-paille, un peu translucides, enveloppées dans un terrain marno-gypseux. Ces gîtes sont intercalés dans des couches parallèles de dolomie et de gypse, en partie anhydre. Il est difficile de croire que les dolomies et les gypses hydratés et anhydres

nonça le sel gemme en masse, en lui assignant un gisement dans des vallons distingués par des affleurements de gypse et d'albâtre, mais il n'y avait d'autres preuves de ces assertions que des croûtes de sel cristallin, de 2 à 4 millimètres d'épaisseur, dont il a été question p. 6.

Je me fis conduire par les gens du pays sur l'emplacement d'un de ces gisements, à 7 kilomètres de Tscherkat, en amont de la vallée du Koï-Sou. Je dois rappeler ici que le caractère physique de cette vallée, en partant du point de réunion du fleuve avec le Koï-Sou de Koumyk, c'est de former pour ainsi dire la contre-partie du grand soulèvement alongé du Sala-Tau.

Par suite de l'affaissement général que la partie méridionale de ce système a subi, les couches appartenant à l'horizon des dolomies gypsifères (p. 6), qui renferment les gîtes de soufre dans l'escarpement du Sala-Tau, se trouvent au fond de la vallée, placées dans une position horizontale, réduites à un niveau de 4119¹⁾ pieds. Les calcaires inférieurs du néocomien superposent, près de l'aoul de Tscherkat, des bancs de Dolomie caverneuse et saccharoïde, qui servent de toit à une assise très puissante et irrégulière de brèches composées de gros fragments de calcaire néocomien, altérés et cimentés par des dolomies terreuses, à grains fins. Des masses d'albâtre et de gypse sémicristallin, fendillées en morceaux informes ou présentant de petites couches contournées, sont enveloppées dans cette roche brécheuse, qui sert de lit à la rivière et constitue les bords escarpés de la partie inférieure de la vallée. Un vallon latéral, encaissé dans ces mêmes terrains, sur la rive gauche du Koï-Sou, donne accès à l'emplacement de l'affleurement des croûtes de sel gemme susmentionnées. L'ensemble des couches précitées, complètement mis à découvert ici, se présente en stratification inégale, rapprochée de l'horizontalité, mais avec une répartition en étages distincts, de gypses, de marnes, de dolomies et de calcaire, compacte par en haut. La masse de ces étages, disposés en côtes superposés, fortement ravinés, est traversée par des fissures et par des effets de corrosions atmosphériques, causés d'un manque de solidité du terrain qu'accusent des éboulements considérables. En montant dans le vallon, on ne tarde pas à voir apparaître au-dessous de gros blocs de roches dolomitiques et calcaires compactes, à nérinées, entassés les uns sur les autres, ainsi que les assises et les masses irrégulières de gypse anhydre et d'albâtre, servant de mur à un étage très puissant, dans lequel la succession des couches est la suivante.

1° Calcaire dolomitique cavernueux et grossier, renfermant du gypse à l'état de rognons et de nodules isolés, de toutes les grandeurs, ou en veines et en petits filons ramifiés, se croisant dans tous les sens. De loin en loin le gypse des veines et des filons est remplacé par du sel marin, cristallin ou fibreux, de manière que la roche adopte la structure d'une brèche salifère, d'un tissu varié.

1) Hauteur absolue du niveau du Koï-Sou, près de Tscherkat: 1366 p. a. Hauteur absolue de la maison du naïb de Tscherkat, au milieu de l'aoul: 1541 p. a. Hauteur absolue du pont d'Achaltî: 1209 p. a. Niveau du fleuve Soulak, 15 kilom. plus loin, 710 p. a.

2° Des roches à l'aspect dolomitique, traversées par des veines gypseuses, qui font passage à

3° Une alternance de bancs de dolomie peu épais et de lits terreux, grisâtres et jaunâtres, rappelant le terrain marneux.

4° Une assise très puissante de dolomie compacte, crevassée et à surface très corrodée et caverneuse, parsemée de gros rognons et de noeuds d'albâtre ou d'anhydrite.

5° Couches de calcaire compacte, avec nérinées et autres restes de coquilles méconnaissables.

Je n'ai pas poursuivi ces recherches dans les vallons contigus, où les habitants de Tscherkat m'ont signalé des faits analogues, mais je crois à la probabilité que la région en question appartient à une zone salifère, traversant le Daghestan inférieur dans la direction ESE à ONO, et dans laquelle on ne tardera probablement pas à découvrir un dépôt de sel gemme.

Les sources salées de Khonkhidatl.

Cette manière de voir est fortement soutenue par tous les faits géologiques qui se présentent à l'observateur remontant la vallée du Koï-Sou, de Tscherkat à Botlyk, dans le Tekhnoutsal. Cette remarquable vallée, conservant d'un bout à l'autre le caractère de vallée d'affaissement, traverse les principaux systèmes longitudinaux de soulèvements voûtés du Daghestan occidental, dans une direction oblique sur les axes de leur alignement. L'intérieur de cet immense creux longitudinal offre au géologue les observations les plus variées et les plus importantes; il y trouve comme une combinaison des principaux accidents stratigraphiques et géognostiques qui distinguent les chaînes voûtées du pays.

Les bords supérieurs de la vallée sont formés par les assises des étages du terrain crétacé, presque horizontales ou légèrement inclinées, dont les coupes se dessinent sous forme d'escarpements, prolongés les uns au-dessus des autres. Les lignes suivant lesquelles les assises se sont brisées, dans le mouvement d'affaissement du sol, courent le long des escarpements. C'est ce mouvement qui a déterminé les mêmes assises à s'incliner brusquement vers l'intérieur de la vallée et à encaisser le fond de cette dernière, sous forme de parois escarpées, terminées en haut par des crêtes élancées, sinueuses et traversées d'une multitude de crevasses et de gorges latérales (voy. Planche I).

Or cette disposition synclinale des couches retombées ne caractérise la vallée du Koï-Sou d'Andi que sur les espaces intermédiaires d'une voussure à l'autre. A l'approche d'un nouveau plissement, que le cours de la rivière doit parcourir transversalement, l'inclinaison des strates redressés, qui flanquent le fond de la vallée, tantôt isolés en feuillets verticaux ou suspendus en massifs, devient moins raide; les strates passent insensiblement à la position horizontale, puis elles se relèvent pour se plier en voûte surbaissée, donnant passage à la rivière, dans une gorge étroite, garnie de part et d'autre de rochers élevés, sur lesquels les lignes de stratification se présentent en courbes parallèles, se correspondant exactement sur les deux côtés de la gorge (voy. Planche II).

Après avoir traversé la voûte on voit que l'inverse de ce qui s'est passé a lieu. Le phénomène d'une voûte renversée (p. 12) se répète; la gorge étroite se transforme de nouveau en vallée évasée, et la rivière coule dans le fond presque plat du bassin, allongé et encaissé dans sa partie inférieure par des strates inclinés en sens inverse et surmontés par les escarpements des couches horizontales, en retraite les unes des autres (voy. Planche I).

L'examen comparatif de la composition minéralogique des mêmes couches, qui se trouvent ainsi à différentes reprises sous l'influence des accidents stratigraphiques opposés, prouve que la métamorphose exercée sur les couches calcaires, par les agents épigéniques, s'est opérée avec des degrés d'intensité très différents, sur toute l'étendue de la vallée du Koï-Sou.

Le phénomène de changement des calcaires compactes, à cassure conchoïdale ou esquilleuse, en calcaires saccharoïdes dolomitiques, y peut être poursuivi à travers toutes ses phases.

Il augmente évidemment d'intensité à l'approche et à l'intérieur du terrain voûté, traversé par les gorges. A la sortie occidentale de la gorge sauvage dans laquelle le Koï-Sou d'Andi se fraie une route à travers les grès puissants et les calcaires dolomitiques de la période jurassique, recouverts par le néocomien inférieur, on voit les fragments calcaires anguleux et altérés de ce dernier prendre part à la composition de la brèche dolomitique et gypseuse de Tscherkat (p. 27). A l'entrée du défilé rocheux, entre Ounkhou et Tloc, les assises disloquées de calcaire néocomien, non bitumineux, caractérisé par les «*terebratula biplicata* et *impressa*,» passent insensiblement à la nature de la dolomie bitumineuse, à grain très fin et à structure parfois terreuse et pulvérulente, renfermant des rognons et des nodules de gypse cristallé et d'albâtre. C'est ici que les calcaires crétacés dolomités, se superposant aux dolomies cavernueuses, à nérinées, de la formation jurassique, ne constituent qu'une masse avec elles. Les brèches dolomitiques et gypseuses et les albâtres gagnent les dimensions les plus étonnantes dans la gorge de Tloc même. D'une telle constitution géognostique et orographique résultent d'énormes effets destructifs, que les agents atmosphériques continuent à exercer sur les parois escarpées de cette partie de la vallée du Koï-Sou.

Les produits de ces dénudations se sont entassés au fond de la vallée, jusqu'à des hauteurs d'une centaine de toises, sous forme de berges énormes, composées de fragments de roches dolomitiques, de calcaires compactés et de masses de gypse, cimentées par un terrain marno-arénacé, parfois légèrement ferrugineux. Dans l'intérieur des ravins nombreux et profonds, creusés dans ce terrain incohérent, les eaux météorologiques produisent des éboulements continuels, dont les effets rendent l'exécution d'une route solide extrêmement difficile, route que l'on vient de tracer sur le bord étroit de la rivière, au pied de la falaise escarpée du terrain de transport susdit.

Au-delà du défilé de Tloc s'ouvre la plaine elliptique du grand bassin d'affaissement d'Ortokol et de Mony (voy. Planche II). On m'a indiqué les ravins et les vallons trans-

versaux, qui débouchent du côté gauche dans cette partie de la vallée du Koï-Sou d'Andi, comme endroits où il y a des traces d'eaux salées et de brèches salifères. La gorge de Khonkhidatl est la rupture qui traverse sous un angle obtus l'extrémité occidentale de la chaîne voûtée, qui n'est en réalité qu'un éperon occidental du plateau de Tala-Kori. Ce défilé établit, sur une longueur de 4 kilomètres, la communication hydrographique entre le bassin de Mony et celui de Tekhnoutsal. La rupture transversale, étant dirigée sur la chaîne suivant un angle oblique à la direction normale de celle-ci, a mis à découvert seulement l'étage inférieur du terrain crétacé et l'ensemble de l'étage jurassique supérieur, en laissant intact le noyau des grès et des schistes jurassiques moyens de la chaîne. Les roches précitées, indiquées comme épigéniques, ainsi mises à découvert, s'y trouvent dans une position inclinée de 36—40° vers le nord, présentant au plus haut degré les caractères distinctifs de leur nature, au milieu des accidents stratigraphiques, dans les gorges transversales.

La division des calcaires à laquelle appartiennent les assises dolomitiques, à nérinées, est développée ici avec toute sa puissance habituelle. Elle se compose en grande partie de calcaires compactes jaunâtres, à cassure conchoïdale, lisse ou esquilleuse, parfaitement stratifiés en bancs plus ou moins puissants.

Dans le corps de ce massif stratifié se trouvent intercalées des zones larges de bancs calcaires, dont la masse est compacte au milieu de la couche, mais vers la surface des joints touchant au toit et au mur, elle est criblée de pores et d'ouvertures allongées. A ces bancs succèdent d'autres strates de calcaire compacte, à joints égaux et non poreux, qui se superposent à d'énormes assises de calcaire cavernueux. Toute la masse de cette roche, à structure brécheuse et fendillée, est traversée de petites cellules anguleuses, à surface interne raboteuse. Ces roches se trouvent en liaison intime avec les véritables dolomies gypsifères et bitumineuses, de telle sorte qu'il est difficile de distinguer où les unes finissent, et où les autres commencent.

C'est au milieu d'elles que se trouvent les masses de dolomie, qui démontrent à leur surface les empreintes en spirales de nérinées, dont les moules intérieurs se détachent parfois très nettement de la roche, à coups de marteau.

Au centre de la gorge on voit les assises de dolomie s'écarter de leur position ascendante vers la montagne et adopter une forme ployée, ce qui paraît l'effet d'un glissement et d'un refoulement que les masses du pan septentrional de la voûte ont éprouvé, lors de l'affaissement général du terrain qui a produit la grande vallée d'enfoncement du Koï-Sou d'Andi.

Un trait stratigraphique très intéressant de ce genre se trouve sur la rive droite du Koï-Sou, non loin de l'aoul de Khonkhidatl. On y observe la coupe naturelle d'un massif de gypse, confusément stratifié, incorporé dans la paroi de la vallée. Ce massif, disposé en voûte oblique et comprimé latéralement, est entrouvert au centre de la courbure, en y produisant une caverne étroite et profonde. Dans cette partie centrale de la gorge, sur les deux bords de la rivière, sourdent immédiatement du gypse ou de la dolomie gypsifère

des sources, plus ou moins, mais toujours faiblement chargées de chlorure de sodium. Un nombre de sources d'eaux plus salées, très copieuses et renfermant des sels amers, jaillissent de l'albâtre, au voisinage de la sortie orientale de la gorge. La température de ces eaux minérales limpides, dont le jaillissement est accompagné d'un léger dégagement de gaz acide carbonique et de très peu d'hydrogène sulfuré, est de 14° R. La hauteur absolue de ces sources est de 2502 p. a., et la ligne de dislocation des couches dolomitiques suit la direction E 6° S à O 6° N, allure qui coïncide avec l'axe longitudinale du bassin de Mony; Pl. II. En réunissant tous les faits sous le même point de vue géologique, que je viens d'exposer relativement au sel marin, il me paraît que c'est principalement de la présence des sources salées de Khonkhidatl qu'il faut conclure l'existence très probable de masses souterraines de sel gemme dans le fond de la vallée du Koï-Sou d'Andi. Je crois qu'un essai de sondage, exécuté dans la gorge de Khonkhidatl, serait couronné d'un succès immédiat.

Il est important de rappeler encore une fois, que les dolomies et les gypses de la gorge de Khonkhidatl, avec leurs sources salées et leurs thermes avec sulfate de magnésie, qui dégagent l'hydrogène sulfuré, sont l'équivalent de ces assises qui renferment, dans les environs de Tscherkat (page 28), les veines et les filons de sel marin, et de ces bancs (page 27), qui dans l'escarpement du Sala-Tau servent de base aux brèches dolomitiques, imprégnées de sulfate de magnésie, avec leurs mines de soufre.

La conclusion naturelle à tirer de ce rapprochement, c'est que les couches de ces différentes localités, séparées actuellement par une grande lacune dans l'espace, ont été déposées simultanément dans le même liquide, sous l'influence modifiante de conditions physiques locales.

Les accidents de relief des montagnes du Daghestan, considérés sous le rapport de la liaison entre la forme extérieure et la nature interne des masses, font pressentir la part essentielle que les mouvements complexes de ce sol si merveilleusement tourmenté ont dû nécessairement exercer, tant sur le caractère local des conditions physiques précitées, que sur le mode d'action des forces épigéniques, différentes peut-être par leur nature intime, mais analogues par leurs résultats.

Errata.

P. 3 ligne 3 lisez longues	au lieu de langues	P. 13 ligne 23 lisez ressources	au lieu de resources
» 5 » 11 » Münsti	» » » Munssi	» 16 » 16 » 0 ^{kilom.} 4	» » » 0, kilom. 4.
» 5 » 36 » cargneule	» » » cargneule	» 17 » 23 » carbonisés	» » » carbonisées
» 12 » 26 » comble	» » » sommet.		

Vallée du Koï-Sou d'Andi à la sortie de la gorge de Khonkhidatl.

Direction de la vallée

EST 6° SUD

MONY

Aoul Ortokol.

Gorge de Tloc.

K o n t c h i

Ligne de rupture Est 6° Sud.

à 6° 60' Nord



Niveau du Koï-Sou 2502. Gorge de Khonkhidatl.

Vallée du Koï-Sou d'Andi près d'Ykhali.

« Vallée du fleuve Inssero.

EST

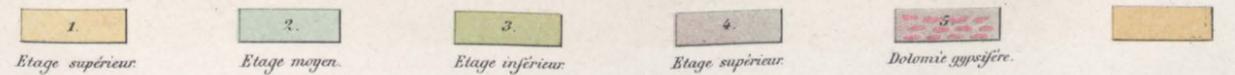


Niveau du Koï-Sou 2250.

Route néocomienne au dessous du plateau de Belli, visible sur Pl. I.

Terrain crétacé.

Terrain jurassique.



Etage supérieur.

Etage moyen.

Etage inférieur.

Etage supérieur.

Dolomie gypsifère.