
N° IV.

APERÇU

SUR LA

CONSTITUTION GÉOLOGIQUE DES PROVINCES ILLYRIENNES,

PAR M. A. BOUÉ.

§ I^{er} Coupe de Gorizia jusqu'à Tarvis, le long de la vallée de l'Isonzo, en Illyrie.

Le bord de la mer entre Duino et Trieste est occupé par le grand système des calcaires à Nummulites et Hippurites, dépôt qui comprend aussi quelques oolites très compactes, grises ou blanches, comme à Duino, et entre Gradisca et ce lieu.

En allant de Gradisca à Gorizia, l'on voyage entre des alluvions et des poudingues alluviaux, qui s'élèvent fort au-dessus du lit de l'Isonzo et constituent de petites collines.

A Gorizia les hauteurs sont composées de grès marneux micacés, gris et à fucoides. Ces roches, de l'âge crétacé, alternent avec des marnes arénacées grises, ainsi qu'avec quelques couches d'agglomérat peu grossier et composé de fragmens de calcaire jurassique des Alpes.

Au nord de Gorizia, l'on entre bientôt dans un défilé ou canal étroit bordé de montagnes calcaires. On y observe d'abord du calcaire gris à traces d'Hippurites ou de Caprines; puis viennent des alternats de grès marneux et de marne grise, enfin une grande masse de calcaire compacte gris clair, qui incline encore au nord, et dont les couches sont ondulées.

Un poudingue calcaire alluvial continue à former des lambeaux à un niveau fort élevé au-dessus du lit actuel de l'Isonzo. Cet accident est d'autant plus difficile à expliquer, qu'il se prolonge fort loin en remontant la rivière, et se retrouve ainsi à des niveaux très divers, de manière qu'on serait presque tenté de lui attribuer une origine fluviale. En effet, la supposition d'un dépôt lacustre entraînerait celle d'un barrage trop considérable et d'un lac trop profond; d'ailleurs pourquoi ces poudingues ne formeraient-ils pas, dans ce cas, le long des montagnes plusieurs étages dans le même lieu?

D'autre part, l'adoption de l'origine fluviale oblige d'attribuer à l'érosion du courant des effets bien considérables. Devrait-on plutôt admettre sur le cours de cette rivière l'existence de plusieurs lacs en étage et unis ensemble par desataractes? Les divers défilés seraient là pour ajouter à la probabilité de cette hypothèse; mais il y aurait encore à rendre raison du creusement étonnant des défilés, qui ont l'air de véritables fentes. Ainsi l'explication deviendrait plus compliquée que celle au moyen de l'origine fluviale, avec des érosions ou bien des fendillemens

Soc. GÉOL. — Tom. 2. — Méin. n° 4.

postérieurs. Bref, c'est une vallée fort intéressante pour traiter cette question, que je quitte à regret pour revenir à mon sujet.

Plus avant dans la vallée, je remarquai que le calcaire changeait souvent d'inclinaisons, c'est-à-dire qu'il échangeait celle du nord pour celle du sud, ce qui provenait probablement de ses ondulations. A ce propos, j'observerai que dans les Alpes les couches étant généralement contournées, des inclinaisons diamétralement opposées sont très fréquentes et même, pour ainsi dire, générales; ce n'est donc point à celles-là qu'il faut s'attacher pour prendre une idée de la position des masses diverses, mais bien à celles qui présentent seulement des inclinaisons différentes, et non diamétralement opposées.

Ce calcaire crétacé m'offrit çà et là une singulière cassure angulaire irrégulièrement polyédrique, comme près de Plava, où je revis aussi le poudingue alluvial. A Morska, avant Canale, la scène changea d'aspect; aux montagnes escarpées avaient succédé des collines boisées à pentes douces; j'étais donc sûr d'être rentré dans d'autres dépôts. En effet, le calcaire compacte, inclinant au nord, ne se montre plus que sur la rive occidentale de la rivière, et partout ailleurs les ravins ne laissent apercevoir que des alternats de grès marneux micacé, de calcaire arénacé gris et de poudingue à fragmens du calcaire secondaire des Alpes. Ces roches inclinent au nord un peu à l'ouest et sont recouvertes de grandes couches de brèche calcaire blanchâtre et grisâtre à Hippurites. Ces rudistes y sont en grande partie brisés ou mutilés, ce ne sont donc pas des bancs en place.

Au nord de Canale, il y a de beaux alternats de ces agglomérats calcaires à Hippurites, de grès et de marnes; les brèches sont plus ou moins fines, et montrent par leur passage la composition probable de certains calcaires crayeux compactes. Fort au-dessus de la rivière, il y a une zone de poudingue alluvial, qui doit être déjà bien plus élevée que celle de Gorizia, car on ne cesse de monter dans cette vallée.

Plus loin, avant Castinivizza, on revoit du calcaire crétacé compacte inclinant au sud. En continuant de couper les couches de cette roche, l'on arrive à un défilé très étroit, qui est encore formé de cette espèce de scaglia, divisée en lits minces et supportant un lambeau épais de poudingue alluvial. Dans cette gorge on a l'occasion de voir les roches arrondies par l'érosion ancienne des eaux, action dont les traces sont bien différentes de ces sillons produits sur le calcaire par le passage des eaux acidifiées.

Deux autres défilés à bords encore plus abruptes succèdent au premier; la fente est si étroite, que ce n'est qu'en faisant sauter la roche qu'on a pu établir une route. Le calcaire scaglia, en lits minces ondulés et faiblement inclinés au nord, forme les montagnes. Avant Volsano, des silex gris ou rouges apparaissent dans cette scaglia grise ou blanchâtre, et des zones de poudingues se montrent derrière le passage de chaque défilé, ce qui peut donner l'idée de l'existence d'anciens lacs à des niveaux très élevés. Au nord de Volsano, une nouvelle gorge présente des alternats

de marne et de calcaire compacte gris, à Hippurites reposant sur la scaglia, dont nous venons de parler.

Plus loin on rencontre du calcaire à fucoïdes, puis des marnes calcaires durcies, grises et rouges, des brèches calcaires à fragmens d'Hippurites, des alternats de calcaire à Hippurites et de marne grise, des marnes à fragmens de calcaire compacte, des brèches à Hippurites et des calcaires gris à fucoïdes.

La vallée s'évase ensuite et est occupée par de grandes alluvions, soit le long de la rivière, soit sur le pied des montagnes, où il y a quelques lambeaux de poulingue alluvial. Telle est la nature de la vallée à Tolmino, à Volaria et jusque vers Caporetto (en allemand Karfreid), lieu où la vallée se rétrécit et où un grand sillon longitudinal vient aboutir.

Avant Caporetto on a occasion de remarquer sur les pentes des montagnes déjà plus élevées à l'est, de grands éboulis blanchâtres qui y indiquent la présence des calcaires magnésiens. D'après M. Bertrand-Geslin, les mêmes roches bordent toute la vallée longitudinale, qui débouche dans celle du Tagliamento, et qui peut bien avoir été le canal d'écoulement d'un grand amas d'eau. Avant Caporetto on trouve quelques couches de calcaire compacte gris inclinant tantôt au sud, tantôt au nord; puis, ayant traversé le débouché de la vallée longitudinale dont je viens de parler, on rentre dans une partie étroite de la vallée de l'Isonzo, qui ne cesse d'être une gaine qu'auprès de Saga.

Les premières masses qu'on rencontre sont encore des couches de scaglia grise et rouge en lits minces inclinant au nord, et ça et là avec silex. Les montagnes, ainsi composées des deux côtés de l'Isonzo, rivière profondément encaissée, offrent distinctement trois terrasses de blocs et de cailloux fluviaux. C'est un endroit vraiment bien curieux et où les partisans de l'érosion fluviale auraient beau jeu, vu la pente du cours des eaux.

Avant Ternova, l'on a occasion de voir de beaux contournemens dans la scaglia, dont les couches plissées dans un endroit sont couvertes par d'autres non contournées. A Ternova il y a encore de la scaglia grise et rouge inclinant au nord; mais plus loin, sur le bord de l'angle rentrant qu'occupe la rivière, la nature des roches change bientôt d'une manière singulière. On voit le calcaire compacte gris prendre par place dans la même couche une teinte blanche, se fendiller ou se remplir de petits filons, ou même d'amandes de spath calcaire, puis passer à un calcaire magnésien fendillé, ou même à une dolomie drusique. Cette dolomisation (mot que j'emploie ici sans y attacher le même sens que M. de Buch) a lieu de bas en haut, de manière que, par exemple, un escarpement de 30 pieds de haut présentera des deux côtés des couches régulières et minces de calcaire compacte, tandis que dans son milieu il y aura une épaisseur de 10, 20, 30 pieds ou plus de calcaire dolomitique. Or, cette dernière roche et le calcaire compacte ne forment incontestablement qu'une même masse. Voilà l'observation telle que je l'ai faite et sur laquelle j'ai bien réfléchi, comme de raison, sur les lieux.

Plus loin, les calcaires magnésiens fendillés et les dolomies drusiques imparfaites abondent et forment de grandes pentes de débris blanchâtres et des éboulis, au haut desquels l'on reconnaît encore les couches minces et si parfaitement stratifiées de la scaglia. Sur la route on a encore occasion de voir de ces singuliers amas verticaux magnésiens. Enfin on sort de la gorge, et on commence à trouver, entre les villages de Saga inférieur et de Saga supérieur, des débris du grès vert tel qu'on le connaît dans les Alpes septentrionales. On est donc déjà sur les limites du terrain jurassique et crayeux.

La vallée de Saga à Flitsch est très élevée; les noyers disparaissent à Saga, comme la vigne en espalier à Caporetto. Cette vallée est assez large et présente l'aspect de la dévastation. Son fond est couvert d'alluvions; des montagnes nues et escarpées la bordent, ce qui donne une belle occasion aux géologues pour étudier leur structure si curieuse.

Au village supérieur de Saga, il y a encore des poudingues d'alluvions qui proviennent peut-être des matières alluviales consolidées par la filtration des eaux. Une jolie cascade et une caverne en forme de fente se présentent au nord. Les montagnes au sud de l'Isonzo paraissent composées de calcaire compacte mal stratifié ou dolomitique; l'inclinaison y semble au nord-est; c'est le revers nord de la masse qui borde le côté nord de l'Isonzo entre Ternova et Saga.

Auprès de Flitsch on rencontre pour la première fois des couches arénacées presque verticales ou inclinées au sud sous 50 à 60°. Ce sont de ces grès marneux gris et verdâtres qui appartiennent au système crayeux inférieur et alternent avec des marnes arénacées. Après Flitsch il y a des couches de scaglia grise et rouge fortement inclinées, et, près d'un château ruiné, l'eau a singulièrement corrodé et poli ces rochers calcaires.

On voit très distinctement que ces couches de scaglia formant une masse fort épaisse s'élèvent, en inclinant au sud, jusque vers le haut de la chaîne bordant le côté nord de la vallée. Arrivées assez haut, elles se recourbent et reposent sur le calcaire jurassique, de manière que le grès marneux aurait l'air d'être superposé à ces masses et n'apparaîtrait que comme un dépôt subordonné au milieu de ces scaglias réunies à celles entre Caporetto et Ternova et accompagnées plus bas par les brèches et les calcaires à Hippurites. La courbure des couches de scaglia indique que lors de ces redressements elles n'étaient pas encore endurcies. La vallée de l'Isonzo serait donc éminemment crétacée. Ceux qui viendront après moi devront étudier plus soigneusement l'étendue et la position des grès de Flitsch, dont la destruction a produit en grande partie la vallée actuelle, presque longitudinale de Saga à Flitsch. L'inclinaison forte des grès correspond avec celle de la scaglia au nord, mais non pas avec celle beaucoup moins forte de la scaglia des sommités, au sud de la vallée de Flitsch.

Après le château ruiné on retrouve encore des poudingues d'alluvion cimentés par l'eau pluviale. La fente par laquelle on s'approche du mont Predel court du

nord au sud et est bordée de calcaire compacte blanc à aspect jurassique et de calcaire fendillé blanchâtre.

Cet endroit est très favorable pour l'étude de la formation des fentes et des cavernes. Les immenses escarpemens nus de la chaîne sur la côte méridionale de la vallée de l'Isonzo laissent voir des cavernes résultant, les unes de l'élargissement de fentes verticales ou inclinées, et les autres de la décomposition des marnes qui séparent çà et là les couches calcaires. D'une autre part, il devient évident que les couches n'ont point été coupées ainsi à pic par les eaux; mais que ces murailles sont dues à des fendillemens ou plutôt à de grandes failles dont un des côtés est resté debout, tandis que l'autre a été abaissé et forme le talus de rochers couvert de débris, qui règne au pied des escarpemens. C'est, en un mot, un accident dans le genre de celui qu'offre le pied occidental de Salève près de Genève, et que M. de Saussure a bien décrit.

La montagne élevée de Predel sépare le bassin de l'Isonzo de celui de Raibel, et est toute composée de calcaire compacte grisâtre et blanchâtre à aspect jurassique, avec quelques lits peu considérables de marnes, lits dont le nombre augmente sur le revers septentrional. L'inclinaison générale y est au sud, comme tout autour de Flitsch. A l'ouest, au-dessus du lac de Raibel, le calcaire inférieur de Predel a l'air de se placer à côté d'un épais massif de calcaire compacte blanc ou jaune blanc, et en grande partie plus ou moins dolomitique.

Sous cette masse offrant çà et là des dolomies comme celle du Tyrol, se trouve un dépôt assez puissant composé de marnes grises, grises bleuâtres, jaunâtres ou brunâtres, avec des couches de marne calcaire, ou même de calcaire des mêmes teintes. Ces dernières, peu épaisses, sont souvent pétries de coquillages fort divers; il y a des couches calcaires brunes et grises remplies d'Isocardes (*I. Carinthiaca nobis*) (1) ou bien de Vénus. Il y en a d'autres qui offrent des Cryptines (*C. Raibeliana nobis*), (2) des Cypricardes (*C. antiqua nobis*), (3) des Bucardes, des Tellines, des Corbules (*C. Rosthorni nobis*), (4) des Solens, des Moules

(1) Voyez pl. 4, fig. 5. Il s'en trouve de mauvaises figures dans l'ouvrage de M. Wulfen, *Descript. Helmintholiti pulcherrimi versicoloris*, Erlangen, 1794, fig. 2.

(2) Voyez pl. 4, fig. 8, a, b, c, d, e et f, M. Deshayes a eu la complaisance de préparer et de polir les morceaux c et e.

Caractères du genre *Cryptina* (*nobis*). (Syn. *Trigonellites*, Schloth. Nom inadmissible étant appliqué à plusieurs genres de fossiles.)

Coquille trigone, transverse, parfaitement close, épaisse et solide, charnière présentant sur la valve gauche, deux dents fort divergentes, sinueuses, et terminées en crochet, à peu près comme un S, et sur la valve droite, une dent perpendiculaire, s'insérant si parfaitement entre les dents de l'autre valve, qu'on ne peut séparer les valves sans briser la charnière.

C. de Raibel (*nobis*). Coquille trigone, transverse, lisse, stries d'accroissement assez régulières et marquées, ventre oblique, crochet recourbé, lunule ovale; trois grandes côtes longitudinales, dont la postérieure est très forte, et produit une sinuosité sur le bord inférieur de la coquille. Espèce voisine, si ce n'est identique, du *Trigonellites vulgaris* (Schl.).

(3) Voyez pl. 4, fig. 3 ¹/₂ ²/₂

(4) Voyez pl. 4, fig. 7, a, b, c, d et e.

ou Modioles, des univalves telles que des Dentales, des Natices, etc., des parties d'Echinidées telles que des piquans d'Oursins lisses et crénelés (1). Dans ces dernières couches les fossiles sont simplement calcinés, tandis que dans les calcaires moins marneux le test des coquilles est pétrifié.

Une bonne coupe de ces couches remarquables se trouve dans le ravin du Seebach, près du lac de Raibel; mais les masses les plus coquillières sont dans les bois, tout au haut de ce ravin très escarpé. Les dolomies y recouvrent le calcaire compacte. Une localité meilleure pour la récolte des Isocardes et des Cryptines est le ravin plus considérable de l'Eisengraben, dont au contraire la partie inférieure se perd dans les bois et les précipices (2).

D'un autre côté, un col sépare la montagne près du lac du mont Heiligberg et du mont Konigsberg, où est l'exploitation plombifère de Raibel; or, ce col, appelé Schratzen, est formé entièrement d'alternats de marne schisteuse ou endurcie, grisâtre et noirâtre ou bitumineuse, et de calcaire marneux compacte gris ou noirâtre, en partie fétide et imprégné de pétrole ou plutôt d'huile animale. Il y a aussi quelques grès marneux très fins, et inférieurement quelques couches de dolomie fétide brunâtre (pied de la montagne au sud de la montagne métallifère). Ces roches offrent rarement quelques impressions de plantes, qui, si elles sont terrestres, appartiendraient peut-être au genre *Voltzia* (voyez pl. I, fig. 1); on y remarque encore moins souvent des restes de poissons à écailles carrées. Ces masses rappellent jusqu'à un certain point les schistes de Seefeld dans le Tyrol septentrional, roches décrites par Flurl, M. Murchison et moi. Dans ce dernier lieu, les poissons sont comme accompagnés de restes de plantes, rapprochées par M. Ad. Brongniart du *Cupressus? Ulmanni* (Bronn.). D'après M. de Rosthorn, on la revoit dans la même position à Schwarzenbach sur le prolongement oriental de la même chaîne.

(1) Voyez pl. 4, fig. 9, a et b.

(2) Il est remarquable de retrouver sur le revers septentrional des Alpes, en Tyrol, des couches fort semblables, soit par leur position, soit par leurs caractères minéralogiques et zoologiques. Dans le Tyrol, le micaschiste et le talcschiste supportent des alternats d'agglomérats talqueux et de grès rouges secondaires (Saint-Christophe, Rodana, St Johann, etc.). Au-dessus de ces roches, un peu modifiées, viennent des masses puissantes de calcaire foncé, en grande partie dolomitique: c'est le gîte du calcaire argilo-pétrolien, à poissons, de Seefeld. Plus haut, sont les calcaires grisâtres et blanchâtres avec des dolomies. Ces derniers ont été percés par des solfatares sous-marines, qui ont produit les rauchwackes ou corgneules et les amas salifères, mélange bizarre de roches diverses devenues argiloïdes. Au milieu d'immenses masses verticales de dolomie, s'élevant au nord des mines de sel de Hall, on remarque des couches coquillières assez nombreuses de grès argileux ou marneux micacé, avec des bancs d'un calcaire compacte plus ou moins argileux. Une partie du fond de la profonde vallée du Lavatschthal est formée par ces roches coquillières. Les grès présentent des bivalves (Vénus?), et quelquefois aussi des débris de plantes. Les calcaires argileux sont souvent pétris de petites Vénus, de Nucules ou de Donaces; les petites Vénus et les Nucules sont quelquefois simplement calcinées, et à ces coquillages s'associent rarement une petite espèce d'Huitre crétée, plus souvent des Natices, des Cérithes et des Dentales; il y a aussi des bancs de calcaire brunâtre foncé à Coraux et petits Peignes, et quelques couches ou une couche semblable qui empâte des Ammonites avec des bivalves: c'est surtout cette dernière qui fournit des lumachelles chatoyantes.

Ces couches inclinant au sud reposent très distinctement sur le calcaire grisâtre métallifère du Heiligberg et du Königsberg, et elles sont recouvertes tout aussi clairement par les alternats de marnes et de lumachelles dont nous venons de parler. Cette coupe établit donc bien la série des dépôts, et on ne comprend pas comment on a pu la comprendre autrement; d'ailleurs, les galeries des mines de Königsberg traversent le système marno-bitumineux avant d'arriver au calcaire, et si on évite de se laisser tromper par des contacts ondulés, on y verra la même superposition qu'au dehors.

Ces couches marno-calcaires forment au sud-est de Raibel le grand massif de rochers noirs, qui sont appliqués contre la muraille de calcaire blanchâtre mouillée par une jolie cascade. De là ces roches se prolongent à l'est, et, formant le sol de pentes douces, couvertes de prairies et de bois, elles séparent les hauteurs calcaires de Predel d'avec les têtes colossales dolomitiques situées au nord et appelées *die Fünf Kopfe*. Dans cette direction, on retrouve aussi, entre les calcaires de Predel et notre système bitumineux, les couches à lumachelles, comme au Schwantel et dans le ravin de Rauschenbach, au pied des *Fünf Kopfe*.

Les roches marneuses de la cascade ont été placées par M. Studer sous le calcaire du mont Predel; il n'a pu faire cette erreur que parce qu'il n'a visité ni cette montagne, ni le col du Schratten. En effet, dans le mont Predel, on voit s'établir, au moyen de l'augmentation des couches marneuses, un passage évident du calcaire au système marno-bitumineux foncé. A la cascade, l'inclinaison sud étant forte et le contact des deux dépôts légèrement ondulé, on peut être induit en erreur en ne voyant que ce point; mais toute illusion cesse au col du Schratten. Un point plus délicat à établir est la position de la masse calcaire traversée de deux grandes fentes (*l'Abendblatt* et le *Morgenblatt*), près desquelles sont disséminés des nids de galène et de calamine avec un peu de blende. On sait que ces fentes sont dans des sens obliques opposés, de manière à circonscrire une espèce de cône renversé. Les imprégnations métallifères n'étant pour nous qu'un accident local, je ne crois pas d'abord devoir séparer le calcaire métallifère du calcaire dolomitique formant les cinq pics (*Die fünf Kopfe*) sur le côté opposé de la vallée. Ce ne serait donc pas un dépôt intermédiaire, mais un dépôt jurassique. (Comparez *Mineralogisch. Taschenbuch* de Léonhard 1824, 2^e part. pag. 409 à 414.)

Au-dessous de ces roches on trouve des montagnes composées de schiste rougeâtre et gris blanchâtre, et d'un porphyre rouge quarzifère en partie bréchoïde ou glanduleux. En descendant la vallée de Tarvis, on rencontre après le premier pont une grande masse de ce porphyre, qui offre des teintes verdâtres et ne contient pas de quartz, et est en partie sous la forme d'une brèche à parties de feldspath rouge.

Le reste de la vallée jusqu'à Tarvis est presque uniquement composé de schiste arénacé, micacé, rouge ou jaunâtre, inclinant au nord; et ensuite vient de la dolomie secondaire compacte, grise et blanchâtre.

Entre Tarvis et Villach il a dû y avoir des déchirements, des bouleversements

particuliers, car le calcaire de l'Alpe de Villach et de Bleiberg ne paraît être que le prolongement du dépôt jurassique de Raibel, formation qui s'est étendue en stratification discordante sur le sol schisteux primaire (intermédiaire des auteurs) (1), ou même sur des schistes faiblement cristallins. Maintenant, entre Tarvis et les murailles calcaires de l'Alpe de Villach, on ne voit plus que des lambeaux isolés de calcaire secondaire, séparés par des vallons ou de grandes vallées, telles que celles de la Gail et de la Drave.

Néanmoins, çà et là, on observe des affleurements d'autres roches secondaires, tels que des poudingues rougeâtres à cailloux calcaires alternant avec des calcaires compactes gris et des brèches calcaires rouges entre Tarvis et Goggau. Ces dernières couches m'ont rappelé celle près de Lietzen, sur le versant nord des Alpes (*Voyez mes Mém. géologiq. et paléontologiq.*, t. I, p. 218), et elles m'ont paru du même âge, puisqu'à Goggau on ne voit que du calcaire fendillé noir et foncé et quelques dolomies rougeâtres, et à Thorl de belles coupes de mon sol primaire (intermédiaire des auteurs), savoir, des alternats de schiste argileux noir et de schiste arénacé micacé, inclinant au sud.

Plus loin, vers Arnoldstein, ces schistes présentent des filons-couches de diorite, et vers Tirnitz ils offrent des schistes noirs luisans, plus ou moins purs. A Tirnitz, il y a une très petite crête ou couche épaisse et inclinée de calcaire compacte gris, veiné et à silex.

Ce terrain schisteux constitue des montagnes à pentes douces et couvertes de prairies et de bois. Elles se prolongent sur tout le pied de la chaîne de calcaire secondaire, qui s'étend de l'ouest à l'est depuis Raibel au mont Leobel et au-delà jusqu'au mont Ursulaberg en Styrie. D'une autre part, elles séparent cette chaîne, appelée *Karawanken*, de la zone des schistes cristallins commençant environ sur la ligne de Villach et de Klagenfurt.

Ces montagnes forment un contraste d'autant plus frappant avec la chaîne calcaire, qu'elles sont plus basses. En sortant de ces étroites fentes calcaires on est tout étonné de se voir dans un pays de sapins et de champs, et le géologue se demande si ces calcaires ne formèrent jadis qu'une seule masse avec ceux du nord des Alpes, ou si, ce qui paraît plus probable, ils ont été déposés sur les rives d'un continent schisteux, qui aurait été postérieurement soulevé après le dépôt calcaire, de manière que celui-ci aurait éprouvé des glissements, des fendillemens, des redressements, et même des soulèvements.

Sur les environs de Bleiberg les mémoires de MM. Mohs, de Buch, Murchison et Sedgwick, me laissent peu de chose à dire. On sait que la grauwacke y est associée avec un calcaire rempli de beaux fossiles intermédiaires, tels que *Productus* (*P. hemisphericus*, *latissimus*), etc. (*Terebratula prisca*, Schloth.), Encrines, Polypiers (*Cariophyllies*), etc.

(1) Il faut se rappeler que j'appelle les terrains primaires ou primitifs des auteurs, le sol de schistes cristallins, et que je réserve le nom de sol primaire aux terrains intermédiaires non altérés.

Les grauwackes schisteuses contiennent des impressions de plantes appartenant peut-être aux Sagenaires, et une autre impression que je ne trouve pas à laisser parmi les genres adoptés par M. Brongniart. Ce sont des tiges sans cannelures couvertes d'impressions carrées, obliquement placées, et portant sur l'un de leurs angles un tubercule rhomboïdal, probablement pour l'insertion d'une feuille.

Comme je signalerai plus bas le prolongement de ce terrain en Carinthie et en Carniole, je dois dire que Bleiberg est, sur ce versant des Alpes, le point le plus occidental où l'on ait découvert jusqu'ici des couches intermédiaires coquillières. Plus à l'ouest, le terrain de transition disparaît même, et le système arénacé secondaire rouge sépare seul les calcaires jurassiques et crayeux des schistes cristallins micacés, talqueux ou feldspathiques.

Les lumachelles nacrées de Bleiberg, remarquables par leur beauté, sont connues par l'ouvrage de Wulfen (*Descriptio Helmintholiti pulcherrimæ versicoloris in marmore Carinthiaco*, Erlangen, 1794, in-4°, avec 32 pl.). Ce sont des calcaires marneux noirâtres alternant avec des marnes et contenant surtout des multiloculaires, savoir, divers Ammonites et peut-être des Nautilés. Wulfen y cite et figure en outre des univalves turriculées voisines des Cérithes; diverses bivalves, savoir, des Térébraules striées, des Bucardes? etc. (*Voy.* l'ouvrage de Wulfen, fig. 10, 11, 14 et 15.) Chez M. de Rosthorn j'ai vu de très longues et minces Turritelles provenant de ce lieu. Parmi les Ammonées, celles à cloisons simplement ondulées sont les plus fréquentes; il y en a trois ou quatre espèces représentées par Wulfen (fig. 18, 19, 20 et 21). L'une d'elles (fig. 18) se retrouve dans le calcaire jurassique de Salzbourg; les cloisons sont plus fortement ondulées près de l'extrémité du tour des spires que vers leur ouverture. L'Ammonite représentée dans la figure 19 de Wulfen est la plus fréquente, et il en figure très mal une espèce percillée (fig. 17). Je n'ai pas appris qu'il y eût des Bélemnites, je n'y ai pas non plus vu l'Isocarde, si fréquente dans certains bancs du calcaire jurassique métallifère de Bleiberg.

Ces bancs coquilliers ne paraissent pas avoir de liaison avec ceux que nous avons décrits à Raibel; les fossiles y semblent totalement différens et la position n'est pas la même. Les couches coquillières de Raibel recouvrent un calcaire jurassique moyen, magnésien et métallifère, tandis qu'à Bleiberg les marnes à lumachelles supportent le calcaire jurassique supérieur magnésien et métallifère, et sont placées sur les grès rouges secondaires. Ce serait donc pour nous (jusqu'à nouvel ordre) des masses jurassiques plutôt supérieures que des dépendances des assises voisines du lias. Néanmoins, dans la vallée de Lavatsch dans le Tyrol septentrional, les dolomies et les calcaires jurassiques encaissent des couches coquillières, où certaines bivalves du genre de celles de Raibel se trouvent associées à des Ammonites. Donc tous ces dépôts paraîtraient au moins très voisins, quant à l'époque de leur formation.

MM. Sedgwick et Murchison prétendent avoir découvert dans le calcaire mé-

tallifère del'Alpe de Villach un moule de Gryphée arquée. Aucun géologue du pays ne veut admettre cette découverte, et on se demande même s'ils n'ont pas pu confondre un autre genre de bivalve avec cette Gryphée si bien caractérisée. Quant à l'indication donnée par M. Dufrénoy de Dicerias et d'Hippurites, j'observerai que le premier genre se retrouve avec les Nerinées, aussi bien dans plusieurs points du calcaire jurassique, sur les deux versans des Alpes, que dans les assises supérieures du même dépôt en France. On n'en pourrait donc pas logiquement déduire que le calcaire de Bleiberg est de la craie, à moins que ce ne soit véritablement un calcaire à Hippurites crétacées, énoncé qui mérite une sérieuse attention. (Voyez *Bullet.*, vol. IV, p. 350.) Si le calcaire de Bleiberg était de la craie, M. Kefenstein y verrait peut-être une confirmation de son idée, que la presque totalité des deux bandes calcaires des Alpes est crétacée. J'indiquerai plus bas dans la vallée du Lavant en Carinthie, de véritables calcaires à Hippurites, en masses isolées, au pied de chaînes anciennes comme celles de Bleiberg.

§ II. Coupe depuis Villach en Carinthie, jusqu'à Murau en Styrie.

Sur la ligne de Villach à Murau l'on traverse une bande de schistes verdâtres plus ou moins altérés qui font le passage du gneiss au schiste arénacé intermédiaire; des couches de calcaire s'y trouvent enclavées. Sur la ligne de Weitensfeld, Dorfel, Fladnitz, Gasnek, Turrach et Kremsbrucken, commence la véritable chaîne centrale des schistes les plus cristallins, savoir, des alternats de gneiss, de micaschiste avec des roches amphiboliques et des calcaires grenus ou semi-cristallins.

La vallée longitudinale de la Murz est creusée sur les limites de ces dépôts et de la bande argilo-talqueuse et arénacée du versant septentrional des Alpes depuis Steinhaus à Bruck. D'un autre côté, la vallée supérieure de la Mur sépare les mêmes terrains entre Bruck et Saint-Stephan, puis elle coule dans un vaste sillon transversal au milieu de la zone des schistes cristallins pour se rapprocher ensuite entre Teufenbach et Predlitz, très près des limites de ce dépôt schisteux et de celui moins cristallin, qui borde le côté méridional de la crête centrale de cette partie des Alpes.

Dans la vallée de la Mur on peut bien étudier ces passages du gneiss à des micaschistes et des schistes foncés plus ou moins luisans. Ces derniers ne sont pas de véritables schistes argileux, mais ils font le passage du micaschiste à l'ardoise : on dirait que les couches argiloïdes neptuniennes n'y ont pas été suffisamment modifiées pour devenir des micaschistes, l'action ignée s'est arrêtée lorsque le mica commençait à avoir une tendance à se cristalliser séparément. Les localités les plus intéressantes m'ont paru celles entre Saint-Michel et Kraubath, les environs de Murau et la route conduisant de ce bourg à Turrach et Predlitz (St-Georgen, Saint Ruprechts).

Du côté de Léoben, les schistes ont déjà une tendance à devenir plus arénacés, et à Triebendorf il y a des quarzites talqueux et des schistes talco-chloriteux; à Hirs, il y a des micaschistes grossiers nodulaires alternant avec du schiste noir satiné, à traces de mica. Une grosse masse de serpentine coupe la vallée entre Kraubath et St.-Lorenzen en courant du nord au sud, et des masses de calcaire demi-cristallin blanchâtre, jaunâtre ou grisâtre, s'observent dans la vallée de la Mur à Bruck et à l'ouest de cette ville, à Leoben, au sud de Iudenburg, à Furt, à Zeiring, à Oberwolz, à Niederwolz, à Teufenbach, et à l'est de Murau.

La petite vallée de Predlitz s'étendant de Predlitz à Turrach n'est qu'une étroite fente au milieu de hautes montagnes boisées et composées de micaschiste ordinaire ou quarzeux, et de micaschiste passant, d'un côté au schiste argileux, et de l'autre au gneiss, en empâtant quelque peu de feldspath.

Les usines de Turrach situées au haut de cette vallée sont environnées de montagnes, qui s'élèvent à 5 ou 7000 pieds au-dessus de la mer, tandis que la hauteur de Turrach est estimée à 3800 pieds viennois sur la mer Méditerranée. A l'est de Turrach est la plus haute sommité appelée l'Eisenhut, dont la cime est tout-à-fait dépourvue d'arbustes et s'élève fort au-dessus de la région des arbrisseaux rabougris par la basse température de ces régions élevées. Cette montagne est composée entièrement de roches schisteuses, et il en est de même des montagnes moins hautes du Winkeleck qui forment le fond méridional du vallon. Dans ces dernières, du calcaire ferrifère s'associe au schiste, et on en tire une partie du fer qui alimente la fonderie de Turrach. On y emploie un mélange de fer hydraté et de fer spathique. Le premier minerai vient de Steinbach, et est en amas entre du calcaire et du schiste micacé ou verdâtre, gisement très fréquent dans cette partie des Alpes. Le fer spathique se trouve en amas dans du schiste argileux.

Au nord des deux montagnes du Winkeleck et de l'Eisenhut s'élève sur une base de roches micacées et schisteuses une crête assez longue, peu large, et divisée en plusieurs sommités ou plutôt en mamelons. Je ne puis, à vue d'oiseau, préciser la longueur de cette petite chaîne, dont je n'ai pas examiné les extrémités; mais je ne crois pas être loin de la vérité en lui assignant 3 à 4 lieues de longueur en ligne directe.

Au nord du mont Eisenhut, elle comprend surtout la montagne appelée Grauben Steineck, tandis qu'au nord du Winkeleck et du vallon qui court à son pied de l'est à l'ouest, notre chaîne comprend les cimes de Reiseck, de Kramastereck, de Fraueneck, de Wadeck, de Stanzeralm, de Stangenalp et de Konigstuhl. De ces sommités, toutes placées sur une ligne courant environ de l'est à l'ouest, il se détache du mont Wadeck une petite crête vers le sud qui s'appelle Roth Kopfel et qui forme le côté occidental d'un vallon élevé et évasé occupant une partie de la portion triangulaire du terrain entre Turrach et le vallon au pied septentrional du Winkeleck.

Depuis le haut d'une de ces cimes, leurs formes contrastent tellement avec celles des montagnes schisteuses qui les environnent, qu'on ne peut s'empêcher d'y soupçonner un dépôt plus récent ou superposé. Dans les montagnes schisteuses, toutes les couches sont plus ou moins fortement inclinées, tandis que dans les proéminences en question les couches sont très peu inclinées au sud. Cette différence de structure jointe à la nature des roches schisteuses et micacées dans le premier cas et arénacées dans l'autre, donnent aux montagnes schisteuses des contours arrondis, des sommités très peu angulaires, des pentes gazonnées, et beaucoup de bois; les couches calcaires y produisent seules des escarpemens. Au contraire, notre crête problématique est coupée presque à pic sur le côté septentrional, tandis que, sur le versant opposé, les pentes des sommités sont fortes et couvertes de blocs et de débris. Ce dernier accident est encore plus frappant sur le haut des mamelons, et paraît y être produit en partie par la congélation de l'eau dans les fissures de la roche, qui est obligée de céder à la force d'expansion. Enfin toutes les cimes arénacées sont nues, rocailleuses, et sur leur pied on ne voit que des pins rabougris; elles occupent en un mot un niveau élevé de plus de 5 à 6000 pieds.

En montant de Turrach aux monts Fraueneck, Stangenalp et Wadeck, on gravit des pentes très fortes, qui sont boisées du côté de l'est et gazonnées du côté du midi. Des blocs d'un gneiss granitoïde et d'agglomérat quarzeux, du calcaire gris grenu ou compacte, du schiste argileux et du micaschiste talqueux verdâtre, sont les seules roches qu'on voit ressortir çà et là, sans qu'on puisse apercevoir leur position.

Au-dessus de la limite des bois de sapins et de pins se trouvent des terrasses et de grands vallons évasés, soit entre les cimes appelées Reiseck et Kramasterek, soit entre la crête allongée du Roth Kopfel, le Fraueneck et le Wadeck. La première terrasse, ou le premier plateau qu'on atteint après avoir passé le bois, s'appelle le Hochalm, et est composé d'alternats de schiste rouge et gris, laissant apercevoir çà et là du mica; minéralogiquement, on en pourrait faire une variété de grauwacke schisteuse.

Les mêmes couches presque horizontales et alternant avec des agglomérats simplement quarzeux rouges ou blancs, forment la crête du Roth Kopfel. De plus, en descendant sur le côté méridional de cette dernière montagne, l'on en aperçoit des affleuremens à un niveau beaucoup plus bas.

En allant du Roth Kopfel au mont Fraueneck on rencontre déjà dans le vallon appelé Zehner Alm des schistes argiloïdes un peu micacés et impressionnés alternant avec des grès quarzeux, dont les couches inclinent sous 15 à 25°, comme dans le Roth Kopfel.

Tous les mamelons élevés, indiqués précédemment, sont formés indistinctement d'un agglomérat et d'un grès blanc ou gris blanchâtre composé de quartz compacte et agglutiné, presque sans ciment visible. Les cailloux de quartz ont quelquefois la

grosseur d'un œuf de poule. C'est au milieu et vers les parties supérieures de ces masses qu'il y a des couches subordonnées d'un schiste gris noir avec des traces d'antracite et de schiste argileux qui passe au grès au moyen d'un schiste argileux légèrement arénacé et micacé. Ces deux espèces de roches recèlent une grande abondance d'impressions de plantes monocotylédones, telles que des Fougères de plusieurs espèces (*Pecopteris arborescens*, *lonchitica*, etc.), des Stigmaires, des Lepidodendrons, des Astérophyllites, des Calamites. Les localités les plus riches et les plus accessibles se trouvent dans des anfractuosités du côté escarpé septentrional des montagnes de Fraueneck, de Wadeck et de Stangenalp.

Il est à remarquer que ces schistes ne sont nullement effervescens, et que les impressions de plantes rappellent quelquefois celles de la Tarentaise ou du Dauphiné par un certain enduit blanchâtre; néanmoins le talc n'y est jamais distinct. Jusqu'ici personne n'y a vu des coquillages fossiles.

Ces couches paraissent être les parties inférieures des masses formant les plus hautes crêtes, et il n'est pas douteux que tout le dépôt repose en forme d'amas isolé sur le terrain de micaschiste et de gneiss; car il ne se retrouve pas au sud du Roth Kopfel dans la montagne de Winkeleck, qui est pourtant fort élevée. D'une autre part, le contact de notre dépôt problématique avec le terrain schisteux a-t-il lieu d'une manière contrastante ou conforme? C'est ce que je n'ai pu voir et que d'autres ne découvriront pas non plus, à cause des bois et des débris qui couvrent les pentes des montagnes. Néanmoins il est bon de dire que nos idées géogéniques rendent possible une espèce de liaison entre ce dépôt arénacé et les schistes micacés. Ce serait un fait très curieux, j'y donnerai plus tard toute mon attention; mais, pour le moment, je ne crois pas utile de me jeter dans les hypothèses et de chercher quels terrains neptuniens anciens ont pu être modifiés en micaschiste, gneiss et calcaire grenu, tandis que d'autres parties supérieures ou soulevées plus fortement au sud seraient restées presque intactes.

Telle est la relation exacte de ce que j'ai observé, je laisse à d'autres le soin d'en tirer des conclusions, que je croirais hasardées vu le peu que j'en sais. Je me contente seulement d'ajouter ce point des Alpes à ceux où une étude approfondie fera reconnaître plus tard le terrain houiller ou intermédiaire, ou bien plutôt des dépôts secondaires moyens liés alors avec les roches de Bleiberg.

Après avoir donné ainsi une idée de la structure des Alpes, depuis le golfe Adriatique jusqu'à la chaîne centrale, je vais détailler des coupes faites en sens inverse, c'est-à-dire de la chaîne centrale jusqu'en Carniole ou en Istrie, et j'y rattacherai ce que j'ai pu observer dans ce dernier pays, ainsi que dans les montagnes de la Croatie méridionale. C'est le fruit de trois voyages que je compte bien compléter plus tard.

§ III. Coupe transversale depuis la vallée de la Mur en Styrie, à travers le mont Leobel, Lack, Idria, jusqu'à Trieste.

Entre Unzmarkt et Klagenfurt, on traverse d'abord la chaîne de gneiss avec des masses calcaires au sud de Lambrecht, et entre Lasznitz et Saint-Veit, et au nord de Huttenberg, des amas de fer hydraté ou de fer spathique accompagnent ces calcaires. C'est la richesse des localités de Lambrecht, de Guldendorf et de Huttenberg, et la source de l'industrie manufacturière d'une partie de la Carinthie.

Au sud de Weitensfeld, de Pockstein et de Guttaring, la carte géologique de la Styrie de l'archiduc Jean d'Autriche indique le commencement des schistes réellement intermédiaires, c'est-à-dire quelquefois arénacés, çà et là verdâtres, avec des masses feldspathiques ou trappéennes et avec des calcaires compactes ou semi-cristallins, quelquefois à fossiles. Ainsi il y a du calcaire à Encrines à Saint-Veit et des amas calcaires entre Eberstein et Guttaring, et une autre série d'amas se trouve à Herwitz, au nord de Volkermarkt et de Griffen. M. de Rosthorn met le calcaire blanchâtre, semi-grenu de Griffen, en liaison avec celui de Gmunden, sur le lac Werther et celui de Paternion. Néanmoins, cette zone comprend encore des parties de micaschistes, avec des calcaires grenus comme sur le bord du lac de Klagenfurt; mais je n'ai pas étudié assez le pays pour en pouvoir dire davantage.

Au mont Ulrichsberg, au nord de Klagenfurt, un lambeau isolé de grès rouge s'associe au calcaire, placé sur du micaschiste. Je décrirai plus tard ce grès, en parlant de la vallée de Lavant, située à plusieurs lieues plus à l'est.

Enfin, la plaine autour de Klagenfurt et de son lac offre çà et là des couches tertiaires isolées et beaucoup d'alluvions, sur lesquelles je reviendrai.

Le côté septentrional du mont Léobel a une pente un peu plus longue que le versant opposé, quoique la vallée, qui conduit au col de la montagne soit presque de la même longueur sur les deux côtés. Sur le versant nord, elle est composée entièrement de couches de calcaire jurassique. Dans le bas, ce sont de grands rochers de calcaire blanchâtre, jaunâtre, plus ou moins magnésien et mal stratifié; dans le haut, on voit des alternats assez peu épais de calcaire compacte, gris ou brun fendillé, et de calcaire dolomitique sableux, gris-brun et en partie poreux. Entre ces deux masses, il y a des calcaires foncés et quelques schistes marno-calcaires rouges. L'inclinaison des couches est d'abord au nord, puis au sud.

Si ce côté du Leobel est peu instructif, il n'en est pas de même du versant opposé. La chaîne y est aussi traversée par une fente courant du nord au sud; mais la nature des roches mises à découvert a permis une plus grande dénudation des parois de la crevasse, et les bois n'ont pu envahir le terrain.

Toute la chaîne calcaire y est fendue de haut en bas, et on aperçoit qu'elle repose sur un terrain de schiste et de grauwacke véritable, avec du calcaire foncé,

dépôt qui commence à se montrer à une heure du pied méridional du mont Leoben, et s'étend jusqu'au-delà de Neumarkt. Il peut surtout être étudié dans les gorges élevées, à l'est de la route du Leobel à Neumarkt; M. de Rosthorn y a découvert, à force de courses fatigantes, des fossiles tels que des Encrines, des Bivalves, des Polypiers, etc. Il m'a aussi montré une Ammonite non percillée, trouvée dans le ravin du Kordagraben, à 3 lieues, sur la pente méridionale du mont Karschiuta, près de Neumarkt. Il prétend que ce fossile est dans le schiste intermédiaire.

En montant de l'extrémité de la vallée au col du mont Leobel, on retrouve le système des schistes arénacés rouges, verts et gris, on y observe des amas de calcaire compacte foncé et quelquefois coquillier. Plus haut, des agglomérats grossiers à fragmens de calcaire compacte viennent se placer sur ces singulières roches; enfin au col il y a une grande masse non stratifiée d'un agglomérat ou brèche composée de fragmens de calcaire compacte et grenu, de schistes cristallins anciens, de porphyre et de trapp ou Schaalstein. Cet amas inattendu se trouve juxtaposé à des couches d'un calcaire compacte noir à fucoides et ressemblant minéralogiquement au marbre noir de St.-Triphon près de Bex ou à ceux de Brienz. C'est sur ce dernier calcaire que s'appuient tous les calcaires du versant nord.

D'après la stratification irrégulière du système des schistes rouges et d'après l'accident des brèches, il paraît évident que la chaîne calcaire a éprouvé, après son dépôt sur le sol intermédiaire déjà redressé, un bouleversement considérable dont la présence de la brèche n'est peut-être qu'une suite immédiate liée aux éruptions porphyriques. Or, on sait qu'à Neumarkt les schistes de transition inclinés au nord-sud sous 25°, sont traversés sur le côté occidental de la vallée par une grosse colonne de porphyre rouge et gris non quarzifère. Je dis que c'est un culot et non un filon, parce qu'il n'y en a pas la moindre trace sur le côté opposé de la vallée.

Entre le calcaire jurassique et le sol ancien du bas de la vallée de Neumarckt, viennent se placer quelques masses de schiste arénacé rouge, vert ou gris. A une demi-lieue environ au nord de Neumarkt ces roches se cachent sur un certain espace de terrain, tandis que plus haut dans la vallée, il n'y a que de grandes murailles calcaires couronnées de cimes blanches et à couches bien stratifiées (cimes du mont Koschuta à l'est, du Bogounshitz à l'ouest). Dans le bas de ces escarpemens, des rochers non stratifiés recèlent à St-Anna des filets de cinabre. Il est intéressant de retrouver ainsi sous le calcaire jurassique de la Carinthie un représentant du système arénacé rouge bien connu dans les Alpes du Tyrol et sur tout le versant septentrional des Alpes. Nous aurons occasion de l'indiquer encore ailleurs, j'en parlerai alors plus au long.

Au sud de Neumarkt, le sol intermédiaire passe sous les poudingues et les cailloux d'alluvions; on sort de la chaîne calcaire secondaire pour rentrer à Krainburg et Lack dans des montagnes intermédiaires. Du calcaire foncé, avec des amas de fer hydraté, forme une butte à l'est de Krainburg; toute la vallée

de la Zeyer, derrière Lack, n'offre que des alternats de schiste, de grauwacke et de couches de calcaire veiné. Il en est de même de la vallée de la Soura jusqu'au-delà de Polana ou Pollan. Entre ce village et Taule l'on voit des alternats de calcaire gris et de schiste quarzo-talqueux rougeâtre, puis viennent des masses de calcaire fendillé gris, des grès rouges et gris, et du calcaire magnésien fendillé et friable. L'ordre de superposition de ces roches est difficile à assigner, quoiqu'elles aient l'air d'être associées ensemble. Autour de Dobrazhoa et sur le torrent plus bas règne un grès quarzeux rouge, grossier ou fin, inclinant au nord-ouest; on le voit reposer sur des calcaires schisteux.

La montagne qui sépare cette vallée de celle d'Idria est composée entièrement de couches calcaires assez minces et inclinant au nord-ouest, nord-est ou sud-ouest; ce sont du calcaire compacte gris de fumée, noirâtre ou gris-blanc, du calcaire gris à grains fins, et des marnes calcaires schisteuses. Parmi ces alternats il y a des couches à bivalves indistinctes; tout ce qu'on peut en dire, c'est que ce ne sont ni des Gryphées, ni des Térébratules, ni des Isocardes. Ces masses paraissent secondaires et postérieures au grès rouge: en effet, au pied nord de la montagne, il y a des schistes rougeâtres plus ou moins arénacés ou endurcis, inclinant au nord, et sur lesquelles elles semblent reposer.

Quant à la position des roches d'Idria, je renvoie à ma Notice publiée dans le *Journal de Géologie*, vol. II, p. 85; je dirai seulement que les lambeaux superficiels de brèches calcaires rougeâtres entre Idria et Weharsche (*Voy. ibid.*, p. 88) me paraissent être des dépendances du système Hippuritique du grès vert. Quant aux couches calcaires et marneuses métallifères d'Idria, je les classe toujours dans le calcaire jurassique inférieur, et j'y annexe aussi provisoirement les masses arénacées, qui les surmontent et paraissent s'y lier par alternances.

Entre Idria et la vallée de l'Isonzo, M. Bertrand-Geslin a rencontré d'abord les mêmes grès quarzeux rougeâtres et grisâtres que j'ai indiqués à Dobrazhoa. Sur ces couches, plongeant au nord-nord-est, il y a des calcaires magnésiens bleuâtres qui forment le sommet des montagnes. A la ferme de Trabouche, des calcaires bleuâtres supportent des dolomies blanches qui se prolongent jusqu'au-delà de Tribussa. La vallée inférieure de l'Idria est formée de calcaires noirâtres, veinés et feuilletés, inclinant au nord-est, et d'amas de cailloux calcaires s'élèvent de 45 à 50 toises sur le torrent. Plus loin vient la scaglia, qui continue jusque dans la vallée de l'Isonzo, et est recouverte de masses de poudingue calcaire.

En allant d'Idria à Oberlaibach ou Loitsch, on tombe bientôt dans le système du calcaire jurassique supérieur; ainsi, à Cadigous, Padrote, Oberlaibach, etc., règnent des calcaires compactes, oolitiques, gris ou brunâtres, et sur la ligne de Wippach et d'Adelsberg, on entre dans le grand système de grès marneux gris, impressionnés ou à fucoïdes, roches suivies par le calcaire à Hippurites, Hamites et Nummulites, avec lesquels elles alternent, comme auprès de Trieste. D'après la

collection de M. de Rosthorn, il y aurait à Wippach des calcaires à Hippurites, Nummulites, Discorbes et Hamites.

§ IV. Coupe depuis Judenburg à travers la vallée du Lavant, et depuis Windisch-Kappel jusqu'à Laibach et Fiume. (Voy. pl. IV, fig. 2.)

Les masses calcaires, derrière Iudenburg, forment un défilé entre cette ville et Authal. Après cela, la vallée remontant à Obdach, expose de belles coupes de gneiss et d'une roche granitoïde, qui est très micacée, et qui se ramifie dans le gneiss. La direction des couches y est du nord-est au sud-ouest, et l'inclinaison au sud.

Le gneiss, avec des amphibolites, forme la roche dominante, depuis Authal jusqu'à Wolfsberg, et constitue, sur le côté occidental de la vallée du Lavant, la chaîne du Saualp, et, sur son côté oriental, le Koralpe, deux longues crêtes élevées et remarquables par leurs minéraux. En effet, elles recèlent l'éclogite de Carinthie, qui paraît liée à des couches amphiboliques, et dans les filons granitoïdes on a découvert des zircons, des grenats, des tourmalines, et d'autres minéraux.

Dans les plateaux de gneiss, près de Koflach, entre Wolfsberg et Voitsberg, j'ai eu occasion de voir beaucoup de filons et de petits filons de granite-graphique ou de pegmatite, plus ou moins caractérisée; ils sont dans un gneiss, souvent tout-à-fait décomposé, comme celui qui recèle le graphite des environs de Passau. Il y a aussi des gneiss à mica vert.

D'une autre part, le gneiss enclave de grands bancs de calcaire compacte ou grenu, blanc ou gris, accompagné souvent d'une salbande ferrifère. On connaît ces calcaires à l'est et surtout à l'ouest de St-Leonard, entre Teising et St-Gertraud, et dans le Saualp, à l'ouest de Rajach et de St-André, dans la vallée du Lavant. Ces masses paraissent faire suite à celles signalées près de Huttenberg, de Lambrecht, etc., entre Klagenfurt et la vallée de la Mur.

Parmi les dépôts ferrifères, j'ai visité celui qu'exploitent MM. les frères Rosthorn, au nord-ouest de St-Gertraud. Le minerai est composé de fer spathique mêlé au fer hématite brun et ocreux, avec un peu de manganèse. Il forme trois à quatre bancs qui ont quelquefois 7 à 8 toises d'épaisseur, et qui courent nord 8 et 9 heures. Le fer est toujours en connexion avec un banc calcaire, dont il forme le toit ou le mur, et il s'établit même une espèce de passage du minerai riche au calcaire au moyen d'une bande appelée *Rohwand* par les mineurs, et composée de calcaire mélangé de fer spathique et de parties quarzeuses. En général, le fer spathique est dans cette position, ou mélangé au gneiss et au schiste, qui recouvre ou supporte le banc métallifère, plus ou moins cellulaire et à druses garnies de fer hydraté stalactitifforme. C'est dans ce gîte que se trouve le minerai de cuivre appelé *Kupferglass* et rarement cristallisé. L'origine de ces dépôts est bien difficile à expliquer, lors même qu'on admettrait que le fer spathique a été primitivement le seul minerai déposé. Si les actions ignées ont été en jeu, il faut que le

fer ait été produit sur place et non injecté. Il resterait toujours à expliquer la liaison du fer avec le calcaire, et sa non existence en bancs isolés semblables dans le gneiss.

La montagne appelée le Griffenerberg, entre St-André et Griffen, se trouve déjà dans la zone des schistes verdâtres, plus ou moins distinctement arénacés, ou à caractères bien intermédiaires. Sur sa pente occidentale, il y a des endroits où ces roches ont été modifiées évidemment sur place par des trapps ou des roches feldspathiques compactes, verdâtres et amygdalaires. Cette donnée est suggérée par l'état des roches, qui sont tachetées, quelquefois poreuses, et qui prennent des teintes violâtres et rougeâtres; or, ces accidens sont ceux qu'on y aperçoit lorsqu'elles sont en contact avec des trapps. Ainsi, quoiqu'on n'en ait pas encore découvert dans le mont Griffenerberg, des modifications ignées me semblent devoir y être admises, d'autant plus qu'entre Griffen et Volkermarkt il y a un bel exemple d'un amas d'amygdalaire épidotique et à noyaux calcaires au milieu des mêmes schistes.

Ces masses trappéennes ont une si petite puissance, relativement à la grande épaisseur de schistes modifiés, qu'on pourrait être tenté de n'y voir que le terme extrême de l'altération ou de la fusion des couches schisteuses. Un fait certain c'est qu'il s'établit un passage des schistes à ces belles amygdalaires à noyaux la plupart peu allongés, au moyen de roches ferrugineuses, jaunes, brunes et rouges, bariolées de diverses teintes de vert, roches qu'on ne sait comment nommer. D'un autre côté, la ligne de contact des schistes et de l'amygdalaire est fortement ondulée.

Sur le côté méridional du mont Griffenerberg, il y a un vaste dépôt de grès rouge reposant sur des schistes rougeâtres et gris blancs (1), inclinant à l'ouest et sud-ouest, sous un angle de 30°. Ce grès est plus ou moins grossier, composé surtout de quartz et de feldspath, avec peu de mica, mais il contient aussi quelques débris d'autres roches et même de porphyre rouge. Ses teintes sont le rouge, le gris, le blanchâtre, et il y a quelques couches argileuses verdâtres. L'inclinaison des couches est au sud-ouest sous 30°. D'après M. de Rosthorn, il s'étend de cette montagne vers St-Paul, et se place sous la masse de calcaire noirâtre ou grisâtre qui forme le mont St-Joseph. Près de St-Paul, le grès rouge incline à l'ouest sous 35°.

Cette localité de St-Paul est curieuse; car, outre ces deux dépôts, nous avons découvert vis-à-vis du village une éminence de calcaire compacte ou bréchoïde, jaunâtre et à Hippurites, et, plus près du Koralpe, le gneiss supporte le schiste intermédiaire.

Quoique ce grès rouge ne présente pas les fossiles (Pholladomie, Perne, Isocarde) de celui du revers septentrional des Alpes, on ne peut pas l'en séparer.

(1) M. Studer s'est trompé en croyant que le schiste recouvrait ce grès. (Voyez *Zeitsch. f. Min.*, pour 1829 et n. 10.)

Ainsi ce serait l'équivalent de celui du Tyrol, de Werfen et du lac Leopoldsteinersee près d'Eisenerz, et de Seewiesen près de Mariazell, localités où il est coquillier.

Le mont Griffenerberg offre encore une particularité remarquable, savoir d'être couvert presque jusqu'à son sommet par une alluvion très épaisse, qui est composée de roches de gneiss, de granite, d'amphibolite et de grès. Le niveau de ces masses est trop élevé pour attribuer leur dépôt aux eaux des lacs, qui ont rempli jadis la vallée du Lavant d'un côté et celle de Klagenfurt de l'autre. Probablement que ces alluvions indiquent la place d'un très ancien cours d'eau continental, qui descendait du plateau du Sanalp, dont la montagne en question n'est que l'extrémité méridionale. A l'époque des dépôts secondaires moyens, cette localité formait un grand promontoire d'une île primordiale.

Coupe de Windisch-Kappel. (Voy. pl. 4, fig. 2). Lorsqu'on a passé la Drave et deux rangées de collines alluviales, on se trouve à Goritschach, au pied de la chaîne de calcaire secondaire du mont Rauschberg et des montagnes Owbyr ou Obir. Des calcaires compactes blanchâtres forment toutes ces hauteurs; la stratification y est peu distincte, et les couches du Rauschberg ont l'air d'incliner au sud. M. de Rosthorn m'a montré des oolites compactes provenant des sommités des Owbyr ou Obir, et il y a quelques fossiles, tels que des Polypiers et des Encrines.

Une fente étroite, profonde, coupe ce premier chaînon calcaire, et donne seulement passage aux eaux du Fellabach. Des lambeaux alluviaux s'y élèvent à 50 pieds au-dessus du torrent. Il faut donc gravir une assez forte et longue pente avant d'arriver à un col bas, qui permet d'entrer dans cette espèce de fort naturel appelé la vallée de la Fella ou de Windisch-Kappel. Je dis que c'est une forteresse, en ce qu'elle est formée d'une fente ondulée, courant du nord au sud, fermée à son extrémité méridionale par de très hautes montagnes, et n'offrant au nord qu'un défilé occupé par les eaux, tandis que les affluens de la Fella coulent dans des vallons bordés et terminés par des montagnes élevées et sauvages.

Cette fente de la Fella est si profonde, qu'elle met à découvert, sur un espace de trois à quatre lieues, non seulement toutes les couches du calcaire jurassique des Alpes, mais encore le système arénacé qui le supporte, et un terrain intermédiaire incontestable. Ce dernier forme le centre de cette forteresse naturelle, tandis que le calcaire secondaire s'élève en énormes bastions sur les deux côtés nord et sud. Comme la direction des couches est en général de l'ouest à l'est, ou du sud-ouest au nord-est, la vallée étroite et le terrain à découvert, on ne pourrait désirer une meilleure coupe naturelle.

En descendant du col calcaire de Rehberg vers Windisch-Kappel, on observe que le calcaire compacte blanc devient toujours plus magnésien, fendillé et massif. Au fond de la vallée il redevient ensuite plus pur, et est en couches très fortement inclinées ou même verticales.

A un quart de lieue au nord de Windisch-Kappel, ce calcaire renferme une masse subordonnée d'environ 40 à 50 pieds d'épaisseur, et composée d'alter-

nats de calcaire argileux gris foncé ou noir, et de calcaire grisâtre à surface jaune-brunâtre. Ce dernier est nodulaire et est rempli de débris de Coraux, avec des Peignes, des petites Térébratules striées, et diverses petites bivalves voisines des Donaces ou Vénus (1).

Après cette assise, distinctement encaissée entre les feuillets inclinant au sud ou presque verticaux du calcaire compacte blanchâtre, ce dernier, continuant à plonger au sud, borde un défilé, à l'ouverture duquel se trouve le bourg de Windisch-Kappel. Les flancs de cette petite gorge présentent des fentes de déchirement. A Windisch-Kappel, on se trouve transporté tout-à-coup dans un autre monde géologique; l'on voit derrière soi les murailles escarpées et nues du calcaire jurassique des Alpes, et autour de soi des hauteurs moins élevées, à pentes douces, gazonnées ou boisées; c'est-à-dire, la surface d'un terrain schisteux, dont l'étude est facilitée par les dénudations le long de la Fella et par les rochers des vallons latéraux.

Parmi ces derniers, le Lepingraben ou Loepengraben a déjà été signalé à l'attention des géologues par Hacquet et Studer. M. de Rosthorn qui a fait une étude approfondie de cette localité, ne m'a signalé que des schistes intermédiaires dans les vallons débouchant, à l'est et à l'ouest, sur Windisch-Kappel.

L'entrée du vallon du Loepengraben, sur le côté oriental de la vallée et à un quart de lieue au sud de Windisch-Kappel, est formée par des schistes argileux violâtres ou blanc-verdâtres, qui sont placés verticalement à côté d'une grande masse ou d'un filon de granite porphyrique. Un peu plus loin dans la vallée, il y a du granite très feldspathique, passant à un eurite ou feldspath compacte, siliceux, verdâtre, et ensuite à une diorite. Après cela, l'on trouve des rochers de granite amphibolique, des schistes, qui deviennent verdâtres près d'une belle sienite. Enfin, plus haut, il y a des roches feldspathiques poreuses et gris-bleuâtres, des schistes quarzeux rouges, des diorites en partie porphyriques, des amygdaloïdes feldspathiques, verdâtres, à noyaux calcaires, et quelquefois épidotiques; bref, une foule de modifications de roches feldspatho-amphiboliques, et connues ailleurs dans le sol intermédiaire.

Ce vallon a trois lieues de long, et il se termine, d'après M. de Rosthorn, dans le calcaire jurassique; il court de l'ouest à l'est, et les bancs le coupent très obliquement. Il est séparé par une montagne boisée, d'un sillon semblable, appelé le *Remschenigergraben*. Dans ce dernier vallon, le schiste argileux micacé ou la grauwacke schisteuse incline fortement au sud. Plus au sud, la vallée de la Fella est bordée par un calcaire compacte gris et veiné; sans les roches qui vont être énumérées, son classement serait difficile. En effet, sur ce calcaire vient se placer

(1) J'ai observé une couche minéralogiquement et zoologiquement semblable au milieu des calcaires marneux coquilliers euclavés dans les dolomies de la vallée de Lavatschthal, dans le Tyrol septentrional.

du schiste quarzeux rouge; puis la vallée se trouve bordée de grauwackes coquillières, suivies de véritable calcaire intermédiaire. Il est donc infiniment probable que la première petite masse calcaire est aussi de transition, et non pas un lambeau secondaire.

Les grauwackes schisteuses à fossiles sont près d'une forge à trois quarts de lieue au sud de Windisch-Kappel. Cette découverte est due à M. F. de Rosthorn. J'y ai reconnu en place divers Caryophyllies, des Flustres, des Cellopores, des Encrines, des Spirifères (*Terebratula alata*. Schloth.) et diverses espèces de Productus, grands et petits, et difficiles à déterminer, vu leur état d'empatement ou de conservation, le test n'existant plus. Il y a, de plus, une petite espèce de Trilobite (*Voy.* pl. 4, fig. 3), et M. de Rosthorn y a découvert une petite coquille patelliforme et de petites bivalves allongées indéterminables. Enfin on y voit beaucoup de taches allongées, d'une teinte noire plus foncée que la roche et d'une nature plus cristalline. Souvent ces parties ont disparu, et le schiste pailleté est alors poreux. Je ne puis pas assurer que ce soit toujours des indications d'Encrines; peut-être y aurait-il des piquans de quelques bivalves, tels que des Strophomènes et Productus?

Après l'usine, et à une cinquantaine de pas de la première roche coquillière, l'on en trouve une seconde en contact avec de la grauwacke schisteuse, et mêlée de calcaire et d'un schiste quarzeux ocreux, jaune ou brunâtre. Les corps cylindroïdes y abondent. Des couches d'agglomérat quarzeux grossier et fin séparent ces schistes d'un calcaire compacte noir, veiné et pétri d'Encrines et de Polypiers des genres Caryophyllie et Astrée.

Sur toutes ces assises, inclinant au sud sous 45 à 50°, viennent se placer successivement les masses suivantes, savoir : des alternats de grauwacke avec de la grauwacke schisteuse, du calcaire noir, du schiste pailleté, du calcaire noir, du schiste de grauwacke, d'abord gris, puis rouge; du calcaire compacte gris et de nombreux alternats de calcaire schisteux gris clair, des alternats de cette même roche gris-jaunâtre avec du calcaire compacte siliceux. L'inclinaison de ces dernières masses est un peu plus forte que celle des précédentes, et elles donnent aux montagnes un aspect particulier par leurs éboulis blanchâtres et leur tendance à la décomposition.

Plus haut, dans la vallée, ces roches supportent manifestement des alternats de calcaire schisteux et d'une grauwacke schisteuse assez micacée et rouge; puis viennent du calcaire compacte gris et à polypiers, du schiste argiloïde rouge, du calcaire compacte gris blanchâtre et en partie fendillé, un peu magnésien et mal stratifié. Cette dernière roche donne lieu à des montagnes déchirées, à des sommités pyramidales ou en forme de chapiteaux gothiques, et à pentes couvertes de débris.

Un calcaire compacte noir, divisé en strates peu épais et ondulés, vient se placer sur les roches précédentes, et est suivi d'une grauwacke schisteuse grise, et d'un calcaire compacte schisteux noir. Ce calcaire incline d'abord au nord,

puis prend la position verticale. L'on sait que ces changemens d'inclinaisons diamétralement opposées sont très fréquens dans les Alpes et surtout dans les calcaires, au genre de formation desquels ils sont peut-être liés.

Plus haut, on voit les couches suivantes, inclinant au sud, savoir du calcaire gris fendillé formant dans les montagnes de grandes murailles blanches ; des alternats de calcaire compacte noir et de grauwacke schisteuse grise ou jaunâtre ; une série nombreuse d'alternatives de mêmes roches arénacées schisteuses, grises ou noires, avec des lits quarzeux ; des masses d'agglomérats quarzeux à petits filons de quartz ; des agglomérats plus fins ; des alternats de schiste et d'aggrégats semblables, à fragmens angulaires de calcaire noir. Ces dernières couches sont fort inclinées, et plongent tantôt au sud, tantôt au nord. Elles supportent des schistes gris luisans, des schistes arénacés très fins et une grande assise de schiste argileux quarzifère, à parties ferrugineuses jaunes. Ensuite l'on trouve, sur les côtés de la vallée, une masse de brèche quarzo-calcaire à pâte rougeâtre et à fragmens de calcaire gris ou rouge, et quelquefois avec des Encrines. On ne peut pas voir si ce rocher est en place, ou s'il n'est dans ce lieu que par suite d'un éboulement.

Après ce petit intervalle de terrain couvert, on revoit, le long du torrent, de l'agglomérat quarzeux avec des fentes, dont les parois sont polies comme un miroir ; il se place sous un calcaire à polypiers compacte et noir, vertical ou inclinant au nord. Après cela, vient du schiste argileux à paillettes de mica, des alternats de ce schiste et de calcaire noir, une grande couche de calcaire compacte noir à petits filons spathiques, du schiste, du calcaire gris-clair, du schiste, de l'agglomérat quarzeux, avec des fragmens et des nids de grauwacke schisteuse. Ces dernières roches ressemblent minéralogiquement à celles des sommités de Turrach en Styrie, mais elles n'offrent point d'impressions de plantes.

De ce point au bain de Fella (Fellachbad), il n'y a plus qu'une petite demi-lieue, espace de terrain occupé par la suite des couches intermédiaires plongeant toujours au sud : ce sont successivement des grès argileux à portions de schiste et de grauwacke, des alternats de belles grauwackes schisteuses et d'agglomérats quarzeux, enfin six à sept couches de calcaire gris à petits filons spathiques et verticaux, au milieu de grauwackes véritables ou schisteuses. Arrivé au bain d'eau acidule et saline de Fellachbad (bain de Fellach), on reconnaît qu'on a presque traversé toute la chaîne intermédiaire, car on a devant soi une haute muraille de calcaire jurassique, dont les sommités semblent former une espèce de demi-cercle autour de ce lieu pittoresque. En suivant des yeux le prolongement des couches du calcaire intermédiaire dans les montagnes, il devient difficile de tracer exactement la limite exacte des deux systèmes de crêtes calcaires. Néanmoins, la hauteur plus grande des cimes jurassiques, leur masse infiniment plus considérable, l'absence d'intervalles de terrain gazonné et à pentes douces, place ordinaire des schistes, enfin l'inclinaison faible des couches jurassiques, opposée à la verticalité des cou-

ches intermédiaires, sont autant de caractères pour distinguer, du moins en grand dans ce lieu, les montagnes jurassiques d'avec celles de transition.

Cependant la vallée de la Fella n'est pas terminée aux bains en question; car, en tournant un peu à l'est, elle ne va finir qu'au cirque magnifique au pied des montagnes de Kuschna. Au-dessous des bains, les bords du torrent offrent au lieu dit *Klauss*, c'est-à-dire défilé, une assise épaisse de calcaire compacte bien stratifié, inclinant en apparence au nord; tandis qu'à quelques pas de là, cette masse présente des séparations régulières en sens opposés, de manière qu'on a des fentes inclinant au nord sous 45 à 50°, et des plans de stratification, avec une inclinaison au sud-ouest ou sud-est sous 30°. En outre, ce calcaire gris et rose est plus cristallin que ceux dont j'ai parlé jusqu'ici; sans être grenu, il a ce grain et cette transparence sur les angles, qui sont le type des calcaires intermédiaires anciens. Une cavité paraît exister dans cette roche, car le torrent ayant été barré accidentellement par des éboulis, on m'a assuré que toute l'eau s'est engouffrée dans un trou encore visible dans le rocher calcaire. Quoiqu'il n'y ait guère de doute qu'il ne soit enclavé dans les grauwackes, comme les masses si semblables de la vallée du Trebeschthal près de Freiberg, néanmoins on ne voit pas sa liaison avec les belles coupes de grauwacke mises à nu par le torrent à une très petite distance.

Du milieu de ces roches intermédiaires, qui rappellent le Hartz, sourdent dans le torrent des sources acidules, salines et ferrugineuses. Plus loin le calcaire compacte vient encore s'associer aux grauwackes compactes ou schisteuses, et une galerie d'exploration y a été poussée dans l'espérance trompeuse de trouver de la galène argentifère. A quelque distance de là, la vallée s'évase toujours plus, parce que, composée principalement de schistes, leur décomposition a favorisé les dégradations et la formation des prairies; on n'aperçoit donc plus que çà et là des affleurements de couches. On y remarque en particulier une assez grande étendue de schistes rouges et du calcaire gris siliceux, inclinés au sud environ sous 45°.

Ces roches seraient-elles des représentans du système arénacé rouge secondaire placé ailleurs sous le calcaire jurassique des Alpes, ou appartiennent-elles encore au terrain de transition? Sans vouloir décider la question, la connaissance d'autres localités me ferait partager la première idée, qui est aussi celle de M. de Rosthorn. En effet, nous avons déjà signalé quelque chose de semblable sous le calcaire métallifère de Raibel et sur le versant septentrional des Alpes en Tyrol. (Saint-Johann, etc.)

D'une autre part, il est évident qu'on est arrivé dans ces lieux sur les limites du sol intermédiaire et secondaire, dont le premier forme les montagnes à pentes douces au nord de la vallée, tandis qu'à l'ouest, au sud et à l'est, s'élèvent majestueusement, et se succèdent en allant de l'ouest à l'est, les sommités juras-

siques et escarpées de montagnes de Baba, de Petit-Baba (Klein Baba), de Koschna ou Kotschena, d'Ograditz, de Kopa, de Yoschotz et de Gribin.

Les quatre dernières, les plus orientales et les plus voisines du sol intermédiaire, ne sont jurassiques et calcaires qu'à leur sommet : leur base et environ la moitié de leur hauteur est dénudée de bois, et laisse apercevoir dans de grands ravins des couches schisteuses grises, jaunes et rougeâtres. Le système arénacé rouge paraît associé là au sol schisteux intermédiaire, tandis que des dolomies jurassiques inclinant au sud forment les sommités.

C'est entre elles qu'on peut pénétrer de la vallée de la Fellà dans la vallée supérieure de la Sann ou dans le bassin de Sulzbach, entouré de dolomies et fermé si hermétiquement de l'autre côté qu'on ne peut s'y rendre qu'à pied ou à dos de mulet. Comme à Windisch-Kappel, la fente par laquelle s'écoule la Sann est trop étroite et escarpée pour permettre l'établissement d'une route.

Le cirque au pied des montagnes de Kuschna est le pendant de celui de Gaverrie aux Pyrénées. Un demi-cercle de parois calcaires à pic, une cascade, de hautes cimes blanches de 7 à 9000 pieds d'élévation, rarement dépourvues tout-à-fait de neige, enfin des pics de dolomies à l'entrée de cette magnifique enceinte, tels sont les traits qui identifient ces deux sites remarquables. Pour escalader les premiers escarpemens de la Kuschna, il ne se présente qu'une petite crête très aiguë et bordée de précipices de chaque côté. C'est un rocher détaché violemment de la montagne.

Le calcaire jurassique compacte, inclinant au sud, paraît constituer la base des montagnes. Sur le pied du mont Ogruvsk, il renferme une masse de calcaire très feuilleté, d'un aspect lithographique; cette couche rappelle le schiste magnésien de Sunderland en Angleterre, en tenant pour la dureté un milieu entre cette roche et la pierre de Solenhofen. Au reste, cet accident est minime, et le banc qui le présente le mieux n'a que deux toises de long sur un pied d'épaisseur.

Dans les sommités se trouvent des dolomies avec des calcaires, divisés en strates nombreux et inclinant au sud. Il y a aussi des calcaires poreux, des espèces de corneules, et même des brèches calcaires; mais je n'ai pas pu voir ces dernières roches en place. Quant aux fossiles, je n'y ai vu dans les dolomies que des Encrines et des Polypiers. M. de Rosthorn m'en a montré des Plicatules de l'espèce de celles qu'on trouve aussi dans le Salzbourg.

Dans le calcaire inférieur mal stratifié, se trouvent des gîtes de petits filons de cinabre, qu'on exploite dans l'Oudigraben, au pied du Bielapietsch. Le minerai s'est déposé en enduit sur les parois des fentes nombreuses qui traversent la roche, et qui sont probablement un accident igné. Il y a un gîte semblable de galène argentifère dans le calcaire du mont Olivurch.

Nous nous reportons maintenant aux bains de Fellach, situés à 477 toises au-dessus de la mer. Pour passer de cette vallée dans celle de la Save, il faut gravir, sur les montagnes qui la ferment au sud-ouest, la longue pente qui commence aux

bains et qui est encore composée d'alternats de grauwacke, de schiste et de calcaire.

Arrivé au col, on redescend entre les hautes sommités et les escarpemens de calcaire jurassique, et, d'après M. de Rosthorn, on retrouve dans le fond de la vallée du Kankerbach le schiste intermédiaire, avec quelques masses de trapp amygdalaire; mais il disparaît plus bas sous les alluvions, pour ne se remonter qu'à Krainburg.

D'après M. de Rosthorn, ce terrain ancien longe tout le pied de la chaîne méridionale de calcaire secondaire, depuis un point à l'ouest de Neumarkt jusqu'à Trojana, en passant au sud de Stein, en formant les montagnes bordant la vallée de Tuchein et en se prolongeant depuis là avec des interruptions jusqu'au-delà de Cilly et le long de la Save, tandis qu'à l'ouest il comprend peut-être une partie des grès de la vallée de Wochein, à l'ouest de Ratmamsdorf.

De plus, d'après ce géologue et la carte géologique de la Styrie dressée d'après les ordres de l'archiduc Jean, le même sol intermédiaire forme les hauteurs environnant la Sann, depuis Cilly à Laufen; tandis que la portion intermédiaire de Windisch-Kappel, isolée au milieu de la chaîne calcaire, se met en communication avec les roches semblables du pied du Leobel et de Neumarkt, et se prolonge à l'est dans la même position et accompagnée des mêmes éruptions granitoïdes et amphiboliques, jusqu'au delà de Schwarzenbach.

M. Studer (*Zeitsch. f. Min.* 1829, Oct.) a confirmé pleinement cette donnée, en se rendant de Windisch-Kappel à Schwarzenbach par les vallées du Lopengraben et du Misbach. Schwarzenbach est situé au fond d'une vallée schisteuse, à roches granitoïdes, entre les montagnes de calcaires secondaires de Petzer à l'ouest, de l'Ursulaberg à l'est, et de Husva, de Bella, de Petsch et de Kramariza au sud.

La haute chaîne des Karawanken, courant de l'ouest à l'est, forme un tout très bien limité au nord par une ligne tirée de Tarvis à Kirschentener, Gutenstein et Windisch-Gratz, ou au mont Ursulaberg, et au midi par celle tirée de Flitsch ou plutôt du mont Terglou, à Neumarkt, à Ober-Kanker, Leutsch, Windisch-Gratz; sur la côte septentrionale, la chaîne ne se continue pas et forme une véritable muraille, tandis que, sur le versant opposé, il s'en détache, dans la direction du sud-est, deux crêtes sur les deux bords de la vallée de la Save, savoir, l'une depuis le mont Terglou, l'autre depuis les montagnes au dessus de Stein. Cette dernière s'abaisse bien plus rapidement que l'autre.

Néanmoins, les roches qui composent ces crêtes élevées sont les mêmes que celles qui forment le pays de collines et de plaines, sur son pied méridional et oriental; ce qui atteint 8 à 9,000 pieds n'est plus à quelques lieues de là, qu'à 2,000 ou 1,500 pieds de hauteur absolue, et même plus bas. Il devient donc intéressant de rechercher ce qui a pu donner aux mêmes dépôts, dans un même pays, un niveau si différent.

On ne peut pas supposer que le calcaire secondaire soit encore dans sa position originaire sur le bord d'un îlot intermédiaire, d'abord parce qu'il s'élève trop haut, et ensuite parce que ses couches sont trop fortement redressées. Devrait-on supposer que le terrain intermédiaire couvert de calcaire jurassique aurait été soulevé postérieurement à l'époque jurassique, et aurait repoussé de chaque côté les masses calcaires? Des roches granitoïdes et feldspathiques se seraient-elles intercalées alors entre les schistes? ou leur injection étant beaucoup plus ancienne, ne devrait-on y voir qu'un soulèvement de tout le terrain, sans indices d'éruption ignée? ou bien devrait-on séparer en deux classes les roches plutoniques découvertes dans ce pays? Telles sont les curieuses questions que suggère cette chaîne, et qui conduisent naturellement à y soupçonner, sur une grande échelle, de ces genres d'accidens géologiques que M. de Buch a nommés fentes ou cratères de soulèvement.

Si je crois voir, dans les groupes du Mont-Dore et du Cantal, et d'autres montagnes ignées, quelques vallées d'écartement et moins d'effets d'érosion que le voudraient certains géologues, je suis loin de me ranger de l'avis de ceux qui transforment en cratères de soulèvement de simples cratères d'éruptions, ou des coulées démantelées souvent fort distinctes. D'une autre part, je tombe presque d'accord avec ceux qui admettent des soulèvements extraordinaires pour la production des chaînes; les redressements et la hauteur des masses ne me paraissent pas explicables autrement, quoiqu'il semble difficile de se faire une idée de forces pareilles, et surtout de leurs causes premières.

On sait qu'on a voulu appliquer de semblables hypothèses pour expliquer la séparation des chaînes calcaires situées au sud et au nord des Alpes centrales. Les masses de ces dernières seraient sorties subitement d'une immense fente, et les dépôts secondaires qui les recouvriraient auraient été rejetés sur les côtés des crêtes ainsi formées. Nous avons déjà dit ailleurs combien cette théorie était peu probable; les impressions de plantes terrestres indiquées à Turrach en Styrie viennent encore corroborer notre incrédulité à cet égard, puisqu'elles démontrent l'existence d'un continent à la place actuelle des Alpes centrales, même avant le dépôt jurassique.

Néanmoins, on ne peut contester la possibilité qu'il y ait eu des soulèvements généraux dans les Alpes centrales depuis l'époque jurassique jusqu'à la période alluviale; mais jusqu'ici on n'en a guère trouvé de preuves, à moins qu'on ne puisse citer comme telles certaines vallées étroites ou fentes, qui se prolongent du terrain jurassique dans le sol schisteux ancien.

D'une autre part, il est évident que les deux chaînes secondaires des Alpes ont éprouvé de grands bouleversements avant et après la consolidation des roches. Les uns ont dû avoir lieu lorsque les couches avaient encore une certaine mollesse, puisqu'ils ont produit des contournements et des glissements inexplicables par la supposition d'un dépôt tranquille sur une surface horizontale faiblement ondulée

ou inclinée. Des glissemens ont été souvent en jeu dans la production de ces accidens, lorsqu'ils sont locaux; mais de grands soulèvemens expliquent seuls de pareilles apparences se présentant sur une vaste échelle. Depuis la consolidation des couches, se sont fait sentir, peut-être à diverses reprises, ces mouvemens de soulèvement ou de bascule, qui ont produit tant de redressemens et de fendillemens extraordinaires. L'absence totale des dépôts tertiaires subalpennins dans les fentes indique positivement que l'origine de toutes ces grandes vallées transversales tombe dans l'époque alluviale ancienne.

Appliquant ces idées à la chaîne des Karawanken, on voit que c'est à ce dernier genre de phénomène, comparativement récent, qu'elle doit sa forme singulière actuelle. En effet, les dépôts tertiaires les plus récents des bassins de la Drave et de la Save ne se prolongeant dans aucune des vallées transversales des Karawanken, ces fentes au moins ne paraissent s'être ouvertes qu'au commencement de l'époque alluviale. On ne peut pas prétendre que le niveau du fond de ces sillons était trop haut relativement à celui des eaux tertiaires, et que le lit des torrens ne s'est abaissé que postérieurement, par érosion.

Cette objection tombe d'elle-même, lorsqu'on a vu le peu de largeur de leurs débouchés et les murailles escarpées qui les environnent; et si quelqu'un préférerait n'y voir que des canaux d'érosion, aucune vallée quelconque ne devrait être attribuée au fendillement. Des géologues de pays de plaine ou de cabinet peuvent seuls faire, dans leur bonhomie, de pareilles suppositions; car, dans les vallées des Alpes calcaires, l'étude des fendillemens violens est trop facile, le passage d'une grande vallée de fendillement à un simple défilé et à une fente de quelques pieds est trop sensible, et les traces de violentes commotions sont trop fraîches, pour qu'on puisse hésiter à se prononcer. Tous les historiens de la structure des Alpes ont été unanimes à cet égard.

Si les vallées transversales du Karawanken ne se sont ouvertes que dans l'époque alluviale, en est-il de même de leurs sillons longitudinaux, et leurs îlots de terrain intermédiaire ne se sont-ils fait jour qu'à une époque si récente?

Les vallées longitudinales ou parallèles à la direction générale de la chaîne, de l'est à l'ouest, se sont formées en même temps que les chaînes secondaires ont été redressées. Or, les couches de ces dernières ne sont pas contournées en grand: donc elles n'ont pas éprouvé de grandes commotions dans leur état de mollesse; mais elles sont plus ou moins fortement inclinées, et surtout soulevées à de grandes hauteurs. Le redressement paraît avoir été plus fort sur le côté nord, et le soulèvement plus intense sur le versant opposé. Sur le premier revers, il y a eu soulèvement et glissement des masses sur les roches schisteuses, contre le centre de la chaîne; ce qui a produit un mouvement de bascule et une série de couches inclinées plus ou moins fortement au sud. Sur le revers méridional, les masses soulevées sans glissement ou avec glissement vers la plaine se sont trouvées former, à des hauteurs de 7 à 9,000 pieds, des couches quelquefois peu inclinées au

sud ; tandis que, au pied des montagnes, le terrain schisteux est bordé de couches assez fortement inclinées dans le même sens.

Les dépôts secondaires ont-ils couvert une fois toute l'étendue intermédiaire bizarrement limitée qu'ils enclavent ? Cela paraît possible pour certains points, mais je n'oserai décider que cela ait été ainsi pour les endroits de la plus grande largeur de la zone de transition. Les roches secondaires ont dû se placer sur un fond de mer intermédiaire, qui aura été soulevé, à une époque qui ne peut avoir été plus ancienne que celle de la formation crétacée.

L'absence des roches crétacées sur les sommités jurassiques, si même elle était bien constatée (1), ne fournirait pas un chronomètre certain de l'époque de soulèvement, car on peut concevoir que leur dépôt n'ait pas eu lieu dans ces localités pour d'autres raisons, qui n'impliquent pas la nécessité d'un soulèvement. Néanmoins il est remarquable de trouver, presque au pied de ces montagnes, sur le sol ancien de la vallée du Lavant et à un niveau bien bas, un amas de calcaire à Hippurites, dépôt qui n'atteint que des hauteurs médiocres dans toute l'Illyrie et l'Istrie. D'une autre part, il ne faut pas oublier les contournemens et l'élévation de la Scaglia dans les Alpes calcaires des environs de Flitsch, situés à l'extrémité occidentale de la chaîne du Karawanken ; de manière qu'il est possible que ces montagnes, dépourvues de craie, n'en aient pas moins été soulevées plus récemment que la formation de tout ce terrain, ou du moins que celle de sa partie inférieure. Les grands contournemens de la Scaglia inférieure viennent ajouter un nouveau poids à cette dernière supposition, puisqu'ils indiquent encore, pendant le soulèvement, un état particulier de mollesse dans les couches.

Les roches granitoïdes, siénitiques, porphyriques et amygdalaires sont-elles des masses dont l'éjection aurait été provoquée par ces immenses soulèvements ? Aurait-on affaire ici avec des dépôts aussi récents que les porphyres pyroxéniques du Tyrol, comme l'insinue M. Studer (*Voy. Zeitsch, f. Mln.* 1829, pag. 75) ? Je ne le crois guère, car je n'en vois aucun s'incorporer avec les calcaires secondaires ni déborder sur ces derniers, ou sur le terrain schisteux en forme de champignon.

D'un autre côté, si ces masses étaient sorties en même temps que le terrain schisteux a été soulevé, n'auraient-elles pas dû se faire jour dans une de ces crevasses qui forment les vallées longitudinales ? Or, les amas porphyriques viennent pointer isolément dans certains sillons transversaux et semblent se lier à leur formation, tandis que les autres roches sont sorties de fentes coupant sous un angle aigu la direction de certaines vallées longitudinales.

Néanmoins, on ne peut se dissimuler que toutes sont placées en série d'amas,

(1) M. de Rosthorn, dans une course très pénible sur la côte Sud-Est des Karawanken, a découvert un bloc de calcaire à Nummulites, dans un ravin fort élevé. Il n'a pu s'assurer si ce bloc n'était qu'erratique ou s'il était un débris des rochers voisins.

sur des lignes parallèles en général à la direction de la chaîne, et surtout de celles des roches schisteuses. Il faut aussi se rappeler que quelquefois des éruptions ignées, ayant lieu sur des lignes parallèles, ne se montrent au jour qu'en traînées d'amas; car elles ne sont sorties que dans les endroits les plus fortement crevassés. Ailleurs la fente s'est refermée, ou même les roches ont été seulement modifiées sans être fendillées.

Maintenant il s'agit de décider si le redressement du terrain schisteux s'est opéré en même temps que le soulèvement général des schistes et des calcaires secondaires, ou s'il est bien antérieur à ce grand événement. C'est la dernière idée qu'on est obligé d'admettre, quand on réfléchit à la position souvent contrastante du sol ancien et secondaire, et quand on ne trouve pas les apparences, qui auraient dû résulter d'un redressement simultané de dépôts secondaires et intermédiaires également horizontaux.

S'il en a été ainsi, les roches granitoïdes peuvent avoir été injectées dans les schistes à une époque antérieure au soulèvement du sol secondaire; l'éruption de quelques-unes des roches ignées serait seule peut-être contemporaine de cette catastrophe: tandis qu'on aurait là, dans la même chaîne, deux époques de soulèvements bien distinctes, quoique ayant à peu de chose près la même direction.

Je devrais encore m'occuper de l'origine des dolomies, des corgneules et des calcaires fendillés, qui forment une partie de la chaîne secondaire et y jouent un rôle particulier. Pour ceux qui ont vu le Vicentin, le Tyrol méridional et septentrional, les calcaires fendillés semblent se rattacher le plus évidemment aux phénomènes ignés qui ont dû probablement accompagner les soulèvements; mais il est bien difficile de s'expliquer clairement le mode d'action des gaz et des mouvemens oscillatoires qui ont donné lieu à cette structure bréchoïde, vrai type du calcaire des Alpes.

On dira que les corgneules s'y lient par des passages insensibles, et qu'on arrive enfin de même aux dolomies. Je suis loin de le nier; je trouve même dans certaines rauchwackes des caractères propres à y soupçonner l'action inégale des gaz acides, et je les vois liés intimement aux gypses, produits souvent par des altérations ignées. D'un autre côté, ces immenses couches de dolomies placées sur des masses compactes, régulières, non altérées, ces dolomies des hautes sommités sont-elles à comparer à ces roches fendillées, ces corgneules, ces gypses occupant si souvent le fond d'immenses crevasses, sans qu'on voie ce qui est au-dessous? Peut-on les mettre tout-à-fait en parallèle avec ces calcaires, imprégnés évidemment de parties talqueuses par la voie ignée? Un doute respectueux envers l'auteur de la théorie de la dolomisation n'est-il pas préférable à l'adoption irréfléchie de cette hypothèse ou de son extension outrée?

Voilà jusqu'où peut me conduire le raisonnement, basé sur mes observations bornées; d'autres corrigeront mes déductions. Si j'allais plus loin, je craindrais

de m'égarer dans le champ des hypothèses. Je me hâte donc de revenir à la fin de la description de ma coupe depuis la Mur à Fiume.

La vallée de la Save est remplie d'alluvions entre Krainburg et Laybach. Cette vallée est située sur le côté septentrional d'une vaste plaine marécageuse, qui s'étend vers Ober-Laibach et Skoflza, et est bordée au nord-est par des couches fort inclinées de grauwacke micacée, quelquefois impressionnée et alternant avec des agglomérats quarzeux. On ne peut classer ces masses dans le sol intermédiaire que par la ressemblance minéralogique et par leur voisinage des roches incontestablement de transition, qui existent à l'ouest-nord-ouest et au sud-ouest de Laybach.

Entre cette ville et Ober-Laibach, on rencontre beaucoup de schiste argileux rougeâtre ou jaune-rouge, dans un singulier état de décomposition. Les mêmes roches s'associent avec des dolomies ou des calcaires magnésiens fendillés, autour de Saint-Marein et Weixelburg; puis, à Ober-Laibach, on se trouve au milieu des oolites jurassiques compactes. A Planina il y a du calcaire à Hippurites, et entre Planina et Adelsberg des grès à fucoïdes, et enfin on entre tout-à-fait dans le grand système des calcaires à Nummulites.

C'est ici le cas de faire la remarque que le système à Nummulites, et surtout ses couches arénacées, paraissent quant à leur origine dans une certaine dépendance des grauwackes. Du moins ces deux dépôts s'accompagnent non seulement en Illyrie, mais encore dans les Carpathes et les Pyrénées.

Pour faire connaître maintenant la manière dont les terrains précédemment décrits se prolongent dans la partie orientale de l'Illyrie, en Croatie et en Styrie, nous allons détailler la coupe suivante.

§ V. Coupe du pays compris entre les montagnes du Bachergebirge, Cilly et le golfe de Fiume.

Le *Bachergebirge* est un groupe élevé de montagnes de gneiss avec beaucoup de granite à grains fins. Il est situé au sud de la Drave, entre Windisch-Gratz, Saint-Lorenz, Windisch-Feistritz et Weitenstein. Les molasses de la vallée de Windisch-Gratz le séparent de l'extrémité orientale de la chaîne calcaire du Karawanken. A Saint-Leonhard, il y a des molasses grossières composées de cailloux de quartz et de calcaire, inclinées au nord-est sous 35° et alternant avec des poulingues.

On voit distinctement reposer ces roches sur un calcaire compacte gris fendillé et non stratifié, tel qu'on en rencontre si fréquemment dans le sol jurassique des Alpes. De légers enduits de poix ou charbon minéral se trouvent sur les parois des fentes, dans sa partie supérieure. Il paraîtrait que cette substance y a été amenée par infiltration des eaux d'une couche de lignite, qui existe plus haut dans la molasse, roche qui offre çà et là des impressions végétales indistinctes. D'après

M. de Rosthorn, des impressions de feuilles d'arbres dicotylédons accompagnent ce gîte de combustible. Entre la molasse et le calcaire il y a un petit lit de quelques pouces d'une argile marneuse gris - bleuâtre, et une couche mince de calcaire marneux compacte et stratifié. Un poudingue fort compacte forme la couche inférieure de la molasse.

La vallée peu profonde qui conduit de Saint-Leonhard au défilé de Huda-Luckna, ou vallée de Schallthal, est composée en grande partie du même calcaire fendillé, qui serait jurassique inférieur ou intermédiaire.

Après cela vient du calcaire non fendillé et très mal stratifié : c'est celui qui forme les rochers grotesques et en apparence amoncelés les uns sur les autres dans la gorge de Huda-Luckna. Cette fente remarquable court de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest, et présente dans les escarpemens calcaires de grandes cavernes dont l'une donne passage à un ruisseau. Il est possible que la friction produite par le charriage des sables quarzeux ait contribué au creusement de ces canaux souterrains.

Vers la sortie de la gorge reparaissent de grands alternats de molasse marneuse micacée et grise, et d'agglomérats à cailloux quarzeux et calcaires; les couches sont inclinées et même verticales sur un petit espace.

Enfin, avant d'entrer dans la plaine tertiaire de Wolan, on rencontre des couches de calcaire noir probablement intermédiaire, du calcaire compacte gris fendillé avec nids de galène, du schiste argileux intermédiaire, du calcaire gris, du schiste de transition alternant avec des agglomérats quarzeux, du calcaire d'abord noir et jaunâtre, puis fendillé, et enfin rouge; après cela on revoit de nouveau du schiste. Il est donc évident qu'on a là une grande étendue de terrain de transition semblable à celui de la vallée du Fellabach. Je serais disposé à croire que tous les calcaires gris fendillés lui appartiennent, sans vouloir nier la possibilité de l'existence simultanée de quelques lambeaux jurassiques.

D'une autre part, la même association de calcaire blanchâtre fendillé, avec du calcaire compacte noir, alternant avec des variétés fétides, se retrouve derrière Schonstein, et la galène s'y rencontre aussi en nids, ainsi que dans un agglomérat quarzeux près d'une roche quarzo-talqueuse. Le calcaire blanc non stratifié s'y place sur la masse noire, et ces roches se cachent bientôt sous d'immenses amas d'agglomérats trachytiques, dont je dirai quelques mots en parlant du sol tertiaire des provinces illyriennes.

Dans le vallon de Helfenberg, sur la route de Wolan à Cilly, on voit ressortir sous les mêmes roches ignées quelques masses d'un porphyre vert ou rouge, dont je ne fais mention ici que pour indiquer la possibilité qu'il soit ancien.

Les sources chaudes de Neuhaus décèlent encore le voisinage du sol ancien, couvert par d'épais dépôts tertiaires. On n'y rentre complètement qu'à Cilly, où les collines voisines sont formées d'alternats de schiste argileux micacé, de grauwacke et d'agglomérats quarzeux. Dans la butte de l'ancien château de Cilly et

sur les bords du San, ces dernières roches, fortement inclinées, sont décolorées et altérées de la manière la plus singulière. On n'a plus devant soi que des roches désagrégées blanchâtres, et le voisinage des agglomérats ponceux fins vient augmenter l'étonnement.

Néanmoins, sur les deux rives du San, on voit distinctement la cause de ces bizarres apparences. De petits coteaux à un quart de lieue à l'ouest de Cilly laissent apercevoir des alternats de schiste et de grauwacke distincte, inclinant au sud. Sur ces masses vient se placer un banc feldspathique amygdalaire verdâtre, qui a plus de 60 pieds d'épaisseur et la même inclinaison qu'elles. Au-dessus de cette roche se trouvent les couches suivantes : du calcaire noir, du schiste quarzeux, du calcaire noir, du schiste, un banc ou filon-couche de porphyre vert, un agglomérat quarzeux très puissant, du calcaire noir fétide, un agglomérat quarzeux brunâtre, du calcaire, un banc feldspathique bizarre, du calcaire à fer spathique, de l'agglomérat quarzeux, du schiste altéré et décoloré, une singulière brèche quarzo-ferrugineuse, un banc peu épais d'une amygdaloïde à noyaux calcaires et enveloppés dans un enduit verdâtre, un agglomérat quarzeux grossier avec du porphyre ou un aggrégat porphyrique siliceux, du schiste, une roche quarzeuse, enfin des alternats de schiste, de la grauwacke ordinaire et du calcaire foncé.

Le sol intermédiaire continue à former le fond de la fente qui court du nord au sud, donne passage au San depuis Cilly à Ratschach; mais ces roches porphyriques, ces véritables schaalstein de la Hesse, ne s'y voient plus. Cette fente est coupée à angle droit par deux autres, savoir, près de Tuffer et à M. Gratz; comme elle traverse même la molasse, c'est un accident récent, avant lequel le San devait couler directement dans la Drave, par la plaine tertiaire et alluviale de Cilly, etc., au lieu de se rendre dans la Save à travers une chaîne de montagnes.

Les roches que j'ai observées dans la vallée inférieure du San, en allant du nord au sud, sont d'abord des calcaires compactes gris clair et noirs, avec un peu de fer oxidé rouge, du calcaire brèche verdâtre ou rouge, du calcaire gris blanchâtre, du schiste gris verdâtre inclinant au sud, des alternats de schiste et d'agglomérats quarzeux inclinant au nord, et du calcaire foncé et veiné inclinant au nord-ouest, enfin du schiste surmonté de calcaire gris fendillé.

Entre Tuffer et Saint-Margareth, il y a un petit bassin ou une sinuosité tertiaire au milieu de ces montagnes; puis on revoit du schiste intermédiaire, des dolomies, autour de la source thermale de Topliza. A Sambuffer commencent à se montrer des schistes rouges, du calcaire faiblement magnésien et ayant une tendance à devenir dolomitique; enfin, dans le canal étroit formant le débouché du San dans la Save, le schiste argileux intermédiaire est suivi de schiste rouge légèrement micacé, de calcaire, de schiste rouge, de grauwacke schisteuse, d'épaisses masses de calcaire présentant des cavernes et de singuliers rochers, du calcaire noir incliné sous 25°, des alternats de schistes ou grauwackes schisteuses noires et rou-

ges, et enfin du schiste rouge et verdâtre. Il est à remarquer que toutes ces dernières couches schisteuses ne s'observent que dans le fond du défilé, tandis que les montagnes environnantes sont formées de calcaire compacte placé au-dessus des schistes appartenant au terrain jurassique.

Depuis Koritnik jusqu'au-delà de Sauenstein, le lit de la Save n'occupe qu'une étroite fente courant du nord-ouest au sud-est, et traversant des montagnes de calcaire jurassique jusqu'au-delà de Ratschach, et plus bas il y a des alternats de schiste argileux et de grauwacke schisteuse. Cette fente, n'offrant que des alluvions fluviales, doit être un accident très récent.

Il paraîtrait que, outre le sol intermédiaire et jurassique, il y a aussi dans ce pays quelques schistes rouges, car on en voit non seulement au nord de Steinbrucke, au débouché du San, mais aussi près de Ratschach, où ils inclinent au sud sous 45°.

L'existence bien constatée d'un grand terrain intermédiaire dans la Styrie méridionale est un fait nouveau qui jette beaucoup de jour sur la géologie des pays environnans. Ainsi l'on ne peut plus guère hésiter à placer dans les grauwackes le terrain métallifère de Szamobor, ainsi que les schistes et les calcaires foncés de la partie centrale du Matzelgebirge en Croatie. Il se pourrait même que ce terrain se prolongeât, à travers la Slavonie, jusqu'au groupe de schistes cristallins et de serpentine de la Sirmie, et qu'on dût y comprendre au moins une partie des îlots calcaires indiqués par M. Beudant dans le premier de ces pays. D'une autre part, nous le reverrons dans le Capellengebirge, d'où il s'étend probablement dans la Croatie et la Bosnie turque, sous la même forme qu'en Styrie, c'est-à-dire sous d'énormes dépôts jurassiques.

En allant de Sauenstein au sud, on parcourt une vallée composée de calcaire fendillé, noir ou gris, alternant avec du schiste rouge. Après avoir vu alternativement l'une de ces roches, on remarque que les montagnes, déjà peu élevées, s'abaissent encore davantage, alors on ne rencontre plus que du calcaire bien stratifié et à silex, et à Pianza des alternats de ce calcaire avec des marnes grises. Des blocs de grès rouge se remarquent dans des alluvions assez épaisses. Les dernières couches calcaires me parurent secondaires, mais je n'en pus pas avoir la preuve.

Des couches de calcaire compacte gris et noir se représentent à Grasten, près d'Yerburg; elles sont recouvertes de cette terre argileuse jaune et ferrugineuse, qui abonde sur le système jurassique ou à Nummulites. A Sainte-Helena et Neudegg, il y a de grands escarpemens de calcaire compacte noirâtre, nodulaire, à silex, à Fucoïdes et Encrines. Il est divisé en couches assez minces, inclinant à l'est sous 45°, et paraît placé sur du calcaire magnésien en partie fendillé et à silex, tel qu'on est accoutumé à trouver le calcaire jurassique dans les Alpes et sur toute la route de Weixelburg à Moetting. Près de Carlstadt en Croatie, on ne voit plus que ces espèces de roches. Ainsi le calcaire compacte gris, plus ou moins clair, se montre à

l'ouest de Klein-Lack, à Podborst, à Posendorf, à Grosalak, à Treffen, à Neustadt, à Moetting et à Ribnik. Dans ce dernier lieu il est jaunâtre et associé avec du calcaire gris fendillé, quelquefois fétide, qui se rencontre aussi à l'est de Weindorf et à Weindorf même. Du calcaire magnésien blanchâtre, fendillé, et se désagrégeant en sable, se voit à l'est de Neustadt et autour de cette ville, à Klein-Lack, à Rotockendorf et à Weixelburg. A Marein et Grosalak, il y a de la véritable dolomie.

Les calcaires fendillés paraissent former un même massif et être surmontés de calcaire compacte gris, et rarement rougeâtre ou jaunâtre, comme à Weixelburg et entre Treffen et Grosalak.

Enfin, çà et là ces calcaires sont recouverts d'un terroir argileux, jaune rougeâtre, comme à une lieue de Rodockendorf et près de Neustadt.

Ce dernier dépôt, probablement de sources, remplit fréquemment des cavités évasées. En effet ce pays, couvert d'éminences peu élevées et se succédant sans ordre, offre une quantité prodigieuse de *dolines* ou de cavités circulaires ou irrégulières, de toutes grandeurs, qui sont sans eau ou dans lesquelles se perdent de petits cours d'eau. Ce genre de configuration donne déjà aux cartes un peu bien faites un aspect tout particulier, qui forme le type des calcaires jurassiques et d'une portion considérable de la Carniole, de la Dalmatie et d'une partie de la Croatie occidentale.

Les masses décrites, à l'exception des argiles rougeâtres, viennent se placer sous tout le système à Nummulites, comme je vais le démontrer, dans la coupe transversale de la chaîne du Capellengebirge, entre Carlstadt et Fiume.

Tout le versant méridional et très court de cette chaîne est dépourvu de végétation, comme tant de rivages de la Méditerranée, et il est occupé par les calcaires à Nummulites et leurs dépendances. D'un autre côté, le revers nord forme une pente très longue s'étendant pour ainsi dire de l'Adriatique à Carlstadt, et est couvert d'immenses forêts, qui ne laissent voir au géologue les couches que le long des grandes routes pratiquées avec art dans ce pays sauvage.

La ville de Carlstadt est située dans une plaine alluviale, bordée de petites collines tertiaires. Ce terrain s'étend jusque vers Ribnik et Netratich, où on le voit recouvrir du calcaire jurassique compacte et gris clair. Derrière ce rideau de collines d'origine récente, s'élèvent des montagnes assez considérables au nord et au sud-est.

Les dépôts tertiaires comprennent des sables marneux, jaunes, plus ou moins grossiers, des grès faiblement agglutinés et des alternats de marne gris-bleuâtre et jaune rougeâtre. C'est au sud et à l'ouest de Carlstadt qu'il est le plus facile d'étudier ces couches, couvertes d'alluvions argileuses à cailloux calcaires.

Sur la route de Fiume, la petite crête qui sépare la plaine de Carlstadt de la vallée de la Kulpa offre à son pied du calcaire compacte fendillé et gris, et ensuite des alternats de marne, rouge-brun et grise et de grès marneux gris, à parties

vertes, avec du calcaire compacte fendillé, rougeâtre et du calcaire cellulaire, jaunâtre. Il y a aussi quelques lits silicifiés, et le terrain est jaune ou rouge. Les mêmes roches se voient au pont sur la Dobra et à Statine ou Statave, il y a de la dolomie grise et du calcaire gris à parties noirâtres, à petits filons spathiques et polypiers.

Entre Novigrad et Madrosche et le long de la Kulpa, il n'y a encore que des dolomies ayant quelquefois un toucher sablonneux, inclinant au sud-ouest, ainsi que quelques calcaires fendillés gris.

A Vulkova, la Kulpa est encaissée par des rochers de calcaire jurassique compacte gris clair. La surface du terrain présente des traces de doline ou d'entonnoirs et des plaques de terre rouge jaunâtre. Ce même terrain continue jusqu'au-delà de Szeverin.

A Moravicza il y a des marnes rouge brunes avec du calcaire dolomitique cellulaire, et à Moravicza l'on revoit des calcaires magnésiens brunâtres et des calcaires compactes en partie dolomitiques, sur lesquels vient se placer du calcaire compacte foncé à aspect jurassique.

En s'approchant de Grad, il y a des couches de calcaire compacte fétide, noirâtre et fendillé, recouvrant de même du calcaire magnésien blanc et fendillé. Après Grad ou Skrad, il y a du calcaire compacte noirâtre, puis des alternats de grès marneux gris et de marne rouge et grise, et ensuite des schistes argiloïdes micacés noirâtres, alternant avec des espèces de grès micacé ou de grauwaacke et des lits de poudingues à fragmens de quartz et de schiste argileux noir.

Plus loin le calcaire fendillé et foncé reparait, et est suivi d'alternats de marne et de grès calcaire de diverses teintes jaunes, grises et rouges.

A Alisina, il y a du calcaire gris rendu bréchoïde par des parties plus foncées. Entre ce lieu et Delnicze on trouve du calcaire compacte gris-noir, interrompu, sur un certain espace, par des marnes grises et rouges.

Avant Malabona les montagnes boisées, qui commencent à augmenter en hauteur, ne présentent que des dolomies surmontées du calcaire compacte gris et inclinant au nord-ouest.

Entre Malabona et Malavodi, il y a des alternats de marne rouge et grise et de calcaire compacte fendillé, et quelquefois il s'y joint des lits d'un grès marneux gris ou rougeâtre assez grossier.

A Malavodi, l'on voit se succéder de haut en bas, dans une éminence, les couches suivantes : du calcaire compacte fendillé et gris, du grès calcaire endurci gris ou rouge, de la marne rouge, du calcaire gris, des alternats de grès marneux rouge et gris jaunâtre, des alternatives de marne grise et de calcaire compacte gris, des marnes grise et rouge, du calcaire gris, du grès bigarré et des marnes grises alternant avec du calcaire.

Plus loin, avant et après la verrerie de Merslavoditza, il y a des coupes qui offrent des alternats de marne noire, grise et rouge, avec des grès marneux mi-

caqués gris, à impressions indistinctes de plantes. Bientôt après ce lieu, on atteint la cime de la chaîne du Capellengebirge, et on trouve du calcaire compacte noirâtre veiné.

Depuis ce point, qui est à environ trois mille et quelques cents pieds sur l'Adriatique, l'on rencontre successivement, en descendant, du calcaire bréchiforme gris à Kameniak, du calcaire compacte noir ou gris veiné et traversé de fentes et quelquefois friable, puis du calcaire compacte blanc pétri de Nummulites, du calcaire compacte sans ces fossiles, enfin du calcaire gris ou blanchâtre et quelquefois bréchiforme. Sur toute cette pente, assez rapide et échelonnée en amphithéâtre, il y a des enfoncemens en forme d'entonnoir, et çà et là des places couvertes de terrain rougeâtre.

L'inclinaison des masses supérieures est au sud-est, et dans les inférieures la stratification est indistincte.

Le classement des masses indiquées entre Carlstadt et Fiume ne peut être fait qu'approximativement. Jusqu'à la sommité du Capellengebirge, le calcaire compacte gris de la Carniole forme le terrain; entre Grad et Moravicza, il ressort peut-être une petite portion du sol intermédiaire, du moins l'analogie des roches semble permettre cette induction. S'il en était ainsi, on s'expliquerait ces alternats de marne, de grès et de calcaire qui représenteraient la série arénacée rouge des Alpes entre le calcaire jurassique et les roches de transition. D'une autre part, le voisinage du calcaire à Nummulites avec des grès tels que ceux de Merslavoditza jettent du louche sur l'âge de ces singulières alternatives. Leur classement définitif, ainsi que celui des calcaires compacts de la Carniole au-dessous du système à Nummulites, demande une étude plus approfondie du terrain que je n'ai pu le faire. Il y a même des localités, telles que les environs de Monfalcone et Duino sur l'Adriatique, où les oolites compactes de la Carniole se trouvent tellement entourées des roches à Nummulites, que je ne serais point étonné qu'on trouvât un jour à les réunir en une seule formation divisée en plusieurs assises.

§ VI. Système à Hippurites et Nummulites de la Carniole, de l'Istrie et de la Dalmatie.

Un sol calcaire et arénacé à Nummulites et Hippurites constitue toute l'Istrie, une bonne partie de la Dalmatie, et s'étend en Carniole jusques au-delà de Canale, de Wippach et d'Adelsberg. Tout le plateau aride et rocailleux qui borde l'Adriatique, depuis Duino jusqu'au-delà de Trieste, est composé uniquement de ces calcaires, qui présentent les plus grandes variétés, depuis celles qui sont pétries de Nummulites ou de fragmens d'Hippurites, de Caprines et d'autres coquillages (peignes), jusqu'à celles qui ne sont plus qu'un calcaire compacte blanc ou jaunâtre, ou même une roche semi-crétacée.

Outre ces roches, je dois signaler des calcaires blanchâtres où les Nummulites ne sont plus indiquées que par des taches plus claires et des aggrégats coquil-

liers où les fossiles ne sont qu'en débris. Les variétés fines de ces dernières roches ressemblent à certaines roches oolitiques du Jura. Ces roches, en partie poreuses, fournissent de bonnes pierres de bâtisse, qu'on apporte même par mer, comme celles de Pola employées à Venise.

Des grès marneux gris ou jaunâtres, alternant avec des marnes et offrant des impressions de végétaux, s'intercalent entre ces calcaires particuliers. Ainsi, au pied du Karst à Trieste, il y a des masses semblables appliquées contre le calcaire à Nummulites. On en revoit en allant à San-Antignano, à Budifera, à Capo d'Istria, à Pinguente, entre ce lieu, Pisino et Pola.

En général l'Istrie n'offre qu'une succession de terrains occupés par ces grès et de montagnes calcaires. Ces dernières sont d'une aridité et d'une stérilité complète, lorsqu'elles ne sont pas recouvertes de limon rougeâtre ou jaunâtre à minerai de fer hydraté, et elles forment de véritables îlots au milieu des régions arénacées, qui seules, arrosées par des cours d'eau ou couvertes de végétation, forment en général le fond des vallées. Les ondulations décrites par les couches peu inclinées font que cette formation, sans avoir une épaisseur démesurée, occupe des contrées étendues.

Au nord de Budifera, l'on voit très bien plusieurs fois le calcaire reposer sur des alternats marno-arénacés. A Pinguente, le grès marneux renferme de nombreuses couches micacées de calcaire marneux à Nummulites et incliné au sud-ouest sous 20°. En allant depuis Pinguente à Soviniacco, ces roches viennent se placer distinctement sous le calcaire de la vallée de Soviniacco. Dans cette localité, on peut suivre facilement la disparition insensible des Nummulites et des fragmens d'Hippurites au milieu de la roche calcaire; de manière qu'à la fin on n'a plus devant soi que des rochers de calcaire compacte blanc, tel qu'en présente si souvent la chaîne du Jura.

Un accident particulier de ces dépôts est d'offrir des bancs ou amas fort allongés d'une espèce de houille et de grands amas pyriteux, qui se ramifient de la manière la plus bizarre dans le calcaire, roche qui y prend extérieurement une teinte rougeâtre. Ce gîte de minerai est exploité à ciel ouvert et employé à la préparation de l'alun.

A Prodoni, entre Pinguente et Pisino, on revoit les mêmes marnes à couches de calcaire marneux à Nummulites, et les surfaces des grès marneux des marnes y sont divisées en masses parallépipèdes et carrées. Les couches y sont ondulées; de manière qu'on peut bien s'y assurer que les masses calcaires et arénacées reparaissent plusieurs fois sur la route et produisent ainsi cette éternelle répétition de calcaire et de grès, sans que pour cela le dépôt ait une épaisseur énorme.

En allant de Pisino à Fianona, l'on traverse encore des alternats de marne gris-bleuâtre et de calcaire pétri de Nummulites grosses et petites. Cette dernière roche, se désagrégant moins aisément que le grès, forme surtout les sommités des coteaux, comme à Gallignana, Pedena, Sumberg, Gemino, San-Vincenti, etc.;

les couches calcaires étant fréquentes, il faut sans cesse monter et descendre. Entre Chersano et Fianona, règne un plateau aride de calcaire blanc à Nummulites ou oolitiforme. Sa surface, sans la moindre végétation, est singulièrement raboteuse, parsemée d'entonnoirs, et désagréable à parcourir à cause de ses aspérités.

Des calcaires semblables ou plus compactes forment une série de hauteurs au nord de ces lieux, elles ont une direction du nord-ouest au sud-est, qui est en général celle des couches de l'Istrie, de la Carniole et de la Croatie méridionale.

Le même plateau calcaire s'étend de Fianona à Albona, en étant séparé de la mer par une série d'éminences du même genre ou un peu marneuses. Néanmoins sur cette route on rencontre quelques couches un peu fétides ou brunâtres, et d'autres d'un calcaire blanc friable, d'un aspect tout-à-fait crétacé, mais à pres au toucher.

À l'ouest d'Albona, un assez profond vallon s'ouvre subitement dans ce plateau. Aucun cours d'eau ne se trouve au fond de cette fente, dont les bords ne présentent que çà et là quelques arbustes. Ce vallon, appelé vallon de Carpona, est intéressant en ce qu'il offre plusieurs lits de houille au milieu de couches de calcaire à Nummulites inclinées très faiblement au sud-est. L'un d'eux, qui a un à cinq pieds d'épaisseur, est exploité; il présente une houille particulière intermédiaire entre la houille sèche et le jayet, et contient des coquilles turbinées dans son toit et son mur. Le charbon de pierre est placé entre deux couches de calcaire argileux noirâtre à coquilles calcinées. La masse inférieure repose sur un calcaire compacte blanchâtre, et la supérieure est recouverte par du calcaire compacte fétide, brun-noirâtre, coquillier inférieurement, et sans fossiles dans sa partie supérieure. Plus haut, il n'y a que du calcaire compacte blanchâtre à Nummulites.

L'absence complète des végétaux dans le combustible ou le calcaire et la présence de coquilles marines ressemblant aux Natices? Cérithes? sont deux accidents caractéristiques de ce dépôt, qui se reproduit à Regozzana, à Lipiza, à Sissano et Scofle, près de Grebani en Istrie; à Bodmazoni et Sutovidi, dans l'île de Veglia; au mont Petreas, dans celle de Cherso; et sur d'autres points du terrain nummulitique de l'Adriatique.

Entre Carpona et Pisino, l'on a occasion de voir sur les alternats de marne grise et de calcaire à Nummulites, des dépôts limoneux, ferrugineux, jaunes ou rouges. Je les crois des produits de sources anciennes, et on y voit, comme dans le Jura suisse et allemand, des limons calcaires divers, qui ressemblent à du calcaire jurassique, et empâtent du fer pisolitique.

La route depuis Pisino à Fiume, par le mont Uchsa, est intéressante en ce qu'elle présente aussi très évidemment la superposition de grandes montagnes de calcaire compacte blanchâtre, sur des alternatives de marne, de grès, et de calcaire marneux à Nummulites. Tout le pays, jusqu'à Bogliano et Vranja, est

occupé par ces dernières roches. Vranja est situé au bas des montagnes d'Uchsa, qui s'élèvent à 2 ou 3,000 pieds au-dessus de la mer, tandis que leur pied méridional n'est qu'à 7 ou 800 pieds sur l'Adriatique.

Toute la pente méridionale, assez courte, de la montagne, est formée d'alternats nombreux de marne grise et de calcaire à Nummulites, et les couches y sont inclinées faiblement au nord; d'un autre côté, toutes les sommités sont formées de calcaire compacte blanc. En se rendant de là à Castua et Fiume, l'on revoit bientôt du calcaire compacte gris-jaunâtre, avec ou sans Nummulites; puis du calcaire jaune-blanchâtre, et enfin du calcaire compacte plus ou moins marneux, veiné, gris-noirâtre. Entre Castua et Fiume, il y a de nouveau du calcaire blanc, et de grands entonnoirs sur la surface rocailleuse du sol.

§ VII. Dépôts tertiaires des provinces Illyriennes et de la Styrie.

Le sol tertiaire forme d'abord la plus grande partie de la Styrie, en s'y prolongeant depuis les plaines de la Hongrie, et venant se terminer contre les pentes des montagnes de schistes, cristallins ou intermédiaires.

D'après la carte géologique de la Styrie, dressée sur les ordres de l'archiduc Jean, et d'après celle de M. Anker, les rivages de cet ancien golfe sont indiqués maintenant par les bourgs de Landsberg, de Stainz, de Ligis et de Geiszfeld. Depuis ce point jusqu'en Hongrie, la limite des terrains tertiaires anciens décrit une ligne très sinueuse. D'abord les montagnes de gneiss et de roches amphiboliques, avec de la serpentine (depuis Kirschdorf à Barneck, à l'O. de Gunz), au sud des vallées de la Murz et de la Mur, se trouvent bordées, depuis Geiszfeld à Kaindorf ou Pollau, par des schistes intermédiaires ou des couches de calcaire compacte. D'après la carte géologique de la Styrie, ces derniers dépôts occupent un espace irrégulier, et se prolongent, sous la forme d'une sinuosité, dans les montagnes de gneiss jusqu'à Breitenau; leurs limites sont vraisemblablement dans les lieux suivans: Krollendorf, Soding, Libach, Dobelbad, Gosting, Weinzettel, Neustift, Maria-Trost, Eggersdorf, Brodersdorf, Gleisdorf, S. Ruprecht, Besendorf, Kaindorf, Pollau, Lebing, Radigund, Fladnitz, Breitenau, Barneck, Rotelstein, Fronleiten, Feistritz, Gaiszthal, Kainach et Lankovitz.

Depuis Pollau, le terrain schisteux ancien (micaschiste et talcschiste, avec de la serpentine, à Bernstein et Lockenhaus) borde le sol terrain vers Rohrbach, Singersdorf, Bernstein, Goberling, Uj-Hodasz, Rohoncz, Veleni, Gunz, Liebing, Lockenhaus, Pilgersdorf, Kirschlag, et de là vers Oedenburg, en reparaissant çà et là, en pointes, au milieu des roches tertiaires.

La description détaillée des dépôts tertiaires n'entre pas dans mon plan; je renvoie, à cet égard, aux observations publiées par MM. Anker (*Journ. de Géolog.*, vol. II), Daubeny (*Descript. of act. a extinct. Volcanoes*, etc., p. 110), Murchison et Sedgwick (*Trans. Géol. de Londres*, N. S., vol. III), et à mon mémoire sur le sol tertiaire des États d'Autriche (*Journ. de Géolog.* vol. III).

Comme je n'avais pas alors visité la Styrie méridionale, il n'est question dans ce dernier que des dépôts tertiaires sur les bords de la Mur.

Je dirai seulement que la molasse et le calcaire coquillier jouent un grand rôle dans ce terrain; qu'il y a beaucoup d'argile marneuse et à lignites, et que ces dépôts sont couronnés par des sables, des marnes et des calcaires très coquilliers, qui existent surtout dans le pays, à l'est de la Mur, et dans la Styrie méridionale, tandis que les molasses et les grès à lignite se trouvent surtout au pied des montagnes anciennes, à l'ouest de la même rivière.

Tout le monde sait que le terrain tertiaire supérieur de la Styrie est lié à des éruptions basaltiques, entre Neustift, Gillersdorf, Kloch, Ober Spitz et Gnass, et qu'il y a même des trachites près de Feldbach et de Gnass. Les localités des buttes basaltiques ont été données par M. Anker. (*Voy. Journ. de Géolog.*, vol. II.)

Il est curieux d'apprendre par la petite butte isolée, près du château de Kollnitz, au milieu du sol tertiaire de la vallée du Lavant, que ces éruptions se sont faites aussi sur le versant occidental de la chaîne cristalline du Koralp. Il est donc probable que ces montagnes en ont dû être ébranlées. D'une autre part, ces phénomènes embrassaient une étendue très considérable de pays, témoins la butte isolée de Nemet-Ujvar et de Ober-Pullendorf, dans la Hongrie occidentale, et celles des bords du lac Balaton, et les éruptions trachytiques que je vais indiquer dans la Styrie méridionale. Il semblerait que pendant l'époque tertiaire l'action volcanique s'est déplacée légèrement et s'est portée du sud au nord.

Si les couches tertiaires se sont déposées en Styrie dans un golfe, ce dernier recevait les eaux de plusieurs lacs situés au milieu du continent de ces temps anciens, et dans ses principaux bassins particuliers il s'est déposé aussi des roches tertiaires.

Le premier bassin que j'ai à signaler est celui qui est indiqué sur la carte de la Styrie, au milieu du terrain schisteux ancien et intermédiaire à l'ouest de Gratz, entre Kainach, Oberdorf, Voitsberg et Koflach. Il est rempli de molasse et de marne tertiaire à lignite, quelquefois exploitable (Voitsberg), et il n'est séparé du grand dépôt tertiaire de la Styrie que par une arête traversée par un ancien défilé de peu de longueur.

Bassins tertiaires des vallées du Murz et de la Mur.

Au nord et au milieu de la chaîne centrale des Alpes se trouvent les *vallées du Murz et de la Mur*, qui communiquaient avec la mer de la Styrie par un défilé étroit et situé entre Gosting et Bruck. Dans ces vallées il y a quatre petits bassins remplis de molasse argileuse, de marne et de lignite. Le plus grand se trouve sur les bords de la Mur et surtout sur sa rive septentrionale, entre Judenburg, Governiz, St-Lorenzen, Feistritz, Kopenz et Aichdorf; une dépen-

dance de celui-ci se trouve à l'ouest d'Obdach. Un autre bassin existe à St-Stephan, au nord de Léoben et entre cette ville et Michelsdorf; un troisième entre Bichel et Palbersdorf; un quatrième, à l'est de Kindberg. A Fonsdorf, près de Judenburg, il y a du lignite pyriteux produisant de l'alun et accompagné de moules fossiles d'eau douce.

Les vallées du Murz et de la Mur sont fort intéressantes pour étudier l'état ancien des vallées, parce qu'elles paraissent offrir une succession de barrages, qui ont été détruits par érosion ou rompus par des débâcles ou par d'autres causes plus violentes. Ainsi, en descendant la vallée du Murz, depuis les hauteurs du mont Sommering, on trouve un premier barrage calcaire entre Spital et Murzzuschlag; un second défilé du même genre existe à l'ouest de ce dernier bourg, un troisième à Langenwang et à Krieglach, et il y a des restes de digues calcaires semblables entre Kapfenberg et Bruck, et à Bruck, où des poudingues d'alluvions viennent indiquer un long séjour des eaux et le voisinage de leur canal d'écoulement dans la vallée de la Mur. Des restes d'une ancienne digue calcaire se voient à Léoben et à l'ouest de cette ville; ce petit bassin est suivi d'un autre, bordé de schiste argiloïde verdâtre, avec du calcaire semi-cristallin blanc rougeâtre. Après Saint-Michel il y a d'autres éperons; une grande plaine précède le bourg de Knittelfeld, plus loin la vallée ne se rétrécit qu'après Unzmarkt, tandis qu'à Teufenbach la rivière est bordée de grands escarpemens de calcaire compacte ou semi-cristallin, gris et à cavernes.

La Mur occupe un autre défilé près de Saurau à une lieue à l'est de Murau, le micaschiste y passe au schiste argileux et court du sud-ouest au nord-est. Un très petit bassin précède Murau. A Saint-Ruprechts on voit les restes d'une digue, qui traversait la vallée, qui est réduite à un canal étroit; à l'ouest de Stadel il y a eu une rupture, et un éperon a été fort entamé.

La vallée de la Mur ne laisse guère observer de terrasses, excepté près des bords de la rivière, des indices d'un niveau ancien plus élevé.

L'entrée du vallon de la Predlitz est très instructif pour la formation des vallées (*Voyez* planche IV, figure 4), car son fond est tout-à-fait fermé par un immense rocher de micaschiste ayant soixante à quatre-vingts pieds de haut et une soixantaine de pieds d'épaisseur. On le trouve traversé, vers son milieu, par une fente qui a dix à douze pieds de largeur, et dont les côtés angulaires correspondent parfaitement entre eux. Il n'y a que le bas de la fente qui soit plus large, et il est occupé par l'eau du torrent; or, il devient évident que l'érosion des eaux n'a pas produit cette fente, qu'elle n'a fait que l'élargir dans le bas; de plus cette fente a dû se faire violemment, et, avant sa formation, le rocher en question formait le barrage d'un lac. D'un autre côté, tout le vallon ne semble qu'une grande crevasse; il resterait donc à décider si la petite fente est contemporaine ou postérieure au grand fendillement.

Bassin tertiaire au centre de la Carinthie.

Le sol tertiaire forme tout le pays plat et de collines au *centre de la Carinthie*, entre St-Aegidi, la Drave, Volkermarkt, St-Georgen, St-Veit, St-Donat et Klagenfurt; ainsi que la contrée au sud de Volkermarkt, et entre Bleiburg et la Drave. Les couches tertiaires dépassent encore ces limites et se prolongent en lambeaux sur le terrain ancien, comme entre Launsdorf, St-Stephan et Althofen, à l'ouest de Gutharing et au sud de la Drave.

La molasse marneuse, quelquefois avec du lignite et couvert d'alluvions, paraît constituer la base de la plupart de ces hauteurs. Dans les localités d'Althofen et de Guttaring, on connaît depuis long-temps des roches tertiaires coquillères, telles que des calcaires compactes, jaunes, brunâtres ou gris à Nummulites et des grès coquilliers. (*Voy.* l'ouvrage de Wulfen.) Ce sont MM. Keferstein et de Rosthorn qui ont donné les premiers détails géologiques précis sur ces gîtes curieux. (*Voy. Teutschland*, vol. VI, cah. 1, p. 197.) Près de Gutharing, le calcaire à Nummulites est associé avec un calcaire argileux plus ou moins endurci, contenant des coquilles microscopiques, des Nodosaires, des Cérithes, des Turritelles (*T. quadruplicata* Bast.), des Cadrans (Solarium), des Rochers (Murex), des Pyrules, des Volutes (N. sp.), des Pétoncles, des Solens, et surtout beaucoup de Natices de l'espèce appelée *intermedia* par M. Deshayes. (*Voy. Descript. helmintholiti*, etc., de Wulfen, fig. 6.) La dernière coquille acquiert fréquemment une plus grande taille qu'à Paris.

Au nord d'Althofen, il y a des marnes à lignite accompagnées d'un grès marneux, offrant assez de fossiles bien conservés et des mêmes espèces que les précédentes, ainsi que des Huîtres rapprochées, par le comte Munster, de l'*Ostrea flabellula*. Il est singulier de retrouver en Carinthie des espèces que M. Deshayes identifie avec des coquilles parisiennes. De plus, M. Keferstein nous apprend que M. le comte Munster a reconnu, à Althofen, le *Cerithium funatum* Sow. de l'argile de Londres. Quant aux Nummulites de Gutharing, figurées aussi par Wulfen (*Voyez* figure 5 de son ouvrage), M. le comte Munster y distingue la *Nummulina radiata*, de M. d'Orbigny, une nouvelle espèce de Nummuline, et un genre particulier de la famille des Nummulines, qu'il appelle Lineolarie. De plus, Wulfen figure (*pl. XIX*) des Anomies.

Maintenant, si tous ces fossiles sont parisiens, cela serait une indication d'autant plus précieuse, que nous allons revoir de semblables dépôts dans le haut de la vallée de la Save. Cela donnerait du poids à l'opinion de MM. Sedgwick et Murchison, sur l'existence de l'argile de Londres dans certaines parties de la Styrie inférieure, et on pourrait même espérer de retrouver les mêmes couches dans le bassin hongrois, autrichien, bavarois et suisse; ainsi se débrouillerait zoologiquement l'immense dépôt tertiaire des molasses ou des argiles.

Si les fossiles de Carinthie, déterminés par MM. le comte Munster et Deshayes,

ne sont pas encore assez nombreux pour fixer définitivement le classement des couches qui les recèlent, il n'en est pas moins curieux de ne pas voir parmi ces espèces une seule qui soit subapennine ou de Bordeaux et de Dax, tandis que les espèces de ces diverses localités abondent en Styrie et en Autriche.

Le lignite jayet de Prevali, non loin de la Drave, a dix toises d'épaisseur, il repose, d'après M. de Rosthorn, sur la molasse et est incliné sous 24 degrés. Ce géologue y a rencontré rarement des Hélices et des Cyrènes.

A Kreug, dans la vallée de Wirnitz, à une lieue au nord de St-Veit, il y a un dépôt d'argile marneuse grise, qui est pétrie de Planorbes (*P. carinata*) et de *Valvata* (*V. Spirorbis*), de Lymnées et de Cyclades; ces coquilles, simplement calcinées et d'espèces encore vivantes, doivent appartenir à un dépôt alluvial ancien ou tertiaire très récent.

Le lac de Klagenfurt ou du milieu de la Carinthie devait être très sinueux et avoir beaucoup d'îles et de bas-fonds; comme on peut s'en assurer en considérant son ancien emplacement, depuis une montagne élevée. Ainsi, les montagnes calcaires de Griffen, du Magdalenaberg, le mont Saint-Ulrich, les hauteurs près de Feldkirchen et du lac d'Ossiach, etc., y formaient des îles. La longue crête entre la Drave et le lac Werther constituait une autre île ou du moins un bas-fond; car, sous l'encroûtement alluvial épais, on y aperçoit des variétés de molasses tertiaires. Des hauteurs semblables et boisées se montrent au-devant de la partie de chaîne calcaire des Karawanken, portant le nom de monts Owhir et Koschuza au-delà de Gabern. Elles sont séparées de ces derniers par un vaste sillon et sont divisées en plusieurs masses par des coupures transversales, et occupées en partie par des marécages ou même de petits lacs (Mogerlach, Grabelsdorf, etc.). Je ne connais pas la base de ces éminences, composées en grande partie d'alluvions, mais il est indifférent qu'elles recèlent de la molasse ou du calcaire des Alpes; il n'en reste pas moins certain qu'elles dûrent former dans l'ancien lac de la Carinthie des îlots ou des bas-fonds considérables.

Au devant de cette série de hauteurs, il y en a une autre plus basse et composée entièrement d'alluvions calcaires, granitoïdes et porphyriques. On y rencontre aussi de petits lacs et des traces d'autres lacs desséchés. Dans cette contrée se trouvent plusieurs amas de *tuf calcaire* ou *travertin*; la meilleure exploitation existe dans le lieu appelé Im Bersch, à Bereschitz, non loin de St-Lorenz, sur la Drave. J'en ai vu un autre sur le bord d'un grand marais entre Mogerlarch et Sittersdorf.

Cet accident indique l'ancienne abondance des sources incrustantes sourdant du pied de la chaîne calcaire.

Les *alluvions* le long de la Drave, dans le bassin du lac de Klagenfurt (Volkermarkt, Lavamund), sont énormes, et la rivière s'y est creusée un lit très profond. Il en est de même de la Save, près de Krainburg, où supérieurement les cailloux se sont agglutinés en poudingues. On voit évidemment que les

cours d'eau actuels n'ont pas formé ces alluvions, mais il a dû y exister de très grands lacs, soit autour de Klagenfurt, soit sur le cours de la Save et autour de Laibach.

De plus, les lambeaux d'argile alluviale entre Klagenfurt et Volkermarkt, etc., le sol tourbeux uni qui environne Laibach, celui qui se trouve entre Klagenfurt et le lac Werther, et ce lac même, sont des indices que l'écoulement de ces masses d'eaux ne s'est fait que graduellement. D'un autre côté, la place actuelle de certains canaux d'écoulements des eaux est fort extraordinaire, et semble indiquer des fendillemens très récents. Ainsi la Drave, au lieu de s'écouler dans les plaines de la Styrie et de la Hongrie, par la vallée évasée et basse du Miesthal, fait à Unterdrauburg un coude énorme, pour continuer à couler dans un canal très étroit jusque près de Marburg. Sur le bord de ce défilé il y a, à Saldenhofn, une butte de porphyre gris-brun, micacé et un peu poreux.

Bassin particulier du Lavant.

A l'est du grand bassin central de la Carinthie, la *vallée du Lavant* entre les montagnes du Saualp et du Koralp devait former, dans l'époque tertiaire, un bassin particulier. Cette vallée offre plusieurs dépôts tertiaires, qui sont échelonnés sur le sol ancien. Il y en a un au nord de St-Leonhard, un autre au sud de ce bourg. Une bande tertiaire s'étend de Saint-Johann, près de Wolfsberg à Saint-André, sur la rive orientale du Lavant et au pied du Koralp. Une autre masse tertiaire se trouve à l'est de Saint-Paul. Telles sont du moins les localités où l'on a reconnu des molasses ou argiles à lignites, roches qui ont dû se déposer dans un grand bassin ou plutôt dans plusieurs cavités en étages l'une au-dessus de l'autre. Or, ces bassins étaient bien séparés de celui de la Styrie, d'abord par l'étroit canal de la Drave, depuis Marburg à Bleiburg, et ensuite par la digue calcaire, qui ferme encore presque entièrement la vallée du Lavant au-dessus de Lavamund.

Parmi tous ces dépôts je n'ai visité que celui de St-Stephan, à une lieue au sud de Wolfsberg, où il y a un gîte de bois bitumineux pyriteux, accompagné d'argile smectique, gris-noire, et d'un grès argilo-marneux gris, à fragmens de grès, d'éclogite, etc. Dans les argiles il y a des rognons marno-ferrugineux qui renferment des impressions de feuilles, qui ont environ les formes de celles des saules, des aulnes et des platanes. Le bois se rapporte à celui des conifères. Près de Saint-Paul il y a des moules d'eau douce dans le lignite. J'ai cru devoir regarder ces dépôts comme fort récents, car ils se confondent presque avec les alluvions les plus anciennes.

D'après M. de Rosthorn, il y a en Carinthie, au-dessous de toutes les couches tertiaires, des brèches composées uniquement de calcaire des Alpes, et assez endurcies pour donner de bonnes meules. Ce seraient donc des dépôts faisant partie de ceux de Gutharing et de Route.

Sol tertiaire de la Styrie méridionale et de la Croatie.

Dans la *Styrie méridionale* et en *Croatie*, les montagnes anciennes du Matzelgebirge sont bordées de molasse avec du calcaire supérieur coquillier et à coraux. La bande de molasse sur le pied nord de cette chaîne s'étend jusque vers Cilly, entre ces montagnes et d'autres hauteurs calcaires qui s'avancent au sud de la Drave, jusque vers Poppendorf, Stoperzen, Lemberg et Margarethen.

Une formation étendue de molasse à lignite existe entre Schonstein, Cilly, Hohenegg et Weitenstein; elle a la particularité d'offrir, comme celle des Carpathes septentrionales, des agglomérats fins, tels que ceux que j'ai décrits à Saint-Leonhard. A Woellan et à Neuhaus, il y a des grès à parties vertes et à coraux; aux environs de cette dernière localité, il y a même dans la molasse des amas de calcaire coquillier supérieur compacte et blanc. Ainsi il y en a, à une demi-lieue à l'ouest de Neuhaus, une couche qui a 30 à 40 pieds de puissance, et est pétrie de coraux et de polypiers, et à Neuhaus même l'eau thermale sort du pied d'un rocher de calcaire tertiaire très compacte et rempli d'Huitres. Sa partie inférieure est formée par du calcaire marneux noir à Peignes et coraux, et sur cette couche il y a des marnes micacées, de la molasse surmontée de nouveau par un calcaire à Ostracites, avec des Turbinolies. Des roches semblables existent à Galizien, à Neuhaus et à Cilly, etc.

Quant au lignite, je n'ai examiné que la couche de lignite alunifère, près de Skaliz, sur le bord du Schall, entre Woellan et Schonstein. Elle est enclavée dans de la molasse très marneuse, et offre, dans ses parties supérieures et inférieures, une foule de petites coquilles calcinées, du genre Planorbe, Paludine et Lymnée.

L'accident le plus curieux de ce bassin tertiaire, c'est sa liaison intime avec des dépôts trachytiques très étendus (1). De petites buttes de trachyte véritable et amphibolique s'élèvent çà et là, comme, par exemple, derrière Wolan, et entre ce bourg et Schonstein; mais les agglomérats trachytiques occupent la plus grande étendue du pays volcanique qui est composé de petites collines boisées.

Comme ailleurs, ces roches présentent toutes sortes de teintes et toutes les modifications possibles, depuis les agglomérats les plus grossiers, jusqu'aux aggrégats les plus fins, et même jusqu'aux agglomérats ponceux ou ponce broyée. Les plus belles localités de ces dernières sont à l'est de Cilly, sur la route de Gratz, vers Tuchern, etc. Il y en a encore dans plusieurs autres endroits, et on les exploite et les exporte dans toutes les contrées voisines pour encadrer les portes ou les fenêtres. Elles ont souvent la même compacité que celles de la Hongrie et de la Transylvanie, et, au premier instant, on ne sait que penser de ces roches stratifiées, tendres, fines, blanches comme la craie, mêlées de mica quelquefois à taches vertes, et en même temps rarement impressionnées. Dans

(1) M. de Rosthorn leur assigne 18 milles de longueur depuis Sulzbach à Sachsenwerfen.

les grandes carrières ou les escarpemens, il est cependant aisé de suivre leur passage à des roches avec des fragmens plus ou moins dissous de trachyte.

D'un autre côté, entre Woellan et Schonstein, il paraîtrait qu'il s'établit une espèce de liaison bizarre entre les marnes de la molasse et les agglomérats trachytiques. En effet, derrière Woellan, on observe des couches d'agglomérat plus ou moins fin, noir ou brunâtre, elles inclinent au sud sous 15 degrés, et offrent des fentes inclinant sous 60 degrés. On les dirait mélangées dans certaines parties de fragmens angulaires de marne endurcie, verte ou noire. Le tout a l'air d'encroûter un côté d'une butte trachytique; aurait-elle fait éruption au milieu des marnes de la molasse? Ce qu'il y a de particulier, c'est que certains bancs de ces aggrégats sont plutôt des brèches et prennent l'apparence de filons-couches injectées au milieu des agglomérats. Une étude plus approfondie du terrain éclaircirait probablement cette question, ce que je ferai incessamment.

Le petit bassin de Tuffer, sur la Save, est rempli de molasses marneuses alternant avec des agglomérats à cailloux calcaires et quarzeux, et des marnes grises quelquefois endurcies en calcaire marneux. Ces roches sont inclinées au nord, et au sud, sous 15 à 20 degrés, elles offrent quelquefois des impressions de plantes terrestres et même de dicotylédons, et vis-à-vis de Tuffer, elles comprennent des couches d'agglomérat bleuâtre ou blanchâtre, avec beaucoup de fragmens de coquilles bivalves.

Bassin tertiaire dans le haut de la vallée de la Save.

Parmi les *dépôts tertiaires du bassin de la Save*, M. Rosthorn m'a parlé de celui du Poschberg et de Liboja, près de Cilly, où il y a au milieu d'argiles un lignite jayet, semblable à celui de Prevali.

A Galenhofen, à deux lieues de Sagor, il y a un dépôt de lignite avec des marnes à impressions de poissons.

Un dépôt de molasse est indiqué sur la carte géologique de la Styrie, autour de Bresoutza et d'Ober-Tuchain, près de Stein, dans une vallée longitudinale et latérale à celle de Feistritz, entre le terrain schisteux intermédiaire et le calcaire jurassique.

Le dépôt tertiaire au nord et nord-ouest de Route ou Rothe, à l'ouest de Krainburg, est le même que celui indiqué par M. Necker, près de Krop; or, comme ce dernier lieu est séparé du premier par une montagne, il est bon d'en avertir le public pour lui éviter les courses pénibles que nous a occasionées, à M. de Rosthorn et à moi, la vague indication de M. Necker.

Ce dépôt ne consiste qu'en des lambeaux de poudingues calcaires, surmontés de calcaire plus ou moins arénacé, brunâtre ou grisâtre, roches qui sont cachées au milieu des bois et ne se voient que le long de très petits ruisseaux. L'épaisseur entière de ces couches ne paraît pas considérable; elles gisent sur le sol schisteux intermédiaire et sont couvertes d'alluvions, et elles sont pé-

tries de fossiles. Les couches à Nummulites et celles à Polypiers (Cariophyllées, Astrées, Oculines, etc.) sont les plus abondantes. D'autres couches présentent de grosses Natices (*N. intermedia et mutabilis*), des Peignes, des Huîtres, des Cérithes, des Turritelles, des Rochers, des Pleurotomes, etc. Des Nummulites sont éparses dans toutes les masses. D'après les fossiles, c'est un dépôt correspondant à celui de Gutharing et d'Althofen, au nord de Klagenfurt. Une source d'eau thermale existe non loin de là, dans le sol intermédiaire.

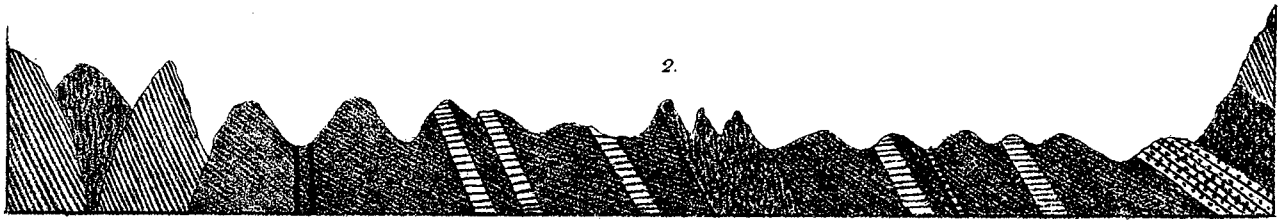
Enfin, on dit qu'il y a au milieu des calcaires à Nummulites un dépôt de molasse à lignite et coquilles d'eau douce autour de Sagurie, entre les vallées sans issues de Recca et de Poyk, près d'Adelsberg, ainsi que près de Zirknitz. Probablement ce vaste terrain, à dolines ou entonnoirs, en recèle plusieurs autres; ainsi j'en ai vu moi-même, avec M. de Rosthorn, à Piautza, entre Ratschach et Weixelburg; la molasse y est même impressionnée.

Sources minérales.

La distribution des sources minérales étant devenue un point de repère pour la géologie géogénique, depuis qu'on les place dans le domaine plutonique, je vais mentionner le peu d'observations que j'ai pu faire à leur égard.

Dans le sol de gneiss et de schiste de la Mur il y a une source acidule à Polsz, non loin des calcaires à cavernes. Au pied des montagnes de gneiss, au sud-ouest de Gratz, il y a une source tiède sulfureuse à Dobelbad. Des sources chaudes existent à Neuhaus, au nord de Cilly, à Topliza au sud de cette ville, et près de Route en Carniole; il y a des sources acidules et salines, à Fellach et à Rohitsch.





*Schiste et
Grauwacke.*

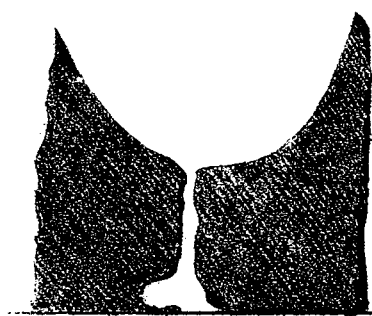
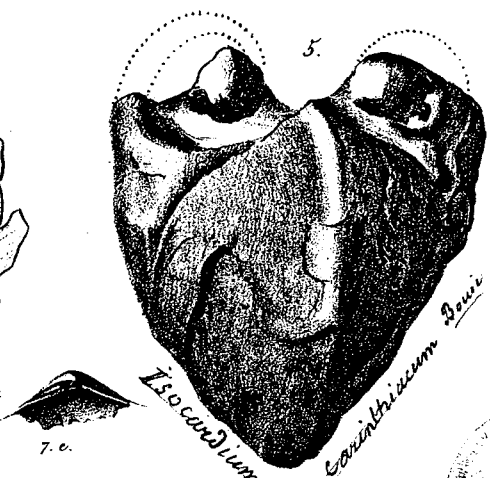
*Calcaire
intermédiaire.*

Agglomérat.

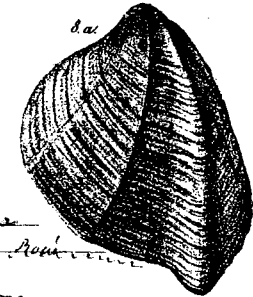
Schiste rouge.

*Calcaire
secondaire.*

*Calcaire
fendillé.*



Corbula Rothornii.



*Clypeus
Rathelii Roth.*



Piquant, Douv.