

Le maître laveur d'un atelier reçoit 5 gros par jour, plus le logement et trois cordes de bois de chauffage; les trois gamins reçoivent chacun 2 gros par jour. Ces ouvriers lavent, en quatorze jours, soixante voitures de minerai. Les frais de bocardage et lavage de cette même quantité se montent ordinairement de 11 écus $\frac{1}{2}$ à 12 écus.

De la fonte
des schlichs.

La fonte des schlichs d'étain qui proviennent des mines du district de Bunau a lieu dans une usine située dans la petite ville de Geyssing. Cette usine contient un fourneau de 7 pieds et un de 5, tous deux construits comme à Altenberg. On y apporte les schlichs des laveries les plus voisines, dans des baquets du contenu d'un quintal, pour lequel on paie 6 liards à 1 gros. On fond généralement 20 à 25 quintaux à-la-fois dans le premier fourneau; on y repasse les scories deux fois consécutives; puis les dernières sont encore traitées au petit fourneau. Les minerais de Zinnwald étant assez difficiles à fondre, on leur donne ordinairement plus de feu qu'à Altenberg: du reste, les procédés de fonte sont toujours les mêmes. On estime que chaque quintal d'étain coûte, terme moyen, 12 gros à produire.

Considérations
générales.

On retirait autrefois 8 à 900 quintaux d'étain du district de Bunau, 400 quintaux du district de Bilin, et 300 de celui de Claris; aujourd'hui les produits de ces mines sont bien moindres, sans cesser cependant d'être encore très-considérables. Du reste, comme on n'imprime point à la fin de chaque année des feuilles de situation, ainsi que pour les mines d'Altenberg, nous ne pouvons indiquer d'une manière sûre les bénéfices annuels que procure le district de Zinnwald.

MÉMOIRE

SUR

*Les terrains secondaires du versant nord
des Alpes allemandes;*

Par M. AMI BOUÉ.

LA majestueuse chaîne des Alpes, qui s'étend de la Suisse jusque sur les confins de la Hongrie et de la Turquie, offre tant de difficultés pour le géologue, soit par sa grandeur, soit par ses accidens divers, qu'il n'est pas étonnant qu'on n'ait commencé que tout récemment à avoir une idée claire de sa structure générale.

En lisant avec attention les écrits sur les Alpes allemandes d'Escher, de Buch, de Mohs, de Lupin, d'Uttinger, de Pantz et de Keferstein, l'on voit déjà ressortir la vérité dans les idées de la plupart de ces observateurs, ou du moins l'on y trouve indiqués les moyens d'arriver à la résolution du problème: c'est en mettant à profit les données rassemblées par cette masse de géologues éminens, et en s'appliquant sur-tout à comparer les masses et les fossiles des Alpes avec les terrains et les restes organiques de l'Angleterre, que le célèbre géologue M. Buckland a enfin pu donner, en 1822, un aperçu général de la véritable structure des Alpes.

D'après tous ces travaux, il serait tout-à-fait inutile de faire part de mes observations sur la partie septentrionale de cette chaîne, si je n'avais pas l'espoir d'ajouter quelques traits de plus à l'esquisse de M. Buckland, en comparant les Alpes non-seulement à l'Angleterre, mais encore à l'Allemagne, aux Carpathes et à la France.

De grands groupes de *roches schisteuses, cristallines*, encaissées ou séparées par des schistes plus ou moins évidemment intermédiaires, forment la partie centrale des Alpes. Les *roches schisteuses de transition et les grauwackes* alternent avec des calcaires veinés compactes ou sublamellaires, qui ont les caractères des calcaires intermédiaires des autres contrées, et renferment çà et là, comme ces derniers, des *dépôts métallifères* et sur-tout *ferrifères* (fer spathique et hydraté), comme, par exemple, en Tyrol, en Styrie, etc. : çà et là on aperçoit des masses d'*agglomérats fort grossiers*, quelquefois rougeâtres, qui paraîtraient plutôt répondre au grès rouge ancien des Anglais, qu'au grès rouge nouveau, ou au *todtliegende* des Allemands.

C'est sur cette accumulation de dépôts ou à leurs pieds que s'est déposé le *premier calcaire secondaire*, qui forme, tout le long des Alpes, une bande de montagnes fort élevées et couvertes çà et là de glaciers ou de neiges perpétuelles.

Les montagnes de ce calcaire sont en général pelées, arides et sauvages, et les parties fertiles qu'elles renferment dérivent le plus souvent de lambeaux de dépôts postérieurs.

Leurs sommités atteignent des hauteurs de 7 à 9,000 pieds au-dessus de la mer : elles présentent des pics, des aiguilles, des crêtes dentelées, des escarpemens ou des rochers entassés ; leurs pentes sont très-rapides. Elles renferment beaucoup de gorges, de vallons et de vallées transversales et souvent fort étroites (vallée entre Itzel, Melck, etc.), et les traces d'éroulemens et de chutes de rochers y sont fréquentes. Ce calcaire est

presque toujours indistinctement ou non stratifié (1), et il présente, comme ailleurs, différentes assises ; sa plus grande masse est compacte ou a une structure grenue particulière, et semblable à celle de quelques zechsteins et de quelques calcaires magnésiens de l'Angleterre. Les calcaires fétides y sont fréquens ; des assises marneuses s'y rencontrent, sur-tout vers la partie supérieure, où elles prennent quelquefois la structure de la grauwacke ou de certains calcaires magnésiens anglais. Des masses feldspathiques s'y rencontrent çà et là ; des dépôts métallifères se trouvent dans sa partie tout-à-fait inférieure, comme dans le zechstein d'Allemagne et de Silésie ; enfin, la plus grande partie de ces calcaires renferment plus ou moins de magnésie, comme l'ont aussi reconnu MM. de Buch et Buckland des deux côtés des Alpes, et comme l'a prouvé l'analyse qu'en a faite M. Fuchs de Landshut.

Sa position, son identité de composition avec le zechstein et le calcaire magnésien anglais, son manque de couches de schistes, de grauwacke ou de grès, ne permettent pas de le confondre ni avec le calcaire de transition ancien, ni même avec le calcaire de transition récent, ou le calcaire métallifère des Anglais, et M. Mohs n'aurait probablement pas fait ce rapprochement s'il eût parcouru une plus grande étendue des Alpes.

C'est ce qu'ont déjà senti Escher et Uttinger, qui appellent ce calcaire *hochgebirgskalk*, tandis

(1) Voyez, à ce sujet, ce que dit M. Mohs, *Ephémérides de Moll*, vol. 3, pag. 161 ; M. Lupin, dans le même Recueil ; Uttinger, dans le *Taschenbuch* de Leonhard, pour 1812, et M. Pantz.

que les autres géologues, tels que MM. Karsten, Freiesleben, Humboldt, de Buch et Keferstein, ont appelé ce calcaire *calcaire alpin*, et y ont compris des formations calcaires plus récentes des Alpes.

Ce calcaire se distingue éminemment des calcaires suivans par sa nature, par son manque presque total d'indices de stratification, par la multitude de ses fentes, qui semblent çà et là, au premier abord, des fentes de séparation, et par l'extrême rareté de ses restes organiques.

Les assises de ce calcaire présentent, comme l'ont si bien dit MM. Mobs et Uttinger, deux espèces de calcaires : l'un est composé de petites parties lamelleuses, qui donnent à la roche un aspect grenu, plus ou moins brillant, semblable à celui de la dolomie jurasique, et indiquant déjà ainsi sa nature magnésienne.

L'autre est un calcaire compacte, à petites esquilles, qui est extrêmement fendillé, ou traversé d'une si grande multitude de très-petits filons presque invisibles de spath calcaire souvent magnésifère, que la roche se désagrège en fragmens irréguliers angulaires, ou même en une espèce de sable, comme à Baden, près de Vienne. Les formes des sommités de ce calcaire, et les crevasses qui les traversent, dépendent évidemment de cette structure fendillée.

Les couleurs de ces roches, qui passent de l'une à l'autre, et qui alternent ensemble, sont le plus ordinairement le gris, le gris de fumée et le gris brunâtre; moins souvent on en voit d'un blanc grisâtre, de blanchâtres, d'un blanc rosâtre (lac de Wolfgang), de jaunâtres, et d'un gris foncé ou noirâtre.

De même que le zechstein, plusieurs de ces calcaires sont *fétides* (geisalp), mais sur-tout les brunâtres, qui donnent une odeur empyreumatique, provenant probablement des parties bitumineuses disséminées; il arrive même que ce bitume y forme de petits nids distincts, et en découle, en été, sous un état visqueux, comme au sud de Traunstein, à Tegernsee, etc.

Les calcaires *marneux* sont en général grisâtres, ou gris-blanchâtres, ou jaunâtres, ou légèrement rosâtres; ils sont plus ou moins endurcis, et lorsqu'ils présentent la structure de la *grauwacke*, ils sont en partie à cellules angulaires, vides quand la décomposition a détruit les portions marneuses, moins fortement agrégées et empâtées dans la surface de la base, plus dure, comme cela se voit bien, au contact du premier calcaire secondaire et du grès bigarré de la Kaumalpe, à Neustadt, dans la vallée de la Frann, dans la Bavière supérieure, dans l'Allgau, et à Péttersdorf, près de Vienne. Il est impossible de ne pas reconnaître les roches secondaires anciennes du nord de l'Allemagne dans ces rochers bizarres, et dans ces pierres exploitées, à Neustadt, comme meules de moulin. S'il m'était permis de sortir des limites des Alpes allemandes, je devrais encore rapprocher de ces roches ces calcaires *marneux*, poreux et à soufre, de Bex, en Suisse, qui sont identiques avec les masses semblables de Tarnowitz, en Silésie, et des Pyrénées.

Comme je n'ai pas eu le bonheur de rencontrer de pétrifications dans ce terrain, et que la plupart des auteurs ont confondu toujours les fossiles du calcaire récent avec ceux qui peuvent exister dans notre calcaire, il faut attendre de

nouvelles données à cet égard ; néanmoins il est possible que M. Prevost ait raison d'y citer de grosses *bélemnites*, et que les *productus* de Bleyberg y appartiennent. Quant aux schistes marneux à impressions de poissons, il me semble, malgré ce qu'en disent MM. Keferstein et Buckland, qu'on n'a pas encore bien développé les raisons qui séparent de notre formation les schistes à poissons du Plattenberg, et qui y lient au contraire les schistes bitumineux à poissons de Seefeld (1).

Les masses étrangères qu'on rencontre dans le premier calcaire secondaire des Alpes se réduisent à quelques *colonnes porphyriques*, qui paraissent d'une manière fort problématique au milieu des calcaires de l'Allgau, à Ebna, près d'Oberstorf, vers la hauteur moyenne de la Geisalp, au-dessus de Reichenbach, et sur le pied occidental du mont Jochberg, près de Hindelang.

Ces roches feldspathiques, plus ou moins dures et ferrugineuses, y sont brunâtres ou rouges-brunâtres; elles renferment des cristaux de feldspath et des parties verdâtres peut-être cristallisées (Hindelang), et elles sont traversées de veines de chaux carbonatée et d'une matière indistincte, onctueuse, verdâtre. Plus rarement, on y rencontre quelque peu de mésotype et même de la datolite, associée avec du fer oxidé rougeâtre, qui forme, à la Geisalp, de petits filons, ou imprègne très-fortement certaines masses de la superficie de l'amas.

C'est à Hindelang qu'on peut sur-tout bien

(1) Voyez ce qu'en dit Plure dans les *Ephémérides de Moll*, vol. 5.

observer la forme de ces colonnes ignées, qui paraissent avoir percé le calcaire de la même manière que les basaltes se sont fait jour à travers le grès bigarré d'Eisenach; néanmoins on ne peut pas apercevoir leur contact avec le calcaire, ou du moins si on l'observe, on n'y trouve aucun indice de ces altérations qui paraissent exister près des masses semblables bien plus considérables, et enclavées dans la même formation calcaire du Tyrol.

Les dépôts métallifères de l'assise tout-à-fait inférieure consistent en minerais de plomb et plus rarement de zinc. Comme le plomb sulfuré et le zinc sulfuré et oxidé sont les produits les plus abondans, il devient probable, comme ailleurs, par la position des autres minerais, qu'ils ne sont que le résultat des effets que des procédés chimiques lents ont exercés sur les minerais principaux. Ainsi, on trouve encore un peu de plomb carbonaté et phosphaté, sur-tout dans des druses, du zinc carbonaté veiniforme, etc.

Ces minerais forment, pour le géologue, des nids ou des traînées de petits amas ou de réseaux de petits filons, qui présentent, comme les petits filons en général, les accidens que nous retrouvons en grand dans les grands filons exploités. C'est ce que M. Mohs a admirablement exposé dans sa *Description des mines de Bleyberg*; mais le mineur qui ne voit que les fentes richement remplies et qui néglige les petites fentes pourvues de peu de minerai y trouvera néanmoins çà et là des filons assez persistans et assez riches pour mériter, pour lui, le nom de filons.

Les localités de ces minerais sont fort nombreuses dans l'Allgau; on en a sur-tout reconnu

à l'Erzberg, près de Hindelang : il y en a près de Hall, en Tyrol ; à Garnisk, dans le Wedenfels ; sur le lac Tegern ; dans le bailliage de Strauenstein ; au village de Marquartstein ; au Rauschberg ; au mont Stauffen ; sur les bords du lac Königsee, au Bleyberg. Enfin l'on a recueilli du mercure natif près de Wallersee, de Fussen et de Radein, dans le Grimmer Ioch, en Tyrol, qui, d'après la nature de ces localités, ne semblerait pouvoir n'être provenu que de ces calcaires ou de quelques lits marneux noirâtres, qui leur seraient peut-être subordonnés (1).

Après cette description, on ne peut objecter contre le rapprochement de ce dépôt calcaire avec le zechstein ou le calcaire magnésien anglais, que l'existence des porphyres dans ces masses, et la différence des grandeurs des dépôts mis en parallèle ; mais la grandeur relative de deux terrains n'empêche nullement leur formation contemporaine : car, combien de fois ne voit-on pas des couches minces d'une formation prendre çà et là des épaisseurs très-considérables, comme, par exemple, dans le Muschelkalk ? D'ailleurs, les Alpes étaient probablement déjà, dans le temps de ce dépôt, les pentes côtières les plus considérables de l'Europe ; et la matière calcaire, provenant de débris d'êtres marins, ne devait-elle pas s'amasser en plus grandes masses contre ces plans bosselés et inclinés, que contre les petites chaînes sous-marines du Thüringerwald, du Hartz ou de l'Angleterre ? Et de plus, il n'est pas impossible, et les cimes escarpées des Alpes le rendent même probable, qu'un courant

(1) Voyez *Éphémérides de Moll*, vol. 5.

longeait alors les Alpes, et contribuait à étendre les particules calcaires, en même temps qu'il empêchait leur dépôt en feuilletés réguliers et la conservation des restes organiques ; tandis qu'ailleurs les eaux de la mer déposaient plus tranquillement leur limon et formaient des couches et des strates.

La même cause, jointe à la rapidité des pentes des Alpes centrales, a produit ce manque de terrain houiller : or, s'il n'y a pas eu de dépôt semblable sur le nord des Alpes, est-il surprenant de voir dans la masse calcaire qui occupe, pour ainsi dire, en partie sa place, des porphyres, qui ont même apparu après la fin du dépôt de tout le terrain houiller, comme en Saxe, etc. ?

Cette formation est suivie, comme ailleurs, par le grès bigarré avec ses marnes à amas gypseux et salifères, comme cela se voit bien à Hindelang, à la Geisalp, à Reuti et à Heiligenkreuz, près de Vienne. Mais ce terrain ne présente pas, dans les Alpes septentrionales, tous les caractères extérieurs accidentels des grès bigarrés du nord de l'Allemagne, et il est extrêmement morcelé, parce qu'il est placé dans les anfractuosités de la surface irrégulière du calcaire plus ancien (Hindelang), et recouvert souvent par des calcaires récents ou des dépôts tertiaires, ou parce qu'il a été en grande partie détruit (vallées de Hindelang, Geisalp), et est la cause d'un grand nombre de vallées, dont la première origine était peut-être des fentes formées antérieurement à ce dépôt.

Ce sont ces causes réunies qui ont fait qu'on a si long-temps hésité sur la place de ces masses, quoique M. Mohs les eût déjà classées conve-

nablement. C'est sur-tout le beau mémoire de l'habile géologue M. Uttinger qui a fait bien ressortir la position de ce dépôt arénacé et marneux, qui, dans les Alpes de la Bavière, se prolongeait autrefois jusque dans le fond des sinuosités les plus éloignées des vallées, et qui maintenant n'y occupe plus que çà et là soit le fond de ces cavités, soit des gorges ou des pentes des montagnes.

Comme ce géologue n'a pas cru devoir classer son calcaire Hochgebirgskalk parmi le zechstein, il qualifie le grès bigarré de calcaire alpin.

En Autriche, ce grès constitue les avant-postes des Alpes, et il abonde dans les Carpathes, où il forme des montagnes à-peu-près de la forme de celles du Spessart : leurs sommets sont arrondis, leurs pentes assez douces ; leur sol argileux est couvert de beaucoup de bois, et les vallées profondes ou le bord des rivières présentent, seuls, des coupes inclinées de ces roches. Dans le nord de l'Allemagne, le grès bigarré offre toujours des assises arénacées, qui supportent des masses marneuses à gypse et à sel, et à couches arénacées et calcaires assez particulières, et rarement on remarque, au contact du grès bigarré et du zechstein, des amas gypseux, qui paraîtraient liés, jusqu'à un certain point, à ce dernier calcaire. Dans les Alpes, les mêmes masses se présentent à-peu-près dans le même ordre ; mais la nature y a travaillé plus en grand, et les parties calcaires y abondent davantage dans ces roches. On y voit de grandes accumulations de couches arénacées et marneuses, accompagnées quelquefois d'amas énormes de marnes gypseuses et salifères, comme à Hallstadt.

Ces amas gypseux sont très-près du premier calcaire secondaire, et paraissent enclavés dans les parties inférieures d'un dépôt de marnes et de grès, comme à la Kaumalpe ; ou bien ils semblent placés au milieu d'un dépôt arénacé et marneux, ou même les marnes gypseuses et salifères ont l'air d'être situées entre des couches du second calcaire secondaire, comme à Ischel ; enfin, en Autriche et dans les Carpathes, le grès bigarré forme, au-dessus du premier calcaire secondaire, des assises très-puissantes, et au milieu desquelles il y a des amas marneux, qui sont quelquefois très-gypseux et salifères, ou contiennent même des dépôts considérables de sel gemme. Ce grand terrain a été très-souvent rapproché à tort de la grauwacke ; mais il s'en distingue par sa position, par sa nature marneuse, par ses dépôts salifères, et par ses pétrifications végétales et animales. Les raisons qui ont pu engager même d'habiles géologues à adopter cette fausse classification sont d'abord que certains grès bigarrés des Alpes et certaines roches schisteuses de cette époque donnent, au premier abord, minéralogiquement l'idée d'une grauwacke ou d'un schiste argileux intermédiaire.

Ensuite le manque fréquent, dans les Alpes, du dépôt de la grauwacke semblable à celle du Hartz ; la superposition immédiate du grès bigarré alpin sur d'anciennes roches de transition ; la connaissance imparfaite du vieux grès rouge des Anglais, de la partie orientale des Alpes, et des pétrifications, ont pu aussi contribuer à entretenir si long-temps les géologues dans cette erreur, dont les dépôts salifères, seuls, auraient déjà dû les tirer, puisqu'à l'exception de

deux ou trois points douteux des Alpes, les grauwackes ou les schistes intermédiaires d'aucune contrée ne renferment de sel gemme.

Les mêmes raisons empêchent de le confondre avec les grès houillers ou le grès rouge des Allemands (*tottliegende*); car si nous avions eu, M. Bendant et moi, une idée exacte de sa position et une connaissance approfondie du premier et du second calcaire secondaire des Alpes, nous n'aurions jamais commis cette erreur, et nous ne nous en serions laissé imposer ni par les couches calcaires, ni par la fréquence des débris de végétaux réduits à l'état charbonneux ou de lignite, ni par la rareté des pétrifications d'êtres marins.

Il serait plus pardonnable de le rapprocher du quadersandstein, si nous n'étions pas assurés de sa position entre les deux formations calcaires, identiques avec les deux premiers dépôts secondaires du nord de l'Allemagne, si les dépôts salifères et ses couches particulières calcaires sans pétrifications n'étaient pas étrangers au quadersandstein, et si on y retrouvait les fossiles propres à ce dernier grès.

Il est possible cependant que le quadersandstein, ou même le grès vert, forme, dans l'extrémité tout-à-fait orientale des Alpes, en particulier dans l'Autriche inférieure, quelques masses arénacées coquillières, assez analogues aux précédentes, et qui leur soient immédiatement superposées.

Quoiqu'il paraisse qu'on ait confondu quelquefois de très-petites masses de ces roches avec les molasses, elles en sont cependant suffisam-

ment distinguées par leurs couches calcaires et leurs autres caractères.

Les grès de ce dépôt sont composés sur-tout, comme le grès bigarré de l'Allemagne, de grains de quartz, qui sont dans un ciment argileux et marneux, à l'ordinaire grisâtre, et ressemblant à la base des grauwackes; des portions d'argile schisteuse grisâtres, noirâtres ou verdâtres, et des paillettes de mica, viennent encore augmenter souvent la ressemblance de ces deux roches d'âges si différens, quoiqu'on retrouve cependant les mêmes particularités dans les grès bigarrés du nord de l'Allemagne.

Mais si on vient à comparer une série d'échantillons de ces grès avec une série de grauwackes, on sera frappé de la différence de la compacité ou de l'agrégation particulière; l'œil du connaisseur se trompera peut-être sur quelques-uns des échantillons, sur-tout si l'on n'emploie pas les acides; mais il ne confondra certainement pas la totalité des termes des deux séries.

Ces grès sont plus ou moins grossiers, et même il paraîtrait que les assises tout-à-fait inférieures empâtent des fragmens quelquefois très-gros de quartz, de micaschiste, de schiste argileux, de calcaire secondaire décomposé, comme, par exemple, à l'entrée du vallon du Leierbacherthal, près de Sonthofen, et à Dornbach, en Autriche.

Il est même probable que les roches semblables de la pente nord-est du mont Gründten, au-dessus de Kagneritz ou Wagneriz, appartiennent encore ici, quoiqu'on y voie des morceaux qui ont jusqu'à 10 pieds, et qui sont

principalement des fragmens de granite, de gneiss, de roches porphyriques, de schiste, de calcaire plus ancien, provenus probablement en grande partie de la chaîne de la Forêt-Noire.

Ces grès ont un ciment plus ou moins marneux et passent à des marnes, ou bien ils forment des grès marneux, ou des marnes sablonneuses, grisâtres ou noirâtres, à paillettes de mica: ces roches sont fréquemment traversées de petits filons spathiques; assez souvent on y aperçoit des traces de végétaux, comme à Alstadt, près de Sonthofen, ou bien de petites parties noires, qui paraissent dériver de végétaux. Ces restes organiques sont sur-tout très-abondans dans les grès tout-à-fait supérieurs, comme près de Vienne, où on aperçoit des impressions distinctes de différentes plantes monocotylédones terrestres, de *fucus* (*F. æqualis*, *intricatus*, *recurvus*, et une sans nom, Ad. Brong.), et d'autres plantes marines. Les couleurs de ces roches sont sur-tout le gris, le gris bleuâtre, le gris verdâtre; le changement que l'air et l'eau produisent sur les particules ferrugineuses de ces grès leur donne souvent, à la longue, une teinte brunâtre ou rougeâtre, qui pénètre plus ou moins avant dans leur masse, comme cela se voit bien dans l'Allgau et au Kahlenberg, près de Vienne, où on les exploite, avec avantage, comme pavé.

Les marnes sont plus ou moins arénacées, argileuses, calcaires ou feuilletées; elles sont grises, ou gris noirâtre, ou gris verdâtre, ou plus rarement rougeâtres, ou gris jaunâtre, lorsqu'elles renferment des nids ou des rognons un peu imprégnés de fer hydraté. Elles alternent avec les grès, y passent et renferment quelque-

fois des restes de végétaux, et même des impressions de plantes marines, dont les teintes plus foncées ressortent sur le fond marneux plus clair, comme au Kahlenberg, à Sivering et à Nussdorf, où se trouvent les mêmes impressions de fucus, que dans certaines argiles schisteuses de Florence, et de Bidache dans le département des Landes.

Rarement ces matières végétales ont été assez abondantes pour donner naissance à quelques amas d'une espèce de houille passant au jayet, et mêlée de beaucoup de particules terreuses, comme à Dornbach, près de Heiligenkreuz, etc. On exploite ce combustible, près d'Ipsitz, dans l'Autriche supérieure.

Ce n'est que dans les Carpathes, et sur-tout dans le comitat de Marmarosch, qu'on retrouve quelquefois des cristaux de quartz hyalin disséminés, comme dans les marnes bigarrées de Westphalie.

Les marnes gypsifères et salifères sont brunâtres, rouge brunâtre, gris verdâtre ou gris noirâtre. Ces dernières paraissent être en général les plus salifères, et elles forment pour le mineur autrichien le *hasselgebirge*, tandis que les marnes stériles sont qualifiées de *lebergebirge*. Ces roches s'endurcissent quelquefois, et forment ainsi des séries d'alternations, qui sont identiques avec celles du nord de l'Allemagne et de l'est et du sud de la France, comme, par exemple, au bord du lac de Wolfgang, à Hohenfeld ou Wenek, et, à une heure d'Ischel, au lieu dit *Pfandel*, près de la cabane du percepteur des droits pour l'entretien de la chaussée.

Les marnes salifères renferment rarement des

traces de minerais disséminés ou en petits nids, tels que du fer oligiste micacé, du fer sulfuré, du plomb sulfuré, du cuivre sulfuré, et à Hall, en Tyrol même, de l'arsenic sulfuré (*Rauschgelb*).

Les gypses sont compactes et à petites parties spathiques, comme à Breienschwang, à Reuti, ou bien ils sont fibreux ou spathiques (*Hindelang*), et çà et là il y a de petites masses d'anhydrites. Ces gypses renferment quelquefois des fragmens du premier calcaire secondaire, et rarement des lames de fer oligiste, comme près de Reichenhall, accident semblable à celui des environs de Dax.

Lorsque ces gypses ne sont pas accompagnés de dépôts salifères, ils sont sur-tout blancs; mais, dans les amas muriatiferes, on en observe en outre de grisâtres, de gris-jaunâtres, de brunâtres ou de rougeâtres, et dans les cavités exploitées, cette substance se cristallise journellement.

Le gypse forme, dans les marnes, de petits filons ou des amas fort irréguliers, plus ou moins considérables, qui quelquefois produisent de petites collines basses, comme près de Reuti, où l'on peut bien observer non-seulement le gypse reposant sur la surface irrégulière du calcaire secondaire ancien, mais encore ces enfoncemens en entonnoir, que les parties du gypse, facilement détruites par la filtration des eaux, ont produits dans tout le nord de l'Allemagne.

Le sel y est compacte, ou confusément cristallisé, ou rarement fibreux; il est blanc, jaune brunâtre, rougeâtre, ou quelquefois violâtre; il est distribué dans les marnes d'une manière invisible à l'œil, où il forme de petites veines ou des séries d'amas irréguliers fort bizarrement

disséminés au milieu de couches marneuses très-souvent contournées. Ces espèces de couches courtes atteignent quelquefois une épaisseur de 5 à 6 pieds et au-delà, et une étendue d'une demi-heure de chemin, comme cela se voit à Hallstadt, à Alt Aussee, et plus rarement à Berchtolsgraden. Il est digne de remarque de trouver le plus grand dépôt de gypse et de sel, et même de soufre, justement dans les masses qui se sont déposées après la cessation des irrptions ignées secondaires anciennes. S'il était bien certain que l'eau de la mer ne trouve pas moyen de s'introduire dans le foyer des volcans, la quantité d'acides muriatique et sulfurique qu'ils exhalent, et les efflorescences salines des laves, pourraient amener à l'idée que ces dépôts de gypse, de sel, de soufre et de pyrites, et jusqu'à un certain point même la salure de la mer, seraient, comme les dépôts métallifères, dans une certaine dépendance des effets des volcans les plus anciens, et sur-tout des solfatares sous-marines, qui ont dû suivre, comme à présent, les grandes irrptions, et qui ont pu supersaturer l'eau de la mer d'acides et de sel, et causer ainsi des précipités.

(Parmi les autres dépôts de gypse et de soufre, celui des terrains tertiaires se trouve aussi à l'époque des grandes irrptions basaltiques; néanmoins je suis loin de contester que des décompositions de pyrites aient pu donner lieu aux petits dépôts gypseux que renferment soit les marnes du calcaire jurasique, soit le grès vert, ou les argiles tertiaires.)

Les calcaires de ces dépôts sont des calcaires compactes, qui passent aux marnes lorsqu'ils

sont bien fortement endurcis : ils ont une cassure conchoïde aplatie ; ils sont quelquefois un peu fétides et noirâtres, et ils présentent très-rarement des restes organiques, comme, par exemple, au Leierbacherthal, où une couche noirâtre supérieure renferme quelques débris d'encrines ; plus souvent on y voit quelques rognons siliceux ou de silex corné, comme aux environs de Sonthofen et d'Ischel.

Ils ont des teintes grisâtres, noirâtres, grises, jaunâtres, brunâtres et rarement rougeâtres. On les trouve sur-tout vers les parties supérieures du dépôt, où ils sont traversés de petits filons spathiques, et plus rarement de petites fentes ferrugineuses brunâtres, qui leur donnent l'aspect du marbre ruiniforme de la Toscane : c'est ce qui a lieu, près de Klosterneuburg, le long du lit encaissé du Danube.

Toutes ces différentes masses alternent ensemble, constituent le terrain du grès bigarré des Alpes, que probablement personne n'aurait méconnu, si des masses porphyriques ou granitoïdes avaient pu leur donner les particules ferrugineuses nécessaires pour leur coloration en rouge, et si les marnes étaient moins souvent endurcies.

Les couches de ces roches sont en général peu épaisses, et de même que dans le nord de l'Allemagne, des roches différentes se succèdent avec une rapidité étonnante : ainsi, par exemple, dans l'espace d'une lieue, entre Nussdorf et Klosterneuburg, j'ai calculé qu'il y avait entre trois à quatre cents couches différentes de grès, de marne et de calcaire, et dans la vallée du Leierbacherthal dans l'Allgau, on en voit de

même un très-grand nombre présentant différentes inclinaisons.

Leur inclinaison est en général assez forte de 45° à 70° ou 80°, et quelquefois elle approche de la verticale ; elle change souvent, par suite des contournemens des couches, comme on le voit, par exemple, au pied du mont Leoppoldberg près de Vienne ; accident qui n'est dû qu'à la position de ce dépôt sur des surfaces très-irrégulières.

La distribution de ce terrain, dans la chaîne septentrionale des Alpes, est très-difficile à donner, à cause du petit nombre d'observations que nous possédons encore, et à cause des destructions qu'il a souffertes. La carte géologique de M. Beudant nous donne une idée approximative de l'étendue du grès bigarré de la Transylvanie, de la Hongrie, de la Galicie et de la Moravie. Sur les confins de la Silésie, de la Moravie et de la Hongrie, il ne se trouve séparé de la grauwacke que par une bande de calcaire plus ancien, et MM. Oeynhausien et Beudant l'y ont confondu avec le terrain de la grauwacke.

A l'ouest de Vienne, il forme, au nord du Danube, deux petits groupes de collines élevées au nord de Korneuburg, et sur la rive sud du Danube ; ses limites méridionales connues sont Nusdorf, Sivering, Bertholdsdorf, Heiligenkreuz, Saint-Veit, Rabenstein, et au nord Grafendorf, Ligartskirchen, Plankenbergl, Tülbing et le Danube. Mais outre cette masse qui, plus à l'ouest, continue le long des Alpes pour se cacher ensuite sous les agglomérats tertiaires, il en existe des portions dans les parties sud-ouest du bassin de Vienne, dans la montagne de l'Oetscher et dans le haut de la vallée de l'Ens (près d'Ad-

mont, etc.) et de la Steyer (1). Dans le Salzburg, ce dépôt se trouve plus avant dans la chaîne calcaire des Alpes, comme à l'ouest de Hallstadt, derrière la montagne salifère, près des mines de sel d'Ischel, de Hallein, de Berchtolsgaden, de Reichenhall et de Hall en Tyrol, au pont sur la Traun près d'Ischel, sur l'extrémité sud-est du lac de Wolfgang et près de Wenfen.

Il y en a des portions dans la partie supérieure de la vallée de la Traun près d'Antz, où il est recouvert par les marnes crayeuses et les nagelfluhs. On en rencontre sur les bords du lac Tegernsee, près de Buching, au lieu dit *Die drey Mühlen*, entre Weisbad et Wertach, et on en voit des portions sous le nagelfluh à l'est de Kransig.

Il abonde autour de Sonthofen, depuis le pied du Gründten jusqu'au-delà d'Oberstorf et d'Ebna, et se trouve appliqué contre la pente du calcaire magnésien, qui s'étend depuis les monts Mädele et Geisalp à Hindelang; il existe aussi de l'autre côté de la vallée de Sonthofen, quoiqu'il y ait été plus détruit, et on le retrouve dans le Voralberg.

Enfin il est indiqué par les dépôts gypseux ou les marnes gypseuses de Helligenkreuz près de Vienne, de Redelmoos, de Pelletbach, d'Ingeralpe, d'Iachenau, de Garmish, de Breitenschwang, du Kühnbüchelberg près de Weisenbach, de Rorlaberg dans le Werdenfels, de Patenkirchen, de Reuti, de Faulenbach près de Tüssen, de Kühneberg près de Pfondten, du pied du Iochberg, près de Hindelang, etc.

(1) Communication de M. le comte Breuner et de M. le professeur Riepl.

Il ne serait pas difficile de montrer sa continuation en Suisse et en Savoie et aussi sur le versant opposé des Alpes, où il paraît sur-tout abonder dans le Tyrol et la Styrie, et où il donne souvent origine à des sources salées, que le gouvernement autrichien ne néglige qu'à cause de l'abondance des dépôts salifères de ses états.

Il est presque inutile d'ajouter, après cette description, que c'est ce terrain, et non la *grauwacke*, qui constitue une grande partie des Appennins, sur-tout dans la Toscane (1).

Le *second calcaire secondaire* recouvre le grès bigarré dans un grand nombre de localités, depuis le Dauphiné et la Savoie, jusqu'en Autriche et en Styrie; mais dans l'extrémité orientale des Alpes et dans les Carpathes, il paraît que ce calcaire n'existe pas en grandes masses particulières, et les alternations arénacées marneuses et calcaires ne sont recouvertes par rien, ou par des dépôts plus récents que le *muschelkalk*.

La superposition de ce calcaire sur le grès bigarré se voit au mont Durrenberg et au Salzberg, entre Hallein et Berchtolsgaden, à Ischel, à Hallstadt et à Hall en Tyrol, au mont Oetscher en Autriche, etc.: d'ailleurs l'opinion, généralement reçue des géologues, que les marnes salifères du Salzburg et du Tyrol sont encaissées dans le calcaire alpin, montre assez qu'un calcaire recouvre le grès bigarré; d'un autre côté, il est essentiel de dire qu'on voit, soit à Alt Aussee, soit à Berchtolsgaden (dans la mine), le calcaire supérieur reposer en stratification non concordante

(1) Voyez Brocchi et Vargas Bedemar, dans le *Journal de Physique*, tom. 68; et M. Brongniart.

sur la marne bigarrée, et il est sur-tout important de prouver que ce premier dépôt diffère du premier calcaire secondaire.

La position, la stratification régulière, la nature compacte non magnésienne du muschelkalk des Alpes; ses silex cornés ou pyromaque, et ses pétrifications abondantes, ont frappé tous les géologues qui ont visité les Alpes, et ce sont là aussi les marques les plus certaines que ce calcaire est postérieur. Ces caractères paraissent même suffisans pour classer la plus grande partie de ces calcaires, lorsqu'ils sont placés immédiatement sur le premier calcaire secondaire, comme cela arrive très-souvent, quoique, d'un autre côté, la ressemblance des calcaires fera que, dans plusieurs points, les limites mathématiquement exactes de deux dépôts seront toujours extrêmement difficiles à assigner.

Le calcaire jurasique est la seule formation calcaire de laquelle on pourrait être tenté de rapprocher le muschelkalk, c'est ce que M. Buckland a cru devoir faire, faute de connaître exactement le sud-ouest de l'Allemagne, où il devient évident que le muschelkalk forme un terrain à part, aussi bien que le zechstein et le calcaire du Jura, et qu'il est séparé du lias et du calcaire jurasique par le quadersandstein, et que par conséquent deux dépôts secondaires manqueraient accidentellement en Angleterre.

D'ailleurs, en partant de sa manière de voir ou de la succession des terrains anglais, il faudrait trouver sur le grès salifère le lias avec ses gryphites arqués, ses plagiostomes, ses ichtiosaures, etc. Or, aucune roche semblable, presque aucune de ces pétrifications ne se présentent au-

dessus du grès bigarré des Alpes allemandes. Il devient donc nécessaire d'y supposer le calcaire jurasique compacte et oolithique : or la nature minéralogique de nos roches calcaires se rapproche infiniment plus de celle du muschelkalk ordinaire du nord de l'Allemagne, que de celle des calcaires jurasiques, et de plus l'on y revoit les mêmes pétrifications que dans le muschelkalk, quoiqu'on y en aperçoive d'autres, qui sont extrêmement rares, ou n'ont pas encore été observées dans ce dernier dépôt.

Il est fort possible que parmi ces fossiles il y en ait qui soient semblables ou même identiques avec quelques-uns de ceux du lias ou du calcaire jurasique, puisque nous avons quelquefois les mêmes espèces de térébratules, etc., dans plusieurs terrains différens; mais jusqu'à ce qu'on ait établi une comparaison soigneuse entre tous les fossiles jurasiques et ceux du muschelkalk, cette simple ressemblance de quelques pétrifications ne doit pas, il me semble, faire adopter l'idée de M. Buckland. Je le répète, cette opinion de ce savant distingué vient uniquement de ce qu'il n'a pas une idée nette du muschelkalk, et qu'il n'a peut-être pas encore eu occasion de s'assurer, dans le cabinet de fossiles de M. de Scholtheim, que nous avons en Allemagne, outre le lias, une formation de calcaire coquillier plus ancienne. D'ailleurs, ne possédant pas encore tout l'ensemble des recherches de M. Buckland, je me plais à croire que ce géologue, éclairé par un nouveau voyage en Allemagne et par ce qu'on a écrit sur le muschelkalk, changera peut-être d'idée, et évitera ainsi de commettre une er-

reur assez semblable à celle que M. Steininger, géologue d'ailleurs distingué, a commise par la même cause, à propos du quadersandstein et du calcaire jurasique du Luxembourg, qu'il a classés, à cause de quelques bélemnites et nummulites, parmi les terrains tertiaires (1).

Si par hasard, d'un autre côté, il se trouvait que véritablement le lias anglais fût identique avec le muschelkalk, ce qui ne me paraît pas probable, je contesterais toujours l'identité de ce dernier dépôt avec le lias de la France, que M. Buckland reconnaît cependant comme identique avec son lias anglais, ou bien il faut que ce géologue trouve moyen de distinguer les couches inférieures du lias à encrines de celles à gryphites, et découvre ainsi en Angleterre les analogues du muschelkalk des Allemands et du lias de la Suisse et de la France.

Enfin, je suis loin, par là, de contester la possibilité qu'il y ait peut-être, dans quelques points des Alpes, immédiatement sur le muschelkalk des portions de calcaire jurasique; mais rien ne paraît encore avoir prouvé l'existence de pareils dépôts dans les Alpes allemandes.

Le *second calcaire secondaire* des Alpes forme au-dessus du premier calcaire secondaire, ou au-dessus des marnes bigarrées, des montagnes fort élevées, d'environ 1,000, 2,000 à 4,000 pieds, et au-delà, de hauteur, et elles atteignent ainsi quelquefois des hauteurs très-considérables au-dessus de la mer : ainsi le mont Untersberg a 7,812

(1) Voyez son ouvrage et sa carte géologique des pays entre le Rhin et la Moselle.

pieds; le hohe Watzman, 9,089 pieds, etc. Leurs sommets sont arrondis ou assez pointus ou bizarrement découpés, comme les monts Barnstein près de Hallein, et Hundskegel près d'Aussee; leurs pentes sont très-rapides et même à grands escarpemens verticaux, le long des lacs, des vallées ou des gorges.

On observe dans ces montagnes, comme dans le muschelkalk du nord de l'Allemagne, que leur forme dépend presque toujours de la stratification des couches qui les composent. Ainsi, par exemple, des couches contournées produisent des sommets ondulés, comme le long de la vallée du Weissthal, ou bien les neiges, les pluies et les ravins ont plus ou moins déchiré ce contour, comme cela se voit bien, par exemple, sur les bords du lac de Hallstadt et de Königsee.

La nudité des cimes rocailleuses de ces montagnes, et la décomposition blanchâtre de ces roches, donnent à ces sommets une teinte blanche tout-à-fait particulière, comme cela se voit bien depuis le haut du Hohen Rosen Kopei, près d'Ischel et près d'Aussee.

Le muschelkalk des Alpes se présente toujours en couches assez peu épaisses, très-régulièrement stratifiées, fort diversement inclinées et souvent contournées par suite de la surface inégale qu'elles recouvrent. Ainsi la coupe transversale du mont Zimmersberg, le long de la Traun, près d'Ischel, laisse apercevoir des couches presque verticales, entourées de couches inclinant, les unes au sud, et les autres au nord, et plus au sud des couches presque horizontales se relevant de chaque côté. Il devient aussi évident en général, par les con-

tournemens et la position des couches calcaires entre Ischel, Hallstadt et Alt Aussee, que les marnes bigarrées salifères s'élèvent en éminences au nord d'Ischel, aux mines de sel d'Ischel et à Hallstadt, et que ces trois convexités élevées sont réunies par de profondes cavités, dans lesquelles sont situés les calcaires d'Ischel et des bords du lac de Hallstadt; dans la gorge de Rossmoss, au pied du Hoben Rosen Kopel, on aperçoit déjà le commencement de l'éminence salifère d'Ischel, qui y est recouverte presque entièrement jusqu'aux mines de sel par des masses considérables de calcaire coquillier. Entre Ischel et Alt Aussee, il en est à-peu-près de même, à l'exception que la cavité du dépôt salifère ne paraît pas être si profonde, et semble plutôt être une surface concave à petites proéminences. A Hallstadt, l'amas salifère est presque enveloppé de montagnes calcaires, dont la structure et les contours se règlent sur la forme du premier dépôt. Enfin, une concavité naturelle du muschelkalk paraît avoir donné lieu à la vallée de la Salza près de Hallein; tandis que le calcaire est obligé, par l'éminence salifère du Durrenberg, de former une haute convexité.

Le muschelkalk des Alpes n'offre que des calcaires compactes ou d'une texture grenue particulière (Hall en Tyrol), ou moins souvent d'une structure oolithique particulière. Rarement on en observe, dans les assises inférieures, de fétides, comme dans le Weissthal, au Salzberg près de Berchtolsgaden; et dans les assises supérieures, il y a quelques calcaires jaunâtres, semblables au muschelkalk magnésien supérieur de l'Alle-

magne, comme sur les bords du lac Tegernsee. Ces calcaires sont la plupart veinés, comme ceux du nord de l'Allemagne, et ces petites veines spathiques ne sont pas le plus souvent d'une structure et d'une nature tout-à-fait identiques avec les petits filons des calcaires intermédiaires; mais, en général, elles sont plus petites que ces dernières.

Les couleurs de ces roches sont le gris blanc, le gris noir, le blanchâtre, le blanc jaunâtre, le gris brunâtre, le jaune brunâtre (Leisiling, Pfandel), et plus rarement le brun rougeâtre; quelquefois ces trois dernières variétés sont réunies et assez souvent coquillières, et donnent ainsi des marbres nuagés ou tachetés, qui reçoivent un poli assez agréable, et qui passent vulgairement sous le nom de marbres de Salzbourg. On les exploite sur-tout dans la vallée de Weissthal, à l'est de Hallein, et au mont Untersberg, montagne fameuse, soit par ses lacs souterrains à proteusanguineus, soit par les enchantemens qui doivent y avoir eu lieu.

Dans la belle Glyptotek, ou le musée des antiques de Munich, l'on peut facilement apercevoir l'identité de ces marbres avec ceux que donne le muschelkalk de Baireuth, tandis qu'on en distingue parfaitement le calcaire de transition, et les marbres du lias du pays de Baireuth, qui ne prend jamais un beau poli. Les marbres du muschelkalk acquièrent, par le poli, un éclat entre celui du calcaire intermédiaire, et le calcaire lithographique jurassique ou des lumachelles de Nancy.

On observe dans ces roches et sur-tout dans

celles qui sont gris noirâtre ou blanchâtres, une assez grande quantité de concrétions siliceuses ou de rognons de silex corné jaspoïde ou pyromaque gris, noirâtre ou rougeâtre : ces masses se fondent plus ou moins avec le calcaire, et ressortent par la décomposition, comme au lieu dit Pfandel, où elles reposent à stratification concordante sur des marnes bigarrées endurcies. De petits nids de fer sulfuré, changé quelquefois en fer hydraté, s'y rencontrent rarement, comme à Hennerdorf.

Les seules roches subordonnées à ce dépôt sont des lits de marne calcaire qui se voient çà et là, sur-tout près du contact des marnes salifères, comme dans la gorge de Rossmoos, près des mines de sel d'Ischel; et si l'on veut compter encore comme muschelkalk les calcaires semblables non coquilliers des marnes salifères, tout le dépôt de sel gemme d'Ischel, etc., serait alors enclavé dans la partie tout-à-fait inférieure du muschelkalk.

En effet, en montant aux mines de sel d'Ischel et dans les galeries, l'on observe évidemment, sous la masse salifère, des alternations de marnes schisteuses grisâtres ou grises-noirâtres, et de calcaire assez compacte, sans fossiles, de même couleur, et quelquefois un peu fétide et à rognons de silex; tandis qu'à 400 pieds plus haut l'on voit le muschelkalk coquillier reposer distinctement sur les marnes bigarrées, comme près du réservoir d'eau pour les machines, dans le lieu appelé Rheinfels, et dans la gorge humide et tourbeuse de Rossmoos.

Ces faits avaient conduit les géologues à su-

bordonner la masse salifère à leur calcaire alpin; mais réellement elle se trouve entre des roches d'un calcaire plus récent que la plus grande masse de ce calcaire ancien; ce qui est tout-à-fait analogue à ce qu'on remarque dans les dépôts salifères du Wurtemberg, de la Lorraine et du pied des Pyrénées. Sans ces derniers faits, on pourrait supposer que le muschelkalk a rempli un angle rentrant dans les marnes, et que l'inclinaison de ses couches est par hasard conforme à celle de ces roches; mais cette supposition serait d'ailleurs rendue assez peu probable par la grandeur de l'angle et par la régularité qu'on a observée dans la superposition de ces masses l'une sur l'autre. Ainsi le mineur, arrivé à l'amas salifère dans une galerie supérieure au bout de 800 toises, et dans la galerie la plus inférieure au bout de 1500 toises, peut calculer très-juste, d'après l'inclinaison des couches de 45° à l'ouest, l'épaisseur des roches stériles qu'il aura à traverser encore plus bas, ou dans les points intermédiaires entre les deux galeries citées.

Les pétrifications de ce calcaire sont des moules plus ou moins indistincts, qui donnent aux plaques de marbre une surface bosselée ou des pétrifications spathiques: ce sont des restes d'encrines (*E. liliiformis*, Schloth.) (Weissthal, Tegernsee); des peignes, et en particulier le *pecten salinarius* de Schlothheim (Alt Aussee, Hallein); des térébratules lisses (Salzberg à Hall), et striées (Aussee); des ammonites (*A. nodosus*, Schloth.) (vallée de Weissthal Rossmoos); des nautilus (Schneeberg près de Vienne, et l'extrémité sud-

est du lac de Hallstadt) ; des modioles (*mytilus socialis* de Schlotheim) (Tegernsee) ; des strombites, des turbinites (Hall) ; différentes bivalves ; des piquans d'oursins (entre Obertran et Aussee) ; des astrées (Aussee) ; des caryophyllies ; des tubipores (dans un calcaire noirâtre d'Asternau dans le Salzburg) ; des millepores et des alcyons, qui forment sur la roche décomposée des éminences, comme près de Hallstadt et à Rossmoos.

La fréquence de ces dernières pétrifications dans certains endroits du muschelkalk alpin est le seul caractère qui m'ait frappé, et qui m'ait fait hésiter quelque temps à admettre qu'elles appartenissent au muschelkalk, qui, du reste, en renferme aussi çà et là.

La distribution du muschelkalk des Alpes sur les dépôts plus anciens est une des grandes causes qui ont fait qu'on l'a si long-temps méconnu et confondu avec le zechstein, sous le nom de calcaire alpin ou de calcaire alpin récent. Les environs des grands amas salifères sont les localités où son étendue est la mieux connue jusqu'à présent, et ce dépôt se trouve donc fort avant dans la chaîne de calcaire magnésien des Alpes, non loin du commencement du terrain de transition. Il forme, autour de Berchtols-gaden, les monts Untersberg et Lattenberg, situés entre cette ville et Reichenhall ; il remonte le long de l'Alm, et de l'autre côté de cette rivière il constitue la chaîne du Gollinger-Alpe, le Durrenberg, et toutes les belles montagnes autour du lac pittoresque de Königsee. Il enclave de ses hautes chaînes et de ses sommités blanches les

lacs vraiment suisses de Hallstadt et d'Aussee ; il forme, derrière les mines de sel d'Ischel, les hauteurs jusqu' autour d'Aussee, et il se voit, de même, en Tyrol, au Salzberg près de Hall. Il repose sans intermédiaire sur le calcaire magnésien, près d'Ebenau, et y offre des coupes superbes dans ses montagnes, d'environ 1,000 à 2,000 pieds de haut, qui bordent la vallée de Weissthal, et sa stratification l'y distingue surtout, comme ailleurs, du dépôt calcaire plus ancien.

Il y en a, dans la même situation, des lambeaux dans les gorges des montagnes de calcaire magnésien du lac Tegernsee, près de Füssen, en particulier à Rocheleck, à la Rothewand, au Fleischkammer, près Hohen ; à Schwangau, sur la pente nord du Gründten, à Spielmansau, au-dessus d'Obersdorf, et dans le Voralberg. Plus loin, en Suisse et en Savoie, les écrits des géologues, en particulier du célèbre M. Escher, en indiquent des masses considérables ; au sud de Genève, il me paraît qu'il y en a de grands dépôts, par exemple, dans le mole et dans certaines montagnes qui s'étendent au lac d'Annecy, et plus loin dans le Dauphiné. A l'autre extrémité des Alpes, il y en a des portions étendues, non loin des terrains de transition, sur les limites de la Styrie, comme à l'Oetscher près de Mariazell, du Schneeberg, et enfin il y en a aussi dans les Carpathes et dans le milieu de la Hongrie, comme entre Dotis et Sullö, etc. : c'est le calcaire à encrines récent de M. Beudant. Il existe aussi sur le côté sud des Alpes, comme en Croatie, dans le Véronais, et je serais fort tenté d'en rapprocher

le calcaire qui recouvre, dans les Appennins, le grès bigarré ou le grès des Appennins (macigno), qui ont peut-être été, tous les deux, mal classés jusqu'à présent.

De toutes les *formations secondaires postérieures au muschelkalk*, l'on ne retrouve guère dans les Alpes allemandes que le grès vert et la craie; néanmoins en Autriche, il existe peut-être, au sud de Vienne et sur les frontières de la Styrie, quelques lambeaux de *quadersandstein* et de *lias*. C'est entre Piesting et Pleningbach, et même plus au sud, qu'on observe un dépôt arénacé et marno-calcaire tout particulier, qui est resserré entre les escarpemens à pic des montagnes de muschelkalk, appelées Auf der Wand, et les montagnes moins élevées de zechstein, qui bordent la plaine, et qui renferment, entre Willendorf et Zweiersdorf, des calcaires magnésiens ferrugineux, traversés par un amas de roche serpentineuse. Les limites plus exactes de ce terrain sont Piesting, Emersberg, Rosenthal, Pfeningbach, Grunbach, Mahrersdorf et Dreystetten, et on en voit encore au nord et au sud de Willendorf. Les couches de ce dépôt courent de l'est à l'ouest, et inclinent fortement au nord ou sont même verticales. Les roches qu'on y remarque sont des poudingues, des grès, des grès marneux, des calcaires marneux, des marnes, et une variété remarquable de lignite. Les agglomérats paraissent occuper les parties inférieures; ils sont plus ou moins grossiers, leur pâte marneuse est grise foncée, ou rougeâtre (Stollhof), et leurs fragmens présentent des schistes intermédiaires, du schiste siliceux, du quartz blanc

ou rosâtre, des calcaires intermédiaires, du zechstein et du muschelkalk, comme cela se voit bien à Dreystetten et Stollhof, où ces roches, fortement cimentées, alternent avec des grès gris ou rougeâtres, quelquefois à parties végétales, et ressemblant à certains quadersandsteins. Les grès marneux sont grisâtres, et divisés en grand nombre de lits, et ils renferment souvent beaucoup de pétrifications, telles que des discorbites, des hamites, des madrépores, de grands mytiloïdes de 3 à 5 pouces de long, des myes (?), de grands cônes et des individus peu distincts de la famille des oursins. Ces restes organiques se trouvent à Grunbach, et entre ce village et Zweyersdorf, et des calcaires arénacés gris rougeâtre offrent, au nord de Willendorf, des encrines.

Les calcaires marneux sont compactes, gris bleuâtre, et en amas au milieu des agglomérats, comme à Piesting, où ils renferment des impressions d'une petite bivalve, voisine des tellines, et d'autres qu'on pourrait rapporter à des trigonies, si elles ne proviennent pas de hamites. Les marnes schisteuses sont grises ou gris noirâtre, et contiennent çà et là des impressions de monocotylédons, à feuilles lancéolées, anguleuses, comme à Stollhof, Dreystetten et Mahrersdorf. Cet accident n'a guère lieu que près des nids (Piesting), amas ou bancs de lignite, qui sont encaissés au milieu de roches marneuses, assez bitumineuses et à coquillages calcinés, qui se rapportent au genre cérithé, au genre moule, et à deux autres genres, l'un voisin des natices, et l'autre des tellines.

Le combustible ne paraît former qu'un seul banc, qui se retrouve çà et là : on a essayé de l'exploiter dans plusieurs localités ; mais on n'a réussi qu'au lieu dit Lettograben ou Leitergraben, entre Zweyersdorf et Mahrsdorf. La couche verticale de jayet, noire, ressemblant à la houille, y renferme des nids d'une résine fossile, jaune de paille, et elle n'occupe, avec les roches marneuses, que quelques toises entre deux murs de calcaire secondaire ancien.

On voit, par cette description, d'un côté, que ce dépôt est postérieur au grès bigarré des Alpes, dont il a peu les caractères, et, de l'autre, qu'il ne peut être rapproché des molasses et des nagelfluhs, parce que ces derniers n'offrent jamais ces fossiles, et parce que notre terrain se trouve placé sous le poudingue ou le sable calcaire et le calcaire crayeux à coraux et à nummulites du bassin autrichien.

Les observations minutieuses que j'ai faites sur ce dernier dépôt ne m'ont guère laissé de doute que ce ne fussent le grès vert et la craie, et je me crois autorisé à adopter ce classement, malgré les ossemens de mastodonte, et d'un animal voisin du chevreuil et du mouton, que M. Cuvier y a reconnus. Il s'ensuivrait donc qu'on serait obligé d'y voir, avec les géologues anglais, du quadersandstein et du lias ; car il y a impossibilité physique de le réunir au poudingue calcaire ou grès vert autrichien.

D'un autre côté, si mon classement des poudingues et des calcaires crayeux était fautif, et si on parvenait à rattacher ces dépôts au calcaire grossier inférieur, l'on pourrait alors regarder

notre terrain problématique comme une formation de molasses à lignite inférieure, tandis que les molasses et les lignites qui recouvrent ma prétendue craie seraient analogues à certains dépôts de lignite supérieure au calcaire grossier (Montrouge).

Le grès vert, la craie chloritée et la craie marneuse des Alpes, ont déjà été très-bien décrits par MM. Uttinger et Lupin (1), qui ont reconnu un dépôt secondaire fort récent ; depuis, MM. Brongniart et Buckland ont montré que ces dépôts existaient aussi en Suisse et en Savoie.

Ils forment, dans les Alpes allemandes, quelques parties des promontoires des Alpes : ainsi, on les trouve près de Sonthofen, sur la pente sud du Gründten et du Bolgen, jusqu'à la montagne appelée la Wertacheralpe, et dans le Voralberg ; ou bien ils constituent de petits groupes de hauteurs, comme le Gallon, le Kressenberg, près de Neukirchen, non loin de Traunstein, entre Eisenartz et Sandnock dans le Teisendorf, et le Hausrück, éminences qui sont en partie couvertes de dépôts anciens d'alluvion.

Cette formation est composée de couches fortement inclinées, ou quelquefois même verticales, courant, dans le Voralberg et l'Allgau, de l'ouest à l'est, et, dans le Kressenberg, de l'ouest sud-ouest à l'est nord-est ; elle s'élève en hautes montagnes pointues, comme le Gründten et le Ridlgerhorn, où elle atteint une hauteur au-delà de 5,000 pieds au-dessus de la mer, et même

(1) Voyez *Neue Jahrbücher*, de Moll, vol. 2 ; et Leonard, *Taschenbuch*, 1813.

de 5,745 pieds. Dans le Voralberg, elle monte aussi assez haut contre le pied des Alpes calcaires; car M. Lupin l'a trouvée, au mont Sterzlaberg, encore à 6,369 pieds, tandis que, dans l'est de la Bavière, ses éminences ne s'élèvent guère au-delà de 1000 pieds sur la plaine; ce qui vient peut-être de leur éloignement de la grande masse calcaire des Alpes, et de leur position en partie sur le grès bigarré de la vallée d'Eisenartz, et en partie sur la proéminence isolée de calcaire magnésien de la cime du Kressenberg. Les pentes de ces montagnes présentent des escarpemens dans les endroits où les craies dures ou les calcaires crayeux abondent, comme au Gründten et à Eisenartz, tandis que les marnes crayeuses produisent, par leur décomposition, des pentes douces, et n'offrent des murailles presque verticales que par suite d'accidens ou d'éboulemens, comme cela se voit au-dessus de Winkel, près de Sonthofen.

Le grès vert est composé, comme en France, de grès quarzeux, de grès vert proprement dit, et de grès ferrugineux, et il alterne, dans les parties supérieures, avec des marnes et des calcaires brunâtres à nummulites, qui sont quelquefois assez ferrugineux. Au-dessus de ces masses, viennent sur-tout les craies chloritées, dures, blanchâtres, et enfin les marnes crayeuses grisâtres.

Ces dépôts ne peuvent être rapprochés que du quadersandstein et du calcaire jurasique ou des terrains tertiaires; mais quoiqu'ils semblent reposer sur le muschelkalk du Gründten, la nature de ces roches, leurs parties vertes, et

la série de leurs pétrifications, identiques en tout avec celles du grès vert et de la craie de la France, de l'Angleterre et de l'Allemagne, ne permettent pas de faire ce rapprochement, et sa position sous la molasse, ajoutée aux raisons précédentes, n'admet pas, d'après ce que nous avons vu dans le sud-ouest de la France, la comparaison de ce terrain avec le sol tertiaire. C'est un des plus beaux exemples que nous ayons eus de l'utilité des pétrifications pour la détermination des terrains, et nous avons pu d'autant plus y avoir confiance, que les fossiles de la craie sont ceux qui sont le mieux connus après les coquillages tertiaires.

Je suis cependant loin de croire que l'état de nos connaissances en pétrifications et en histoire naturelle nous permette déjà de baser l'étude géologique des terrains secondaires uniquement sur leurs dépouilles fossiles (1), et sur-tout qu'il faut bien se garder de prononcer, ou même de conjecturer seulement, d'après un petit nombre de fossiles analogues, que tel ou tel terrain appartient à telle ou telle division.

D'après ces principes, j'ose dire que j'ai encore les plus grands doutes sur l'existence du calcaire grossier dans les Diablerets, et parmi les erreurs où a conduit la marche contraire, je releverai, comme exemple, celles commises par MM. Stei-

(1) Voyez, à ce sujet, l'essai que M. Haussmann a fait de caractériser par les fossiles différens groupes de chaque formation secondaire de Westphalie (*Mém. géognostique de M. OEynhausen, dans le huitième volume des Archives de l'art des mines de Karsten. (1824.)*)

ninger et Buckland. Si donc des géologues et des zoologistes expérimentés peuvent arriver ainsi à des conclusions fausses, combien, à plus forte raison, les géologues peu habiles dans ce genre d'étude doivent-ils se défier de leurs observations sur les fossiles !

Le grès *quarzeux* est fort compacte et grisâtre ou gris brunâtre; il ne se voit guère qu'au Gründten, où il forme une assise très-puissante d'environ 100 pieds d'épaisseur, comme l'on peut bien le voir près de Burgberg, dans le lieu dit Schanzel, où la roche court de l'est à l'ouest, et incline au sud sous un angle de 60°.

Le grès *vert proprement dit* est assez fin et tout-à-fait semblable, soit à celui du midi de la France, soit à celui de Ratisbonne ou du Hartz; il passe à un grès marneux noirâtre ou à un calcaire marneux chlorité, qui renferme, comme par-tout ailleurs, des rognons de calcaire durci plus foncé, comme cela se voit au lieu dit Schanzel, où une couche semblable coquillière sépare le grès quarzeux de la craie chloritée, et où les nids plus durs ont l'air de dériver quelquefois de pétrifications indistinctes.

Le grès *ferrugineux* est plus grossier, brun rougeâtre, et est composé de grains de quartz et de parties globulaires de fer hydraté brun rougeâtre; rarement le grès est coloré par le fer en rouge de brique, comme au lieu dit Auf der Maur, sur la route de Traunstein, à Reichenhall, et des fragmens de marnes endurcies bigarrées y voient quelquefois à Sonthofen. Le fer hydraté, plus ou moins abondant dans ces roches, en fait un objet d'exploitation. Ainsi, à Neukirchen, il y a

des couches d'environ 2 à 6 pieds d'épaisseur, qui sont si ferrugineuses et si peu arénacées, qu'on les exploite entièrement comme minéral, tandis que sur la pente sud du Gründten, près de Sonthofen, les parties ferrugineuses sont plutôt par grands paquets dans des grès moins ferrifères.

Ces minerais sont noirâtres ou rougeâtres: les premiers sont réputés les meilleurs; on les voit sur-tout vis-à-vis de Neukirchen, dans la mine dite de Salzburg. Ils sont traversés de petits filons de spath calcaire, qui se trouvent quelquefois dans des druses en cristaux, si ma mémoire ne me trompe pas, de la variété cuboïde de M. Haüy.

Ces dépôts de fer se voient encore près de Dornbirn, dans le Voralberg, au Fuchsholz, près de Rinzel, dans la vallée de Walsertal, et il y en a des traces à la sortie du vallon de Leierbacherthal, près de Sonthofen.

Au-dessus de ces roches alternant avec des marnes plus ou moins chloritées, ou entre les couches de ces roches, vient le *calcaire compacte* jaune brunâtre, brunâtre et brun rougeâtre, en partie imprégné de fer hydraté, et pétri, comme les roches ferrugineuses, de *nummulites* et d'autres fossiles. Ces masses se voient près de Burgberg, d'où elles s'étendent aux mines de fer sur la pente sud élevée du Gründten (1). On les retrouve au Schwarzenberg, près de Meiselstein, à Eisenartz et au Kressenberg. Dans cette dernière localité, elles existent des deux côtés des couches exploitées dans la mine la plus orientale, et

(1) Voyez Uttinger, Leonhard, *Taschenbuch*, 1813.

les écroulemens des galeries anciennes et le lit d'un ruisseau donnent beaucoup de facilité pour son étude dans cette dernière localité.

La *craie chloritée* est toujours dure et blanchâtre et à petits filons spathiques; elle paraît se trouver sur les marnes chloritées endurcies inférieures, et aussi sous les grès ferrugineux et sous le calcaire à nummulites, comme cela se voit près de Sidelsdorf, d'Eisenartz, à Schwarzenberg, à Burgberg, et au travers du mont Gründten, où dans le Mittel ou Reisigberg, où ces roches inclinent toutes au sud, sous un angle de 60°, parce qu'elles reposent sur une proéminence de grès bigarré et de muschelkalk, tandis qu'au Kressenberg elles inclinent presque verticalement au nord-nord-ouest. De semblables roches se voient aussi, suivant M. Lupin, au Sterzlaberg et entre Alstetten et Hinang, dans la vallée de l'Iller.

Des *marnes* quelquefois argileuses paraissent former des lits entre les roches précédentes, et sont çà et là assez bitumineuses, ou même renferment un peu de lignite compacte passant à l'anthracite (Gründten).

Du reste, la présence des substances végétales est aussi indiquée dans ce dépôt, comme en France, par quelques fragmens de bois siliceux, trouvés près de Feisendorf, et par des rognons très-rare d'une belle résine fossile particulière, jaune brunâtre (1), qu'on a trouvée accompagnée d'un peu de bitume asphalté, dans le minerai de fer de Sonthofen et du Kressenberg. Je ne sais pas

(1) Voyez Wagner, *Éphémérides de Moll.*

s'il faut attribuer à cette cause seule l'odeur empyreumatique des grès ferrugineux et coquilliers du Kressenberg.

Les *marnes crayeuses* sont schisteuses, grisâtres et traversées quelquefois de petits filons spathiques; on ne les distingue que difficilement des marnes tertiaires et secondaires par leur manque de paillettes de mica, et elles se cachent le plus souvent sous des dépôts tertiaires plus ou moins récents, comme dans le Hausrück, entre Sidelsdorf et Neukirchen au sud d'Eisenartz, et au-dessus de Winkel, près de Sonthofen.

Les pétrifications fort nombreuses de ce dépôt sont des moules, ou bien le test, où le tégument de l'animal marin est changé en spath calcaire blanc compacte. Elles se trouvent sur-tout dans les calcaires et les grès ferrugineux; il y en a aussi dans la craie chloritée et dans les grès marneux verts; mais elles sont fort rares dans les marnes crayeuses, et il n'y en a point dans les grès quarzeux.

Ce sont des nummulites, des ammonites (*ammonites planulatus* et *laevis*, Schloth.); des nautilus (*N. aperturatus*, *angulatus*, *bisiphilus*, Schloth.); des inocérames, des bélemnites (*B. giganteus* et *angulatus*, Schloth.); de très grandes huîtres, des douax (*D. subtrigoneus*, Schloth.); des dicéras, des buccardes (*B. cardissæ formis*, Schloth.); des térébratules (*T. vulgaris* var. à Schloth.); des solens (*S. diluvialis*, Schloth.); des tellines (*T. politus* et *corbularis*); des mytilus, des myes, des vénus, des plagiostomes (*P. spinosa*); des arches, des peignes, des patelles (*P. vetustus*); des trochus (*T. coccentricus*); des turbots, des cônes grands et petits, des murex, des strombes,

Schloth.; des volutes, des nérîtes, des buccins (*B. vulpeculus*). Enfin on y voit des scopules, beaucoup d'ananchites et de clypéastres (*echinites hectagonatus* et *conoideus* ou *istriacus*); des crabes, qui ressemblent à ceux de la craie chloritée des Landes et des environs de Hanovre, très-rarement des dents de squales, peut-être aussi des débris d'encrines (*Brindten*), et l'*Asteria patellaris* de Schlotheim (1).

Ces fossiles ne sont pas également distribués dans les différentes masses crayeuses de la Bavière. Ainsi, les inocérames n'existent, à ma connaissance, que dans le calcaire noirâtre sablonneux chlorité et ferrugineux, au-dessus du grès quarzeux de Burgberg, et les dicéras ne se sont offerts à moi que dans les calcaires blancs compactes à nummulites et à huîtres du mont Gründten. Les crabes et les bélemnites abondent seulement dans l'Allgau, tandis qu'ils sont d'une excessive rareté dans le mont Kressenberg; car, dans l'espace de douze ans, on a remarqué deux crabes. Les grandes huîtres y sont, au contraire, en grande quantité dans les grès, et ne se voient, dans le Gründten, que dans le calcaire chlorité blanc. En général, dans le dépôt oriental de la Bavière, la craie paraît renfermer plus de dépouilles fossiles bien conservées que la craie de la masse occidentale, et c'est là qu'on a dé-

(1) M. Schlotheim a cité par erreur plusieurs de ces fossiles comme venant de Berg ou Bergen, dans l'Anspach, tandis qu'ils venaient de Neukirchen, qui est à deux milles environ de Bergen, sur le lac Chiemsee, où sont les fonderies de fer.

couvert la plus grande partie des univalves, les bivalves rares, telles que les solens et les ammonites, qui sont assez rares, et qui existent en particulier, au Gründten, dans la marne verte ferrugineuse et endurcie.

Outre les localités déjà citées du grès vert et de la craie, on les revoit encore dans plusieurs endroits du Voralberg, comme près de Sigisshofen, dans le Walserthal, à Dornbirn, au mont Schwarzenberg près de Meiselstein, et au Schlossberg près de Maria Hilf. Ce dépôt paraît se prolonger de là en Suisse. D'abord certaines pétrifications indiquées par M. de Schlotheim, dans le canton de Saint-Gall, doivent l'y faire soupçonner, puisqu'elles ne peuvent pas faire partie des terrains tertiaires de ce pays; ensuite on connaît des calcaires crayeux chlorités, à minerais de fer en grains et à nummulites, peignes et huîtres, sur les bords du lac de Lowerz, dans le canton de Schwitz, près de Pfefers, de Sandten et de Fluhli, dans la vallée du Melchthal. Dans la Suisse occidentale, il y a long-temps que Ferber avait indiqué, à 7 ou 8,000 pieds de hauteur, un dépôt pareil et coquillier dans les Diablerets, sur le mont Taveyaunaz, au grand Meuvran, près la tour d'Anzeindaz, entre le Meuvran et les Diablerets, à la dent de Morele et à la dent du Midi (1); et enfin MM. Buckland et Brongniart ont encore découvert à la pointe de Varens et à la montagne des Fis.

Cette description de la craie de la Bavière, et sa position vis-à-vis du calcaire jurasique, qui ren-

(1) Voyez *Jahrbücher* de Moll, volume 2, page 13, en 1798.

ferme les dépôts du calcaire schisteux à écrevisses et poissons d'Aichstadt et de Solenhofen, pourraient tenter le géologue de rapprocher ceux-ci de la craie, si l'on n'apercevait pas dans ces pierres lithographiques la nature et les pétrifications de la roche jurasique, tandis que les fossiles ne sont nullement les mêmes que ceux de la craie des Alpes, et si enfin l'on ne retrouvait pas le grès vert et la craie chloritée au-dessus du calcaire jurasique de Ratisbonne.

Telles sont les classifications géologiques auxquelles mes voyages dans les Alpes m'ont conduit. Tout mon édifice me paraît solide, étant basé sur des faits de superposition et des comparaisons de fossiles, et je suis bien curieux de comparer ces résultats à ceux que va me donner mon voyage sur le versant sud des Alpes.

DESCRIPTION ET EXAMEN

D'UNE

MACHINE SOUFFLANTE A TONNEAUX :

PAR M. D'AUBUISSON,

Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

Il y a trois ou quatre ans que me trouvant aux forges du canton de Fumel, département de Lot-et-Garonne, on m'y parla d'une nouvelle espèce de machine soufflante qui venait d'être établie, dans le voisinage, à la forge de Ratis par M. Lamazure, fondeur de Rouen, qu'une entreprise avait attiré dans le pays, et qui avait affermé quelques usines.

Sur une courte description qui me fut faite de cette sorte de soufflets, je ne fus pas tenté de me détourner de ma route pour aller la voir : je la jugeai défavorablement, disant qu'elle ne pouvait condenser l'air que faiblement, et qu'elle devait présenter un grand espace d'où ce fluide ne pouvait être expulsé.

Mais, dans le mois de novembre dernier (1823), une affaire de service m'ayant conduit à Ratis, je vis la nouvelle machine : elle y était placée sous un petit hangar, en avant de l'usine ; elle servait à une petite forge catalane, et quelquefois encore à un feu de martinet. Je fus d'abord frappé de sa grande simplicité, et puis du peu d'eau qu'elle dépensait : j'y adaptai un pèse-vent à