

de la sienita de la isla de Sky y en los Pirineos.

La caliza jurásica inferior, y el muschelkalk superior, se han convertido en un mármol serpentinoso y en un mármol estatuario, al lado del pódrido piroxénico granitoideo de Predazzo. Las calizas liásicas ó pirásicas del Delfinado, han adquirido una testura granugienta cerca de los granitos que los han elevado. La caliza jurásica inferior de los Grisones, se ha convertido en cipolino y en rocas talcosas, ó en cipolino amigdalino, y ha perdido casi todos sus fósiles, cerca de los granitos de la Albula, rocas, que como en el Delfinado, parecen desbordarse sobre el suelo secundario.

Tales son los términos de la serie de estas transformaciones, que no son incomprendibles sino para los que no las han visto, dice Boué.

El mármol anubarrado, continúa, impregnado de talco compacto, conduce insensiblemente, en Predazzo, al mármol de nidos de talco laminoso; y al mismo tiempo aparecen las hidrocrasas y las piroxenas gelenitas. En la isla de Anglesea, algunas arcillas esquistosas se han vuelto jaspoideas, y empastan granates al lado de rocas trapeanas. En el Banato, filones sieníticos han cambiado la caliza antigua en roca granugienta con granates y minerales de cobre, hierro, etc. En ciertos volcanes del Eifel, como en el Hohenfels, Mitscherlich ha observado la producción ígnea de la mica en esquistos arcillosos modificados.

Alrededor de algunas masas graníticas, los esquistos arcillosos se han vuelto á su contacto maclíferos ó anfíbólicos.

Hay en los Alpes un paso entre los esquistos secundarios de petrificaciones y las series de talesquistos y de masas talcosas ó micáceas, cuarzosas y calcárficas. Alternativas y pasos semejantes se observan no solo en rocas secundarias antiguas ó intermedias, sino hasta en aquellas que son de la edad cretácea, y varios fósiles que se han librado de la destrucción, demuestran de una manera indudable la naturaleza originaria de aquellas masas. Studer ha descubierto micasquistos granatíferos de belemnitas en el monte Muckmanier; hay talesquistos belemníferos en Nünnen; calizas de nautilus alternan con algunas rocas talcosas de la Tarantasia, etc.

Los esquistos cristalinos (gneiss, micasquistos, talesquistos, etc.), no serian, pues, según nuestros antecedentes, mas que depósitos neptunianos, modificados de diferentes modos por un trabajo ígneo lento que habria contribuido mas ó menos á cambiar su testura, al mismo tiempo que producía nuevos compuestos.

La formación de los esquistos cristalinos habria tenido lugar en todas las edades geológicas, y seria intermedia entre los verdaderos depósitos neptunianos y los depósitos ígneos; su estructura mas ó menos foliácea, seria todavía un resto de su forma originaria, y el último término de modificación seria la producción de rocas que habian perdido enteramente ó poco menos su estructura esquistosa para hacerse granitoidea ó samigranítica.

A pesar de la oposicion de los geólogos y de los químicos, en este punto de vista tan verdadero, dice Boué, varios sabios han entrado en esta vía de razonamiento y han intentado reproducir artificialmente las circunstancias que han dado lugar á la formación de tantas combinaciones mineralógicas. Todos los dias se ve aumentarse el número de los minerales reconstituidos por la síntesis ígnea, acuosa ó electro-química, y no es casi dudoso que á fuerza de paciencia y de tanteos, el hombre llegue á reproducir todos los minerales conocidos.

Otra modificación es la conversión de la caliza en yeso, por medio de desprendimientos plutónicos de ácido sulfúrico.

La descomposición de las masas minerales se verifi-

ca por medio del aire, de los gases, del agua y de los afluentes electro-químicos de sus diferentes elementos.

Los productos de la descomposición son muy variados, tanto para los minerales como para las rocas compuestas. Todas las rocas están sometidas á estas transformaciones por descomposición, y suelen ser difíciles de distinguir de las transformaciones ígneas.

Está demostrado en la actualidad, que la mayor parte de las calizas sacaroideas ó cristalinas, son resultados del metamorfismo, modificaciones de rocas neptunianas por el contacto ó influencia de productos ígneos.

La producción de las dolomías, dobles carbonatos de cal y magnesia, en la inmediación de las rocas plutónicas, como la de las calizas sacaroideas, es también un hecho general, que se ha manifestado en todas las edades de la formación del suelo de terraplen; este hecho reposa en las mismas observaciones, y seria debido á las mismas causas que las calizas sacaroideas. Sin embargo, está probado que entre las dolomías unas proceden de la modificación ígnea, y otras, por el contrario, son el resultado de una precipitación química y regular en el fondo de los mares.

El metamorfismo de las rocas neptunianas por la causa ígnea, se ha verificado, pues, en todas las épocas geológicas, y viene por su parte á añadir una nueva prueba á la continuidad de esta causa poderosa.

En resumen, la formación de las rocas volcánicas, como las formaciones acuosas, continúa á nuestra vista. Hay igualmente traquitos, fenolitas, basaltos, obsidias y perlitas de diferentes edades. Cuando mas se acercan á los tiempos modernos, las formaciones volcánicas, parecen mas aisladas y mas extrañas al suelo sobre que se han esparcido, mas variedades presentan en los productos; la razón parece existir en las variedades mas numerosas de las rocas que la erupción atraviesa y corroe, ó en que el volcan tiene su foco, lo cual no es favorable á la opinión de un solo foco central en liquidación ígnea, pero está de acuerdo con todos los hechos de la posición de los volcanes apagados en la orilla de antiguos mares, y con todos los fenómenos de los volcanes en actividad para admitir con Pallas y otros muchos, el asiento de los volcanes entre el suelo primitivo y los terrenos de transición, entre estos y los secundarios, etc.

Los antiguos productos volcánicos, están, por el contrario, mucho mas unidos entre sí y con las rocas primitivas sobre que debieron inflamarse sus focos, lo cual viene aun á confirmar la conclusion anterior porque estos primeros volcanes, encontrando un suelo mucho mas uniforme en sus materiales, debieron también dar productos mucho mas semejantes entre sí, y mas aproximados á las rocas primitivas que habian suministrado los materiales, mientras que á medida que los terrenos acuosos aumentan la variedad y el número de sus rosas, los productos volcánicos seran cada vez mas desemejantes y variados en sus efectos.

Así los traquitos de Sebengebirge, cerca de Bonn, parecen salidos de la grauwacka, y los de Auvernia de una meseta de granito, después del terreno terciario, y bajando hacia el Mediterraneo del terreno secundario. En Hungría el terreno traquítico parece haberse formado entre la época de los terrenos secundarios y la de los terrenos terciarios. Los conglomeratos traquíticos cubren también en Hungría grauwackas esquistosas, y aun una caliza magnésifera, que parece pertenecer á la formación del Jura. Según Breislack, los traquitos de los montes Euganeos reposan sobre la caliza del Jura.

El terreno traquítico forma una zona que abraza una gran parte de las Cordilleras; pero se extiende rara vez hacia las llanuras; y los volcanes aun infla-

matos, lejos de estar solitarios y asociados por grupos de forma irregular mas ó menos circular, como en Europa, se siguen, á la manera de los volcanes extinguidos de Auvernia y de los cráteres ardientes de la isla de Java, por filas, ya en una serie, ya en dos líneas paralelas. Estas líneas se dirigen generalmente en el sentido del eje de las cordilleras, y algunas veces forman con este eje un ángulo de 70 grados.

En todas las épocas geológicas ha habido temblores de tierra, ya fueran ocasionados por la misma causa que los volcanes, ya por la desecación, la compresión ó la rotura de las capas estratificadas en las montañas. Sin embargo, no vemos, en general, los trastornos producidos por los temblores de tierra, sino en las capas neptunianas, lo cual nos conduce á reconocer que no han empezado, la mayor parte al menos, sino después del depósito de las primeras formaciones neptunianas.

Lo mismo debe decirse del metamorfismo que se ha verificado en todas las épocas; pero que no ha comenzado, indudablemente, sino cuando ha habido depósitos neptunianos que modificar ó metamorfosar.

Así vamos siguiendo los volcanes, los temblores de tierra, el metamorfismo, en una palabra, todo lo que se refiere á la causa ígnea, desde los terrenos recientes y terciarios, hasta los terrenos primarios ó de transición; el foco de todos estos fenómenos varia y ha variado en su posición, su altura, desde los terrenos terciarios, hasta los terrenos primarios, y le encontramos hasta en el suelo primitivo, en el núcleo central, obrando entre este y el suelo de terraplen; ¿podremos seguir la causa ígnea mas lejos? Esta es la cuestión que vamos á examinar.

### CAPITULO XIII.

#### DEL FUEGO CENTRAL, LAS MONTAÑAS PRIMITIVAS Y EL SUELO DE LA CREACION.

SUPONIENDO la causa ígnea anterior á la causa acuosa; considerándola como el primer agente de la formación del globo, Buffon, y á imitación suya todos los geólogos plutónicos, le han atribuido el alzamiento de las montañas primitivas del globo que se habria inclinado al enfriarse; y estos hinchamientos, convertidos en montañas, habrian preparado los valles de los rios, y las cuencas de los mares. Pero después de este primer enfriamiento, Buffon combate con razones bastante poderosas, el fuego central y el estado de liquidación ígnea del centro de la tierra, y establece el asiento de los fenómenos volcánicos subsiguientes sobre el suelo primitivo y bajo los terrenos de segunda formación, y allí los fenómenos ígneos son determinados por los agentes químicos y las causas físicas conocidas como hemos visto al exponer la historia de los trabajos geológicos de Buffon.

Los geólogos plutonios sucesores de Buffon, extendiendo la hipótesis del origen ígneo de nuestro planeta, y aceptando contradictoriamente la hipótesis del fuego central y de la fusión ígnea del centro de la tierra, hacen partir de este punto todos los fenómenos ígneos, todos los alzamientos de las montañas, y por consiguiente, la formación de todas las grandes cordilleras.

Elías de Beaumont ha tratado de sistematizar las grandes cordilleras de montañas, y aun determinar las épocas relativas de su producción. Fundado en la disposición de las estratificaciones diversas en las montañas, estratificaciones de las cuales están inclinadas y otras son horizontales, ha deducido que la montaña habria sido producida entre la formación de los depósitos inclinados y la de los depósitos horizontales. La dirección semejante de varias cordilleras

de montañas, le ha conducido á reunir todas las cordilleras dirigidas de un modo parecido á un solo sistema de la misma edad y producido por la misma causa.

Beaumont coloca en el periodo terciario su décima revolución, á la cual atribuye el alzamiento de las capas de un sistema de montañas que comprende las de Córcega y de Cerdeña, así como otras elevaciones dirigidas igualmente del Norte al Sur, tales como las que en el centro de Francia limitan los valles del Limagne de Auvernia, del Alto Loira y del Bresse. Cree que se pueden también atribuir á esta revolución algunos ramales que se dirigen en el mismo sentido en Italia y en la Slavo-Grecia, así como las cordilleras del Líbano.

Coloca entre la formación de los terrenos modernos terciarios y la de los terrenos amoneos, su novena revolución, que considera como origen de la cordillera de los Pirineos, así como de los ramales de los Apenninos dirigidos paralelamente del O. N. O. al E. S. E., y que presentan capas inclinadas de terreno cretáceo, mientras que las capas terciarias que les son vecinas, conservan en general su posición horizontal. Cree que los efectos de esta revolución han sido sumamente extensos, y que independientemente de varios ramales que se observan en Alemania, Hungría y Slavo-Grecia, se pueden referir á ella algunos del Atlas en Africa, la cordillera del monte Carmelo en Siria, las montañas de Mesopotamia, varios ramales del Cáucaso, quizá la cordillera de los Ghates en el Indostan, la de los Alleghans en la América septentrional, etc. Ahora bien, el estado de los fósiles en los terrenos terciarios, conduce á reconocer que el aspecto general de nuestros continentes europeos, no se diferenciaba esencialmente en la época de su formación de su estado actual.

Por el contrario, el estado de la flora y de la fauna amonea, conduce á reconocer muchas menos tierras salidas del agua en este mismo continente, y un orden de cosas mucho menos distante del que existe hoy en la zona tórrida, que del que se observa en nuestras zonas templadas.

Elías de Beaumont coloca en el periodo amoneo de ciertos geólogos, su quinta, sexta, séptima y octava revoluciones. La octava habria producido elevaciones que Beaumont llama *sistema del monte Viso*, las cuales se dirigen de S. S. E. á N. N. O., y que comprenden además del monte Viso, una serie de crestas que corren desde las cercanías de Niza á las de Lons-le-Saulnier; elevaciones que parecen haberse alzado entre la formación de la parte superior, y la de la parte media de terreno cretáceo.

La séptima se habria verificado entre la formación del terreno cretáceo y la del terreno jurásico, y habria dado origen á una serie de accidentes dirigidos del N. E. al S. O., y notablemente al monte *Pilaio* en el Forez, y á la Costa de Oro en Borgoña, á varios ramales del Jura en las Cévenas, al Erzebirge, etc.

La sexta revolución se habria verificado entre la época de la formación del terreno jurásico y la del terreno triásico, y Beaumont le atribuye el alzamiento de las capas de un sistema de montañas que comprende especialmente el *Morvan*, el *Thuringerwald*, y el *Boehmerwald*, montañas que se dirigen en general de N. O. á S. E.

La quinta revolución se habria verificado entre la formación del gres de Nebra y la del gres de los Vosges, y habria dado origen á las montañas que cercan el valle del Rhin entre Basilea y Maguncia, por lo cual Buch las ha llamado sistema del Rhin, y que se dirigen de N. N. E. á S. S. O.

Las cuatro primeras revoluciones de Beaumont, se han verificado durante el periodo que se ha designado con el nombre de hemiliasiano.

La cuarta habria dado origen á accidentes que el

autor llama sistema de los Países-Bajos y del Sur del país de Gales, porque ha dislocado las capas del terreno hulfífero que se dirigen del E. al O., desde las cercanías de Aquisgran hasta las pequeñas islas de la bahía de Saint-Bride, en el país de Gales.

La tercera revolución, que parece haber actuado entre la formación del terreno hulfífero y la del terreno peneano, ha formado en el terreno hulfífero del Norte de Inglaterra, una serie de accidentes dirigidos paralelamente del N. al S., separándose un poco hacia el N. N. O. y el S. S. O.

La segunda revolución, que habría acaecido hacia la época de la formación del terreno de antracito, habría dado origen á accidentes que Beaumont llama sistema de las cimas de los Vosges y de las colinas de Calvados, porque atribuye el alzamiento de una parte de los Vosges, y particularmente de dos conos unidos, que se llaman collado de Alsacia y collado del Condado, así como el de una parte de las colinas del bosque de la Baja Normandía, dirigidas igualmente del O.  $\frac{1}{4}$  N. O. al E.  $\frac{1}{4}$  S. E.

Finalmente, la primera revolución habría elevado las capas del West-Moreland y del Hundsruok dirigidas del N. E.  $\frac{1}{4}$  E. al S. O.  $\frac{1}{4}$  O., y que habrían sufrido esta acción antes de la formación del terreno de antracito.

Tal es la sistematización de Beaumont, cuya teoría reducida á sus datos fundamentales, sin pretensión de determinar la edad absoluta del globo, lo cual es casi imposible en esta vía y en el estado actual de la ciencia, sonre singularmente á la imaginación, y podría dar la solución de varios problemas interesantes. Pero á pesar de la autoridad de este sabio distinguido, no se puede hacer uso de ella como de los otros datos incontestables adquiridos á la ciencia, en razón á que está muy combatida por un considerable número de zoólogos observadores, cuyas razones no carecen de fuerza.

La formación no de todas, sino de varias cordilleras de montañas, después del depósito de las capas estratificadas que las cubren, así como la dislocación de ciertos valles, son admitidas por casi todos los geólogos, y esto parece en efecto incontestable. ¿Pero de qué manera se han formado estas cordilleras de montañas y estos valles de dislocaciones? Aquí las opiniones se dividen en dos grupos opuestos; unos quieren que sea por medio de un alzamiento de la corteza del globo, ocasionado por un enfriamiento del núcleo fluido de la tierra, que habría producido una contracción y elevado la corteza sin hundimiento alguno. Esta es, como hemos visto, la opinión de Beaumont; pero desgraciadamente este geólogo la ha dado la exageración insostenible de los adherentes que quizá no ha observado bien; en efecto, Beaumont acepta muchos rasgos de la opinión contraria.

Esta quiere que las montañas hayan sido producidas por un hundimiento del suelo, que imprimiéndole un movimiento de báscula, habría hundido una línea por una de sus extremidades, elevándola por la extremidad opuesta. La misma causa de dislocación por hundimiento, habría producido los valles de dislocación.

Pero de cualquier modo que esta cuestión se juzgue, el hecho fundamental de la producción de ciertas montañas de depósitos estratificados, después de la formación de sus depósitos, y de la producción correspondiente de los valles de dislocación no queda menos admitido por todos, y esto basta para dar cuenta de la mayor parte de los fenómenos.

Sin embargo, además de las objeciones que hemos ya opuesto á la teoría de Beaumont, hay otras varias bastante poderosas.

Esta teoría supone en efecto la existencia del fuego central y la liquidación ígnea del centro de la tierra; hipótesis que no está demostrada.

Supone que la clasificación artificial de los terrenos corresponde á su posición real; que por ejemplo las capas diversas de los terrenos secundarios, están todas superpuestas en un orden regular; que han sido depositadas en un orden sucesivo; que el trias estaba todo depositado antes que el lias empezara á formarse; que este estaba terminado cuando las hiladas llamadas jurásicas han principiado; que el suelo jurásico estaba terminado cuando se depositó la creta cloritada; que esta había terminado su formación cuando vino la creta tobácea, y después la creta blanca.

Ahora bien, esta sucesión tan regular no es más que una hipótesis y un artificio de generalización para facilitar la inteligencia, pero que es imposible demostrar para todos los puntos, ni aun en totalidad para punto alguno del globo. Es aun mucho más probable que muchas capas, ya sean de trias, ya de lias, ya de suelo jurásico, ya de las diferentes divisiones de la creta, han podido formarse al mismo tiempo en diferentes cuencas, de manera que podía depositarse trias en una cuenca mientras se depositaba lias en otra, capas jurásicas en otra, creta cloritada en otra, creta tobácea en otra, y creta blanca en otra; ó bien, estas diferentes formaciones podían efectuarse al mismo tiempo, en las diferentes partes de una misma cuenca; esta es probablemente la conclusión á donde conducirá el estudio más profundo del sincronismo de las formaciones que ya casi permite advertirla. Desde entonces, ya no hay realmente lugar para las revoluciones de los alzamientos, que no separan ya formaciones que se pretendería mostrar como sucesivas, mientras que podrían muy bien ser contemporáneas.

La teoría de Beaumont supone aun que todas las montañas han sido alzadas; ahora bien, esta hipótesis no está demostrada. Además la existencia de las capas horizontales ó aun inclinadas, etc., supone cuencas y corrientes diversas, y estas, montañas preexistentes, sin lo cual no habría depósitos posibles. Así, los depósitos estratificados suponen montañas existentes, y la teoría no hace nacer las montañas sino después de la formación de los depósitos. Sin duda, se puede decir, que las montañas de la primera y de la segunda revolución, han dado lugar á los depósitos que las montañas de la tercera revolución han elevado; estas, han dado lugar á los depósitos alzados después por las montañas de la cuarta revolución, y así sucesivamente. Pero los depósitos alzados por la primera y segunda revoluciones, ¿cómo se han formado sino había montañas? Indudablemente es necesario salir de las causas actuales para encontrar la razón de estos primeros depósitos, y en tal caso entramos en las desconocidas que la geología positiva rechaza y debe rechazar cada vez más.

Pero además de estas objeciones ya muy graves, el examen de los hechos va á conducirnos á apreciar mejor la fuerza, y á ver al mismo tiempo si podemos seguir de una manera positiva, la causa ígnea más allá de la superficie del suelo primitivo.

No existe, dice Humboldt, en ningún hemisferio, entre las rocas, una uniformidad general y absoluta de dirección; pero en regiones de una extensión muy considerable, algunas veces en millares de leguas cuadradas, se reconoce que la dirección, y más rara vez la inclinación, han sido determinadas por un sistema de fuerza particular.

A distancias muy grandes se descubre un paralelismo de capas, una dirección cuyo tipo se manifiesta en medio de las perturbaciones parciales, y que muchas veces permanece el mismo en los terrenos primitivos y de transición. Esta identidad de dirección se observa con más frecuencia lejos de las altas cordilleras alpinas muy elevadas, que en las cordilleras mismas, donde los estratos se encuentran encorvados, levantados, y rotos. Bastante generalmente, y

este hecho había llamado la atención de Palassou y aun de Saussure, la dirección de las capas muy discontantes de las cordilleras principales, sigue la dirección de estas cordilleras de montañas. Esta uniformidad de paralelismo de las capas (del N. E. al S. O.), ha sido observada en una gran parte de la Alemania septentrional, en el Fichtelgebirge, en Franconia, y en las orillas del Rhin; en Bélgica, en las Ardenas, en los Vosgues, en el Contentin, en la Tarantasia, en la mayor parte de los Alpes, y en Escocia.

Humboldt cita un gran número de geognostas modernos muy ejercitados en este género de observaciones, y que se han ocupado tanto más detenidamente de la dirección é inclinación de los estratos, cuanto que las primeras observaciones de dicho sabio habían sido vivamente combatidas.

Que se venga, dice Boué citado por Humboldt, á examinar en Escocia, con la brújula en la mano, la posición de las masas minerales, cuidando de atenderse á los hechos generales; se observará que la dirección de las capas es constante, y corresponde á las de las cordilleras del S. O. al N. E., pero que la inclinación varía por circunstancias locales.

En los Pirineos, continúa Humboldt, la dirección general de los estratos es, según las observaciones de Palassou, Ramond, Charpentier, y Aubuisson, como la dirección general de la cordillera, N. 68° O., ó del E. S. E. al N. O. Esta misma regularidad reina en el Cáucaso. En los Estados-Unidos de la América septentrional, las rocas primitivas é intermedias están dirigidas, según Maclure, como la cordillera de los Alleghanys, del N. E. al S. O. Las direcciones del N. al S. ó del N. N. E. al S. S. O. predominan en Suecia y en Filadelfia. En las cordilleras de Méjico, se observa un tipo de dirección muy general; las capas que forman la meseta se dirigen del S. E. al N. O., paralelamente á la dirección de la cordillera de Amahuac, mientras que el eje volcánico se prolonga del E. al O. como una quebrada que atraviesa el istmo mejicano de un mar á otro.

La dirección de las capas antiguas (primitivas y de transición), no es un pequeño fenómeno de localidad; es, por el contrario, un fenómeno independiente de la dirección de las cordilleras secundarias, de sus ramificaciones, de la sinuosidad de sus valles; un fenómeno cuya causa ha obrado, de una manera uniforme, á prodigiosas distancias, por ejemplo, en el antiguo continente, entre los 43° y 57° de latitud, desde la Escocia hasta los confines del Asia. ¿Cuál es esta influencia aparente de las elevadas cordilleras alpinas, sobre capas que algunas veces, distan más de 100 leguas? Hay dificultad en creer que la misma catástrofe haya elevado las montañas é inclinado los estratos en las llanuras, de manera que el corte de estos estratos, en otro tiempo muy horizontales, hoy día inclinados de 50° á 60° y que formando la superficie del globo, se hubiera encontrado á grandes profundidades. ¿Las cordilleras de las montañas alpinas han sido elevadas? ¿han salido sobre quebradas formadas paralelamente á la dirección de capas inclinadas ya preexistentes?

Las graves dudas de un hombre tal como Humboldt, las observaciones de Boué, los acuerdos de todos los geognostas citados por Humboldt los hechos positivos enunciados por todas estas autoridades, hechos que nos demuestran una dirección general en las capas estratificadas en relación con la dirección de las montañas, mientras que la inclinación varía según las localidades; hechos que nos presentan por otra parte los estratos primitivos independientes de las montañas secundarias, y las montañas ígneas ó volcánicas cortando por su dirección las cordilleras primitivas graníticas, mas vastas y mas extensas; estos hechos y estas autoridades, decimos prueban que las grandes cordilleras de montañas primitivas existían antes del

depósito de los estratos de transición y de los estratos secundarios.

En efecto, ¿cómo concebir que una vez formados los depósitos en tan vasta dirección, las montañas se hubieran elevado en seguida; y ó bien hubieran seguido siempre la dirección de los estratos, ó bien cambiado esta dirección para darles otra? En ambos casos se deberían encontrar por todas partes y en toda la línea de los estratos así elevados ó cambiados, trastornos, rompimientos, como se encuentran en efecto en los puntos muy limitados donde ha habido dislocación del suelo, como se ve aun suceder por los temblores de tierra y los hundimientos ó dislocaciones locales. Pero en tan gran extensión, hubiera debido haber muchas otras alteraciones y otros trastornos, y sin embargo esto no es así; hay por el contrario un orden general de dirección armónica de los estratos y de las montañas en todo el globo. Preciso es pues aceptar que la dirección de las montañas preexistentes, es la que ha determinado la dirección general de los estratos, porque no se concibe cómo estos habrían podido determinar la dirección de las montañas, mientras que lo contrario es muy natural.

Por otra parte, sino hubiera habido cordillera alguna de montañas, no hubiera habido ninguna cuenca de mar, ni ninguna corriente; porque las cuencas y las corrientes son determinadas por las cordilleras montañosas; sin montañas, pues, no habría habido más que una inmensa cuenca, uniforme en todas partes, en la cual los depósitos hubieran sido nulos; por que no existiendo las montañas no habrían ofrecido resto alguno á los depósitos acuosos. O bien, si se puede suponer que las aguas hubieran excavado su fondo, lo cual es también difícil porque no había grandes corrientes, los depósitos muy delgados hubieran sido dispersados uniformemente en toda la superficie del globo. Tampoco se puede suponer que emanaciones gaseosas y precipitados químicos hubieran podido reproducir los terrenos primarios, etc., porque los hechos conducen á otras consecuencias. Hay en efecto depósitos marinos fluviales desde los terrenos primarios ó de transición, así pues había cuencas de mar, tierras descubiertas y ríos; había, pues, montañas. La vasta extensión de las capas de transición y su dirección relacionada siempre con la de las grandes cordilleras primitivas, prueban que las cuencas estaban determinadas, y que las corrientes que han verificado los depósitos, estaban dirigidas por las mismas montañas primitivas.

Así es como vemos aun hoy á los depósitos de nuestros grandes ríos tomar la dirección de las cordilleras de montañas que enclavan sus lechos, los depósitos de riberas toman en nuestros golfos y en nuestras bahías marítimas, una dirección determinada por la dirección de las montañas que rodean nuestros mares; puesto que las relaciones entre las montañas actuales y los depósitos que se forman siguiendo su dirección, se encuentran las mismas entre los vastos depósitos primitivos ó de transición y las montañas primitivas, se debe deducir naturalmente que la dirección de estas montañas ha regido la de estos depósitos durante su formación.

La inclinación de las capas depende de una causa análoga, pero más limitada en su acción. Para convenirse de ello, basta observar lo que pasa en nuestros ríos, en nuestros lagos, en las riberas y aun en el fondo de nuestros mares. Los depósitos de arena, de arcilla, de marga, de fango que nuestros ríos forman continuamente, están siempre inclinados en las dos orillas hacia el medio del lecho de las aguas, de manera que su mayor espesor y su vértice se dirigen hacia la tierra, las capas descienden adelgazándose y muriendo hacia el medio del río, y la inclinación es más ó menos rápida según el declive de las dos orillas.

El mismo fenómeno se observa en nuestros lagos,

sus depósitos tienen también sus vértices y su mayor espesor hacia las orillas, y las capas descienden y se inclinan adelgazándose hacia el centro.

En nuestras grandes bahías, los mismos fenómenos se reproducen; las capas de arena, de piedras, de conchas, etc., tiene su vértice y su mayor espesor hacia las riberas, y se apoyan sobre los pies inclinados de las montañas que forman las costas. Estas capas se inclinan frecuentemente, disminuyendo de espesor, en el espacio de una lengua y más hacia la alta mar. Pero la rapidez y la extensión de la inclinación de las capas, depende de la altura y del escarpado más ó menos cortado y rápido de las costas; si las rocas que componen estas, son inmensas murallas rectangulares con el fondo del mar, casi no hay inclinación alguna en las capas de los depósitos, ó por lo menos esta inclinación no es sensible sino á gran distancia. Si por el contrario, las orillas del mar son una serie de colinas pequeñas en pendiente suave y casi insensible, á donde los vientos tienen fácil acceso, los depósitos se inclinan más rápidamente. La exposición de las bahías y la dirección que soplan en ellas más habitualmente, ejercen una gran influencia en este fenómeno de la inclinación.

Finalmente, en la extensión de la cuenca de los mares, las corrientes determinadas en su dirección por la de la cuenca, y por consiguiente la de las montañas que la encierran ó que la surcan en sus profundidades, obran absolutamente como los ríos y depositan á cada lado dos bancos que les sirven como de riberas y cuyas capas están más ó menos inclinadas desde la parte alta del banco hacia el medio de la corriente.

Lo mismo que pasa hoy, se ha verificado en otro tiempo; y la elevación cónica y mamelonada general de las montañas primitivas, nos explica la gran inclinación general de los estratos de transición y aun de los depósitos secundarios.

Así, pues, la extensión y la dirección y la inclinación de las capas primarias, su analogía con lo que pasa hoy en nuestros ríos, nuestros lagos, nuestras bahías marinas y nuestros mares, prueban la existencia de grandes cordilleras de montañas primitivas desde el principio, y confirman la tesis por la cual hemos establecido que la tierra fue creada en disposición de recibir sus habitantes, por consiguiente con sus principales montañas, sus corrientes de agua, etc.

Se creía antiguamente, dice Linck, que el granito, esta roca compuesta de cuarzo, feldspato y mica, había formado la base ó el suelo sobre que se habían depositado las demás formaciones posteriores. Un gran número de sabios creían que el granito servía de núcleo al globo terrestre. El gneiss no se diferencia del granito sino por la disposición esquistosa. El esquistó micáceo es una roca vecina de las dos primeras, y no le falta más que feldspato para ser gneiss con el cual alterna y al cual pasa.

Ahora bien, contra la opinión antigua, apoyada sin embargo por todos los hechos que acabamos de exponer, se ha creído que los granitos, los gneiss, y los micasquistos eran productos volcánicos, resultados de alzamientos del suelo. Otros geólogos consideran los esquistos cristalinos como materias ígneas, producidas por el primer enfriamiento de la corteza líquida del globo, y creen que esta operación continúa todavía á una gran profundidad.

Ahora bien, dice Boué, ¿cómo se puede aplicar esta idea á las masas de esquistos cristalinos, de fósiles ó de capas subordinadas conchíferas? Se encuentran esquistos cristalinos, micasquistos, etc., que contienen verdaderas belemnitas, como los terrenos secundarios y otros varios restos orgánicos. Los gneiss, los micasquistos, en una palabra, los esquistos cristalinos, pueden haber sido modificados por la causa ígnea; pero no han sido depositados por ella. Por otra parte, los hechos que sirven de apoyo para suponer

su origen ígneo; así como el de los granitos, pueden explicarse muy diferentemente.

Si comparamos las cadenas de montañas y las rocas de que se componen, llegamos bien pronto á reconocer que concuerdan exactamente con la extensión de las rocas llamadas primitivas. La disposición de las rocas primitivas ha impreso, pues, al globo el relieve general que presenta hoy, porque la disposición y la figura de una región se modelan sobre las cordilleras de montañas que la surcan. Ca conformación del uno y la existencia del otro son, pues, dos hechos que se encadenan recíprocamente.

Una prueba de que la aparición de los primeros continentes en su totalidad, no puede atribuirse á erupciones volcánicas ni á alzamientos, es que muchas veces encontramos lechos subordinados, de una caliza blanca sub-laminar, encerrados en capas de gneiss ó de esquistó micáceo, ó que les están subordinadas. Es, pues, muy verosímil que esta caliza deba su testura á una temperatura muy elevada, á un principio de fusión. Por consiguiente, el gneiss y el esquistó micáceo, encontraron cuando aparecieron, rocas calizas ya existentes que envolvieron y destruyeron al mismo tiempo y por cuya razón desaparecieron, los cuerpos organizados fósiles que estas rocas podían contener. Vemos á la caliza de transición, el muschelkak, el lias, y aun los terrenos más recientes de la formación secundaria, en contacto con el gneiss y el esquistó micáceo, ó apoyarse en una ó otra de estas dos rocas. Preciso era, pues, que existieran relieves y aun capas de gneiss y de micasquistos antes del depósito de las calizas. Los gneiss y los micasquistos pueden haber sido formados de dos maneras: los que son puros, de mucha mezcla caliza y que reposan bajo depósitos secundarios, pueden ser el resultado de la descomposición de la roca granítica por las aguas; por el contrario, los que contienen calizas en sus capas, pueden ser, por el metamorfismo, el resultado de la causa ígnea, que obrando entre las calizas y los granitos, habrá esparcido por eyecciones el granito en micasquistos y en gneiss sobre las calizas.

De aquí procede la mezcla de las calizas con los gneiss y el cambio de su testura. De aquí también el trastorno de las capas calizas, sin que haya necesidad de suponer el alzamiento de las montañas graníticas, que debían existir desde el principio, para que hubieran cuencas acuosas y pudieran formarse depósitos.

Las montañas de caliza que rodean algunas veces á la de gneiss, la inclinación ó verticalidad de sus capas, han hecho pensar en los alzamientos de los granitos y de los gneiss. Pero además de que se puede en muchos casos explicarlas como anteriormente, por la acción de la causa ígnea sobre las calizas, y sobre el granito ya en relieve, ha podido suceder en muchos casos, que las montañas calizas, se hayan depositado donde había cavidades propias para recibir las, ó aun sobre los planos inclinados de las montañas primitivas que se hallaban aun bajo las aguas. Esto es lo que parece más probable para todas las calizas que contienen fósiles.

Pero lo que prueba todavía mejor que los relieves primitivos del globo no parecen debidos, ni á vocales, ni alzamientos, son las modificaciones que han experimentado más tarde, por los hundimientos del suelo de terraplen y por erupciones que han surgido después, y que se continúan hasta nuestros días. Se puede en general dar á los productos de estas erupciones el nombre de porfídicos.

Las rocas graníticas son aquellas en que los minerales elementales se encuentran en pequeños fragmentos cristalinos mezclados.

Las rocas porfídicas tienen por el contrario por base una sustancia no cristalizada, en la cual se hallan diseminados pedazos más ó menos abundantes de rocas cristalizadas.

A esta última clase pertenecen todas las materias arrojadas en las erupciones volcánicas más modernas, aun en las más recientes, porque las eyecciones de los volcanes ardientes presentan todavía estos caracteres en un grado más ó menos desarrollado. A esta clase pertenecen también el pórfido cuarzos, en que el cuarzo viene á unirse á las rocas cristalizadas que forman su elemento; también se refieren á ella los demás pórfidos no cuaríferos, que comprenden las rocas basálticas y las formaciones volcánicas nuevas, las cuales se parecen de tal manera, que es difícil apreciar las diferencias. Las investigaciones de los geognostas establecen que todos los pórfidos tienen un origen volcánico, que se reconoce en las erupciones que los han arrojado, una serie que viene sin interrupción hasta las de los volcanes hoy en actividad.

Pero esta serie no se relaciona igualmente con las rocas graníticas; hay allí un espacio que hace perder el hilo y obliga á reconocer que no se puede seguir el punto de origen más lejos.

Si se comparan, en efecto, las erupciones porfídicas de origen volcánico con los granitos, se encuentra bien pronto una diferencia palpable, que debe impedir reconocer el origen volcánico de los granitos, mientras que las eyecciones de los volcanes ardientes conducen á reconocer el origen volcánico de los basaltos y de los pórfidos cuarzosos. Porque á pesar de que todos los conos de los volcanes presentan estratificaciones, estas no bastan para establecer el origen plutónico de los gneiss y de los micasquistos, puesto que no se encuentran ninguno de los verdaderos caracteres volcánicos sobre los granitos, y esta estratificación puede también ser debida á la causa acuesa ó á la descomposición, como veremos muy pronto.

Los granitos forman largas cordilleras de montañas no interrumpidas, mientras que las erupciones porfídicas no han dado origen sino á los picos aislados de forma cónica, que rara vez están reunidos, ó si lo están no forman más que cordilleras muy cortas. Estos picos están dispuestos en líneas que no siempre son rectas, ó para hablar más exactamente, están diseminados y sin orden, como por zonas, por cuyo carácter presentan un punto de semejanza con volcanes modernos que se han reconocido siempre dispuestos de esta manera. Las zonas ó cordilleras de montañas porfídicas, afectan una dirección enteramente diferente de la de las montañas graníticas, y con frecuencia se las ve cortar á estas últimas; cuando se presenta este caso, las montañas llegan á una altura considerable. Así la altura extraordinaria á que se elevan los Alpes, debe sin duda su causa á la zona porfídica, que yendo del Norte al Sur, cortó la zona granítica que va del Este al Oeste. Se observa este fenómeno en las montañas porfídicas aisladas del Tiro, cerca de Glaris y en Lugano, localidades en que las montañas llegan á una altura prodigiosa, mientras que por el contrario, las ramificaciones en los montes Euganeos, que parten de la vertiente Sur de los Alpes, y aquella á que pertenece el Hohentwilt, no tienen más que una elevación mediana, porque pertenecen ya á la cordillera granítica. La altura del *Schneekapp*, en el pequeño *Schneeegrube*, puede muy bien tener por causa una erupción basáltica, como la elevación del Bockem, cerca de Ielfed, puede también haber sido determinada por el pórfido. Por estos peñascos de granito, lanzados á lo lejos y diseminados, que se encuentran en Suiza y en diversas partes del globo, sin apariencia alguna de boca volcánica de donde hayan podido partir, venimos en conocimiento de que la formación granítica no había podido elevarse á la altura á que la vemos. Estos peñascos de granito ó gneiss, vienen de las dos capas compuestas de estas rocas que existían ya hacia mucho tiempo cuando fueron rotas por los esfuerzos de aquella potencia que obraba debajo de ellas, en su seno ó en su

punto de contacto con otras capas. Existen aun otros muchos hechos que contradicen el alzamiento de los Alpes por el granito, pero sería demasiado largo enumerarlos.

A las reflexiones anteriores, tomadas en gran parte de Linck, añadiremos algunas otras no menos notables de Breislack, en su introducción á la geología.

Este sabio, que se ha dedicado especialmente al estudio de los volcanes, se ha esforzado en probar que los volcanes no están en comunicación con el fuego central, que él no admite, y que son debidos á causas posteriores á la primera formación del globo. La combinación del calorífero con los diversos materiales de las rocas primitivas, habría, según él, producido en dichas rocas, cierto estado de blandura, y emanaciones gaseosas, que unidas al enfriamiento y al movimiento de rotación de la tierra, habrían elevado las montañas primitivas, y formado los granitos, los gneiss, los micasquistos, los pórfidos y sus mezclas. Las mismas causas habrían formado también las cavernas que serían el asiento de los primeros volcanes y la causa de los hundimientos posteriores. Tal es, en pocas palabras, la idea fundamental de su sistema, que no examinaremos por el momento, pero que era útil indicar, para comprender sus reflexiones.

«Se observa, dice, en algunas montañas secundarias cierta disposición de capas en una cara, y pasado un ángulo, se ve otra disposición contraria en la cara contigua á la cual debería corresponder la continuación de las mismas capas. Por otra parte, frecuentemente he observado en las rocas de las montañas, algunas líneas paralelas que parecían ser divisiones de capas, y siguiendo durante un cierto tiempo sus vestigios, se veía que desaparecían, y que estas capas aparentes eran otras tantas divisiones de capas más grandes, que resultaban también de otras divisiones de las rocas.

»La observación hecha por Saussure, sobre el camino que conduce de Lyon á Ginebra, es muy espiciosa. A la distancia de un cuarto de legua de Nantua, se ve, sobre la derecha, una pequeña montaña caliza aislada de forma cónica, compuesta de capas verticales por un lado, y por el otro dobladas en arcos que rodean la montaña como las capas de una cebolla. En algunos puntos estas capas están divididas por anchas quebradas. Aunque se multipliquen los cataclismos y las convulsiones, jamás será posible imaginar la formación de tales capas; por el contrario, es muy fácil ver en ellas los progresos de la descomposición, que, muchas veces, sin atacar los elementos de una sustancia petrosa, puede separarla en algunas partes, y dividirla en masas que tengan un aspecto de regularidad.

»Yo he visto, cerca del mar, algunos escollos calizos, hendidos de manera que formaban grandes paralelepípedos tan regulares, que recordaban la idea de los basaltos; sin embargo la dureza y la cohesión de la piedra, no estaban diseminadas. Swinburne se engañó una vez por esta apariencia, de tal modo, que hablando de las islas de las Sirenas, cerca del golfo de Nápoles, afirmó que había prismas de basalto en su playa, mientras que no hay sino escollos calizos, que por su descomposición, han tomado una forma cuadrilátera grosera.

»Me parece que los geólogos no han considerado con toda la extensión necesaria, la manera de obrar de la descomposición, y las modificaciones que puede ejercer en la apariencia exterior de las rocas. Esta fuerza, producida por la acción lenta, pero continua de la luz, del calórico, del agua, ya líquida, ya en el estado de hielo, del aire, tranquilo ó agitado por los vientos, de los vapores, de la electricidad, y de todos los fluidos gaseosos que se esparcen ó se producen por medio de nuevas combinaciones en el seno de la atmósfera; esta fuerza, digo, que no ha cesado jamás