

nas veces los lechos paralelos de pedernal han sido encorvados por fallos, sin que haya indicios de roturas, y partes rajadas y desunidas han sido soldadas de nuevo por la materia sílicea.

El pedernal se hallaba, pues en estado pastoso; se ha formado, pues, en aquel sitio por la influencia de la sílice hacia los puntos de atracción; su presencia en la creta no es una verdadera objeción contra el origen pelagiano de esta roca, y desde luego este origen está probado por los fósiles.

Origen litoral y fluvio-marino de la caliza grosera, y transporte de los fósiles de esta roca. Encima de la creta y reposando sobre ella, otra formación, la de la caliza grosera, presenta caracteres muy diferentes. Aquí los materiales marinos han sido impelidos y elevados violentamente por las olas de los fondos hacia las riberas; estos son masas de conchas de todas dimensiones, rotas, trituradas ó descompuestas en su sitio y reemplazadas por moldes é impresiones. Han pertenecido á moluscos que vivían á orillas del mar. Por lo demás, estos depósitos groseramente estratificados se han formado sin embargo lentamente, lecho por lecho, y no son, por consiguiente, el efecto de una acción brusca y desordenada, sino sometida á una ley lo mismo que la que ha producido las arcillas y la gres. Los bancos de esta caliza presentan bastante frecuentemente lechos delgados, numerosos y muy distintos, y las diferencias existen á un mismo tiempo en el grano y en los fósiles. Tal lecho no contiene telinas; tal otro, solo ceritas; y otro, solamente *nummulitas*, ó si el mismo género, reaparece, la especie no es siempre la misma. Así vemos á nuestros mares arrojar sobre sus costas, bien una especie, bien otra, según las épocas, los años y los lugares; y en la misma costa algunas ensenadas difieren por los lechos de conchas que el mar arroja en ellas, pero estas conchas están siempre muertas y vacías. ¿A que se debe la diferencia de posición de estos fósiles? Evidentemente á las mismas causas que obran aun hoy, es decir, al cambio de dirección de las corrientes marinas que obran sucesivamente sobre puntos donde viven y mueren especies diferentes; á la diferente exposición de las costas y sus ensenadas al viento, etc. Por esto, y otras muchas causas, se explica esta sucesión de fósiles diferentes, y la delgadez de los estratos donde están empastados. Pero, como quiera que esto sea, todas estas circunstancias concurren á probar que la caliza grosera es un depósito de ribera.

Pero contiene también vegetales terrestres, conchas fluviales, dientes de cocodrilo, etc.; y estos fósiles se encuentran aun en mayor cantidad en margas de lignitos intercalados en la caliza grosera. Hay pues, dos causas que han confundido sus efectos, el agua dulce y el agua marina; esta caliza litoral es pues, al mismo tiempo un depósito de embocadura.

Hemos dicho que las calizas eran marinas, y esta es la regla; tienen sus excepciones que la confirman. Existen calizas de agua dulce, caracterizadas por *planorbos*, *paludinas lymneas*, semillas y troncos de *chara*; etc., géneros propios de las aguas fluviales ó lacustres. Todos estos fósiles se observan en las margas calizas de los terrenos parisienses; las semillas de *chara* se ven en la misma capa en Passy y mas allá de Bicetre.

Los fósiles de las arcillas, de las arenáceas y de las margas, prueban que estas rocas han sido depositadas por aguas dulces. Las demás rocas tienen igualmente sus fósiles que las caracterizan y nos hacen conocer su origen. A las arcillas y á las margas, á los depósitos yesosos y arenáceos, pertenecen casi exclusivamente no solo los vegetales y los mamíferos terrestres, los insectos, las aves, en una palabra, todos los cuerpos organizados procedentes de las tierras, sino también los animales fluviales y todos esos grandes reptiles de embocadura, cuyos géneros no se co-

nocen vivos en su mayor parte, los ictiosaurios, los cocodrilos, los plesiosaurios, los pterodactilos, etc.

Los depósitos arcillosos contienen plantas terrestres, animales de agua dulce y de embocadura. Los fósiles están agrupados por familias, ó á lo menos las familias están poco mezcladas; cada capa contiene casi sus fósiles. Las conchas son muy ligeras, ordinariamente colocadas de plano y bien conservadas. Los esqueletos de reptiles están aun enteros. Se ve que estos restos seguían el hilo de agua y que han sido depositados con lentitud. Hay mucha homogeneidad en la materia de la roca, la acción de que es efecto ha venido de arriba; es un río y una formación fluvial ó fluvio-marina; la distancia á que penetra en el mar es indiferente. Si hay mezcla de los fósiles de agua dulce y de los fósiles marinos, es siempre fácil distinguirlos: los de agua dulce están generalmente mejor conservados, porque el mar remonta sus materiales y los rompe, mientras que los de los ríos vienen flotando y descendiendo á depositarse por su propio peso.

En general los fósiles de las rocas arenáceas nos obligan á atribuirlos á la misma causa que las arcillas, y á ver también en ellos productos del lavado de las tierras por las aguas continentales. En las arenas ó gres, como en los esquitos arcillosos, se encuentran impresiones y tallos de vegetales terrestres.

No nos detendremos mas en los fósiles característicos de las formaciones de agua dulce y en su manera general de existir en las diferentes rocas. Pero existen cuatro yacimientos célebres que pertenecen enteramente ó en gran parte á estas mismas rocas, de las cuales creemos deber ocuparnos de nuevo en detalle, porque han citado particularmente para establecer la tesis de las revoluciones del globo; queremos hablar de los depósitos piscíferos, de los elefantes de la Siberia, de los vegetales de las hulleras, y de las cavernas de osamentas. Se verá que estos grandes yacimientos, que responden de los otros, mejor interrogados por la geología observadora, habían hoy de muy distinto modo, y que su testimonio basta para poner fuera de duda, no solo el origen de sus materiales inorgánicos, sino también el transporte de sus fósiles, después de la muerte natural de los seres, por corrientes enteramente análogas á las de nuestros ríos y nuestros mares actuales.

CAPITULO XIX.

I. CAVERNAS DE OSAMENTAS.

Se han encontrado cavernas de osamentas en todos los países de Europa, en Italia, en Austria, Francia, Inglaterra; en Bélgica, en Alemania, en Hungría, en Siberia, etc., en diferentes puntos de América, como en el Brasil y en los Estados-Unidos, y hasta en la Nueva Holanda. Unas parecen haber sido producidas por las dislocaciones del suelo, y las otras por corrientes de agua subterráneas análogas á los remolinos de nuestros mares y de nuestros ríos.

Las cavidades por donde algunos ríos, como el Ródano cerca del fuerte de la Esclusa y el Charente, cerca de Angulema, pierden una parte de sus aguas, no parecen ser otra cosa sino la reproducción, en la naturaleza actual, de los fenómenos de las cavernas de osamentas: abundan particularmente en Grecia. En el mismo valle donde se abre la célebre caverna de Kirkdale en Inglaterra, el riachuelo de Hodges-Bridge se pierde todavía hoy en una cavidad análoga. Muchas veces aun las cavernas son atravesadas por arroyos ó simples hilos de agua. El pulimento de sus paredes demuestra igualmente la larga permanencia que las aguas hicieron en ellas en otro tiempo.

*Afectan formas tan extrañas como varias. Muchas

veces las diferentes cavidades de que se componen, separadas por tabiques ó por fondos, están colocadas á niveles muy diferentes y no comunican entre sí sino por pasos sumamente estrechos y fangosos, y algunas veces tan inclinados, que no se puede pasar de una á otra sino practicando escaleras ó sirviéndose de escalas. El limo, los guijos y los cantos rodados que las han llenado totalmente ó en parte, se hallan siempre estratificados y dispuestos en planos mas ó menos horizontales. Hay algunas veces limo y fósiles hasta en el extremo mismo de los tabiques de la caverna. Las osamentas existen á todas las alturas en el espesor de los lechos sedimentosos que las envuelven, y que llenan á veces las cavidades hasta su bóveda. En un gran número, la abertura en la superficie del suelo está llena de las mismas materias, y á cierta distancia sobre el suelo se ven masas de guijos y de cantos rodados. Las osamentas están algunas veces redondeadas, pertenecen á todos los géneros, y las mayores especies se hallan asociadas á las mas pequeñas; los mamuts, los rinocerontes, los hipopótamos, las hienas, los osos, los ciervos, los caballos, los bueyes, los lobos y las zorras, á los erizos, á los conejos, á los topos, á las ratas, á los murciélagos, á las aves y á los insectos. Pero los carnívoros exceden en número, y entre ellos dominan la hiena y el oso de Europa. La hiena es tan abundante en las cavernas de Inglaterra que se ha pretendido con exageración, que había hasta mil quinientos individuos en una misma. El oso es igualmente abundante y está aun mas esparcido. Existe en gran cantidad en las cavernas de todas las partes de Europa. En un solo punto se han desenterrado ochocientos dientes iguales de esta sola especie que representaban por consiguiente igual número de individuos. Estos huesos están casi siempre separados, amontonados confusamente, rotos, fracturados, y conteniendo sin embargo tan gran cantidad de gelatina como los huesos recientes, enterrados á profundidades variables en el limo osífero, mezclados algunas veces con huesos de otros mamíferos de especies indígenas, y mas rara vez á especies exóticas, y en fin en varias cavernas del Mediodía de Francia y de Bélgica, acompañados de huesos de la especie humana ó de algunos productos de sus artes. Con los restos de estos géneros se encuentran también frecuentemente conchas terrestres y fluviales, pero nunca conchas marinas, á no ser en las cavernas mas cercanas al mar.

Las osamentas no han sido arrastradas á las cavernas por animales vivos. Tal es en su generalidad el fenómeno de las cavernas de osamentas, cuya producción tenemos ahora que explicar. Decir que estos restos han sido arrastrados y amontonados por animales carnívoros á quienes las cavernas servían de guarida y que al morir han dejado en ellas sus propios huesos, es una opinión que no puede admitirse sin ponerse en oposición con todos los hechos.

Antes de la introducción del limo y de los guijos en las cavernas, los animales no hubieran podido ocuparla á causa de sus formas y de sus escarpados; no habrían podido arrastrar á ellas los grandes restos de paquidermos que se encuentran en ellas en tan gran cantidad y menos aun esqueletos enteros de mamuts, tales como los que se han desenterrado en número de tres en una sola caverna de la isla de Padresse.

La presencia de los restos de especies pequeñas no es menos embarazosa: ¿cómo suponer que grandes carnívoros, como lobos, hienas, tigres, etc., hayan perdonado y dejado tantas veces intactos los huesos de los campones, de los erizos, de las musarañas, de los topos, de las aves, etc.?

También podríamos hacer notar que no es entre el suelo de las cavernas y las materias sedimentosas donde se hallan colocados todos estos restos de seres organizados, sino en el espesor mismo de los depósitos

estratificados y á todas las alturas; y que existen aun en la parte superior de los tabiques á donde los animales vivos nunca habrían podido llegar. Sin embargo, no insistimos en esta última dificultad, porque se podría salvar suponiendo que las osamentas han sido removidas por las aguas, y que estas las han dispuesto por estratos con los sedimentos que acarrearban en las cavernas.

Pero existe otro fenómeno, comun á casi todas las cavernas y que no debemos olvidar.

Este es, el alabastro de cal carbonatada depositada en *estalactitas* en su techo, y en *estalagmitas* en su suelo actual por infiltración de aguas cargadas de moléculas calizas. Estas concreciones suponen bien, que en la época en que fueron producidas, las cavernas estaban sin agua, ó por lo menos en la extensión que está cubierta de ellas, porque las aguas que hubieran ocupado ó solamente lavado las cavernas habrían arrastrado las estalagmitas é impedido que se formara su depósito, pero la posición superficial de los depósitos estalagmíticos supone también que las cavernas estaban antes, y no han dejado hasta ahora de estar ocupadas por las aguas, y que por consiguiente no han servido de guarida á los animales antes de su ocupación. Porque si hubiera sucedido esto, las osamentas y el limo reposarían algunas veces sobre un primer lecho de estalagmitas; las concreciones se observarían sobre el suelo primitivo de las cavernas lo mismo que sobre su suelo actual, debajo como encima del depósito fosilífero, lo cual jamás se verifica: las estalagmitas nunca forman en las cavernas mas que masas superficiales; si han penetrado algunas veces en la parte superior del limo, es por medio de las hendiduras producidas por la contracción.

Otros geólogos han creído que los animales habían sido arrastrados á las cavernas por aguas diluvianas; pero la homogeneidad de los sedimentos, su disposición estratiforme y mas ó menos horizontal, rechazan esta interpretación. No se ven allí depósitos que presenten los caracteres de las formaciones diluvianas; después, se concibe difícilmente cómo una acción de poco tiempo habría podido reunir, en tan corto espacio, una gran cantidad de osamentas, pertenecientes á especies que viven solitarias, en familias separadas, dándose caza, y que tienen necesidad de dispersarse y extenderse para hallar una presa suficiente, como el oso, el león, el tigre, el lobo, la zorra, la hiena misma, etc.

Las osamentas no han sido arrastradas tampoco por irrupciones del mar sobre los continentes. No sería mas fundado el atribuir la ocupación de las cavernas á inundaciones marinas, porque no presentan fósiles marinos á no ser en los puntos en que se hallan muy inmediatas á los mares, y aun allí son bastantes raros. Llegamos, pues, por vía de eliminación, á la causa fluvial, y el resultado que acabamos de obtener por este método lo confirman plenamente las circunstancias del yacimiento.

Las osamentas han sido acarreadas al mismo tiempo que las demás materias por aguas continentales. La estratificación de los lechos indica una acción uniforme, tranquila y cotidiana, tal como la de los ríos.

Los fósiles únicamente fluviales y terrestres, nos conducen á la misma causa.

Su inmensa cantidad, hace suponer que la acción que los ha reunido y acarreado uno á uno á las cavernas, se ha prolongado durante muchos siglos; que estaba en contacto con extensiones considerables de tierras descubiertas, y que tenía una dirección determinada y constante para encontrar justa la abertura de las excavaciones; en estos caracteres se reconoce la acción fluvial.

Las costumbres de los animales que dominan en los depósitos limosos, presentan aun el fenómeno de las

cavernas, unido por otro concepto á la causa que se le atribuye. Debían frecuentar las orillas de los rios, ya por encontrar en ellas una vegetacion abundante y continua, como lo hacen el elefante, el hipopótamo, el rinoceronte, etc., ya para apagar su sed, como los ciervos, ya para buscar en ellas presas muertas, como la hiena, ó para hacer presas vivas, como los lobos, zorras, osos, etc. Estaban, pues, mas expuestos que los otros á ser arrastrados por las aguas, despues de su muerte, y ser arrastrados á las cavernas.

Pero ademas hay cavernas donde no se han encontrado todavía carniceros que hubieran podido llevar las otras osamentas.

En la caverna de Argo, en el departamento de los Pirineos Orientales, la roca que forma la caverna, es una caliza alpina; no se han recogido en ella osamentas de carniceros, y sin embargo los huesos que se han encontrado estaban surcados como los que se suponen roídos de las grutas de Lunel-Vieil y otras cavernas donde se encuentran carniceros; en la caverna de Argou se encuentran rinocerontes, bueyes, caballos, carneros y ciervos; animales todos que no tienen costumbre de habitar en cavernas; así los partidarios de la habitacion de las cavernas, á pesar de los surcos que presentan estos huesos, convienen en que han sido arrastrados por las aguas.

Los partidarios de la habitacion, viendo los huesos de hienas surcados, y como ellos dicen, roídos lo mismo que los de los herbívoros, han llevado la consecuencia hasta admitir que las hienas se habian devorado unas á otras.

En Australia se han determinado catorce especies de animales en las osamentas procedentes de una hendidura del valle de Wellington, en la Nueva Gales del Sur; varias de estas especies eran desconocidas; pero todas, á excepcion de una sola, pertenecian á los didelfos marsupiales ó kanguros, que estan muy esparcidos en aquel país y que no habitan las cavernas. Esta especie desconocida y extraña á los didelfos, ha sido atribuida al género elefante, hecho bastante curioso en aquel país si se confirmara. Otra masa de osamentas del mismo valle, contenia otra especie de kanguro, cuyo tamaño excedia en una tercera parte á los individuos que viven actualmente.

La diferencia de posicion de las cavernas, la comparacion de los fósiles de una con los de otra, y de este conjunto de restos con los seres vivos, prueban que todos los depósitos no pertenecen á las mismas circunstancias, y que hay accidentes locales muy diferentes.

Ahora bien; la causa fluvial ofrece aun la solucion de este nuevo problema.

Finalmente, la analogia de estas escavaciones con las hoyas de nuestros rios, debe hacérselas considerar como del mismo origen; á las aguas de los rios se deben, pues, atribuir tambien los depósitos de las cavernas y el transporte de sus fósiles, porque la posicion de las stalagmitas en la superficie superior del limo osífero, prueba que las cavernas han continuado sin interrupcion, y hasta el fin de los depósitos, ocupadas por las aguas que las han producido.

Así, el estudio de las cavernas de osamentas, prueba que los fósiles han sido trasportados á ellas, y que los depósitos arenáceos y arcillosos son materiales derivados de las tierras descubiertas y acarreadas por los rios.

II. Elefantes de la Siberia;

Entre estos numerosos cadáveres de elefantes, se encuentran algunos que el frio ha conservado bajo los hielos ó en los lechos de guijo, á lo largo de las orillas del mar, y que estan aun mas ó menos cubiertos de su piel y de su pelo. Pallas creyó que habian sido arrastrados por grandes oleajes ó cataclismos; Buffon

se sirvió de este hecho para establecer su tesis del enfriamiento sucesivo y general de la tierra; Cuvier pretendió ver en él la prueba de un enfriamiento súbito y local producido por una de sus irrupciones marinas. Muchos geólogos han atribuido al diluvio la destruccion de todos estos grandes mamíferos.

Pero todas estas interpretaciones han sido abandonadas, el yacimiento indica muy claramente que los elefantes de Siberia han sido arrastrados y depositados por los rios.

Observemos, en primer lugar, que la Siberia no es, como se pudiera creer, el único país en que se han encontrado elefantes de especies perdidas. En todas partes los hay: en Francia, en Inglaterra, en Italia, en España, en los Estados-Unidos, en el Perú, etc.; y en todas partes se les ve en rocas arenosas ó margosas que los otros fósiles deben hacer considerar como depósitos fluviales ó de embocadura. Tal es la ley, y el yacimiento de la Siberia no forma excepcion.

Es verdad que las osamentas del mamut, ó elefante de gran tamaño, abundan en Siberia y en varios otros puntos del Imperio ruso, hasta el punto de que los habitantes de aquel país trafican en su marfil fósil. Pero no existen solamente á orillas del mar; se empieza á verlos desde la salida de los grandes rios, del Oby, del Lena, etc., es decir, á mas de cien leguas del mar, y parecen aumentar á medida que se acercan á las embocaduras. Se manifiestan á diferentes alturas en los lechos de arena estratificados y sobrepuestos con regularidad; los sedimentos que los envuelven han sido, pues, acarreados y abandonados por una causa lenta, tranquila, sucesiva, análoga á la causa fluvial; los animales no han podido, pues, vivir en los puntos que sus cadáveres ocupan, ni aun sobre otros puntos de la llanura de la Siberia, puesto que el estudio del suelo prueba que aquel país se hallaba entonces bajo las aguas. Algunas veces hay hasta ocho capas arenosas sobrepuestas, que contienen esqueletos enteros; su desaparicion no ha sido, pues, repentina: no han sido todos muertos de un golpe y al mismo tiempo, por un enfriamiento súbito y local del clima, ó por cualquiera otra causa repentina, sino que han muerto en épocas muy diferentes. Por otra parte, estos mismos elefantes, y estos mismos rinocerontes de las arenas de Siberia, se encuentran aun en las cavernas de osamentas del mismo país, y notablemente en una del gobierno de Tomsk, donde estan acompañados de dientes de dromedarios, de osamentas de llamas, especies tambien de los países cálidos, y la última, de las cuales habita casi exclusivamente las montañas.—Con estos animales, hay otros que pueden vivir en latitudes diferentes; estos son, el auroc, la hiena, el oso, el lobo, el buey, los ciervos, etc.; seria preciso, pues, admitir que la temperatura de la Siberia ha cambiado en varias épocas, ó referir á la misma la ocupacion de las cavernas y el depósito de las arenas. Las arenas estan estratificadas ó formadas de lechos que han ido cubriéndose sucesivamente; los animales han sido, pues, conducidos uno á uno por la causa lenta y sucesiva que los ha depositado muchas veces hasta en el mar. Es verdad que, sin hablar en este momento de los que solo han sido cubiertos por los hielos, los elefantes conservados no se han encontrado hasta aquí sino bajo los guijos de las orillas del mar; pero subiendo mas arriba, se han visto estos mismos elefantes, en esqueletos enteros, en lechos estratificados sobre el trayecto de las corrientes actuales; el transporte, pues, se ha verificado por estas mismas corrientes. Las aguas que han acarreado los mamuts de las Rusias, han debido obrar de Sur á Norte; porque sus restos parecen tanto mejor conservados, mas completos y mas numerosos, cuanto mas se aproximan á la embocadura de los rios; no es esto lo que debia suceder con los cadáveres de animales acarreados en esta direccion, por

corrientes de agua, tales como los extensos y apacibles rios de Rusia? Eugenio Robert ha examinado las osamentas de los mamuts que posee la academia de ciencias de San Petersburgo, y ha observado, que las dos mejores cabezas que encierra aquel establecimiento, contienen aun mucho limo gris blanquecino, untoso al tacto, que mancha, análogo, en una palabra, al que depositan aun los grandes rios de la Rusia.

¿Dónde, pues, ha vivido esta numerosa y poderosa especie de paquidermos, puesto que no se puede suponer que el país donde ha diseminado sus restos haya sido su patria? Se puede creer que habitaba las llanuras y los valles de las montañas que rodean la Siberia, y hacia las orillas del mar Caspio cuya temperatura corresponde á la de las partes centrales de la Francia. Podia frecuentar las cuencas de los afluentes de los grandes rios rusos, que toman su origen en un clima poco diferente de aquel que los elefantes vivos habitan ordinariamente. Por otra parte, no parece necesario buscarlos un clima tan cálido como el de Africa y el de la Asia central, habitado por sus congéneres. Rappel de Francfort, asegura que en Abisinia, los mismos elefantes salvajes actuales, no vacilan en atravesar mesetas elevadas 8,600 pies sobre el nivel del mar; ahora bien á semejante altura, y á una latitud de 16 grados, estos animales encuentran circunstancias meteorológicas, semejantes á las que existen en las regiones bajas de las latitudes mas elevadas, lo que puede hacer comprender, cómo especies que nos parece que no salen de las comarcas tropicales, han podido ir á parar á países muy distantes de ellas, y de una temperatura muy inferior.

El elefante es acuático; como todos los animales de piel gruesa, no se separa mucho de los valles, si que las corrientes de agua que alimentan las yerbas abundantes que necesita para alimentarse y que empapan el suelo donde humedece continuamente su piel, para conservar la flexibilidad de sus movimientos. Los elefantes van en tropas; pesados y de grandes dimensiones, no pueden fácilmente huir del peligro, y sustraerse á la persecucion de los otros animales que les hacen la guerra, ni á la del hombre. Remontan las corrientes de agua delante de sus enemigos; pero no siéndoles entonces favorables las circunstancias climáticas y faltándoles el alimento, deben perecer sucesivamente poco á poco. Es por lo menos incontestable que todas esas antiguas cuencas fluviales, todos esos lagos, todos esos terrenos pantanosos cuyos depósitos hollamos hoy, han debido al secarse ocasionar la muerte de una multitud de animales de este género. Estas observaciones se extienden á todos los grandes paquidermos, puesto que sus costumbres son las mismas. Mueren donde han vivido, en la inmediacion de las corrientes, se hallan pues mas expuestos á ser arrastrados por las aguas. Así los vemos representados en estado fósil por un número mucho mayor de especies y de individuos que las otras familias. Los elefantes muertos pueden flotar durante un mes en la superficie de las aguas ó entre dos aguas y encontrarse á los pocos dias, á cuatrocientos ó quinientas leguas de su punto de partida. Aquellos, cuyos cadáveres hubieran resistido á la descomposicion, en virtud de su piel gruesa, elevados por las aguas, en la época de las crecidas ó hinchados por los gases que facilitaban su acarreo habran descendido hasta los deltas helados de los rios de la Rusia donde los observamos hoy. Así se explica por una parte, la mayor abundancia de estas osamentas en los terraplenes fluviales que en cualquier otro punto, y por otra, la distribucion de todos esos restos huesosos mas ó menos enteros en las orillas de los rios de la Rusia, como se observa en los ribazos con todos los animales que perecen en nuestros rios.

En cuanto á los cadáveres de elefantes ó de rino-

cerontes conservados por el frio bajo los hielos y los guijos, es un hecho simplemente accidental, como el del derretimiento de los hielos y el deshielo de las arenas que ha permitido descubrirlos; y este hecho no tiene nada de asombroso cuando se sabe que en los parajes en que se encuentran, la tierra se halla constantemente helada á profundidades considerables y que nunca se deshiela sino accidentalmente á la de veinte y cinco pies.

Un mamut descubierto bajo los hielos le ha servido á Cuvier como prueba de que la última revolucion que destruyó los elefantes de Rusia, ha sido súbita y ha hecho glaciales las comarcas que habitaban. No está demostrado que este individuo en particular no haya vivido en Siberia despues de salir este país de las aguas. Pertenecia á una variedad particular cubierta de dos clases de pelos y muy capaz de soportar el frio del Norte, segun el mismo Cuvier. Los bueyes y otros ruminantes son bastante numerosos en Siberia; este elefante ha podido encontrar allí como ellos su subsistencia. Aun cuando la muerte de este individuo y de algunos otros, hubiera sido repentina y simultánea, no seria necesario para explicarla apelear á causas extraordinarias que no existirian en la naturaleza. Independientemente de la relacion directa de las fronteras de la Rusia con toda el Asia, donde viven aun los congéneres de los mamuts, es digno de notarse que hace casi tanto calor en verano en Siberia como frio en el invierno. A los seis meses de oscuridad suceden otros seis de luz continua; la vegetacion es tan hermosa al Norte de Rusia, por lo menos en el gobierno de Arcangel, como miserable es al Sur del Imperio. Eugenio Robert ha observado que durante seis semanas en 1839, el termómetro centígrado se ha elevado en Arcángel mismo de 28° á 30° á la sombra, y de 33° á 40° al sol. La temperatura del agua del mar Gracial en la superficie y cerca de las costas, era como la de Dwina de 21° á 22° centígrado. Se concibe, pues que en una época, mas ó menos lejana, hayan podido salir elefantes de las comarcas ardientes de su patria atravesar estepas incultas donde no encontraban un alimento suficiente, y estraviarse hácia el Norte de un país en que el frio habitual les haria perecer á todos á un tiempo al llegar á él, si lo que no está demostrado, era preciso aceptar su muerte repentina. En nuestros dias los carniceros de la India penetran á veces en las mismas comarcas. Existe en el Museo de San Petersburgo un tigre muerto en el corazon mismo de la Siberia.

Está pues demostrado que los elefantes y los rinocerontes de las capas regulares y estratificadas de la Siberia, no han muerto todos á un tiempo, sino sucesivamente; que no han vivido, en los lugares donde descubrimos sus esqueletos; que no han sido arrebatados vivos por corrientes diluvianas ó irrupciones del mar sobre las tierras descubiertas, sino que han sido trasportados despues de su muerte, y depositados por las mismas aguas continentales que las arenas que los han sepultado; que las causas naturales y actuales explican igualmente bien la conservacion de los esqueletos helados.

Si pasamos al exámen del yacimiento de los vegetales en las hulleras, demostramos tambien el origen continental de los sedimentos arenosos y carbonosos, y el transporte de los fósiles y de los vegetales por las aguas.

III. Vegetales de las hulleras.

Se distinguen tres clases principales de rocas carbonosas, el lignito, antracito y la hulla. La hulla procede de materias vegetales que han sufrido una larga alteracion; arde con llama y humo y da un olor bituminoso. Esta roca ha dado su nombre al terreno hullífero que la contiene en mayor abundancia. E

terreno hullifero se observa en una multitud de puntos; sus caracteres son tan marcados y tan constantes que no se le puede desconocer. Así forma un buen horizonte geológico, que sirve de punto de partida para determinar mas seguramente los grupos que le son inferiores ó superiores.

El carbon llamado antracito se parece á la hulla; pero es mas brillante y arde sin llama ni humo. Pertenecen en general á terrenos mas antiguos que la hulla. Los grupos medios del terreno primario ó de transición son los que le contienen en mayor cantidad.

Las especies vegetales del antracito no se diferencian de las de la hulla.

Los lignitos son tambien materias vegetales muy alteradas; pero en las cuales se reconocen frecuentemente las fibras ó las capas del leño; los hay sin embargo donde no se encuentra indicio alguno de organización. Se explotan algunos lignitos como carbon de piedra, arden con llama y humo, y dan ácido acético por la destilacion. Se encuentran depósitos y capas de lignitos en todos los terrenos, en la parte superior del terreno hullifero, en los puntos superiores y en medio de los terrenos secundario y en todas las partes de los terciarios. Los lignitos terciarios parecen especies vegetales diferentes de las de los demás terrenos.

En un hecho cierto para todo el mundo, el origen vegetal de todos estos depósitos. Pero Deluc consideraba las capas de hulla como vastas hornagueras cuyas diversas circunstancias habian determinado el enterramiento bajo capas de otras sustancias. Adolfo Brongniart, en su *Prodromo de una historia de los vegetales fósiles*, adopta y defiende la opinion de Deluc, y fundándose principalmente en la manera con que las plantas se conservan en las rocas que acompañan las capas de hulla, y en la presencia en muchos casos, de tallos verticales y tales como debian estar durante su vida. Otros geólogos han pretendido que los carbones de piedra eran bosques sepultados en su sitio, y sucesivamente destruidos por invasiones marinas y despues reproducidos de nuevo en el mismo punto.

Entre las rocas carbonosas el yacimiento de los vegetales en el terreno hullifero, es el que parece ofrecer una excepcion á la ley del transporte, de manera que si el transporte está demostrado respecto á él, no podrá ser dudoso para ninguna otra roca del mismo grupo. Podemos, pues, limitarnos al estudio del yacimiento hullifero; fieles al método que hemos seguido hasta aquí, siempre que nos ha sido preciso destruir las aserciones aventuradas de la geología hipotética, buscaremos las pruebas del hecho general del transporte en las circunstancias mismas de los hechos particulares que han parecido en un principio las mas contrarias; por este procedimiento evitamos repeticiones, dilaciones, ganamos tiempo, y los principios ganan en valor.

Hay pocos fenómenos tan notables en geología como esta inmensa acumulacion de combustibles vegetal, en cuencas poco extensas, dispuestas en líneas interrumpidas, y que se han comparado á sucesiones de valles colocadas en series; este fenómeno es aun mas singular cuando se reflexiona que los vegetales que han formado estos poderosos depósitos, no presentan ninguna impresion que se pueda referir con certeza á especies marinas; que no pertenecen mas que á siete ó ocho familias, y á un número de especies terrestres ó de agua dulce infinitamente menor que el que existe actualmente en los países mas limitados y menos favorecidos bajo este concepto.

Las cuencas hulliferas comprende muchas veces un gran número de depósitos sobrepuestos, alternativamente arenáceos, y alternativamente arcillosos y entre estos depósitos estan los carbones; pero hay

allí mezcla, paso, gradacion entre estas tres clases de rocas, y las separaciones nunca son claras. Las capas carbonosas frecuentemente muy poderosas, algunas veces muy delgadas, alternan en algunas cuencas hasta treinta ó cuarenta veces con los gres y las arcillas. El carbon de las últimas capas, tiene la mayor semejanza con el de las primeras; las impresiones y los tallos que contienen en gran cantidad las rocas arenáceas y arcillosas de la cuenca hullifera son tambien las mismas en las diferentes capas de cada serie. Encima ó en medio de la hulla, en algunas cuencas se intercalan calizas que contienen ammonitas, terebrátulas y otros fósiles marinos. Estos restos acompañan tambien algunas veces á la hulla. Tales asociaciones indican como hemos visto ya, depósitos fluvio-marinos ó de embocadura. Algunas veces tambien las materias carbonosas parecen haber sido depositadas en cuencas ó lagos. La cuenca hullifera del Saona y Loira, pertenecería á esta segunda clase. Otras veces aun las hullas han podido ser hornagueras trasportadas al mar ó á los lagos y quizá formadas en su sitio, lo que no es tan cierto.

Ya se ve la analogía que existe entre la ciencia hullifera marina y el grupo de la caliza grosera de los alrededores de Paris. Uno y otro sistema están formados de un conjunto de depósitos alternativamente arcillosos, arenáceos, calizos y carbonosos. En la caliza grosera, como en el terreno hullifero, las materias vegetales no están encerradas exclusivamente en la hulla ó en los lignitos; se les encuentra por impresiones de tallos y sobre todo de hojas bien determinadas en las arcillas y aun algunas veces en las calizas que acompañan á los lignitos, como en los gres y esquistos arcillosos que se intercalan en las capas de hulla. Sin embargo, Adolfo Brongniart reconoce que todos los vegetales de los terrenos terciarios estudiados detenidamente por su padre, han sido trasportados por las aguas; cree que plantas de lugares muy distantes y muy diferentes unos de otros, han podido ser depositadas en puntos bastante próximos; y aun llega á atribuir el depósito de la isla de Sheppey, en la embocadura del Támesis, depósito correspondiente á la arcilla plástica de la caliza grosera, á una causa análoga á la gran corriente del Océano, que con mucha frecuencia arrastra á las costas de Noruega frutos de las Antillas y del golfo de Méjico. Ahora bien, el que admite el transporte de todos los vegetales terciarios y notablemente de los de la isla de Sheppey, á pesar de su buen estado de conservacion, no podría sin contradecirse, considerar la conservacion de los tallos y de las impresiones de gres hullifero, como una de las mejores pruebas de haber sido sepultados en el sitio bosques antiguos que ellos representan; si en los esquistos y los gres hulliferos se reconocen los vegetales en la conservacion mas ó menos perfecta de sus tallos de sus ramas y de sus hojas, se puede muy bien sin acudir á causas extraordinarias, suponer que en el seno de estas capas de naturaleza diferente de la hulla, han encontrado circunstancias favorables, que les han preservado de una completa destruccion, ó que la hulla formada, casi únicamente de mantillo y polvo vegetal, ha sido traído por afluentes particulares, ó por las mismas corrientes que los gres y las arcillas, pero colocadas en condiciones diferentes como lo prueba por lo demás la diferencia de estas rocas. ¿No se encuentran igualmente y en gran número pedazos de troncos en las arcillas y aun en las calizas que acompañan á los lignitos del sistema parisien, mientras que los lignitos mismos no ofrecen por lo general indicio alguno de organizacion vegetal ó solamente impresiones de hojas?

Los troncos reproducidos por el gres del terreno hullifero estan como se supone colocados horizontalmente, extendidos y comprendido entre las hojas de los estratos. Sin embargo, se han encontrado algunos

que atravesaban verticalmente los gres y las arcillas, y varios geólogos han creído que habian formado parte de bosques sepultados y fosilizados en el sitio; se ha citado tambien este hecho en apoyo de la teoria de Jorge Cuvier, que por su parte atribuia el enterramiento del mayor número de los mamíferos terrestres á irrupciones reiteradas del antiguo mar. En las minas de Treuil, cerca de Saint-Etienne, es donde primero se observó esta disposicion vertical de algunos troncos de árboles.

Despues se han citado yacimientos análogos en otros puntos del terreno hullifero y aun tambien en la caliza de Portland que pertenece á los terrenos secundarios.

Los vegetales de las rocas Portlandianas ocupan un lecho de tierra negra ó mantillo, colocado entre dos capas de caliza. Se ha creído que despues del depósito y emersion de la caliza inferior, se habian desarrollado en ella vegetales, que con sus restos acumulados, habian elevado con el tiempo la capa de tierra negra, y que en seguida las aguas marinas habian venido á sumergirlos y habian depositado la capa caliza superior. Pero encima de la caliza superior se encuentra otra capa pequeña de materias carbonosas, de manera que seria preciso admitir hasta tres sumersiones sucesivas del mismo punto: una primera, que habria depositado la caliza inferior; una segunda que habria enterrado los troncos vegetales bajo la caliza media, y una tercera que habria sumergido al segundo bosque y le habria cubierto de un nuevo depósito de caliza.

Esta dificultad no es la única; en otros puntos de la misma formacion, donde se encuentran todavia troncos en esta posicion, la capa negra es de una delgadez que acaba por reducirse á nada, y los árboles se habrian encontrado colocados inmediatamente sobre la caliza sólida, donde habrian podido desarrollarse y sostenerse. En todos los puntos los árboles han sido rotos completamente, y es difícil comprender que estando adheridos á una capa tan delgada, no hubieran sido arrancados mas bien que rotos.

Finalmente, y esta última observacion es decisiva, la capa de tierra negra está formada de una sucesion de lechos pequeños muy distintos, que no permite dudar que ha sido tambien depositada por las aguas. El yacimiento parece tambien indicar las circunstancias que han presidido á su depósito, porque antes de la capa de tierra vegetal, se encuentra una capa de cantos rodados, cuya presencia induce á creer que aguas venidas de un punto mas elevado, han arrastrado al mismo tiempo la tierra vegetal y los pedazos de troncos que habran conservado descendiendo y alterándose esa direccion mas ó menos vertical que vemos aun tomar á la embocadura de muchos rios y sobre todo de los que acarrear arenas y maderas, cuya raiz es mas pesada que el tronco.

Volviendo á los troncos verticales del terreno hullifero, y fijándonos en el exámen de los de las palmeras, observadas en las minas de Treuil, que han sido especialmente citados como ejemplo por los partidarios de Deluc y de Cuvier, la observacion misma responde, que estas maderas cuya posicion es mas bien oblicua que perfectamente vertical, estan rotas y truncadas en su extremidad inferior, y que si por excepcion, algunas indican por las bifurcaciones de su base el origen de las raíces, estas raíces faltan siempre; no hay mas que troncos rotos redondeados y sin ramas. ¿Pero qué se ha hecho la tierra vegetal que los alimentó? ¿Cómo no hay una hendidura que indique por una línea entre los troncos y las bifurcaciones de su parte inferior, el antiguo suelo terrestre? ¿Cómo pudieron ser destruidas todas las ramificaciones de las raíces de los árboles, debiendo haber sido protegidas por el suelo á que se adherian, mientras que los gres presentan por todas partes las impresiones de las ho-

jas y de los ramillos? ¿Cómo una inmersión lenta y sin transporte no dejó á los troncos verticales, ni sus ramas, ni raíces ni parte alguna del suelo que los alimentó?

Se han fijado todas las alturas en los gres hulliferos; los mas inmediatos, los que estan casi contiguos ocupan niveles tan diferentes, que el pie de los unos está colocado mas arriba de la cabeza de los otros. Ademas, la sustancia mineral que los cubre es tan semejante alrededor de ellos, encima y debajo, en naturaleza, composicion, color, y estratificación, que seria preciso suponer que han vegetado en arenas absolutamente idénticas á aquellas que las han sepultado mas tarde, puesto que es imposible distinguir una línea de separacion entre el suelo que los sostuvo y los sedimentos que los destruyeron.

Desde que se han hecho estas observaciones y otras muchas respecto á los troncos verticales de Treuil, de Saarbruck y de algunas localidades de Inglaterra, este fenómeno ha perdido toda su importancia; se ha comprendido que las circunstancias que le acompañan no permiten ver en ellos los restos de antiguas hornagueras ó de bosques submarinos, y que por el contrario concurren á hacer resaltar con mas evidencia el hecho general del transporte de los vegetales por las corrientes.

Los geólogos que han atribuido la hulla á bosques sepultados bajo las aguas marinas, han supuesto que los vegetales que crecian cerca de las costas, habian sido arrastrados, sumergidos por invasiones del mar y cubiertos con sus depósitos. Pero en primer lugar parece que todas las cuencas hulliferas no son marinas, y que el carbon ha sido tambien depositado en lagos; ademas el carbon de las cuencas marinas no está siempre en contacto con capas marinas; con mucha mas frecuencia le cubren gres y arcillas de agua dulce, como lo prueban los fósiles encerrados en estas rocas.

Hemos visto que en ciertas cuencas se podian contar hasta cuarenta capas de hulla, separadas por depósitos de otra naturaleza; habria, pues, necesidad de admitir cuarenta invasiones del mar en el mismo punto. El conjunto de los depósitos alternativos de hulla, de gres, de arcilla y de caliza, presenta algunas veces una potencia de 750 metros de profundidad; así el suelo en que se supone que se desarrollaron las plantas ó las hornagueras, se habria elevado sucesivamente 750 metros, y estas diferencias de nivel no habrian impedido al mar venir tantas veces á sumergir las hornagueras ó los bosques.

No se observa diferencia alguna entre la hulla mas profunda y la mas superficial; los vegetales envueltos en las últimas capas arenáceas y arcillosas pertenecen á los mismos géneros y á las mismas especies que los de las primeras; existen las mismas relaciones entre las diferentes capas de gres y las diferentes capas de esquistos arcillosos. Para explicar semejantes efectos y tan frecuentemente repetidos á tales profundidades, seria preciso necesariamente admitir que todas las circunstancias por parte de la tierra han permanecido invariablemente las mismas, durante toda esa larga serie de siglos necesarios para la realizacion del fenómeno entero; que despues de la retirada de las aguas del mar que habrian sumergido el primer bosque, y la desecacion de los rios que habrian cubierto sus restos con sus arenas y sus arcillas, un bosque nuevo formado exactamente de las mismas especies de vegetales, se habria desarrollado con el tiempo precisamente encima de la posicion del antiguo, esperando que otra irrupcion de Océano viniese á destruirle, y permitió mas tarde á nuevos rios sepultarle bajo sus depósitos igualmente compuestos de arenas ó de arcillas, los cuales quedando en seco, llegarían á ser el teatro de combinaciones absolutamente análogas á las anteriores, y así sucesivamente hasta el último bosque