

Las aves presentan unas diez especies, la mayor parte con esqueletos enteros; pero ninguna de ellas puede referirse á las especies vivas. La misma observación se aplica, según Cuvier y Agassiz, á los peces y á los reptiles. Entre estos últimos se encuentran cocodrilos y tortugas de los géneros *Emys* y *Trionyx*.

Los cuadrúpedos terrestres que abundan en esta formación, eran de los que habitan las llanuras aluviales y los pantanos, las orillas de los ríos y de los lagos, y se hallan por consiguiente más expuestos á perecer en las inundaciones. Se observan entre ellos diferentes especies del género *Palæotherium*, así como del *Anoplotherium*, tribu que se coloca entre los paquidermos y los rumiantes. Cuvier ha dado el nombre de *Xiphodon* á una de las tres divisiones de esta familia. Estos animales tenían formas delgadas y elegantes; una de las especies, el *Xiphodon gracile*, tenía poco más ó menos la estatura del gamo; el examen del esqueleto ha hecho decir á Cuvier que este animal debía ser tan ligero, tan gracioso y tan ágil como la gacela.

Cuando el osteólogo francés declaró á principios de este siglo, que todos los cuadrúpedos fósiles del yeso de París eran de razas extinguidas, esta opinión de parte de una autoridad tan eminente produjo una gran sensación, y desde aquella época se dió un nuevo impulso en Europa á los progresos de las investigaciones geológicas. Algunos sabios naturalistas en verdad, habían ya dicho anteriormente, que las conchas y los zoófitos de las rocas antiguas en Europa, pertenecían á razas que no existían ya; pero la mayoría de las personas instruidas continuaban creyendo que las especies de animales y de plantas hoy contemporáneas del hombre, habían sido creadas desde el principio con la tierra misma. Era fácil entonces combatir la nueva doctrina, porque cada instante se descubrían corales, conchas u otras criaturas desconocidas hasta entonces, y se podía preguntar por qué los mares no explorados aun, no habían de ofrecer formas vivas semejantes á las formas fósiles. Pero desde la publicación de las *Osamentas fósiles* de Cuvier, y sobre todo de su tratado popular titulado *Teoría de la tierra*, empezaron á prevaler ideas más adelantadas. Quedó claramente demostrado que la mayor parte de los mamíferos encontrados en el yeso de Montmartre se diferenciaban aun genéricamente de todos los conocidos hasta hoy, y quedó manifiesto que ninguno de ellos, y sobre todo las mayores, podía existir vivo ni aun en los continentes no reconocidos. La ausencia de toda especie actual en una fauna fósil tan rica, ofreció una prueba palpable de que el suelo habitado en otro tiempo no tenía relación alguna zoológica con el estado presente.

**CALIZA SILICEA Ó TRAVERTIN INFERIOR. B. 2.** La caliza silicea compacta se extiende sobre una gran superficie. Se parece al precipitado que depositan las fuentes minerales y presenta frecuentemente un gran número de cavidades pequeñas irregulares. Aunque generalmente desprovisto de restos orgánicos, contiene en ciertos puntos especies de agua dulce y especies terrestres; pero nunca fósiles marinos. La caliza silicea y la caliza grosera ocupan ordinariamente en la cuenca de París espacios separados; donde esta llega á su completo desarrollo aquella no presenta más que su menor espesor. Algunos autores las han descrito como alternadas hacia el centro de la cuenca en Sergy y Osny por ejemplo; Prevost dedujo de aquí que en el Norte, donde la bahía se abría probablemente hacia el mar, se depositó una caliza marina, mientras que se formó un depósito de agua dulce al Sur, es decir, en el origen de esta misma bahía. Se supone que, durante el período eoceno como hoy, el Océano se extendía al Norte y el continente, donde existían los grandes lagos, al Sur. Se puede admitir que de esta región Sur descendía una corriente de

agua cargada de carbonato de cal y sílice, cuyo volumen bastaba para enfriar la parte superior de la bahía. De que el yeso, al cual se asocian la marga y la cal, presente hacia el centro de la cuenca un espesor más considerable que la caliza grosera y la caliza silicea, Prevost deduce la consecuencia de que en el tiempo en que estos dos depósitos se formaban, uno hacia el Norte y otro hacia el Sur, un río viniendo del Este cubría el centro de sedimentos margosos y yesosos.

**GRES DE BEAUCHAMPS Ó ARENAS MEDIANAS. B. 3.** En algunas partes de la cuenca de París, margas y arenas llamadas gres de Beauchamp ó arenas medianas, separan los lechos yesosos de la caliza grosera propiamente dicha. Estas arenas, en las cuales abunda una nummulita pequeña (*N. variolaria*), contienen más de trescientas especies de conchas marinas, algunas de ellas particulares, y otras comunes á la división siguiente.

**CALIZA GROSERA SUPERIOR Y MEDIANA. B. 4.** La división superior de este grupo se compone en su mayor parte de caliza compacta y frágil con margas verdes intercaladas. En algunos puntos las conchas presentan una mezcla de *Cerithium*, *Cyclostoma* y *Corbula*; en otros de *Limnaea*, *Cerithium*, *Paludina*, etc. Con estos últimos se han encontrado huesos de reptiles y los mamíferos *Palæotherium* y *Lophiodon*. La división mediana ó caliza grosera propiamente dicha, presenta efectivamente una estructura grosera; frecuentemente pasa á arena. Esta es la que contiene el mayor número de conchas fósiles características de la cuenca de París. Se han podido extraer de un solo punto, cerca de Grignon, más de cuatrocientas especies que yacían en una capa de arena caliza casi enteramente formada de conchas quebrantadas, entre las cuales se distinguen, mezcladas y en un estado de conservación perfecta, especies marinas, terrestres y de agua dulce. Es posible que las conchas marinas hayan vivido en el punto mismo donde se la encuentra hoy; pero los *Cyclostoma* y *Limnaea* deben haber sido llevados por ríos ó corrientes, y la cantidad de restos triturados indica que el movimiento de las aguas era considerable.

Nada es más sorprendente en este conjunto de testáceos fósiles, que la grande proporción de las especies que se refieren al género *Cerithium*. No se cuentan menos de ciento treinta y siete, casi todas en la caliza grosera. La mayor parte de los ceritos vivos habitan el mar; cerca de la embocadura de los ríos, donde el agua es salobre, la cantidad que se encuentra en el terreno marino de que hablamos, concuerda pues con la hipótesis de que la cuenca de París habría formado en otros tiempos un golfo al cual llevaban varios ríos el tributo de sus aguas; los sedimentos abandonados por algunas de ellas formarían los lechos de arcilla y de lignito, mientras que la caliza silicea habría sido precipitada más lejos hacia el Sur.

En algunos puntos de la caliza grosera de París, se encuentra una piedra propia para la construcción y que los geólogos franceses han llamado *Caliza de Miliolitas*. Se compone casi enteramente de foraminíferos microscópicos. Como esta piedra jamás se encuentra en los faluns ó en las capas miocenas de la Bretaña y de la Turena, sirve para distinguir las formaciones eocenas de las miocenas esparcidas en estas provincias y en las inmediatas. El descubrimiento de restos de *Palæotherium* y de otros mamíferos en algunos de los lechos superiores de la caliza grosera, demuestra que estos animales terrestres han vivido antes de la formación de los depósitos yesosos, cuya serie está debajo.

**CALIZA GROSERA INFERIOR Ó GLAUCONIA GROSERA. B. 5.** La porción inferior de la caliza grosera la cual contiene frecuentemente una gran cantidad de granos verdes, está caracterizada en Auvers cerca de Pontoise,

y más aun en las cercanías de Compiègne, por la abundancia de nummulitas, especialmente de los *N. levigatas*, *N. scabra*, *N. Lamarcki*; estos fósiles componen en gran parte algunas de las capas aunque no se encuentran en las mismas capas de la edad en la inmediación de París.

**ARENAS DEL SOISONÉS Ó SISLAS CONCHIFERAS. B. 6.** Debajo de la formación anterior se observan arenas llenas de conchas de un espesor considerable, sobre todo en Cuise-la-Motte, cerca de Compiègne, y en otras localidades del Soisonés á unos 80 kilómetros N. E. de París; se han descubierto en ellas cerca de trescientas especies la mayor parte de las cuales son comunes á la caliza grosera y á las capas de Bracklesam en Inglaterra; algunas son particulares al depósito. La *Nummulites planulata* abunda en ellas; pero la concha más característica es, la *Nerita corioidea* Lam. Este último fósil ocupa una gran extensión geográfica, porque según la observación de Archiac, acompaña la formación nummulítica desde Europa hasta las Indias donde la ha encontrado Cuth, cerca de la embocadura del Indio, al mismo tiempo que la *Nummulites scabra*. Entre las conchas de este grupo treinta y tres por lo menos parecen idénticas á las de la creta de Londres. Después de haber visitado Lyell á Cuise-la-Motte y otras localidades de las arenas inferiores, ha deducido en unión con Preswich, que estas formaciones son probablemente más modernas que la arcilla de Londres y quizá más antiguas que las capas de Bracklesham en Inglaterra. Si la arcilla de Londres está representada en Francia por estas arenas, es en todo caso de una manera parcial. Deshayes ha presentado el *Cardium porulosum* procedente de los lechos arenosos del Soisonés, como ejemplo de los cambios que se verifican en ciertas especies durante los períodos sucesivos de su existencia. Parece que sus diversas variedades caracterizan formaciones diferentes. En el Soisonés, esta concha no pasa de un corto tamaño y se distingue por varias particularidades que desaparecen en los lechos inferiores de la caliza grosera. En estos adquiere su tamaño total y toma caracteres que se modifican de nuevo en las capas superiores de la caliza grosera; estos últimos cambios de forma se conservan después al través de la serie marina superior ó eoceno superior.

**ARCILLA PLÁSTICA. C.** En la base del sistema terciario en Francia se encuentran inmensos depósitos de arenas entremezcladas á veces con capas de arcilla llamada *arcilla plástica*. Algunas otras fósiles (*Ostrea bellowacina*) abunda en algunos puntos de este depósito; en otros se encuentran conchas fluviátiles como las *Cyrcena cuneiformis*, *Malenia inquinata*, etc., comunes á las capas que ocupan la misma posición en el valle del Támesis. Hilos de lignito acompañan á las arcillas y arenas inferiores.

Inmediatamente encima de la creta que forma el fondo de todo terreno terciario en Francia, se observa generalmente un conglomerato ó brecha de pedernales rodados, angulosos ó cimentados por una arena silicea. Este conglomerato parece de origen litoral, é indica las profundas desnudaciones que ha sufrido la creta. En cuanto á decidir si las arenas de Thanet se hallan verdaderamente representadas en la cuenca de París, es una cuestión que todavía no está resuelta.

**VASTA EXTENSION DE LA FORMACION NUMMULITICA EN EUROPA, ASIA, ETC.** Refiere Lyell que visitando en 1815 la Bélgica y la Flandes francesa, para comparar las capas terciarias de aquellos países con las series de Inglaterra, encontró que todos los lechos comprendidos entre las formaciones del eoceno superior ó del limburgo, y del eoceno inferior ó arcilla propia de Londres, podrían dividirse perfectamente en tres secciones que presentan entre otros caracteres paleontológicos, tres especies particulares de nummulitas. N.

*vavidaria* en las capas superiores, *N. levigata*, en las capas medianas, y *N. planulata* en las inferiores. Había adoptado esta clasificación cuando observó que la superposición de estas tres especies había sido anteriormente reconocida por Archiac en 1842 en el Norte de Francia. El mismo autor en una monografía moderna, manifiesta que existe un orden casi semejante en la distribución de las mismas especies y de otras varias al Sur de Francia y en los Pirineos, así como en los Alpes, los Apeninos ó Istria. Las capas nummulíticas medianas están caracterizadas por especies más numerosas y mayores, y las capas superiores é inferiores por especies más pequeñas.

Archiac describe nada menos que cincuenta y dos especies del género *Nummulites*, y las considera á todas como características de las capas terciarias á que Lyell ha dado el nombre de eoceno mediano. En algunos casos raros, varias de ellas se separan de estos límites estrechos en el seno de las formaciones ya superiores, ya inferiores, pero es dudoso que ninguna de ellas, excepto la *Nummulites intermedia*, que pertenece también al eoceno mediano, suba tan alto como la formación miocena, ó descienda tanto como la arcilla de Londres. Ciertamente nunca se han encontrado, á la profundidad de las capas marinas contemporáneas de la arcilla plástica ó del lignito, en ningún país donde la geología se haya estudiado detenidamente. Esta consecuencia es el resultado inesperado de investigaciones recientes, desde hace algunos años, se había agitado la cuestión de saber, si las rocas nummulíticas de los Alpes y de los Pirineos no debían considerarse más bien como cretáceas que como eocenas. Brongnart fue el primero que señaló la identidad específica de varias conchas en las capas marinas de las cercanías de París con las de la formación nummulítica de la Suiza, cuando observó á estas últimas en la cumbre misma de Diablerets, una de las montañas más elevadas de los Alpes suizos, á más de 300 metros sobre el nivel del mar.

La caliza nummulítica de los Alpes, presenta frecuentemente un gran espesor que encuentra inmediatamente cubierta por una serie de esquistos de color oscuro, de margas y de gres de furoides, conjunto á que se ha dado en Suiza el nombre de *flysch*.

Las investigaciones de Murchison en los Alpes, en 1847, han demostrado que todas estas capas terciarias se encuentran en las partes más dislocadas y más elevadas de esta cordillera, á cuyo alzamiento se puede también señalar una fecha relativamente modernos.

La formación nummulítica, con sus fósiles característicos, hace un papel más importante que cualquier otro grupo terciario en Europa, en Asia y en África. Muchas veces llega á un espesor de muchos miles de metros y se extiende desde los Alpes á los Carpacios. Se halla muy desarrollada en el Norte de África, en Argelia y Marruecos por ejemplo. Se la ha observado en Egipto, donde formaba antiguamente las canteras explotadas para la construcción de las Pirámides, así como en el Asia Menor y al través de la Persia, cerca de Bagdad, hasta la embocadura del Indo. Existe no solo en Cutch, sino también en la cordillera montuosa que separa el Sind de la Persia y que atraviesan los pasos que conducen á Cabul; y aun se la ha seguido mucho más lejos hacia el Este entre la Bengala Oriental y las fronteras de la China.

El doctor Thomson ha observado nummulitas á una elevación de 5,000 metros sobre el nivel del mar, en la parte occidental del Thibet.

Lyell ha encontrado en gran abundancia, en las vertientes de los Pirineos, un marmol cristiano compacto, una especie que ha recibido de Archiac el nombre de *Nummulites puchi*; y que es común en las rocas de la misma edad de los Carpacios.



Otra especie muy grande, la *Nummulites expansa*, Sow., se halla esparcida no solamente en el Mediodía de Francia, en los alrededores de Dax, sino en Alemania, en Italia, en el Asia Menor y en Cutch, en fin hasta en los montes de Sylhet en las fronteras de la China.

En varias de estas localidades, en Cutch, por ejemplo, algunas conchas, tales como la *Nerita conoidea*, acompañan como en Francia á las nummulitas.

Diferentes observadores consideran la formación nummulítica, como perteneciente en parte á la época cretácea; este error viene sin duda de haber confundido un género mixto, las *Orbitoides* con las verdaderas Nummulitas.

Si se admite que la formación nummulítica ocupa el centro de la serie eocena, causa admiración la fecha comparativamente moderna que debe señalarse á algunas de las grandes revoluciones sobrevinidas en la geografía física de la Europa, del Asia y del África septentrional. Todas las cordilleras de montañas, como los Alpes, los Pirineos, los Carpacios y el Himalaya en que las nummulíticas constituyen el centro y las partes más elevadas, no debieron aparecer sino después del período del eoceno mediano. Durante este período, el mar cubría las superficies que estas cordilleras ocupan hoy, porque las nummulitas y los testáceos que las acompañan habitaban indudablemente el agua salada. Antes de estos acontecimientos que convirtieron una gran tabla de agua en continente, la Inglaterra había estado poblada de diferentes cuadrúpedos, de paquidermos herbívoros, de murciélagos é insectívoros, de opus y de monos.

Casi todos los volcanes apagados, que conservan vestigios de su forma primitiva, cuyas corrientes de lava pueden seguirse, son mucho más modernas que la fauna eocena de que se trata; además de estos monumentos superficiales de la acción del calor, las influencias plutónicas han operado durante el mismo

período cambios extraordinarios en la contestua de las rocas. Ciertas porciones de las capas terciarias de nummulitas han pasado en los Alpes centrales al estado de las rocas cristalinas, y han sido transformadas en mármol, cuarzo, micasquisto y gneiss.

#### CAPAS EOCENAS DE LOS ESTADOS-UNIDOS.

En la América del Norte, las formaciones eocenas ocupan á orillas de Atlántico, una extensión tanto más considerable, cuanto más se avanza hácia el Sur, desde el Delaware y el Maryland hasta la Georgia y el Alabama. Se encuentran igualmente en la Luisiana y en otros Estados situados al Este y al Oeste del valle Mississippi. En Claiborne, Alabama, más de cuatrocientas especies de conchas marinas con diferentes equinodermos y dientes de peces, caracterizan uno de los miembros de este sistema. En el número de las conchas se encuentra en abundancia la *Cardita planicosta*, la presencia de este fósil y de algunos otros más ó menos idénticos que las especies de Europa, parece probar que las capas de Claiborne son contemporáneas del grupo central de Bracklesham en Inglaterra, y de la caliza grosera de París.

Más arriba, en la serie, hay una caliza notable, llamada en un principio *Caliza de Nummulitas*, por el gran número de cuerpos discoideos y parecidos á nummulitas que contiene. Orbigny clasifica hoy estos fósiles en el género *Orbitoide*. El doctor Carpenter ha demostrado que pertenecen al grupo de los foraminíferos, y cree, que el orbitoide de que aquí se trata (*O. mantelli*), es de la misma especie que el de Cutch, en el eoceno mediano ó formación nummulítica de la India. La sección siguiente explica la posición de las tres subdivisiones de la serie eocena, números 1, 2 y 3, cuyas relaciones se han podido advertir y determinar en el condado de Clarke, entre los ríos Alabama y Tombeckbee.



El grupo inferior número 1, presenta un espesor de más de 30 metros, y comprende lechos de marga en los cuales se encuentra la *Ostræa selliformis*, que forma un banco desde el Alabama hasta la Virginia, y representa á la *Ostræa flabellula* del grupo eoceno de Europa. En otros lechos del número 1, se encuentran dos conchas de Europa, la *Cardita planicosta*, y el *Solarium canaliculatum*, así como un gran número de especies particulares á la América. Igualmente se ven en ellos corales, restos de peces placóideos y de rayas de espadas de espadones; todos estos fósiles afectan una semejanza genérica con los de las capas eocenas de Inglaterra y de Francia.

El número 2, es una caliza blanca, frecuentemente blanca y arcillosa, pero algunas veces muy compacta, y compuesta exclusivamente de carbonato de cal. Contiene varios corales particulares así como un nautilo grande, vecino de *N. Ziczac*; en el lecho superior

se encuentra un cetáceo gigantesco, al que Owen da el nombre de *Zeuglodon*.

Los huesos de este cetáceo son tan abundantes en el condado de Clarke, que caracterizan la formación. La columna vertebral de un esqueleto encontrado por el doctor Buckley, tenía cerca de 21 metros de largo, y en su inmediación se ha extraído otra espina dorsal de unos 15 metros.

Owen ha hecho observar que este enorme animal no pertenece á la clase de los reptiles, y que cada diente presenta una doble raíz (fig. 191) implantada en un doble alveolo correspondiente; esta opinión ha sido confirmada por los doctores Wyman y Gibbs.

El descubrimiento de un cráneo entero de otra especie fósil de la misma familia, ha probado que estos animales formaban parte de la familia de las ballenas, porque tenían los dobles cóndilos occipitales que se observaron exclusivamente en los mamíferos, así

como los huesos timpánicos convolutados que son particulares á los cetáceos.

Cerca de la unión del número 2, con la caliza sobrepuesta número 3, existen capas caracterizadas por las conchas siguientes: *Spondilus dumosus*, (*Plagiostoma dumosum*, Morton), *Pecten poulsoni* *Pecten perplanus* y *Ostræa cretácea*.

El número 3 es una caliza blanca, formada en gran parte por la orbitoide de Orbigny, y que se había considerado en un principio como una nummulita (*Nullantelli*); este fósil está mezclado con algunas lummitas, corales pequeños y conchas. El origen de esta piedra blanca y coloreada, como el de nuestra creta blanca, á la cual se asemeja mucho; parece, pues, que debe ser atribuido á la descomposición de estos foraminíferos. El país donde abunda presenta la misma ausencia de bosques que se observa sobre nuestras colinas de creta; ó bien no está cubierto más que por el *Juniperus virginiana*, como ciertos distritos cretáceos lo están en Inglaterra por el tejo y el enebro.

Algunas de las conchas de esta caliza son comunes á los lechos de Claiborne, pero un número mayor son particulares al depósito.

Se observará en la sección, que las capas números 1, 2 y 3, están, la mayor parte del tiempo, cubiertas de una gruesa formación de creta ó de arena sin fósiles. En ciertas partes del *bluff* ó quebrada del río Alabama, en Claiborne; los lechos números 1 y 2, están al descubierto de alto á bajo, mientras que en otros puntos la formación más reciente, número 4, forma el corte casi entero de la quebrada. La ausencia de restos orgánicos no ha permitido determinar aun la edad de esta masa superpuesta.

Las capas de piedras de molino de los Estados del Mediodía, contienen tan gran cantidad de fósiles referentes á los de Claiborne, que no es dudoso pertenezcan á esta misma división del grupo eoceno, pero Myell no ha podido descubrir completamente las relaciones de los dos depósitos en un corte continuo. Tuomey las considera como la porción inferior de la serie. Existe quizá una representación de los lechos de Claiborne en los puntos donde la caliza falta, y donde predomina la sílice procedente de la descomposición del feldspato. Se encuentran en ellos esquistos arcillosos, arenas cuarzosas, fango de un color rojo ladrillo, con venas de chert ó molar, que se explota como piedra de molar.

## CAPITULO XVII.

### GRUPO CRETÁCEO.

HABLEMOS del presente del grupo secundario superior, llamado comunmente creta, ó capas cretáceas, de la palabra latina *creta*, aplicable á esta caliza, notable en las partes de Europa donde ha sido extraída por primera vez. La diferencia marcada que existe entre los fósiles de los terrenos terciarios y de las formaciones cretáceas, ha hecho suponer por mucho tiempo, que había pasado un gran número de siglos entre las épocas de su creación. Fundándose en los cambios de fauna y de flora que la tierra había sufrido entre los períodos, el tiempo que habría separado el cretáceo y el eoceno habría sido tan considerable como el transcurrido entre el eoceno y los períodos recientes, á cuya historia hemos consagrado los últimos capítulos. Se han observado en diferentes puntos, durante la mitad del último siglo, depósitos de época intermedia entre la creta blanca y la arcilla plástica con sus arenas de los distritos de París y Londres. Estos monumentos tienen para el geólogo el mismo interés que ciertos hechos de épocas intermedias para los que se ocupan de la historia de las naciones unos y otros esparcen cierta luz sobre las edades

de timebras precedidas y seguidas de otras edades, cuyos anales nos son comparativamente mucho mejor conocidos. Pero estos monumentos geológicos nuevamente descubiertos, están lejos de llenar el vacío que existe; algunos se unen muy de cerca al eoceno; otros al tipo cretáceo; ninguno parece, al menos hasta el presente, poseer un carácter bastante distinto para obtener un puesto independiente en la gran serie cronológica.

En el número de estas formaciones intermedias están las arenas del Thanet (Prestwich). A la misma serie terciaria pertenecen también las divisiones belgas que Dumont llama landenianas y heersianas, divisiones probablemente más antiguas que las arenas de Thanet. Por otra parte, las calizas de Maestricht y de Faxoe, se unen más estrechamente á la creta, á la cual autoridades poderosas en Francia, han referido recientemente la caliza pisolítica.

Los lechos del landeniano inferior de Bélgica, se componen de margas y de arenas que contienen frecuentemente una gran cantidad de tierra verde, llamada *Glaucónia*. Se ven estos lechos en Tournay, en Angres cerca de Mons, y en Orp-le-Grand, Lincent y Landen, en la antigua provincia de Hesbaye, donde producen una piedra de construcción muy duradera y de una ligereza que hace muy fácil su transporte. Algunas raras conchas de los géneros *Pholadomya*, *Scaloria* y otros, se refieren específicamente á los fósiles de las arenas de Thanet; otros, como la *Astarte inaequilatera*, Nyst, son especies particulares. En la piedra de construcción de Orp-le-Grand, se ha encontrado un *Cardiaster*, género que según Forbes, no era todavía conocido en las rocas más modernas que la *Creta*.

En la aldea de Heers, cerca de Waremmé en Bélgica, y en Marline en el mismo canton, existe una marga ó *glaucónia* caliza, aun más antigua que el Landeniano inferior. Se ha clasificado generalmente en la serie cretácea, aunque nunca se haya presentado todavía bajo un aspecto verdaderamente cretáceo, es decir, con fósiles tales como la ammonita, baculita, belemnita, hippurita, etc. Aunque sus conchas sean en su mayor parte especies nuevas, contiene, según Hebert, una forma fósil eocena, la *Pholadomya cuneata*, que le asigna un puesto fijo en la serie terciaria.

**CALIZA PISOLÍTICA DE FRANCIA.** Los geólogos se han hallado menos acordes cuando han querido determinar las relaciones cronológicas de la roca de este nombre, que se encuentra en los alrededores de París, al Norte, al Mediodía y al Este como al Oeste, por ejemplo, entre las Virtudes y Laversine, entre Meudon y Montereau. Se presenta generalmente bajo la forma de una caliza grosera, de color amarillento ó blanquecino, cuyo espesor total es de unos 30 metros. Su extensión geográfica, según Hebert, no tiene menos de 180 kilómetros de Este á Oeste, y 150 de Norte á Mediodía. No se la encuentra sobre esta extensión de país más que en pedazos pequeños que reposan en estratificación discordante sobre la creta blanca. En un principio fue considerada por Beaumont como cretácea, porque lo mismo que la creta, había sufrido una desnudación anterior al período eoceno; pero fundándose en el exámen de cincuenta y cuatro especies fósiles, varios paleontólogos, entre ellos Orbygy, Deshayes y Arélinac, han declarado que su carácter era decididamente más terciario que cretáceo. Más recientemente, Hebert, habiendo encontrado en Montereau, en la misma roca pisolítica, una especie cretácea, el *Pecten quadricostatus*, al lado de otros fósiles comunes á la creta de Maestricht y á la caliza de baculitas del Cotentin, en Normandía, ha considerado esta formación como un miembro superior del grupo cretáceo. El *Nautilus Danicus*, y otras dos ó tres especies halladas en la misma roca, se encuentran



frecuentemente en la de Jaxe en Dinamarca; pero hasta el presente no se han encontrado en ella ninguno de los géneros ammonita, hamita, scafita, turritita, baculita ó hippurita. Es preciso confesar que la proporción de las especies particulares, muchas de las cuales tienen un aspecto terciario, es considerable, y la gran corrosión que las aguas han hecho sufrir á la creta blanca antes de la formación de la caliza pisolítica, es otra prueba de largo intervalo de tiempo que ha separado los dos depósitos. Se puede sin embargo considerar la formación pisolítica como de edad un poco mas próxima á la época secundaria que la roca de Maestricht.

Debe observarse que todas las capas arriba designadas, desde la arena de Thanet hasta la caliza pisolítica inclusive y aun la roca de Maestricht, presentan señales de desnudación experimentada en diferentes épocas, posteriormente á la consolidación de la creta blanca. Este hecho puede explicar hasta cierto punto el vacío notable que se observa en la serie de las rocas de Europa entre las épocas secundaria y terciaria; un gran número de capas que existía en otro tiempo habrán sido sin duda arrebatadas.

#### CLASIFICACION DE LAS ROCAS CRETÁCEAS.

Se divide generalmente el grupo cretáceo en series superior é inferior, comprendiendo cada una de ellas varias subdivisiones caracterizadas por fósiles particulares, que conservan á veces en vastas extensiones un carácter mineral uniforme. La serie superior es designada frecuentemente con el nombre de *Creta*, y la inferior con el de *Green sand* (*Gres verde*). Esta última denominación procede del color verde producido en ciertas capas por la presencia de granos de materia clorítica. La tabla siguiente comprende las subdivisiones mas comunmente adoptadas.

#### CRETÁCEO SUPERIOR.

- A. 1. Capas de Maestricht y caliza de Faxoe.
2. Cretácea blanca con pedernal.
3. Creta margosa ó creta gris ligeramente arcillosa.
4. Gres verde superior con lechos accidentales de chert y marga cloritada (*creta cloritada* de los autores franceses) en la parte superior.
5. Gault comprendiendo en él las capas de Blackdown.

#### CRETÁCEO INFERIOR (ó Neocomiano).

- B. 1. Gres verde inferior. Greensand, Ironsand, arcilla y lechos accidentales de caliza (rag de Kent).
2. Capas wealdianas, ó arcilla de Weald y arenas de Hastings.

**CAPAS DE MAESTRICHT.** Cerca de las orillas del Mosa en Maestricht, reposa sobre la creta blanca ordinaria con pedernal una formación caliza de unos 30 metros de espesor, cuyos fósiles forman un conjunto particular y se distinguen de las especies terciarias. Algunas son comunes á la creta blanca inferior; por ejemplo, el *Belemnites mucronatus* (fig. 201) y el *Pecten quadricostatus* que varios geólogos consideran como una simple variedad de *Pecten quiquecostatus* (fig. 216). Además de la belemnita, hay otros géneros tales como la baculita, y la hamita, que nunca se encuentran en capas mas modernas que la creta, pero que se hallan frecuentemente en las de Maestricht. Por otra parte, se observan las *Voluta*, *Fasciolaria* y otras univalvas que no existen ordinariamente mas que en las capas terciarias.

En el monte Saint-Pierre, en uno de los arrabales de Maestricht, la parte superior de estas capas se presentan en un espesor de unos 6 metros y abunda en corales y en briozoarios que se separan facilmente de la ganga. A esta parte superior sucede una caliza blanda y amarillenta de unos 15 metros de espesor, de donde se extraen piedras de construcción. Hacia sus hiladas inferiores es mas blanca y contiene accidentalmente nódulos de calcedonia.

Bosquet y Lyell que han examinado esta formación, han observado una faja de creta de 0<sup>m</sup>, 050 á 0<sup>m</sup>, 100 de espesor que contiene tierra verde y numerosos troncos de encinas; esta faja traza una línea de demarcación entre las capas que contienen los fósiles particulares de Maestricht y las de la creta blanca inferior. Esta última división se distingue por lechos regulares de pedernales negros nodulosos, y por algunas conchas tales como la *Terebratula carnea* (fig. 212) que faltan absolutamente en los lechos superiores á la faja verde. Algunos de los restos orgánicos que han hecho célebre el monte de Saint-Pierre se encuentran encima y debajo de esta faja de división; se distingue entre ellos el grande reptil marino *Mosasaurus* (fig. 193), saurio que podría tener siete metros de largo, y del cual se ha encontrado el cráneo y una gran porción del esqueleto. Estas especies de restos se observan principalmente en la piedra de sillería blanda que constituye el miembro principal de los lechos de Maestricht. En el número de los fósiles comunes á la creta de Maestricht y á la creta blanca, se puede citar el equinodermo representado en la fig. 194.

Lyell ha observado pruebas de una desnudación anterior á la creta blanca en el lecho inferior de la formación de Maestricht, en la aldea de Jendrain á unos 48 kilómetros S. O. de esta ciudad; en dicha localidad la base del depósito mas nuevo consiste principalmente en una capa de pedernales de la creta, rodados, negros, en medio de los ejemplares perfectamente conservados de *Thecidea radians* y de *Belemnites mucronatus*.

**CRETA DE FAXOE.** En la isla de Seeland, en Dinamarca, el miembro mas nuevo de la serie cretácea observada en las quebradas de Stevenskint, donde reposa sobre la creta blanca con pedernal, es una caliza amarilla que se usa para las construcciones de Faxoe; se compone de corales mas distintos aun que los de los bancos de corales modernos. Los trabajos de cantera descienden á una profundidad de mas de 12 metros, pero el espesor total es desconocido. Las conchas se hallan en su mayor parte en estado de moldes; un gran número pertenecen á moluscos univalvos muy raros en la creta blanca de Europa. Son dos especies de *Cyproca* una de *Oliva*, dos de *Mitra*, cuatro de *Cerithium*, seis de *Fusus*, dos de *Trochus*, dos de *Patella* una de *Emarginula*, etc.; en suma, mas de treinta univalvas spiroideas ó pateliformes. Algunos univalvos que las acompañan, así como equimodernos y zoófitos, son enteramente idénticos con los fósiles de la verdadera serie cretácea. Entre los cefalópodos de Faxoe, debemos mencionar los *Baculites Jaujasii* y *Belemnites mucronatus* conchas de la creta blanca. El *Nautilus danicus* (fig. 195) es característico de aquella localidad; tambien se observa en Erancia en la caliza pisolítica de Laversine, en el departamento del Oise.

Se encuentran en la piedra de Faxoe patas y cabezas enteras de un cangrejo pequeños *Brachyurus rugosus* (Scholettheim); crustáceos semejantes se encuentran en la roca de los arrecifes madreporicos modernos. Algunas partes de esta última formación coralina consisten en creta blanca terrosa que evidentemente ha sido producida al mismo tiempo que la masa. Este hecho no carece de cierta importancia, porque se relaciona con la teoría del origen de la

creta blanca; la descomposición de corales análogos á los de Faxoe, ha podido presentar un limo blanquecino que no podría distinguirse de la creta, y que se habrá dispersado á larga distancia sobre el fondo del Océano donde existían arrecifes de igual naturaleza.

**CRETA BLANCA.** Los lechos de creta mas elevados en Inglaterra y en Francia, consisten en una masa pura y blanca de caliza, ordinariamente demasiado blanda para las construcciones, pero que adquiere á veces cierta solidez. Esta roca se halla formada casi en totalidad de carbonato de cal; su estratificación es frecuentemente oscura, excepto cuando está señalada por fajas de pedernal, que á veces tienen algunos centímetros de espesor, son continuas en superficie ó mas frecuentemente están formadas de nódulos y separadas por intervalos de 60 á 120 centímetros.

A esta creta superior sucede ordinariamente en el orden descendente una gran masa de creta blanca sin pedernal despues de la cual viene la creta margosa ligeramente mezclada con materia arcillosa. En ciertos puntos del Mediodía de Inglaterra, el espesor del conjunto de las tres divisiones llega á 300 metros.

**EXTENSION GEOGRÁFICA Y ORIGEN DE LA CRETA BLANCA.** Es tan dilatada la superficie en que la creta blanca conserva un aspecto casi homogéneo que los primeros geólogos han desesperado de descubrir depósito alguno de fecha reciente que les sea análogo. Se puede seguir la creta pura hacia el Noroeste y Sudeste, desde la Irlanda septentrional hasta la Crimea en una longitud de cerca de 1500 kilómetros y á través de esta dirección, desde la Suecia meridional hasta el Sur de Burdeos, en otra longitud de mas de 1100 kilómetros. En la Rusia meridional, segun Murchison, esta roca llega algunas veces á un espesor de 180 metros y posee los mismos caracteres mineralógicos que en Francia y en Inglaterra; contiene tambien los mismos fósiles: *Inoceramus Cuvieri*, *Belemnites mucronatus* y *Ostraea vesicularis*.

Pero aunque ocupe en un espesor mayor ó menor, dilatadas extensiones, sería un error el creer que la creta ha existido siempre sin interrupción en la superficie cuyos límites acabamos de trazar. Basta echar una ojeada sobre las regiones del Pacifico donde abundan los arrecifes de corales, para observar en ellas ciertos archipiélagos como el Peligroso y el Radack, así como los diferentes grupos vecinos que se extienden en una longitud de 1700 á 2000 kilómetros y en una anchura de 600. El espacio á que Flinders ha propuesto dar el nombre de Mar de Coral es aun mas extenso, porque está limitado al Este por la barrera australiana, formada enteramente de roca de coral, al Oeste por la Nueva Caledonia, y al Norte por los arrecifes de la Luisiada. Aunque las islas se hallen bastante separadas en aquellos parages, el lodo que resulta de la descomposición de los zoófitos puede ser arrastrado muy lejos por las corrientes del Océano. Ya hemos indicado la semejanza de este fango con la creta, y hemos hecho observar que ciertas porciones de la creta que á primera vista parecen totalmente desprovistas de restos orgánicos, se manifiestan bajo el microscopio llenas de fragmentos de corales, de briozoarios, de esponarios, de valvas de entomostráceos, de conchas de foraminíferos y de infusorios aun mas pequeños.

Antes de estas observaciones, se habia sospechado que la creta podía ser de origen animal, aun cuando se hubiera borrado en ella toda señal de estructura orgánica. Esta atrevida idea se fundaba en parte en el hecho de que la creta consiste en carbonato de cal enteramente semejante al producto de los detritus de los testáceos, de los equinodermos y de los corales; se fundaba tambien en el paso á la creta que se observa en estos fósiles cuando se hallan medio descompuestos. Pero esta hipótesis pareció á muchos natu-

ralistas vaga é imaginaria, hasta el momento en que nuevos descubrimientos vinieron á confirmarla.

Se sabe por las descripciones del capitán Nelson, que existen en las islas Bermudas y en las de Bahama, varias cuencas ó lagunas rodeadas y casi cerradas por arrecifes madreporicos. En el fondo de estas cuencas se deposita un fango calizo, blanco, blando, que resulta no solo de la trituración de las coralinas, de los corales, de los despojos de foraminíferos, de moluscos, de equinodermos y de crustáceos, sino tambien, como Darwin lo ha observado estudiando las islas de corales del Pacifico, de la materia fecal arrojada por los equinodermos, el strombo gigante y los peces coralófagos. En los mares de las Indias occidentales, el strombo (*S. gigas*) ofrece un abundante tributo al lodo cretáceo por el depósito de sus bolas fecales compuestas de granos menudos de materia caliza desmolidizada que presenta una especie de estructura orgánica. Darwin ha descrito peces societarios del género *Scarus*, que ha visto en legiones numerosas en las aguas claras de los arrecifes del Pacifico, royendo pacíficamente corales vivos, de la misma manera que los cuadrúpedos herbívoros ramonean el césped. Sus intestinos, cuando se les abre, están llenos de creta impura. Esta circunstancia tiene interés si se recuerda lo perplejos que se encontraron los paleontólogos cuando por primera vez encontraron en la creta, ciertos cuerpos que llamaron en un principio *conos de alerces* y en los cuales Buckland hizo ver despues excrementos de peces. Estos coprolitos en espiral (figura 196) están, como las escamas y los huesos de peces fósiles de la creta, compuestos principalmente de fosfato de cal.

En las islas Bahama, el Angel de mar (*Cephalop-terus*), el unicornio (*Chatodon*) y algunos otros se alimentan de peces de escamas ó de corales.

Se puede observar hoy dia un fango que tiene este origen en los Atolles de las Maldivas; es arrastrado por estrechas aberturas, de las cuencas interiores de los arrecifes hacia el Océano, y colorea las aguas del mar hasta una distancia grande. Una vez desecado, es bastante semejante á la creta ordinaria; si se le sometiera á una presión mediana, la semejanza se haría probablemente mas completa.

Dana, en su descripción del arrecife madreporico de Oahu, en las islas Sandwich, dice que ciertas variedades de la roca se componen de conchas empastadas en una caliza compacta de consistencia tan sólida como una caliza secundaria, mientras que otras variedades se parecen á la creta, presentando su color, su fractura terrosa, su textura homogénea, su poco de dureza y dan tambien una buena piedra para escribir. El mismo autor ha descrito varios arrecifes de coral que hoy dia están creciendo, en los cuales se deposita una creta imposible de distinguir de la creta antigua. Lo que favorece sobre todo la extensión en anchas superficies sub-marinas de los elementos calizos de la creta, así como de los fósiles que se hallan sepultados en ella, es la poca densidad de las conchas de moluscos y de zoófitos comparada con la de la arena ordinaria y de la materia mineral. El lodo que resulta de la descomposición de estos fósiles, es igualmente mas ligero que el lodo arcilloso é inorgánico y mas fácilmente transportable por las corrientes, sobre todo en el agua salada.

**PIEDRAS AISLADAS EN LA CRETA.** Ya hemos indicado la ausencia habitual de arena y piedras en la creta blanca; pero la circunstancia de encontrarse esparcidas en el Sudeste de Inglaterra piedras de cuarzo y de esquisto verde, ha excitado con razon la sorpresa de los geólogos. Si las olas del mar y las corrientes son las que han acarreado estas piedras de las tierras que imitaban en otro tiempo el mar cretáceo á los puntos donde se encuentran hoy, ¿cómo es que al mismo tiempo no han arrastrado limo ni tierra á dichos pun-