

# La formation de la Terre

La Terre est née il y a 4,5 milliards d'années. Pour mieux appréhender les différentes périodes de l'histoire de notre planète, nous allons comparer cette durée avec une journée de 24h.

Peu à peu les grains de poussières s'agglomèrent. Plus tard apparaissent les planètes issues de l'accrétion de plus gros fragments. Ainsi la terre grossit grâce aux collisions pour atteindre sa taille définitive...

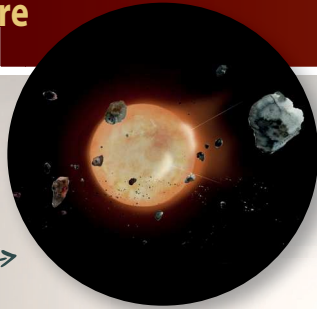


Illustration : Pierrick Legobien

...mais ce bombardement intense entraîne la fusion de la surface de la Terre et il faudra des centaines de millions d'années avant que sa température diminue et que les océans puissent enfin se former dans une atmosphère primitive très toxique. La vie, puis l'oxygène apparaîtront encore bien plus tard.

Planètes en formation (planétésimaux).

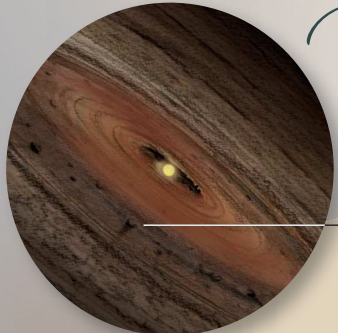


Illustration : Pierrick Legobien

Vue artistique du système solaire en formation. Le jeune Soleil est entouré d'un disque de poussières et de gaz. Ce disque n'est pas homogène, les grains de poussières s'agglomèrent pour former des planétésimaux, tels des grumeaux, qui seront à l'origine des futures planètes.

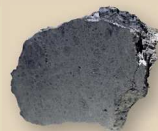


PHOTO : MARYSE AYMES, Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Que les grains de poussières initiales soient encore intacts (les chondres) ou qu'ils aient subi fusion et différenciation dans certains petits corps, l'étude des météorites renseigne une parcelle de l'histoire de la formation du système solaire. Comme la météorite tombée en 1821 à Juvinas, fragment de l'astéroïde Vesta.



Vue du cœur de la nébuleuse d'Orion. Ici se forment des étoiles avec leur système planétaire à partir de poussières et de gaz issus de l'explosion d'étoiles plus anciennes. Conditions très similaires à celles qui sont à l'origine de la formation du système solaire.

Notre étoile, le Soleil, et son cortège de planètes, dont la Terre, se sont formés à partir d'un nuage de poussières et de gaz issus de l'explosion d'autres étoiles dans la Galaxie.



Le Précambrien constitue la plus grande partie de l'histoire de la Terre. Cette longue période a vu l'apparition de la vie dans les océans.



La Pangée cambrienne, un continent de grande taille se fracture et donne naissance à deux masses continentales et quelques micro-continentes séparés par des océans. Des vestiges de ces anciens continents granitiques et de ces fonds océaniques où se déposent argile et calcaire parviendront transformés jusqu'à nous, formant les roches métamorphiques visibles aujourd'hui (gneiss oeilé, schistes et micaschistes).



La glaciation de la fin de l'Ordovicien va faire disparaître un quart des familles et la moitié des genres d'animaux marins. Par son importance, cette crise se situe au deuxième rang juste après l'extinction de la fin du Permien.



Au Silurien, les continents se rapprochent. Des roches sont entraînées en profondeur. L'élévation de pression et de température provoque leur transformation. Sans calotte glaciaire, les températures sont plutôt clémentes, tournant aux alentours des 20° Celsius.

# La vie se développe dans les océans

Fin du Précambrien il y a environ 550 millions d'années, (environ 21h00).



Illustrations : Pierrick Legobien

Les Coelentérés dominent avec des formes ressemblant à des méduses et des organismes en forme de feuille (Charnia). En fait la plupart des fossiles entrent difficilement ou pas du tout dans les embranchements actuels.

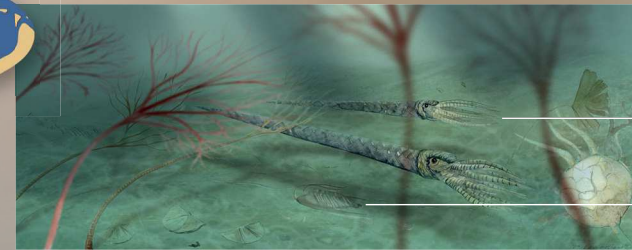
Le Cambrien de 550 à 470 millions d'années, (de 21h00 à 21h30).



Illustrations : Pierrick Legobien

Les Arthropodes représentent près de la moitié des espèces et beaucoup d'animaux sont incluctables dans les embranchements actuels. Les schistes de Burgess nous donnent un aperçu de la vie au Cambrien moyen (-510 millions d'années).

L'Ordovicien de 470 à 443 millions d'années, (de 21h30 à 21h38).



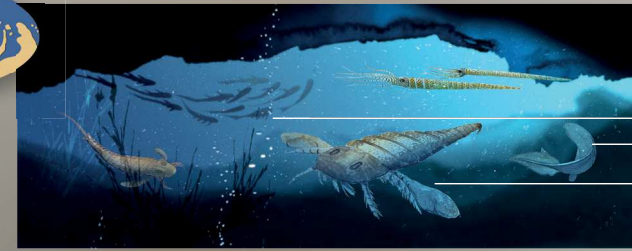
Illustrations : Pierrick Legobien

Des groupes qui étaient présents au Cambrien mais occupaient alors une place discrète, se diversifient.

Cameroceras (2 à 10 m de long)

Trilobites

Le Silurien de 443 à 419 millions d'années, (de 21h38 à 21h45).



Illustrations : Pierrick Legobien

Lors de la fonte des glaces, le niveau des océans remonte, ce qui permet à certaines espèces de se développer considérablement, notamment les scorpions des mers.

Acanthodians

Anaspides (poisson sans mâchoire)

Euryptéride (scorpion de mer), proche des actuelles Limules.





## DÉVONIEN



de 419 à 360 millions d'années  
de 21h45 à 22h04



## CARBONIFÈRE



de 360 à 300 millions d'années  
de 22h04 à 22h24

La collision des continents débute, l'océan se ferme.



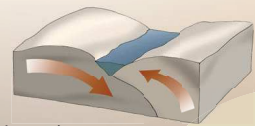
*Ichthyostega* : amphibien du Dévonien supérieur (env. 360 millions d'années). Doté de poumons et de quatre membres, il possédait certains caractères des poissons. C'est probablement l'un des premiers vertébrés à conquérir la terre ferme. Il mesurait environ 1 mètre.

La collision s'achève, la chaîne de montagne apparaît.



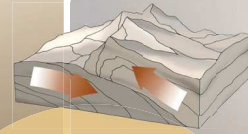
*Meganeura* (Libellule géante - envergure de 75 cm environ) - elle vivait à proximité des points d'eau dans les forêts tropicales. C'est l'un des plus gros insectes ayant vécu sur Terre.

En surface les mouvements d'extension de l'écorce terrestre créent de vastes zones en creux où s'accumulent des débris provenant de la destruction des hauts reliefs proches. La chaîne de montagne commence à être érodée.

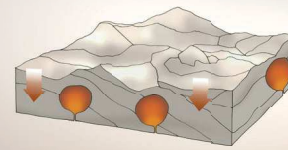


Les continents entrent en collision autour de 400 millions d'années.

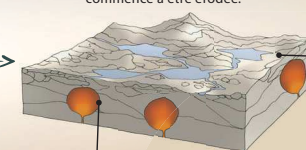
Le mouvement des plaques continue à favoriser le rapprochement des continents. L'océan diminue. Les sédiments et les autres roches associées s'empilent dans un espace qui se réduit. Cette superposition favorise l'augmentation de pression et de température à l'origine de la transformation des roches.



Entre 360 et 340 millions d'années, les effets de la collision s'intensifient, donnant naissance à une chaîne de montagne. Celle-ci, appelée chaîne hercynienne s'épaissit par empilement de nappes de roches. Le continent unique ainsi formé se nomme la Pangée.



A partir de 330 millions d'années, la collision perd de l'intensité pour finalement s'arrêter. La chaîne de montagnes, très épaissie, s'affaisse sous l'effet de la décompression. En profondeur, les roches fondent pour donner naissance aux premiers magmas de nature granitique.



Au tour de 300 millions d'années, une énorme masse de magma granitique se met en place à près de 15 km de profondeur. Elle donnera naissance par refroidissement lent au granite du Velay.

Dans les bassins, marécages et cours d'eau sinueux vont alterner. Les débris provenant de l'érosion de la chaîne de montagnes viennent recouvrir la matière organique issue de forêts luxuriantes qui bordaient les zones humides. Le charbon se forme alors par enfouissement de la matière organique.



Les schistes sont issus de la transformation des anciens sédiments argileux déposés au fond des océans. La déformation a créé une roche qui présente un feuilletage caractéristique.



Alternance grès/schiste



Les mica schistes sont facilement reconnaissables grâce aux nombreux micas aux couleurs chatoyantes.



Le granite est issu de la transformation ultime des roches, la fusion.



Les gneiss « œillés » proviennent d'anciens granites déformés sous l'action des contraintes dans les racines de la chaîne de montagne. Les cristaux de feldspaths rectangulaires des granites se sont étirés et déformés pour donner des formes en amande rappelant l'aspect d'un œil.

En profondeur, des nappes de roches sont déplacées sur de grandes distances sous l'influence de mouvements de très grande ampleur.

La croûte à l'aplomb de la chaîne hercynienne s'est épaissie et a pu atteindre 60 km d'épaisseur. Les montagnes ont pu s'élever à plusieurs milliers de mètres.



Les roches métamorphiques présentent souvent des plis qui sont des témoins des déformations intenses qui régnaient au sein de la chaîne de montagne, au cours de la collision.



Granite à gros cristaux avec une enclave de roche non fondue.



Belle migmatite

Des roches partiellement fondues accompagnent le granite du Velay. Ce sont des migmatites qui aujourd'hui se rencontrent dans le lit de la haute vallée de l'Ardeche.



Granite à cordiérite.

Le granite du Velay est une roche granitique présentant des petits cristaux imbriqués les uns dans les autres, on voit ici des taches marron. Il s'agit d'un minéral vert à l'origine, la cordiérite, qui s'oxyde.



Les conglomérats sont caractérisés par la présence de nombreux débris rocheux arrondis, des galets englobés dans un ciment très fin.



Les grès sont riches en débris fins où dominent les grains de quartz.



Les couches de charbon ont conservé des fossiles végétaux. On reconnaît facilement des feuilles fossilisées de fougères arborescentes.





# PERMIEN

de 300 à 250 millions d'années  
de 22h24 à 22h40

## L'érosion de la chaîne hercynienne se poursuit.



Le *Petrolacosaurus* était un reptile primitif. Sa petite taille d'environ 40 cm en faisait une proie de choix. Il ne devait son salut qu'à sa vitesse.

Le *Dimétron* avec son immense voile sur le dos. Il est considéré comme étant le premier vertébré terrestre ayant développé des dents crénelées. C'était un prédateur redoutable bien avant les dinosaures. Il pourrait être l'un des lointains ancêtres des mammifères. (Environ 3 à 4 m de long.)



Marques de queues de poissons durant la nage. (Photo : E. Fara)

Scène de vie du Permien inférieur. Les conditions sont encore proches du Carbonifère. Le climat deviendra ensuite très aride.

*Eryops* était un amphibien tétrapode caractérisé par un crâne massif. (Environ 2 m de long.)



Argilite montrant des terriers d'animaux fouisseurs



Empreinte de vertébré (Photo : E. Fara)



A la fin du Permien, l'érosion de la chaîne hercynienne se poursuit sous un climat marqué par l'aridité. Des débris fins ou grossiers sont transportés par des rivières divagantes sur une vaste plaine marécageuse située au pied des reliefs de la chaîne de montagnes. A partir de 260 millions d'années, l'érosion devient plus active et en quinze millions d'années la chaîne hercynienne est aplanie. Le climat chaud et très sec a favorisé la couleur rouge des différentes roches riches en oxydes de fer.



Empreinte végétale (Photo : E. Fara)



Conglomérat avec galets de schiste. Les conglomérats de galets proviennent de l'érosion de la chaîne hercynienne toute proche.



Alternance d'argilite rouge avec des bancs de grès fins rouges ou de grès grossiers.

Autour de 252 millions d'années, 95 % des espèces marines disparaissent à l'échelle mondiale. C'est la plus grande crise du vivant. Les causes sont multiples : changement climatique global, éruptions volcaniques, émissions de gaz toxiques ...



## TRIAS



de 250 à 200 millions d'années  
de 22h40 à 22h56



## JURASSIQUE



de 200 à 145 millions d'années  
de 22h56 à 23h13

L'érosion se poursuit sur des reliefs réduits à de simples bosses.



De grands reptiles sillonnaient de vastes plaines d'inondation. En témoignent les traces fossilisées de leur passage, pistes de dinosauroïdes à 3 doigts ou de type Chirotherium à 5 doigts. Les premiers dinosaures apparaissent autour de 230 millions d'années.

**Coelurosaurichnus**, reptiles de type « dinosauroïdes », un grand groupe au sein duquel naîtront plus tard les dinosaures.

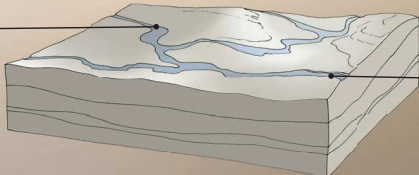


Photo : E. Fara

Empreinte à trois doigts, découverte aux environs d'Aubenas, attribuée à un dinosaure bipède ressemblant à *Coelophysus* ou *Liliensternus*.

**Chirotherium**, reptiles archosauriformes de type « pseudosuchiens », un grand groupe au sein duquel naîtront plus tard les crocodiles vrais.

Sous un climat aride, de multiples bras de rivières se rejoignent avant d'aller rejoindre la mer de cette époque : la paléotéthys. Au fil du temps, ces bras se déplacent. Les dépôts se superposent et les couches s'entrecroisent.



La disposition des couches indique le passage d'une ancienne rivière divagante vue en coupe.

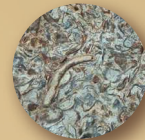
Les grès montrent une stratification oblique, c'est à dire des couches qui se terminent en biseaux, comme le montrent les pointillés. Ces formes de stratifications sont caractéristiques de dépôts fluviaux ou alternent, au fil des crues, des chenaux où l'eau surcreuse son lit ou au contraire dépose des sédiments et les comble (géosite du Baumicou à Vernon).



**RARISSIME**



Traces fossiles de cristaux de sel dans du grès, issus d'une évaporation intense dans une lagune sursalée liée à de timides invasions marines.



Dans les vergers de Vinezac, on retrouve d'abondants fossiles de coquilles de bivalves dans les couches sédimentaires du Jurassique inférieur.



Ammonite du Jurassique supérieur. Commune des Vans.



Ammonite pyriteuse du Jurassique moyen à Saint Etienne de Boulogne. (Moule interne)



Rostres de bélemnites : le rostre est la seule partie du corps qui se fossilise facilement. Jurassique moyen.

A l'échelle mondiale, le continent unique, la Pangée, se disloque.



Un bras de mer, la Téthys, s'installe et vient recouvrir une grande partie de la France.

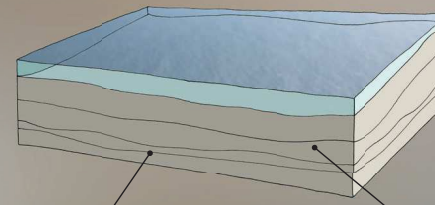
**Elasmosaure** : pouvant mesurer 20 m de long pour 3 tonnes.

**Les ammonites**, ces mollusques céphalopodes peuplaient les océans. On en retrouve de toutes tailles, de quelques millimètres à plusieurs mètres de diamètres.

**Les bélemnites** étaient des céphalopodes marins apparentés aux seiches actuelles. Leur longueur varie de 1cm à 1m.

**Ichtyosaure** : ce gros reptile marin respirait en surface grâce à des poumons comme les mammifères marins actuels. (De 2 à 20 m).

**Metriorhynchus** : crocodile marin pouvant mesurer jusqu'à 3 mètres.



Au Jurassique inférieur une mer s'installe sur tout le sud de la France. Les premiers dépôts marins correspondent à des milieux peu profonds riches en moules et autres bivalves.



En Ardèche, les marnes et calcaires avec leurs fossiles racontent l'histoire des rivages et des fonds marins. (Cirque de Navès et Serre de Barre)





# CRÉTACÉ



de 145 à 65 millions d'années  
de 23h13 à 23h39

Durant le Crétacé, le supercontinent Pangée finit de se scinder pour former les continents actuels. L'océan Atlantique s'élargit : le Gondwana, qui s'était auparavant détaché de la Pangée, se fracture en Antarctique, Amérique du Sud et Australie, et s'éloigne de l'Afrique.



Rudistes : mollusques bivalves à coquille épaisse qui se développaient dans les mers chaudes.

L'influence de la haute mer est confirmée par la présence de fossiles d'ammonites.



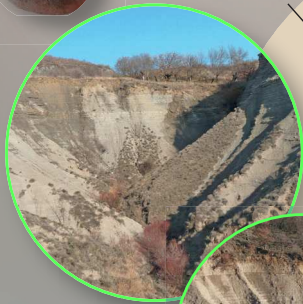
Des oursins fossiles se rencontrent aussi dans les couches de marne.



Le Crétacé commence par le Berriasien, un étage géologique dont la référence mondiale a été définie en Ardèche à Berris. Ce sont des calcaires blancs difficiles à distinguer des calcaires jurassiques sous-jacents.

Les fossiles de ces calcaires, coraux et rudistes, permettent aujourd'hui de reconstituer les récifs de cette époque avec un avant récif où la houle brisait les coquilles en fin débris, un récif où se côtoyaient coraux et rudistes et un lagon bien abrité où vivaient d'autres rudistes.

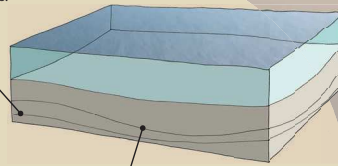
Les marnes sont des roches tendres, elles sont profondément entaillées de ravines. C'est l'action de l'érosion qui se marque ainsi.



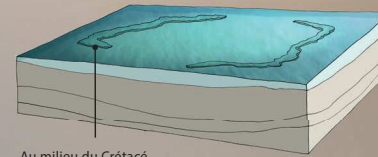
Ces marnes du Valanginien se sont accumulées sur plusieurs centaines de mètres d'épaisseur.



Couches dans les marnes du Valanginien

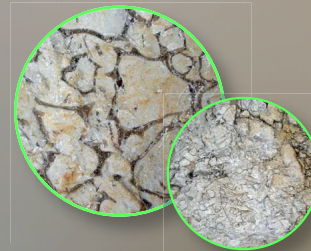


A la fin du Berriasien, la mer s'approfondit. Les couches de marnes du Valanginien se déposent. Elles sont datées d'environ 140 millions d'années. Elles indiquent des dépôts successifs de sédiments argileux en eau profonde.

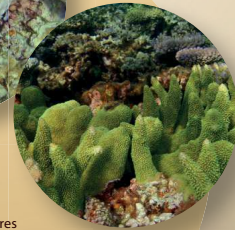


Au milieu du Crétacé, les fonds marins se stabilisent et se comblent, la tranche d'eau se réduit et devient favorable à l'installation de récifs de coraux.

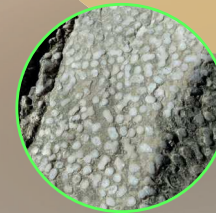
Bien à l'abri derrière le récif dans le lagon, vivaient différentes espèces de rudistes. Ils constituaient d'importantes colonies qui ont donné naissance à des calcaires bioconstruits : les calcaires à rudistes.



Coraux actuels  
Photos : F. Chevann



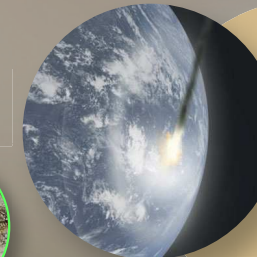
Aujourd'hui, ces calcaires récifaux constituent le massif calcaire dans lequel sont taillées Les Gorges de l'Ardèche.



Corail fossile



La rivière Ardèche a creusé son lit dans un massif calcaire de 300 m d'épaisseur.



A la fin du Crétacé, une nouvelle crise du vivant survient, parmi les diverses causes un important impact d'astéroïde. Les ammonites, les bélemnites et la plupart des dinosaures disparaissent. Seule la lignée des oiseaux survit.





## PALÉOGÈNE



de 66 à 23 millions d'années  
de 23h39 à 23h53

L'Amérique s'éloigne. La collision entre l'Afrique et l'Europe est à l'origine de la formation des Alpes.



Les Cévennes, comme toute la bordure Est du Massif Central, sont entaillées par de profondes vallées.

Effondrements et soulèvements se succèdent. La bordure Est du Massif central se soulève créant une première marche d'escalier dans le paysage. Celle-ci finira ultérieurement par atteindre près de 1000 m sous l'effet des mouvements tardifs qui ont précédé la mise en place des volcans.



A partir de 40 millions d'années : formation de la « marche d'escalier »

De vastes zones plates où restent encore quelques vestiges des dépôts du Trias, par ailleurs situés en bas de la pente vers 300 m d'altitude, témoignent de ce rehaussement d'ensemble...



Panorama depuis la Serre du Cocu, en arrière plan le plateau de Monselgues, pénéplaine anté-triasique perchée à plus de 1000m d'altitude.



... ainsi se retrouve perchée une ancienne surface d'érosion du début du Trias, qui forme dans les paysages une ligne de crête souvent quasi horizontale comme la chaîne du Tanargue et les plateaux de Monselgues.



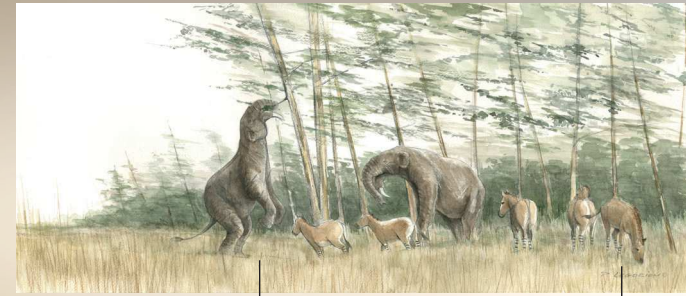
Plateau de Monselgues entaillé par les vallées.

## NÉOGÈNE



de 23 à 2,5 millions d'années  
de 23h53 à 23h59

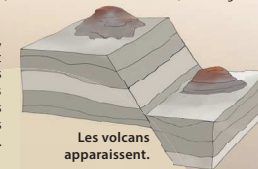
Les volcans apparaissent sur le massif du Mézenc.



Le *Dinothérium* (De la taille de l'éléphant). La mâchoire inférieure portait de grandes défenses recourbées vers le bas. (3.5 à 4.5 mètres de hauteur et jusqu'à 5 m pour un poids compris entre 5 et 10 tonnes.)

L'*Hipparion gracile*, aujourd'hui disparu est un cousin du cheval moderne. (1m40 au garrot.)

Entre 12 et 6 millions d'années, des coulées de laves fluides s'étalent et s'empilent dans les vallées, suivies par des laves plus visqueuses qui finissent par édifier des reliefs en dômes et aiguilles dans le Massif Mézenc-Gerbier.



Les volcans apparaissent.



Superposition de coulées de lave anciennes à Saint-Clément.

Entre 8 et 6 millions d'années se mettent en place les volcans et les coulées de lave du Massif du Coiron. A Saint-Clément, ce sont 12 coulées de lave qui se sont empilées sur près de quatre millions d'années dans une vallée.



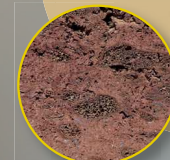
Le mont Gerbier : une ancienne "aiguille" de lave visqueuse



Falaises de tuf jaune des Boutières

Le magma au contact de nappes d'eau a été fragmenté. La lave est retombée sous forme de cendres, hydratées et immédiatement altérées. Ces projections de teinte jaunâtre organisées en couches superposées forment le tuf jaune des Boutières.

Les premiers volcans ont projeté de la lave fluide très chaude. Ces projections riches en gaz ont donné naissance à des scories soudées.



Scories soudées





# QUATERNAIRE

⌚ de 2,6 millions d'années à aujourd'hui  
de 23h59 à 24h00

## La poussée de l'Afrique sur l'Europe se poursuit.

Entre 3 millions d'années et 500 000 ans, c'est le volcanisme du Devès qui s'exprime sous forme de coulées de lave qui recouvrent de grandes surfaces.



Le mammoth méridional a vécu en Europe dans des conditions légèrement plus douces qu'aujourd'hui. C'était un animal forestier, sans toison, mais avec tous les traits typiques des mammoths. Il mesurait 4 et 5 m au garrot, 6 à 7 m de long pour un poids dans les 10 tonnes. Les défenses retrouvées peuvent atteindre 4 m.

Des coulées de lave récentes ont emprunté le lit des rivières pour cascader.



Orgues de basalte du Ray-Pic: ancien lac de lave contenu dans un maar.

Des cratères encore bien visibles.



Cratère de maar de la Vestide du Pal.

Cratère incomplet du Suc de Bauzon.



Orgues d'une ancienne coulée de lave de l'époque du volcanisme du Devès (plateau de Chateaufeuf - le Monastier)

Coulée récente dans la vallée du Lignon.

Parfois la lave a rencontré l'eau en profondeur. De violentes explosions ont projeté des débris de roche constituant des couches de tuf autour des cratères de ces volcans appelés maars.



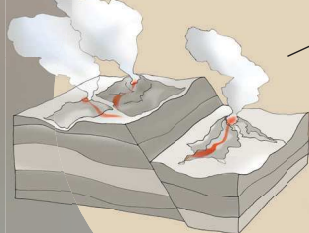
Couches de tuf du maar de Borée.

De spectaculaires bombes volcaniques se sont formées dans les airs lorsque les gaz ont projeté des paquets de lave.

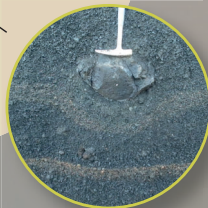


Bombes en fuseau du grand Suc de Breyse

Entre 166 000 ans et quelques dizaines de milliers d'années...



... les jeunes volcans d'Ardèche apparaissent. Cônes volcaniques, cratères d'explosions et coulées de lave s'installent dans un relief déjà très marqué par des vallées profondes. Certains de ces volcans sont contemporains de la présence humaine.



Déformation des couches de scories par une bombe volcanique

Grotte Chauvet-Pont d'Arc: détail du panneau des rhinocéros.



Le rhinocéros laineux était bien adapté au climat froid par une épaisse toison laineuse. Il était aussi caractérisé par deux cornes sur son museau. Aujourd'hui disparu, il a été représenté sur les parois de la Grotte Chauvet-Pont d'Arc.

Le bison est l'une des espèces de la préhistoire à avoir survécu jusqu'à nous, bien que quasiment exterminée au début du XX<sup>e</sup> s. Aujourd'hui protégée, sa population est estimée à moins de 300 000 individus.

La morphologie du Mammouth laineux est bien connue grâce aux individus retrouvés congelés dans les glaces sibériennes. Les derniers Mammouths laineux auraient survécu sur l'île de Wrangel (île russe de l'Océan Arctique) jusqu'en 2 000 avant J.C.