



P1 Les météorites : entre fascination et inquiétude



Variété des couleurs des météorites

Chondrite : une bonne partie de l'eau provient des chondrites



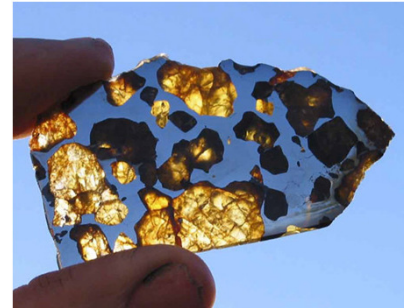
Photos ALMF (G.Bibinger, JL Lysiak)

Moldavite : matériel terrestre fondu par l'impact (c'est donc une tectite)



Photo: Eric Greene

Pallasite : cristaux d'olivine dans une matrice de métal



Une météorite, c'est fréquent ?

Les météorites proviennent de corps célestes que sont les astéroïdes ou les planètes. Il tombe près de 100.000 tonnes de météorites par an sur la surface de la Terre. Toutefois, 90% d'entre elles pèsent moins d'un gramme.

L'eau sur Terre fut apportée par les météorites de type chondrite. La vie fut « très certainement » apportée par des météorites.

Quand un grain de poussière cosmique (de la taille d'un petit pois) entre dans l'atmosphère de la Terre, il brûle complètement, à cause de l'échauffement provoqué par le frottement dans l'air. Ce phénomène s'accompagne d'une brillante traînée de lumière, appelée étoile filante.



Une météorite dans le Limousin !

A une trentaine de kilomètres à l'ouest de Limoges, la région de Rochechouart a été le théâtre de la chute d'une gigantesque météorite il y a 214 millions d'années.

Au cours du choc un cratère (ou astroblème) de 25 km de diamètre s'est formé. Les roches environnantes sont fracturées en cônes de percussion.



Carrière de Champagnac avec le fond du cratère (flèche verte)



Cône de percussion de la région Cluff Lake au Canada

Le Saviez-vous ?



Vous pensez posséder une pierre ressemblant à une météorite et vous souhaitez la faire analyser, nous vous conseillons de vous adresser au Museum National d'Histoire Naturelle. **Chaque demande ne doit concerner qu'une seule pierre par personne et par an.**

<https://www.mnhn.fr/fr/signaler-une-possible-meteorite>

Le Meteor Crater a 50 000 ans (photo JLL)





P2 Les minéraux et les fossiles liés au climat de la Terre



La Terre évolue à travers les cycles géologiques qui recyclent tout : eau, roches, matière vivante. La Terre n'a jamais cessé d'évoluer et se diversifier. Parmi les nombreux minéraux et fossiles liés au climat de la Terre depuis 4,5 milliards d'années, nous en avons choisi quatre : les coraux, le charbon, le gypse et la bauxite.

Les coraux

Les coraux ont besoin d'oxygène et de lumière. Si le niveau de la mer monte, il y a croissance verticale, si le niveau de la mer diminue, il y a étalement et parfois la mort en cas de baisse accélérée. Les stromatolites sont des algues fossiles sur de grandes épaisseurs (400 m) qui ont permis la respiration il y a 3,5 milliards d'années.



Récifs coralliens en Nouvelle-Calédonie (photo : JLL)

Le Saviez-vous ?



Les **récifs coralliens** accueillent 25 % de la faune marine. Les madréporaires sont des accumulations de squelettes calcaires, parfois sur plusieurs centaines de mètres. Les coraux fossiles de la presqu'île de Crozon datés du Dévonien (410 Ma) ont servi à fabriquer de la chaux.

Le charbon

Le charbon est une roche sédimentaire stratifiée noire, servant de combustible et formée de débris végétaux accumulés sur des centaines de mètres (troncs d'arbre, fougères géantes). L'alternance des couches ci-contre est la conséquence des variations du niveau de la mer.



Alternance de couches de charbon et de grès dans la carrière de Graissanssac (Photo Pierre Thomas)

La **dernière mine de charbon** de France (La Houve, près de Forbach) a fermé ses portes en 2004 après 300 ans d'exploitation. Les réserves "prouvées" de charbon (Chine, Australie, Russie) sont environ 10 fois plus importantes (en quantité d'énergie contenue) que les réserves mondiales de pétrole. L'étage géologique Carbonifère a fourni d'énormes quantités de charbon.

Le gypse

Le gypse est une roche sédimentaire blanche à aspect vitreux typique d'un climat chaud. C'est une roche évaporitique qui se forme dans des « marais salants » gigantesques au Trias principalement. Sa principale utilisation est la fabrication du plâtre. La France a produit 2,5 Mt de gypse en 2023, loin derrière les USA (22 Mt), l'Iran (16 Mt) et la Chine (12 Mt).



Gypse de Tunisie/Hides (Photo : Jean-Louis Lysiak)

Le **désulfogypse** est obtenu lors de la désulfuration des fumées des centrales électriques fonctionnant au charbon, en piégeant le soufre dans un bain de chaux.

Le désulfogypse est produit en quantité importante, valorisé en matière première du plâtre, dans les pays produisant beaucoup d'électricité à base de charbon (Europe du Nord et Europe de l'Est).

La bauxite

La bauxite est typique d'un climat tropical. C'est une roche sédimentaire résiduelle qui provient du lessivage de sols latéritiques* dont les éléments ont été transportés par l'eau et le vent. La bauxite de Provence provient du Massif Central !
* La latérite est un sol rouge des régions tropicales humides sous couvert forestier, pauvre en silice et riche en hydroxydes de fer et d'aluminium.



Bauxite (Photo : JLL)

La **bauxite** est le principal minéral d'aluminium. Son nom vient du village des Baux de Provence près d'Arles donné par le minéralogiste Dufrenoy (1792-1857), auteur de la première carte géologique de la France avec Elie de Beaumont.



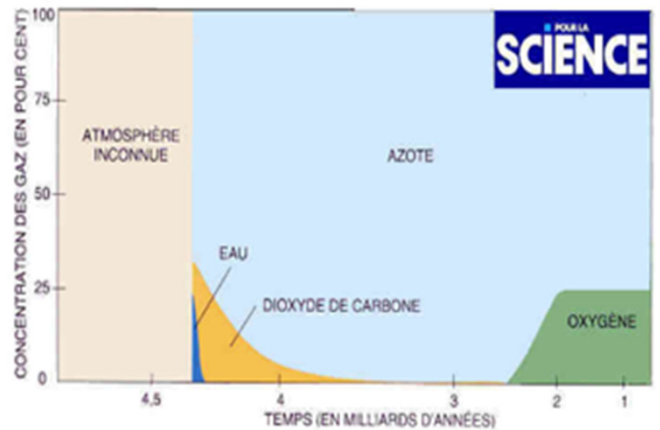
P3 Le gaz carbonique au cours des âges

Les calcaires, pièges à CO₂



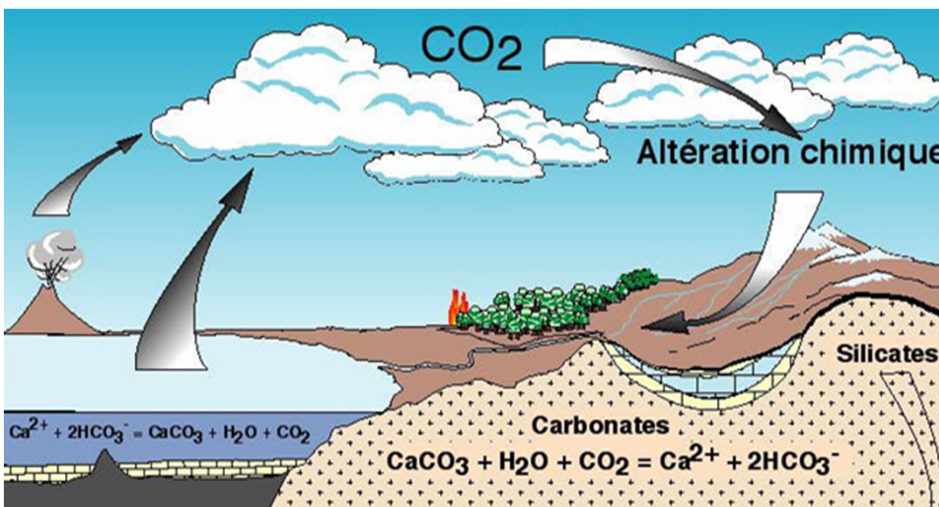
Le gaz carbonique au cours des âges de la Terre

Il y a 4,4 milliards d'années, la teneur (estimée) en gaz carbonique CO₂ dans l'air était de 35 %. En 1996, la teneur en CO₂ est de 0,033 %. Ou a été stocké le gaz carbonique ? **Il a été stocké dans les calcaires** CaCO₃ principalement, sur une période de 500 millions d'années. De nos jours la principale réserve de CO₂ est océanique. Enfin, pour les géophysiciens, la courbe des températures de 1900 à 1998 ressemble plus à la variation de l'activité solaire qu'à celle de l'augmentation de CO₂.



Evolution de la proportion en gaz atmosphérique depuis 4,5 milliards d'années en % (Pour la Science, 1996)

Le cycle géologique eau, CO₂ et calcaires

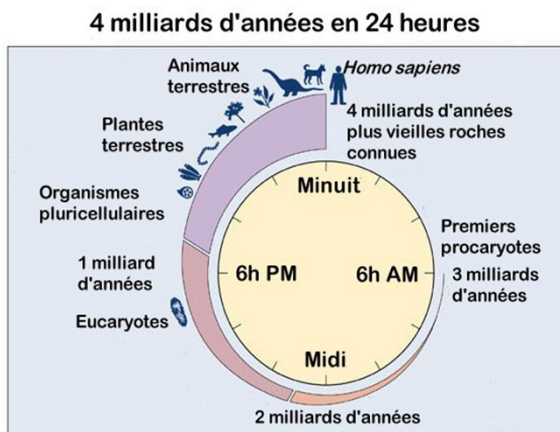


Source : planet-terre.ens-lyon

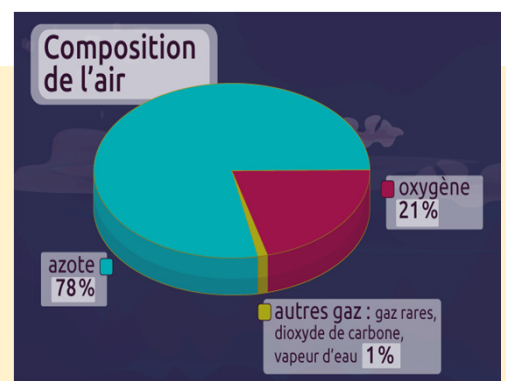
Le Saviez-vous ?

Selon la société américaine de météorologie (août 2021), le taux de CO₂ dans l'atmosphère dépasse aujourd'hui les 412 ppm (0,0412 %). Il faut remonter à l'ère du Pliocène, il y a 3 millions d'années, pour observer des concentrations similaires. A l'époque vivaient quelques 300000 australopitèques sans industries polluantes (et sans vélos électriques). La concentration en CO₂ ne dépend pas que des énergies fossiles consommées.

L'histoire de la Terre c'est l'histoire de la vie !



Si on place l'histoire de la Terre sur une horloge, les dinosaures apparaissent à 22h40 et l'Homme à 23h58. Les océans, la chaleur du soleil, la composition de l'air ont permis le développement progressif de la vie.





P4 A quand la prochaine glaciation en France ?



Les glaciations au cours des âges

Une glaciation est une période climatique froide durant laquelle la quantité de glace stockée augmente. La température moyenne estimée sur Terre durant le dernier âge glaciaire (il y a environ 20 000 ans) était comprise entre 5,7 et 6,5°C. A titre comparatif, aujourd'hui on est à 14°C de moyenne.

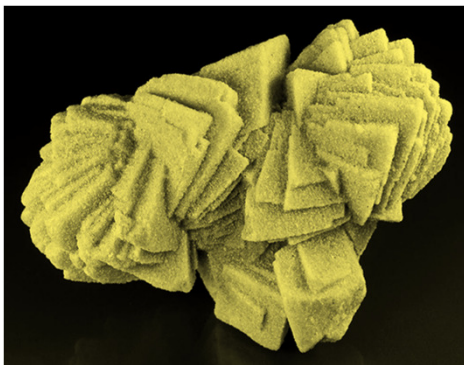
L'analyse des calottes glaciaires montre qu'il y a eu 17 cycles glaciaires au cours des derniers 1,65 millions d'années. Quand les glaces s'amoncellent aux pôles, la baisse du niveau des mers atteint alors 100 mètres, ouvrant des passages qui facilitent les migrations.

Les glaciations ont permis la création de la calcite Bellecroix. Des traces de glaciation existent en Bretagne (Riantec, Gâvres, St Stervin). En revanche nous ne serons plus là pour la prochaine glaciation...



Coins de glace dans le PaleoBlavet à Riantec (Photo : Jean-Louis Lysiak)

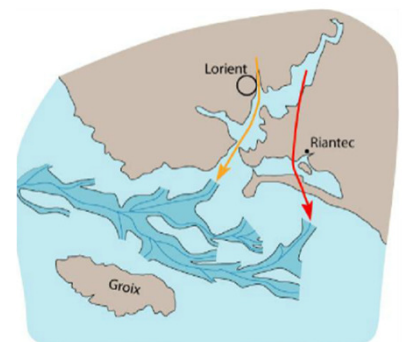
La calcite Bellecroix



Calcite Bellecroix (photo : A. Ferrage)

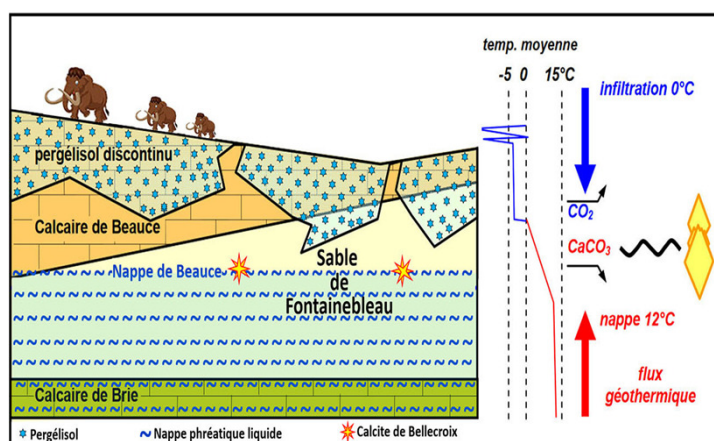
Le Saviez-vous ?

Les causes des glaciations sont multiples : courants marins, déplacements des continents, variations des orbites de la Terre (cycle de Milankovitch) par rapport au Soleil. Les géologues, les historiens, et les climatologues ont du mal à se mettre d'accord (échelles de temps différentes !), mais de nombreuses corrélations indiquent que l'homme a toujours évolué en fonction de son environnement. En Antarctique, la calotte glaciaire s'épaissit au centre à -15 °C, et les bordures fondent par détachement d'icebergs. En Europe, les glaciers reculent mais on est très loin du recul du Moyen âge, les canaux d'irrigation du glacier d'Aletsch dans les Alpes sont toujours sous les glaces !



Paléocours du Blavet (en rouge) et du Scorff (en orange) et leurs prolongements en domaine submergé (Jégouzo et Noblet, 2014)

La calcite Bellecroix et les glaciations



Formation de la calcite Bellecroix (Source : Règne Minéral)

L'étage géologique Pleistocène est caractérisé par une succession de glaciations (Günz, Mindel, Riss et le Würm) et de réchauffements. La température varie entre -5° C et + 10° C en moyenne. L'eau froide provenant des glaciers, saturée en calcium, descend et se réchauffe en arrivant dans la nappe de sable (en bleu ci-contre) et la calcite Bellecroix se forme à la hauteur des étoiles rouge et jaune. Le sable cristallise en imitant la forme de la calcite.



P5 La boîte à outils des premiers Hommes



Parmi toutes les périodes de la préhistoire et les outils existants nous en avons choisi quatre : le biface de l'acheuléen, le biface du moustérien, les microlithes du mésolithique et les haches polies.

L'Acheuléen et les bifaces (500 000 ans)

Les bifaces du paléolithique ancien (Acheuléen) sont accompagnés de racloirs sur éclat de la même période (500 000 ans).



Biface du paléolithique ancien

Le Saviez-vous ?



L'Acheuléen doit son nom au site de Saint-Acheul, quartier situé à l'est d'Amiens, sur les terrasses de la Somme, où une industrie ancienne à bifaces a été décrite pour la première fois par Gabriel de Mortillet en 1872. C'est le paléolithique ancien.

Le Moustérien et les pointes (150 000 ans)

Les bifaces du paléolithique moyen (Moustérien , 150 000 ans) sont parfois accompagnés de pointes, grattoirs pour les peaux, et autres outils sur éclat.



Pointe du paléolithique moyen

Le Moustérien doit son nom au site du Moustier en Dordogne. C'est un site préhistorique qui se trouve sur la commune de Saint-Léon-sur-Vézère. Il comporte deux abris principaux : l'abri supérieur (dit Moustérien), et l'abri inférieur s'ouvrant une quinzaine de mètres plus bas dans la même falaise, au niveau actuel de la vallée de la Vézère.

Le Mésolithique, époque de transition

Les microlithes du mésolithique sont de tout petits éléments en silex qui étaient fixés sur les flèches pour la chasse. C'était l'époque des derniers chasseurs cueilleurs juste avant l'apparition de l'agriculture et de l'élevage.



Microlithes (Source : Musée de Carnac)

Le Mésolithique, époque de transition entre le paléolithique final et le néolithique est une époque de réchauffement, qui modifie le climat et les espèces animales et végétales. Le niveau de la mer remonte vers -9000 et les forêts se développent. C'est l'époque de l'invention de l'arc. En Bretagne, sur les côtes, une abondante consommation de coquillages a été observée à cette époque : Hoëdic, Saint Gildas, Beg-er-Vil, etc.

Les haches polies du Néolithique

Les haches sont à la fois des outils, des armes et des objets symboliques. 30 % des haches sont en fibrolite, une variété de sillimanite à texture fibreuse et très résistante. On la trouve sous la forme de nodules au sein de « poches » au milieu de micaschiste et de gneiss. Les couleurs vont du blanc au marron en passant par le vert, avec un certain éclat satiné et nacré.



Le Néolithique ou âge de la pierre polie est une période caractérisée par la fabrication d'outils en pierre polie, l'utilisation de la poterie et le développement de l'agriculture et de l'élevage.

La fibrolite est un minéral du métamorphisme breton bien connu des minéralogistes sous le nom de sillimanite.



P6 Mammouth ou géant ? Les os du géant Theutobochus



Une querelle de « spécialistes »

Le 11 janvier 1613, à l'Est de Valence, de grands ossements sont découverts dans une carrière de sable à 6 mètres de profondeur.

Les ossements sont confiés à la faculté de Montpellier puis à un certain Pierre Mazurier, chirurgien-barbier, qui propose une exposition itinérante payante de Paris, jusque dans les Flandres en passant par l'Angleterre. Cette exposition présente les ossements comme étant ceux d'un géant biblique, le roi Theutobochus.

S'ensuit une querelle (avec de nombreux livres à l'appui) entre médecins pour qui les ossements ne sont pas humains et les chirurgiens barbiers pour qui ce sont des géants humains...

En 1829, Cuvier met tout le monde d'accord : il s'agit d'un éléphant fossile, *Deinotherium giganteum* du Pliocène inférieur (il y a 5 millions d'années).



Le *Deinotherium* du Museum de Mayence

Mammouth et éléphant

Le *Deinotherium* du Pliocène est un mastodonte de 12 tonnes et 4 mètres au garrot vivant sous un climat chaud. Un mammoth de l'ère glaciaire pèse 5 tonnes environ comme un gros éléphant d'Afrique. Le plus célèbre mammoth, est celui de Durfort dans le Gard. Il a été mis à jour avant la guerre de 1870, confié à la faculté de Montpellier et restauré par le Museum National d'Histoire Naturelle de Paris en 2023. Le squelette de ce *Mammuthus meridionalis* pèse 2,5 tonnes. Des études pour mieux comprendre son paléoenvironnement ont été menées de 2003 à 2009.



Le Mammouth de Durfort (Photo : Muséum d'Histoire Naturelle)

Le Saviez-vous ?



On doit au médecin anglais Joshua Brookes le nom générique de *Mammuthus* (du latin premier éléphant) pour nommer les éléphants du Miocène à l'Holocène.

Depuis le Moyen-Age des centaines de restes de mammoths ont été découverts en France à Saint Vallier, Choulans (Lyon), Baulou en Ariège, Arques (Lille) et dans les faluns de Touraine. Enfin, en 2012, deux mammoths laineux sont découverts à Changis-sur-Marne en Seine-et-Marne. Le plus complet des squelettes appelé Helmut n'a pas encore été monté, seuls des moulages sont présentés au public. La photo de droite présente le lieu des recherches.



Découverte de mammoth à Changis-sur-Marne
(Photo : INRAP/Denis Gliksman)