

SOCIÉTÉ D'HISTOIRE

NATURELLE

DE LA MOSELLE

FONDÉE EN 1835



SIÈGE : COMPLEXE MUNICIPAL DU SABLON
48, RUE SAINT BERNARD 57000 METZ
CCP 1.045.03A STRASBOURG

FEUILLET de LIAISON

n° 679 avril 2020

Réunion mensuelle :

jeudi 16 avril 2020 annulée

Ordre du jour : compte tenu des incertitudes concernant la date de fin de la période de confinement pour contrecarrer la propagation du Coronavirus, la soirée prévue le troisième jeudi du mois d'avril est annulée.

Activités futures :

Le principe d'une sortie naturaliste le jeudi 21 mai au Mont Saint-Quentin peut être retenu. Si elle a lieu, le rendez-vous sera fixé à 9h au col de Lessy et le repas sera tiré du sac.

Annonces :

Nicole Diligent nous a appris le décès de Jean-Louis NOIRÉ (information parue dans le Républicain Lorrain du 1^{er} avril). J.-L. NOIRÉ fut le président de la S.H.N.M. de 1976 à 2001 soit pendant 25 années. Il succédait à René Feuga et fut suivi par C. Pautrot à ce poste.

Compte tenu du confinement actuel, le ou les prochains feuillets de liaison ne pourront pas contenir de compte rendu de réunion. Le président propose de maintenir la périodicité mensuelle du feuillet et d'y insérer de courtes notes (5 à 20 lignes) rédigées par les membres et concernant leurs observations faites dans leur espace confiné (jardin) ou plus anciennes, ou encore des recensions d'ouvrages (pas forcément récents). Les contributions seront insérées dans l'ordre de leur arrivée (à envoyer au président). A vos plumes (ou vos souris)...

Erratum au précédent feuillet :

Bernard Feuga souhaite préciser que, dans le feuillet n° 678, les trois dernières lignes à propos des grenats, qui n'étaient pas de lui, contiennent certaines erreurs. Il faut les remplacer par le texte suivant :

Si certaines variétés de grenats sont considérées comme semi-précieuses, la plupart ne sont pas rares. Les grenats peuvent se former dans des contextes magmatiques ou métamorphiques variés. Ils appartiennent tous au système cubique, mais du fait de tronçatures, leurs cristaux ne sont jamais cubiques, les formes les plus courantes étant le dodécaèdre ou le trapézoèdre.

Compte-rendu de la séance du Jeudi 20 février 2020, par B. FEUGA (relecture C. PAUTROT ; notes de fin He. BRULÉ)

Membres présents : Mmes et MM., He. BRULÉ, Hu. BRULÉ, S. CRETÉ, M. DURAND, An. FEUGA, B. FEUGA, Y. GIRARD, V. GUEYDAN, T. HIRTZMANN, J.-P. JOLAS, C. KELLER-DIDIER, M. LEJARLE, M. LEONARD, J. MEGUIN, J.-L. OSWALD, Ch. PAUTROT, J.-Y. PICARD, C. PRAUD, Y. ROBOT, G. ROLLET, D. TRICHIES-PRAUD, G. TRICHIES.

Membres excusés : MM., C. CUNIN, Au. FEUGA, Y. GERARD.

Invités : M., R. QUENETTE.

Reuves reçues

Aucune.

Soirée

Le président Hervé Brulé transmet tout d'abord à l'assistance les salutations de M. et Mme Diligent qui, se remettant d'ennuis de santé, ne peuvent assister à la réunion.

Il rend ensuite compte de la réunion du bureau de la société qui a eu lieu le 7 février. Au cours de cette réunion a été évoqué le programme des réunions mensuelles et des sorties à venir, et il en profite pour faire le point à ce sujet avec les personnes présentes :

- G. Trichies confirme son accord pour un exposé sur les champignons pour la séance du 19 mars.
- Le programme de la sortie annuelle, qui pourrait avoir lieu dans le Pays de Bitche sous la conduite de Loïc Duchamp, n'est pas encore arrêté.
- Une sortie « pingos » dans les Vosges sous la conduite de Marc Durand, complétée par un volet « botanique » pourrait avoir lieu fin septembre-début octobre.
- Claude Praud pourrait animer une séance sur l'Islande pour la fin de l'année. B. Feuga pourrait à cette occasion apporter quelques échantillons de roches et fossiles islandais.
- V. Gueydan se propose de faire un exposé sur le milan royal pour la fin de l'année.
- Enfin, Sophie Créty propose de faire un exposé sur les mégalithes en Lorraine, dont elle a fait un inventaire qui montre qu'ils sont plus nombreux que ce que l'on a tendance à croire. Cet exposé est fixé au 28 mai (quatrième jeudi du mois – séance retardée d'une semaine en raison de la fermeture du local le 21 mai, jour de l'Ascension).

J. Méguin présente ensuite un nid de termites arboricoles, récolté il y a une vingtaine d'années sur le chantier du barrage de Petit Saut en Guyane, et un volume de *Mammals of the World* paru en 1994, consacré exclusivement aux chauves-souris.

-_o_o_o_

H. Brulé donne ensuite la parole à Christian Pautrot pour un exposé intitulé « **Évolution climatique du Pliocène récent aux temps actuels** ».

CP précise tout d'abord que le sujet qu'il va traiter a déjà fait l'objet d'exposés de sa part devant d'autres assemblées. Il observe, comme tout le monde, que le climat change : à titre d'exemple, alors que, dans le passé, des congères se formaient tous les hivers sur les plateaux, en Lorraine, les hivers sont désormais très doux. Il se propose de replacer cette évolution dans un cadre temporel remontant à 2 millions d'années, en s'appuyant sur l'apport de la géologie.

Son exposé comporte quatre parties :

- Le constat des changements climatiques passés.
- Les facteurs agissant sur le climat.
- L'évolution récente du climat.
- Les possibilités d'inversion de la tendance actuelle.

Les changements climatiques passés.

L'étude des faunes fossiles, notamment à partir des gisements dans le loess d'Achenheim et Hangenbieten (Bas-Rhin), montre qu'ont alterné depuis 2 Ma des faunes de climat froid et des faunes de climat plus chaud.

La végétation a elle aussi connu des alternances entre forêt et milieux ouverts (plus froids). On peut l'observer notamment en étudiant les tourbières acides dans lesquelles, l'activité des bactéries étant empêchée par l'acidité du milieu, la matière organique ne se décompose pas. Les pollens, qui résistent à des conditions extrêmes, fournissent sur la flore des indications très riches. CP montre des spectres palynologiques en fonction de la profondeur (et donc de l'âge) établis pour la tourbière de Vittoncourt (Moselle) sur les 11.000 dernières années qui montrent un réchauffement progressif avec d'abord des conifères, puis les apparitions successives de l'aulne et du bouleau, du noisetier, et enfin du chêne et du hêtre. CP rappelle qu'il y a deux millions d'années, la flore était la même qu'actuellement. Mais les espèces se déplaçaient en fonction des changements climatiques.

L'étude de la répartition dans les sédiments marins des foraminifères (à squelette calcaire) et des ostracodes (petits crustacés à coquilles calcaires à deux valves), caractéristiques d'eaux chaudes tropicales, et des radiolaires (à squelette siliceux), qui préfèrent les eaux froides, constitue un autre outil d'étude des changements climatiques.

L'étude des sols (qui doit être effectuée en forêt, où ils n'ont pas été perturbés par l'agriculture) fournit d'autres indices de changement climatique car l'évolution d'un sol varie suivant les conditions climatiques. Le sol caractéristique d'un climat tempéré est brun. En climat très froid, les bactéries et les champignons sont inactifs, la matière organique ne se décompose pas, ce qui donne un horizon noir qualifié de *ranker*. En climat chaud et humide, la roche mère est altérée sur une épaisseur importante. Il se produit une accumulation sur plusieurs dizaines de mètres d'oxydes de fer et d'aluminium donnant une cuirasse latéritique (il en existe une, très antérieure au Crétacé, à la Borne de Fer, près d'Audun-le-Tiche).

Parmi les indicateurs de climat froid, le loess, accumulation de fines poussières (provenant des moraines) déplacées par des vents très secs ; la grouine (ou grèze), constituée de petits granulés dus à la gélifraction (cryoclastie) résultant de l'alternance chaud-froid entre le jour et la nuit – ce type de formation est courant dans les Côtes de Meuse (sur les versants exposés à l'est), moins dans les Côtes de Moselle où il en existe toutefois dans le Toulous ; les figures de cryoturbation dans les sols, témoignant des cycles gel-dégel annuels, typiques du permafrost ; les pingos, qui caractérisent la fin d'un épisode glaciaire.

L'emboîtement des terrasses fluviales – CP donne en exemple la zone de Bièvre-Valloire en Bas-Dauphiné – renseigne également sur les glaciations et sur les variations du niveau marin (par le biais du profil d'équilibre des cours d'eau).

Citant l'exemple de la grotte Cosquer (son entrée est à 36 m sous le niveau de la mer actuel ; à l'époque où elle était fréquentée par les hommes qui l'ont décorée, il y a 27.000 ans, en pleine période glaciaire, le niveau de la mer était 150 m plus bas qu'aujourd'hui), CP aborde la question des variations du niveau de la mer. Entre deux glaciations, le niveau marin monte beaucoup. Au Mont Boiron, à Nice, on peut observer une plage perchée, datée de l'interglaciaire Riss-Würm (il y a 100.000 ans), située 120 m au dessus du niveau de la mer actuel. Mais Nice est dans une zone affectée par la tectonique alpine, qui est active ; donc cette valeur ne renseigne pas vraiment sur l'influence des glaciations sur le niveau marin.

Pour avoir une idée plus exacte de cette influence, il faut s'intéresser à des zones non affectées par la tectonique active. On y constate la même chose, avec une ampleur plus réduite. C'est ainsi qu'en Bretagne, CP a pu observer de nombreuses plages perchées elles aussi datées de 100.000 ans situées 5 m au-dessus du niveau actuel de la mer.

Si l'on sait identifier les périodes chaudes et les périodes froides, comment déterminer les températures anciennes ? Notons tout d'abord que la glace emprisonne des bulles de gaz, représentatives de l'époque où elle se forme. Par ailleurs, l'eau de la mer contient deux isotopes de l'oxygène, ^{16}O et ^{18}O . En climat chaud, les molécules à la fois de H_2^{16}O et de H_2^{18}O s'évaporent et se retrouvent dans la neige qui tombe sur les calottes glaciaires. En climat froid, l'évaporation est moins forte et ce qui s'évapore préférentiellement, c'est H_2^{16}O , moins lourde. Il en résulte qu'il y a en période froide plus de ^{18}O dans la mer, et moins dans la glace des pôles. La proportion relative de ^{18}O et de ^{16}O est caractérisée par un index nommé $\delta^{18}\text{O}$, qui renseigne donc sur la température. On peut de la même façon utiliser le deutérium. Il en va de même avec le taux de CO_2 contenu dans les bulles emprisonnées dans la glace, qui varie dans le même sens que $\delta^{18}\text{O}$: en période chaude, l'air contient plus de CO_2 qu'en période froide. CP présente ensuite un tableau de corrélations mettant en regard les informations données par les différentes méthodes qu'il vient de décrire, toutes parfaitement cohérentes.

Sur le long terme, on constate que depuis 6 Ma la température du globe a tendance à baisser. L'époque actuelle se situe dans un interglaciaire où elle a au contraire tendance à augmenter, avec, bien entendu, des fluctuations. C'est ainsi qu'à l'Holocène, il y a 8000 ans, la température était légèrement supérieure à la température actuelle, avec un niveau de la mer supérieur de 1,5 m. L'époque romaine a connu un réchauffement climatique temporaire. Il en a été de même au Moyen Âge, avec un niveau de la mer plus élevé d'un mètre qu'à l'époque actuelle (ce qui explique, par exemple, que Louis IX ait pu partir en croisade d'Aigues-Mortes, alors baignée par la mer).

Les facteurs agissant sur le climat.

De nombreux facteurs influencent le climat. En premier lieu, les variations des paramètres astronomiques, dont le rôle a été mis en lumière par Milankovitch : les variations de l'excentricité de l'orbite terrestre, avec une double périodicité (100.000 et 430.000 ans) ; les variations de l'obliquité de l'axe de rotation de la terre (période de 41.000 ans) ; la précession des équinoxes (périodes de 19.000 et 23.000 ans). Ces variations astronomiques entraînent une variation de l'énergie solaire reçue par la terre, avec une influence directe sur le climat : la périodicité des glaciations du Quaternaire est de l'ordre de 100.000 ans. [Note 1].

Autre facteur très important, l'albédo, rapport entre l'énergie absorbée par la surface terrestre et l'énergie qu'elle réémet. Quand le rayonnement solaire frappe une surface blanche, comme de la neige, il est presque entièrement réfléchi. À l'inverse, sur une surface sombre, comme une forêt par exemple, l'essentiel du rayonnement est absorbé. L'eau, qui couvre la majeure partie de la surface du globe, a un albédo très faible, de l'ordre de 1%.

Les éruptions volcaniques de grande ampleur jouent aussi un rôle, mais il est limité dans le temps. L'émission de poussières qui limitent le passage du rayonnement solaire entraîne une baisse de la température qui peut durer un ou deux ans. L'émission de SO_2 , quant à elle, a un effet inverse de l'effet de serre car ce gaz laisse sortir l'énergie qui quitte la terre mais ne laisse pas entrer l'énergie solaire. Et SO_2 est beaucoup plus redoutable que CO_2 , mais il agit en sens inverse.

L'effet de serre. En l'absence de gaz à effet de serre (à savoir H_2O , CO_2 , CH_4 , oxydes d'azote), l'énergie reçue par la surface terrestre dans la journée est renvoyée vers le haut pendant la nuit. Mais les gaz à effet de serre empêchent la sortie des rayonnements infrarouges vers l'espace. La température moyenne actuelle à la surface de la terre est de

15 °C. En l'absence d'effet de serre, elle serait de – 18 °C. Il est à noter que les différents gaz à effet de serre ont une efficacité très variable, CO₂ étant le moins efficace de tous. [Note 2].

Les CFC (chlorofluorocarbures) ont défrayé la chronique en raison de leur rôle dans l'apparition du « trou » dans la couche d'ozone (en fait de « couche », O₃ est répartie dans la haute atmosphère sur une épaisseur de plus de 10 km). L'ozone a pour effet d'intercepter les rayonnements UV, néfastes pour le vivant (ils tuent les larves d'amphibiens, par exemple). Les mesures prises pour réduire l'usage des CFC se sont révélées efficaces et la couche d'ozone s'est reconstituée.

L'évolution actuelle du climat.

Actuellement, la baisse générale de l'albédo due à la fonte des glaces entraîne une augmentation de la température, qui alimente la fonte des glaces et donc la diminution de l'albédo, en une sorte de cercle vicieux. L'élévation de la température s'accompagne par ailleurs d'une dilatation de l'eau des océans, et donc d'une augmentation de niveau et d'un accroissement de leur surface, ce qui va également dans le sens d'une diminution de l'albédo.

La fonte du permafrost, dont l'épaisseur est de 50 m en Sibérie, libère l'action des bactéries, qui oxydent les *rankers*, ce qui provoque l'émission de CO₂ et de CH₄, tous deux gaz à effet de serre. Il est à noter que l'accumulation de CH₄ dans le proche sous-sol peut provoquer des explosions spontanées, phénomène devenu fréquent dans la toundra sibérienne et créant des cratères en surface.

Les clathrates, hydrates de méthane piégés en grandes quantités dans les océans en bordure du talus continental (en dessous de 200 m), sont stables dans les conditions actuelles de pression et de température, mais une augmentation de température pourrait les déstabiliser et provoquer l'émission de grandes quantités de méthane, renforçant l'effet de serre.

L'augmentation de températures des océans entraîne un départ vers l'atmosphère de CO₂ dissous.

L'évaporation accrue des océans, sous l'effet de l'augmentation de la température, dégage par ailleurs des quantités plus importantes de vapeur d'eau, gaz à effet de serre beaucoup plus efficace que CO₂. Plus chaude, acidifiée notamment par les polluants d'origine humaine, l'eau de mer ne permet plus aux organismes constructeurs de squelettes en calcaire, notamment les coraux, de se procurer le carbonate de calcium dont ils ont besoin. Or les coraux vivent en symbiose avec des algues vertes qui, du fait de leur dépérissement, se retrouvent elles-mêmes dans de plus mauvaises conditions pour fixer le CO₂ lors de la photosynthèse.

Enfin les incendies de forêt, qui ne sont pas tous d'origine criminelle (les feux en Sibérie et en Australie ont très probablement une origine naturelle, contrairement à ceux qui dévastent l'Amazonie), contribuent à l'accroissement de la teneur en CO₂ de l'atmosphère.

CP présente ensuite une figure illustrant le cycle du carbone et montrant la part des différents facteurs évoqués dans la production de CO₂. Celle qui résulte de l'activité humaine (déforestation, combustibles fossiles), si elle n'arrange pas les choses, n'est pas, de loin, la plus importante. [Note 3].

En résumé, tout concourt, actuellement, à l'élévation de la température, et la plupart des facteurs qui interviennent sont sans rapport avec l'homme.

CP présente une courbe des variations de la teneur en CO₂ de l'atmosphère depuis le début du Primaire. Elle montre que c'est au Carbonifère que cette teneur a été la plus basse, du fait d'un piégeage du CO₂ dû à la très forte production végétale caractérisant cette période. Dans des temps plus anciens, l'atmosphère a connu des teneurs en CO₂ très élevées. Depuis la fin du Carbonifère, cette teneur a d'abord augmenté puis a eu tendance à diminuer progressivement jusqu'au temps actuels [Note 4].

CP montre ensuite une courbe de l'évolution de la température sur les derniers

400.000 ans, établie d'après les sondages de Vostok dans la calotte glaciaire antarctique. Cette courbe montre une périodicité des glaciations de 100.000 ans, avec des montées en température extrêmement rapides à la fin de chaque glaciation. Si on extrapole cette courbe sur le futur proche, on peut en conclure que l'interglaciaire actuel devrait durer encore environ 10.000 ans. La température devrait donc continuer à augmenter pendant quelques millénaires, [Note 5] ce qui n'entraînera pas forcément une situation nouvelle pour la Terre, car CP rappelle qu'au cours des deux derniers Ma, il y a eu deux périodes où il n'y avait aucune calotte glaciaire sur le Groenland.

Les possibilités d'inversion de la tendance actuelle.

Les facteurs expliquant l'augmentation de la température constatée actuellement ne pouvant, pour la grande majorité d'entre eux, être influencés par l'homme, il est illusoire de penser qu'on pourra stopper cette augmentation, qui s'autoalimente.

Mais l'histoire de la terre montre aussi que l'inversion de la tendance à l'augmentation de la température s'est toujours produite, malgré tous les facteurs défavorables qui viennent d'être décrits, et ce, sous l'effet des facteurs astronomiques.

L'inverse est vrai également : il y a 650 Ma, la terre était entièrement gelée, il n'y avait plus d'eau libre. On ne sait pas vraiment comment le réchauffement s'est produit. Probablement grâce à une tectonique de convergence beaucoup plus active.

Le conférencier est chaleureusement applaudi. Il reste très peu de temps pour la discussion. De celle-ci, il ressort que CP estime que la montée du niveau des océans sous l'effet de l'augmentation de la température est actuellement sous-estimée.

°°_°_°_

Notes de la rédaction (Hervé Brulé) :

Note 1 : la prépondérance du paramètre excentricité de Milankovic sur les autres, qui se manifeste par des cycles glaciaires d'environ 100 ka, se manifeste depuis la « Révolution du Pléistocène moyen » il y a 800.000 ans. Auparavant, les cycles étaient plutôt de 41 ka si l'on se base sur l'analyse des terrasses alluviales (Bridgland D. et al. (2009). Quaternaire, 20(1), pp. 5-23).

Note 2 : le *pouvoir de forçage radiatif* du CO₂ est effectivement plus faible que celui de H₂O si l'on raisonne par molécule, mais si l'on incorpore les quantités en présence, le CO₂ représente tout de même 28 % de l'effet de serre naturel, contre 72 % pour l'eau. Voir :

<https://jancovici.com/changement-climatique/gaz-a-effet-de-serre-et-cycle-du-carbone/quels-sont-les-gaz-a-effet-de-serre-quels-sont-leurs-contribution-a-leffet-de-serre/>

Note 3 : un diagramme similaire peut être trouvé sur le site de J.-M. Jancovici sus-mentionné. Il montre que : 1°) les échanges de CO₂ d'origine naturelle entre compartiments sont équilibrés tandis que ceux d'origine humaine sont à sens unique (le carbone sorti du sous-sol n'y retourne pas), et 2°) que l'atmosphère, seul compartiment intéressant dès lors qu'on parle d'effet de serre, contenait 597 gigatonnes de carbone (GtC) avant l'ère industrielle et que les humains (en fait, les pays riches) y ont rajouté 165 GtC. Ce n'est pas mineur ! De plus, ce graphique doit dater un peu car, en 2018, on serait à 266 GtC ajoutées selon une autre source.

Note 4 : Berner (1997). Science. Vol. 276, pp. 544-546.

Note 5 : l'examen du graphique des températures issu des forages en Antarctique (Landais A. (2016). Quaternaire, 27(3), pp. 197-212) donne plutôt l'impression que nous sommes vers la fin de notre interglaciaire. Le réchauffement en cours ne peut pas être considéré comme le prolongement de la montée en température rapide de la fin de la dernière glaciation, car cette déglaciation a eu lieu il y a déjà 10.000 ans. Il est possible que le réchauffement actuel soit une petite fluctuation comme on en voit de nombreuses sur le graphique, mais l'origine de cette fluctuation n'a pas été expliquée ce soir. La majorité des scientifiques pense que ce réchauffement découle plutôt de l'effet de serre additionnel dû au CO₂ d'origine anthropique. ■