



P.74

HISTOIRE DES SCIENCES

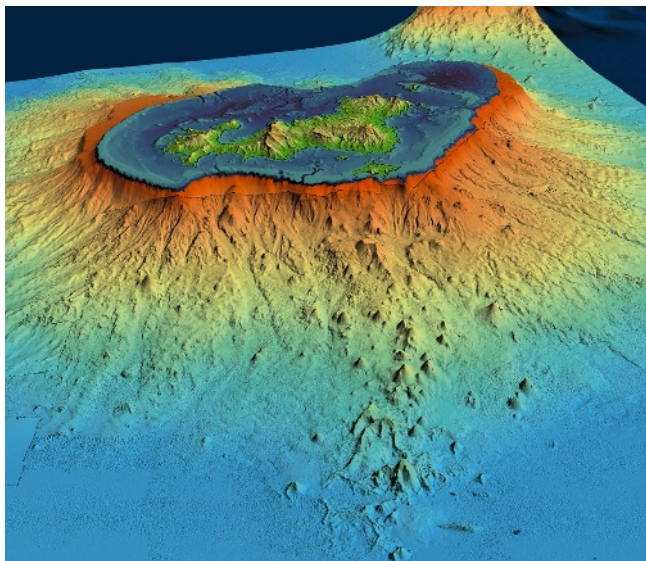
LE MYTHE DE LA GROTTE DU CHIEN

Thierry Lefebvre
et Cécile Raynal

Pourquoi les chiens perdaient-ils connaissance dans une grotte près de Naples ? Cette énigme de la Renaissance non seulement contribua à la diffusion des sciences, mais fut aussi une étape clé de la découverte et de la caractérisation du dioxyde de carbone.

À LA UNE

GÉOSCIENCES



P.22

« MAYOTTE A VÉCU LA PLUS GRANDE ÉRUPTION SOUS-MARINE JAMAIS DOCUMENTÉE »

Entretien avec Nathalie Feuillet et Arnaud Lemarchand

Mayotte, petite île française située entre Madagascar et l'Afrique, ne connaissait pas de séismes importants. La situation a changé en 2018 avec l'apparition d'une énorme activité volcanique sous-marine à l'est de l'île. Le récit de la découverte de ce phénomène extraordinaire et des recherches entreprises pour le comprendre.

P.30

TAMU : L'ORIGINE REMANIÉE D'UN VOLCAN SOUS-MARIN

William W. Sager

La mesure des anomalies magnétiques du massif Tamu, ancien et immense volcan sous-marin du Pacifique nord, change la vision que l'on avait de sa nature et de la formation d'une bonne partie des fonds sous-marins.

RENDEZ-VOUS

P.82

LOGIQUE & CALCUL

LE SECRET D'ARSENÈ LUPIN : LES SUPERPERMUTATIONS

Jean-Paul Delahaye

Comment représenter toutes les permutations possibles d'un ensemble par une courte séquence ? Ce jeu de tassement n'intéresse pas seulement les mathématiciens : il peut aussi aider les étourdis, les cambrioleurs et les voyageurs de commerce.

P.88

IDÉES DE PHYSIQUE FLUIDIFIER LE TRAFIC... EN COUPANT UNE ROUTE !

Jean-Michel Courty
et Édouard Kierlik



P.92

CHRONIQUES DE L'ÉVOLUTION L'ART DU MIME HELICONIUS

Hervé Le Guyader

P.96

SCIENCE & GASTRONOMIE N'AYONS PAS PEUR DU TEMPS DES CERISES

Hervé This

P.98

À PICORER

A

CTUALITÉS

P.6 Échos des labos

P.16 Livres du mois

P.18 *Homo sapiens informaticus*

P.20 Questions de confiance

PALÉOANTHROPOLOGIE

SEPT MILLÉNAIRES DE DÉMOGRAPHIE HEXAGONALE



Cette tombe ocrée est typique de la culture Yamnaya, originaire des steppes pontiques, qui a exercé une grande influence génétique et culturelle en Europe.

Une étude génétique confirme l'arrivée dans l'Hexagone de deux grandes vagues de migrants au Néolithique, l'une provenant d'Anatolie, la suivante des steppes pontiques.

Seulement 243 génotypes pour raconter 7000 ans d'histoire génétique française, c'est peu, mais quels efforts pour les trouver ! Pour y parvenir, Mélanie Pruvost, du laboratoire Pacea, à l'université de Bordeaux, a rassemblé 34 collègues archéologues connaissant bien les contextes archéologiques de 54 sites, afin de préciser les âges et les cultures de 243 individus ayant vécu dans le territoire au cours des sept millénaires qui ont précédé notre ère. Les chercheurs se sont concentrés à la fois

sur les génomes mitochondriaux, transmis uniquement par les femmes, et sur un jeu de 120 marqueurs génétiques, dont certains au sein du chromosome Y, le chromosome sexuel masculin, transmis uniquement par les hommes.

Il ressort de ces données génétiques qu'après la dernière glaciation, deux grandes périodes de migrations ont enrichi et partiellement remplacé le fond génétique paléolithique européen, et constitué le bassin génétique gaulois. Avec le retrait des énormes glaciers qui couvraient l'Hexagone quelque 18000 ans

avant notre ère, les Magdaléniens, des chasseurs-cueilleurs qui s'étaient réfugiés dans le sud-ouest de l'Europe, ont progressivement reconquis le nord, avant que, une dizaine de millénaires avant notre ère, leur culture ne le cède aux cultures du Mésolithique (-9700 à -6400). Par remplacement ? Non, puisque les chercheurs ont trouvé une composante génétique magdalénienne dans les génomes de chasseurs-cueilleurs qui vécurent vers -7000.

Ainsi, ce sont des chasseurs-cueilleurs héritiers d'un très ancien patrimoine génétique paléolithique qui ont vu arriver de premiers paysans vers 6400 avant notre ère. Cet événement important se traduit par un accroissement perceptible de la diversité génétique, ont d'abord remarqué les chercheurs ;

lesquels ont ensuite vérifié l'origine anatolienne, prédite par l'archéologie, de ces premiers paysans.

Au Néolithique ancien (-5600 à -4600), ces pionniers ont été suivis par deux courants de néolithisation distincts toujours originaires d'Anatolie: le Rubané, qui remonte le couloir danubien, et le Cardial, venant de la côte méditerranéenne balkanique, que l'équipe de Mélanie Pruvost n'a pu distinguer sur le plan génétique. En revanche, elle a constaté la persistance de gènes de chasseurs-cueilleurs en proportion variable d'un groupe rubané à l'autre.

Au Néolithique moyen (-4800 à -3500), les deux courants de néolithisation se rejoignent au centre de la France et de nouvelles cultures néolithiques se forment. Toujours présent, le vieux fond génétique paléolithique s'est homogénéisé dans la population, ce qui montre qu'un brassage génétique s'est accompli avant l'apparition de la culture campaniforme (-2900 à -1900). Or les chercheurs ont trouvé que des membres de cette culture, qui domine au Néolithique final (-3500 à -2100), portaient les gènes d'un groupe issu de la partie européenne de la grande steppe eurasiennne: les Yamnayas.

L'étude des génomes datant des débuts de l'âge du Bronze (-2100 à -860) qui suit, confirme que l'influence de ces populations, venues du nord de la mer Noire et censées avoir introduit en Europe les langues indo-européennes (presque toutes les langues européennes le sont), continue et s'intensifie ensuite dans ce qui est aujourd'hui le territoire français. Les chercheurs constatent notamment que le chromosome sexuel masculin des Yamnayas s'y est largement répandu et y a laissé une empreinte pérenne: la majorité des hommes en France portent encore aujourd'hui cette signature des hommes des steppes.

L'archéologie nous apprend qu'après cet événement, des cultures de plus en plus guerrières se sont succédé jusqu'à l'âge du Fer (-860 à -50). Les chercheurs ont constaté dans leurs données que cela s'est fait sans nouveaux apports de gènes. Le bassin génétique hexagonal d'avant notre ère était constitué, et il perdurera jusqu'à l'arrivée des Romains dans les Gaules. ■

FRANÇOIS SAVATIER

S. Brunel et al., PNAS, en ligne le 26 mai 2020

Covid-19 et baisse des émissions de CO₂

Les mesures de confinement pour limiter la crise sanitaire liée au virus SARS-CoV-2 ont entraîné une baisse importante des émissions de dioxyde de carbone, montre une étude dirigée par Corinne Le Quéré. Pour la climatologue, cette crise est l'occasion de penser à une stratégie globale pour lutter contre le réchauffement climatique.



Propos recueillis par SEAN BAILLY

CORINNE LE QUÉRÉ
climatologue
à l'université d'East
Anglia, à Norwich,
au Royaume-Uni

Quelle a été l'évolution récente des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) ?

Durant la décennie passée, les émissions globales de CO₂ étaient à la hausse, d'environ 1 % par an, sauf en 2019 où elles ont été plutôt stables. Ainsi, l'augmentation a été de presque 10 % en dix ans. Les crises économiques et financières ont tendance à provoquer une baisse des émissions, mais celle-ci est vite gommée par la reprise de l'activité. Il est intéressant de voir comment les émissions évoluent pendant une crise sanitaire comme celle du Covid-19 et surtout avec la mise en place d'un confinement quasi mondial.

Comment avez-vous suivi l'évolution du CO₂ dans la crise actuelle ?

Nous avons d'abord rencontré une difficulté qui peut surprendre. Nous n'avons pas les moyens d'établir un suivi en temps réel des émissions de CO₂, malgré le contexte de recherche très actif sur le réchauffement climatique ! Nous avons donc examiné les données qui nous étaient accessibles dans les contraintes de temporalité qui étaient les nôtres. Nous avons utilisé les données sur l'activité de six secteurs parmi les plus gros émetteurs de CO₂ : la production électrique (44,3 % des émissions globales avant la crise), l'industrie, les transports de surface... En examinant par exemple les variations d'activité du trafic aérien, nous avons estimé la baisse de CO₂ associée.

Comment avez-vous utilisé ces données ?

Notre analyse a porté sur 69 pays qui représentent 97 % des émissions globales de CO₂. Nous avons ensuite regardé les politiques de confinement mises en place en établissant un « indice de confinement » noté de 0 à 3. Pour l'échelon 0, aucune restriction n'est mise en place. Pour l'échelon 3, on est sur un

confinement strict : la population doit rester à la maison.

Pour chaque pays et chaque jour, nous avons observé l'indice de confinement et les indicateurs d'activité. Et montré qu'il y avait des motifs systématiques communs à tous les pays. Par exemple, en niveau 3, on voit une baisse de 50 % pour le transport de surface, 75 % pour l'aviation et 15 % pour la production d'énergie. Avec toutes ces données en main, nous avons déterminé les émissions quotidiennes de CO₂, pays par pays.

Quels sont les résultats ?

Par exemple, en France, au maximum du confinement, la baisse des émissions a atteint 34 %, comparé à 2019. À l'échelle globale, comme tous les pays n'ont pas appliqué les mêmes restrictions et que les confinements n'ont pas été mis en place en même temps, on a une baisse maximale moins importante. Le pic global de réduction des émissions a atteint 17 % début avril. Nous avons aussi estimé la baisse sur toute l'année 2020 selon différents scénarios de reprise. La baisse serait comprise entre 4 % et 7 %.

Quelles conclusions tirez-vous de ces travaux ?

La baisse de 17 %, c'est du jamais vu. Pourtant, elle n'aura aucun impact sur le climat. En effet, c'est l'accumulation au fil des décennies du dioxyde de carbone dans l'atmosphère qui est le moteur du réchauffement climatique, et cette quantité de CO₂ ne sera modifiée que de façon infime par la réduction des émissions de cette année. En revanche, cette baisse montre qu'il est possible d'agir en faveur du climat. Les décisions politiques qui seront prises dans les prochaines semaines et mois seront critiques pour réduire sur le long terme nos émissions de CO₂. Si rien n'est fait, nous reviendrons aux niveaux d'avant la crise. Il faut donc mettre en place un programme global, ambitieux et visionnaire pour modifier structurellement nos activités polluantes. ■

C. Le Quéré et al., *Nature Climate Change*, en ligne le 19 mai 2020