

Le dilemme du mouton

Dans un champ, les moutons ont des comportements collectifs qui alternent entre des phases où les ovins se dispersent lentement et d'autres où ils se regroupent très vite. Francesco Ginelli, de l'université d'Aberdeen en Écosse, et ses collègues ont modélisé la dynamique des moutons. Ils montrent que l'animal imite ses voisins, ce qui conduit à un équilibre entre le besoin de maximiser l'espace exploré pour trouver de la nourriture et la volonté de rester en contact avec ses congénères pour bénéficier de la protection du groupe en cas de menace.

Nos ancêtres dormaient peu

Nos ancêtres africains dormaient-ils bien plus que nous ? Il semble que non, selon l'équipe de Jerome Siegel, de l'université de Californie à Los Angeles, qui a étudié trois sociétés préindustrielles résidant à des latitudes tropicales en Afrique ou en Amérique. Ces populations, dont les chercheurs estiment le rythme de sommeil proche de celui de nos ancêtres, se couchent plus de trois heures après le soleil, dorment un peu moins de six heures et demie par nuit et font assez peu de siestes. Reste que dans nos sociétés, de multiples études pointent un manque de sommeil néfaste.

Une naine blanche affamée

De nombreuses étoiles terminent leur vie sous la forme de naine blanche. Contrairement à ce qu'on pensait, l'atmosphère de certaines naines blanches est riche en éléments lourds. Andrew Vanderburg, du centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian, et ses collègues ont confirmé l'explication la plus probable : grâce au télescope spatial *Kepler*, ils ont découvert des petites planètes laissant une traînée de débris autour de la naine blanche WD 1145+017. Cet astre se nourrit de ces débris et s'enrichit ainsi en éléments lourds.

Climatologie

Volcans et climat global : un impact mieux simulé

Pour les climatologues, les cernes des arbres sont une précieuse mémoire du climat. On peut par exemple y lire les variations de température ou de pluviométrie d'une année à l'autre. L'étude de ces anneaux de croissance – la dendrochronologie – permet ainsi d'estimer la baisse de température à l'échelle du globe qui accompagne des éruptions volcaniques massives, telles celles du Samalas en 1257 et du Tambora en 1815 (les plus importantes depuis 1500 ans, toutes deux en Indonésie). Cependant, les données dendrochronologiques et les simulations numériques livrent des résultats quantitatifs différents.

Une équipe menée par Markus Stoffel, de l'université de Genève, a affiné l'analyse des cernes.

Jusqu'à présent, les spécialistes s'appuyaient sur l'épaisseur annuelle des cernes, mais l'équipe de Markus Stoffel a montré que la partie sombre (le bois tardif fabriqué au cours de l'été) est plus sensible aux variations exceptionnelles des conditions climatiques.



En 1991, l'éruption du Pinatubo a entraîné une baisse de température moyenne d'environ 0,4 °C.

Les chercheurs ont reconstruit un registre corrigé de la température estivale de ces 1500 dernières années. Les éruptions volcaniques y sont clairement décelables, corrélées à des baisses de température.

Parallèlement, l'équipe de Myriam Khodri, de l'institut Pierre-Simon-Laplace, a précisé les simulations en intégrant un modèle physique détaillé qui décrit le cycle d'évolution des aérosols, de leur formation lors de l'éruption jusqu'à leur sédimentation. Sans ces améliorations, les simulations surestimaient la baisse des températures.

Les deux équipes ont montré un bon accord quantitatif entre les deux méthodes.

S. B.

Nature Geoscience,
en ligne le 31 août 2015

Insolite

Un utérus moderne de 48 millions d'années

Une jument gestante fossilisée il y a 48 millions d'années prouve que l'utérus mammifère était alors déjà proche de sa configuration actuelle. En grande partie conservé, l'appareil reproducteur de cette jument mise au jour sur le site allemand de Messel consiste en une masse sombre enfermant le fœtus (*ellipse*), qui dessine l'utérus. Son examen indique que le système de reproduction des mammifères a évolué bien plus tôt qu'on ne le soupçonnait, probablement à l'époque où les mammifères couraient encore entre les pattes des dinosaures.



Physique



Une expérience de Bell sans faille

L'existence de l'intrication et de la non-localité quantiques a été testée de nombreuses fois. Mais jusqu'à présent, tous les dispositifs souffraient de failles subtiles. Une nouvelle expérience évite ces écueils.

Albert Einstein est connu pour avoir émis de nombreuses objections à la physique quantique, en particulier à une de ses prédictions, l'intrication quantique. En 1935, avec Boris Podolsky et Nathan Rosen, il a formulé ses critiques sous la forme d'un paradoxe, le paradoxe EPR. Selon ces trois physiciens, l'intrication quantique de deux particules impliquait l'existence d'une interaction se propageant plus vite que la lumière. Pour éviter le conflit avec la théorie de la relativité restreinte, il faut alors supposer que la physique quantique décrit la réalité de façon incomplète et qu'il existe des variables cachées, inconnues des physiciens, qui donnent l'illusion de l'intrication quantique.

Le physicien danois Niels Bohr, lui, ne pensait pas qu'il y avait conflit avec la relativité restreinte. Selon lui, l'intrication quantique est un phénomène non local : il ne dépend pas des positions des particules dans l'espace. Un système intriqué forme un tout dont on ne peut pas décrire séparément les composants.

Des expériences ont été conçues pour confirmer la non-localité de l'intrication, mais toutes présentent des failles,

ou échappatoires. Une équipe menée par Ronald Hanson, de l'université de Delft, aux Pays-Bas, a conçu une nouvelle expérience sans faille.

L'intrication quantique lie l'état de deux particules ou plus, même si elles sont très éloignées les unes des autres. Prenons un système intriqué de deux particules dont les spins (leurs moments cinétiques intrinsèques) sont toujours opposés. Lorsqu'on mesure le spin d'une des particules, le résultat est aléatoire (une orientation ou l'autre). Mais instantanément, le spin de la seconde particule prend l'orientation opposée, même si les particules sont trop éloignées l'une de l'autre pour avoir le temps d'échanger une information (à la vitesse de la lumière au plus).

Le débat lancé par Einstein et Bohr a peu évolué jusqu'en 1964, lorsque le physicien nord-irlandais John Bell propose un principe d'expérience pour trancher la question. Il établit des inégalités, dites de Bell, qui sont évaluées au cours de l'expérience. Si les inégalités sont violées, alors l'hypothèse des variables cachées sera exclue ; il faudra se résoudre à admettre le caractère non local de la nature.

En 1982, l'équipe d'Alain Aspect, de l'Institut d'optique à

Orsay, met au point une expérience pour vérifier les inégalités de Bell. Elle fait appel à une source de paires de photons intriqués dont on mesure la polarisation avec deux instruments assez éloignés l'un de l'autre pour éviter l'« échappatoire de communication » (ou échappatoire de localité), c'est-à-dire une communication à la vitesse de la lumière entre les photons intriqués.

L'équipe d'Alain Aspect a montré que les inégalités de Bell sont violées, ce qui confirmait le caractère non local de la physique quantique. Cependant, cette conclusion nécessite de faire une hypothèse, car cette expérience souffre d'une « échappatoire de détection ». En effet, les photons sont facilement absorbés et tous ne sont pas détectés. On peut imaginer que les photons détectés violent artificiellement les inégalités de Bell, ce qui ne serait pas le cas de l'ensemble des photons. Pour que l'expérience d'Alain Aspect soit concluante, il faut supposer que l'échantillon constitué par les photons intriqués détectés est représentatif.

Ronald Hanson et son équipe ont mis au point un système qui traite les deux failles en même temps. L'idée avait déjà été

suggérée par Bell. Il faut un sous-système qui assure que le dispositif quantique est prêt à être mesuré.

L'expérience comprend deux diamants – distants de près de 1,3 kilomètre –, qui présentent des défauts dans le réseau cristallin. Ces défauts constituent des systèmes quantiques individuels dotés chacun d'un spin électronique. Les physiciens forcent les diamants à émettre des photons intriqués avec l'état de spin du défaut. Ces photons sont guidés vers un dispositif placé entre les deux sites initiaux afin d'être détectés. La mesure de ces photons transforme (instantanément) leur intrication avec les spins des défauts en une intrication entre ces spins et assure que cette nouvelle intrication est prête à être mesurée. L'échappatoire de détection est fermée dans l'expérience, car les spins sont mesurés à chaque fois. Ces mesures sont effectuées en moins de 4 microsecondes pour empêcher l'échappatoire de communication. Les physiciens ont étudié 245 paires de spins de défauts dans cette expérience et ont alors montré que les inégalités de Bell étaient violées. La physique quantique est bien non locale.

S. B.

Nature, en ligne le 21 octobre 2015