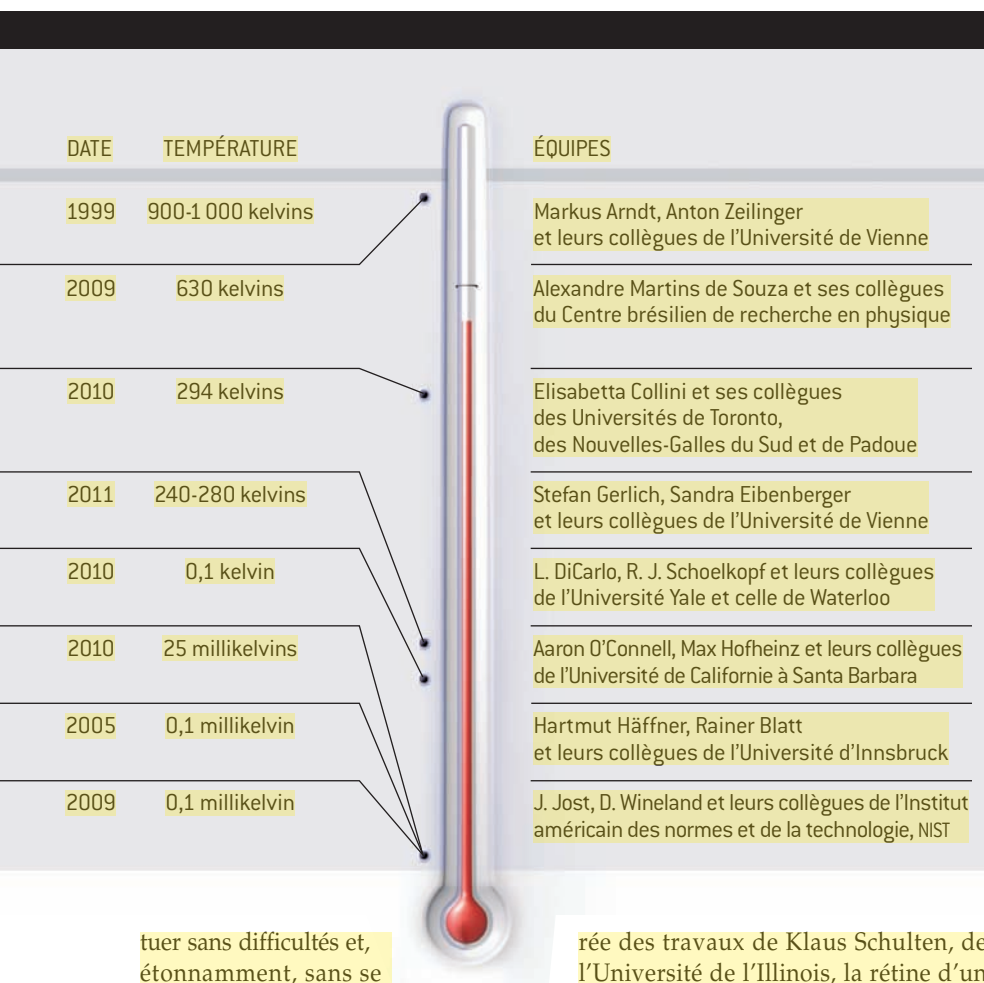




George Retzsch

tuer sans difficultés et, étonnamment, sans se perdre. Comment fait-il ?

Le rouge-gorge a-t-il une sorte de boussole intérieure ? Dans les années 1970, les époux Wolfgang et Roswitha Wiltshko, de l'Université de Francfort en Allemagne, ont capturé des rouges-gorges ayant migré en Afrique et les ont placés dans un champ magnétique artificiel. Ils ont constaté que les rouges-gorges ne perçoivent pas les inversions de la direction du champ magnétique – ils ne distinguent pas le Nord du Sud –, mais qu'ils sont sensibles à l'inclinaison du champ magnétique terrestre, c'est-à-dire à l'angle que font les lignes de champ avec la surface terrestre. C'est, en fait, tout ce dont ils ont besoin pour s'orienter. Or, détail intéressant, les rouges-gorges dont on bande les yeux ne suivent plus le champ magnétique. Cela signifie que si les rouges-gorges ont une boussole interne, elle est dans leurs yeux.

En 2000, un physicien passionné par les oiseaux migrateurs, Thorsten Ritz, alors à l'Université de Floride du Sud, propose avec ses collègues une explication : l'intrication. Selon son idée, inspi-

rée des travaux de Klaus Schulten, de l'Université de l'Illinois, la rétine d'un œil d'oiseau contiendrait une molécule où deux électrons forment une paire intriquée de spin total nul.

## Une rétine quantique ?

Dans le modèle théorique de T. Ritz, quand cette molécule absorbe un photon de lumière visible, les électrons reçoivent assez d'énergie pour se séparer et devenir ainsi sensibles au champ magnétique terrestre. Si le champ magnétique est incliné, il affecte différemment les deux électrons, créant un déséquilibre qui modifie la réaction chimique subie par la molécule. Des mécanismes chimiques traduisent cette différence en impulsion nerveuse, que le cerveau de l'oiseau transforme en une image du champ magnétique terrestre. L'oiseau est ainsi doté d'un dispositif d'orientation macroscopique, qui ne relève pas de la physique classique.

Bien qu'il n'y ait que des preuves indirectes de l'existence de ce mécanisme, Christopher Rogers et Kiminori Maeda, de l'Université d'Oxford, ont étudié en laboratoire des molécules semblables à celles

considérées par T. Ritz, et montré que l'intrication de leurs électrons les rend en effet sensibles aux champs magnétiques. D'après nos calculs, ces effets quantiques persistent dans un œil d'oiseau durant 100 microsecondes environ. Dans ce contexte, c'est une durée longue : le record de maintien d'un système artificiel de spins électroniques intriqués n'est que de quelque 50 microsecondes... Nous ignorons pour le moment comment un système naturel pourrait conserver aussi longtemps des effets quantiques, mais la réponse nous indiquerait comment protéger les ordinateurs quantiques de la décohérence.

La photosynthèse – le mécanisme complexe par lequel les plantes convertissent l'énergie solaire en énergie chimique – est un autre processus biologique où l'intrication est peut-être en jeu. Dans les cellules végétales, la lumière incidente éjecte des électrons, qui s'acheminent tous vers un centre de réaction où ils déposent leur énergie et déclenchent les réactions chimiques nécessaires aux cellules des plantes. Or la physique classique n'explique pas l'efficacité presque parfaite de ce mécanisme.

Des expériences réalisées par plusieurs équipes, dont celle de Graham Fleming et Mohan Samovar, de l'Université de Californie à Berkeley, ou celle de Gregory Scholes, de l'Université de Toronto, soutiennent l'idée que le rendement élevé de la photosynthèse s'expliquerait par des propriétés quantiques.

Dans un monde quantique, une particule prend tous les chemins à la fois, chacun étant affecté d'une certaine probabilité. Les champs électromagnétiques existant au sein des cellules végétales peuvent entraîner l'annulation mutuelle de certaines de ces trajectoires et le renforcement d'autres, réduisant les chances que l'électron fasse un détour peu économique et augmentant celles qu'il soit aiguillé directement vers le centre de réaction. L'intrication des états de position (chemins) possibles ne durerait qu'une fraction de seconde et ferait intervenir des molécules ne renfermant pas plus de 100 000 atomes. Existe-t-il des exemples d'intrication plus vaste et plus persistante dans la nature ? Nous l'ignorons, mais la question est assez passionnante pour susciter l'émergence d'une nouvelle discipline : la biologie quantique.

Pour Schrödinger, un chat à la fois mort et vivant était une absurdité ; toute théorie faisant pareille prédiction ne pouvait