

HISTOIRE DES SCIENCES

Erreurs fécondes

En 1982, l'Américain Nick Herbert imagine un télégraphe plus rapide que la lumière. Dans les années 1940, l'Allemand Max Delbrück explore la nature des gènes en étudiant des virus. Bien qu'erronées, leurs hypothèses ont entraîné des avancées majeures.

David Kaiser et Angela Creager

Comme la majorité des êtres humains, la plupart des scientifiques font nombre d'erreurs au long de leur parcours. Toutes, cependant, ne revêtent pas la même importance. Parmi les innombrables erreurs insignifiantes, les historiens ont découvert plusieurs exemples d'idées fausses qui se sont révélées fécondes. Ces erreurs, ayant trait à des caractéristiques fondamentales du monde, ont entraîné de nouvelles recherches qui ont débouché sur des percées majeures.

Le modèle atomique conçu par le physicien danois Niels Bohr en 1913, par exemple, s'est révélé faux, mais a ouvert la voie à la mécanique quantique. En 1912, le météorologue allemand Alfred Wegener exposait sa théorie de la dérive des continents, expliquant ces mouvements par des forces centrifuges. Le mécanisme d'action était erroné, mais le phénomène, alors décrié, a été confirmé, et ses travaux ont conduit à la théorie de la tectonique des plaques. Deux autres exemples, l'un en physique dans les années 1970, l'autre en biologie dans les années 1940, illustrent particulièrement bien l'impulsion que certaines erreurs peuvent donner aux sciences.

Les auteurs de ces erreurs – Nick Herbert et Max Delbrück –, tous deux chercheurs, avaient chacun tenté de répondre à des questions profondes et peu traitées. En combinant des idées qui n'avaient alors été examinées que par de rares scientifiques, ils ont réalisé des travaux préparatoires essentiels pour les domaines aujourd'hui prolifiques de l'information quantique et des biotechnologies.

La première erreur a contribué à éclairer un désaccord né aux premiers jours de la mécanique quantique, en 1927, lorsque Einstein et Bohr ont engagé une série de débats sur la nature et les implications de la théorie quantique. Einstein s'était attaqué à plusieurs étrangetés de la théorie. Les équations de la mécanique quantique, par exemple, ne donnaient que des probabilités de présence d'une particule et non des résultats définitifs. Comment pouvaient-elles suffire à décrire le monde ? Dieu ne joue pas aux dés, disait Einstein. La question en était restée là pendant 30 ans. Aucun des deux hommes n'avait pu convaincre son opposant.

Le commutateur supraluminique FLASH

Des décennies plus tard, un jeune physicien d'Irlande du Nord, John Bell, revient sur les échanges entre Einstein et Bohr. Bell revisite une expérience de pensée publiée en 1935 par Einstein et deux collègues, Boris Podolsky et Nathan Rosen. Souhaitant montrer que la mécanique quantique ne décrivait pas toute la réalité physique d'un système, les trois physiciens avaient imaginé une source projetant des paires de particules quantiques couplées – des photons, par exemple – dans des directions opposées. Leur expérience de pensée illustrait une étrange conséquence de la mécanique quantique : lorsque deux particules sont couplées d'une certaine façon (on dit aujourd'hui qu'elles sont « intriquées »), leurs propriétés restent corrélées. Dans l'expé-

rience de pensée, il suffisait ainsi de mesurer une grandeur physique de l'une pour connaître la valeur de la même grandeur pour l'autre. Pour les trois physiciens, cette corrélation était telle qu'elle impliquait l'existence d'une propriété commune aux deux particules, non décrite par la mécanique quantique. Mais Bell conçoit une variante de l'expérience de pensée où la mécanique quantique elle-même contredit cette idée.

En 1964, dans un article bref et élégant, il démontre qu'il existe certaines corrélations partielles qui ne s'expliquent que par la mécanique quantique. Il suffirait de les observer expérimentalement pour mettre en défaut la thèse d'Einstein, Podolsky et Rosen. De plus, conclut Bell, la corrélation entre les deux mesures étant instantanée, toute théorie capable de reproduire les corrélations quantiques à l'aide de « paramètres supplémentaires » impliquerait que le signal responsable de cette corrélation se propage instantanément d'une particule à l'autre.

L'article de Bell reçoit un accueil mitigé. Plusieurs physiciens remarquent que la propagation instantanée de signaux violerait les lois de la relativité restreinte d'Einstein, solidement étayées, qui énoncent qu'aucun signal ne peut se propager plus vite que la lumière. Nick Herbert est de ceux-là. Physicien dans le secteur industriel de la baie de San Francisco, il participe à un groupe de discussion informel, le Groupe de physique fondamentale. Les participants, pour la plupart de jeunes physiciens ayant obtenu leur doctorat dans des universités prestigieuses,

sont sans emploi ou sous-employés, victimes d'une crise sans précédent.

Disposant de temps, N. Herbert et ses camarades se réunissent chaque semaine au milieu des années 1970 pour chercher des solutions originales à des problèmes complexes de la physique moderne ayant fait l'objet de peu d'attention au cours de leur formation en physique. En particulier, le théorème de Bell et l'intrication quantique les fascinent. Un autre membre du groupe, John Clauser, a mené en 1972 la première expérience visant à tester le théorème de Bell. Les résultats semblaient corroborer les prévisions de la mécanique quantique, mais le montage, peu fiable, devait être amélioré (l'expérience décisive sera réalisée en 1982 par l'équipe d'Alain Aspect, de l'Institut d'optique théorique et appliquée, à Orsay). Le groupe s'intéresse notamment à ce que Bell a décrit comme des signaux instantanés entre particules quantiques. Si de tels signaux sont possibles, pourraient-ils

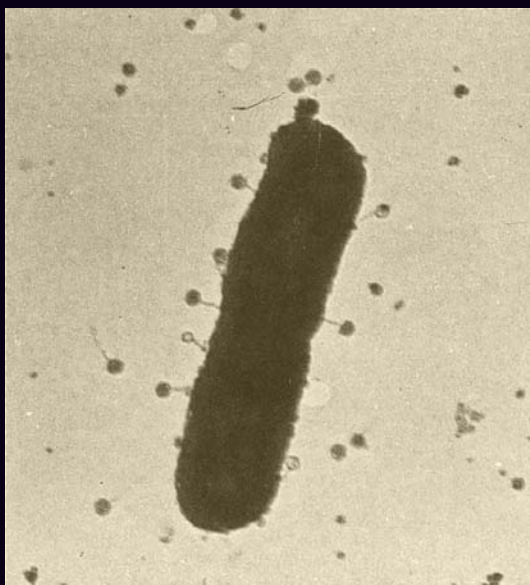
être utilisés pour transmettre des messages plus vite que la lumière ?

N. Herbert dresse les plans de ce qu'il nomme le communicateur supraluminique, un dispositif qui vise à exploiter cette propriété... en violant au passage la relativité et donc les lois de la physique. En janvier 1981, après quelques faux départs, N. Herbert finalise son projet, nommé FLASH pour première connexion supraluminique amplifiée par laser (voir l'encadré page 76).

Le projet paraît infaillible. Plusieurs examinateurs du journal auquel il a soumis son article sont convaincus par son argument. « Nous n'avons pu identifier aucun défaut fondamental dans l'expérience proposée, qui révélerait l'origine du paradoxe », écrivent deux arbitres. Un troisième, Asher Peres, adopte une position plus audacieuse : il indique que l'article doit contenir une erreur – et qu'il faut donc le publier. Puisqu'il n'a pu trouver la faille, soutient-il, l'erreur doit être importante, du genre à produire de nouvelles avancées.

La position de Peres est vite corroborée. Trois groupes de physiciens – Gian Carlo Ghirardi et Tullio Weber en Italie, Wojciech Zurek et Bill Wootters aux États-Unis, et Dennis Dieks aux Pays-Bas – soumettent l'article de N. Herbert à un examen attentif. Ils montrent tous que N. Herbert a commis une erreur subtile dans le calcul du signal que le destinataire doit voir en sortie de son dispositif. N. Herbert a supposé que le laser amplificateur de son appareil serait capable d'émettre de grandes quantités de lumière dans le même état que la lumière originale. Les physiciens s'aperçoivent que le laser ne peut pas produire de telles copies d'un seul photon, mais seulement un mélange aléatoire d'états quantiques qui produirait un signal confus inexploitable.

Au cours de leur étude, les trois groupes découvrent une caractéristique fondamentale de la mécanique quantique : la théorie interdit la copie – le « clonage » – d'un état quantique inconnu sans perturber l'état en



DANS LES ANNÉES 1940 AUX ÉTATS-UNIS, le physicien allemand Max Delbrück (ci-contre à Cold Spring Harbor dans les années 1950) et son collègue Salvador Luria (au second plan) se sont lancés dans l'étude de la réplication du bactériophage, un virus infectant des bactéries (ci-dessus, sur un cliché de microscopie électronique réalisé en 1953 par Thomas Anderson). Ils espéraient découvrir la nature des « atomes » porteurs de l'hérédité, les gènes.



Collection personnelle de Daniel D. Luria. US National Library of Medicine