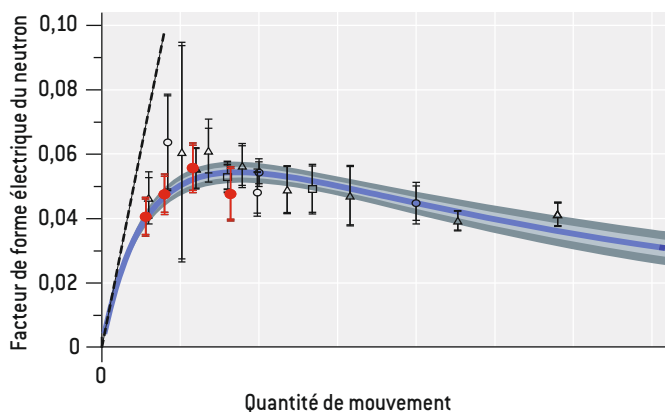
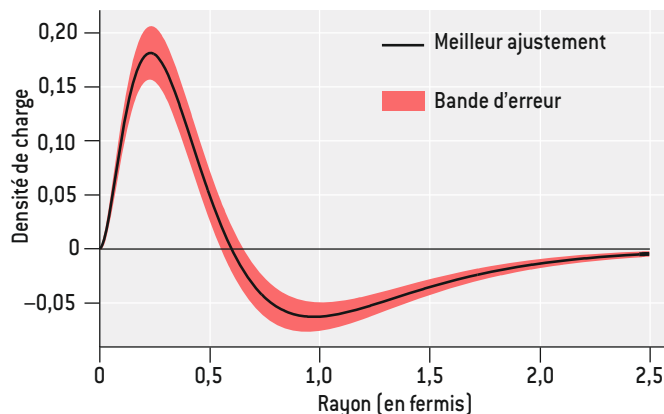
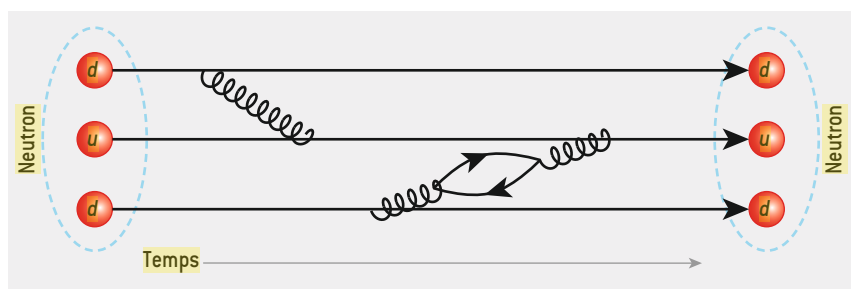




5. DIFFÉRENTES EXPÉRIENCES ont permis d'évaluer le facteur de forme électrique du neutron, une mesure de la probabilité qu'un électron accéléré soit diffusé par un neutron en raison de leur interaction électrique (à gauche). Quand l'électron a une quantité de mouvement faible, l'absence de charge du neutron fait disparaître la diffusion électrique. Quand la quantité de mouvement est élevée, l'électron traverse le neu-



tron sans être perturbé. Mais pour des quantités de mouvement intermédiaires, l'interaction a lieu. Elle indique que la périphérie du neutron porte une charge légèrement négative : quand les données concernant le facteur de forme électrique sont converties en mesures de position, on constate que le centre du neutron porte une charge positive et sa périphérie une charge négative (à droite).



6. UN NEUTRON CONTIENT TROIS QUARKS de valence (en rouge), deux quarks *d* et un quark *u*, décrits ici sur un diagramme chronologique. Un gluon (spirale) est créé par un quark *d*, puis absorbé par le quark *u*. Plus tard, l'autre quark *down* émet un gluon qui se scinde en une paire quark-antiquark, laquelle se recombine en gluon qui est lui aussi absorbé.

L'AUTEUR



Timothy SMITH, physicien à l'Université de Dartmouth, aux États-Unis, a dirigé le développement logiciel du projet BLAST (Bates Large Acceptance Spectrometer Toroid, pour Spectromètre toroïdal à large acceptation de Bates), à l'Institut de technologie du Massachusetts.

Article publié avec l'aimable autorisation de *American Scientist*.

concilier, il nous faut revenir à notre représentation du neutron et du pion en faisant intervenir les quarks.

Ainsi, le neutron est constitué de trois quarks de valence, ainsi que de gluons et de paires quark-antiquark éphémères. Jusqu'à présent, nous ne nous sommes intéressés qu'aux trois quarks de valence : il nous faut faire intervenir les autres. Observons comment les quarks *uud* d'un neutron évoluent au cours du temps (voir la figure 6). Au bout d'un certain temps, un quark *d* émet un gluon, qui est absorbé par un quark *u*. Plus tard, un autre gluon est émis ; il donne alors une paire quark-antiquark, qui se recombine en un autre gluon, absorbé à son tour par un des quarks de valence.

Les quarks et antiquarks éphémères constituent une mer de quarks. Ces quarks de la mer sont aussi réels que les quarks de valence : si un antiquark se combinait avec un quark de valence, le système serait en équilibre. Cette paire quark-antiquark pourrait former une nouvelle particule, tel

un pion, au moins pour un bref instant. Le pion formé serait alors réabsorbé dans le nuage de pions du neutron, où il pourrait être échangé avec un nucléon voisin, puis absorbé en tant que médiateur de l'interaction nucléaire forte. Ainsi, le nuage de pions est lié aux gluons et à la mer de quarks, et nous renseigne sur leur activité.

Si la façon la plus simple d'associer un quark et un antiquark est de former un pion, ce n'est pas la seule. Lorsque les spins de la paire quark-antiquark sont alignés, ils forment une particule plus massive, un méson ρ ou un méson ω , ou peut-être un méson plus exotique, tel le méson ϕ . Ainsi, il serait plus correct de parler d'un nuage de mésons, au lieu d'un nuage de pions, entourant le neutron.

Un cœur très relatif

Que se passe-t-il à l'intérieur du nuage, à une distance inférieure à un fermi, ce qui est normalement considéré comme la frontière d'un nucléon ? Le quark *u* semble plus près du centre, avec un rayon d'environ 0,35 fermi, et les quarks *d* en sont plus éloignés, à environ 0,5 fermi. On aboutit alors, par la transformée de Fourier du facteur de forme électrique, à une description du neutron considérée par certains physiciens comme notre meilleure représentation actuelle : un nuage de mésons, une surface de quarks *d* et un cœur de quark *u*. Mais ce « portrait », pour instructif et attrayant qu'il soit, n'en présente pas moins quelques difficultés. Ce que nous voulions vraiment savoir, c'est à quoi ressemble un