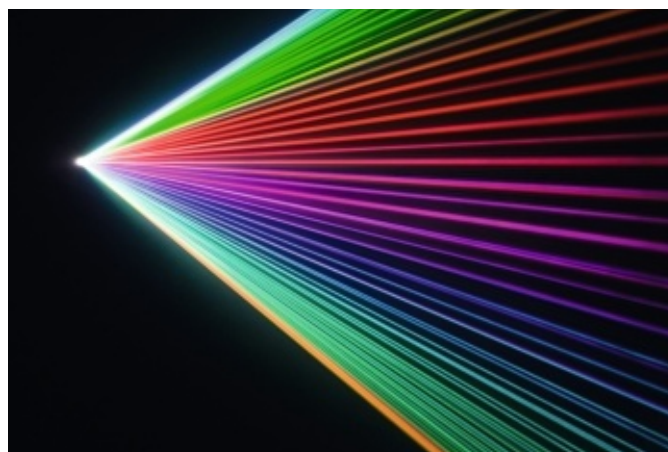
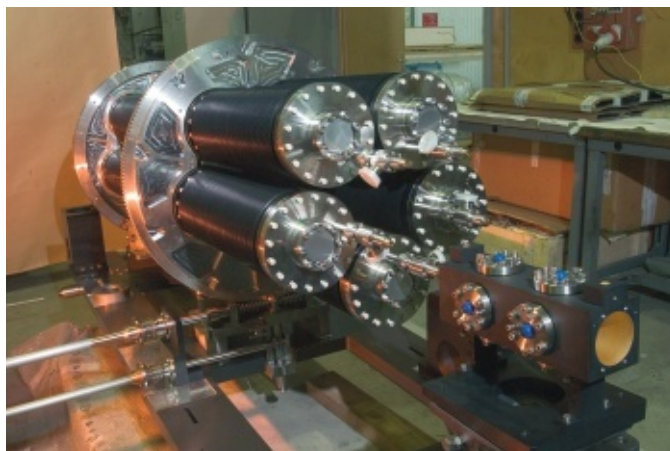


Physique

Des neutrinos plus rapides que la lumière ?

L'équipe de l'expérience internationale OPERA, en Italie, a mesuré la vitesse des neutrinos avec une précision suffisante pour affirmer qu'elle est légèrement supérieure à celle de la lumière. Un résultat inattendu qui, s'il se confirme, fera l'effet d'une bombe en physique fondamentale.



Au CERN, la cible sur laquelle des protons accélérés par la machine SPS viennent frapper est constituée d'une série de cylindres en graphite, longs de dix centimètres et disposés sur deux mètres de longueur (ci-dessus). Les collisions produisent notamment des mésons π et K , dont la désintégration fournit les neutrinos muoniques traqués 730 kilomètres plus loin par les physiciens d'OPERA, au Laboratoire de Gran Sasso en Italie. Selon ces derniers, la vitesse des neutrinos serait supérieure d'environ six kilomètres par seconde à celle de la lumière.

Au Laboratoire souterrain de Gran Sasso, en Italie, l'expérience OPERA étudie depuis plusieurs années un faisceau de neutrinos muoniques produit par l'accélérateur SPS du CERN, à 730 kilomètres de là. Le faisceau est engendré par l'impact de protons accélérés sur une cible de graphite ; les chocs créent des particules instables, notamment des mésons π et K qui se désintègrent chacun en un muon et un neutrino muonique. Les neutrinos ainsi engendrés traversent la croûte terrestre en ligne droite jusqu'au détecteur d'OPERA.

En mesurant précisément la distance que le faisceau doit parcourir et le temps écoulé entre la production des neutrinos et leur détection, les physiciens ont obtenu ce résultat très étonnant : les neutrinos effectuent leur trajet en 60 nanosecondes de moins que ne le ferait la lumière pour la même distance dans le vide, la durée de ce parcours de 730 kilomètres étant de 2,4 millisecondes. En d'autres termes, sur une course de 730 kilomètres entre neutrinos et photons, les neutrinos gagneraient avec 20 mètres d'avance environ.

Ce résultat est ahurissant, car il va à l'encontre de tout ce que nous ont appris la physique expérimentale et la physique théorique depuis plus d'un siècle. En effet, la théorie de la relativité restreinte d'Einstein, née en 1905, fait apparaître la vitesse de la lumière dans le vide (un peu moins de 300 000 kilomètres par seconde) comme une constante absolue (indépendante de l'état de mouvement de l'observateur) et indépassable. Et depuis 1905, cette théorie a été confirmée dans ses différents aspects par d'innombrables expériences. Elle fait partie intégrante de tout l'édifice théorique de la physique fondamentale. Il est donc impossible de la contester à la légère ou sans proposer une alternative capable de rendre compte d'un siècle de résultats expérimentaux.

L'équipe des chercheurs d'OPERA, menée par Dario Autiero, physicien du CNRS à l'Institut de physique nucléaire de Lyon, a donc été prudente avant de rendre publics ses résultats. Ses données ont été recueillies sur les trois dernières années, ce qui représente plus de 16 000 neutrinos détec-

tés. Les physiciens ont fait et refait leurs calculs, mesuré par géodésie la distance parcourue par le faisceau de neutrinos à 20 centimètres près, déterminé la durée du parcours à moins de 15 nanosecondes près, etc.

Pour l'écart relatif $(v - c)/c$ de la vitesse v des neutrinos par rapport à celle (c) de la lumière, l'équipe d'OPERA obtient la valeur $(2,48 \pm 0,58) \times 10^{-5}$, ce qui correspond à une vitesse des neutrinos qui dépasse celle de la lumière d'environ six kilomètres par seconde.

Il s'agira maintenant, pour la communauté de la physique des hautes énergies, d'essayer de confirmer ou d'infirmer ce résultat par d'autres analyses ou d'autres expériences et, pour les théoriciens, d'essayer de voir comment une vitesse supérieure à la lumière pourrait être intégrée à une théorie cohérente. Les hypothèses pour faire rentrer les neutrinos dans le rang n'ont pas encore convaincu.

➔ Maurice Mashaal

T. Adam et al., prépublication
(<http://arxiv.org/abs/1109.4897>),
22 septembre 2011

Biologie

Le lait des pigeons



Les mammifères ne sont pas les seuls à produire du lait ! C'est aussi le cas de certains oiseaux, notamment les pigeons. Meagan Gillespie, de l'Université Deakin, à Geelong, en Australie, et ses collègues ont précisé les mécanismes de cette lactation.

La substance est fabriquée dans le jabot, un renflement de l'œsophage, par des cellules dites épithéliales qui tapissent l'organe. Ce lait de jabot, riche en protéines et en lipides, se distingue du lait des mammifères par l'absence de glucides. Autre différence, il est produit aussi bien par les mâles que les femelles.

Les biologistes ont montré que le jabot des pigeons allaitant est plus volumineux et plus épais que celui d'oiseaux non allaitant. Il est aussi flanqué de deux lobes latéraux qui contiennent le lait. De plus, les cellules épithéliales sont plus nombreuses et forment des couches repliées, augmentant la production du lait. Une analyse génétique a révélé que chez les pigeons allaitant, de nombreux gènes sont surexprimés, notamment ceux favorisant la croissance cellulaire, la production d'antioxydants et le système immunitaire.

→ Loïc Mangin

M. Gillespie et al., *BMC Genomics*, à paraître, 2011

En bref

LE GÈNE MANIPULATEUR

La chenille de bombyx infectée par des baculovirus grimpe en haut des arbres, où elle meurt et se liquéfie : les virus qu'elle abritait se répandent et contaminent alors de nouvelles larves. Des biologistes de l'Université d'État de Pennsylvanie ont découvert pour la première fois un gène du virus parasite, nommé *egt*, qui lui permet d'effectuer ce contrôle. Quand ils ont supprimé ce gène des virus parasitant les chenilles, ils ont constaté que celles-ci ne grimpent plus aux arbres et ne meurent pas.

RÉAPPARITION DE RÉCIFS

Après leur disparition lors de la crise Permien-Trias, les récifs océaniques sont réapparus rapidement au début de l'ère secondaire. En effet, des géologues ont collecté de nombreux fossiles d'éponges, associés avec des annélides, des gastéropodes et d'autres organismes benthiques dans des roches datées du Trias inférieur. Leur étude a révélé que les récifs d'animaux sont réapparus en 1,5 million d'années seulement, ce qui est cinq fois plus rapide qu'on ne l'estimait.

ESCARGOTS VOLANTS

Des escargots marins ont traversé l'Amérique centrale... en volant. En étudiant la phylogénie des variations de gènes mitochondriaux de deux espèces voisines, l'une de la côte pacifique, l'autre de la côte atlantique, des biologistes de Panama se sont aperçus que des échanges de matériel génétique entre ces côtes avaient eu lieu à deux reprises après la formation de l'isthme de Panama. Les escargots auraient traversé la langue de terre... dans l'estomac d'oiseaux migrateurs.

Astrophysique

Naissance en douceur pour les étoiles

Comment les populations d'étoiles se forment-elles dans les galaxies ? Pour le préciser, D. Elbaz et son équipe ont examiné la relation entre deux grandeurs dans un échantillon de milliers de galaxies observées par le satellite infrarouge *Herschel*, dont les plus lointaines se montrent telles qu'elles étaient il y a 11 milliards d'années. La première de ces grandeurs est l'émission infrarouge totale d'une galaxie, qui permet d'évaluer le taux de formation d'étoiles en son sein.

La seconde est l'émission infrarouge autour de huit micromètres de longueur d'onde. Elle rend compte de la quantité de grains de poussière riches en carbone, des molécules d'hydrocarbure aromatique polycyclique ou PAH, présents dans le milieu interstellaire. Or les PAH sont sensibles à la façon dont se forment les étoiles.

Ainsi, lors d'une collision de galaxies, des flambées de formation d'étoiles se produisent dans des régions très localisées. Elles s'accompagnent d'une émission importante de rayonnement ultra-



Vue d'artiste d'une galaxie accrétant du gaz froid. Ce flux continu de matière favoriserait la formation stellaire douce.

violet, qui détruit les PAH, dont l'émission à huit micromètres se trouve alors amoindrie. À l'inverse, lorsque des étoiles sont créées par des processus moins violents que les collisions galactiques, leur formation est répartie dans toute leur galaxie hôte. Le flux d'ultra-violet est moins dense, donc les PAH sont moins détruits et leur émission à huit micromètres est plus intense.

C'est justement ce qu'ont observé les astronomes. D'après la comparaison de l'émission infrarouge totale des galaxies à leur émission à huit micromètres, il

apparaît que seules 20 pour cent de celles ayant formé des étoiles au cours des 11 derniers milliards d'années semblent devoir leur fertilité à des collisions.

Quels sont alors les processus plus calmes qui entraîneraient la formation d'étoiles dans les galaxies ? Il pourrait s'agir de courants de gaz froid tombant sur les galaxies et leur fournissant la matière nécessaire à la formation stellaire, mais la question reste ouverte.

→ Stéphane Fay

D. Elbaz, et al., *Astronomy & Astrophysics*, vol. 533, A119, 2011