

l'iconographie amérindienne. Selon moi, mieux vaut bien écouter la vieille femme guayabero qui indiqua le site de la Lindosa à Alain Gheerbrant, lui racontant que « sur la pierre, me regardaient des gens, des animaux, des diables rouges ». Des diables autant que des humains ou des animaux ? Voilà qui suggère un sens mythologique !

De fait, les pictogrammes des parois de la Lindosa impliquent à la fois des animaux et des humains reconnaissables, mais aussi des êtres intermédiaires, des esprits, des végétaux, des maîtres de la nature et d'autres êtres vivants de ce monde et de l'au-delà... Les corps hypertrophiés des personnages humains ou animaux, leurs pieds bidactyles (voir pages 24-25), les membres démesurément longs (image page précédente), les boules situées au bout des pattes d'êtres indéterminés (image 8, page 33), les figures animales debout (pages 24-25), les serpents à pattes et cornes (image 6, page 33), etc., me semblent correspondre à des qualités intérieures mises en exergue par une figuration symbolique, qui se retrouve peut-être par ailleurs dans les nombreux symboles abstraits utilisés tant par les peintres que par les chamanes des basses terres amazoniennes (voir la photographie ci-dessus). Cette façon de « socialiser l'environnement », c'est-à-dire de l'intégrer dans sa société, expliquerait les anomalies physiques de tant des êtres représentés.

Prenons du champ afin de tenter d'interpréter cet étrange lexique pictographique. Une clé possible est le système des quatre ontologies de l'anthropologue Philippe Descola. Dans son récent et fameux ouvrage *Par-delà nature et culture*, ce professeur au Collège de France identifie au sein de l'humanité quatre conceptions fondamentales de la composition du monde. Nous n'en évoquerons ici que deux : le naturalisme et l'animisme.

Dans le naturalisme, qui est l'ontologie dominante en Occident depuis la Renaissance, seul les êtres humains ont des « intériorités » (des consciences, des esprits, des âmes...), toutes différentes les unes des autres, tandis que tous les êtres sont faits d'une seule et même « physicalité » (tout est fondamentalement un tissu d'atomes). Dans l'animisme – répandu en Afrique, en Arctique, mais aussi en Amazonie – les humains, les animaux, les plantes, voire les objets sont dotés d'une intériorité, tandis que leurs physicalités diffèrent. Ainsi, un jaguar est physiquement très différent d'un perroquet, mais sous le pelage ou la plume, ces êtres sont des « personnes » au même titre que les humains, avec qui il est possible de communiquer. Pour moi, les pictogrammes de Chiribiquete et de la Lindosa figurent ces intériorités et relèvent d'une pensée animiste.

Les intériorités et les physicalités des êtres mythiques jouent logiquement des rôles dans les mythes amérindiens. C'est pourquoi on peut



Les dessins que trace dans le sable ce chaman amazonien illustrent le grand rôle que jouaient encore récemment (ce cliché date des années 1960) les symboles abstraits dans la pensée mythologique et dans les activités religieuses des Amérindiens d'Amazonie.

tenter de donner un sens à certaines scènes figurées, probablement les plus récentes, en allant puiser dans les mythes séculaires des cultures amérindiennes animistes. À La Lindosa, ces quatre hommes armés de propulseurs attaquant leur proie, cet être qui semble grimper à une échelle (voir l'image 4, page 32), ces quatre personnages qui paraissent en avoir ligoté un cinquième, ces quatre autres semblant maintenir des animaux avec des lassos, cette colonne de personnages tenant un long instrument double en main ou encore ces quatre animaux protégés sous les bras démesurés d'une étrange entité (voir l'encadré page précédente) pourraient être des fragments de mythes. En tout cas, la frappante récurrence de quatre personnages dans ces scènes fait sûrement écho à l'un de ces récits.

Démontrée par les anthropologues Gerardo Reichel-Dolmatoff et Dimitri Karadimas, l'omniprésence des motifs issus de la mythologie dans l'art amazonien actuel incite à le penser. Tout comme les troublantes analogies entre peintures et certaines pratiques rituelles amazoniennes contemporaines. Ainsi, les êtres insolites représentés à Chiribiquete rappellent fortement certains des masques-costumes utilisés de nos jours. Les bêtes représentées y portent ainsi des entités dansant sur leur dos, à l'instar des mythes actuels qui décrivent un monstre originel transportant les premiers humains et les esprits.

La recherche sur la Lindosa et Chiribiquete pourra suivre ces pistes ou d'autres. S'agissant d'un site d'importance mondiale, elle devra passer par des collaborations interdisciplinaires internationales. Riche d'une expertise reconnue dans l'art pariétal, la France pourrait s'impliquer dans celles que la Colombie va organiser pour poursuivre l'étude scientifique de la Lindosa et de Chiribiquete. ■

BIBLIOGRAPHIE

S. Rostain, **Amazonie – Les douze travaux des civilisations précolombiennes**, Belin, 2017.

S. Rostain et C. Jaimes Betancourt (dir.), **Las Siete Maravillas de la Amazonia precolumbina**, IV^e Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica, Bonner Altamerika-Sammlung und Studien, Plural Editores, La Paz, 2017.

P. Descola, **Par-delà nature et culture**, Gallimard, 2005, réédité en 2015.

A. Gheerbrant, **L'Expédition Orénoque-Amazonie**, Gallimard, 1952, réédité en 1993.

L'ESSENTIEL

> Les particules d'antimatière présentent une charge électrique opposée à leur *alter ego* de matière. Leur masse est supposée identique.

> Si leur masse était négative, les antiparticules pourraient chuter à une vitesse différente dans un champ gravitationnel, voire « tomber vers le haut ».

> Des expériences au Cern, près de Genève, testeront bientôt cette hypothèse.

> La masse négative des antiparticules permet aussi de développer un modèle cosmologique original qui se passerait de la matière noire, de l'énergie noire et de la phase d'inflation.

L'AUTEUR



GABRIEL CHARDIN
directeur de recherche
au CNRS, où il préside le Comité
des très grandes infrastructures
de recherche

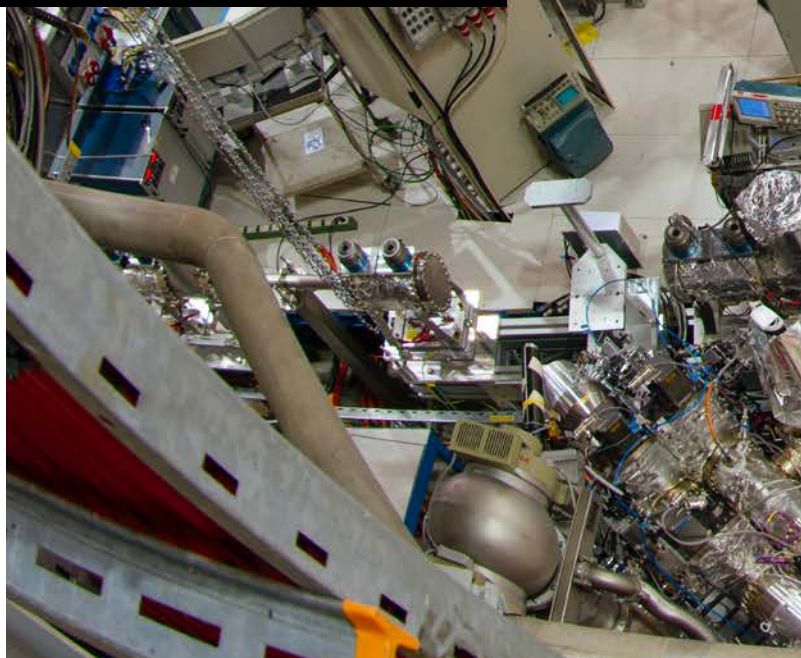
L'antimatière tombe-t-elle vers le haut?

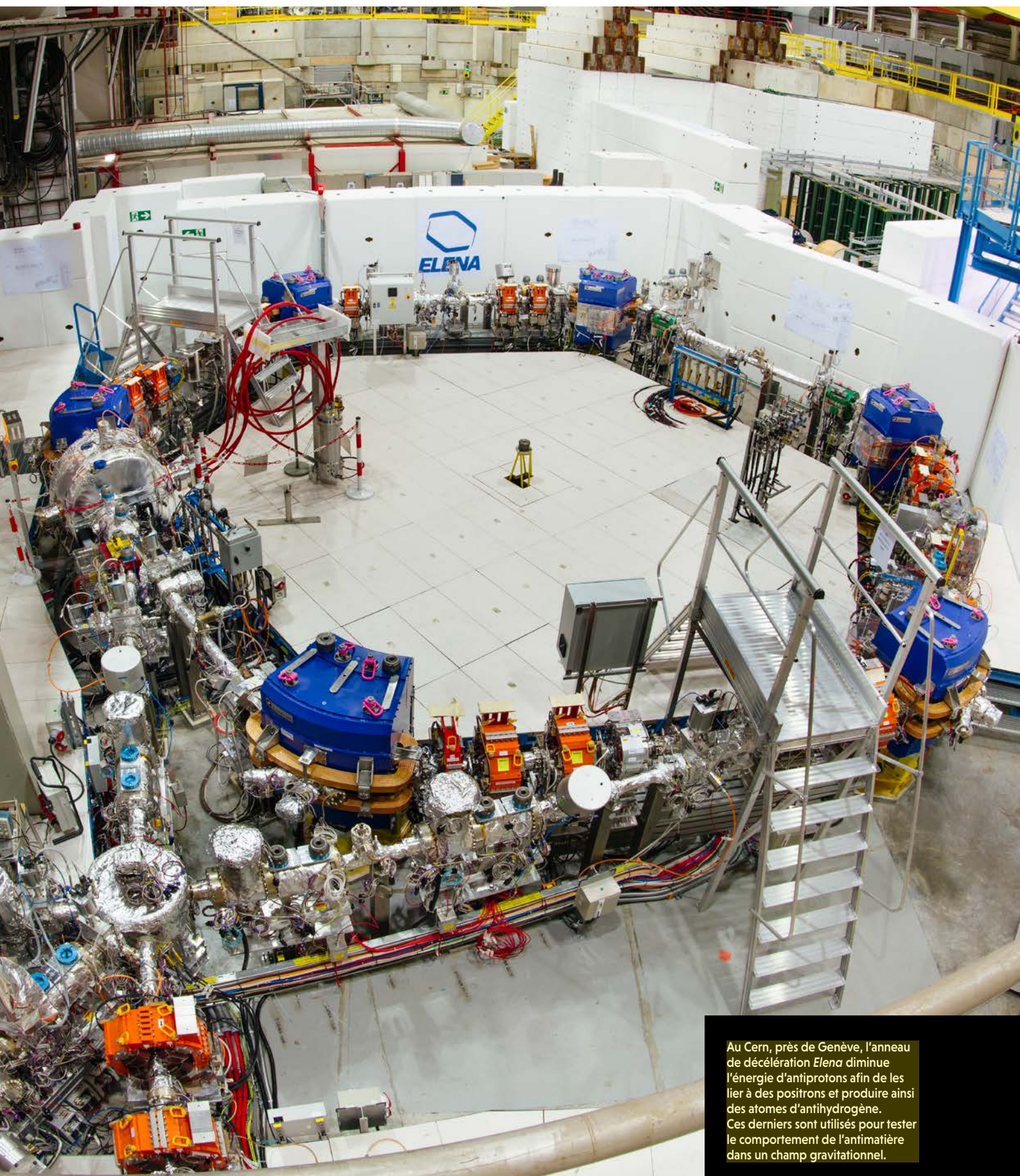
Et si l'antimatière était de masse négative? En faisant cette hypothèse, il est possible de construire un modèle cosmologique qui n'a besoin ni de matière noire, ni d'énergie noire, ni d'inflation. Une hypothèse osée que les physiciens pourraient bientôt tester au Cern.

Dans l'anneau de 27 kilomètres de circonférence du **LHC**, le grand collisionneur de hadrons du Cern, les physiciens projettent les uns contre les autres des protons à des vitesses proches de celle de la lumière. Dans les « débris » de ces collisions à haute énergie, ils ont découvert le boson de Higgs et continuent d'explorer les lois qui régissent les interactions des particules. Ils ont ainsi mis à l'épreuve et validé avec une très bonne précision ce qu'on nomme le modèle standard de la physique des particules.

Mais à l'ombre du **LHC**, d'autres expériences, plus modestes par leur taille, explorent un pan encore mal connu du monde des particules, celui de l'antimatière. Celle-ci est en quelque sorte un >

© 2016-2019 Cern, Maximilien Brice; © Jean-François Dars/Photothèque CNRS (portrait)





Au Cern, près de Genève, l'anneau de décélération *Elena* diminue l'énergie d'antiprotons afin de les lier à des positrons et produire ainsi des atomes d'antihydrogène. Ces derniers sont utilisés pour tester le comportement de l'antimatière dans un champ gravitationnel.

» «miroir» de la matière qui compose tous les objets de notre quotidien, mais aussi la Terre, la Lune, le Soleil, etc. De nombreuses questions restent aujourd'hui sans réponse. Les antiparticules sont-elles un miroir parfait dont les propriétés seraient exactement l'inverse de celles des particules, ou peut-on mettre en évidence des différences? En particulier, comment une antiparticule se comporte-t-elle dans un champ gravitationnel? Tombe-t-elle exactement comme une particule de matière?

Le concept d'antimatière a émergé en 1928 sous l'impulsion du physicien anglais Paul Dirac, qui étudiait alors la physique quantique. À partir de l'équation qui porte son nom, il en a déduit que l'électron devait avoir un *alter ego*, nommé un peu plus tard positron, qui aurait la même masse, mais de charge électrique et d'énergie opposées. De fait, en 1932, l'Américain Carl Anderson a confirmé expérimentalement l'existence du positron en étudiant le passage de rayons cosmiques dans une chambre à brouillard.

Depuis, les physiciens ont découvert l'antiproton et bien d'autres antiparticules. Dans le cadre d'expériences récentes, ils associent même des positrons et des antiprotons pour former des atomes d'antihydrogène. Au Cern, les membres de l'expérience *Alpha-2* mesurent ainsi les propriétés spectroscopiques de l'antihydrogène et montrent, qu'aux incertitudes de mesure près, elles sont équivalentes à celles de l'hydrogène.

La relativité générale n'impose pas que les masses soient positives

En revanche, aucune expérience n'a encore réussi à comparer le comportement d'une particule et d'une antiparticule dans un champ gravitationnel. Cette mesure serait intéressante car, dans certaines théories qui voudraient dépasser le modèle standard, les antiparticules tomberaient à une vitesse différente des particules, voire «tomberaient vers le haut»! C'est ce phénomène que les expériences *AEgIS*, *ALPHA-g* et *Gbar* testeront dans les années à venir.

La grande majorité des physiciens pensent que la matière et l'antimatière devraient se comporter de la même façon, et que si des différences existent, elles sont extrêmement faibles. Mais si l'on observait un tel effet

d'antigravitation au Cern, les conséquences seraient *a priori* très importantes pour la cosmologie. Dans ce contexte, en 2006, j'ai commencé à étudier, avec Aurélien Benoit-Lévy, les implications cosmologiques d'un modèle qui suppose que les antiparticules ont des masses négatives. C'est ce que nous avons nommé le modèle de Dirac-Milne. Nous avons montré qu'un tel scénario, bien que très exotique, propose des solutions intéressantes en cosmologie.

EN CONFLIT AVEC LE PRINCIPE D'ÉQUIVALENCE?

Pour commencer, il faut s'intéresser à la notion de masse négative qui, *a priori*, semble incompatible avec la relativité générale d'Einstein et, en particulier, avec le principe d'équivalence. Ce principe stipule que la masse inertielle et la masse gravitationnelle sont égales. La première est liée à l'accélération dans la loi de Newton et exprime une résistance à une mise en mouvement ou un changement de direction dû à une force; la seconde est celle qui intervient dans la loi de la gravitation. En 2018, le satellite *Microscope* a testé et confirmé le principe d'équivalence avec une précision de l'ordre de 10^{-14} . Est-il alors possible d'avoir des masses négatives et de construire des théories compatibles avec le principe d'équivalence?

Dans les années 1950, le physicien d'origine autrichienne Hermann Bondi a montré qu'il était possible d'avoir des masses négatives et respecter le principe d'équivalence (la masse inertielle et la masse gravitationnelle sont alors toutes deux négatives). Cependant, le comportement gravitationnel de ces particules était assez surprenant. Alors qu'une particule de masse positive attire les autres particules (qu'elles soient de masse positive ou négative), une particule de Bondi de masse négative repousse toutes les autres particules. Et en mettant en présence une particule de masse positive avec une particule de même masse mais négative, on obtient un mouvement de fuite en avant: les deux particules se poursuivent en accélérant tout en restant à distance (presque) constante. La plupart des physiciens considéraient ces configurations comme très exotiques, voire non physiques.

Par ailleurs, des théorèmes puissants semblaient exclure toute possibilité de modèle comprenant des masses négatives, ou plus généralement violant la positivité de l'énergie. En effet, si la relativité générale n'impose pas que les masses soient positives, l'introduction de masses négatives semble conduire à de graves problèmes d'instabilité.

Les physiciens ont longtemps pensé que ces théorèmes sur la positivité de l'énergie devaient être strictement respectés, mais plusieurs phénomènes ont mis en évidence des violations de ces énoncés. C'est le cas de l'effet Casimir, lié à