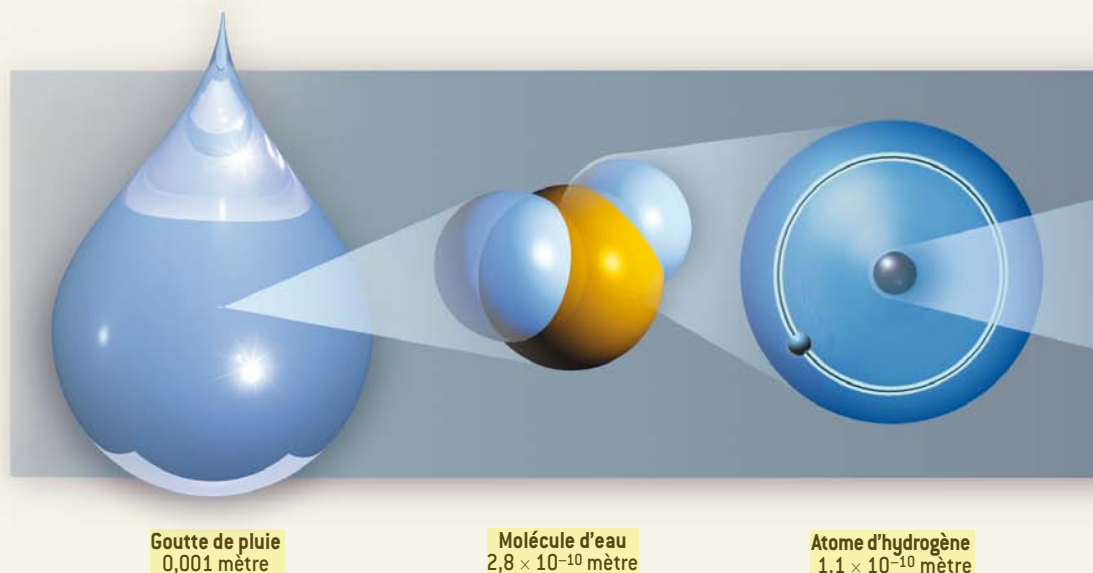


AUX PLUS PETITES ÉCHELLES DE LA MATIÈRE

Si les préons existent, ils sont minuscules. Ils devraient tenir dans un quark, qui lui-même doit être assez petit pour tenir dans le proton. En fait, toutes les expériences sont, pour l'heure, compatibles avec un quark de taille nulle, ce qui exclurait toute sous-structure. Mais de futures expériences vont sonder des échelles encore plus petites. Une taille non nulle du quark renforcerait sérieusement l'hypothèse des préons.



la fois sur les quarks et les leptons, a trois préons de charge $+1/3$ et trois de charge 0.

Avec une série d'hypothèses judicieuses, H. Harari et M. Shupe ont postulé le contenu en préons de toutes les particules de la première génération et des bosons vecteurs d'interactions.

Une théorie de la structure interne des quarks, des leptons et des bosons doit rendre compte des nombreuses propriétés et interactions des particules que le modèle standard décrit déjà avec succès. Les modèles de préons parviennent à décrire les processus subatomiques de façon satisfaisante. Prenons par exemple l'interaction d'un quark u et d'un antiquark $\bar{d}$, qui donne un boson W^+ , lequel se désintègre ensuite en un positron et un neutrino électronique. Dans le modèle de Harari-Shupe, les deux quarks incidents, qui ont trois préons chacun, se combinent pour engendrer un boson W , qui regroupe les trois charges $+1/3$ et les trois charges nulles. Puis le boson W se désintègre, restituant les six mêmes préons dans une configuration différente : un positron (trois préons de charge $+1/3$), et un neutrino électronique (trois préons de charge nulle).

Jusqu'ici, la physique des préons ressemble à de la numérologie des quarks et des leptons. L'exercice s'apparente à celui consistant à équilibrer une réaction chimique ou une équation mathématique. Or pour être valable, un modèle de préons doit expliquer les quarks et les leptons à l'aide d'un nombre limité d'éléments et de règles. Après tout,

l'objectif est de trouver un ordre sous-jacent qui unifie des particules, différentes en apparence, et non un système de définitions *ad hoc* qui rend compte des propriétés au cas par cas. Les préons y parviennent, à la fois dans le modèle de Harari-Shupe et dans des versions concurrentes plus abouties.

Un assemblage de préons

La présentation ci-dessus du modèle de Harari-Shupe s'est pourtant limitée à la première génération et ne répond pas à la question de la répétition des propriétés entre les générations. La situation se complique quand nous portons notre attention sur les deuxième et troisième générations. Dans ce modèle, on fait l'hypothèse que les générations deux et trois sont des états excités des configurations de la première génération, de même que les atomes excités sont des atomes où des électrons ont sauté d'un état à un autre, d'énergie supérieure. En outre, on pense qu'un mécanisme inconnu assure la cohésion des préons au sein des quarks et des autres particules.

Si cette explication semble un peu vague, c'est parce que beaucoup de détails n'ont pas été déterminés. De façon similaire, les premiers travaux théoriques qui ont introduit la notion de quark avaient un niveau comparable de complexité. C'est seulement plus tard que l'interaction forte, qui confine les quarks en protons et en neutrons, a été

décrite précisément. Néanmoins, la question des générations reste ouverte et plusieurs physiciens ont proposé des modèles concurrents à celui de Harari-Shupe. Selon une version, l'un des préons porte le numéro de génération ainsi qu'une nouvelle charge nommée hypercouleur, qui confine les préons en quarks ou leptons.

Il existe de nombreuses variantes du modèle des préons. Certaines supposent des préons de charge $1/6$, au lieu de $1/3$ dans le modèle de Harari-Shupe. Dans d'autres, les quarks et les leptons sont formés de cinq préons, et non trois. D'autres variantes encore proposent des contenus en préons différents pour les bosons ou introduisent des préons fermioniques et bosoniques. Les possibilités sont nombreuses, et davantage de données expérimentales sont nécessaires pour départager les diverses pistes.

Au-delà de l'idée que les plus petits constituants connus de l'Univers puissent receler des constituants plus petits encore, nous sommes nombreux à être intéressés par les préons pour une autre raison. S'ils existent, ils pourraient révéler de précieuses informations sur l'origine de la masse des particules. Dans le modèle standard, cette masse est engendrée par l'interaction des particules avec le « champ de Higgs ». Les particules qui subissent une sorte de traînée lorsqu'elles traversent ce champ omniprésent sont dotées d'une masse, tandis que les particules de masse nulle, le photon notamment, glissent sans encombre. Si les préons