

l'Univers primordial. Quand on se limite à la théorie standard du Big Bang, on ne peut expliquer l'uniformité de l'Univers primordial qu'au prix d'un ajustement ultra-fin (quasi métaphysique) des conditions initiales.

La théorie de l'inflation résout habilement cette difficulté. Elle admet que, dans un Univers en expansion, la distance qui sépare une onde lumineuse de son point de départ est supérieure à la distance qu'elle a parcourue, parce que l'expansion ne cesse d'étirer l'espace déjà parcouru. Faisons une analogie : un conducteur roule à 60 kilomètres par heure. Au bout d'une heure, il a parcouru 60 kilomètres, mais si, pendant ce temps, la chaussée s'est étirée, la distance qui le sépare de son point de départ dépasse la distance parcourue. La théorie inflationniste postule que l'Univers primordial s'est enflé si vite que la distance parcourue par la lumière a été phénoménale. Des régions qui, sinon, seraient restées séparées, ont pu communiquer, et ont adopté la même température et la même densité. Puis, quand l'inflation a été terminée, ces régions ont commencé à se séparer.

Un tel scénario aurait pu se produire aussi si la lumière se propageait dans l'Univers primordial plus rapidement qu'aujourd'hui. La « lumière rapide » a pu relier des régions de l'Univers, qui, sinon, seraient restées séparées. De cette façon, ces régions se seraient homogénéisées. Puis, avec le ralentissement de la lumière, elles auraient perdu le contact.

C'est autour de cette idée fondatrice qu'Andreas Albrecht, de l'Université de Californie, John Barrow, de l'Université de Cambridge, et moi-même, avons élaboré la théorie de la vitesse variable de la lumière. Contrairement à une idée reçue, notre objectif n'était pas d'ennuyer les partisans de l'inflation, dont A. Albrecht est l'un des

pères fondateurs. Nous voulions plutôt mettre en évidence les forces et les faiblesses de la théorie de l'inflation en explorant d'autres chemins.

La mise au point de notre théorie nous a naturellement obligé à repenser les fondements de la physique et leurs conséquences. Nous avons d'abord mené une attaque téméraire et d'une violence extrême contre la relativité générale, sans pour autant lui contester le mérite de résoudre plusieurs questions épineuses, notamment celle de la géométrie plane de l'Univers. Notre théorie explique, par exemple, pourquoi la constante cosmologique a aujourd'hui une valeur infime, mais non nulle. La raison en est que la densité d'énergie du vide, que représente la constante cosmologique, dépend beaucoup de la vitesse de la lumière. Une baisse de la valeur de c réduit la densité d'énergie du vide à une valeur négligeable, tandis que, normalement, elle prédomine. En revanche, dans les autres théories, on ne peut « diluer » l'énergie du vide.

Toutefois, notre théorie n'est qu'une possibilité parmi d'autres. Aujourd'hui, des astrophysiciens tentent de réconcilier la théorie de la vitesse variable de la lumière avec la relativité. John Moffat, de l'Université de Toronto, et Ian Drummond, à Cambridge, ont proposé des formulations plus prudentes de la théorie de la vitesse variable de la lumière, que les spécialistes de la relativité acceptent mieux. En fin de compte, il apparaît que le dogme d'une vitesse de la lumière constante n'est pas un postulat indispensable de la relativité. Si notre Univers est bien, comme le prévoit la théorie des cordes, une membrane tridimensionnelle dans un espace de dimension plus élevée, la vitesse apparente de la lumière pourrait varier dans notre espace à trois dimensions sans que la valeur de la « vraie » constante fondamentale ne change.

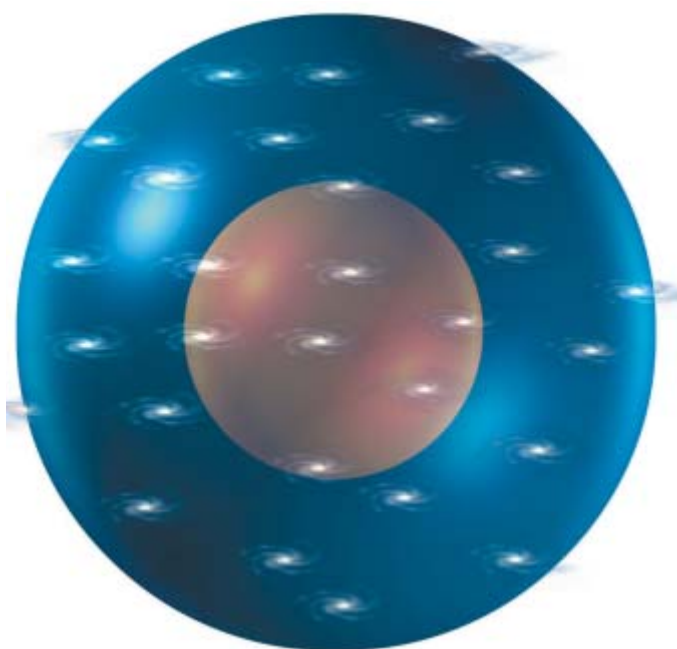
La vérification expérimentale seule dira si la nature a choisi de jouer avec la valeur de c ou si elle préfère l'inflation. Pour le moment, la théorie de la vitesse variable de la lumière est moins élaborée que celle de l'inflation, et elle devra faire des prévisions claires, sur la température du fond cosmologique diffus micro-onde, par exemple. Notons que certaines expériences laissent penser que la constante de structure fine pourrait ne pas être... constante. Or, cette constante qui caractérise les interactions électromagnétiques dépend directement de c . Ses variations seraient donc liées à celles de la vitesse de la lumière. Il reste à vérifier que les résultats de ces expériences résistent à un examen plus poussé. Il n'en demeure pas moins que l'idée d'une vitesse variable de la lumière reste un défi théorique. Elle se distingue de la théorie de l'inflation, notamment parce qu'elle remet en question les fondements de la physique. Marginale pour l'instant, elle représente une première exploration de la jungle des possibles.

João MAGUEIJO est maître de conférences en physique théorique à Londres (*Imperial College*).

Andreas ALBRECHT et João MAGUEIJO, *Time Varying Speed of Light as a Solution to Cosmological Puzzles*, in *Physical Review D*, vol. 59, n° 4, 15 février 1999.

João MAGUEIJO et KIM BASKERVILLE, *Big Bang Riddles and Their Revelations*, in *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, vol. 357, n° 1763, pp. 3221-3236, 15 décembre 1999.

João MAGUEIJO, *Covariant and Locally Lorentz-Invariant Varying Speed of Light Theories*, in *Physical Review D*, vol. 62, n° 10, 15 novembre 2000.



2. L'INFLATION n'est pas la seule solution possible au paradoxe de l'horizon. Peut-être que, dans les conditions qui régnaient dans l'Univers primordial, la lumière se propageait un milliard de fois plus vite qu'aujourd'hui, voire davantage. Cette lumière rapide illuminait des régions de l'espace plus vastes qu'aujourd'hui (la sphère bleue). À mesure que la vitesse de la lumière diminuait, l'horizon apparent (la sphère orange) s'est rétréci. D'après cette conception, nous ne voyons aujourd'hui qu'une partie de la poche originelle ; le mystère de l'uniformité apparente de l'Univers serait résolu.