

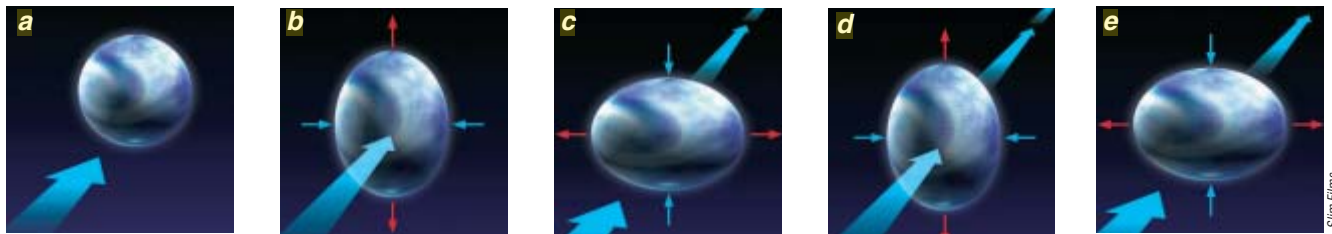
ultérieurement par un autre mécanisme, l'intensité des ondes gravitationnelles serait moindre.

Depuis qu'elles ont été produites une fraction de seconde après le Big Bang, les ondes gravitationnelles de l'inflation se propagent dans l'Univers. Comment les astronomes peuvent-ils les observer? Rappelons d'abord comment un récepteur reçoit un signal radio. Les ondes radio, constituées de l'association d'un champ magnétique et d'un champ électrique oscillants, font osciller les électrons de l'antenne du récepteur. Ce mouvement produit un courant électrique que le récepteur enregistre. De même, une onde gravitationnelle déforme l'espace qu'elle traverse, lui faisant subir des compressions et des étirements oscillants. De telles oscillations devraient entraîner de petits déplacements

de masses que l'on arrangerait habilement pour qu'elles «flottent» librement. Dès la fin des années 1950, le physicien Hermann Bondi, à Londres, tenta de convaincre ses collègues sceptiques de la réalité des ondes gravitationnelles en concevant le premier détecteur d'ondes gravitationnelles. Ce dispositif conceptuel était constitué d'une paire d'anneaux à cheval sur une tige rigide. Traversant ce système, une onde gravitationnelle d'amplitude h et de fréquence f contracterait la distance L qui sépare les anneaux d'un facteur $h \times L$, à la fréquence f . La quantité de chaleur libérée par le frottement des anneaux sur la tige prouverait que les ondes gravitationnelles véhiculent de l'énergie.

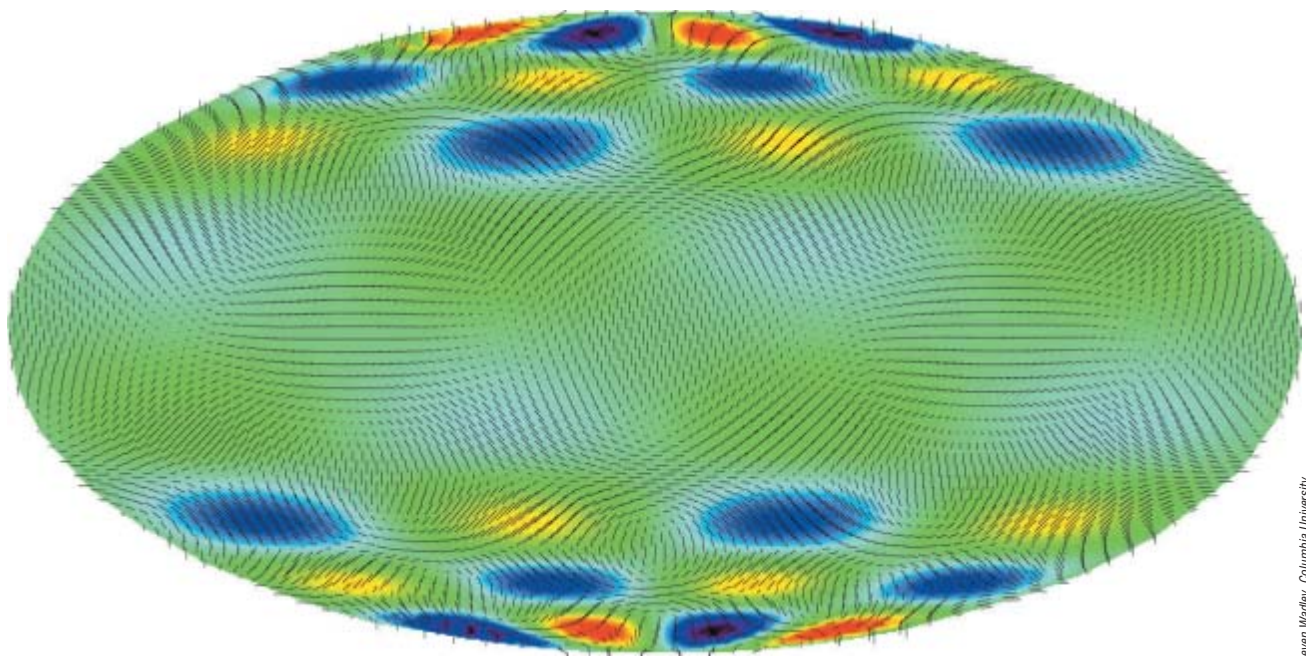
Le système idéal de Bondi n'a jamais conduit à la découverte des ondes gravitationnelles. Aujourd'hui, les astro-

physiciens construisent des détecteurs d'ondes gravitationnelles toujours plus élaborés; ils mesurent les déplacements minuscules de masses suspendues à l'aide de lasers (voir l'encadré de la page 40). Notons que la distance entre ces masses détermine le domaine des longueurs d'onde que le système peut détecter. Ainsi, dans le plus grand des détecteurs au sol, les masses sont séparées de quatre kilomètres, ce qui autoriserait la détection des oscillations dues à des ondes gravitationnelles dont la longueur d'onde serait comprise entre 30 et 30 000 kilomètres. Un dispositif spatial capable de détecter des longueurs d'onde 1 000 fois plus grandes est à l'étude. Les longueurs des ondes gravitationnelles résultant de la coalescence d'étoiles à neutrons ou de la collision de trous noirs sont situées dans cet intervalle et pourraient donc être



3. LES ONDES GRAVITATIONNELLES n'ont jamais été observées, mais la théorie prédit qu'elles étirent et compriment l'espace qu'elles parcourent. Ainsi, une onde gravitationnelle qui traverse une masse sphérique (a), l'étire d'abord dans une certaine direction avant de la comprimer dans la direction perpendiculaire (b). Puis, les deux effets s'inversent (c), de sorte que la

surface de la masse oscille à la fréquence de l'onde (d et e). Les distorsions représentées ci-dessus sont très exagérées; les ondes gravitationnelles sont trop faibles pour produire des effets directs mesurables. Les physiciens tentent donc d'observer les traces qu'elles auraient laissées dans le fond diffus cosmologique (ci-dessous).



4. LES ONDES GRAVITATIONNELLES DE L'INFLATION ont peut-être laissé leurs empreintes dans le fond diffus cosmologique. Cette carte de la sphère céleste simule les variations de la température et de la polarisation du fond diffus cosmologique micro-onde, qui résulteraient

de microperturbations au sein du plasma primordial. Les taches rouges et bleues représentent des régions plus chaudes et plus froides du fond diffus cosmologique micro-onde; les petits segments représentent l'orientation de la polarisation du fond diffus cosmologique sur le plan du ciel.