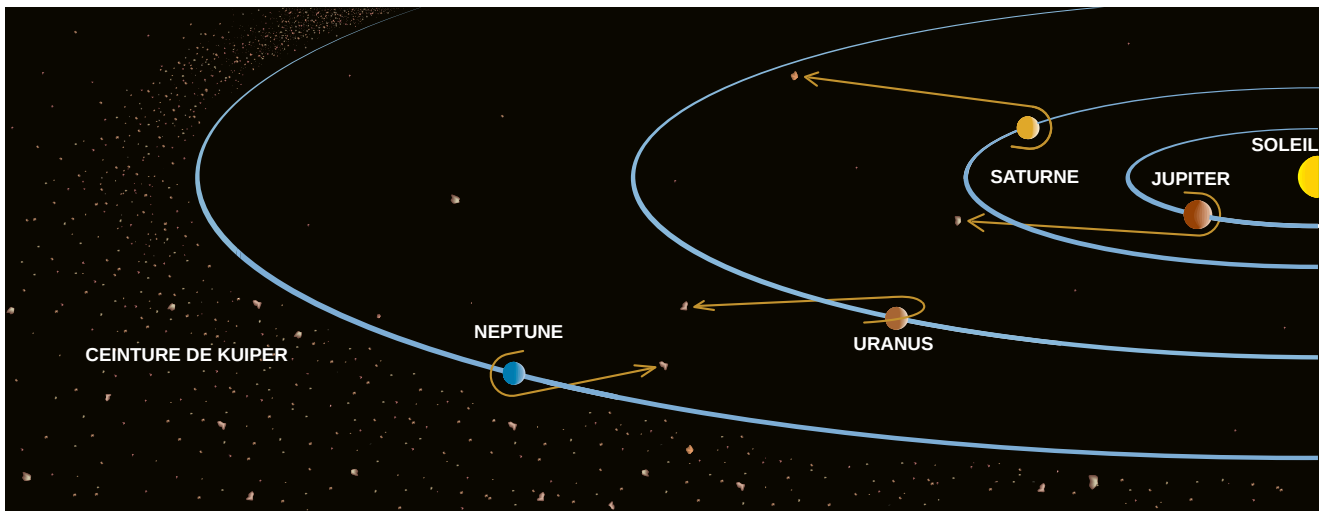


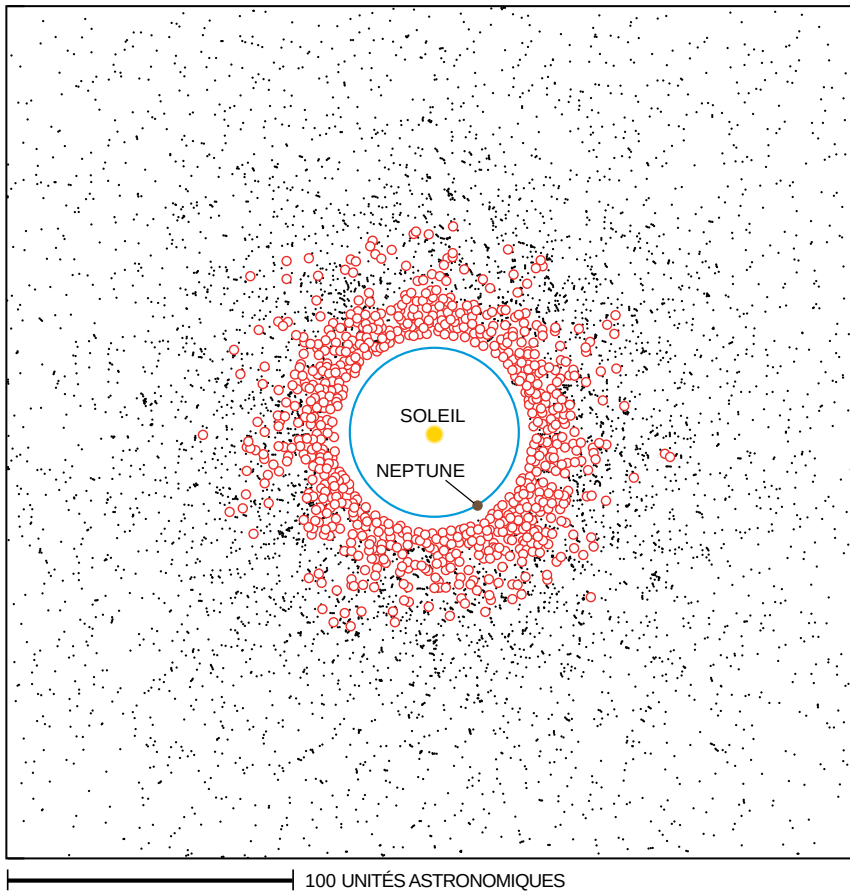


2. LA GRAVITÉ DES PLANÈTES a balayé les petits objets à l'intérieur de l'orbite de Neptune lors des premières phases du Système solaire. Certains de ces objets ont plongé vers le Soleil ; d'autres ont filé vers le lointain nuage de Oort (*non représenté*).

Depuis longtemps, les astronomes ont compris que ces comètes actives sont de jeunes membres du Système solaire interne. La comète de Halley, qui revient tous les 76 ans, perd un dix-millième de sa masse à chaque pas-

sage près du Soleil. Elle survivra pendant 10 000 orbites environ, soit un peu plus d'un demi-million d'années. Aujourd'hui, les comètes, formées en même temps que le Système solaire, voici 4,5 milliards d'années, devraient

donc avoir perdu tous leurs éléments volatils, ne laissant que des noyaux rocheux inactifs ou des nuages diffus de poussières. Pourquoi tant de comètes nous offrent-elles alors ces spectacles enchanteurs?



3. D'INNOMBRABLES OBJETS appartenant à la ceinture de Kuiper sont en orbite autour du Soleil, à grande distance de lui, mais ces objets ne sont pas tous visibles de la Terre. Les objets qui peuvent être détectés (*cercles rouges*) à l'aide du télescope de 2,2 mètres de diamètre sur le Mauna Kea, à Hawaï, se concentrent près du bord interne de l'anneau, comme le montre cette simulation numérique de la répartition de la matière lointaine.

Fil d'Ariane

Les comètes qui sont aujourd'hui actives naquirent quand le Système solaire était encore dans l'enfance. Depuis, elles sont restées «au frais» dans un «réfrigérateur céleste» nommé nuage de Oort, dans le Système solaire externe. L'astronome hollandais Jan Oort proposa en 1950 l'existence de cette sphère de matière cométaire contenant des centaines de milliards de comètes ; il pensait que son diamètre atteignait 100 000 unités astronomiques (l'unité astronomique, ou UA, est définie comme la distance moyenne entre la Terre et le Soleil, soit 150 millions de kilomètres environ). Selon Oort, les perturbations gravitationnelles des étoiles qui passent à proximité du Système solaire dévient parfois certaines comètes du nuage de leurs orbites stables vers des orbites qui s'approchent du Soleil : ces comètes inactives depuis des milliards d'années s'évaporeront en quelques millions d'années dans le Système solaire interne.

Cette théorie explique la taille et l'orientation des orbites des comètes à longue période (celles qui tournent autour du Soleil en plus de 200 ans). Conformément à ce que l'on attend de comètes émanant d'un réservoir sphérique comme le nuage de Oort, les

astronomes observent que ces comètes pénètrent dans le Système solaire interne en provenance de toutes les directions. En revanche, la théorie de Oort n'explique pas l'origine des comètes à courte période qui parcourent des orbites plus petites, faiblement inclinées par rapport au plan de l'orbite terrestre (le plan de l'écliptique).

La plupart des astronomes pensaient que les comètes à courte période étaient initialement des comètes à longue période dont les orbites auraient été raccourcies et aplaties par les perturbations gravitationnelles des planètes – principalement Jupiter. Cependant, tous les scientifiques ne souscrivaient pas à cette idée. Dès 1949, l'autodidacte irlandais Kenneth Essex Edgeworth écrit un article où il proposait l'existence d'une ceinture aplatie de comètes dans le Système solaire externe. Kuiper, dans son article de 1951, envisagea aussi cette ceinture de comètes, sans mentionner le travail antérieur d'Edgeworth.

Pour Kuiper, le disque du Système solaire ne s'arrêtait pas brusquement à l'orbite de Neptune ou de Pluton. Il imaginait au contraire une ceinture au-delà de ces planètes, constituée de matière résiduelle de la formation des planètes. La densité de matière devait y être si faible que de grosses planètes n'auraient pu s'y agglomérer, mais des objets plus petits, de la taille d'astéroïdes, pouvaient exister. Éloignés du Soleil, ces vestiges de matière primordiale conserveraient des températures superficielles basses ; ils pourraient donc se composer de glace et de gaz gelés, comme les noyaux des comètes.

La théorie de Kuiper resta méconnue jusqu'à ce que Paul Joss, de l'Institut de technologie du Massachusetts, calcule, dans les années 1970, que la faible probabilité de capture gravitationnelle par Jupiter n'était pas compatible avec le grand nombre de comètes à courte période observées. Comme personne ne put confirmer ses calculs, le nuage de Oort demeura la source admise de toutes les comètes, qu'elles soient à période longue ou courte, mais le doute était semé. En 1988, les Canadiens Martin Duncan, Thomas Quinn et Scott Tremaine utilisèrent des simulations numériques pour étudier comment les planètes gazeuses géantes captaient des comètes. Tout comme P. Joss, ils conclurent que le mécanisme de capture était

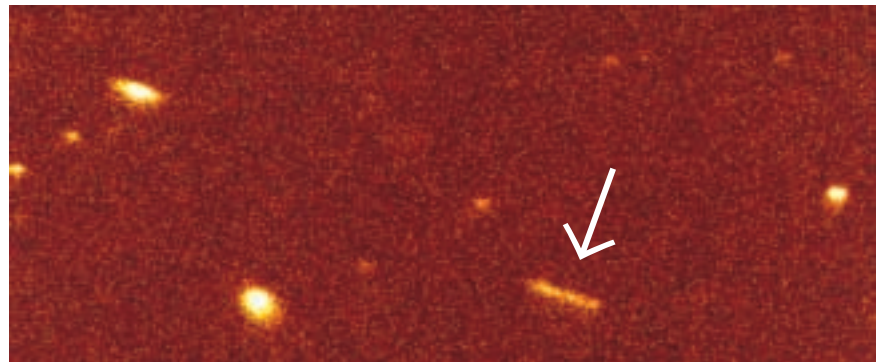
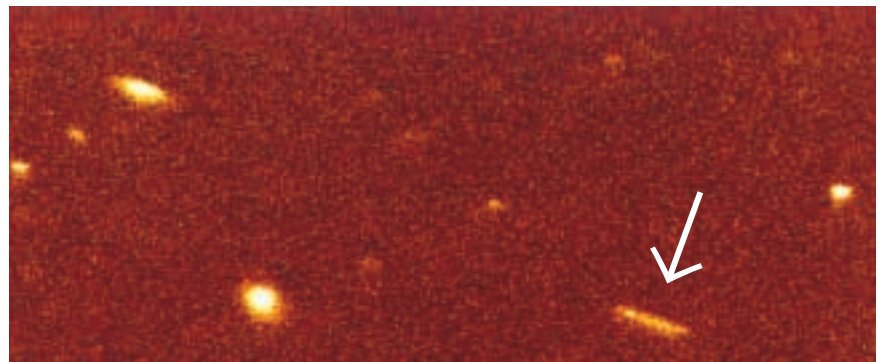
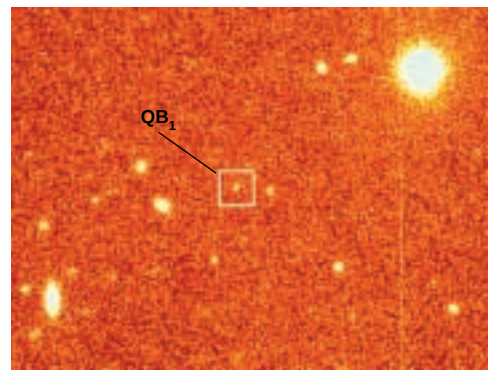
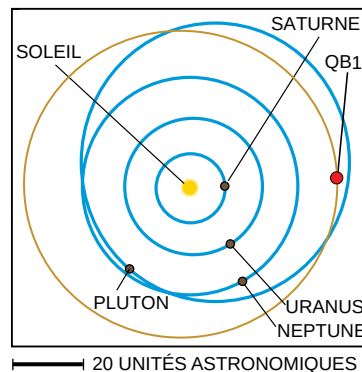
peu efficace. Leurs travaux montrèrent également que les rares comètes qui pouvaient être extraites du nuage de Oort par l'attraction gravitationnelle des planètes avaient des orbites très inclinées par rapport au plan de l'écliptique.

Pour ces astrophysiciens, les comètes à courte période ne provenaient pas du nuage de Oort, mais de la capture, par les planètes, d'objets présents dans un anneau situé dans le Système solaire externe ; les orbites de ces comètes à courte période étaient originellement peu inclinées par rapport à l'écliptique. Toutefois, pour que les calculs soient plus rapides, ils avaient multiplié les masses des planètes par 40. Cet artifice de calcul, qui

accroissait l'attraction gravitationnelle des planètes, fut critiqué par les astrophysiciens, qui doutèrent des résultats.

La récompense de l'observation

Dès 1987, nous avons commencé une campagne d'observations pour savoir si le Système solaire était réellement vide au-delà de l'orbite de Pluton ou s'il était peuplé de petits corps froids. Pour recueillir la faible lumière réfléchie par des astres aussi lointains, nous avons abandonné les classiques plaques photographiques et avons utilisé des détecteurs électroniques à transfert de charge (CCD), plus sensibles, installés sur un grand télescope.



4. DES IMAGES successives, prises en 1992 (au milieu et en bas), dévoilent, sur le fond des étoiles fixes, l'objet QB₁ qui appartient à la ceinture de Kuiper. Cette paire d'images ne couvre qu'une petite portion du champ complet (en haut, à droite) que les auteurs ont dû analyser avant d'identifier QB₁ (flèches) et de déterminer son orbite (en haut, à gauche).