



Extrait du Observatoire de Paris - PSL Centre de recherche en astronomie et astrophysique

<https://www.obspm.fr/l-expansion-de-l-atmosphere-de-pluton-revelee-par.html>

L'expansion de l'atmosphère de Pluton révélée par occultations stellaires



Date de mise en ligne : mardi 1er juillet 2003

Observatoire de Paris - PSL Centre de recherche en astronomie et
astrophysique

Se déplaçant sur une orbite excentrique, Pluton s'éloigne actuellement du soleil ; de 1979 à 1999 il se trouvait à l'intérieur de l'orbite de Neptune, mais depuis il est de nouveau la planète la plus éloignée du soleil. En s'éloignant du soleil, l'énergie solaire atteignant Pluton décroît, ainsi la surface de la planète devrait se refroidir, et son atmosphère ténue devrait se contracter.

La réalité est plus complexe car, comme l'a montré une équipe de l'Observatoire de Paris et ses collaborateurs, l'atmosphère de Pluton est actuellement en forte expansion, au lieu de la contraction attendue, ces résultats sont publiés dans le numéro du 10 juillet 2003 de la revue *Nature* : "*Large changes in Pluto's atmosphere as revealed by recent stellar occultations*", Bruno Sicardy et al.

Bien que le méthane et le monoxyde de carbone solides aient été mis en évidence il y a plusieurs années à la surface de Pluton par des mesures spectroscopiques, l'existence d'une atmosphère ténue autour de Pluton est beaucoup plus difficile à prouver. Même à l'aide des techniques d'optique adaptative du Very Large Telescope de l'Observatoire Européen Austral, la planète ne mesure que quelques pixels de large, et l'atmosphère est trop ténue et trop sombre pour apparaître. Par ailleurs, Pluton est la seule planète du système solaire qui n'a jamais été visitée par une sonde spatiale (toutefois une mission de survol est actuellement en phase de construction, cf. un article d'Alan Stern dans le numéro de Mai 2002 de la revue *Scientific American*), ainsi ses propriétés physiques détaillées restent mal connues. A ce jour, l'unique moyen d'étudier l'atmosphère de Pluton est d'attendre la circonstance exceptionnelle durant laquelle la planète s'interpose devant une étoile. Cette dernière joue alors le rôle d'une source lumineuse située à l'arrière de la planète. S'il n'y avait pas d'atmosphère, la lumière de l'étoile disparaîtrait subitement pour réapparaître quelques minutes plus tard une fois la planète passée. En revanche, avec la présence d'une atmosphère même ténue, l'étoile ne disparaît ou ne réapparaît que progressivement, ses rayons étant d'autant plus réfractés que ceux-ci traversent de plus grandes épaisseurs de gaz, voyez le film de simulation présenté ci-dessous. Une occultation observée en 1988 a révélé que Pluton possède une atmosphère d'azote extrêmement ténue, dont les couches les plus denses ne dépassent pas un niveau de pression de quelques microbars ; à titre de comparaison, la pression au sol de l'atmosphère terrestre est de 1 bar, celle de Mars est de 6 millibars, ce qui signifie que la pression atmosphérique sur Pluton est de quelques millionnièmes de la pression terrestre, et d'environ un demi-millième de la pression martienne. Cette ténuité s'explique par le fait que la glace d'azote solide à la surface de Pluton, à une température extrêmement faible de 40 à 60 K (-233 à -213 °C), est en équilibre thermodynamique avec la vapeur d'azote. L'occultation de 1988 a produit ce qu'on nomme la "courbe de lumière" de l'étoile occultée. Cette courbe, représentée sur la figure 3, montre un léger décrochage, en forme de "genou", qui a été interprétée à l'époque comme dû soit à la présence de poussières absorbantes, soit à une forte inversion de température, dans les deux cas à 20-50 km de la surface. Depuis d'autres tentatives d'observation d'occultations par Pluton ont échoué. La première observation réussie d'une occultation depuis 1988 a eu lieu le 20 juillet 2002, au cours d'une campagne en Amérique du Sud conduite par notre équipe de l'Observatoire de Paris. L'occultation d'une étoile nommée pour la circonstance "P126" (ce qui signifie 126e prévision d'occultation d'une étoile par Pluton) fut observée dans la bande située entre les lignes pointillées représentées sur la figure 1. De grands et petits télescopes furent mobilisés pour l'occasion, avec la participation d'astronomes professionnels et d'astronomes amateurs. L'observation fut un succès pour notre équipe mobile située à proximité d'Arica, dans le nord du Chili (voir l'image d'introduction), qui a mis en place un télescope mobile de 30 cm et effectué l'observation à l'aide d'une caméra numérique de type Audine. Un mois plus tard, par une coïncidence de calendrier, aucune occultation n'ayant auparavant pu être observée depuis 1988, une seconde occultation, par une autre étoile nommée "P131.1", a pu être observée par notre équipe depuis l'Observatoire Canada-France-Hawaii (CFHT) du Mauna Kea, avec une qualité évidemment supérieure aux moyens mobiles mis en oeuvre le mois précédent. Comme on peut le voir sur la figure ci-dessous, le "genou" observé dans la courbe de lumière des données de 1988 est absent des données de 2002, ce qui révèle des changements très importants survenus dans l'intervalle, dans

l'atmosphère de Pluton. Une analyse plus complète des données révèlent que la pression dans l'atmosphère de Pluton a plus que doublé dans l'intervalle 1988-2002. On aurait pu s'attendre naïvement à un effondrement de la pression mesurée en 1988, les gaz tenus ayant au moins en partie gelé à la surface au fur et à mesure que la planète s'éloigne du Soleil et se refroidit. Les variations saisonnières, au contraire, peuvent contrarier cette tendance et expliquer l'expansion actuelle. Candice Hansen du Jet Propulsion Laboratory et David Paige de UCLA ont proposé en 1996 (*Icarus*, vol. 120, p. 247) qu'il pourrait y avoir une période de l'orbite de Pluton, située après le périhélie, durant laquelle la calotte polaire sud de la planète se tourne vers le soleil après 120 années passées dans l'obscurité complète. Ceci s'est produit en 1987, et la sublimation (= terme signifiant évaporation d'un solide) de l'azote solide accumulé dans cette région irait alors enrichir l'atmosphère, tandis qu'il faudrait plus de temps à la calotte polaire nord, dans l'obscurité depuis 1987 seulement, pour recondenser cet excès de gaz. Hansen et Paige ont prédit dans leur modèle que l'expansion durera jusqu'aux alentours de 2015, avant que l'atmosphère ne se rétracte à nouveau. Des complications peuvent se faire jour si l'on tient compte du fait que l'albédo de la planète (le pourcentage de lumière solaire réfléchi à sa surface) varie probablement au cours du processus, modifiant ainsi la température de surface et en conséquence, la quantité d'azote produite dans l'atmosphère. Néanmoins ces modèles semblent cerner avec pertinence la physique des échanges de gaz entre les deux hémisphères de Pluton. Enfin, des variations soudaines de l'intensité lumineuse dans la courbe de lumière de l'étoile occultée ("spikes") témoignent d'une activité dynamique dans l'atmosphère de Pluton. Ces "spikes" sont produits par des petites variations de température et de densité dans l'atmosphère, maintenues soit par des vents importants soufflant de l'hémisphère éclairé vers l'hémisphère nocturne de Pluton, soit par des mécanismes de convection au voisinage de la surface. Nous vous proposons d'observer le film de l'occultation de P131.1. Le film basé sur les données réelles simule l'occultation telle qu'elle aurait pu être observée à l'aide d'un télescope géant (de diamètre 50m !) durant l'observation de l'occultation de P131.1 à Hawaii. Au fur et à mesure que Pluton se rapproche de l'étoile, l'éclat de celle-ci s'atténue, du fait de la réfraction différentielle des rayons issus de l'étoile dans l'atmosphère de Pluton. Simultanément, l'image de l'étoile est déviée, le long du limbe de la planète. On notera les fortes fluctuations de signal (les "spikes") au début et à la fin de l'événement, qui témoignent de petites fluctuations de température dans l'atmosphère de Pluton.