

<https://www.observatoiredeparis.psl.eu/la-premiere-detection-de-l-oxygene-moleculaire.html>



La première détection de l'oxygène moléculaire dans le milieu interstellaire

Date de mise en ligne : dimanche 1er avril 2007

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

L'oxygène moléculaire a longtemps été considéré comme un composant potentiel important et abondant dans les nuages moléculaires. Pourtant les recherches menées depuis plus de vingt ans n'avaient pas réussi à le détecter. Une équipe internationale à laquelle participent des astronomes de l'Observatoire de Paris, vient enfin de détecter la raie fondamentale de O₂ avec le satellite Odin, qui porte un télescope sub-millimétrique de 1.1m de diamètre, et un récepteur dédié à la raie à 119 GHz fondamentale de l'oxygène moléculaire. L'abondance déduite de O₂ est mille fois inférieure aux premières attentes.

L'oxygène est l'élément le plus abondant dans le cosmos après l'hydrogène et l'hélium. Il est deux fois plus abondant que l'élément suivant, le carbone. On s'attend donc à ce que des espèces comme O (l'oxygène atomique), OH (le radical hydroxyle), H₂O (l'eau) et O₂ (le dioxygène ou oxygène moléculaire) soient abondantes dans le gaz interstellaire. Si les 3 premières ont bien été détectées dans le milieu interstellaire, la molécule O₂ ne l'était toujours pas jusqu'à aujourd'hui. Pourtant la molécule voisine CO (monoxyde de carbone) est couramment observée et sert même de traceur pour l'hydrogène moléculaire H₂ invisible à basse température. Pourquoi ? Notre atmosphère étant pleine d'oxygène moléculaire, les télescopes au sol sont totalement aveuglés dans ce domaine de fréquences correspondant aux raies de O₂. Diverses stratégies pour contourner ce problème existent (observer des molécules isotopiques comme O¹⁸O, qui ne saturent pas les récepteurs, observer des sources extragalactiques très lointaines pour bénéficier de leur décalage vers le rouge, en dehors des fréquences bloquantes de l'atmosphère, utiliser des avions ou des ballons, etc.) mais le mieux est de disposer d'un satellite pour observer la molécule O₂ en se plaçant au-dessus de l'atmosphère.

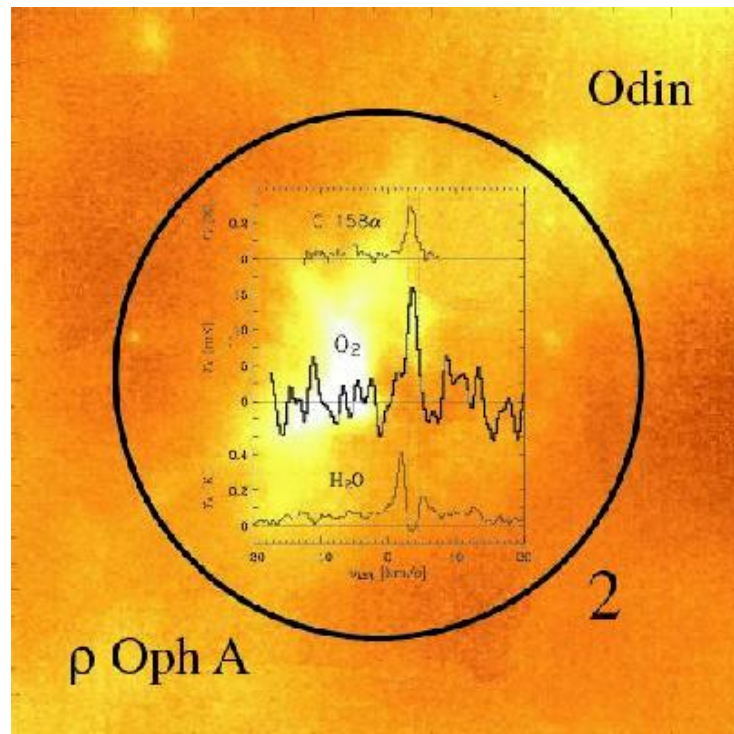


Figure 1 : La raie de l'oxygène moléculaire (au milieu) apparaît à la vitesse de l'absorption maximum du signal d'autres traceurs, comme H₂O (en bas). Ces traceurs ont une émission intense venant de la zone très chaude située derrière le nuage et cette émission est absorbée par le gaz très froid du nuage qui est devant. Cette absorption est donc signe d'une grande quantité de gaz froid, ce qui semble favorable à l'apparition de O₂.

La première détection de l'oxygène moléculaire dans le milieu interstellaire

C'est ce que viennent successivement de faire deux groupes, le premier, américain, a lancé un petit satellite, SWAS, chargé de mesurer l'eau et le di-oxygène dans l'espace suivi par un deuxième, deux fois plus gros, Odin, construit par 4 pays (la Suède, la France, la Finlande et le Canada) dont les buts principaux étaient les mêmes mais avec des possibilités plus étendues. En particulier, Odin est équipé d'un récepteur dédié uniquement à la recherche de l'oxygène moléculaire dans sa raie d'émission fondamentale (a priori la raie la plus intense dans les milieux de température inférieure à 100 K). Odin vient enfin de rencontrer le succès en détectant cette raie dans la direction d'un gros nuage moléculaire proche de nous, Rho Oph A, dans la constellation du Serpent.

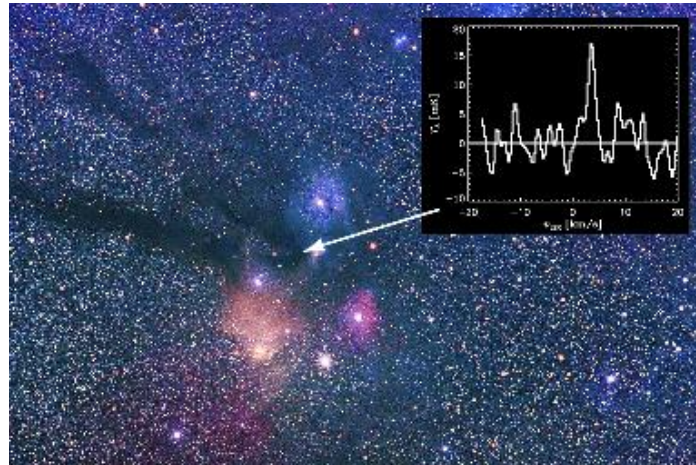


Figure 2 : La première raie de l'oxygène moléculaire a été détectée par Odin dans le nuage moléculaire Rho Oph A, dans la constellation du Serpent (photo d'Alex Mellinger. D.R.) Cliquer sur l'image pour l'agrandir

Les recherches de la molécule O₂ remontent au début des années 80. Rapidement, il fallut déchanter car la molécule supposée très abondante n'apparaissait pas, malgré l'amélioration continue de la sensibilité des récepteurs. Il y eut plusieurs fausses alertes. Cette première détection suggère que l'abondance de O₂ est 1000 fois plus faible qu'attendue mais ce n'est qu'une estimation préliminaire. La résolution angulaire du satellite étant assez faible (à peu près dix fois plus mauvaise que celle de l'oeil humain), on ne sait pas exactement où se trouve la source d'émission dans la direction visée. Des observations à plus haute résolution seront faites par Herschel, le prochain satellite qui devrait être lancé dans l'espace par l'Agence Européenne ESA en 2008.

Référence

- B. Larsson, R. Liseau, L. Pagani, P. Bergman, P. Bernath, N. Biver, J.H. Black, R.S. Booth, V. Buat, J. Crovisier, C.L. Curry, M. Dahlgren, P.J. Encrenaz, E. Falgarone, P.A. Feldman, M. Fich, H.G. Flore'n, M. Fredrixon, U. Frisk, G.F. Gahm, M. Gerin, M. Hagstroem, J. Harju, T. Hasegawa, Aa. Hjalmarson, C. Horellou, L.E.B. Johansson, K. Justtanont, A. Klotz, E. Kyroelae, S. Kwok, A. Lecacheux, T. Liljestroem, E.J. Llewellyn, S. Lundin, G. Me'gie, G.F. Mitchell, D. Murtagh, L.H. Nordh, L.-Aa. Nyman, M. Olberg, A.O.H. Olofsson, G. Olofsson, H. Olofsson, G. Persson, R. Plume, H. Rickman, I. Ristorcelli, G. Rydbeck, Aa. Sandqvist, F.v. Sche'ele, G. Serra, S. Torchinsky, N.F. Tothill, K. Volk, T. Wiklind, C.D. Wilson, A. Winnberg, G. Witt Molecular oxygen in the rho Ophiuchi cloud Astronomy & Astrophysics, in press