

Journée ESEP - 7 novembre 2013

astrochimie
des
comètes
——
observations
et
modélisations



Nicolas Biver

Dominique Bockelée-Morvan

Pierre Colom

Jacques Crovisier

Vincent Debout

Walter Yvart

Vladimir Zakharov

et leurs associés...

LÉSIA

Journée ESEP - 7 novembre 2013

*Quelques points forts
de la synergie sol-espace
pour l'étude de la chimie des comètes.*

Exemples récents et perspectives.

IL Y A 40 ANS LA RADIOASTRONOMIE COMETAIRE

prenait son essor à Nançay

À la fin de l'année 1973, les raies à 18 cm de longueur d'onde du radical OH étaient détectées dans la comète Kohoutek avec le radiotélescope de Nançay. Nous célébrons le quarantième anniversaire de cet événement qui a marqué le début de la radioastronomie des comètes, et qui a été le commencement d'un programme d'observation qui se poursuit toujours.

LES DIFFICULTÉS DES OBSERVATIONS RADIO DES COMÈTES

Les premières observations connues de comètes en ondes radio ont été tentées sur les grandes comètes C/1956 R1 Arend-Roland, C/1965 S1 Ikeya-Seki, C/1969 Y1 Bennett et quelques autres. Elles n'ont donné aucun résultat probant.

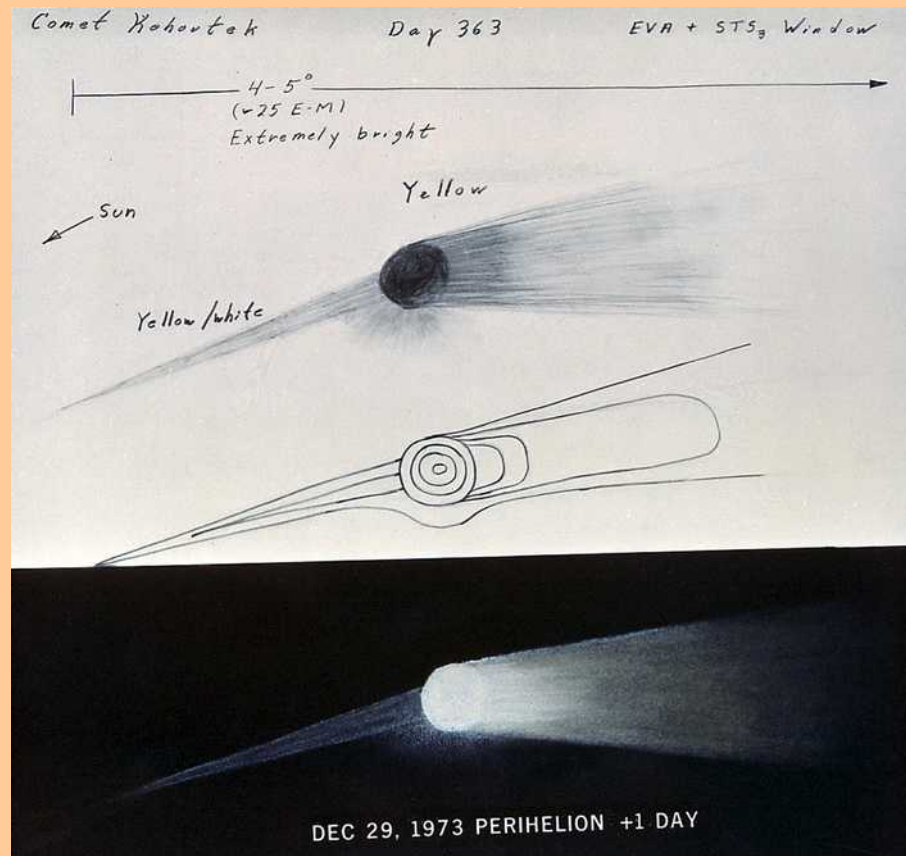
Les observations radio des comètes ne sont pas faciles. D'abord, le signal est très faible ; il faut disposer d'instruments de grande taille équipés de récepteurs sensibles et ne tenter d'observer que des comètes brillantes, donc rares. Ensuite, l'observation se fait en aveugle sur un objet mouvant ; l'observateur est donc dépendant de la fiabilité des éphémérides et du système de poursuite de son instrument. Enfin, les comètes sont des astres variables, fugitifs et parfois imprévisibles ; une observation ne peut pas toujours être répétée pour confirmation. Cela explique que les premières observations radio des comètes ont été une longue succession d'échecs, d'occasions manquées, de résultats contradictoires, de détections douteuses impossibles à confirmer.

LE MAGAZINE DE RÉFÉRENCE DES SCIENCES DE L'UNIVERS

L'ASTRONOMIE
N° 44 / NOVEMBRE 2013
SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE



Fin 1973 : la campagne de la comète Kohoutek



20 DEC 1973

Circular No. 2607

CENTRAL BUREAU FOR ASTRONOMICAL TELEGRAMS
INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION

POSTAL ADDRESS: CENTRAL BUREAU FOR ASTRONOMICAL TELEGRAMS,
SMITHSONIAN ASTROPHYSICAL OBSERVATORY, CAMBRIDGE, MASS. 02138, USA
CABLE ADDRESS: SATELLITES, NEW YORK - WESTERN UNION, RAPID SATELLITE CAMBASS

COMET KOHOUTEK (1973f)

B. L. Ulich, National Radio Astronomy Observatory, and B. K. Conklin, National Astronomy and Ionospheric Center, report that radio emission lines at rest frequencies of 110 712.5 and 110 709.7 MHz (± 0.2 MHz) were observed in the nucleus of comet 1973f during Dec. 1-5 with the 11-m radio telescope of the National Radio Astronomy Observatory at Kitt Peak. The lines are attributed to the 6,0 + 5,0 and 6,3 + 5,3 vibrationally excited transitions of CH₃CN (methyl cyanide), an interstellar molecule observed in the Sgr B2 and Sgr A regions (cf. IAU 2322). The measured antenna temperatures were 0.7 and 0.5 K, respectively, and the lines were approximately 0.5 km/s wide. The position and geocentric velocity are consistent (within the observational error) with the orbital elements on IAU 2588.

F. Biraud, G. Bourgois, J. Crovisier, R. Fillip, E. Gerard and I. Kazes, Meudon Observatory, report that OH has been detected in comet 1973f with the Nançay radio telescope. Both the 1667- and 1665-MHz lines were seen in absorption on five spectra obtained during Dec. 1-9. The flux densities, assuming negligible broadening of the $3.5 \times 19'$ beam, were -0.07 ± 0.02 (r.m.s.) f.u. at 1667 MHz and -0.05 ± 0.02 f.u. at 1665 MHz. There was left-hand circular polarization. The width of the lines was 5 ± 2 km/s.

OCCULTATION OF 88 THISBE BY THE MOON ON 1974 JANUARY 5
Dr. D. W. Dunham, Department of Astronomy, University of Texas at Austin, writes that an occultation of 88 Thisbe (8 = 12.6) by the 895-sunlit moon will be visible from the northern Indian Ocean, southern India and Indonesia on Jan. 5. Local circumstances of the disappearance follow (cf. IAU 2574), the uncertainty in time being no more than about 1 min. Assumed diameter of 88 Thisbe: 0.065.

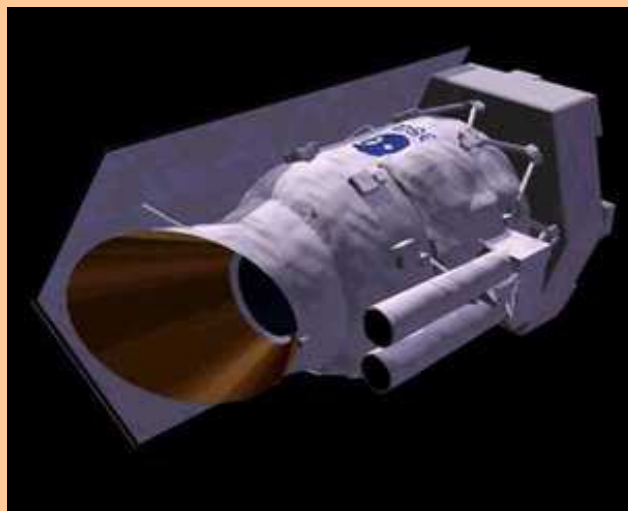
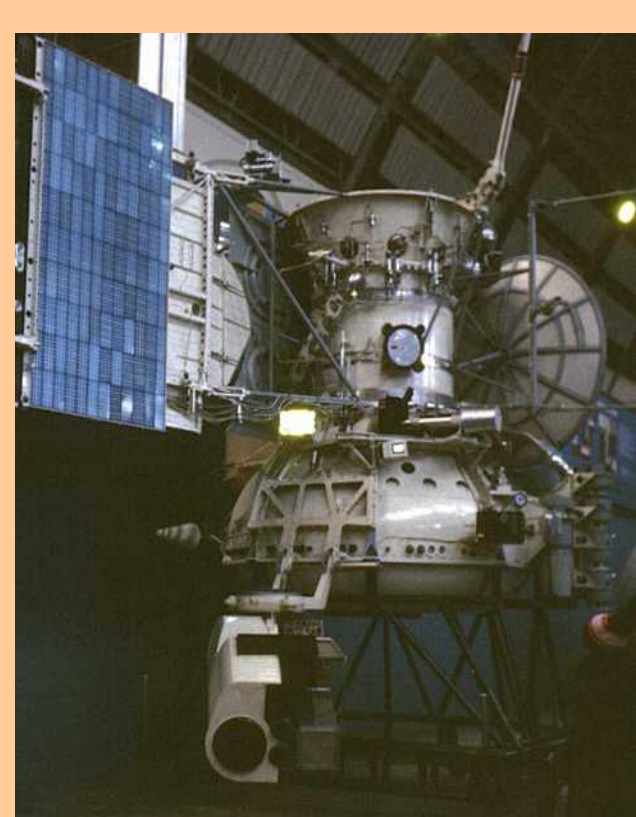
	UT	d	P	C	M
Bombay, India	17 ^h 54 ^m 1 ^s	0.53	15"	23°N	68°
Hyderabad, India	18 02.8	0.41	22	23 N	61
Kodikalam, India	17 41.3	0.19	61	68 N	63
Madras, India	17 53.4	0.22	47	54 N	60
Pottuvil, Sri Lanka	17 49.1	0.17	71	75 N	56
Singapore	18 27.7	0.15	64	75 N	56
Lembang, Indonesia	18 27.2	0.13	67	86 S	19

1973 December 10

Brian G. Marsden

Première détection radio d'une comète à Nançay

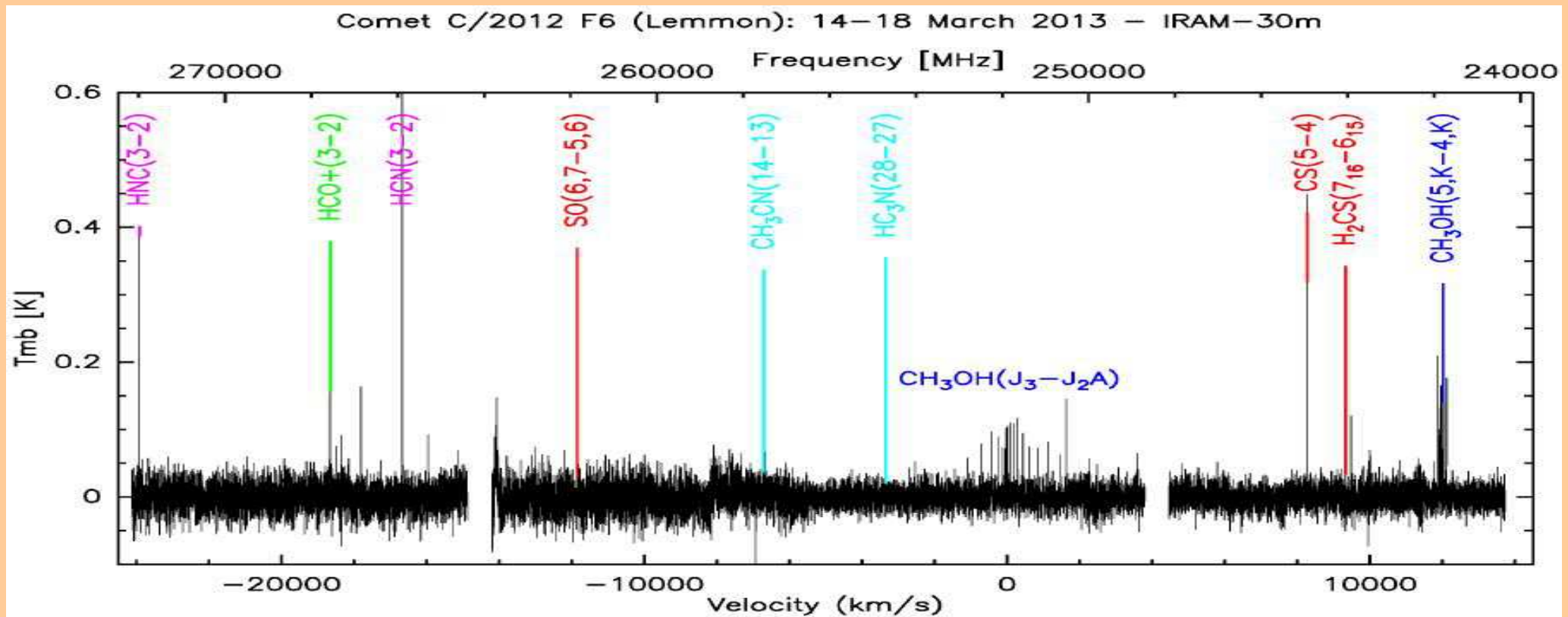
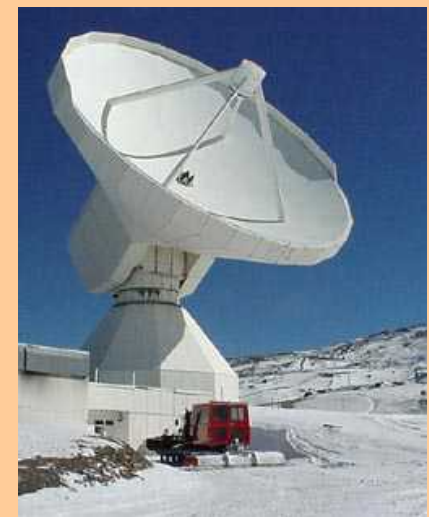
F. Biraud, G. Bourgois, J. Crovisier, R. Fillip, E. Gerard and I. Kazes, Meudon Observatory, report that OH has been detected in comet 1973f with the Nançay radio telescope. Both the 1667- and 1665-MHz lines were seen in absorption on five spectra obtained during Dec. 1-9. The flux densities, assuming negligible broadening of the $3.5 \times 19'$ beam, were -0.07 ± 0.02 (r.m.s.) f.u. at 1667 MHz and -0.05 ± 0.02 f.u. at 1665 MHz. There was left-hand circular polarization. The width of the lines was 5 ± 2 km/s.



VEGA/IKS
ISO
Odin
Herschel
Rosetta



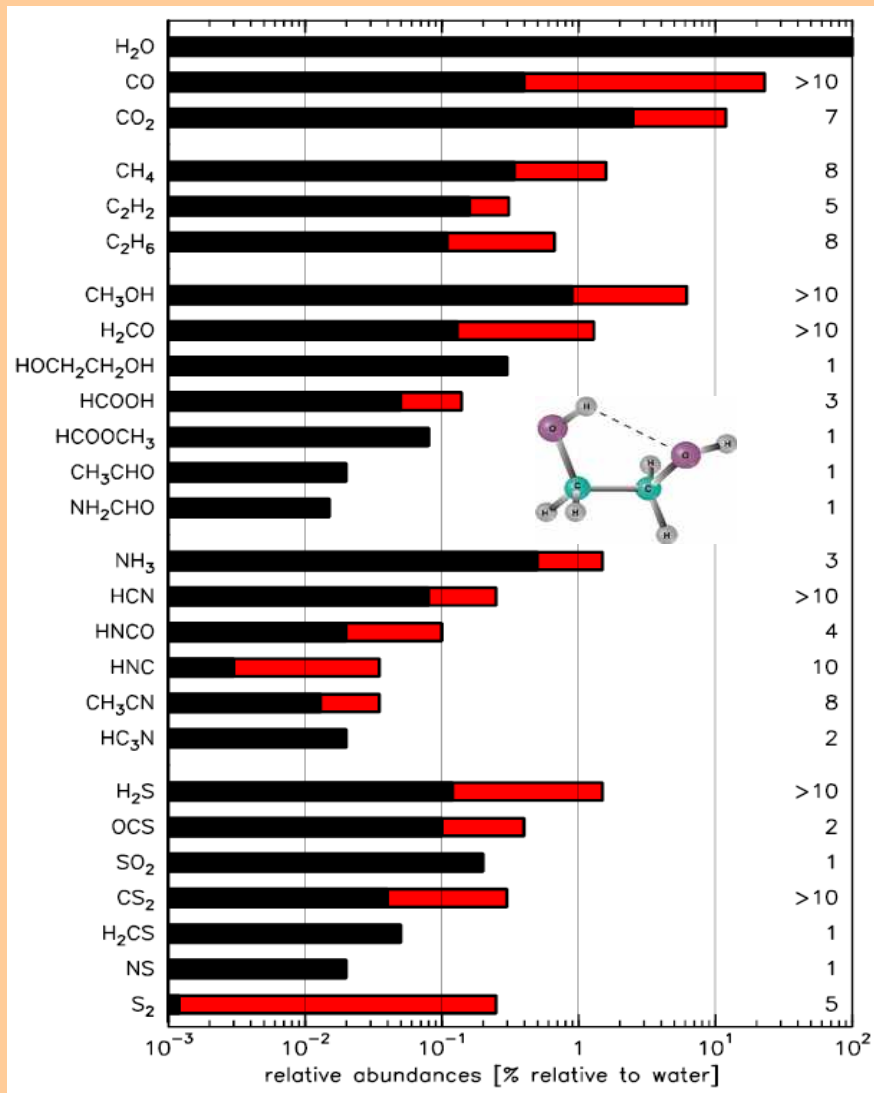
Surveys spectraux à l'IRAM avec les nouveaux récepteurs-spectromètres



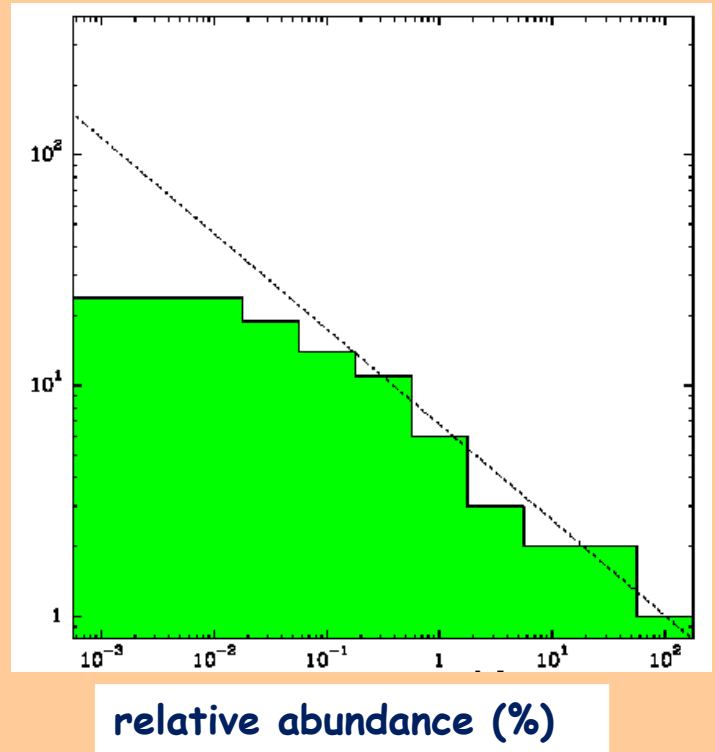
Frequency survey: 210→ 272 GHz, 166-170 GHz

Biver et al., DPS, 2013

Complexité chimique

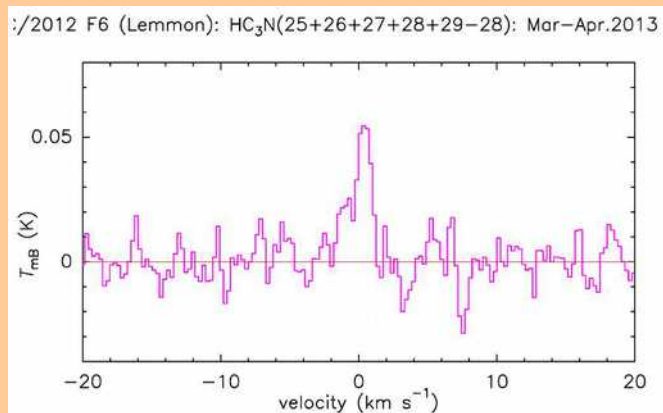
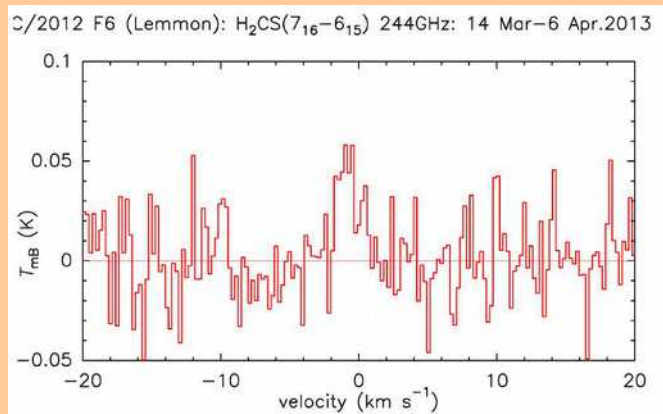


Number of molecular species

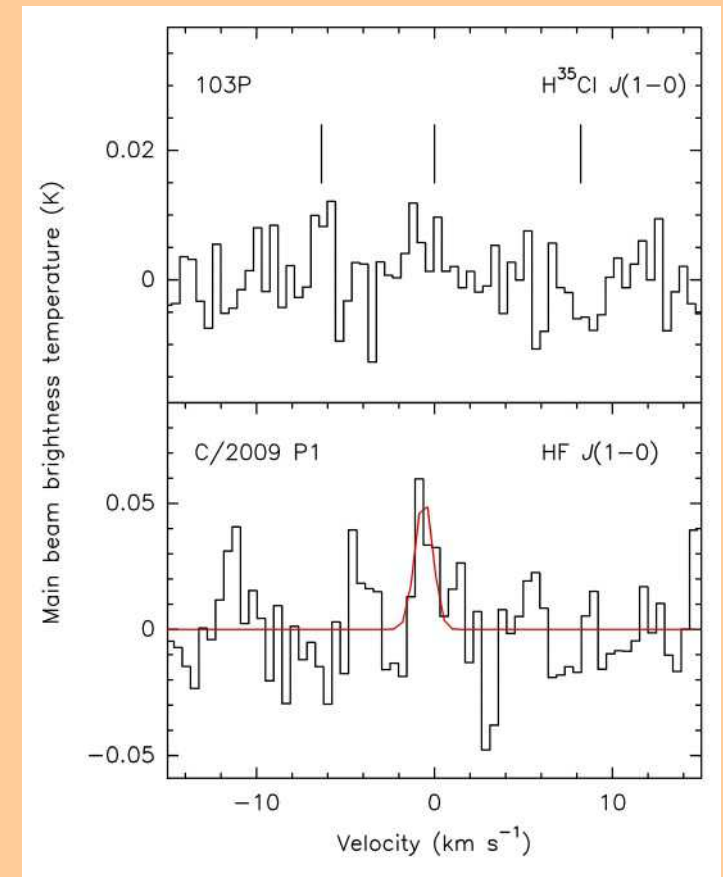


Nouvelles molécules

La confirmation de molécules
rarement observées à l'IRAM



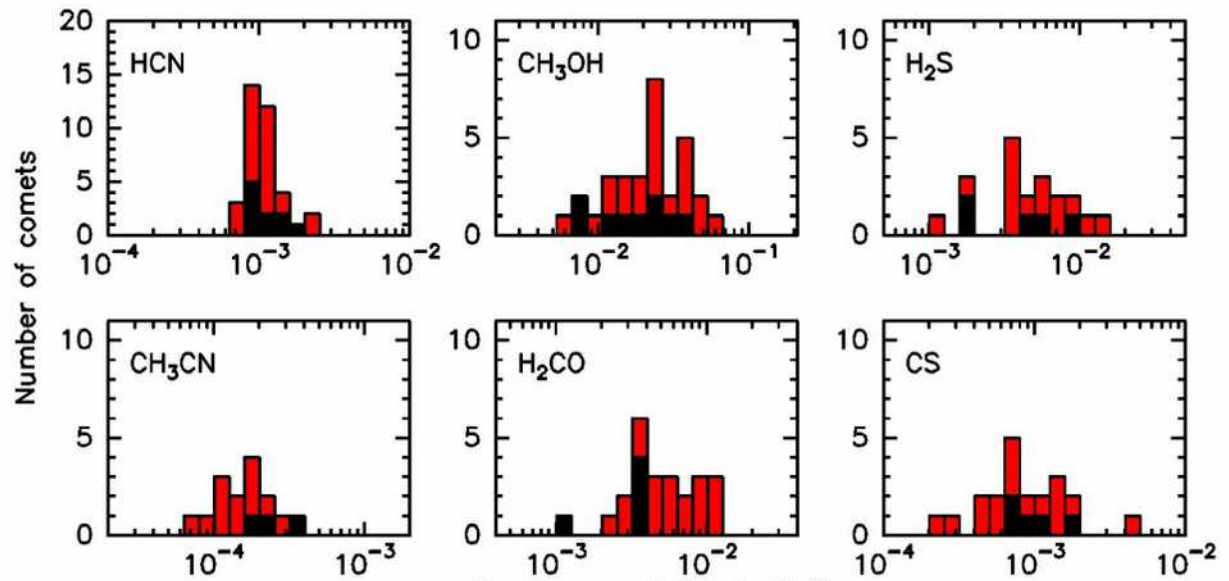
Biver et al., DPS, 2013



La recherche des halogènes
avec *Herschel*
Bockelée-Morvan et al., *A&A*, soumis

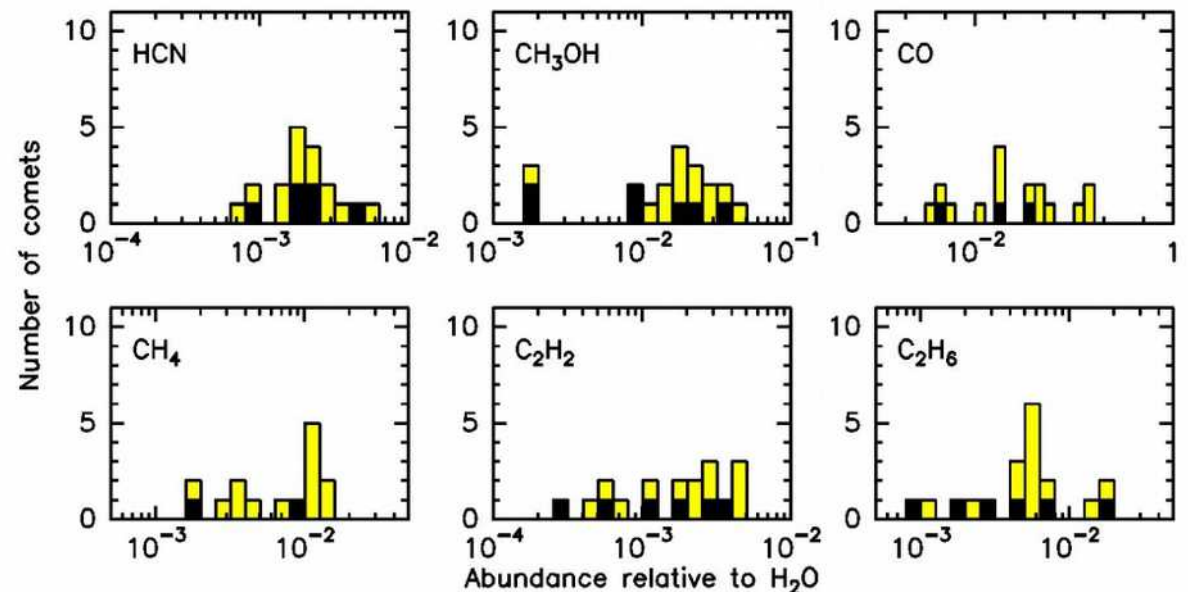
En radio

Diversité chimique



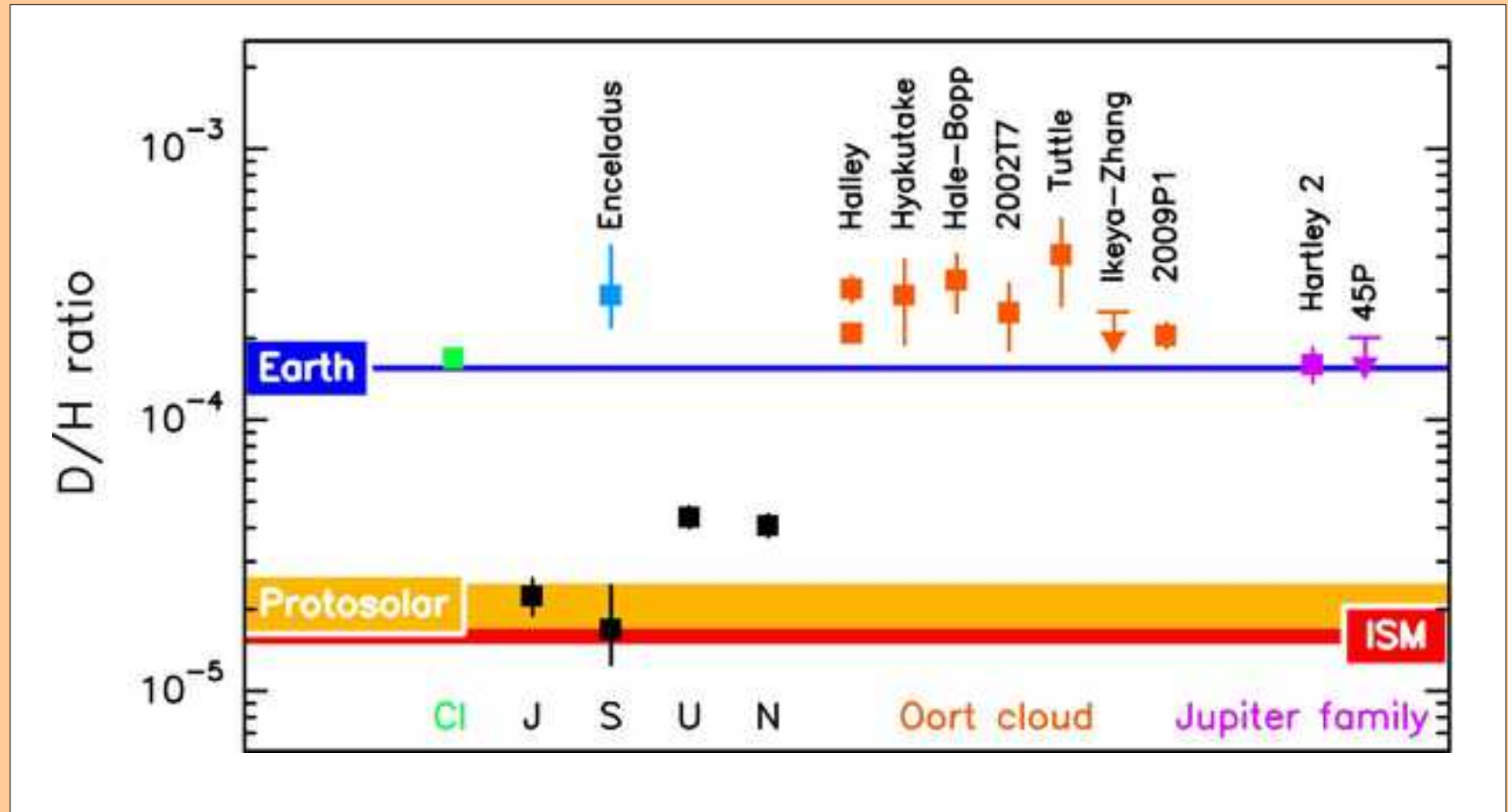
En infrarouge

Une relation claire
avec les classes dynamiques
et les origines des comètes
reste à établir

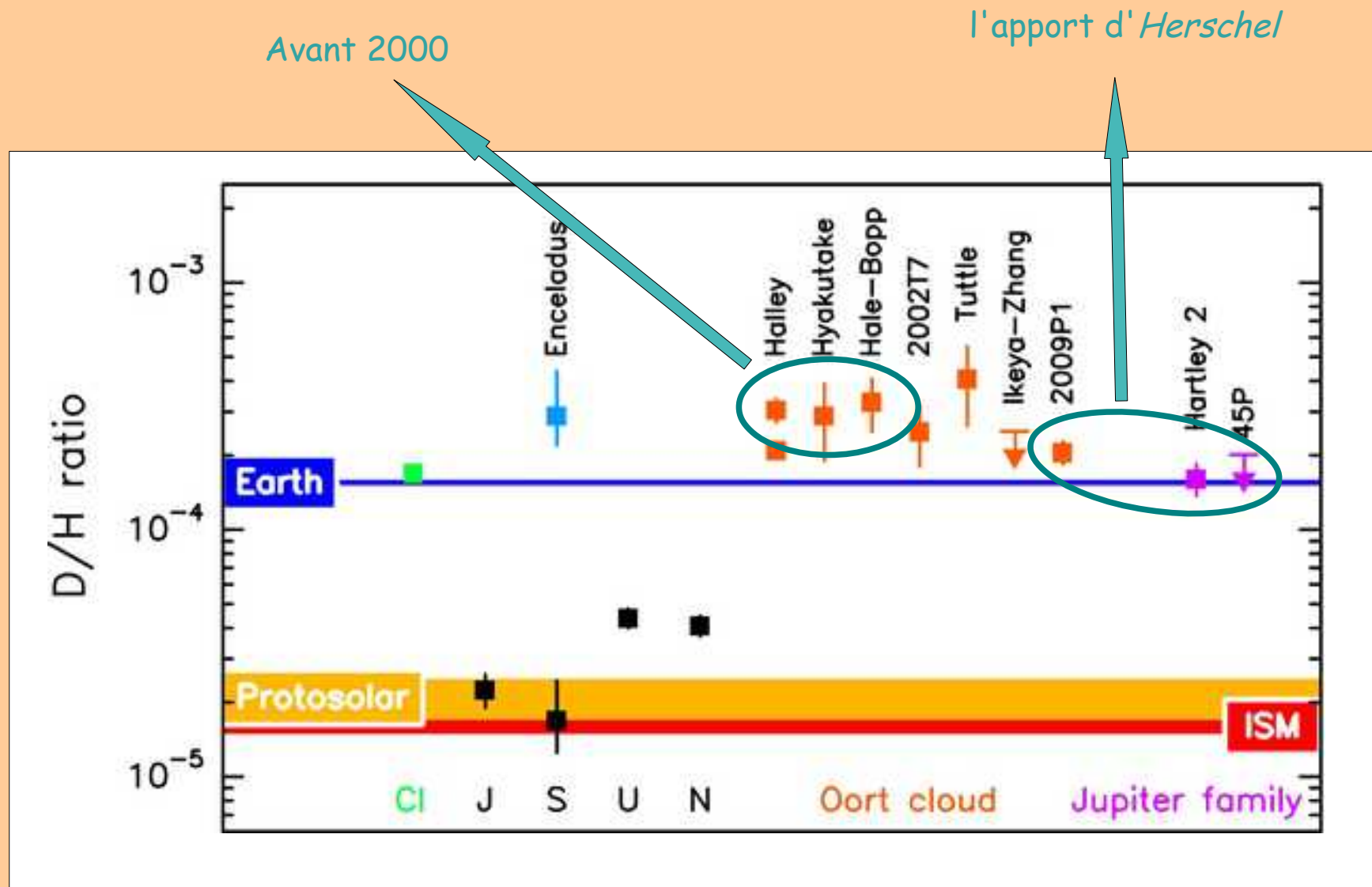


(en noir, comètes de la famille de Jupiter)

Diversité isotopique

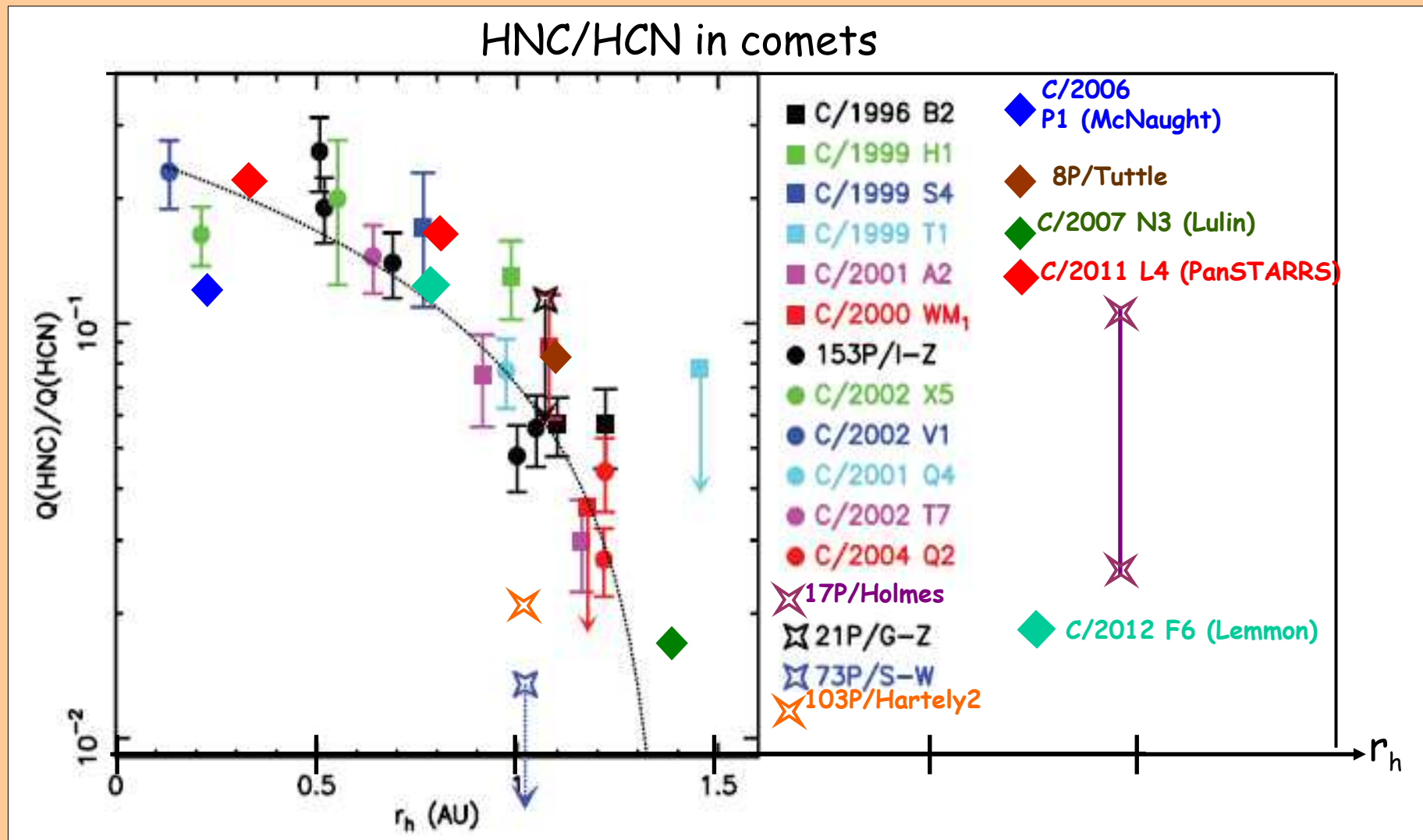


Lis et al ., 2013, *ApJL*, **774**, L3



Le débat sur l'origine de l'eau terrestre est relancé !

HNC cométaire: une origine mal comprise

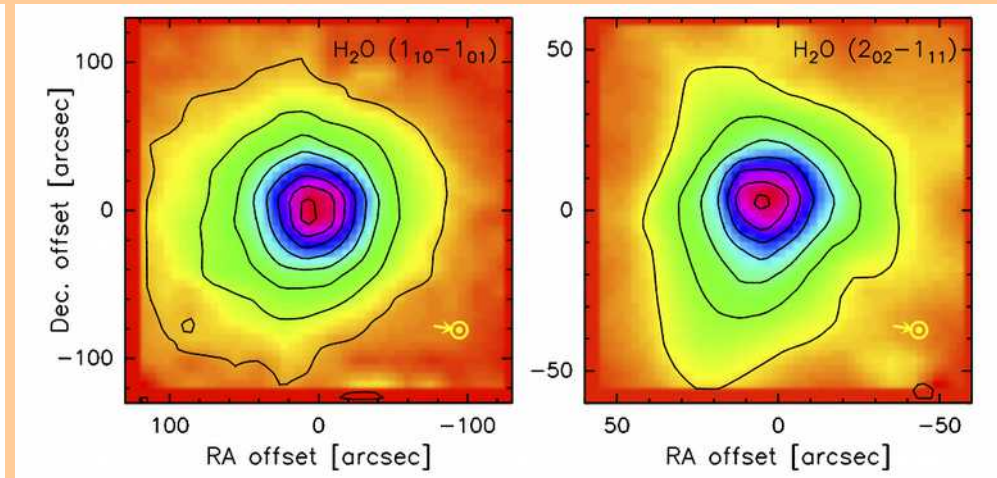
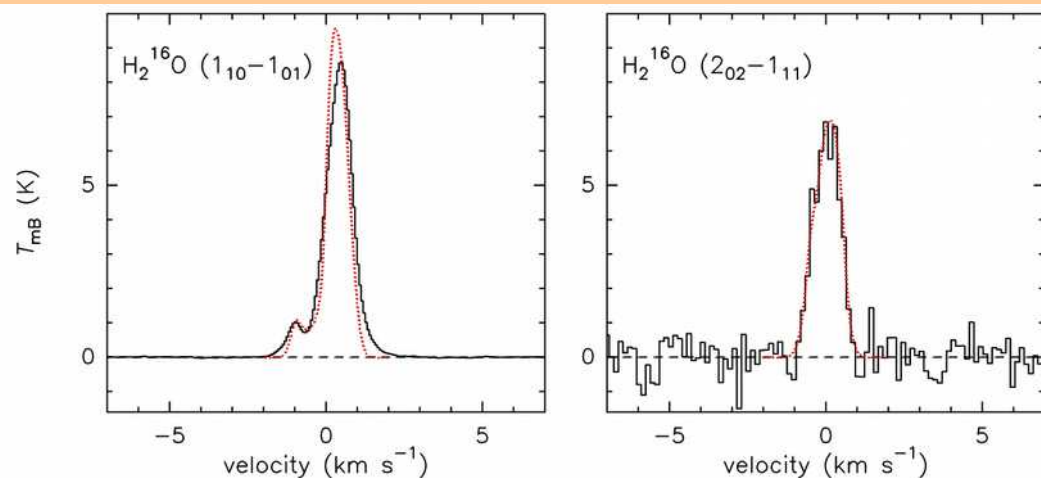


Lis et al. 2008, *ApJ* 675, 931 (completed)



Les comètes d'Herschel

- Pas de comète exceptionnelle, pas de survey spectral
- Un programme essentiellement centré sur l'eau et ses isotopes (mais aussi la poussière...)
- La recherche d'eau dans des objets peu actifs
 - comètes lointaines : 29P/S-W 1
 - « Main belt comets » - négatif
 - des satellites et astéroïdes à activité cométaire ?



Premières observations avec ALMA

C/2012 F6 (Lemmon)

31 mai-2 juin 2013

Cordiner et al., DPS, 2013

1" = 1300 km.

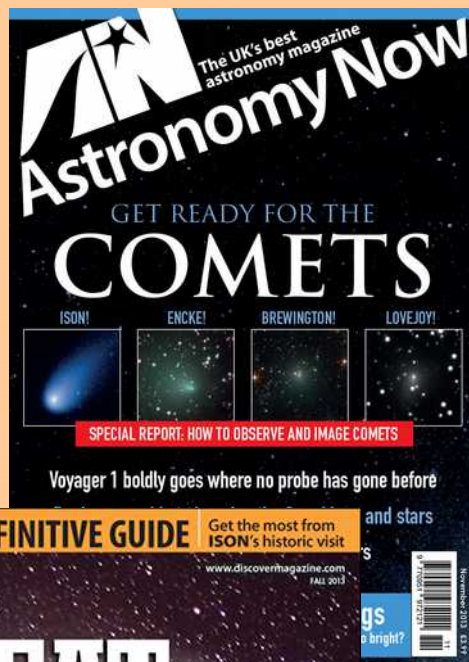


CH_3OH

H_2CO



2013 The Year of the Comets?



2013 : l'année ISON ?

C/2012 S1 ISON...

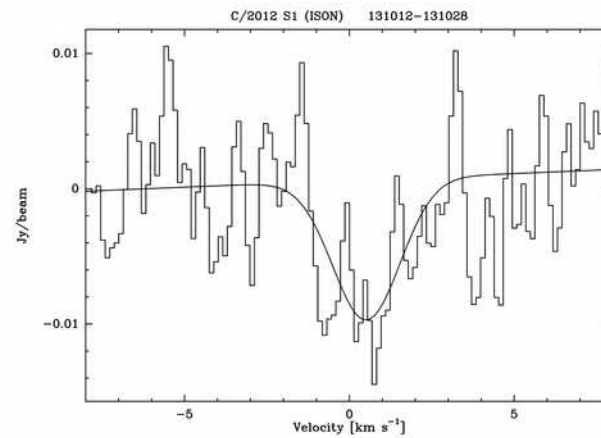
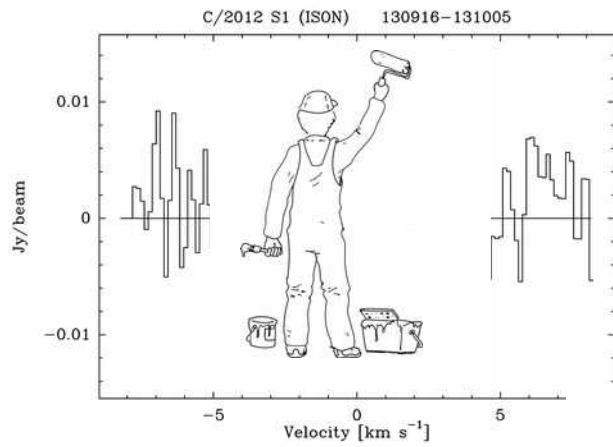
à 0,0124 UA du Soleil le 28 novembre 2013

Une campagne d'observation orchestrée par la NASA (comme pour Kohoutek en 1973)

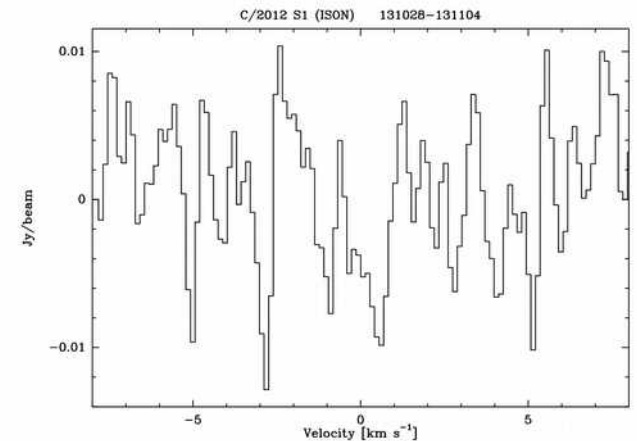


...ou C/2012 FLOP ?

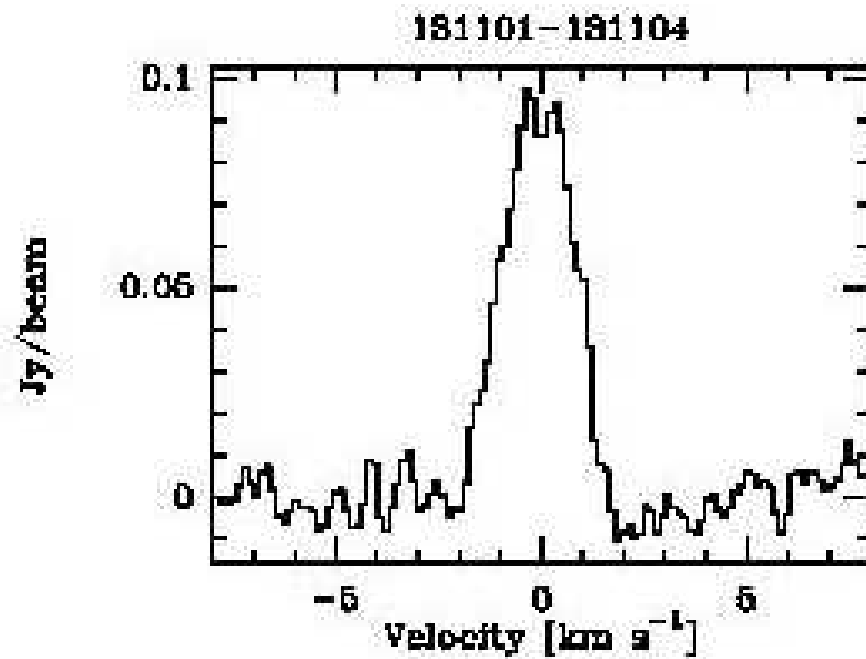
La comète ISON à Nançay



$$Q[\text{OH}] \sim 10^{28} \text{ s}^{-1}$$



La comète C/2013 R1 (Lovejoy) à Nançay



2014 : l'année Rosetta

20 janvier : sortie d'hibernation

20 jan. - 5 mai : commissioning

5 mai - 3 août : manœuvres d'approche

3 août - 27 août : caractérisation de la comète

27 août - 24 sept. : phase de cartographie

24 sept. - 26 oct. : phase d'observations rapprochées

26 oct. - 11 nov. : atterrissage de Philae

Nov. 2014 - fin déc. 2015 : phase d'escorte



« La prévision est difficile,
surtout lorsqu'elle concerne l'avenir. »





FIN

