

GRUPPO ASTRONOMICO TRADATESE

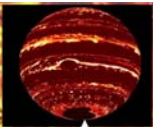
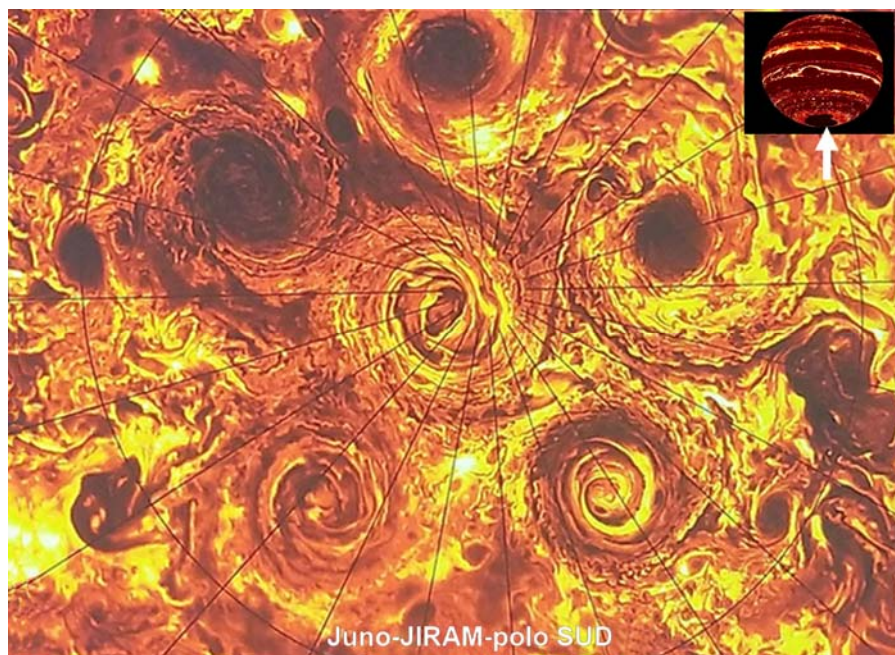
LETTERA N. 155

44° ANNO

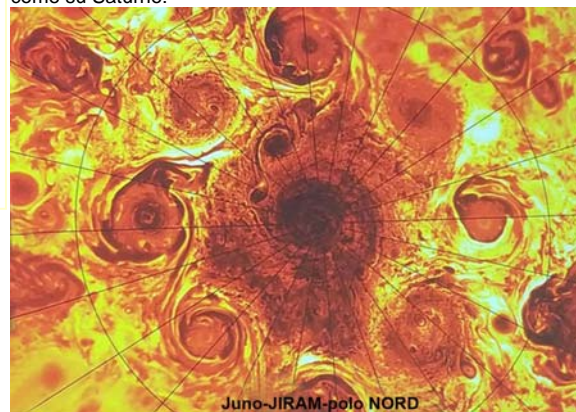
Marzo-Aprile 2018

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci



E' un momento davvero magico per la ricerca di pianeti extrasolari. Alla fine di Febbraio 2018 la sonda KEPLER (che cerca pianeti extrasolari in transito sulla loro stella) aveva fornito 4496 candidati e 2341 conferme nella missione primaria di 4 anni (K1) e 741 candidati e 307 conferme nella attuale missione secondaria K2. Ad inizio Marzo è stata pubblicata (Hubble Space telescope) la scoperta di abbondante acqua bollente su un pianeta di taglia saturniana transitante sulla stella di tipo solare WAPS-39 a 700 anni luce nella Vergine. Si può quindi ben immaginare quanto grande sia [l'attesa per TESS](#) (Transiting Exoplanet Survey Satellite) la cui finestra di lancio va dal 16 Aprile all'inizio di Giugno 2018, per una missione di due anni che cercherà pianeti in transito su circa 200.000 tra le stelle più luminose. Nel contempo sono state scoperte anche [comete extrasolari](#) (obbligatorio parlarne in questa lettera) e, incredibilmente, anche [pianeti extragalattici](#) (vedi allegato). Intanto grande impressione sta suscitando la [scoperta della sonda JUNO](#) (11° orbita gioviana il 7 Febbraio 2018) secondo cui anche su entrambi i poli di Giove stazionano due cicloni stabili come su Saturno:



Questa incredibile immagine del polo Sud di Giove è frutto di un mosaico a 5 micron ottenuto dalla camera infrarossa italiana JIRAM a bordo della sonda JUNO, in orbita attorno a Giove dall' Agosto 2016. L'immagine, filtrata CASUALMENTE in occasione del 23esimo congresso dell' AAS (American Astronomical Society, Washington, 8-12 Gennaio 2018) dimostra in maniera chiara che sul polo Sud di Giove esiste un grande ciclone (come su Saturno), circondato da un 'pentagono' di altri cicloni. Un ciclone simile esiste anche sul polo Nord di Giove, circondato questa volta da 8 cicloni: vedi bene l'immagine qui a destra. Ma il team italiano di JIRAM tace su tutto, ostinandosi in un assurdo blackout verso il pubblico.

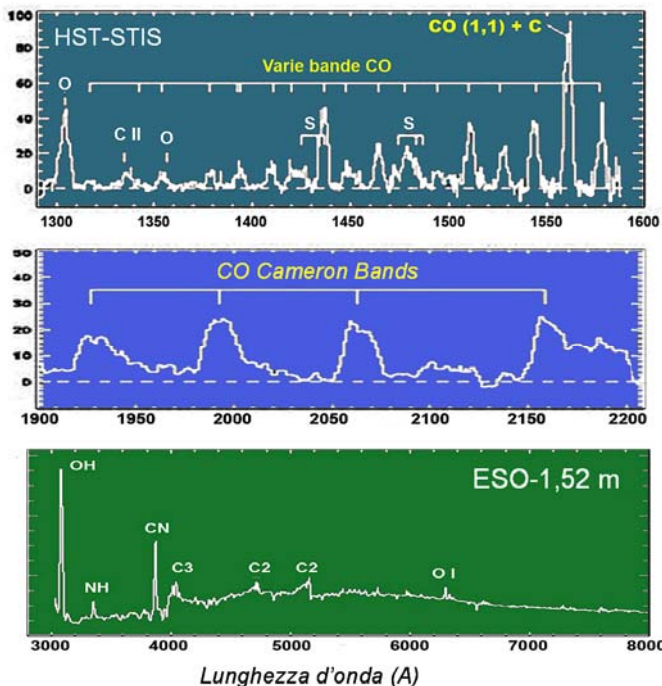
Passiamo adesso alle nostre iniziative di Marzo – Aprile 2018, incentrate, tra l'altro, su una serata davvero speciale nell'ambito del Festival della Cultura 2018, organizzato dal Tavolo della Cultura (prolifico connubio tra Biblioteca Civica e tutte le scuole di Tradate).

| | |
|--|---|
| Lunedì 19 Marzo 2018 h 21 Cine-Teatro P.GRASSI | Conferenza di Marco ARCANI sul tema RADIOGRAFIE TERRESTRI COI MUONI COSMICI. <i>La Radiografia a muoni (Mu-Ray) è una tecnica di analisi non invasiva e per mega strutture che sfrutta il flusso di muoni atmosferici generati dai raggi cosmici. Con questo sistema si stanno indagando le morfologie dei vulcani e i segreti delle grandi piramidi in tutto il mondo, da Teotihuacan alla piana di Giza.</i> |
| Lunedì 9 Aprile 2018 h 21 CineTeatro P.GRASSI | Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema COMETE EXTRASOLARI. <i>Sono state viste sia spettroscopicamente (impronte di materiale cometario negli spettri della stella centrale), sia fotometricamente (impalpabili cali di luce evidenziati dal satellite Kepler sul disco stellare) specialmente in sistemi planetari molto giovani. Con conseguenze non indifferenti anche per la storia delle comete solari.</i> |
| Lunedì 16 Aprile 2018 h 21 CineTeatro P.GRASSI | Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema ALLA RISCOPERTA DEL CIELO DI TRADATE. <i>Nonostante il progressivo aumento delle cementificazione e dell'inquinamento luminoso, il cielo riesce sempre ad offrire spettacoli di grande suggestione e valenza didattica. Basta osservarlo con occhi curiosi ed esperti. Serata IMPERDIBILE che si inserisce nell'ambito de Festival della Cultura 2018, organizzato a Tradate dal locale Tavolo della Cultura.</i> |
| Lunedì 23 Aprile 2018 h 21 CineTeatro P.GRASSI | A cura del dott. Giuseppe PALUMBO, proiezione privata del film 2001 ODISSEA NELLO SPAZIO. <i>Nel 1968, ossia esattamente 50 anni fa, Stanley Kubrick realizzò un'opera unica ed irripetibile, che si colloca per sempre tra i capolavori immortali del cinema. Originalissimo nella scelta delle musiche, il film fu davvero geniale e 'moderno' in tematiche come la ricerca di intelligenze extraterrestri e il pericolo del dominio sull' uomo di intelligenze artificiali. Scientificamente sempre corretto e dotato di alcune sequenze davvero indimenticabili, 2001 rimane uno dei più grandi film di tutti i tempi. Anche dopo mezzo secolo.</i> |

La Segreteria del G.A.T.

1) L' IMPRONTA DEL CO.

Le comete sono una caratteristica tipica di ogni sistema planetario e, rappresentando la componente ghiacciata delle nebulose-protoplanetarie, tendono ad ammassarsi nelle regioni più lontane di ogni protostella (nel caso del Sole si parla di Nube di Oort). Siccome poi è altamente probabile che le stelle si formino inizialmente in ammassi più o meno affollati (per il Sole si parla per esempio di M67) ne viene una conseguenza non da poco: che, essendo le regioni cometarye quelle più esterne, sono anche quelle che vengono primariamente a contatto nel caso di incontri od avvicinamenti stellari. E' quindi possibile, anzi probabile, che nella regione cometaria di ogni singola stella ci sia in realtà una miscela tra comete locali e comete forestiere. Addirittura, secondo un lavoro pubblicato a metà del 2010 da Harold Levinson (Southwest Research Institute) nella nube di Oort solare le comete esterne sarebbero la maggioranza (SCIENCE, 329, 187, 2010). Levinson infatti stima, dall'osservazione delle comete storiche, per la attuale nube di Oort, una popolazione di circa 400 miliardi di comete, contro una stima massima di 6-10 miliardi secondo le teorie tradizionali (basate sull'idea che il Sistema Solare sia sempre vissuto in isolamento). Evidentemente - dice Levinson - le comete in eccesso devono essere arrivate da fuori, una cosa addirittura ovvia se si considerano le molte comete con orbita parabolica o iperbolica. E se ha ragione Levinson si spiegano anche le anomalie e/o differenze compositive di certe comete: per esempio le differenze nel rapporto D/H (Deuterio/Iidrogeno) dell'acqua, oppure, come nel caso della famosa cometa Hyakutake (C/1996B2) la presenza di gas idrocarburi mai riscontrati in altre comete. Uno di questi idrocarburi è l' Etano (C_2H_6) che M. Mumma al telescopio IRTF delle Hawaii (24 Marzo 1996) misurò in quantità dello 0,4% rispetto all'acqua a partire da due bande infrarosse vicinissime (Q0 e Q1) a cavallo di 3,36 micron (SCIENCE, 272, 1311, 1996). Contemporaneamente venne misurata anche una quantità di CO (Ossido di Carbonio) del 7% rispetto all'acqua (bande attorno a 4,67 micron). Altre bande del CO, relative allo spettro della Hyakutake, erano presenti nell'ultravioletto:

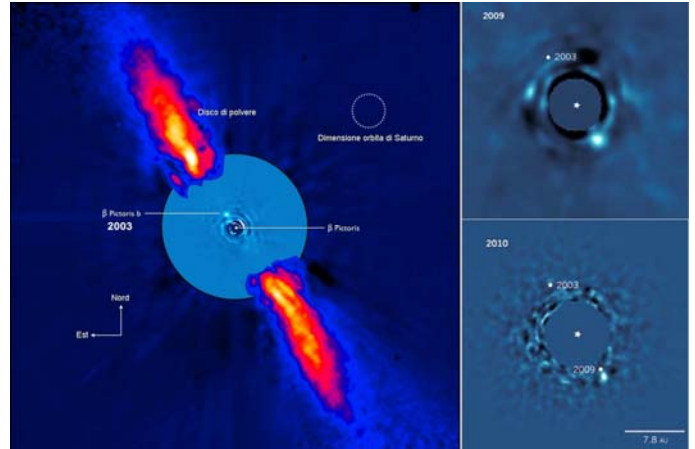


In generale la presenza di CO è importantissima in quanto è una delle molecole che massimamente caratterizzano una cometa: i suoi ghiacci infatti assorbono CO direttamente dagli spazi interstellari dove (per ragioni astrofisiche) la sua abbondanza è massima tra tutte le altre molecole.

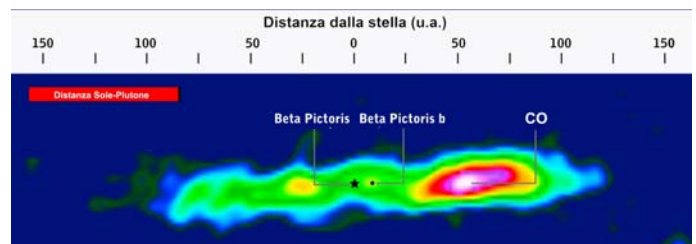
Quindi scoprire la presenza di CO dalle parti di una stella che abbia prodotto o stia producendo pianeti (è il caso delle stelle circondate da anelli di polvere), è un indizio molto forte anche della presenza di materiale cometario. Altro chiaro indizio (vedi parte visibile dello spettro della Hyakutake) è naturalmente la presenza del radicale OH (che deriva dall'acqua) ma molto significativa è anche la presenza del CN (Cianogeno), un'altra delle specie più tipiche di una cometa.

2) LE COMETE DI β -PICTORIS.

La giovane stella β -Pic (età=20 milioni di anni a 63 anni luce di distanza), è la prima attorno alla quale si sia scoperto un disco proto-planetario; al suo interno di recente si è visto direttamente (strumento GPI al telescopio Gemini Sud) un pianeta di 7 masse gioviane, che rivoluziona in 20 anni a circa 9 u.a. dalla stella centrale:



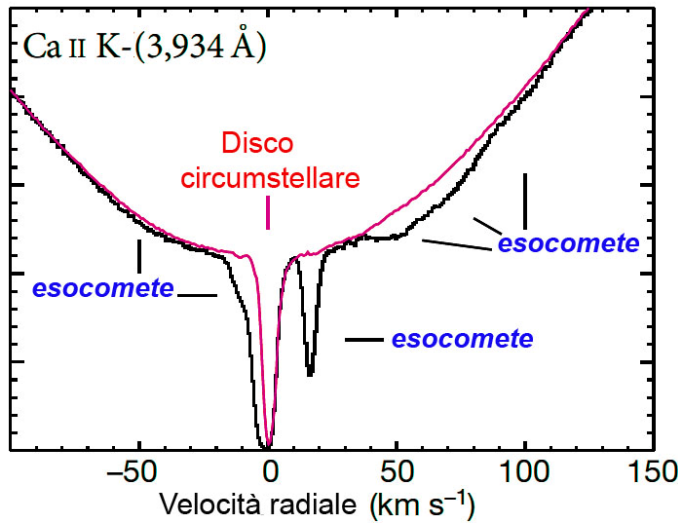
Attorno a β -Pic la presenza di CO venne praticamente individuata non appena venne cercata. Alla fine del 1997 lo spettrografo STS a bordo dello Space Telescope individuò tutta una serie di bande del CO nella regione ultravioletta tra 1450 e 1550 Å. Ma si trattava di misure coinvolgenti in media l'intero disco di polvere. Le cose sono cambiate con l'entrata in funzione di ALMA. All' inizio del 2014 ALMA ha mappato la linea del CO a 0,867 mm attraverso tutto il disco di polvere di β -Pic con una sorpresa non da poco. Si è visto infatti che esiste una notevole quantità di CO (1/250 di massa terrestre) in una fascia compresa tra 50 e 160 u.a. dalla stella centrale. Si tratta di una fascia di CO fortemente asimmetrica, nel senso che il 30% del totale si ritrova in un singolo addensamento a 85 u.a.:



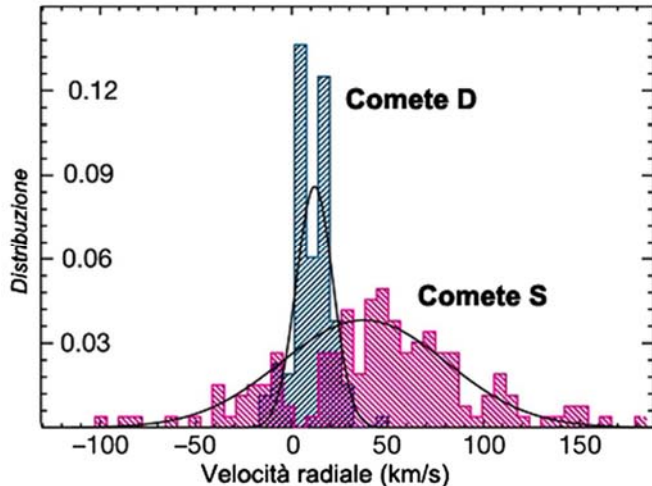
Siccome la vita media del CO è molto bassa (max 100 anni) è evidente che dalle parti di β -Pic ci deve essere qualche meccanismo molto efficace che lo ri-alimenta di continuo. L'idea dominante è che il CO sia prodotto da una continua collisione di grosse comete (tipo: una ogni cinque minuti!). Per spiegare poi la forte concentrazione di CO (ovvero di collisioni cometarie) in una singola regione ristretta viene postulata la presenza perturbatrice di un secondo pianeta (ancora incognito) della massa di Saturno, situato sul bordo inferiore della fascia di CO, quindi dieci volte più lontano dell'unico pianeta finora conosciuto. In sostanza è netta l'impressione che, in quel sistema proto-planetario giovane ed ancora instabile, ci sia un continuo dislocamento di comete dalle regioni più lontane verso l'interno.

Da qui l'idea di un folto gruppo di ricercatori guidati da R. Ferlet (dell' Univ. di Parigi) che dalle parti di β -Pic sia in atto un fenomeno simile a quanto la sonda Soho ha riscontrato anche attorno al nostro Sole, ossia una caduta continua di corpi cometari sulla stella centrale (le cosiddette comete di Kreutz, probabilmente derivanti dalla frammentazione di un'antica grande cometa). Questa ipotesi venne suggerita a R. Ferlet già a metà degli anni 80 dal comportamento anomalo della riga K del Ca II a 3933 Å: questa riga oltre a mostrare una componente stabile (relativa all'anello di polvere attorno alla stella) mostrava anche delle 'ali' sistematicamente spostate (per effetto Doppler) a lunghezze d'onda leggermente superiori o inferiori, quindi correlate a qualcosa che sembrava 'cadere' sulla stella a velocità di circa 40 km/s (FEB, Falling Evaporating Bodies). Ancora più

sorprendente fu constatare che questa anomala componente laterale 'arrossata' della riga K del Call mostrava variazioni temporali su una scala di tempi improponibili per un corpo stellare, addirittura di giorni o di ore:

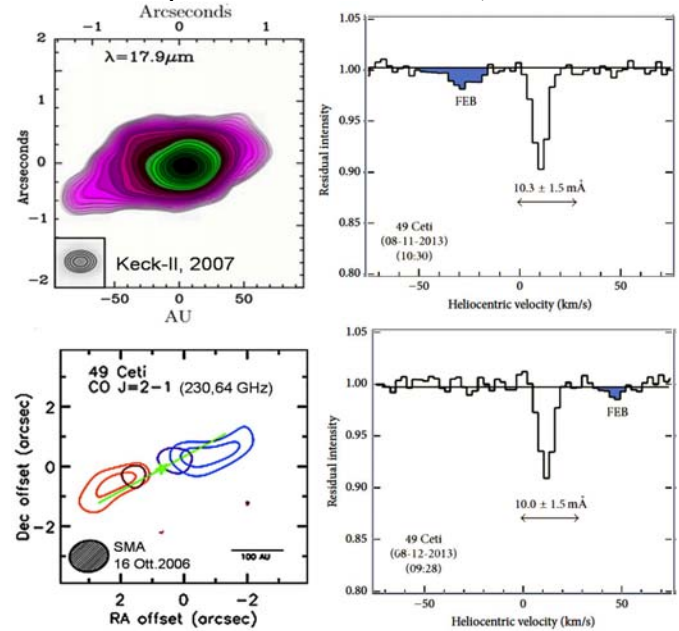


Alla fine del 2014 R. Ferlet ha completato la sua ricerca sulle 'comete' di β -Pic, pubblicando otto anni di dati (1106 spettri realizzati dal 2003 al 2011 a La Silla grazie al riflettore da 3,6 m + spettrografo HARPS-sud (NATURE, 514, 462, 2014). Sono state accuratamente studiate le variazioni (rispetto al valore centrato sulla stella) delle due righe H (3968 Å) e K (3933 Å) del Call su un campione di qualcosa come 500 (!) comete in caduta verso la stella centrale. Una tale numerosità di eventi ha fornito un'eccellente base statistica su cui concludere che le esocomete di β -Pic (meglio note come FEB, Falling Evaporating Bodies) appartengono a due famiglie ben distinte, denominate rispettivamente S ('Shallow') e D ('Deep'), perché presentano a lato della riga Call principale della stella) righe di assorbimento modeste ('Shallow') oppure molto profonde ('Deep'):



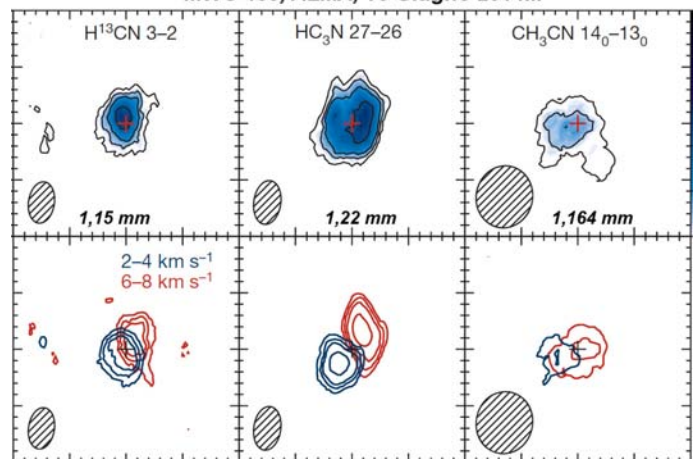
Questo comportamento è legato a caratteristiche fisiche completamente differenti. Le comete S, più vecchie, hanno delle orbite molto disperse (ovvero provenienti da direzioni molto differenti) e mostrano un'attività debole, con bassi tassi di produzione di gas e polvere. La dispersione delle orbite potrebbe essere legata all'influenza gravitazionale del grosso pianeta situato a 1,2 miliardi di km di distanza da β -Pic. Le comete D più giovani, percorrono orbite quasi identiche (quindi provengono da una direzione preferenziale), mostrano attività elevata, con alto tasso di evaporazione dovuto ad una notevole quantità di volatili residui: si tratta in sostanza di comete derivanti probabilmente dai frammenti di una cometa primitiva più grande, fratturatasi in tempi 'recenti' (una specie insomma di famiglia di Kreutz extrasolare). Effetti analoghi (sulle righe H e K del Ca) sono stati osservati su molti altri giovani stelle dotate di dischi proto-planetari: tra queste (2013-2014) 49 Ceti, HD 21260, HD 183324, HD 172555. Riportiamo qui di seguito il caso di 49 Ceti (età=40 milioni di anni, distanza=194 anni luce) dove il Keck II nel 2007 ha scoperto un

anello di polvere a 17,9 micron e dove SMA (8 antenne alle Hawaii) nel 2006 ha scoperto abbondanza di CO a 230,64 GHz:



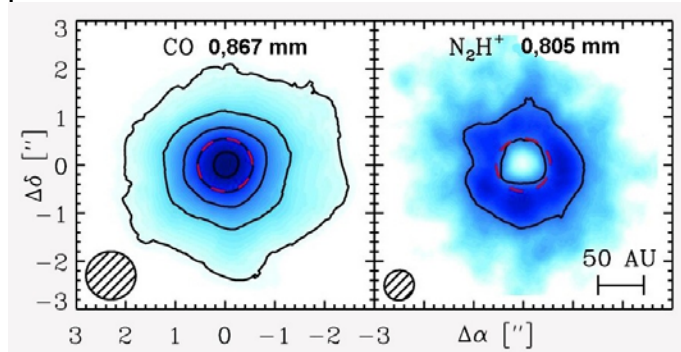
Un metodo spettroscopico più diretto sarebbe quello di individuare, all'interno di un disco proto-planetario, delle molecole specificamente presenti in ogni cometa. Tra queste molecole un posto di rilievo spetta all'acido cianidrico (HCN) e suoi derivati, che si pensa siano uno dei costituenti primari della crosta scura superficiale delle comete. All'inizio del 2015 un gruppo di ricercatori guidati da Karin Oberg (Harvard-Smithsonian Center) ha puntato le antenne di ALMA verso MWC 480, una stella giovanissima (1 milione di anni) di 2 masse solari, situata a 455 anni luce nella costellazione del Toro e circondata da un disco proto-planetario di 0,18 masse solari. ALMA ha ricercato soprattutto i segnali dell'HCN a 1,157 mm e del cianuro di metile (CH_3CN) a 1,22 mm, con il risultato che queste molecole azotate sono risultate presenti in quantità nettamente superiore a quanto se ne trova nelle nubi interstellari e ad una distanza dalla stella (30-100 u.a.) paragonabile a quella della fascia di Kuiper solare: era l'indizio inconfutabile della presenza di un grande serbatoio di esocomete (NATURE, 520, 198, 2015):

MWC 480, ALMA, 15 Giugno 2014...



Ma, oltre ad averne 'intuito' la presenza, ALMA è riuscito anche a 'vedere' direttamente fasce di Kuiper extrasolari. Un caso eclatante riguarda la stella TW Hydrae (età=10 milioni di anni, distanza=175 a.l.), circondata da un disco di polvere ricco di CH_3OH (metano) e CO (ossido di Carbonio). Alla fine del 2015 ALMA (con 36 antenne) ha realizzato spettacolose immagini di questo disco, scoprendovi due lacune a 22 e 37 u.a. (presenza di due pianeti?). All'inizio del 2012, un folto gruppo di ricercatori guidati da Chunhua Qi (Harvard-Smithsonian Center) ha utilizzato

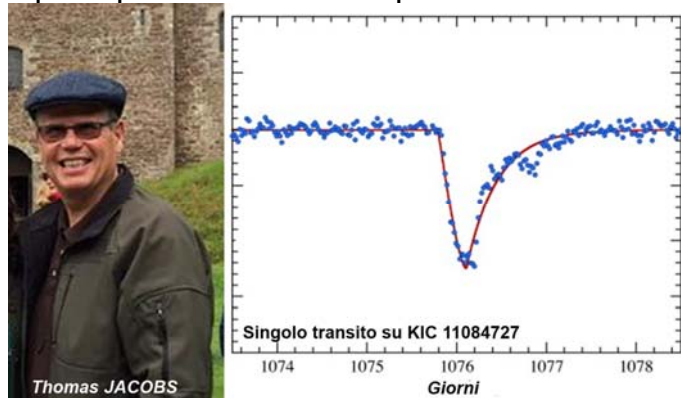
26 antenne di ALMA, lavorando sugli assorbimenti del CO (ossido di Carbonio) a 0,867 mm e del radicale N_2H^+ (diazonio) a 0,805 mm (SCIENCE, 341, 630, 2013). Siccome è noto che il radicale N_2H^+ viene distrutto dalla presenza di CO gassoso, è chiaro che una presenza massiccia di N_2H^+ deve indicare, per il CO, la perdita dello stato gassoso e la trasformazione in forma solida-ghiacciata. Ebbene, proprio questo è il fenomeno che avviene nel disco proto-planetario di TW Hydrae. Molto vicino alla stella, e fino a circa 30 u.a. è molto intenso l'assorbimento del CO gassoso a 0,867 mm e praticamente assente l'assorbimento del radicale N_2H^+ a 0,805 mm. Poi, a partire da circa 30 u.a., diventa dominante la presenza dello ione N_2H^+ : questo dimostra che, a quella distanza, fa sufficientemente freddo perché il CO cominci ad essere presente in forma solida, finendo per comportarsi come ottimo 'collante' per l'aggregazione del materiale roccioso ivi presente:



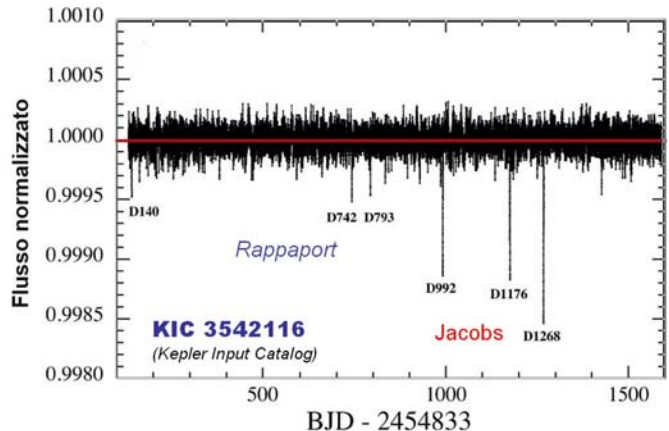
A 30 u.a. da W Hydrae inizia dunque la 'linea di neve' del CO, ovvero inizia, per questa stella, una regione dove qualunque materiale (non solo CO ma anche H_2O , CO_2 , metano) è presente solo forma solida: nel caso solare questa regione viene chiamata fascia di Kuiper, per cui si può dire che ALMA, per la prima volta, è riuscito ad individuare il confine di una regione analoga attorno ad un'altra stella.

3) COMETE IN TRANSITO.

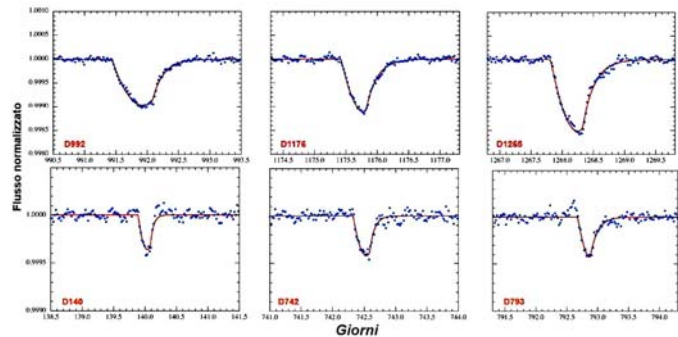
Alla fine del 2010, Debra Fischer (Yale University) lanciò il cosiddetto progetto PLANET HUNTERS (www.planethunters.org), rivolto ad astrofili che volessero partecipare alla ricerca di transiti planetari nell'immenso archivio accumulato dal satellite Kepler che, nella missione primaria (K1), ha cercato transiti per 4 anni su 250.000 stelle della costellazione del Cigno, proseguendo poi in missione secondaria (K2) su altre zone di cielo con un puntamento reso molto più grossolano dal guasto di due giroscopi su tre. Alla fine di Febbraio 2018 la K1 aveva fornito 4496 candidati e 2341 conferme mentre la K2 aveva fornito 741 candidati e 307 conferme. Ma nelle oltre 40 milioni di curve di luce disponibili i dati ancora da esaminare in dettaglio erano moltissimi e spesso inadatti ad una disamina automatica. Molto più attendibile, anche se più laboriosa, una disamina diretta da parte di operatori volontari appositamente addestrati: così è nato il Planet Hunter, cui hanno aderito decine di migliaia di *citizen scientists* (astrofili in...pantofole e computer). Thomas Jacobs, uno di questi volontari abitante a Bellevue, una cittadina di 140.000 abitanti dello stato di Washington, decise di lavorare VISIVAMENTE per 5 mesi, a partire da Gennaio 2017 sui dati di 201.259 stelle raccolte da Kepler nei primi 4 anni della missione primaria:



Questo lavoro ha prodotto uno straordinario risultato il 18 Marzo 2017, quando Jacobs, esaminando i 4 anni della curva di luce della stella KIC3542116, una astro di classe F2V ($T=6900^\circ C$) situato a 800 anni luce di distanza, ha scoperto tre debolissimi cali di luce (< 0,1% !) della durata di circa 1 giorno (D992, D1176, D1265):



Caratteristica primaria di questi cali di luce sono una netta asimmetria delle curve fotometriche (discesa veloce e risalita lenta), incompatibili con quelle tipicamente simmetriche di un pianeta (sia pur piccolissimo). Quasi subito Saul Rappaport e John Jenkins, del team di Kepler, ripresero in mano i dati di KIC3542116 ritrovandovi altri tre cali di luce ancora più deboli dei precedenti ma dotati sempre di notevole asimmetria (D140, D742, D793):



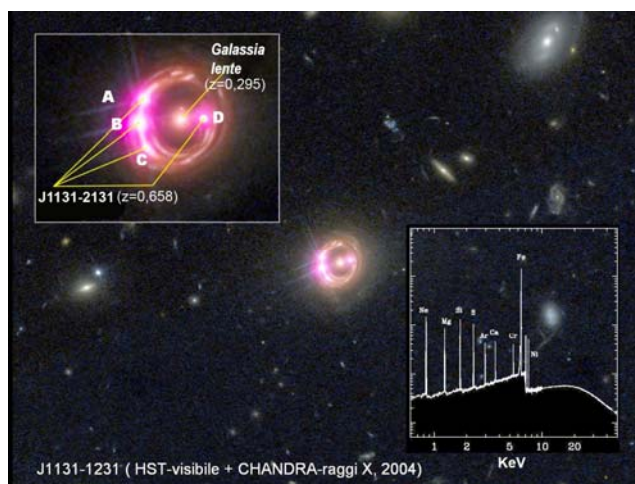
Che non si trattasse di qualcosa legato alla stella venne confermato il 28 Giugno 2017, da accurate immagini realizzate dalla camera ADATTIVA infrarossa NIRC del Keck da 10 m delle Hawaii, che escludono la presenza di qualunque compagno di bassa luminosità. Nel contempo venne esclusa anche qualunque variabilità stellare, dal momento che la stella è apparsa STABILE in 100 anni di immagini di archivio conservate ad Harvard (DASCH, Digital Access Sky Century at Harvard). Oltre alle curve fotometriche asimmetriche, venne riscontrata un'altra chiara anomalia: le curve si ripetevano per tre volte, quindi SPARIVANO. Secondo gli autori potrebbe trattarsi o di sei comete differenti cadute sulla stella centrale, oppure di DUE comete che hanno orbitato tre volte la stella prima di distruggersi: la maggiore si muoverebbe a 35-50 km/s con un periodo di 92 giorni, la minore si muoverebbe a 75-90 km/s con un periodo di 51 giorni. In questa seconda ipotesi la cometa maggiore sarebbe delle dimensioni della Halley e perderebbe nella coda (responsabile delle asimmetrie fotometriche riscontrate) circa 2500 ton/s di polvere. Una volta individuata la possibilità di trovare eso-comete nei dati di Kepler, Jacobs non si è fermato e il 1° Maggio 2017 ha fatto centro per la seconda volta, scoprendo una debole curva fotometrica asimmetrica anche nei dati della stella KIC11084727, molto simile alla precedente sia come distanza che come classe spettrale. A questo punto una conferma indipendente potrebbe venire da ALMA (Atacama Large millimeter/ submillimeter Array) il fantastico complesso di 66 antenne collocate sull'altopiano di Chajnantor, sulle Ande cilene, cui è stata già inoltrata la richiesta di ricercare sulle due stelle sotto indagine l'assorbimento millimetrico del CO (Ossido di carbonio), gas tipico di provenienza cometaria.

SCOPERTI PIANETI EXTRA-GALATTICI !

J1131-1231 è un quasar (ossia un nucleo galattico attivato dalla presenza di un buco nero) situato nella costellazione del Cratere a 6 miliardi di anni luce ($z=0,658$). Nel 2002 Dominique Sluse (Università di Liegi) in alcune immagini riprese a La Silla (telescopio NTT) vi scopri uno dei più rimarchevoli fenomeni di lente gravitazionale multipla (4 immagini-lente del quasar lontano) grazie alla presenza, esattamente sul suo percorso ottico, di una galassia ellittica distante 3,8 miliardi di anni luce ($z=0,295$) e a sua volta appartenente ad un ammasso (Astronomy&Astrophysics, 406, L43-L46, 2003).

Lo stesso D. Sluse ottenne impressionanti immagini dello stesso oggetto con lo Space Telescope nel Novembre 2003 e Giugno 2004 (in esse, oltre alle 4 immagini del quasar si osserva anche una serie di spettacolari archi derivanti dalla distorsione gravitazionale della galassia che ospita il quasar (A&A, 451, 865-879, 2006).

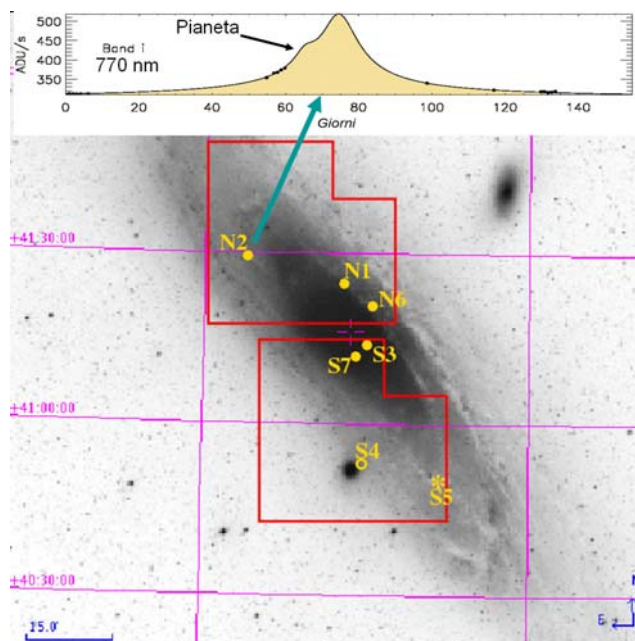
Osservazioni effettuate dal satellite Chandra (camera ACIS) dal 2004 al 2009 ed anche dal satellite XMM Newton nel Luglio 2013 (Ap.J, 640, 569, 2006) mostrarono una forte emissione di raggi X da parte delle 4 immagini-lente del quasar (vedi figura in alto a sinistra):



L'emissione di raggi X è comunque una caratteristica ben nota per i quasar, in quando si tratta di buchi neri nei pressi dei quali precipita del materiale esterno riscaldandosi ad altissima temperatura. Nel caso di J1131-1231, il buco nero centrale alla base del quasar ha una massa di 2 milioni di masse solari, e ruota alla fantastica velocità del 50% della velocità della luce. Va anche aggiunto che questi raggi X, nell'intervallo spettrale tra 0,3 e 20 KeV, mostrano la presenza di righe di emissione caratteristiche: tra queste la riga di emissione più intensa è quella del Fe K α a 6,4 KeV (vedi figura in basso a destra) che, nel caso di J1131-1231, mostra anche notevoli spostamenti verso il rosso e verso il blu in conseguenza della elevata rotazione del quasar che subisce l'effetto lente. Di notevole interesse il fatto che l'emissione di raggi X non era stabile ma variava nel tempo: un comportamento, questo, definito 'microlensing', che andava in qualche modo spiegato (Ap.J, 693, 174-85, 2000). Sul Numero di Febbraio 2018 dell' ApJ (volume 853) Xinyu Dai e Eduardo Guerras (Univesrsità dell' Oklahoama) hanno pubblicato un'

analisi accurata di tutte le 38 osservazioni in raggi X fatte dal satellite Chandra negli anni, focalizzando l'attenzione sul comportamento della riga FeK α . Si è visto che, per TUTTE le 38 osservazioni, l'intensità di questa riga è sistematicamente variabile (fino al 30%) in intensità e frequenza in tutte le quattro immagini prodotte dall' effetto lente, ma con maggiore significatività per le immagini A, B, C che sono le più intense. Gli autori fanno notare che queste variazioni della riga FeK α (praticamente sconosciute in tutti gli altri casi noti di lensing gravitazionale multiplo di quasar lontani) vanno interpretate come effetto di 'micro-lensing' dovuto ad oggetti che la luce del quasar lontano ha intercettato all'interno della galassia a $z=0,295$ che fa da lente. I calcoli (effettuati presso il Supercomputing Center for Education and Research dell'Univ. dell' Oklahoama) mostrano che questi effetti di 'micro-lensing' possono essere prodotti SOLO da oggetti di massa compresa tra 1/100 (tipo Luna) e 400 volte quella della Terra (tipo Giove), purchè NON legati a nessuna stella della galassia che fa da lente: più di preciso i calcoli indicano che nella galassia che fa da lente ci devono essere circa 2000 oggetti 'free floating' con massa compresa tra lunare e gioviana per ogni stella della galassia stessa. Ricordiamo che con il metodo di 'micro-lensing' sono stati scoperti nella nostra Via Lattea 53 pianeti legati a stelle ma anche numerosi pianeti vaganti liberamente in mezzo alle stelle.

La possibile scoperta di una moltitudine di pianeti alla vertiginosa distanza di 3,8 miliardi di a.l. che abbiamo qui descritto, non è però l'unico esempio di pianeti extra-galattici. Il primo probabile caso venne scoperto dalla collaborazione POINT-AGAPE (Pixel-lensing Observations with the Isaac Newton Telescope-Andromeda Galaxy Amplified Pixels Experiment) che per tre anni, dal 1999 al 2001, ha condotto una ricerca intensiva di possibili eventi di micro-lensing sulle stelle della galassia M31, utilizzando il telescopio Isaac Newton da 2,5 m di LaPalma (Canarie) (Ap.J., 601, 845-857, 2004). Vennero individuati sei eventi 'sospetti':



Uno di questi eventi, denominato PA-99-N2 fa riferimento ad una stella di 0,5 masse solari + un pianeta di 6 masse gioviane che amplificò per 25 giorni la luce di una gigante rossa più lontana. Decisivo il fatto che la curva di micro-lensing era INDIPENDENTE dai tre filtri utilizzati ($g'=480$ nm, $r'=625$ nm, $i'=770$ nm).

Ci attende un anno nel quale vedremo missioni spaziali raggiungere la Luna, Marte Mercurio e il Sole. Quello appena trascorso, il 2017, non ha visto nessuna nuova missione alla partenza, tuttavia ha raccolto i frutti di quelle in corso come la **Juno**, felicemente in orbita attorno a Giove oppure il gran finale della **Cassini** ormai rimasta per sempre tra le nuvole di Saturno. In verità il 2017 aveva in agenda alcuni lanci che una serie di imprevisti hanno costretto al rinvio. E' il caso della missione **ICON** (Ionospheric Connection Explorer) che dopo il lancio studierà quale legame esiste tra il clima spaziale (*Space Weather*), quello terrestre e la nostra ionosfera, aiutandoci a meglio comprendere alcuni fenomeni già noti come l'interferenze con il sistema **GPS** (*Global Positioning System*) o i black-out radio durante le tempeste solari. Se non ci saranno altri rinvii la vedremo partire entro l'estate 2018 con un **Pegasus XL** rilasciata da un aereo L1011 sopra il Pacifico. Previsto per il mese di Marzo il lancio di **Chandrayaan2** composto da orbiter, lander e rover con destinazione Luna (ne abbiamo già parlato la volta scorsa). Entro l'estate dovrebbe partire anche il successore di Kepler denominato **TESS** (Transiting Exoplanet Survey Satellite), che come il suo predecessore cercherà piccoli cali di luce nella luminosità delle stelle sotto osservazione. TESS non sarà più limitato ad una porzione di cielo come *Kepler*: dovrebbe infatti coprire l'intera volta celeste in soli 2 anni e la sua ricerca sarà focalizzata sulle nane rosse attorno a cui potrà rilevare piccoli pianeti rocciosi. Di fatto TESS costituirà una sorta di apripista per il futuro **Telescopio Spaziale J. Webb** il cui lancio è atteso per il 2019. Il 5 maggio, di primo mattino, se tutto andrà bene vedremo partire la missione **Insight** da *Vandenberg* con destinazione Marte dove arriverà il prossimo 26 novembre, facendo in seguito atterrare un lander in *Elysium Planitia*. *Insight*, derivata dal progetto *Mars Phoenix Lander*, ha dovuto rinviare il lancio dal 2016 al 2018 a causa di un malfunzionamento al sismografo *SEIS*.

L'ESA lancerà un satellite per l'osservazione della Terra a metà del 2018 chiamato **ADM Aeolus**. Si tratta di una missione per lo studio delle dinamiche atmosferiche, che avrà il compito di colmare una lacuna importante nei dati meteorologici e migliorare l'attendibilità delle previsioni fornendo in tempo reale i dati relativi al profilo del vento nella nostra atmosfera.

Il prossimo 31 luglio vedremo alla partenza una sonda particolare soprattutto per la sua meta: il Sole. Infatti il **Parker Solar Probe** sarà la prima missione a 'toccare' il Sole. Progettata per studiare la parte esterna della Corona Solare, la sonda transiterà a soli 3.7 milioni di Km dalla superficie visibile della nostra stella: la fotosfera. Se tutto andrà bene questa sonda diventerà la più veloce del sistema solare raggiungendo i 200Km/sec. Qualche ritardo lo dobbiamo segnalare per la missione lunare **Chang'e 4**, perchè il satellite ripetitore, apripista della missione, non dovrebbe partire prima di fine anno spostando il lancio della missione vera e propria (prelievo di campioni dal suolo per riportarli a terra) nel 2019.

Il prossimo mese di ottobre vedremo finalmente al decollo una missione attesa da molto tempo, frutto di una collaborazione Esa/Giappone: si tratta della **BepiColombo** che si dirigerà verso Mercurio raggiungendolo nel 2025 dopo molteplici flyby della Terra, Venere e Mercurio stesso. La sonda è composta da due orbiter: il **Mercury Magnetospheric Orbiter** e il **Mercury Planetary Orbiter**, che mapperanno il campo magnetico di Mercurio analogamente a come le sonde *Grail* hanno fatto per la Luna. Purtroppo per problemi di costi non è stato possibile realizzare il *Lander* ed il *Rover* per scendere sulla superficie. Nel frattempo nello spazio profondo la sonda **Osiris-Rex** e la

Hayabusa 2 si preparano per i loro incontri estivi con gli asteroidi *Ryugu* (giugno 2018) e *Bennu* (agosto 2018): entrambe dovranno riportare a Terra dei campioni prelevati dal suolo.

In questi mesi anche Venere ha un osservatore terrestre nella sua orbita: è la vecchia sonda giapponese *Planet C*, ora ribattezzata **Akatsuki** che è stata lanciata il 7 dicembre 2010, ma in conseguenza di un malfunzionamento del motore per l'inserzione in orbita fallì inizialmente tale operazione; così dopo aver vagabondato per il sistema solare, il 7 dicembre 2015 riusciva ad entrare in orbita attorno al pianeta: sebbene l'orbita fosse diversa da quella inizialmente prevista, è stata comunque utile a perseguire la maggior parte dei compiti assegnati alla missione di cui si cominciano ora a vedere i frutti.

La missione **ExoMars** è il risultato di una cooperazione tra *ESA* e *Roscosmos* (*Russia*) con il sostegno dell'*ASI* (*Italia*). Al progetto hanno lavorato 134 aziende dei paesi membri dell'*ESA*, compreso alcune note aziende italiane. La missione è la prima del programma di esplorazione dell'*ESA* denominato **AURORA** (focalizzato sull'esplorazione del pianeta Marte). *Exomars* comprende due distinte fasi. La prima, iniziata nel 2016, è costituita dalla sonda **Trace Gas Orbiter** ((in orbita) e dal modulo di discesa **Schiapparelli**, poi schiantatosi su Marte per un errore dei sensori di discesa. La seconda fase vedrà un rover scendere sul pianeta rosso: la partenza è fissata per il 24 luglio 2020, con arrivo a Marte il 19/03/2021. A bordo una trivella preleverà campioni dal suolo a varie profondità per analizzarne le proprietà chimiche, fisiche e biologiche. Questo **trapano marziano** è stato testato a Padova in una apposita camera climatica che riproduce l'ambiente marziano. Sono stati effettuati cicli di test con temperature tra -100°C e +35°C ad una pressione compresa tra 5 e 10 mBar proprio per riprodurre tutte le condizioni climatiche in cui il trapano dovrà operare su Marte. Una volta sulla superficie perforerà il suolo fino a 2 metri di profondità grazie ai suoi 80 Watt di potenza e alla sua punta di diamante policristallino (intercambiabile in caso di rottura). Questa punta, alla velocità di 5-10 mm al minuto, farà nella superficie marziana un foro da 25 mm analizzandone la composizione grazie a **MA-MISS** (Mars Multispectral Imager Surface Study) situata in un foro dietro la punta; a bordo vi sarà anche la capacità di analizzare in appositi strumenti dei campioni prelevati dal trapano. Il trapano pesa 15Kg, potrà operare per 200 giorni ma effettuare solo 25 campionamenti.

La sonda **Juno** ormai da tempo attorno a Giove ha completato la sua 11° orbita attorno al gigante del sistema solare raggiungendo una distanza minima dalle sue nubi di circa 3500Km. Passaggi così ravvicinati vengono usati per rilievi gravimetrici, e grazie all'orientamento delle antenne in banda X e Ka verso Terra è stato possibile trasmettere i dati in tempo reale con tutti gli strumenti attivi: ora attendiamo i risultati.

Da qualche parte di fronte alla sonda **New Horizon** si trova un oggetto praticamente invisibile che la sonda incontrerà il 1° gennaio 2019. Gli scienziati che lavorano alla **New Horizon Kuiper-Belt Extended Mission** stanno elaborando i dati per meglio conoscere questo misterioso corpo celeste, le dimensioni, la forma, la posizione e se dispone di satelliti e quanti. Nel frattempo la *NH* continua il suo viaggio in ibernazione, dalla quale ogni tanto si risveglia per effettuare qualche osservazione della *fascia di Kuiper*, inviando dati sul campo magnetico, sul plasma e sulla polvere cosmica presenti.

Il successo del **Falcon Heavy** apre nuove porte all'esplorazione spaziale promettendo di portare il costo di un lancio a 4000\$/Kg, grazie anche alla riusabilità di alcuni suoi componenti: si avvicina il momento del lancio della **LightSail2** che con la tecnica delle *Vele Solari* e dei *Cubesat* dovrebbe dimostrare la possibilità di realizzare nuove missioni.