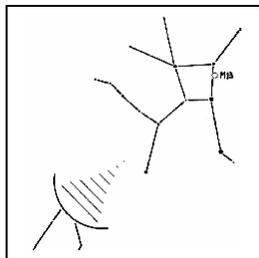


**Gruppo
Astronomico
Tradatese**

ATTIVITA' 2021



G RUPPO
A STRONOMIC
T RADATESE

Via Mameli 13
21049 TRADATE (Va)
ITALIA
<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>
Tel./FAX 0331-810117
C.F. 01673900120

31 Dicembre 2021

Al Sig. Sindaco di TRADATE / Ass. Cultura di Tradate
Al Parco Pineta / dott. Carlo VANZULLI e Mario CLERICI

O G G E T T O : resoconto attività del GAT durante l'anno 2021

Il 2021 coincideva con il 47esimo anno consecutivo di attività della nostra Associazione. Ancora più che nel 2020 la nostra attività è stata condizionata dalla pandemia da COVID 19, soprattutto per quanto riguarda l'attività in presenza. Come conseguenza è stata intensissima la nostra attività ONLINE su varie piattaforme ed anche utilizzando un sistema escogitato direttamente da noi. Da notare che le nostre serate ONLINE erano raggiungibili sul nostro sito Internet sempre liberamente e gratuitamente da chiunque, secondo una norma statutaria fondamentale della nostra Associazione (le stelle, almeno quelle, NON si pagano !). Di sicuro, però, l'impossibilità di incontrare la gente in presenza ha di molto limitato il gettito delle modeste (15 euro) quote annuali di iscrizione al GAT, e questo, data la cronica mancanza di contributi esterni, è un problema.

Di seguito la consueta sintesi delle nostre attività **NORMALI** (ovvero istituzionali della nostra Associazione) e delle nostre attività **SPECIALI** (ossia decise anno per anno dal nostro CD).

1) **ATTIVITA' NORMALI** : sono le conferenze pubbliche a Tradate e fuori Tradate e le lezioni scolastiche. In totale sono state **50** così distribuite:

1a) **CONFERENZE PUBBLICHE A TRADATE**, sono state **16** realizzate per tutto l'anno a scadenza quindicinale ONLINE dal nostro sito, sempre libere. Nonostante tutto le serate online hanno portato due vantaggi importanti. Intanto abbiamo potuto invitare relatori di grande fama da tutta Europa ed anche dal Sudamerica. Inoltre il nostro pubblico è notevolmente aumentato (rispetto alle serate in presenza) con una media di 300 ascolti e punte che hanno a volte superato le 1000 (mille) unità. Tra i temi più apprezzati l'esplorazione di Marte, l'astronomia della Divina Commedia, l'Antartide, i nuclei galattici attivi, i Cinesi nello spazio, il dramma dell'inquinamento luminoso, i nuovi pianeti extrasolari, ecc. (vedi allegato 1a).

1b) **LEZIONI PRESSO SCUOLE**: sono state **14**, e sempre online. Questo ha influito molto sulla nostra presenza scolastica (nel 2019 queste lezioni furono più del doppio), che è sempre stata uno delle attività più specifiche della nostra Associazione, per quanto riguarda certi approfondimenti dei programmi (molto limitati e poco approfonditi) sia della scuola primaria che secondaria (allegato 1b)

1c) **CONFERENZE PUBBLICHE FUORI TRADATE**: sono state **20** (come lo scorso anno), dentro e fuori la Lombardia, 'favorite' dal fatto che si sono sempre svolte online (allegato 1c)

2) **ATTIVITA' SPECIALI**: si tratta di partecipazione ad eventi scientifici, osservazioni di importanti fenomeni celesti e pubblicazioni su riviste scientifiche.

2.a) **PARTECIPAZIONE A CONGRESSI**. Essendo il 2021 un anno particolarmente dedicato a missioni spaziali marziane, il GAT ha partecipato in più occasioni ad appuntamenti locali e nazionali su questo tema. Tra tutti le giornate 'marziane' dell'UAI (Unione Astrofili Italiani) del 18 Febbraio, il Convegno UAI su Sole-Luna-Pianeti del 25 Settembre ed alcune trasmissioni televisive che hanno avuto notevole risonanza anche nazionale (in occasione della discesa su Marte -18 Febbraio-della sonda Perseverance e del lancio del Telescopio Spaziale JWST del 25 Dicembre) (allegato 2a)

2.b) **FENOMENI E OSSERVAZIONI CELESTI**. Nonostante l'impossibilità di organizzare osservazioni pubbliche causa pandemia (saltato per esempio il Moon Watch 2021 per i bambini delle elementari), sono stati seguiti alcuni eccezionali e rarissimi fenomeni celesti. Tra tutti, tra Giugno e Luglio, alcune serate ed albe di NUBI NOTTILUCENTI, vera e propria caratteristica del 2021 ed alcuni intensi sciami meteorici (in particolare le Geminidi del 14 Dicembre) (allegato 2b)

2.c) **PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE**: sono state una decina (allegato 2c) su riviste e libri di divulgazione scientifica. In più, abbiamo pubblicato 3 ulteriori numeri (164-165-166) della nostra 'Lettera ai soci'.

Questo resoconto 2021 si trova, come sempre, sul nostro sito Internet <http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

Però, per comodità, ne alleghiamo anche il pdf su chiavetta (contenente anche i pdf degli ultimi 10 anni).

Sperando in un'attenta lettura, rinnoviamo gli auguri per un proficuo 2022

La Segreteria del G.A.T.
Il Presidente Cesare Guaita

1a) CONFERENZE A TRADATE DURANTE IL 2021.

1)

25 Gennaio 2021, h 21 (online sito GAT)

Conferenza di Cesare **GUAITA** e Roberto **COGLIATI** sul tema

ARECIBO ADDIO.

Il collasso distruttivo dell' 1 Dicembre 2020, del leggendario radiotelescopio da 305 situato sull'isola di Portorico è stato uno shock per tutti, dopo mezzo secolo di grandi scoperte. Ancora di più per noi del GAT che nascemmo nel 1974 quando venne inaugurato e che lo visitammo nel Febbraio 1998.

2)

8 Febbraio 2021, h21 (online sito GAT)

Conferenza de dott. Giuseppe **BONACINA** sul tema

SOLE 2021: NUOVE SCOPERTE E NUOVE DOMANDE.

A 25 anni dal lancio della sonda SOHO ed essendo ormai operativa la missione Parker Probe (7° flyby solare il 14 Gennaio 2021) siamo vicini a capire le ragioni dell'altissima temperatura della corona (1-2 milioni di °C) ma non ancora il meccanismo dell'attività

3)

22 Febbraio 2021, h21 (online sito GAT)

Conferenza del dott. Cesare **GUAITA** sul tema

ALLA RICERCA DEGLI ULTIMI MISTERI DI MARTE.

La cronistoria della discesa su Marte della avveniristica sonda PERSEVERANCE, nella attesissima e drammatica notte del 18 Febbraio, preceduta il 9 Febbraio dall'entrata in orbita marziana della sonda HOPE degli Emirati Arabi e seguita il 23 Aprile dalla discesa del rover cinese TIANWEN-1. un decennale

4)

8 Marzo 2021, h21 (online sito GAT)

LE MIE NOTTI A PARANAL.

Il racconto di una giovane studiosa italiana che da alcuni anni lavora a Cerro Paranal, sede dei famosi 4 riflettori da 8,2 metri (VLT) che l' ESO (European Southern Observatory), ha collocato nel deserto cileno a 2635 m di altezza, sotto il cielo stellato più bello del pianeta. Una serata imperdibile e suggestiva !

5)

22 Marzo 2021, h21 (online sito GAT)

Conferenza del Prof. Massimo **TARENGHI**, in DIRETTA dalla sede ESO di Monaco sul tema

ESO, 50 ANNI DI SCOPERTE SUL CIELO AUSTRALE.

La nascita e lo sviluppo di ESO, il massimo complesso astronomico mondiale, che l'Europa ha voluto collocare nel deserto cileno, vissuta e raccontata da uno dei suoi massimi protagonisti, responsabile prima dell' NTT di La Silla, poi dei 4 VLT di Paranal, infine del radiointerferometro ALMA. Imperdibile!

6)

12 Aprile 2021, h21 (online sito GAT)

Conferenza del dott. Marco **GIAMMARCHI** (Ist. Naz. Fisica Nucleare) sul tema

I NEUTRINI E IL COSMO.

Una rassegna delle conseguenze, sulla struttura del Cosmo delle straordinarie proprietà recentemente mostrate da queste particelle.

7)

26 Aprile 2021, h21 (online sito GAT)

Conferenza di Marco **ARCANI** (massimo esperto di particelle cosmiche) sul tema

I BUCHI NERI NASCOSTI NEI NUCLEI DELLE GALASSIE ATTIVE, ovvero una disamina delle scoperte che hanno permesso di scoprire buchi neri al centro di tutte le galassie.

8)

10 Maggio 2021, h21 (online sito GAT)

Conferenza della dott.ssa Monica AIMONE (Planetario di Milano) sul tema

L'ASTRONOMIA DELLA DIVINA COMMEDIA, una suggestiva rassegna dei tantissimi riferimenti alla scienza del cielo, nel 700esimo della morte di Dante Alighieri. Da non perdere

9)

24 Maggio 2021, h21 (online sito GAT)

Conferenza della Prof.ssa Marianna DANIELE sul tema

ALLA SCOPERTA DEL PIANETA ANTARTIDE, ovvero le proprietà climatiche, geologiche e scientifiche raccontate dalla relatrice in due mesi di permanenza sul continente di ghiaccio.

10)

7 Giugno 2021, h 21 (online sito GAT)

Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema

ASTERODI CARBONIOSI SENZA PIU' SEGRETI, dopo il prelievo di campioni da Ryugu (Giappone) e Bennu (NASA), poi riportati a Terra per la prima analisi diretta

11)

21 Giugno 2021, h21 (online sito GAT)

Conferenza di Piermario ARDIZIO sul tema

CINESI NELLO SPAZIO, una rassegna aggiornata delle recenti eccezionali imprese che in un decennio hanno reso la Cina una delle massime e più prolifiche nazioni spaziali.

12)

Lunedì 11 Ottobre 2021, h 21 (online sito GAT)

Conferenza del dott. George VAGO, ExoMars Project Scientist (da Noordwijk, Olanda), sul tema

CERCARE LA VITA SU MARTE CON ROSALIND FRANKLIN.

Fra un anno l'ESA lancerà verso la pianura marziana di Oxia il Rover dotato degli strumenti analitici più raffinati di sempre per cercare forme di vita. Il relatore è il principale coordinatore di questi strumenti

13)

Lunedì 25 Ottobre 2021, h21 (online sito GAT)

Conferenza del dott. Marco RESTANO (Università di Roma) sul tema

INDAGINI RADAR NEL SOTTOSUOLO DI MARTE E DELLA TERRA.

Il relatore, che ha gestito i dati dei radar MARSIS (Mars Express) e SHARAD (MRO) (scoperti laghi di acqua liquida sotto il polo Sud di Marte?), sta ora applicando la stessa tecnica al suolo terrestre.

14)

Lunedì 8 Novembre 2021, h 21 (online sito GAT)

Conferenza della dott.ssa Roberta PALLADINI (CalTech da Pasadena) sul tema

DALLE POLVERI INTERSTELLATI AI PIANETI EXTRASOLARI!

La relatrice, scienzista dell'IPAC (Infrared Processing and Analysis Center) ha studiato la nascita e l'evoluzione delle polveri interstellari con i principali satelliti infrarossi dedicati, da IRAS a Spitzer.

15)

Lunedì 22 Novembre 2021, h21 (online sito GAT)

Conferenza del Prof. Piero BENVENUTI (Università di Padova) sul tema

INQUINAMENTO LUMINOSO: IL DRAMMA DELLE COSTELLAZIONI SATELLITARI!

Il lancio, da parte di società private, di decine di migliaia di satelliti commerciali sta aggravando il già nefasto inquinamento luminoso terrestre. Difendersi è possibile ma molto difficile.

16)

Lunedì 13 Dicembre 2021, h21 (online sito GAT)

Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema

I PIANETI EXTRASOLARI DI TESS.

Una serata dedicata agli straordinari risultati dei primi tre anni di lavoro del Transiting Exoplanet Survey Satellite, comunicati in Agosto 2021 nel corso di una grande conferenza mondiale

1b) LEZIONI PRESSO VARI TIPI DI SCUOLE.

1)

5 Febbraio 2021, h21 (Unitre Tradate)

SPAZIO E CORONA VIRUS.

2)

12 Febbraio, 2021, h21 (Unitre Tradate)

UN 2020 DAVVERO STELLARE.

3)

26 Febbraio 2021, h21 (Unitre Tradate)

TELESCOPI SUL CIELO DI PRIMAVERA

4)

5 Marzo 2021, h21 (Unitre Tradate)

FOTOGRAFARE LE STELLE.

5)

12 MARZO 2021, h21 (Unitre Tradate)

IL GIORNO IN CUI CAMMINAMMO SULLA LUNA.

6)

19 Marzo 2021, h21 (Unitre Tradate)

2024: RITORNO SULLA LUNA ?

7)

1 Giugno 2021, h14 (Media Lissone)

I CORPI MINORI DEL SISTEMA SOLARE

8)

1Giugno 2021, h16 (Media Lissone)

I PIANETI MAGGIORI.

9)

8 Novembre 2021, h 14,30 (Unitre Tradate)

LE ANOMALIE DI MERCURIO

10)

15 Novembre 2021, h 14,30 (Unitre Tradate)

I MISTERI DI VENERE

11)

22 Novembre 2021, h 14,30 (Unitre Tradate)

LA TERRA VISTA DALLO SPAZIO

12)

29 Novembre 2021, h 14,30 (Unitre Tradate)

LA CONQUISTA DI MARTE.

13)

13 Dicembre 2021, h 14,30 (Unitre Tradate)

LA RISCOPERTA DI GIOVE E SATURNO

14)

20 Dicembre 2021, h 14,30 (Unitre Tradate)

I PIANETI EXTRASOLARI.

1c) CONFERENZE 2021 FUORI TRADATE.

1)

12 Gennaio 2021, h 22 (FOAM13)

I SATELLITI NASCOSTI DELLA VIA LATTEA.

2)

18 Febbraio 2021, h 20-23 (FOCUS-Mediaset)

PERSEVERANCE SU MARTE

3)

19 Febbraio 2021, h 21 (UAI, Roma)

MARTE ULTIME NEWS

4)

27 Febbraio 2021, h19 (Varese)

ULTIME SCOPERTE SUI PIANETI

5)

17 Marzo 2021, h21 (Induno)

SPAZIO E CORONA VIRUS.

6)

26 Marzo 2021, h 19-21 (Varese Corsi)

LE COMETE DOPO LA MISSIONE ROSETTA.

7)

2 Aprile 2021, h 19-21 (Varese Corsi)

GLI ASTEROIDI DOPO LE MISSIONI DAWN E Osiris-REX.

8)

9 Aprile 2021, h 19-21 (Varese Corsi)

MARTE DOPO LE MISSIONI CURIOSITY E INSIGHT.

9)

16 Aprile 2021, h 19-21 (Varese Corsi)

GIOVE DOPO LA MISSIONE JUNO.

10)

21 Aprile 2021, h21 (Milano Planetario)

LE NUOVE RICERCHE DI VITA SU MARTE

11)

23 Aprile 2021, h19-21 (Varese Corsi)

SATURNO DOPO LA MISSIONE CASSINI.

12)

30 Aprile 2021, h19-21 (Varese Corsi)

PLUTONE DOPO LA MISSIONE NEW HORIZONS.

13)

7 Maggio 2021, h21 (Mantova)

LA RICERCA DI VITA SU MARTE.

14)

25 Settembre 2021, h16 (UAI-Meeting Luna-Sole-Pianeti)

CURIOSITY, ANALISI UMIDE RIVELATRICI

25 Settembre 2021, h18 (UAI-Meeting Luna-Sole-Pianeti)

I PIANETI NELL'ANNO DELLA PANDEMIA.

15)

1 Ottobre 2021, h21 (Induno)

ARECIBO ADDIO.

16)

26 Ottobre 2021, h21 (FOAM13)

IL SOLE E IL SISTEMA SOLARE

17)

15 Dicembre 2021, h17 (Saronno)

PERSEVERANCE SU MARTE.

18)

16 Dicembre 2021, h21 (Milano Planetario)

VENERE, PIANETA DI MISTERI.

19)

24 Dicembre 2021, h 11-13 (FOCUS-Mediaset)

IL LANCIO DEL TELESCOPIO JWST.

20)

27 Dicembre 2021, h 11,30 (Radio3-scienza)

METEORITI MARZIANI

Serata astronomica con il GAT dedicata al radiotelescopio Arecibo

Lunedì 25 Gennaio, Cesare Guaita e Roberto Cogliati parleranno delle tante scoperte realizzate grazie a questa struttura situata a Portorico e collassata nel dicembre scorso



Era considerata una delle massime 'icone' mondiali della ricerca astronomica. Lo scorso 1 Dicembre scorso, però, alle 7.56 ora locale, **la struttura del radiotelescopio di Arecibo di Portorico è collassata**, con il crollo, da 150 m di altezza, sulla parabola di 305 m, della piattaforma triangolare di 90 ton che sorreggeva le antenne rice-trasmittenti.

Tra Agosto e Novembre, due dei cavi di acciaio di una delle tre torri di sostegno si

sono rotti a causa dell'usura. Così l' 1 Dicembre gli altri cavi non hanno retto il peso della struttura soprattutto dopo l'assestamento per il terremoto avvenuto pochi minuti prima nella Repubblica Dominicana.

Il GAT, il Gruppo Astronomico Tradatese, dedicherà la prima serata ONLINE (sempre liberamente accessibile dal sito del GAT) **del 2021**, in programma **lunedì 25 Gennaio, alle ore 21**. Titolo della serata: **"Arecibo addio"**. Relatori saranno **Roberto Cogliati**, che parlerà della visita fatta dal GAT nel Febbraio 1998 e **Cesare Guaita** che parlerà delle infinite scoperte che il massimo radio-telescopio mai costruito ha realizzato in mezzo secolo di vita.

Il radiotelescopio era diventato famoso nel 1997 in occasione dello splendido film CONTACT ma soprattutto per una lunga serie di scoperte scientifiche.

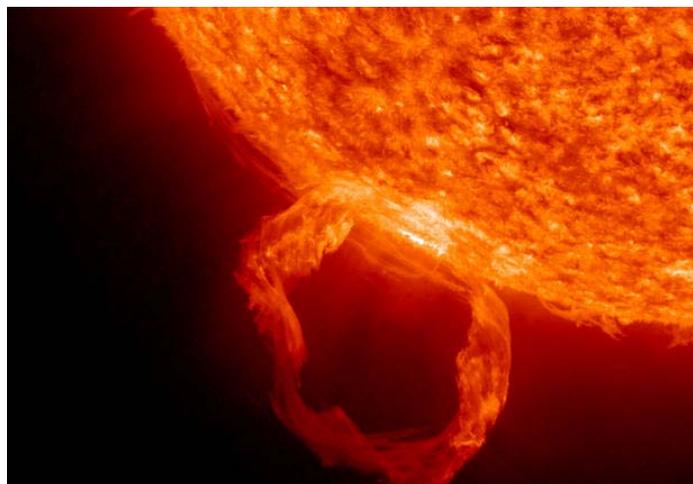
Nel 1965 venne scoperto che Mercurio ruotava in 59 giorni (2/3 della rivoluzione di 88 giorni), mentre nel 1994 venne scoperta la presenza di ghiaccio all'interno dei crateri mercuriani polari sempre in ombra. Nell'agosto del 1989 si ottenne la prima immagine diretta di un asteroide (4769 Castalia), che si rivelò clamorosamente binario.

Soprattutto, negli ultimi 15 anni, Arecibo si era specializzato nelle osservazioni (orbitali e radar-fotografiche) di un centinaio/anno di NEO (Near Earth Asteroids), asteroidi pericolosi perché intersecanti l'orbita della Terra. Questo programma si è improvvisamente interrotto dopo il collasso

Tradate

Il Gruppo Astronomico Tradatese racconta i misteri del sole

L'appuntamento online è in programma per lunedì 8 febbraio 2021, alle 21



Dopo una quiescenza di quasi tre anni, il Sole si è risvegliato nello scorso Novembre 2020, producendo la prima grossa macchia del ciclo 25, ossia del 25esimo ciclo undecennale studiato in dettaglio dagli astronomi moderni. Il ciclo 25 sarà sicuramente il più studiato della storia grazie ad una vera e propria flotta di sonde spaziali in piena attività: a cominciare da SOHO (Solar Heliospheric Observatory) che nel Dicembre scorso ha compiuto in piena salute 25 anni. L' 'anziana' SOHO continuerà a lavorare nei prossimi anni in collaborazione con altre sonde lanciate in

anni recenti, come la SDO (Solar Dynamic Observatory) del 2010, la Parker Solar Probe del 2018, che il 17 Gennaio 2021 ha sfiorato il Sole da 13,5 milioni di km e che nei prossimi anni si avvicinerà fino a 6,3 milioni di km dal Sole e la Solar Orbiter che è stata lanciata nel 2020 con il compito di esplorare le misteriose le regioni polari del Sole.

Questi strumenti altamente tecnologici hanno contribuito a fornire nuove incredibili scoperte sul funzionamento della nostra stella, ma anche ad aprire nuovi enigmi ed interrogativi. Sarà questo l'argomento della ennesima importante serata ONLINE (**accesso libero dal sito del GAT**) organizzata dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese per **Lunedì 8 febbraio 2021, ore 21**, che avrà come **relatore il dott. Giuseppe Bonacina**, sul tema: ***Sole 2021, nuove scoperte e nuove domande.***

Bonacina, storico collaboratore del GAT, da una vita si interessa di fenomeni solari e possiede la massima biblioteca solare italiana, con migliaia di volumi raccolti in ogni parte del mondo. Due saranno i temi principali che Bonacina tratterà Lunedì 8 febbraio.

Il primo è **il problema dell'anomala temperatura della corona del Sole**, l'alta atmosfera della nostra stella, che raggiunge i 2 milioni di °C, contro una temperatura della fotosfera, ossia della superficie solare, di 'soli' 6000 °C. Sembra che questo annoso problema sia in via di soluzione grazie alla recente scoperta di due particolari meccanismi fisici: fenomeni di riconnessione magnetica a piccola scala nella cromosfera come fonti di energia termica (nanoflare, solar tornadoes ecc.) e le onde di Alfvén come sistema di trasporto dell'energia nell'atmosfera solare.

Il secondo grande problema, la cui soluzione rimane tuttora aperta, riguarda **il meccanismo del ciclo undecennale di attività del Sole**, nell'ottica di prevederne in anticipo l'andamento.

I metodi di studio finora adottati sono sempre risultati dispersi e contraddittori. I più promettenti sembrano quelli basati su modelli di come il Sole produce il suo campo magnetico dipolare (fantasticamente evidenziato dalla corona nelle eclissi totali), che inverte misteriosamente la polarità ad ogni ciclo: da questo punto di vista ci si aspetta moltissimo dal ciclo 25, che è iniziato nel dicembre 2019 e che sarà il più aggredito scientificamente della storia, sia da terra che dallo spazio.

A Tradate una serata marziana con la missione Perseverance

Lunedì 22 febbraio con inizio alle 21 una conferenza online del presidente del Gat sull'emozionante missione alla scoperta di nuove informazioni sul Pianeta rosso



Ieri, giovedì scorso 18 febbraio, alle 21.43 ora italiana, **il rover Perseverance ha toccato felicemente la superficie di Marte**, all'interno del cratere Jezero, largo 45 km.

A causa della distanza Terra-Marte, i segnali radio che confermavano che la complicatissima discesa era andata bene, sono arrivati ai computer del JPL di Pasadena solo 12 minuti dopo, ossia alle 21.55 ora italiana. Sarà questo il tema principale della attesissima conferenza che il **GAT – Gruppo astronomico tradatese** ha programmato

online per **lunedì 22 febbraio con inizio alle 21**. Per seguirla basta collegarsi al sito del GAT, con accesso libero a tutti: (<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>)

Il dottor **Cesare Guaita**, presidente del GAT e grande esperto del Pianeta rosso, interverrà sul tema **“Alla ricerca degli ultimi misteri di Marte”**. Oltre che di Perseverance, Guaita parlerà anche del suo fratello “minore” Curiosity, che ha realizzato di recente sensazionali scoperte all'interno del cratere Gale, dove discese nel 2012.

Tornando a Perseverance, il cratere Jezero dove è disceso giovedì sera, era in passato un antico lago: lo dimostra un evidente delta fluviale in entrata, ricco di rocce carbonatiche, sito ideale per la proliferazione di batteri. In sostanza, se ci fu vita su Marte, questo è davvero il sito ideale per cercarla. E Perseverance lo farà con **una dotazione assolutamente esclusiva di strumenti**.

C'è la telecamera Mastcam-Z, una telecamera avanzata che consente di ottenere **immagini panoramiche e stereoscopiche** (che riproducono la profondità) con la possibilità di zoomare.

Poi c'è SuperCam, uno strumento di produzione di immagini che permette di analizzare la composizione chimica e studiare la mineralogia anche a distanza.

Pixl (Planetary Instrument for X-ray Lithochemistry), è invece un apparato che contiene **uno spettrometro a raggi X** e che mapperà con elevata risoluzione la composizione chimica della superficie di Marte, con un dettaglio finora mai raggiunto. Soprattutto c'è **Sherlock** (Scanning Habitable Environments with Raman & Luminescence for Organics and Chemicals) uno strumento formidabile, mai mandato prima nello spazio, in grado, con un raggio laser ultravioletto, di individuare nel terreno ogni traccia di materiale organico e, addirittura, con la allegata camera-microscopio Watson, tracce fossili di antichi batteri.

Questo perché il compito fondamentale di Perseverance è quello di **prelevare una trentina di campioni biologicamente significativi**, che poi una successiva doppia missione ESA-NASA, dovrà riportare a Terra. Il ritorno a Terra dei campioni del suolo del cratere Jezero avverrà entro la fine di questo decennio e probabilmente sarà effettuata da un altro piccolo rover carrello che ripercorrerà la strada di Perseverance. Il contenitore dei campioni sarà poi messo in orbita attorno a Marte e un'altra sonda andrà a prenderli per riportarli a Terra.

Tradate

Tradate-Cile, dai telescopi di Paranal la scienziata varesina Chiara Mazzucchelli ospite del GAT.

Lunedì 8 Marzo, alle 21, **omaggio del GAT alle donne scienziate**, con un collegamento con Chiara Mazzucchelli, astrofisica di Cassano Magnago, responsabile di due dei telescopi più importanti al mondo



C'è grande attesa per la prima conferenza ONLINE trans-oceanica, organizzata dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese per **Lunedì 8 Marzo 2021**.

La conferenza, in programma alle 21 con accesso come sempre libero a tutti dal [sito del Gat](#) vedrà come ospite la dottoressa **Chiara Mazzucchelli**, che lavora in Cile per l'Eso (European Southern Observatory) dal 2018.

“Le mie notti a Paranal” è il titolo della conferenza e sarà molto interessante anche seguire il percorso che ha portato la scienziata dalla nativa provincia di Varese a lavorare sul più importante osservatorio astronomico mondiale.

Nativa di Cassano Magnago ed appassionata di astronomia fin dalla prima infanzia, Chiara Mazzucchelli si è **laureata in astrofisica a Milano nel 2014** con una tesi sui quasar, ossia sui buchi neri supermassicci situati nel nucleo di galassie lontanissime. Ha poi conseguito il dottorato in Germania, **presso il famoso Max Plank Institute di Monaco**. Successivamente **ha vinto un concorso Eso** che l'ha portata due anni fa in Cile a lavorare sul complesso di quattro telescopi da 8,5 metri sul Cerro Paranal.

Chiara è tra i responsabili della conduzione di due dei quattro mega-telescopi di Paranal: UT-1 e UT-2. Nel contempo può utilizzare su UT-1 il formidabile spettrografo KMOS (capace di puntare fino a 24 galassie lontanissime contemporaneamente) per i suoi studi sui quasar lontanissimi. Con risultati che stanno decisamente gettando “scompiglio” nelle moderne teorie cosmologiche. Recentissima è la scoperta di un quasar ad una distanza temporale di “soli” 670 milioni di anni dopo il Big Bang, l'origine dell' Universo avvenuta, secondo le teorie correnti 13,7 miliardi di anni fa. Il problema è che, sempre secondo le teorie più accreditate, nulla dovrebbe aver avuto il tempo di formarsi in epoca così giovane dopo il Big Bang. Questa scoperta fa seguito ad un'altra ancora più sorprendente, quella di **un'antichissima nube galattica vista in controluce**, grazie ad un quasar presente sullo sfondo, così antica che la sua luce ha impiegato poco meno di 13 miliardi di anni per giungere fino a noi. Questo significa che ne stiamo osservando la composizione chimica che aveva quando l'età dell'universo ammontava ad appena 850 milioni di anni. Il fatto è che la sua composizione chimica mostra tracce di elementi, quali per esempio il carbonio, prodotti da stelle massicce poi esplose come supernove. Ciò implica che, a 850 milioni di anni dal Big Bang, c'erano stelle che non solo erano già nate, ma addirittura erano già morte. Tutto bene, se non fosse che le supernove che producono gli elementi osservati nella nube sono l'ultimo atto della vita di stelle che hanno, in media, un miliardo di anni, quindi dovrebbero essere nate quando l'Universo non c'era ancora !

Scoperte e problemi di grandioso interesse cosmologico, sui quali la dottoressa Mazzucchelli farà una disamina diretta. Nel contempo, però, racconterà come si svolge la sua fantastica esperienza alla guida dei grandi telescopi di Paranal. Una serata imperdibile, tra le più suggestive organizzate dal Gat in questi ultimi anni.

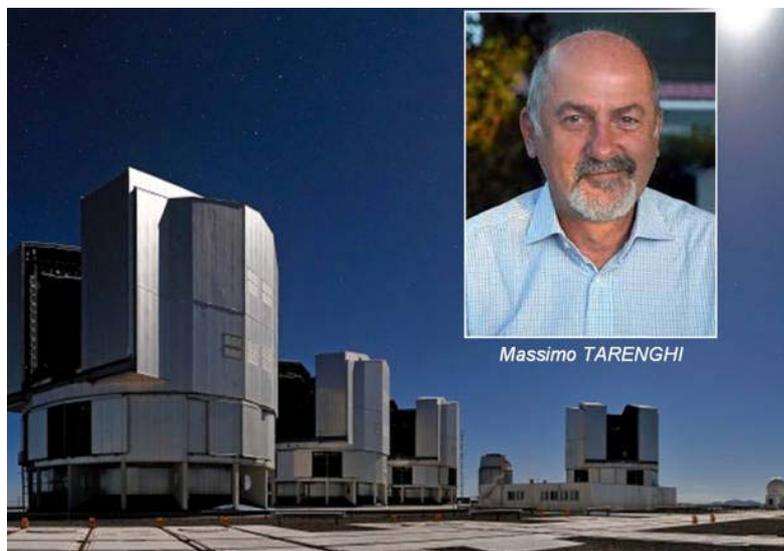
di [Ma.Ge.](#) VareseNews

Publicato il 04 Marzo 2021

Tradate

Cinquant'anni di scoperte sul cielo australe nell'incontro di Tarenghi

Tra i principali protagonisti per la realizzazione dei massimi osservatori astronomici mai costruiti, il professore è l'ospite ONLINE della serata organizzata dal Gruppo Astronomico Tradatese per lunedì 22 marzo



C'è di nuovo grande attesa per l'ennesima serata online ([diretta dal sito del GAT](#)) di grande suggestione organizzata dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese, per lunedì 22 Marzo, ore 21. Sarà infatti ospite degli astrofili tradatesi, in diretta da Monaco, **il Prof. Massimo Tarenghi, uno dei protagonisti principali per la realizzazione dei massimi osservatori astronomici mai costruiti**, che l'Europa ha voluto collocare sul deserto cileno di Atacama.

Tema della serata condotta da

Tarenghi: ESO, 50 anni di scoperte sul cielo australe. Nel Gennaio 1964 una decina di nazioni europee firmarono un accordo per realizzare il primo osservatorio europeo al disotto dell'equatore, per poter studiare al meglio le meraviglie del cielo australe. Era nato ESO (European Southern Observatory).

Nell'Ottobre dello stesso anno ESO acquistava dal governo cileno un'intera montagna alta quasi 3000 metri, denominata La Silla, per la forma a sella della sua parte sommitale. Alcuni anni dopo (era il mese di marzo 1969) con la collocazione a La Silla dei primi telescopi, il sogno degli astronomi europei diventava realtà. Una realtà che si sarebbe espansa in maniera esplosiva negli anni seguenti. L'Italia si aggiunse all'ESO nel 1982, con la realizzazione, sotto la guida di Massimo Tarenghi, dell'NTT (New Technology Telescope) un telescopio di 3,5 metri di nuovissima concezione la cui tecnologia, negli anni successivi, avrebbe permesso la realizzazione dei massimi telescopi della nostra epoca. A metà degli anni 90, infatti, in pieno deserto di Atacama, venne realizzato da ESO e sempre sotto la guida scientifica di Tarenghi, il mastodontico osservatorio di Cerro Paranal, una montagna con la cima tagliata e spianata sulla quale sono stati collocati 4 telescopi giganti da 8,2 metri, che negli ultimi 20 anni hanno realizzato alcune tra le massime scoperte di sempre.

Il Prof. Massimo Tarenghi quindi è stato il referente italiano principale in ambito ESO, avendo collaborato direttamente alla realizzazione di tutti i grandi telescopi che l'Europa ha collocato sul deserto di Atacama. Sarà davvero di grande interesse il suo racconto, vissuto in prima persona, di questa epopea unica nella storia della scienza umana, che ha permesso di fare scoperte epocali, tipo il primo pianeta attorno ad una stella diversa dal Sole, oppure la dimostrazione dell'esistenza di un grosso buco nero (4 milioni di masse solari) al centro della Via Lattea e, forse, di ogni galassia. Per finire all'altopiano cileno di Chajnantor, a 5000 m di altezza, dove ESO ha collocato il mastodontico radio-interferometro ALMA, dotato di 66 antenne capaci di lavorare tutte simultaneamente sullo stesso oggetto. Di ALMA Tarenghi è stato anche direttore dal 2002 al 2006. Va aggiunto che l'attuale pandemia mondiale non ha risparmiato questi templi della ricerca astronomica. Il corona-virus ha infatti costretto sia Paranal che ALMA a fermarsi per ben sei mesi, dopo aver lavorato praticamente ogni notte (grazie al deserto!) per dieci anni consecutivi. Anche di questa situazione, che fortunatamente sta ora tornando alla normalità, Massimo Tarenghi è stato involontario testimone diretto.

[Redazione VareseNews](#)

18 Marzo 2021.

Tradate

I neutrini e il cosmo, Massimo Giammarchi ospite del GAT

Straordinaria serata online per lunedì 12 aprile, alle 21. Il Gruppo Astronomico Tradatese ospita uno dei massimi esperti europei dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



I neutrini sono particelle misteriose, uniche nel panorama delle moderne particelle elementari. Sono dotate di proprietà straordinarie che conferiscono a queste particelle una grande valenza “astronomica”, nel senso che sono capaci di portarci informazioni dalle regioni dello spazio più vicine fino agli estremi limiti del Cosmo. Il GAT, Gruppo Astronomico Tradatese, ha invitato ad una serata ONLINE su questo affascinante argomento uno dei massimi esperti a livello

europeo. **Lunedì 12 Aprile 2021, h21** in diretta libera per chiunque online sul sito del GAT, **il Prof. Marco Giammarchi** (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) parlerà infatti sul tema: ***I NEUTRINI E IL COSMO.***

Giammarchi, docente del corso di Fisica delle Particelle all'Università degli Studi di Milano, ha partecipato ad esperimenti al Fermilab di Chicago, in Argentina, in Belgio, in Cina, al CERN di Ginevra ed al Laboratorio del Gran Sasso. Gli esperimenti di cui è stato tra i fondatori hanno guadagnato 3 volte il titolo di “uno dei 10 migliori dell'anno” secondo Physics World, nel 2014, nel 2019 e nel 2020. Nel caso specifico del 2020, grande risonanza ha ricevuto il risultato dell'esperimento Borexino che, nei laboratori del Gran Sasso, ha rivelato per la prima volta tutte le tipologie di neutrini provenienti dal nucleo del Sole, confermando al 100% il meccanismo con cui le stelle producono energia, comprese le stelle di grande massa che poi esplodono come supernovae. Un evento, quest'ultimo tra i più energetici del Cosmo, che viene prodotto soprattutto dall'emissione di una marea di neutrini: neutrini che vennero per la prima volta rivelati nel Febbraio 1987, in occasione della famosa supernova 1987A, esplosa nella Grande Nube di Magellano, una delle due galassie satelliti della Via Lattea. Grazie alla loro estrema capacità di penetrazione, a Terra ci arrivano anche neutrini dal Cosmo lontanissimo, per i quali la tecnologia moderna ha realizzato strumenti a dir poco fantascientifici. Uno di questi si chiama IceCube e si trova in Antartide, dove ad 1,5 km di profondità sono stati inseriti 5160 sensori distribuiti in 86 pozzi scavati direttamente nel ghiaccio. Nell'Ottobre 2019, IceCube è riuscito in un'impresa apparentemente impossibile: quella di registrare un neutrino super-energetico proveniente dal buco nero al centro di galassia distante 700 milioni di anni luce, nel momento in cui catturava e fagocitava una stella vicina. E molte altre ‘reti tridimensionali’ di super-rivelatori neutrinici sono al momento in costruzione nel mondo. Questo mese inizieranno i lavori di sistemazione di stringhe di sensori nel Mar Mediterraneo al largo della costa della Sicilia, per realizzare un telescopio per neutrini delle dimensioni di un chilometro cubo (KM3NeT). Nel contempo, è già parzialmente in funzione da alcuni anni il rivelatore Gigaton” Baikal-GVD, situato nelle profondità del lago Baikal in Siberia, il lago più profondo del mondo.

Tradate

Raggi cosmici e origine della vita nel nuovo incontro del Gruppo Astronomico Tradatese

L'appuntamento è per lunedì 26 aprile alle ore 21.00 sul sito del GAT con Marco Arcani, un tecnico elettronico che da molti anni si dedica allo studio teorico e pratico dei raggi cosmici



Una delle caratteristiche degli studiosi del **GAT, Gruppo Astronomico Tradatese** è quella di divulgare la scienza astronomica ad ogni livello, anche su temi assolutamente poco noti e spesso controversi.

Da questo punto di vista la serata **ONLINE di lunedì 26 aprile, ore 21** ([con accesso libero dal sito del GAT](#)) è davvero emblematica. **Marco ARCANI**, un tecnico elettronico che da molti anni si dedica anima e corpo allo studio teorico e pratico dei raggi cosmici (vedi <https://www.astroparticelle.it/>) terrà infatti una suggestiva conferenza sul tema: **“FULMINI E RAGGI COSMICI”**, con l'intento di dimostrare una influenza importante di questi

fenomeni sulla nascita stessa della vita sulla Terra.

Ogni anno la Terra viene attualmente colpita da circa 0,5 miliardi di fulmini. Ma secondo uno studio pubblicato poche settimane fa da un gruppo di geologi della Yale University, **4 miliardi di anni fa**, quando stavano nascendo sulla Terra le prime forme di vita e l'atmosfera (ricca di Azoto, e metano) era molto differente da quella attuale, **la frequenza dei fulmini era almeno 10 volte superiore**. Secondo gli stessi ricercatori americani appena menzionati, questa intensità di fulmini ha avuto effetti fondamentali per la nascita della vita, attraverso un meccanismo mai prima preso in considerazione. In sostanza, sulla Terra primordiale il Fosforo (fondamentale per la genesi del DNA), si trovava sotto forma di sali come i fosfati di origine vulcanica, assolutamente insolubili nell'acqua. I fulmini però, hanno trasformato questo fosforo geologico insolubile in un composto detto *Sheibersite*, perfettamente solubile nell'acqua, quindi biologicamente utilizzabile. Il problema è che nessuno sa esattamente cosa provochi i fulmini.

Ma pochi anni fa due ricercatori dell'Accademia delle scienze sovietiche pubblicarono sulla prestigiosa rivista *Physical Review Letters* un'ipotesi inizialmente contestata ma recentemente tornata di grande attualità: i fulmini, ossia queste scariche di circa un miliardo di volt, potrebbero essere causate dall'interazione delle particelle dei raggi cosmici ad alta energia, provenienti dallo spazio, con le gocce d'acqua che sono all'interno delle nubi temporalesche. I raggi cosmici sono generati nelle profondità dello spazio dalle esplosioni di Supernovae e dai buchi neri al centro di galassie attive. Questi cataclismi accelerano le particelle cariche, costituite per lo più da protoni con energie molto elevate. I raggi cosmici attraversano velocemente lo spazio, e quelli che colpiscono l'atmosfera superiore della Terra generano masse d'aria invisibili ma altamente energetiche, composte da particelle ionizzate e da radiazioni elettromagnetiche. Le particelle ad alta energia prodotte dai raggi cosmici ionizzano l'aria nelle nubi temporalesche, generando una regione con un numero elevato di elettroni liberi. Il campo elettrico del temporale accelera gli elettroni quasi alla velocità della luce, aumentando la rispettiva energia. In seguito, gli elettroni collidono con gli atomi presenti nell'aria, generando un numero maggiore di elettroni nonché di raggi x e raggi gamma. Questa valanga di particelle ad alta energia nella nube, offre le condizioni ideali per indurre un fulmine. È proprio il caso di dire che il legame tra Cosmo e vita è sempre più solido e fondamentale

Tradate, lunedì 10 Maggio 2021

DANTE E LE STELLE: AFFASCINANTE SERATA CON IL GAT.



Il ricordo degli anniversari è molto importante per comprendere meglio la vita di tutti i giorni ed in particolare l'evoluzione del pensiero scientifico/letterario.

Da questo punto di vista il 700esimo anniversario della morte di Dante Alighieri è stata ritenuta dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese, un'occasione imperdibile per fare un viaggio nella Divina Commedia, alla scoperta di insospettabili conoscenze e considerazioni astronomiche che il Divino poeta mostra di possedere in moltissimi momenti del suo leggendario poema. Per l'occasione il GAT ha

organizzato per **Lunedì 10 Maggio 2021, h 21** una importante **serata ONLINE** (visione libera per tutti dal sito del GAT www.gruppoastronomicotradatese.it) sul tema:

ASTRONOMIA NELLA DIVINA COMMEDIA. Ancora una volta sarà presente un relatore, anzi una relatrice di eccezione, **la dott.ssa Monica AIMONE**, una delle massime autorità su questo tema che da 25 anni tratta con grande successo anche al Planetario di Milano.

Monica dopo aver frequentato i primi tre anni della laurea in Astronomia presso l'Università di Bologna, utilizzando anche il telescopio di Loiano per ricerche su galassie ed ammassi globulari, si è laureata all'Università di Milano nel 2000 in Lettere Moderne discutendo una tesi non a caso dal titolo: "Il pianeta Marte. Dall'astronomia antica agli inizi dell'astronomia moderna". Dal 1995 svolge attività didattica presso il Civico Planetario di Milano: si occupa principalmente della didattica dell'astronomia indirizzata alle scuole, svolgendo lezioni-conferenze, conferenze pubbliche diurne e serali e altre iniziative promosse dall'Istituto. Dall'anno 2004 collabora anche con l'Istituto di Fisica generale Applicata di Milano, sezione di Storia della Fisica, occupandosi di iniziative rivolte alle scuole. Nel caso specifico, la serata ONLINE di Lunedì 10 Maggio sarà incentrata sulla struttura del mondo immaginata da Dante. Per descrivere il suo viaggio nei tre regni dell'oltretomba il sommo poeta ha infatti bisogno di inserire la narrazione in una precisa ed accreditata concezione dell'intero universo e anche se a noi uomini moderni questa concezione sembra irrealistica, alquanto lontana dal nostro pensiero e molto fantasiosa, in realtà vuole essere una descrizione rigorosa e astronomicamente corretta per quei tempi. Le radici delle conoscenze astronomiche e cosmologiche di Dante affondano nell'antichità, in particolare nella civiltà ellenistica: la sua visione del mondo risulta infatti essere il prodotto più importante della sintesi fra l'antica cosmologia aristotelico-tolemaica ed il cielo "teologico" del Medioevo. La verità è che, avendo letto la Divina Commedia, tutti abbiamo conosciuto la bellezza delle immagini dantesche relative al cielo, ma proprio il contenuto astronomico dell'opera viene solitamente considerato difficoltoso, secondario, quindi trattato marginalmente e, talvolta, anche frainteso. Ma non è così, tanto è vero che vi si incontrano informazioni apparentemente 'impossibili' per quei tempi: non tutti, per esempio, sanno, che per Dante e gli uomini del medioevo la Terra era SFERICA! Sarà quindi una serata di straordinario interesse anche didattico, adattissima a studenti e professori per i quali gli affascinanti argomenti 'astronomici' della Divina Commedia sono spesso trattati in maniera superficiale ed infarcita di luoghi comuni. Anche perché la Dott.ssa Aimone ha una straordinaria capacità dialettica e divulgativa.

Redazione@varesenews

7 Maggio 2021.

Tradate

Il GAT presenta il “pianeta” Antartide.

Lunedì 24 Maggio nuova serata ONLINE organizzata dal Gruppo Astronomico Tradatese.



L’Antartide è l’unico luogo della Terra che ha grandi somiglianze con il pianeta Marte. Sia per quanto riguarda le Temperature (che possono scendere sotto i -100°C), sia per quanto riguarda l’umidità atmosferica (praticamente assente come sul Pianeta Rosso). Senza contare che sotto uno strato di oltre 3 km di ghiaccio, l’**Antartide presenta centinaia di laghi di acqua liquida**, autentiche oasi biologiche e che laghi simili sono stati di recente scoperti in grande quantità anche sotto il polo Sud di Marte. Come

Marte nel lontano passato era un pianeta umido e vivibile, anche l’ Antartide **200 milioni di anni, a causa della deriva dei Continenti**, si trovava a Latitudini molto più basse, quindi aveva un clima semi-tropicale ed era priva di ghiacci: non è un caso che di recente, alcuni geologi dell’ Università del Winsconsin abbiano scoperto resti fossili di almeno 13 tipi di antiche piante appartenenti ad una grande foresta che ricopriva l’**Antartide 250 milioni di anni fa**. Per questa serie di ragioni sono una decina le **stazioni scientifiche che nazioni di tutto il mondo hanno organizzato in Antartide**: tra queste la stazione **Concordia**, sede di molteplici programmi scientifici, realizzata dall’Italia 25 anni fa. Saranno queste le motivazioni di fondo di una spettacolare conferenza online, organizzata dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese, per **Lunedì 24 Maggio 2021 alle 21** (come sempre accessibile liberamente da tutti dal sito del GAT). Ospite e relatrice di eccezione sarà la Profssa **Marianna Daniele**, che terrà una conferenza sul tema: **ALLA SCOPERTA DEL PIANETA ANTARTIDE**.

La professoressa Daniele, attualmente insegnante in un Istituto di Livorno, venne selezionata per la partecipazione alla **XXXI Spedizione Scientifica Italiana nell’estate antartica del 2015-2016**. In quel continente completamente isolato dal resto del mondo ha potuto seguire per un paio di mesi il complesso lavoro degli scienziati italiani alla base Concordia ed anche visitare le basi di alcune altre nazioni. Una esperienza, a detta della relatrice, al tempo stesso shockante e straordinaria. Le regioni polari offrono infatti numerosi spunti per affrontare i temi relativi ai cambiamenti climatici con un approccio interdisciplinare e attuale, potendosi definire come i più grandi laboratori scientifici naturali del nostro pianeta. In particolare, dalla geologia alla biologia, dalla chimica alla medicina le attività di ricerca scientifica in Antartide sono molteplici, molto specifiche e spesso poco conosciute.

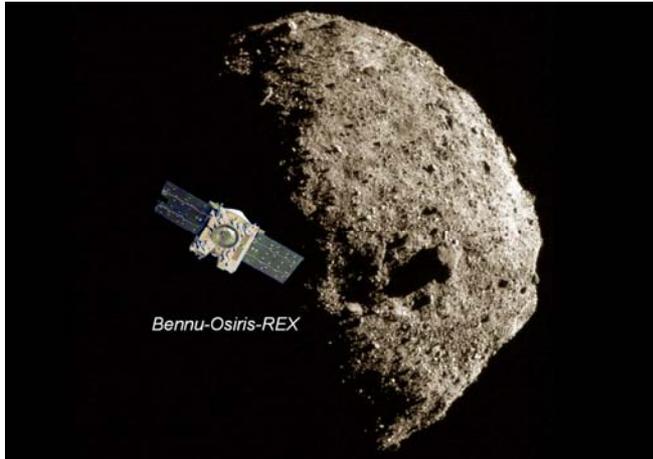
Basti pensare che nelle carote di ghiaccio prelevate in profondità sono chiaramente scritte tutte le traversie climatiche che la Terra ha attraversato in decine di milioni di anni. L’incontro online di lunedì sera propone di svelare alcuni degli aspetti più particolari e interessanti di questo continente, partendo dalla descrizione della geografia fisica ed antropica di questo ambiente unico per poi affrontare alcuni aspetti peculiari derivanti dall’esperienza lavorativa e personale della relatrice. Un’ennesima iniziativa, questa del GAT di Tradate, unica e di altissimo livello didattico e divulgativo, assolutamente da consigliare a tutto il mondo della scuola, all’interno della quale la relatrice ha acquisito anche una grande capacità comunicativa.

[A cura del Gruppo Astronomico Tradatese](#)

Pubblicato il 22 Maggio 2021

A caccia di asteroidi pericolosi: una serata online con il GAT di Tradate

Lunedì 7 giugno alle 21 il Gruppo Astronomico Tradatese presenta l'impresa quasi fantascientifica del recupero di pezzi di asteroidi



Si parla di asteroidi e di imprese ai limiti della fantascienza **lunedì 7 giugno alle 21** con il Gat – Gruppo Astronomico Tradatese.

Il dottor **Cesare Guaita**, presidente del GAT, terrà una conferenza sul tema “Asteroidi carboniosi senza più segreti”, che potrà essere seguita (con accesso come sempre libero) dal **sito del Gruppo Astronomico Tradatese**).

«Fino a qualche anno fa sarebbe stata fantascienza – spiega Guaita – Oggi invece si tratta di un evento reale per quanto incredibile. Parliamo del prelievo e del trasporto automatico a terra di **campioni dalla**

superficie di lontanissimi asteroidi. Un argomento suggestivo a cui sarà dedicata questa nuova conferenza online».

Durante la serata verranno descritte due tra le più incredibili avventure spaziali di sempre, quella della sonda giapponese **Hayabusa-2** che nel giugno 2018 entrò in orbita attorno all'asteroide Ryugu, e quella della sonda americana **Osiris-Rex** che raggiunse l'orbita dell'asteroide Bennu nel dicembre successivo.

Ryugu e Bennu appartengono alla classe dei Neo, ossia degli asteroidi pericolosi, avendo un'orbita intersecante con quella della Terra. Al momento, sono conosciuti circa 7000 Neo. Ma ce ne sono solo due (appunto Ryugu e Bennu) con una composizione ricca di composti carboniosi, che conferisce loro una colorazione nera come il carbone.

«E' un mistero da dove venga questo carbonio (sono resti di comete ?) – aggiunge il dottor Guaita – Altrettanto misteriosa e stupefacente è la loro morfologia: sono infatti entrambi dei “mucchi di sassi” in veloce rotazione che potrebbero essere la riaggregazione di frammenti prodotti da un gigantesco impatto. **Capire l'origine ed il tasso di pericolosità di questi oggetti è quindi una priorità scientifica assoluta**, ma impossibile da studi terrestri fatti da milioni di km di distanza».

Per questo la Nasa e la Jaxa (l'Agenzia spaziale giapponese) hanno organizzato delle missioni spaziali con lo scopo primario di catturare materiale da portare poi a terra per analisi dettagliate. Questa operazione si è già completata con grande successo da parte dei giapponesi: Hayabusa-2 prelevò infatti da Ryugu un campione superficiale nel febbraio 2019 ed un campione più profondo nel luglio successivo. I due preziosi campioni, racchiusi in una capsula stagna, sono stati riportati a terra il 5 dicembre 2020 e sono attualmente studiati di scienziati di mezzo mondo.

«Le modalità dei prelievi sono state a dir poco fantascientifiche – spiega ancora il presidente del GAT – Basti dire che per il prelievo di materiale profondo **i giapponesi hanno sparato un missile contro l'asteroide**, per aprirsi un pertugio attraverso cui inserire una specie di aspira-polvere a forma di proboscide. E tutto questo mediante comandi da terra a circa 400 milioni di km di distanza! Gli americani hanno invece lavorato con più calma: Osiris-Rex ha infatti prelevato un copioso campione da Bennu il 20 ottobre 2020, ma ha lasciato l'orbita dell'asteroide solo lo scorso 10 maggio, per un ritorno a Terra previsto per il settembre 2023».

Le prime indiscrezioni sui dati analitici dei campioni giapponesi sono filtrate a metà dicembre, durante l'annuale convegno della Società geologica americana: si tratta di informazioni impreviste ed imprevedibili che il GAT presenterà per la prima volta in pubblico durante la **serata online** di lunedì 7 giugno.

“La Cina nello Spazio”, una serata con il GAT



Per la prima volta in tanti anni il GAT, Gruppo Astronomico Tradatese, ha deciso di cimentarsi su un argomento controverso e quasi sconosciuto: la storia delle conquiste spaziali cinesi. **Lunedì 21 Giugno, alle ore 21**, andrà in onda liberamente ONLINE dal sito del GAT (<http://www.gruppoastronomicotradatese>) una serata sul tema:

CINA NELLO SPAZIO.

Relatore **Piermario ARDIZIO**, un tecnico elettronico che da una vita si occupa dei problemi legati allo spazio. Secondo gli studiosi del GAT di Tradate

questo periodo storico è proprio il momento migliore per parlare delle conquiste spaziali cinesi.

Questo per una lunga serie di ragioni.

La conquista dello spazio è stata infatti effettuata dai Cinesi con le stesse modalità seguite nei decenni passati da Russi ed Americani, ma in tempi incredibilmente più ristretti.

Il primo satellite cinese, il Dong Fang Hong 1, fu lanciato nel 1970. Il 15 Ottobre 2003 venne lanciato in orbita terrestre anche il primo astronauta ('taikonauta'), Yang Liwei, che rimase per 21 ore a bordo della sua capsula Shenzhou. Negli anni successivi sono stati lanciati altri 10 taikonauti. Poi, nell'Aprile di quest'anno la Cina ha lanciato Tianhe ('armonia celeste'), il modulo centrale (16 metri) di una **ormai prossima Stazione Spaziale cinese denominata Tiangong** ('Palazzo celeste'). Otto ore dopo Tianhe è stato raggiunto dal cargo automatico Tianzhou. Entro la fine del 2022 la stazione spaziale cinese sarà completata con altri 11 lanci. Intanto, il 16 Giugno 2021 la Tiangong è stata raggiunta dai primi tre taikonauti, per una missione (Shenzhou 12) che durerà tre mesi.

Nel frattempo la Cina ha **sviluppato un formidabile programma lunare**, basato su una successione di navicelle della serie Chang'e ('la dea della Luna' nella mitologia locale). Chang'e-1 e 2 orbitarono e fotografarono la Luna nell'Ottobre 2007 e nell'Ottobre 2010. Poi, con Chang'e-3 ci fu la prima discesa morbida nell'Oceano delle Tempeste nel Dicembre 2013, con l'aggiunta di un piccolo rover (Yutu) che ha lavorato e ripreso immagini per quasi due anni. Risale poi al Gennaio 2019 la fantascientifica missione Chang'e-4 che discese per la prima volta sulla faccia invisibile della Luna, all'interno del bacino Aiken. Per finire con Chang'e 5 che nel Novembre 2020 raccolse quasi 2Kg di materiale lunare, portandolo felicemente a Terra il 16 Dicembre successivo. E in attesa che Chang'e-6 scenda alla ricerca di ghiaccio sul polo Sud della Luna.

Recentissima ed innovativa è stata anche **la prima conquista cinese di Marte**, con la missione Tianwen-1 ('domande celesti') che, dopo essere entrata in orbita marziana il 10 Febbraio 2021, ha sganciato il 15 Maggio sulla Utopia Planitia il lander Zhurong ('il dio del fuoco'), dal quale una settimana dopo si è staccato un rover che sta mandando incredibili immagini del paesaggio circostante ed ha il compito primario di cercare ghiaccio nel sottosuolo. Si tratta, forse, dell'inizio di un programma molto più ambizioso: entro il 2028 infatti la Cina potrebbe inviare un rover che ripeta i successi di Chang'e-5 nel prelievo di rocce sulla Luna dell'anno scorso, riuscendo a portare a Terra i primi campioni marziani con anni di anticipo rispetto ai progetti congiunti NASA-ESA.

“Ecco come cercherò vita su Marte”, il Gat organizza un incontro con Jorge Vago

Appuntamento online, lunedì 11 ottobre, alle 21 con il principale responsabile scientifico del Rover Rosalind Franklin, che tra un anno ci dirà se su Marte ci sono forme di vita



Grande attesa per la ripresa autunnale dell'attività del GAT, Gruppo Astronomico Tradatese, che **lunedì 11 ottobre, alle ore 21**, ha organizzato una serata online (come sempre accessibile gratuitamente a chiunque dal sito del GAT <http://www.gruppoastronomicotradatese.it>) di grandissimo interesse, condotta dalla sede dell'ESA in Olanda, **dal dott. Jorge Vago, project scientist, ossia principale responsabile del Rover Rosalind Franklin**, che l'ESA, l'Agenzia Spaziale Europea, lancerà verso Marte esattamente tra un anno.

Tema trattato dall'illustre ospite durante la suggestiva serata di Lunedì 11 Ottobre: “**Cercare vita su Marte con Rosalind Franklin**”, una missione il cui scopo primario è quello di definire una volta per tutte la presenza attuale o passata di semplici forme batteriche marziane.

Il nome che l'ESA ha attribuito a questa avveniristica missione ne evoca perfettamente lo scopo: Rosalind Franklin fu infatti protagonista della scoperta del DNA, assieme a Watson e Crick, ma purtroppo morì 4 anni prima dell'attribuzione del premio Nobel agli scopritori.

I test di verifica finale per i paracadute del Rover che erano stati fatti a inizio 2019 erano andati male ma la difficoltà dei collegamenti aerei a causa Covid 19 ha fatto slittare di due anni la risoluzione del problema, quindi il lancio della missione. La finestra di lancio si apre il 21 settembre 2022 e si chiude il 2 ottobre 2022, solo 12 giorni quindi. L'atterraggio su Marte è previsto il 10 giugno 2023 alle 15.30 del pomeriggio, ora locale del sito marziano.

Rosalind Franklin in sette mesi (la durata nominale della missione) percorrerà circa 2 km alla ricerca di tracce biologiche. La grande novità di Rosalind rispetto agli altri Rover finora discesi su Marte (Viking, Curiosity, Perseverance), è costituita da **un trapano, realizzato in Italia da Leonardo, in grado di raccogliere campioni fino a 2 metri di profondità**, dove eventuali tracce di vita marziana sono protette contro le condizioni estreme (freddo, radiazioni) della superficie. Nel trapano c'è un spettrometro per analizzare i minerali, nel rover c'è un laboratorio (MOMA) con strumenti in grado di analizzare la composizione chimica dei campioni. MOMA è un vero e proprio laboratorio biologico che estrarrà velocemente con un laser le eventuali molecole organiche, evitando che le stesse siano degradate termicamente dai tossici perclorati che disseminano la superficie marziana e che, per esempio, impedirono ai Viking di fornire risposte convincenti. Il Moma è in grado di rilevare macromolecole come i fosfolipidi, che costituiscono la membrana delle cellule e possono sopravvivere anche centinaia di milioni di anni. Il sottosuolo di Marte, con una temperatura costante di circa 60 gradi sotto zero, è un freezer meraviglioso. Ma se non venissero trovate molecole originali, sarà possibile cercare prodotti di degradazione che, ben analizzati, possono rivelarsi o no di origine biologica. In attesa di Mars sample return, il prossimo grande progetto congiunto di Europa e America, che dovrebbe partire nel 2026 per riportare sulla Terra nel 2031 decine di campioni marziani, che il rover Perseverance sta raccogliendo in questi mesi all'interno del cratere Jezero.

Tradate

C'è dell' acqua liquida sotto la calotta sud di Marte? Conferenza on line del GAT

Appuntamento spaziale organizzato ONLINE dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese per Lunedì 25 Ottobre accessibile a tutti dal sito internet degli astrofili tradatesi.



Nuovo appuntamento spaziale organizzato ONLINE dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese per Lunedì 25 Ottobre con inizio alle ore 21 liberamente aperto a tutti dal sito www.gruppoastronomicotradatese.it.

Il dott. **Marco Restano**, scienziato che per ESA-ESRIN da anni si occupa di studi planetari con tecniche radar, terrà, da Roma, una serata sul tema: **“Indagini radar nel sottosuolo di Marte e della Terra”**

Marco Restano fa parte del team che dal 2006 lavora con i radar italiani MARSIS e SHARAD, che, a bordo delle sonde marziane Mars Express MRO (Mars Reconnaissance Orbiter), hanno realizzato importanti scoperte nello studio della ionosfera, della superficie e del sottosuolo di Marte.

In particolare verrà discussa la **possibile scoperta di una zona sotto i ghiacci della calotta Sud marziana**, formata da materiali che includono acqua liquida, anche se la scoperta è stata di recente messa in dubbio da alcune considerazioni di ricercatori americani. E un radar, sempre di provenienza italiana, **sarà anche a bordo dell'avveniristico Rover Rosalind Franklin che l' ESA lancerà verso Marte fra 10 mesi**: ‘perforerà’ i primi metri di suolo sotto la superficie alla ricerca di acqua, quindi di zone adatte al prelievo di campioni per analisi biologiche.

Va aggiunto che l'esperienza radar del dott. Restano ha trovato spettacolare applicazione anche sullo studio della ionosfera marziana modificatasi in maniera evidente il 19 Ottobre 2014, quando la cometa C/2013 A1 (Siding Spring) sfiorò Marte da soli 100.000 km, rischiando addirittura di impattare sul pianeta rosso.

Ma l'esperienza radar marziana oltre che profondi scopi scientifici, sta avendo anche importanti applicazioni pratiche sul sottosuolo del nostro pianeta, sia per quanto riguarda la scoperta di centinaia di laghi di acqua liquida sotto i ghiacci dell' Antartide sia per quanto riguarda la ricerca di laghi di acqua fossile nel sottosuolo di uno dei luoghi più aridi della Terra, il deserto del Sahara.

VN

Tradate

LA MISTERIOSA NASCITA DI STELLE E PIANETI.

Lunedì 8 novembre il GAT si collega in diretta con Pasadena, in California, per una grande serata di scienza con Roberta Paladini.



Nuovo importante appuntamento con le stelle, organizzato dal **GAT, Gruppo Astronomico Tradatese**, con un collegamento diretto ONLINE con Pasadena, in California, per una serata assolutamente imperdibile. Lunedì 8 novembre, alle ore 21, dal sito del GAT (<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>) sarà infatti possibile seguire gratuitamente una conferenza condotta dalla dottoressa **Roberta Paladini** (che da 15 anni lavora a in USA a Pasadena, presso il

famoso CalTech, il California Institute of Technology) sul tema: **“Dalle polveri interstellari ai pianeti extrasolari”**.

Laureata in fisica a Milano, la dottoressa Paladini ha trascorso, durante il successivo dottorato, un periodo di studi al **Lawrence Berkeley Laboratory** sotto la guida del professor George Smoot che ha ottenuto il **Nobel per la Fisica nel 2006** per il suo lavoro sulla Radiazione Cosmica del Fondo a Microonde.

La dottoressa Paladini è attualmente **una delle massime esperte a livello mondiale per quando riguarda l'origine e l'evoluzione della misteriosa polvere scura** che si intravede nelle immagini degli ammassi di gas (le nebulose) che popolano le galassie a spirale come la Via Lattea. Di fatto il cosiddetto mezzo interstellare (gas + polvere) rappresenta tipicamente il 10% della massa totale della Via Lattea ma di questo 10% solo l'1% della massa risiede nella polvere. La polvere, quindi, sembra una componente minimale ed apparentemente insignificante. Invece questa polvere ha un ruolo fondamentale nella formazione delle stelle e, soprattutto, dei pianeti. Sarà questo uno degli argomenti principali trattati nella conferenza di lunedì 8 Novembre: la relatrice parlerà infatti **dell'intero ciclo di vita della polvere, dalla sua origine alla distruzione**. In particolare verranno presentati gli studi attualmente in corso mirati a comprendere come, nel Mezzo Interstellare, un granello di polvere possa accrescere fino ad assumere le dimensioni di un pianeta roccioso come la Terra. Per questa presentazione la Paladini farà riferimento alla sua più che decennale esperienza presso il CalTech, dove ha fatto parte di vari teams di supporto di fondamentali missioni spaziali per astronomia infrarossa sia NASA che ESA, quali i satelliti Spitzer, Herschel e Roman (ex WFIRST).

Attualmente la Paladini lavora per la missione spaziale **SphereX, un avveniristico satellite che verrà lanciato dalla NASA** nel Giugno 2024, con lo scopo di mappare in infrarosso 300 milioni di galassie primordiali e ricercare acqua e molecole organiche (fondamentali per la vita) nelle regioni della Via Lattea dove stanno nascendo nuove stelle.

Tradate

COME COMBATTERE L'INQUINAMENTO LUMINOSO.

Lunedì 22 serata sul sito del GAT a cui parteciperà uno scienziato di fama mondiale



Nuovo appassionante appuntamento con le stelle organizzato dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese per **Lunedì 22 Novembre, h 21, in diretta ONLINE** (visione libera dal sito del GAT, <http://www.gruppoastronomicotradatese.it>) sul tema: **“Il dramma dell’inquinamento luminoso”**, da Terra (per le luci artificiali) ed ora anche dallo spazio (costellazioni di migliaia di satelliti commerciali). **Relatore sarà il Prof. Piero Benvenuti**, uno dei massimi astronomi italiani viventi, professore emerito di Astrofisica all’Università di Padova, dove si laureò nel 1970, iniziando una leggendaria carriera di astronomo presso l’ Osservatorio di Asiago (con oltre 200 articoli scientifici). Divenne

poi consulente scientifico dell’ESA (Agenzia Spaziale Europea) per il satellite IUE e lo Space Telescope, Presidente dell’ INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica), Segretario generale dell’ IAU (Unione Astronomica Internazionale) nel 2015-18 ed anche Commissario straordinario dell’ ASI (Agenzia Spaziale Italiana) nel 2019. È attualmente rappresentante dell’IAU presso il Comitato ONU per l’utilizzo pacifico dello spazio (COPUOS).

Da millenni la bellezza silenziosa e ordinata del cielo notturno ha ispirato l’umanità in tutte le sue espressioni intellettuali ed emotive: poesia, filosofia, religione e scienza. In particolare, la scienza moderna è profondamente debitrice all’osservazione dei fenomeni astronomici poiché tutti i suoi maggiori progressi, dalla teoria della gravitazione universale alla relatività generale, sono stati stimolati e verificati da un’attenta osservazione del cielo. Oggi il progresso tecnologico, in particolare l’illuminazione artificiale delle aree urbane, ha reso sempre più difficile osservare il cielo notturno nella sua originaria magnificenza. Inoltre, anche i siti remoti scelti per ospitare i più sofisticati osservatori astronomici per la loro posizione favorevole, stanno diventando gradualmente minacciati dall’inquinamento luminoso, dall’interferenza dei segnali radio e dalle modifiche climatiche indotte artificialmente.

Più recentemente, un ulteriore impatto negativo sull’osservazione del cielo notturno è emerso dall’interferenza visiva e radio delle mega costellazioni di satelliti artificiali in orbita terrestre bassa.

Da sempre il prof. Benvenuti ha mostrato una particolare sensibilità su questo drammatico problema, consapevole che l’accesso ai segnali elettromagnetici emessi da tutti gli oggetti dell’universo non è solo strumentale per la comprensione del cosmo e del progresso complessivo della Scienza, ma anche che la visibilità del cielo stellato è un patrimonio umano fondamentale che va preservato con scrupolosa cura e amore per le generazioni future. Perderlo, ci disconetterebbe per sempre dal Cosmo e dalla Natura. Da questo punto di vista, non è un caso che Benvenuti abbia molto a cuore anche il dialogo tra Scienza e Fede (dal 2011 è Consultore del Pontificio Consiglio della Cultura). La Conferenza presenterà i dati più recenti sulle interferenze negative per l’osservazione del cielo, con particolare attenzione all’impatto delle costellazioni satellitari, e descriverà le azioni intraprese dall’Unione Astronomica Internazionale per mitigarne gli effetti. Si tratterà quindi di una serata di grandissimo impatto sia scientifico, che umano e didattico, imperdibile per chiunque.

Tradate

Al GAT di Tradate si parla dei “pianeti impossibili” scoperti da TESS.

Lunedì 13 dicembre 2021 alle ore 21 Cesare Guaita, presidente del GAT terrà una conferenza online sui pianeti extrasolari "scovati" da un incredibile satellite con "4 occhi"



L'ultimo appuntamento del 2021 che il GAT ha programmato per i suoi numerosissimi affezionati è ancora una volta imperdibile.

Lunedì 13 dicembre 2021, h 21 Cesare GUAITA, presidente del GAT terrà una conferenza online (come sempre libera a tutti dal sito del GAT) sul tema:

I PIANETI EXTRASOLARI DI TESS.

TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) è uno straordinario satellite che sta letteralmente rivoluzionando l'idea che ci eravamo fatti sui pianeti di altre stelle. All'inizio di dicembre 2021 erano noti quasi 5000 pianeti extrasolari (ossia orbitanti attorno a stelle diverse dal Sole). Di questi, però, solo poco più di una cinquantina sono stati scoperti mediante immagini dirette, dal momento che i pianeti, piccoli e poco luminosi, annegano letteralmente nella luce della loro stella. In questa situazione hanno assunto enorme

importanza due metodi indiretti.

Uno è il cosiddetto metodo delle velocità radiali (circa 900 scoperte), che misura lo spostamento della posizione di una stella, indotto dal moto di un suo pianeta. L'altro è il metodo dei transiti (circa 4000 scoperte) che misura il calo periodico di luce che una stella mostra quando un suo pianeta gli passa prospetticamente e casualmente davanti.

Il fenomeno dei transiti è molto raro ma, se le stelle indagate sono centinaia di migliaia, i risultati sono eccellenti. Con questo metodo il satellite Kepler dal 2009 al 2018, scoprì 2500 pianeti transitanti scrutando una piccola regione di 250.000 stelle in piena Via Lattea. Ma tra i pianeti di Kepler, solo una piccola porzione ha massa terrestre e si trova nella cosiddetta 'fascia di abitabilità' (ossia a distanza tale dalla sua stella da permettere l'eventuale presenza di acqua liquida). Era quindi necessario proseguire la ricerca di pianeti transitanti con un satellite che facesse una scansione sistematica di tutto il cielo: così la NASA il 18 Aprile 2018 ha lanciato la straordinaria missione TESS, con il compito di cercare esopianeti di piccola taglia nei 'dintorni' del Sole, ossia nel raggio di circa 200 anni luce, preferibilmente attorno a nane rosse, stelle di piccola massa e quindi di temperatura modesta che sono la maggioranza nella nostra galassia.

L'occhio di TESS è costituito da 4 teleobiettivi identici da 10,5 cm (f/1,4) con cui è possibile suddividere ciascuno dei due emisferi in 13 settori di 24°x96°, ciascuno monitorato per 27 giorni. La missione primaria è durata due anni: il primo anno (luglio 2018-luglio 2019) è stato dedicato all'emisfero Sud (striscia 1-13), mentre il secondo anno (Luglio 2019-Luglio 2020) è stato dedicato all'emisfero Nord (striscia 14-26), per un totale dell' 85% dell'intero cielo. Un grande convegno organizzato dal MIT dal 2 al 6 Agosto 2021 ha fatto il punto sui primi anni di TESS sia in campo esoplanetario che astrofisico. Convegno che, seguito attentamente dal GAT, costituirà la base primaria della interessantissima serata di lunedì 13 dicembre 2021. Il dato fondamentale è che **TESS ha scoperto che gli eso-pianeti transitanti sono distribuiti statisticamente in ogni regione del cielo**: ne sono stati scoperti oltre 3000 (con 80 casi di sistemi multipli).

Bisogna però aggiungere che il metodo dei transiti fornisce la dimensione del pianeta e la sua distanza dalla stella, mentre la sua massa può essere misurata solo da Terra col metodo lungo e delicato della velocità radiale. Solo con entrambi questi dati si può decidere se un pianeta è simile alla Terra. Per esempio il primo esopianeta di TESS simile alla Terra si chiama TOI 700 ed orbita in soli 37 giorni (il suo anno !) a 25 milioni di km da una nana rossa, più piccola e fredda del Sole. C'è però anche l'incredibile caso di un pianeta della massa di Marte, il cui anno è di sole 8 ore (sì 8 ore !). Ci sono poi pianeti 'impossibili' che rivoluzionano attorno a stelle doppie o triple. Oppure pianeti ancora più improbabili che ruotano attorno a nane bianche, ossia stelle come il Sole che, pur essendosi dilatate come giganti rosse non sono riuscite a fagocitare qualcuno dei suoi pianeti. In sostanza TESS ci sta dicendo che la natura ha una capacità inventiva incredibile per quanto riguarda la formazione di pianeti: una cosa che non ci saremmo mai immaginati e che ci fa stimare in decine di miliardi i pianeti abitabili nella sola Via Lattea.

2a) Congressi vari

- Mars Nights: 17-18 Febbraio 2021

Marte, reduce dalla spettacolare opposizione di ottobre scorso 2020, è tornato agli onori della cronaca. Nel mese di febbraio 2021 Marte è stato il protagonista indiscusso del cielo, l'unico pianeta osservabile nelle prime ore della notte – tra quelli visibili a occhio nudo – ed ha catalizzato l'attenzione del pubblico perché è stato raggiunto da ben tre sonde, in viaggio da mesi. Parliamo della cinese Tianwen-1, della Hope degli Emirati Arabi e dell'americana MARS 2020, che porterà su Marte il rover Perseverance, per cercare tracce di vita sul suolo marziano. Proprio nella serata del 18 febbraio in cui era previsto – secondo gli esperti della NASA – l'ammartaggio di Perseverance e nella serata successiva, l'Unione Astrofili Italiani (UAI), da sempre in prima linea nella promozione e diffusione della cultura astronomica, ha offerto al pubblico le **“Mars Nights”**: **due eventi online di osservazione di Marte, in diretta sui profili social UAI** (facebook e YouTube).

Le “notte marziane” inaugurano il calendario astrofilo 2021 dell'UAI: un calendario ricco di appuntamenti, aperti a tutti gli astrofili, per vivere un intero anno all'insegna della scoperta del cielo e dell'emozione. I due eventi serali del 18 e 19 febbraio non sono stati solo un'occasione per puntare i riflettori su Marte, ma anche per rendere accessibile a tutti – anche alle persone con disabilità – la cultura astronomica, mission imprescindibile della UAI. Gli occhi saranno rivolti a Marte, che al calare dell'oscurità si poteva individuare facilmente a sud-ovest, in congiunzione con la Luna al primo quarto, entrambi nella costellazione dell'Ariete e al rover Perseverance, protagonista di un imperdibile sbarco sul suolo marziano, destinato a segnare un altro importante step nella storia dell'esplorazione spaziale.

Per la gioia di tutti gli appassionati di astronomia e astronautica, in trepidante attesa, **giovedì 18 febbraio alle ore 20:45 è andata in onda** in diretta sul canale YouTube dell'UAI e sulla pagina facebook UAI il primo evento dell'iniziativa “Mars Nights” intitolato **“Vita Nova su Marte – il viaggio di Perseverance tra scienza e suggestioni”**. Gli esperti dell'UAI hanno seguito e tradotto e commentato la diretta della NASA relativa allo sbarco di Perseverance su Marte. Il collegamento con la NASA era abbinato ad altri momenti di approfondimento scientifico e a interventi di stampo artistico e letterario. Si è parlato di Marte e della sua atmosfera con il dirigente di ricerca dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) Giuseppe Piccioni, coinvolto fin dagli anni '90 in numerose missioni spaziali nel Sistema solare, e dei suoni sul pianeta rosso con la ricercatrice dell'INAF Francesca Zambon.

[Grande ascolto anche per la diretta realizzata per la discesa su Marte di Curiosity il 18 Febbraio dalle 20 alle 22 dall'emittente FOCUS dal titolo : IN DIRETTA DA MARTE, con sostanzioso contributo del GAT di Tradate.](#)

Lo speciale evento online dell' UAI, inserito nell'ambito delle celebrazioni per i 700 anni dalla morte di Dante Alighieri, è stata anche l'occasione per rendere

della Divina Commedia in atmosfera marziana, inviando quindi simbolicamente il poeta sul pianeta rosso – con il suo biglietto per Mars 2020 – in rappresentanza del genere umano, e per promuovere la figura del sommo poeta quale testimone per la protezione e la tutela dei nostri poco visibili cieli stellati. A rendere l'evento ancora più suggestivo è stato l'ascolto del brano musicale "Life on Mars" scritto dall'artista inglese David Bowie. In occasione della serata, scienza, poesia e musica si sono fuse, quindi, insieme per regalare al pubblico un'esperienza indimenticabile.

Ma il dato più importante da evidenziare è che la serata è stata anche **all'insegna dell'inclusione sociale**. "L'incontro virtuale del 18 febbraio – spiega Andrea Alimenti, referente del gruppo Divulgazione Inclusiva dell'UAI e tra gli organizzatori dell'evento – voleva essere un primo esperimento di commento in diretta di un importante evento di esplorazione spaziale, realmente accessibile a tutti. Era presente infatti un'interprete della lingua dei segni (LIS), la dott.ssa Paola Bonifazi, membro del direttivo ANIOS. Venivano fornite inoltre sottotitolazione simultanea e audiodescrizione delle immagini. Questa iniziativa di divulgazione inclusiva dell'astronomia risulta unica nel suo genere".

Dopo una serata carica di emozioni, **venerdì 19 febbraio alle ore 20:45** è andato in onda il **secondo appuntamento delle "Mars Nights** in diretta sul profilo facebook UAI e sul canale YouTube dell'UAI. "Venerdì 19 febbraio, dopo lo sbarco del rover Perseverance su Marte, cessata l'ansia dell'ammartaggio, sono stati approfonditi con l'aiuto di esperti alcuni temi dedicati al pianeta rosso", spiega Walter Riva, referente della Commissione Divulgazione dell'UAI. "Sono stati analizzati, a mente più fredda, le fasi dell'ammartaggio e commentati anche l'ingresso in orbita della Tianwen 1 e della Hope. Come è ormai tradizione, è stato dato inoltre ampio spazio alle delegazioni territoriali, che si sono collegate dai propri osservatori per illustrarci le proprie attività e per mostrare le immagini di Marte e del cielo invernale, riprese dai telescopi".

Previsti, in particolare, collegamenti con l'Osservatorio Astronomico del Righi (GE), con l'Osservatorio di Vittorio Veneto (Fregona, TV), con il Parco astronomico "Livio Gratton" di Rocca di Papa (RM), con l'Osservatorio di Punta Falcone, Piombino (LI) e con il MarSEC (*Marana Space Explorer Center*) di Crespadoro (VI). Con gli esperti dell'UAI sono stati puntati gli occhi su Marte, sulla Grande nebulosa di Orione M42 e sugli altri oggetti del cielo invernale, che sono stati illustrati nel dettaglio da Paolo Volpini della Commissione Divulgazione UAI. Nel corso dell'evento si è parlato, inoltre, dell'esplorazione di Marte per mezzo di Perseverance con Roberto Orosei dell'INAF – Istituto di Radioastronomia di Bologna, [delle altre sonde marziane con il Gruppo Astronomico Tradatese](#) e Cesare Guaita (conferenziere del Planetario di Milano), delle possibilità di colonizzazione umana di Marte con il divulgatore Alessandro Vietti e di Marte sui media con Piero Stroppa, direttore editoriale della rivista "Cosmo". Un programma, insomma, davvero ricco in grado di deliziare anche i "palati astronomici" più raffinati.

Tradate

In diretta da Marte accompagnati dal presidente GAT Cesare Guaita

L'illustre esperto tradatese è stato ospite della trasmissione televisiva su Focus tv in occasione della Missione Perseverance

Tradate, 21 Febbraio 2021 ore 16:30

Cesare Guaita presidente del GAT di Tradate insieme ad altri esperti e al giornalista scientifico Luigi Bignami ospiti della trasmissione scientifica su Focus tv per seguire in diretta le ultime fasi dell'arrivo del rover della nasa Perseverance sul suolo di Marte

Live da Marte

Missione compiuta. **Perseverance**, il [rover](#) della missione Mars 2020, è atterrato giovedì 18 febbraio alle 21.43 su Marte, dopo un viaggio iniziato a giugno 2020 a bordo di un razzo Atlas partito dalla base americana di Cape Canaveral, è in vista della sua destinazione: il pianeta rosso portando con sé sette strumenti basati su tecnologie avanzate per studiare la superficie di Marte. Il nuovo rover resterà sul pianeta almeno per un anno marziano (687 giorni, quasi due anni sulla Terra) e il suo obiettivo è cercare qualsiasi traccia che possa indicare lapresenza, nel passato, di vita.

C'era grande attesa e grande apprensione dal mondo scientifico, ma anche dagli appassionati di astronomia.

L'atterraggio è stato seguito istante dopo istante da una diretta LIVE da 470 milioni di km di distanza, consentendo a qualsiasi essere umano di mettere piede su Marte assieme a Perseverance. Ad accompagnare gli spettatori di Focus Tv in questo viaggio c'erano oltre al conduttore **Luigi Bignami**, alcuni esperti tra cui **Roberto Orosei** dell'INAF, noto per aver scoperto i laghi sotterranei di Marte e il presidente **Cesare Guaita** del GAT di Tradate. In studio anche un pezzo della roccia marziana caduta sulla Terra migliaia di anni fa che è stata descritta da Guaita visto che ha avuto modo di studiarla.

Il racconto del presidente Guaita

Dalla sua pagina Facebook il presidente del gruppo astronomico tradatese, Cesare Guaita, racconta la missione e l'atterraggio della sonda su Marte.

“Alle 21,43 (ora italiana) di giovedì 18 Febbraio 2021, il rover Perseverance (pronuncia Persevirens) da 1 ton e 2,4 miliardi di \$, è sceso felicemente all'interno del cratere Jazero esattamente al centro (!) della regione teorica di atterraggio di 4,x4,1 km, a circa 2 km dal bordo del grande delta che un fiume produsse in tempi remotissimi, quando trasformò questo cratere in un

lago. Che tutto fosse andato bene lo si è saputo solo 12 minuti dopo, alle 21,55 (ora italiana) dato il ritardo delle onde radio nel percorrere la distanza Terra-Marte. La discesa è stata seguita dalla camera HiRISE della sonda MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) da una distanza di circa 700 km (Fig1): davvero impressionante la visione del rover appeso al paracadute, con al di sotto la figura nettissima dell' antico delta fluviale interno al cratere Jezero. Per la prima volta, però, è stato possibile vedere Perseverance a circa 2 metri dal suolo, ancora appeso alle funi di Nylon di 7,6 metri con al di sotto il terreno mosso dagli ugelli della piattaforma di sostegno (Fig.2): la ripresa è stata effettuata proprio da una camera situata su quest'ultima, che ha fatto scendere il rover appeso a dei cavi di Nylon, che si sono troncati nel momento stesso in cui Perseverance ha toccato il suolo: un microfono ha registrato l'esplosione delle cariche che hanno sganciato il paracadute ed il rumore degli 8 ugelli mentre spostavano la piattaforma lontano dal punto di discesa”

Le prime immagini in diretta da Marte

“Le prime immagini del terreno (Fig3), indicano una superficie piatta (inclinazione del rover di massima di 1,5°), fondamentalmente sabbiosa, disseminata di massi di modeste dimensioni: questa superficie sabbiosa piace poco al team di Perseverance, così come piace poco la morfologia dei massi ripresi ad alta risoluzione nei pressi di una delle sei ruote del rover: le rocce mostrano infatti una superficie spugnosa tipica di rocce vulcaniche (che raffreddando sgasano i gas inglobati), mentre sono le rocce sedimentarie quelle più ricercate. Di sicuro il Rover rimarrà poco nel punto di discesa. Ci vorranno 4 giorni per caricare il programma di lavoro e per testare i vari strumenti, ma almeno due mesi prima di collaudare l'avveniristico 'drone' (Ingenuity) da 1,8 kg: il rover dovrà depositare il velivolo a terra e allontanarsi, così che i tecnici della Nasa possano provare a farlo volare.

Anche le dirette televisive della discesa (collocate nella comodissima ora di prima serata) hanno avuto ottimo successo. Escludendo ovviamente i tre canali RAI, come sempre 'occupati' da cose più 'importanti', il sito dell'UAI (Unione Astrofili Italiani) ha avuto circa 6000 accessi, mentre il canale Focus, in due splendide ore di programma in diretta (21-23) ha addirittura quadruplicato l'audience normale”.



Dal 18 Febbraio 2018, dopo una spettacolare atterraggio mandato in diretta dalle TV di tutto il mondo (esclusa come sempre la TV pubblica di casa nostra) il rover Perseverance sta lavorando su Marte per prelevare campioni da portare a Terra nei prossimi anni.

Alle 21,43 (ora italiana, ma tardo pomeriggio marziano) di Giovedì 18 Febbraio 2021, Perseverance (pronuncia Persevirens), il rover della missione NASA Mars 2020 da 1 ton e 2,4 miliardi di \$, è sceso felicemente all'interno del cratere Jazero esattamente al centro (!) della regione teorica di atterraggio di 4x4,1 km, a circa 1,7 km dal bordo del grande delta che un fiume produsse in tempi remotissimi, quando trasformò questo cratere in un lago.

Attorno al delta dell'antico fiume lo spettrometro CRIMS, a bordo della sonda Mars Reconnaissance Orbiter, ha evidenziato l'abbondante presenza di carbonati, un terreno ideale per l'esistenza passata o presente di qualche batterio locale.

Che tutto fosse andato bene lo si è saputo solo 12 minuti dopo, alle 21,55 (ora italiana) dato il ritardo delle onde radio nel percorrere la distanza Terra-Marte di 204 milioni di km. Il punto di atterraggio è stato dedicato a Octavia E. Butler (1947-2006), una nota scrittrice di fantascienza americana.

La discesa è stata seguita dalla camera HiRISE della sonda orbitante MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) da una distanza di circa 700 km: davvero impressionante la visione del rover appeso al paracadute, con al di sotto la figura nettissima dell'antico delta fluviale all'interno

del cratere Jezero. Per la prima volta, è stato anche possibile vedere Perseverance a circa 2 metri dal suolo, ancora appeso alle funi di Nylon di 7,6 metri con al di sotto il terreno mosso (!) dagli ugelli della piattaforma di sostegno: la ripresa è stata effettuata da una camera situata su quest'ultima, che ha fatto scendere il rover appeso a dei cavi di Nylon, troncatosi nel momento stesso in cui Perseverance ha toccato il suolo: un microfono ha registrato l'esplosione delle cariche che hanno sganciato il paracadute ed il rumore degli 8 ugelli in azione sulla piattaforma di discesa.

Compito primario di Perseverance è quello di scegliere una quarantina di campioni significativi di suolo, di stocarli in loco in attesa che una successiva missione combinata ESA-NASA li riporti a Terra tra il 2026 e il 2030. Per espletare questo compito Perseverance dispone di alcuni strumenti a dir poco avveniristici.

Uno si chiama SHERLOC, è collocato in cima allo stesso braccio mobile che preleverà i campioni e può preventivamente analizzare il terreno per verificare la presenza di composti organici. Accoppiato a Sherlock c'è WHATSON (notevole l'inventiva della NASA ...) una specie di microscopio in grado di vedere e fotografare l'eventuale presenza di residui batterici fossili (nessuno osa pensare di trovare batteri vivi!).

Un altro strumento è MOXIE, una specie di pila che cercherà di estrarre Ossigeno dalla CO_2 di cui è composta la debole atmosfera marziana.

Poi c'è RIMFAX, un radar capace di penetrare fino ad una decina di metri di profondità alla ricerca di ghiaccio.

Il tutto controllato da ben 23 telecamere tra cui la formidabile Mastcam-z, un doppio obiettivo stereo-zoom da 20-100 mm (risoluzione=0,5mm a 2m di distanza e 2,5 cm a 100 m di distanza).

E per la prima volta la missione Mars 2020 ha portato su Marte anche un piccolo DRONE extraterrestre.

Si tratta di un piccolo elicottero a forma cubica (14 cm di lato), gambe alte 80 cm, peso di 1,8 kg e dotato due pale contro-rotanti di 1,2 m, che venne ufficialmente aggregato alla missione l'11 maggio 2018 dopo quasi cinque anni di complessi studi di fattibilità costati la bellezza di 23 milioni di \$. Al mini-elicottero marziano è stato assegnato un nome: si chiamerà **INGENUITY**, un nome suggerito da Vaneesa Rupani, una studentessa di una scuola liceale di Northport, Alabama.

L'amministratore della NASA Jim Bridenstine venne suggestionato dal nome **INGENUITY**, che (a differenza della lingua italiana) nel lessico americano significa 'capacità, volontà di risolvere problemi apparentemente impossibili'. Una situazione che si adatta perfettamente al caso del mini-elicottero Ingenuity, perché volare nell'atmosfera marziana è una cosa difficilissima e mai tentata prima.

Zoom sul delta della MASCAM-Z



È vero infatti che su Marte la gravità è $1/3$ di quella terrestre, ma la densità dell'atmosfera marziana è solo l'1% di quella terrestre, più o meno come da noi a 30 km di altezza: in queste condizioni **NESSUN** elicottero potrebbe mai volare! Per questo è stato necessario progettare un rotore ad energia solare che facesse girare a 2400 giri/minuti (10 volte più veloce del più veloce elicottero terrestre) **DUE** pale da 1,2 m ruotanti in direzione opposta: una soluzione qualche rara volta adottata anche a livello terrestre per sollevare veicoli molto pesanti (es. in campo militare), dal momento che la seconda elica conferisce una superiore capacità di sollevamento sfruttando l'aria spostata dalla prima. **INGENUITY** è fissato alla base del Rover Perseverance e il programma è di sganciarlo per le prove dopo 1-2 mesi, su un terreno sufficientemente piatto.

Dovrà funzionare per circa un mese, facendo 5-6 escursioni max di 90 secondi, ad un'altezza di 5-10 metri e ad una distanza mai superiore ad 1 km (altrimenti salterebbero i collegamenti radio col Rover, unica base di contatto, per acquisire segnali da mandare a Terra).

A bordo due telecamere forniranno impressionanti immagini stereo dell'ambiente circostante. Il Rover è stato messo in movimento per 33 minuti una settimana dopo l'atterraggio, facendogli percorrere circa 6,5 metri: 4 m in avanti e 2,5 m indietro dopo una deviazione a sinistra di 150° .

Una distanza molto ridotta che, però, con il caricamento del computer di bordo del nuovo sistema di spostamento autonomo VCE (Vision Compute Element), raggiungerà anche 200 metri al giorno.



Ma la documentazione più attrattiva è stata fornita dalla Mastcam-Z, che ha fatto una prima disamina della base Nord-Ovest dell'antico delta fluviale interno al cratere Jezero.

Oltre ad una moltitudine di rocce 'spugnose' probabilmente di origine vulcanica, sono interessanti molte altre rocce piatte e chiare, alla base del delta, che potrebbero avere composizione carbonatica (una possibilità che di sicuro non sfuggirà a Sherlock).

apposita cerimonia tenutasi nella cittadina di Burke, in Virginia, presso la Lake Braddock Secondary School. La cerimonia in una scuola non è casuale: la NASA aveva infatti lanciato il 28 Agosto 2019 in tutte le scuole degli USA, il concorso 'Name the Rover', invitando gli studenti di Elementari (K-4 negli USA), Medie (K 5-8) e Superiori (K 9-12) a proporre, entro il 1° Novembre 2019, un nome per questa avveniristica missione marziana.



Nei primi 10 giorni di permanenza all'interno del cratere marziano Jezero, il rover Perseverance ha inviato quasi 6000 immagini. In realtà si tratta di un paesaggio che nulla sembra avere dell'antico fondale di un lago, ma era successo così anche al rover Spirit, quando discese nel 2004 all'interno del cratere Gusev, anch'esso sede di un antico lago: in entrambi i casi non c'è da stupirsi perché, comunque, sono passati 2-3 miliardi di anni da quando c'era acqua da queste parti, quindi i 'veri' fondali lacustri sono ormai nascosti sotto una spessa coltre di sedimenti.

Perseverance, venne lanciato il 30 Luglio 2020 verso il cratere marziano Jezero (bordo occidentale del bacino Isidis) per una ragione cui abbiamo già accennato: Jezero era un antico lago ed il delta del fiume che lo alimentava, ancora ben visibile, viene ritenuta una delle regioni marziane più biologicamente interessanti. L'annuncio del nome scelto per il rover di Mars2020 venne dato dalla NASA il 5 Marzo 2020, in occasione di una

La risposta è stata a dir poco sorprendente: sono arrivate infatti, su un sito apposito, ben 28.000 proposte, ognuna con una motivazione di circa 150 parole. Una 'giuria popolare' di 4700 volontari maggiorenni (professori, tecnici, astrofili), registratasi su un sito apposito, ha provveduto a selezionare le 52 proposte migliori, tra le quali una commissione della NASA ha poi scelto il nome di Perseverance, proposto da Alexander Mather, un ragazzo di 13 anni della locale scuola media.

Alla NASA piacque soprattutto la motivazione che accompagnava la proposta. In sostanza il giovane Alex fece notare come questa missione doveva essere l'indizio di una perseveranza di tutta l'umanità verso un futuro migliore. Alex Mather, nonostante la sua giovane età, ha tutte le caratteristiche per essere ritenuto un piccolo genio. È stato premiato dalla NASA con un invito a lui e tutta la famiglia a Capo Canaveral il 30 Luglio 2020 in occasione del lancio di Perseverance verso Marte.

Quando l'ha saputo, la reazione di Alex è stata a dir poco emblematica: 'Dopo il lancio lascerò la NASA solo momentaneamente, perché sono sicuro che tra pochi anni mi unirò a loro per collaborare anche professionalmente al loro lavoro'.

Conviene aggiungere che siamo in un periodo di vera e propria epopea marziana.

Il 9 Febbraio 2021 è infatti entrata in orbita marziana ellittica (20.000x43.000 km) la sonda al-Amal (Hope) degli Emirati Arabi che era stata lanciata il 19 Luglio 2020, nell'ambito del progetto EMM (Emirater Mars Mission). Molto bella una lunga diretta della TV di Dubai dal centro di controllo MBRSC (Mohammed bin Rashid Space Centre). L'orbita di Hope verrà circolarizzata entro Maggio con un periodo di 55 ore. Da quel momento gli strumenti di bordo cominceranno a studiare per un periodo minimo di due anni l'atmosfera marziana.

Dal 10 Febbraio 2021 anche la sonda cinese Tianwen-1 ('Domande celesti') di 3175 kg, è in orbita attorno a Marte. Era stata lanciata dalla base di Wenchang il 23 luglio 2020. L'orbita verrà gradualmente abbassata e circolarizzata fino a 265 km di distanza entro fine Aprile 2021. Questo permetterà alla camera ad alta risoluzione di bordo (HRC) di acquisire immagini con risoluzione max di 0,5 m e di individuare, all'interno della Utopia Planitia (dove nel 1976 scese il Viking 2!), il sito migliore per far scendere, tra fine Maggio ed inizio Giugno 2021, un Lander da 240 kg a cellule solari, dal quale si staccherà poi un Rover che lavorerà su Marte per almeno 90 giorni.

La nave madre dovrebbe invece operare in orbita per almeno un intero anno marziano (2 anni terrestri).

Sia Orbiter che Lander sono equipaggiati con una decina di strumenti, comprendenti camere ad alta e bassa risoluzione, spettrometri, sensori meteorologici.

Ma forse lo strumento più interessante a bordo di entrambi è un radar per misurare la presenza, quantità e profondità del ghiaccio sia nel suolo (Rover) sia sulle calotte polari (Orbiter).

Se tutto andrà bene, si vocifera che i Cinesi tenteranno, prima del 2030, di prelevare e portare a Terra dei campioni marziani (utilizzando l'esperienza lunare della recente incredibile missione Chang'e 5).

Un'ultima notazione. Le dirette televisive della discesa di Perseverance (collocata in Europa nella comodissima ora di prima serata dello scorso 18 Febbraio) hanno avuto ottimo successo. Escludendo ovviamente i tre canali RAI, come sempre 'occupati' da cose (da loro ritenute) più 'importanti', il sito dell'UAI (Unione Astrofili Italiani) ha avuto circa 6000 accessi, mentre il canale FOCUS, in due splendide ore di programma in diretta (21-23) ha addirittura QUINTUPLICATO l'audience normale, con punte del 6,5% a cavallo delle 22: in sostanza FOCUS è stata la quarta rete della serata dopo RAI 1, Canale 4 e Rete 4.

Relazione di Cesare Guaita
(GAT/Planetario di Milano)

- Meeting Sole Luna Pianeti UAI 2021,

25 Settembre 2021

Il meeting “Sole – Luna – Pianeti” 2021 dell’Unione Astrofili Italiani (UAI) è andato in onda in diretta sabato 25 settembre sulla piattaforma GoToMeeting. Organizzato dalle sezioni nazionali di ricerca dell’UAI, il meeting è stato l’occasione per illustrare l’attività svolta nel corso dell’ultimo anno, per condividere i risultati raggiunti, per fornire a tutti i partecipanti spunti di riflessione e strumenti operativi per realizzare osservazioni e studi nei vari ambiti di ricerca amatoriale.

Riportiamo di seguito la lista degli interventi con i file usati dai relatori in formato pdf:

- **Thomas Bianchi** – [Bianchi I colori della Luna](#)
- **Gabriele d’Orazio** – [D’Orazio La derotazione planetaria con WinJupos](#)
- **Luciano Piovan** – [Piovan L’attività del Sole rallenta](#)
- **Ivano dal Prete** – [dal Prete Venere sul Quirinale. Il contesto storico e sociale delle osservazioni Venusiane di Francesco Bianchini \(1725-1728\)](#)
- **Antonio Mercatali** – [Mercatali I candidati impatti 2019 e 2020 della SNdR Luna UAI](#)
- **Emanuele de Giorgio** – [de Giorgio Astrofotografia con telescopi Dobson](#)
- **Salvo Lauricella** – [Lauricella Osservazione e fotografia amatoriale del Sole](#)
- **Bruno Cantarella** – [Cantarella Programma Librazioni – il cratere Bailly](#)
- **Cesare Guaita** – [Guaita Curiosity, analisi umide rivelatrici](#)
- **Marco Lorenzi** – [Lorenzi La deconvoluzione per il trattamento delle immagini planetarie](#)
- **Franco Taccogna** – [Taccogna Le ricerche TLP & LGC della SNdR Luna](#)
- **Lorenzo Montanari** – [Montanari Animazioni di protuberanze solari](#)
- **Paolo Bardelli** – [Bardelli Pianeti nei mesi della pandemia](#)

Evidenziati i contributi del GAT.

x **UAI-2021: Convegno Sole, Luna, Pianeti.**

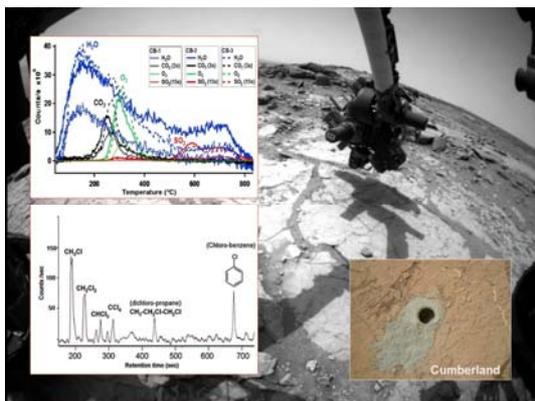
CURIOSITY: ANALISI UMIDE RIVELATRICI.

Abstract. *During the second half of 2020 the rover Curiosity could have discovered fossil molecules arising from the decomposition of ancient Martian bacteria, thanks to some special analyses performed for the first time outside Earth. Organics can be analyzed by Mass Spectrometry after being sent to the vapour phase. But the needed high temperature (>500°C) could promote thermal degradation of the same organics by the Martian perchlorates, before they reach the Mass Spectrometer. This problem has been overcome, making the possible organics react in advance with compounds that, increasing their volatility, allowed to lower the analytical temperature under 200°C, so avoiding destructive interference of perchlorates.*

Rel. Cesare GUAITA (GAT/Planetario di Milano).

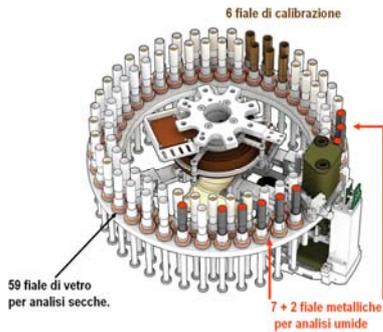
Dal 6 Agosto 2012 il rover Curiosity si trova all'interno del cratere Gale, un antico lago che reca al centro una montagna stratificata (il monte Sharp) e alta quasi 5 mila metri. Qui sta cercando composti organici marziani col suo strumento analitico principale che si chiama SAM e che (a somiglianza di quanto fecero le sonde Viking negli anni 70) lavora sottoponendo ad un riscaldamento fino a 1000°C campioni di terreno marziano, dopo averli depositati in apposite capsule di vetro. Gli eventuali vapori emessi dai campioni riscaldati possono, per essere individuati, essere mandati direttamente ad uno spettrometro di massa MS (procedura definita EGA, Evolved Gas Analysis) oppure la miscela gassosa può essere fatta prima passare in una speciale colonna gas-cromatografica GC (a bordo ce ne sono di sei tipologie differenti, relative a pesi molecolari via via crescenti), dove i singoli componenti della miscela si separano prima di essere inviati allo stesso spettrometro di massa di prima, che quindi è molto più facilitato ad individuarne la natura (procedura definita GC-MS).

Nei pressi del punto di atterraggio, piuttosto lontano dalla base del monte Sharp (siti di Rocknest, John Klein, Cumberland) l'analisi EGA ha mostrato emissione di H₂O (acqua), CO₂ (Anidride carbonica) ed O₂ (Ossigeno) a 300°C, indizio quest'ultimo, della presenza di perclorati, mentre l'analisi GC-MS ha mostrato emissione di idrocarburi clorurati leggeri, soprattutto Cloro-metano e cloruro di metilene. (Fig1)

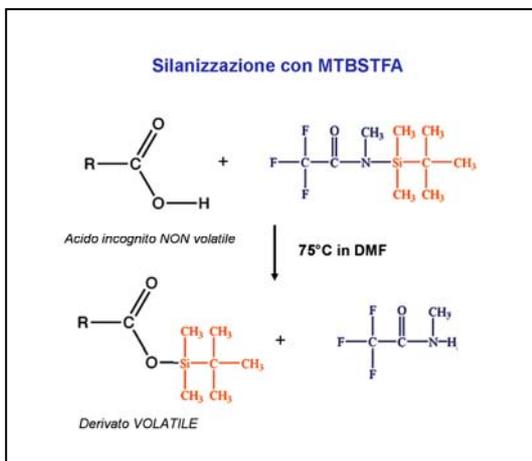


E' altamente probabile che l' Ossigeno che si libera ad alta temperatura dalla decomposizione dei perclorati marziani, abbia demolito in H₂O e CO₂ gran parte degli eventuali composti organici termolabili, impedendo loro di essere evidenziati dallo Spettrometro di Massa. Nel contempo è il Cloro degli stessi perclorati a generare gli idrocarburi clorurati leggeri. Fu il lander Phoenix, nell'estate 2008, a scoprire per la prima volta la presenza di perclorati (1-2%) nelle sabbie marziane, quindi a far sospettare il loro malefico influsso distruttivo sugli

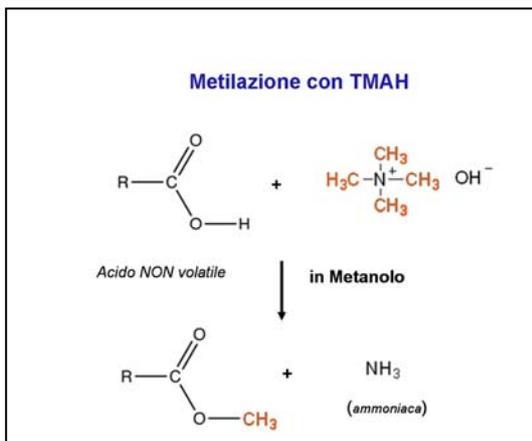
organici analizzati ad alta temperatura. Questo permise (in extremis !) di incrementare le potenzialità analitiche dello strumento SAM con un' altra metodologia, molto delicata ma potentissima: quella di bypassare l'eventuale presenza distruttiva dei perclorati, diminuendo di molto (mediante una procedura detta di derivatizzazione) la temperatura analitica (sotto i 200°C i perclorati non si decompongono, quindi non possono diffondere nell'ambiente Ossigeno altamente distruttivo). In sostanza nel SAM c'è un porta- campioni circolare (Fig2)



con 59 celle di vetro per analisi secche (ossia effettuate sui campioni tal quali) e 9 celle di acciaio per analisi UMIDE-wet chemistry (ossia effettuate su campioni preventivamente derivatizzati con opportuni reattivi). 7 delle celle in acciaio contengono un derivatizzante a base di silicio e Fluoro denominato MTBSTFA (N-tert-butyldimethylsilyl-N-methyltrifluoroacetamide) sciolto in un solvente denominato DMF (Dimetilformamide). Il contatto tra MTBSTFA con eventuali organici marziani contenenti atomi di idrogeno labili (acidi-COOH, Ammine-NH₂, ammino-acidi), che si chiama SILANIZZAZIONE, li trasforma in composti molto più stabili e volatili, permettendo di mandarli in fase vapore, quindi di analizzarli, ad una temperatura ben inferiore a quella di decomposizione degli eventuali perclorati (con liberazione di O₂ altamente reattivo, quindi distruttivo, sugli organici) (Fig3):

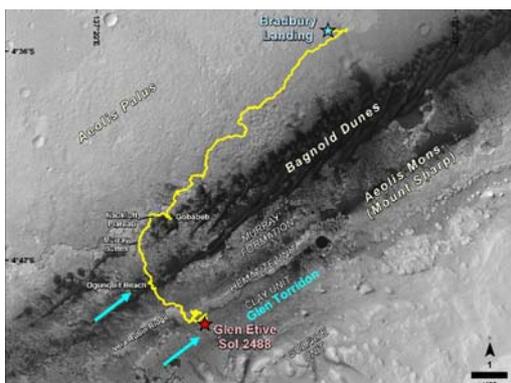


.Le altre 2 celle per analisi umide del SAM contengono un reattivo ancora più aggressivo denominato TMAH (tetrametil-ammonio-idrossico) sciolto in metanolo: reagendo a caldo con sostanze carboniose anche molto complesse, il TMAH le spacca in frammenti più piccoli, quindi più volatili e aggiunge un gruppo CH₃ laddove ci siano gruppi come -OH, -NH, -SH, -O- : il processo, che si chiama TERMO-CHEMOLISI, è ideale per rendere più facilmente analizzabili molecole organiche di alto peso molecolare (ossia molto grandi ed in fondo tipiche del mondo biologico) che, a causa della loro bassissima volatilità, sono molto difficili da analizzare (Fig4):



Ovvio che essendo molto ridotta la disponibilità di derivatizzanti, il team di SAM ha deciso di utilizzarli con estrema parsimonia e solo su terreni di eccezionale interesse esobiologico.

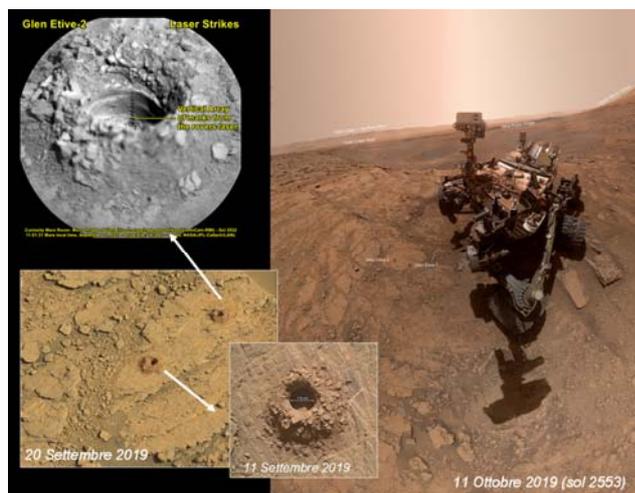
Ebbene, questo momento è arrivato ben 5 anni dopo che Curiosity era sceso nel cratere Gale, quando la sonda Orbitale MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) ha scoperto, proprio alla base del Monte Sharp, un terreno argilloso, ricco di Mn (Manganese) e P (Fosforo) denominato Glen Torridon (GT). Il terreno GT, essendo proprio alla base del Monte Sharp, ha un'età di circa 4 miliardi di anni, un periodo in cui Marte doveva essere un pianeta caldo e umido (Fig5):



Analisi EGA in MOLTI punti all'interno di GT hanno mostrato sorprendentemente, assenza di O₂ da perclorati e l'emissione di almeno 3 tipi di acqua: libera (poco oltre i 100°C), legata a rocce cristalline (attorno a 250°C), probabilmente legata a molecole carboniose molto grandi attorno a 400°C. Una situazione ideale per la ricerca di composti organici.

La prima analisi ‘umida’ completa venne in realtà realizzata alla fine di Dicembre 2017 su un campione sabbioso preso nella parte orientale del grande campo di dune scure denominato Bagnold Dune field, in una situazione ritenuta di emergenza. La trivella in cima al braccio mobile di Curiosity si era infatti bloccata per un problema meccanico, quindi era possibile prelevare solo campioni superficiali molto friabili. Dopo silanizzazione con MTBSTFA, e riscaldamento fino a 200°C, il sistema EGA-GCMS non ha evidenziato né ammino-acidi né acidi grassi (che sarebbero stati interpretati come residui batterici), ma una chiara presenza di acido benzoico (di origine sconosciuta) e di prodotti di decomposizione del MTBSTFA furono la chiara dimostrazione che la derivatizzazione era avvenuta con successo.

Fortunatamente, nei mesi successivi il problema alla trivella preleva-campioni venne risolto, quindi si poté procedere ad acquisire un campione più profondo e significativo. Il 24 Settembre 2019 (era per Curiosity il sol 2536) al SAM è stato fornito un campione del sito Glen-Etive 2, situato sul

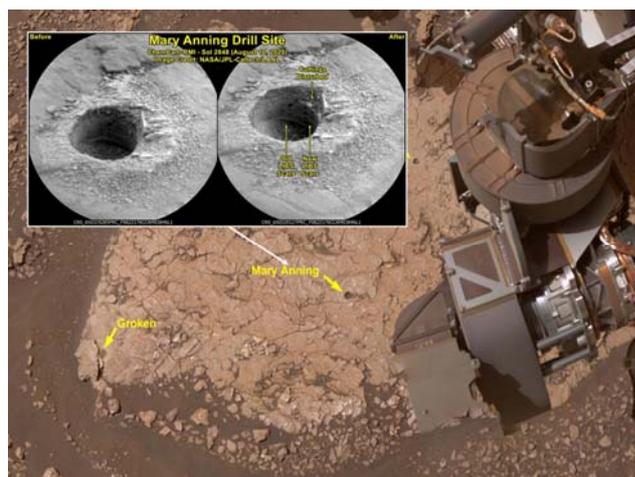


promettente terreno di Glen Torridon (Fig6).

Su GT-Glen-Etive 2 è stata condotta un’analisi umida completa dopo derivatizzazione con MTBSTFA: si trattava della prima silanizzazione su un campione raccolto a 5-6 cm di profondità dopo trivellazione. Il risultato ha mostrato la massima abbondanza riscontrata fino ad allora di molecole a base di Zolfo, un’ ampia tipologia di molecole aromatiche ad uno e/o più anelli di 6 atomi di Carbonio ed anche indizi della presenza di molecole ad alto peso molecolare; ma ancora una volta nessuna traccia di ammino-acidi ed acidi grassi. In ogni caso la possibile presenza di molecole ad

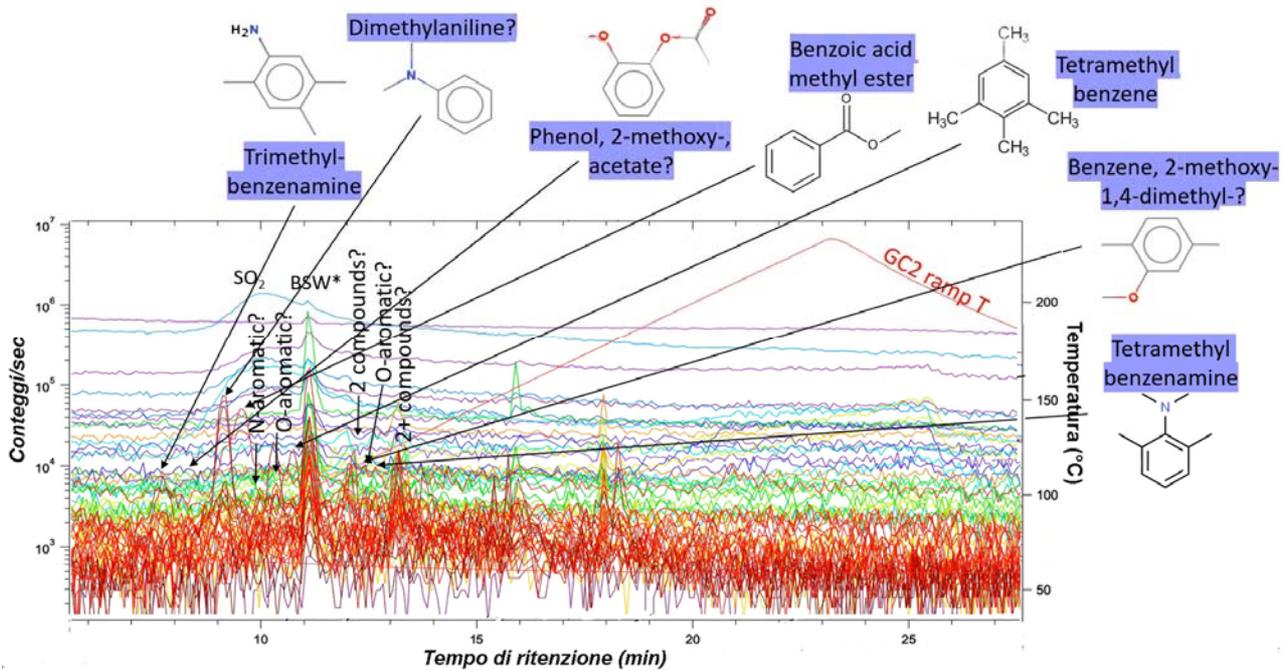
alto peso molecolare è stata la motivazione lungamente attesa per tentare la prima termo-chemolisi con una delle due capsule di TMAH: la scelta è caduta, all’inizio di Settembre 2020 sul

sito GT- Mary Anning (Fig7):



. Da un reagente fortemente alcalino come il TMAH c’era da aspettarsi (lo abbiamo già accennato in precedenza), dietro riscaldamento, la rottura in frammenti minori di eventuali molecole ad alto peso molecolare e la metilazione (con aumento di volatilità) di tutte le molecole dotate di idrogeni ‘attivi’ tipo -OH, -NH, -SH. Di fatto proprio questo è avvenuto dopo che il materiale, scaldato e derivatizzato con TMAH, è stato fatto passare in una colonna gas-cromatografica adatta per molecole di peso molecolare abbastanza elevato: impressionante la abbondanza di molecole costituite da anelli

aromatici singoli o multipli, spesso con attaccati atomi di Ossigeno e Zolfo o gruppi NH₂ (ammine aromatiche) (Fig 8):



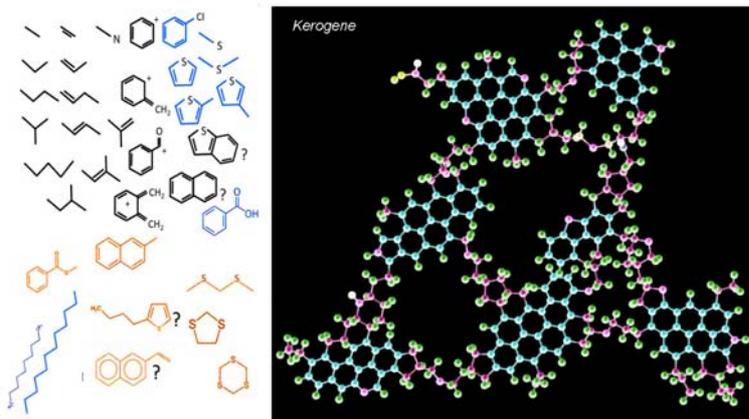
. E' assolutamente importante sottolineare che lo stesso campione scaldato ed inviato direttamente allo Spettrometro di Massa (ossia NON sottoposto preventivamente a termo-chemolisi) mostra una assenza quasi totale di questi composti.

Lo stesso tipo di termo-chemolisi sulla porzione carboniosa insolubile (circa il 70% del totale) della meteorite carboniosa di Murchison, ha prodotto la stessa tipologia di molecole aromatiche ma NON la liberazione di ammine aromatiche: queste ultime, quindi, essendo presenti nel terreno marziano di Glen Torridon vanno ritenute di origine endogena, forse batterica.

Di sicuro tutte le molecole carboniose individuate per via 'umida' dal laboratorio SAM a bordo di Curiosity (sia a base di MTBSTFA che TMAH) sono compatibili con l'esistenza nel terreno GT (vecchio, come già ricordati di circa 4 miliardi di anni) di kerogeni, strutture molecolari presenti anche in sedimenti terrestri molto antichi ed attribuibili alla decomposizione di materiale batterico.

(Fig9):

Si tratta di una conferma DIRETTA di alcuni indizi in tal senso che il SAM aveva raccolto alcuni anni prima per via 'secca' sui siti di Mojave e Confidence Hill, poco prima di iniziare la scalata del monte Sharp.



Diciture delle figure.

- 1) Analisi EGA (sopra) e GC (sotto) del materiale prelevato dal sito di Cumberland.
- 2) Il porta campioni dello strumento SAM a bordo di Curiosity.
- 3) Derivatizzazione ('silanizzazione') a base di MTBSTFA.
- 4) Derivatizzazione ('termo-chemolisi') a base di TMAH
- 5) Il terreno di Glen Torridon (GT), ricco di depositi argillosi. In giallo il percorso di Curiosity.

- 6) 24 Novembre 2019: il sito di GT-Glen-Etive 2, dove è stata condotta la prima analisi umida mediante silanizzazione.
- 7) Il sito di GT-Mary Anning, dove è stata condotta la prima termo-chemolisi con TMAH.
- 8) L'impressionante serie di molecole evidenziate sul sito Mary Anning dopo analisi umida con TMAH.
- 9) Vari frammenti molecolari ascrivibili a probabili kerogeni: in nero molecole ritrovate sui siti di Mojave e Confidence Hill tramite analisi secca, in blu e giallo molecole evidenziate tramite analisi umida sul terreno di Glen Torridon.

Bibliografia essenziale.

- 1) Biemann K. et al, *The Search of Organic Substances and Inorganic Volatiles Compounds in the Surface of Mars*, JGR, **82**, 4641-68 (1977)
- 2) Eigenbrode J. et al., *Organic matter preserved in 3-billion-year-old mudstones at Gale crater, Mars*, SCIENCE, **360**, 1096-1101 (2018)
- 3) Guaita C., *Phoenix e la scoperta dei perclorati*. *Astronomia UAI*, 5, pp4-8 (Sett-Ott 2009)
- 4) Guaita C., *Did Viking discover life on Mars?* *Eur. Phys. J. Plus*, **132**, 346-53 (2017)
- 5) Kataoka H., *Derivatization reactions for the determination of amines by gas chromatography and their applications in environmental analysis*, *J of Chromatography*, **733**, 19-34 (1996)
- 6) Ming D.W. et al., *Volatile and Organic Compositions of sedimentary Rocks in Yelloknife Bay, Gale Crater, Mars*, SCIENCE, **343**, Special issue, 1245267-1 to 9 (2014)
- 7) Williams A.J. et al, *Organic molecules detected with the first TMAH wet chemistry experiment, Gale crater, Mars.*, 52stLPSC, 1763 (2021)

PIANETI NEI MESI DELLA PANDEMIA

Autore: Paolo Bardelli
GAT (Gruppo Astronomico Tradatese)
paolo_bardelli@alice.it

ABSTRACT – Realization of long-term photographic sequences on the apparent motion of the main planets during the months of the pandemic (2020-2021).

1. INTRODUZIONE

Nel 2020 si sono verificati, in ordine cronologico, un'apparizione serale di Venere molto favorevole tra gennaio e giugno, l'opposizione di Marte a ottobre e la grande congiunzione tra Giove e Saturno del 21 dicembre, caratterizzata da una separazione angolare di appena 6', mai così vicini da almeno 4 secoli. Ogni evento è stato ripreso fotograficamente, con tecniche differenti, in un periodo di alcuni mesi e in maniera continuativa (nuvole permettendo) in modo da poter creare delle sequenze che documentassero il moto apparente in cielo di questi pianeti.

2. PIANIFICAZIONE E STRUMENTAZIONE

Questi lavori sono stati pianificati con largo anticipo, determinando la zona di cielo da inquadrare con un planetario virtuale (Stellarium) e impostando di conseguenza dei setup fotografici dedicati. In tutti i casi si è cercato di ottenere il maggior numero possibile di immagini, riprendendole ogni giorno, spesso anche in presenza di nuvole. Tutte le foto grezze (RAW) sono state allineate sulle stelle con Iris (nel caso della sequenza di Marte, *fig. 1*), sommate con Startrails, quindi "ripulite" e normalizzate con Photoshop, infine incollate su di uno sfondo in modo da avere un risultato finale esteticamente gradevole.

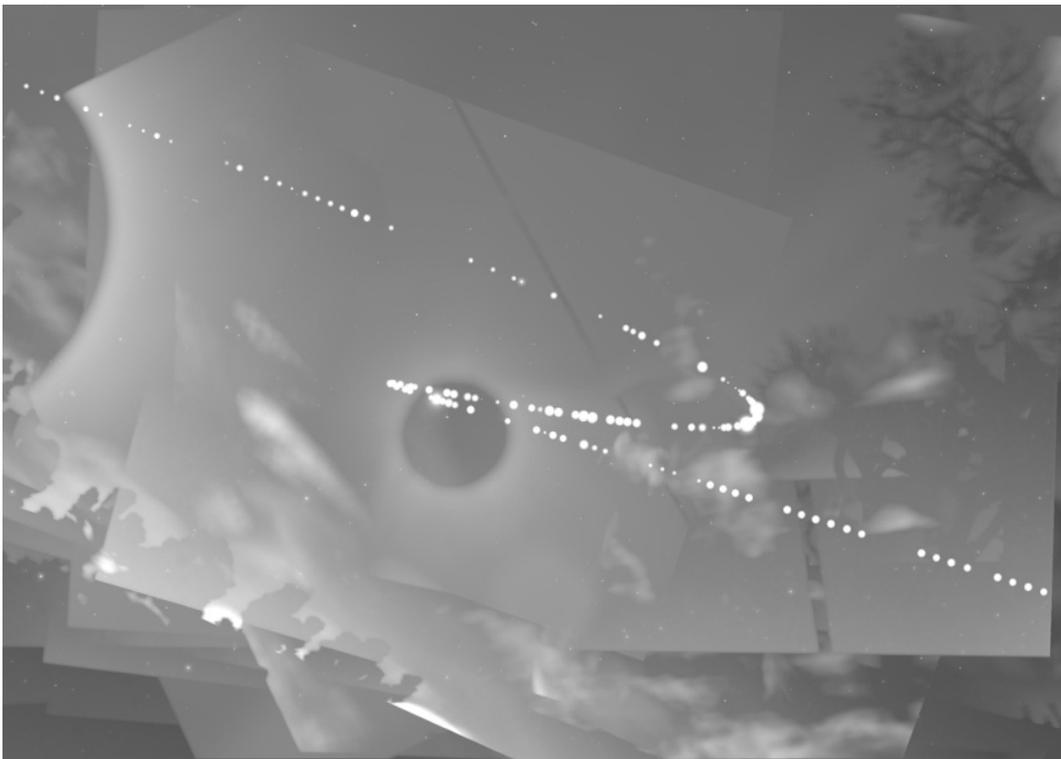


Fig. 1

2.1 Sequenza di Venere

Setup: DSRL Canon 400D (APS-C) con obiettivo da 28 mm.

Supporto: fisso autocostruito con testa a sfera con aggancio rapido.

Somma di scatti singoli (6 secondi, 1600 ISO, f/3,5) ripresi ogni sera alle ore 21:00, dal 7 febbraio al 15 giugno 2020. Nella sequenza compare anche la traccia di Mercurio (*fig. 2*).



Fig. 2

2.2 Sequenza di Marte

Setup: DSRL Canon 6D (full frame) con obiettivo da 50 mm.

Supporto: astroinseguitore Vixen Polaris.

Somma di scatti singoli (priorità di diaframma, 1600 ISO, f/5,6) ripresi ogni notte dal 1 luglio 2020 al 5 febbraio 2021. Nella sequenza compare anche la traccia di Urano (*fig. 3*).



Fig. 3

2.3 Sequenze di Giove e Saturno

La doppia sequenza risultante (*fig. 4*) è stata centrata sulla congiunzione del 22 dicembre (il giorno prima, quando i 2 pianeti erano alla minima distanza, il cielo era coperto). La sequenza a sinistra è stata ottenuta con una macchina fotografica fissa, quella a destra è una somma di immagini allineate sulle stelle.

Sequenza a sinistra: DSRL Canon 50D (APS-C) con zoom 19/35 mm. a 19 mm.

Supporto: colonna autocostruita con testa a sfera con aggancio rapido.

Somma di scatti singoli (8 secondi, 2000 ISO, f/6,3) ripresi ogni sera dal 21 settembre (ore 22.00) al 22 dicembre 2020 (ore 18:00), anticipando ogni sera di 2 minuti.

Sequenza a destra: Canon 6D (full frame) con obiettivo da 50 mm.

Supporto: astroinseguitore Vixen Polaris.

Somma di scatti singoli (priorità di diaframma, 1600 ISO, f/5,6) ripresi ogni sera dal 21 settembre al 22 dicembre 2020.



Fig. 4

3. RISULTATI

Sono state ottenute 3 sequenze complete rispettivamente al 57% (Venere), 58% (Marte) e 52% (Giove e Saturno). Sicuramente molto interessante è il caratteristico “cappio” di Marte, determinato dall’inversione del moto apparente di quest’ultimo (e di tutti i pianeti esterni) ogni volta che si verificano degli avvicinamenti con la Terra. Ad ogni sua opposizione la forma del “cappio” è sempre diversa a differenza degli altri pianeti, che a causa della loro maggiore lontananza presentano dei “loop” decisamente più regolari. Mentre nel 2018, ad esempio, Marte ha creato un “loop” perfetto, nel 2020 ha disegnato in cielo qualcosa di simile ad un “2”. Questo dipende dalla configurazione geometrica Terra-Marte e dalla differente inclinazione del loro piano orbitale. Gli antichi osservatori del cielo, ai tempi della visione geocentrica del cosmo, erano stati messi in

difficoltà da questi strani movimenti, che in realtà dipendono semplicemente da una questione di prospettiva.

4. CONCLUSIONI

Nonostante le limitazioni imposte dalla pandemia, è stato comunque possibile, da casa, realizzare dei lavori astrofotografici molto interessanti, con mezzi abbastanza semplici e disponendo di un cielo mediocre. La presenza delle nuvole ha ridotto la quantità di immagini utili di quasi la metà, senza tuttavia rovinare troppo le sequenze. In attesa della prossima opposizione marziana, si spera finalmente senza più vincoli.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Favero G. (1984). Guida all'osservazione del cielo, Arnoldo Mondadori Editore, Milano.
2. Bourge P., Lacroux J. (1987). Il manuale pratico di astronomia, Zanichelli, Bologna.
3. Ferreri W. (1990). Fotografia astronomica, Il Castello, Milano.
4. Falorni M., Tanga P. (1994). Osservare i pianeti, (i quaderni di L'Astronomia), edizioni Media Presse, Milano.

2b) FENOMENI CELESTI del 2021

Il 2021 è stato indubbiamente caratterizzato da un **fenomeno celeste PRINCIPALE e rarissimo**: quello della presenza, tra fine Giugno ed inizio Luglio di una grande esplosione di **meravigliose NLC (‘nubi nottilucenti’)**, perfettamente visibili (e fotografabili !) sia al tramonto che all’alba, nonostante il disastroso inquinamento luminoso che Tradate ha acquisito per colpa della nuova illuminazione a led freddi e di intensità fuori norma. Le “nubi nottilucenti” (NLC) sono luminose perché si formano invece, oltre la stratosfera, nella Mesosfera tra 70 e 100 km di altezza, laddove i raggi del Sole tramontato riescono ancora ad arrivare. Sono inoltre STATICHE e persistenti, perché a quell’altezza i moti atmosferici sono quasi assenti. Va aggiunto che il periodo tipico delle NLC è quello estivo a cavallo del solstizio perché quando fa molto caldo nella Troposfera il vapor d’acqua acquisisce maggior tendenza a salire oltre la stratosfera dove, come effetto secondario del riscaldamento globale, fa molto più freddo del normale: il ghiaccio d’acqua in salita tende quindi a condensare in ghiaccio e in NLC , favorito dai nuclei di condensazione prodotti dalla presenza di sottilissimo pulviscolo meteorico.

Nella notte dell’8 Agosto 2021 l’astrofilo brasiliano Alexandre Amorin si accorse che la stella RS Ophiuchi (distante circa 5000 anni luce), era aumentata improvvisamente di 1000 volte diventando visibile ad occhio nudo. Un fenomeno molto raro di stella NOVA (**la NOVA Ophiuchi**), che si verifica quando in un sistema binario costituito da una nana bianca ed una gigante rossa, la nana bianca succhia materiale (ossia idrogeno) dalla compagna, finché si innesca una immane esplosione. L’ immediata mobilitazione di astronomi professionisti e dilettanti di mezzo mondo non ha di certo preso alla sprovvista gli studiosi del GAT di Tradate ed in particolare l’astrofotografo Paolo Bardelli, che dai cieli bui del Moncenisio (a Tradate l’attuale inquinamento luminoso senza controllo non permetteva nessuna osservazione), è riuscito ad immortalare la NOVA in alcune splendide immagini riprese con alcuni minuti di posa a 1600 ISO con la sua macchina digitale Canon 60Da + obiettivo Samyang da 10 mm.

Dopo una ‘normale’ pioggia di Lacrime di San Lorenzo (Perseidi) nella notte del 12 Agosto, è stata eccellente **la pioggia di Geminidi** del 14 Dicembre, prodotte dall’entrata in atmosfera dei frammenti di uno stranissimo asteroide, di 5 km di diametro, 3200 Fetonte, che orbita attorno al Sole in 1,43 anni. La freddissima e limpida notte (-7°C), con la Luna tramontata prima di mezzanotte, ha permesso agli studiosi del GAT di riprendere almeno un centinaio di strisce luminose, con le osservazioni che si sono prolungate fino all’alba.

Ultimo e più inaspettato fenomeno del 2021 è stato il passaggio della piccola **cometa Leonard** che, scoperta il 3 Gennaio 2021, si è avvicinata alla Terra fino a 35 milioni di km il 12 Dicembre, sfiorando, nel suo moto apparente, parecchi vistosi oggetti celesti. Tra questi, grande lo spettacolo della mattina del 3 Dicembre, quando la Leonard a sfiorato prospetticamente l’ammasso globulare M3 (distante 34 mila anni luce), nei Cani da Caccia.

Tradate

I bagliori delle nubi nottilucenti.

L'analisi del Gruppo Astronomico Tradatese in merito al fenomeno osservato la scorsa notte.



Un grandioso spettacolo celeste si è materializzato nel cielo di Nord-Ovest per alcune ore a partire da 30 minuti dopo il tramonto di venerdì 25 giugno 2021: dall'orizzonte fino allo zenit il cielo, reso limpidissimo dal forte vento del pomeriggio, si è tinteggiato da meravigliose NLC (‘**nubi nottilucenti**’), aggrovigliate in sottilissimi filamenti che hanno mantenuto per lungo tempo l’iniziale configurazione geometrica. **Il fenomeno, rarissimo,** è stato percepito inizialmente

da Paolo Bardelli che da Sumirago Ha lanciato l’allarme a tutti gli studiosi del **GAT di Tradate**, che si sono poi letteralmente scatenati in centinaia di bellissime immagini, nonostante l’enorme aumento di inquinamento luminoso indotto dalla nuova illuminazione.

Telefonini e macchine digitali si sono rivelate ideali, avendo mostrato una sensibilità verso le NLC addirittura superiore all’osservazione visiva: in sostanza bastava una posa di 1-3 sec a 200-400 ISO per ottenere immagini di imponente bellezza. Le nubi sono ‘ritornate’ anche all’alba di questa mattina (alle h 04 del 26 giugno) e ancora una volta Paolo B., astrofotografo infaticabile del GAT, è stato pronto a riprenderle ed ad inviare i risultati al famoso sito della NASA Spaceweather.com che le ha subito collocate in prima pagina, accompagnandole con questo incredibile commento:

«Essendo il 26 giugno 2021 anche il giorno del suo 50esimo compleanno, Paolo Bardelli ha ricevuto dal cielo il miglior regalo che un astrofilo si potesse immaginare per questa importante tappa della sua vita !

Le nuvole ‘normali’, ossia quelle che si sviluppano nella Troposfera tra 12 e 15 Km di altezza, di notte appaiono scure, in quanto NON possono

essere raggiunte dal Sole situato molto sotto l’orizzonte. **Le “nubi nottilucenti” (NLC) sono luminose perché si formano invece, oltre la stratosfera, nella Mesosfera tra 70 e 100 km di altezza**, laddove i raggi del Sole tramontato riescono ancora ad arrivare. Sono inoltre statiche e persistenti, perché a quell’altezza i moti atmosferici sono quasi assenti.

Va aggiunto che il periodo tipico delle NLC è quello estivo a cavallo del solstizio per una ragione che possiamo così sintetizzare: quando fa molto caldo nella Troposfera il vapor d’acqua acquisisce maggior tendenza a salire oltre la stratosfera (la Mesosfera appunto): siccome qui fa molto freddo, il ghiaccio d’acqua in salita tende a condensare in ghiaccio e in NLC, favorito dai nuclei di condensazione prodotti dalla presenza di sottilissimo pulviscolo meteorico. Il fatto poi che quest’anno le NLC siano così vistose (sono state viste un po’ dovunque nelle emisfero Nord) è forse legato al riscaldamento globale. Sì, perché se si scalda molto la Troposfera (ossia la bassa atmosfera) il vapor d’acqua tende più facilmente a salire verso l’alto ma, nel contempo la fisica impone che con più è calda la Troposfera con più si raffredda la Mesosfera.

(a cura del del Gruppo Astronomico Tradatese)

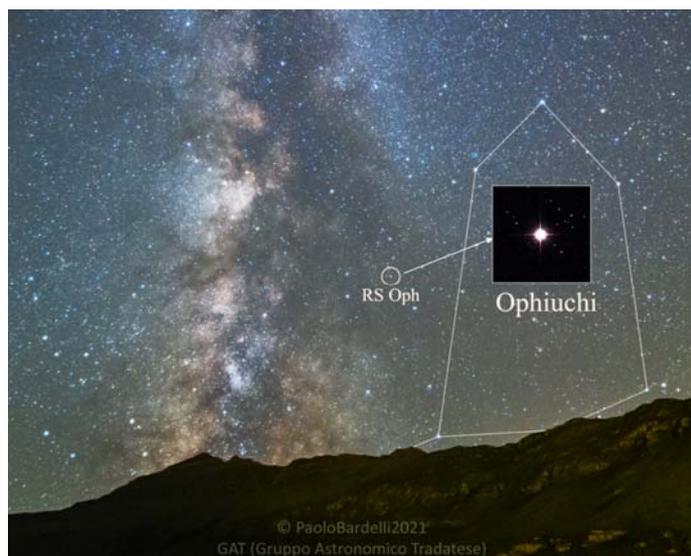
[Redazione VareseNews](#)

26 Giugno 2021.

Tradate

L'esplosione stellare avvistata dagli astronomi di Tradate

Si chiama Nova Ophiuchi: gli appassionati del GAT, dal Moncenisio, hanno catturato splendide immagini del fenomeno che ha reso improvvisamente visibile una stella a 5000 anni luce di distanza



Nella notte dello scorso 8 agosto 2021 **l'astrofilo brasiliano Alexandre Amorin percepì visualmente che la stella RS Ophiuchi** (distante circa 5000 anni luce), normalmente invisibile ad occhio nudo, si era improvvisamente accesa fino alla magnitudine=5, aumentando quindi di quasi 1000 volte la sua luminosità in poche ore e diventando visibile ad occhio nudo: **un fenomeno rarissimo ed eclatante**, che gli astronomi definiscono Nova, perché prima la stella non si vedeva e poi diviene improvvisamente visibile.

Beninteso **non si tratta di una nuova stella** (la stella c'era anche prima!) ma di

un fenomeno esplosivo relativo ad una stella dalle caratteristiche particolari.

Nel caso della Nova RS Oph di cui stiamo parlando, il fenomeno è addirittura ripetitivo, ossia si è ripetuto ad intervalli irregolari già altre volte nel passato: l'ultima volta fu nel 2006 mentre la prima osservazione storica risale addirittura al 1898.

L'immediata mobilitazione di astronomi professionisti e dilettanti di mezzo mondo non ha di certo preso alla sprovvista **gli studiosi del GAT di Tradate** ed in particolare l'astrofotografo **Paolo Bardelli**, che dai cieli bui del Moncenisio (a Tradate l'attuale inquinamento luminoso senza controllo non permetteva nessuna osservazione), è riuscito ad **immortalare la Nova in alcune splendide immagini riprese con alcuni minuti di posa a 1600 ISO** con la sua macchina digitale Canon 60Da + obiettivo Samyang da 10 mm.

La stella era comunque **visibilissima anche ad occhio nudo**, brillando a lato della Via Lattea di $m=4,3$. Spettri ripresi nel momento dell'esplosione hanno mostrato intense righe dell'idrogeno atomico in allontanamento a circa 40 km/sec in conseguenza di un meccanismo ormai ben noto. In sostanza RS Oph è un sistema binario costituito da una nana bianca (stella densissima) legata ad una gigante rossa (stella diluita e dilatata): la nana bianca 'succhia' di continuo materiale dalla vicina gigante rossa finché, quando sulla nana bianca è caduta una sufficiente quantità di idrogeno, si innesca una immane esplosione che riallontana dal sistema gran parte di questo idrogeno.

Il processo può avvenire una sola volta oppure si può anche ripetere fino ad una successiva esplosione in tempi più o meno lunghi: in questo secondo caso si parla di NOVA ricorrente. La NOVA RS Oph appartiene a questa seconda categoria che, numericamente è rarissima: in tutta la Via Lattea si conoscono infatti solo 10 NOVE ricorrenti.

Tradate

Lo spettacolo delle stelle cadenti: i consigli del GAT di Tradate per vederne tante

Il Gruppo Astronomico Tradatese raccomanda di allontanarsi dalla città, dove l'inquinamento luminoso impedisce una buona visione del cielo



Le stelle cadenti di questo agosto 2021, le famose “lacrime di San Lorenzo” saranno particolarmente favorevoli all’osservazione. Lo annuncia il GAT, **Gruppo Astronomico Tradatese**, che spiega di cosa si tratta e offre una serie di **consigli** per poter osservare al meglio questo spettacolo del cielo estivo. **Conosciute anche come Perseidi**, perché sembrano provenire prospetticamente dalla costellazione di Perseo, in piena Via Lattea, le stelle cadenti d’agosto sono dovute all’incrocio della Terra con l’orbita intasata di particelle rilasciate dalla cometa Swift-Tuttle: queste particelle si incendiano nell’atmosfera terrestre (che le intercetta a 30 km/secondo !) producendo le

caratteristiche e suggestive scie luminose.

L’incrocio orbita della Terra-Orbita della Swift-Tuttle dura circa due settimane (quest’anno **dal 25 luglio al 18 agosto**), ma il momento più interessante è quello del massimo, ossia il momento in cui la Terra incontra la regione più ricca di particelle. **Quest’anno il massimo avverrà nella notte del 12 agosto, tra le 21 e le 24, quando sarà possibile vedere fino a 70 meteore all’ora.**

Lo spettacolo però proseguirà poi per tutta la notte, dopo la mezzanotte, perché il cielo non sarà disturbato dal chiarore della Luna, che sarà di soli 4 giorni e che il 12 agosto tramonterà attorno alle 19,30.

«Conviene ricordare che per gustarsi al massimo lo spettacolo che il cielo ci offre gratuitamente non serve alcuno strumento – ricorda il presidente del GAT Cesare Guaita – Né telescopio, né binocolo, ma solo l’occhio nudo ed un po’ di pazienza. Per chi volesse immortalare qualche Perseide il consiglio è molto semplice: posizionare su un cavalletto fisso una macchina digitale e lasciare l’obiettivo (meglio se grand’angolo, ma anche un 50mm va benissimo) aperto per 1-2 minuti, chiudendo eventualmente quando si vede strisciare nel cielo una meteora luminosa».

Operazione facilissima che però necessita di una condizione fondamentale spiega Guaita: cercare un luogo di osservazione con il cielo buio, ossia non inquinato da luci di città. «Per questo sarà necessario allontanarsi il più possibile da Tradate, che si trova attualmente in una condizione a dir poco precaria: **la nuova illuminazione a Led esageratamente intensa** e tendente al blu (lampade da 4000K quindi a notevole e tossica componente ultravioletta) ha aumentato di moltissimo l’inquinamento luminoso, facendo diventare **Tradate una delle città più inquinate di luce della Lombardia**, purtroppo senza rispetto della pur ottima legge che la Lombardia approvò con soddisfazione di tutti nel 2000. In sostanza non solo da Tradate non si vede più la Via lattea, ma non si vedono più neanche le stelle! Si potrebbe pensare che questa situazione dia “fastidio” solo agli amanti del cielo stellato. Ebbene, non è così. **Questa situazione danneggia fortemente chiunque**, perché l’attuale eccesso di illuminazione notturna, influenzando pesantemente sulla sintesi della serotonina (un ormone fondamentale inibito dalla luce), è destinato a produrre gravi danni in tutta la popolazione».

Redazione Varesenews

6 Agosto 2021

Astronomia

Gli occhi del Gruppo Astronomico Tradatese puntati sulla cometa Leonard

Il 12 Dicembre 2021 (alle nostre ore 15) la cometa sarà alla minima distanza dalla Terra di 35 milioni di km



Il 3 Gennaio 2021 l'astronomo Gregory Leonard, ricercatore senior presso l'Osservatorio infrarosso del Monte Lemmon (situato sulle montagne di Santa Caterina, circa 30 km a Nord-Est di Tucson, in Arizona) scoprì una debole cometa di $m=19$ a 750 milioni di km di distanza, in orbita retrograda ($i=132,68^\circ$) percorsa in circa 80.000 anni. Essendo la prima cometa scoperta nel 2021 venne **denominata C/2021 A1 (Leonard)**. All'afelio, circa 40.000 anni fa, si trovava a ben 3500 unità astronomiche dal Sole (525 miliardi di km), mentre raggiungerà il perielio il 3 Gennaio 2022 (un anno esatto dopo la scoperta

!) ad una distanza di 92 milioni di km, quindi all'interno dell'orbita di Venere.

Nella mattina di **venerdì 3 dicembre 2021 la Leonard (a 50 milioni di km dalla Terra)** ha sfiorato prospetticamente l'ammasso globulare M3 (distante 34 mila anni luce), nei Cani da Caccia, generando un grande spettacolo sia visuale che fotografico.

Davvero molto belle le immagini realizzate tra le ore 5 e le 6,30 dai **soci del GAT (Gruppo Astronomico Tradatese) di Tradate residenti nel Canton Ticino, Yuri Malagutti** a Comano (posa di 300s con strumento Genesis 100 cm, $F=528$ mm, Camera ASI294 MC) e **Ivo Scheggia** a Cadempino (posa di 60 s con obiettivo da 30 cm $F=1685$ mm + riduttore, Camera ASI294 MC). La cometa, a detta degli autori era fantastica anche in un binocolo 28x100mm ed al fuoco diretto di un riflettore C14 (diametro 35 cm) a 100x: mostrava una coda verde-azzurra lunga almeno $2,5^\circ$, dovuta all'emissione del CO (ossido di Carbonio) e del C2 (carbonio biatomico). Più difficile, ma comunque affascinante (quindi degna del sacrificio di qualche prossima levataccia mattutina) la visione di altri due soci del GAT, **Paolo Bardelli** da Sumirago con un binocolo 10x50 e **Giuseppe Macalli** da Cassano M. con un binocolo 20x100.

Il giorno seguente, 4 dicembre era invece nei pressi del debole ammasso globulare NGC5466 nella costellazione de Boote.

La mattina del **6 dicembre**, un paio d'ore prima dell'alba, la cometa si trovava 5° a sinistra della brillante stella Arturo (Alfa Bootis). Poi, di prima sera, lo spettacolo celeste si è completato con un meraviglioso avvicinamento tra una falce di Luna crescente e Venere al massimo della sua luminosità ($m=-4,6$)

Il 12 Dicembre 2021 (alle nostre h 15) **la Leonard sarà alla minima distanza dalla Terra di 35 milioni di km**, raggiungendo una magnitudine probabile tra 4 e 5, sufficiente per la visibilità ad occhio nudo da luoghi non inquinati dalle luci, seppur non facile da osservare trovandosi a circa 10° sopra l'orizzonte Est all'alba. Sarà l'ultimo giorno di visibilità mattutina; poi comincerà un buon periodo di visibilità serate che si protrarrà fino dopo Natale.

Il 17 Dicembre, in particolare, un'ora circa dopo il tramonto, sarà possibile vedere la Leonard 5° sotto il luminosissimo pianeta Venere ($m=-4,6$): sarà forse, sperando in un cielo limpido e non inquinato dalle luci, il momento migliore che questa cometa riuscirà a regalarci.

TRADATE

Geminidi: una magica notte di stelle cadenti

Il fenomeno invernale è stato ripreso dagli astrofili del GAT di Tradate



La freddissima notte del 14 Dicembre riserva ogni anno una sorpresa celeste bellissima ed affascinante: quella di uno degli sciami meteorici più intensi e luminosi dell'anno. Si tratta delle Geminidi, cosiddette perché sono meteore che sembrano schizzare numerosissime dalla costellazione dei Gemelli. Rispetto alle Perseidi di Agosto, questo sciame è meno noto per una ragione molto semplice: le fredde notti di Dicembre sono un deterrente decisamente

negativo per convincere le persone a fare osservazioni accurate.

Ma per gli astrofili veri, il freddo non è mai una limitazione, nel senso che quando...il cielo chiama, la disponibilità è sempre massima. Così, ancora una volta tra **gli astrofili del GAT di Tradate c'è stata una grossa mobilitazione**, favorita dal cielo perfettamente limpido di queste notti, seppur limitata, purtroppo a Tradate, dal nefasto fastidio della nuova illuminazione, in gran parte fuori norma.

Il più coraggioso dei 'tradatesi' è stato **Paolo Bardelli** che, dai cieli bui di Sumirate, ha passato la notte intera a riprendere Geminidi. Le osservazioni di Paolo sono iniziate appena dopo la mezzanotte (quando la Luna era tramontata, liberando il cielo dal suo chiarore) e sono proseguite fino alle 4,30 della mattina, quando il freddo intenso (minimo di -7°C) ha bloccato...le batteria della sua camera digitale automatica (1500 scatti con una Canon Canon 6D + obiettivo da 28 mm).

La fatica è stata premiata da una copiosa pioggia di stelle cadenti, un centinaio delle quali sono rimaste impresse nei fotogrammi, a volte lasciando anche tracce di fumo persistenti per minuti. Assemblando tutti i fotogrammi in cui era rimasta impressa qualche Geminide ne è uscita una fantastica immagine globale (vedi bene figura esclusiva alleata) che rende immediatamente l'idea di cosa sia questo sciame meteorico. Va aggiunto che le ragioni di un simile spettacolo sono ormai ben comprese: le Geminidi sono infatti prodotte dall'entrata in atmosfera dei frammenti di uno stranissimo asteroide, di 5 km di diametro, 3200 Fetonte, che orbita attorno al Sole in 1,43 anni, con un'orbita che incrocia quella di tutti i pianeti vicini al Sole, Terra compresa. Fetonte, che potrebbe essere anche una vecchia cometa estinta, ruota su se stesso in sole 3,6 ore: probabilmente è questa velocità di rotazione eccezionalmente veloce a far perdere a Fetonte letteralmente pezzi, intasandone l'orbita con frammenti che la Terra intercetta, come Geminidi, nella notte del 14 Dicembre.

2e) ARTICOLI PUBBLICATI DURANTE IL 2021.

1)

COSMO N15 Marzo 2021

Terremoti marziani pp 46-49

2)

COSMO N16 Aprile 2021

Plutone: le sorprese della faccia nascosta pp 46-50

3)

COSMO N19 Luglio 2021

I fossili di Curiosity pp 42-46

4)

Luglio 2021

New Insights into the search of life on Mars

In 'Solar Planets and Exoplanets' pp 1 -37 (allegato)

5)

COSMO N20 Ago-Settembre 2021

Venere, il pianeta più misterioso pp 40-47

6)

COSMO N21 Ottobre 2021

Il cuore caldo di Marte pp 36-41

7)

COSMO N 22 Novembre 2021

Juno riscopre Ganimede pp 44-48

8)

COSMO N N23 Dicembre 2021

Gli straordinari pianeti di TESS pp 34-39

In aggiunta tre nuove 'lettere', la N.164, la N. 165 e la N.166

New Insights into the Search for Life on Mars

Cesare Guaita

Abstract

The discovery by the Lander Phoenix (summer 2008) that the Mars polar soil is rich of perchloric acid salts (Na, Mg, Ca perchlorate) strongly could change the interpretation of the Martian experiment of $^{14}\text{CO}_2$ release (LR, Labeled release experiment), performed in 70's by both Viking Landers. The LR experiment gave substantially positive results but, at that time, possibility of Martian bacteria was ruled out because the CGMS instruments on board of both Vikings didn't detect any trace of complex organic molecules. But Martian organics exist and were found in fair quantities by Curiosity, landed inside the Gale crater on 2012. So it is likely that Viking CGMS, working at about 500°C , could not see any organic substances (natural or bacterial) because, at that temperature, perchlorates decompose, releasing Oxygen that destroyed organics BEFORE their detection. In any case, the discovery of keragenic compounds by Curiosity, could also be indication of a presence of archea bacteria in the distant past of Mars, when the atmosphere of the Red Planet was wetter and denser than now.

Keywords: Mars, organic substances, perchlorate, archea bacteria

1. Introduction: from Schiaparelli to Mariner 9

Before the space age, the best Mars observations were performed during the so called oppositions [1]. The distance between the orbits of Earth and Mars varies considerably, largely due to the comparatively large eccentricity of Mars's orbit. Every 780 days on average the Earth overtakes Mars and when, as seen from the Earth, Mars and the Sun are aligned, Mars is said to be in opposition. The opposition distance of Mars from the Earth varies considerably, depending on where Mars and the Earth are in their orbits at opposition. If Mars is near its closest to the Sun (perihelion) the distance is comparatively small, and the opposition is called favourable. Unfavourable oppositions are with Mars near aphelion. The opposition distance varies from 55.7–101 million km, and the corresponding angular diameter of Mars varies from 25.1–13.8 arcsec. Favourable oppositions occur roughly every 15 years.

The first person to draw a map of Mars that displayed terrain features was the Dutch astronomer Christiaan Huygens (**Figure 1**).

On November 28, 1659 he made an illustration of Mars that showed the distinct dark region now known as Syrtis Major Planum, and possibly one of the polar ice caps.

The same year, he succeeded in measuring the rotation period of the planet, giving it as approximately 24 hours.

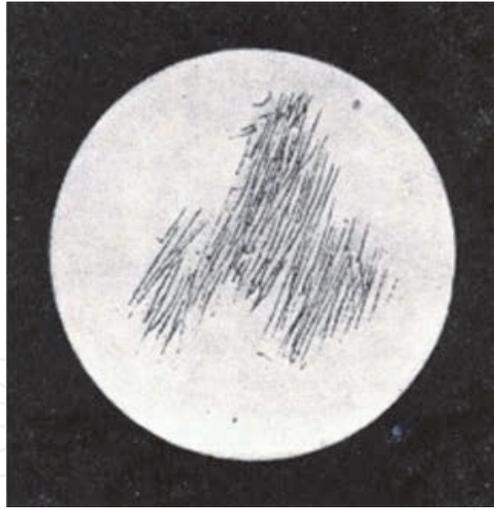


Figure 1.
Syrtis Major, sketched by Christiaan Huygens in 1659. North is at the top.

In 1666, Cassini detected several distinct dark spots on Mars, and from observing these ascertained that the planet had a rotation on its axis in about 24 hours 40 minutes.

In the oppositions of 1777, 1779, 1781, and 1783, Sir William Herschel determined that the axis of Mars was inclined of about 25° to the plane of its orbit (so having seasons) and measured its polar and equatorial diameters. He showed also that the white spots which formed round the poles of the planet, increased with the approach of winter, and diminished with the approach of summer.

In the oppositions of 1830, 1832, and 1837, Beer and Mädler, observing with a telescope of 4 inches aperture, made a series of drawings from which they were able to construct a chart of the entire globe of Mars. The features which they then drew have been recognised at every succeeding opposition, and some of them can be identified in the rough sketches of Sir William Herschel, and even in those of the year 1666, made by Hooke and Cassini. The surface of Mars therefore possesses permanent features.

In the 1800s, observatories with larger and larger telescopes were built around the world.

A particularly favorable perihelic opposition occurred in 1877 (Mars approaching to within 56 million km on September 5, in Aquarius) [2].

On August 11, 1877 the American astronomer Asaph Hall discovered the two moons of Mars, Phobos and Deimos, using a 660 mm (26 in) telescope at the U.S. Naval Observatory.

In the fall of October 1877, Giovanni Virginio Schiaparelli (1835–1910), scrutinised Mars visually at the Brera Observatory in Milan, where he was director (**Figure 2**). He used a 8' (21.8 cm, f/14.5) aperture Mertz refractor (magnifying power of 322x), that was installed here in 1865. He named the Martian “seas” and “continents” (dark and light areas) with names from historic and mythological sources [3].

But he is best remembered for about 40 fine lines that he drew crossing the bright red areas, *canali* as he called them. Canali means channels, but it was mistranslated into “canals” implying intelligent life on Mars (**Figure 3**).

Because of the then recent completion of the Suez Canal in 1869 (the engineering wonder of the era), the misinterpretation was taken to mean that large-scale artificial structures had been discovered on Mars. The importance of canals for worldwide commerce at that time without a doubt influenced the popular interest in “canals” on Mars.

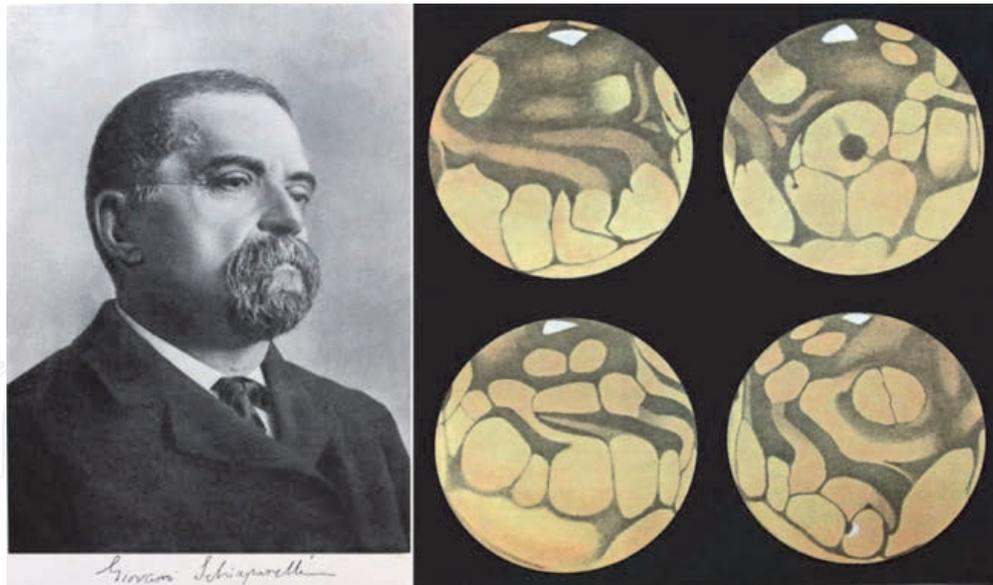


Figure 2.
Original drawings of Mars, made by G.V. Schiaparelli during the 1877 opposition.

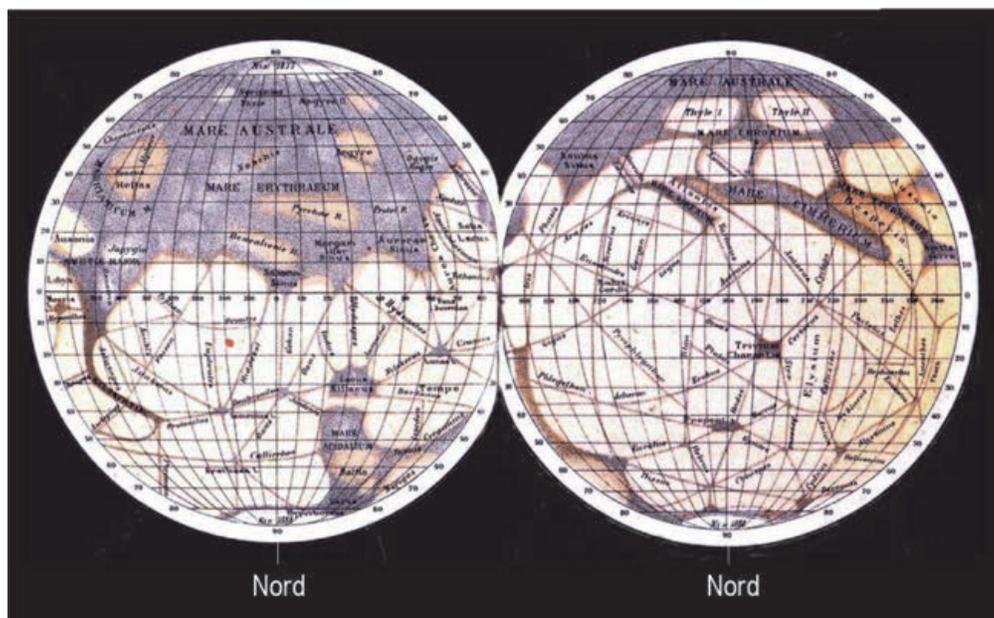


Figure 3.
This drawing of the two hemispheres of Mars was made by the Italian astronomer G.V. Schiaparelli (1835–1910) between the years 1877 and 1888. He named the ‘seas’ and ‘continents’ of Mars, and called the straight surface features channels (mistranslated as canals).

Starting from 1886, Brera was equipped by a larger new instrument, a 16' (48.7 cm, f/14.3) Mertz-Repsold refractor. Schiaparelli used it, during a couple of following Mars oppositions (1992–1994), to confirm not only the Martian canals but also some duplications of them!

In 1894, Percival Lowell, a member of a rich family from Boston, decided to become a planetary astronomer after reading “The Planet Mars” a famous book of *Camille Flammarion*. He made his first observations of Mars from a private observatory that he built in Flagstaff, Arizona (Lowell Observatory). He was convinced that the canals were real and ultimately mapped hundreds of them (Figure 4).

Lowell believed that the straight lines were artificial canals created by intelligent Martians and were built to carry water from the polar caps to the equatorial regions. In 1895, he published his first book on *Mars* with many illustrations and, over the next two decades, published two more popular books advancing his ideas.

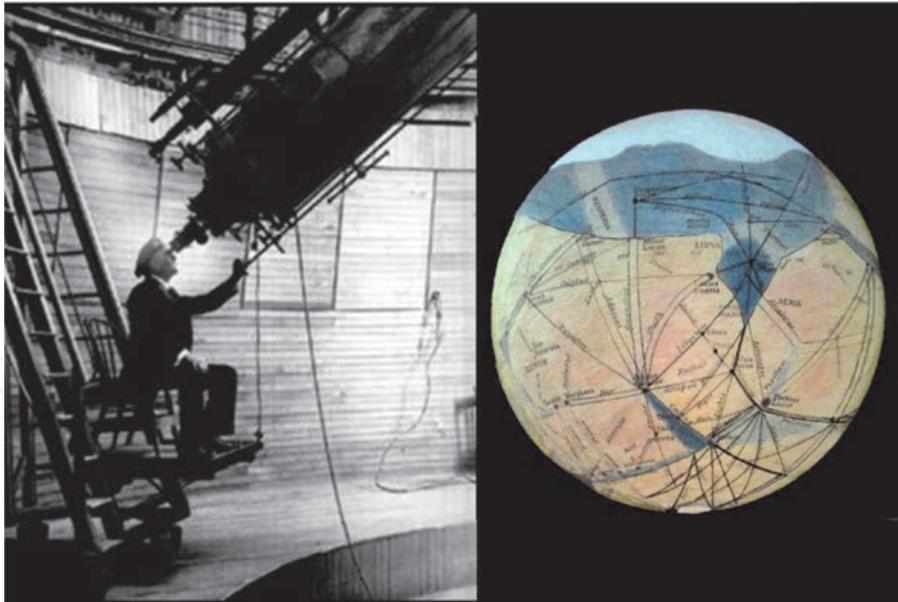


Figure 4.
Mars in 1905, drawn by Percival Lowell. Note the canals. Note also the south polar hood of cloud (at the top).

Lowell's theories influenced the young English writer H.G. Wells, who in 1898 published *The War of the Worlds*. In this novel, Wells created an invasion of Earth by deadly aliens from Mars and launched a whole new genre of alien science fiction.

On Halloween in 1938, Orson Welles and The Mercury Theater on the Air broadcast a radio version of *The War of the Worlds*. The story, presented as a series of "live" news bulletins, panicked thousands of listeners who believed that America was being attacked by hostile Martians.

In the 1953, the story of *The War of the Worlds* of H. G. Wells was adapted in a famous American science fiction film from Paramount Pictures, produced by George Pal and directed by Byron Haskin. Earth was suddenly and unexpectedly invaded by Martians. Many of the major world capitals were destroyed by the Martians, being Martians impervious to all humanity's weapons (enclosed an atomic bomb!) . But, after all that men could do had failed, the Martians were destroyed by terrestrial bacteria to which only mankind have long since become immune.

The real origin of the Mars canals was revealed by another Italian astronomer, Vincenzo Cerulli (1859–1927), founder in 1890 of the Astronomical Observatory in Teramo (in the Abruzzo region), equipped by a Cook Refractor of 40 cm. Starting from 1897, he gave a convincing explanation, still generally accepted. He suggested that the lines were a sort of optical illusion, created by the human brain that "needs" to interpret even vague and indistinct images with familiar shapes. Therefore, poor quality images, such as those that low quality telescopes would provide, would be interpreted as structured shapes, for example connecting individual roughly aligned "dots" into straight lines. This has been demonstrated by many laboratory and field experiments.

During the great opposition of 1909, on the night of September 2020, thanks to exceptional seeing conditions, Eugène M. Antoniadi (1870–1944), one of the most skilled observer of his time, using the new big 83 cm reflector of Meudon observatory, gives some exquisite drawings of Mars, in which all "canals" having some feedback in the past vanished (**Figure 5**).

On 15 July 1965 the NASA spacecraft Mariner 4 flew past Mars, at a minimum distance of only 9800 km. This first Mars flyby gave a major negative surprise: all 22 of the images sent to Earth showed a cratered landscape more akin to the Moon (**Figure 6**). The heavily cratered (and hence ancient) surfaces indicate lack of

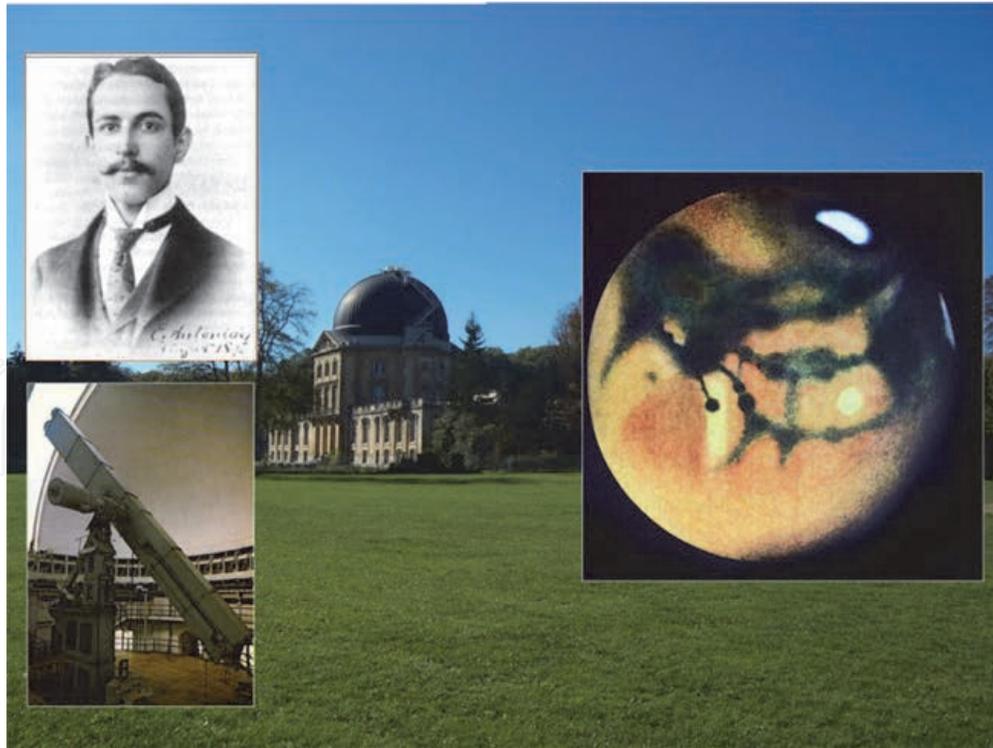


Figure 5.
In 1909, E.M. Antoniadi got the chance to use the great 33" refracting telescope at Meudon, on the outskirts of Paris, and on the first night, Sep. 20, he saw Mars so clearly that he could not believe his eyes. It was covered with detail, but not a bit of it was geometric—there was not a canal in sight.

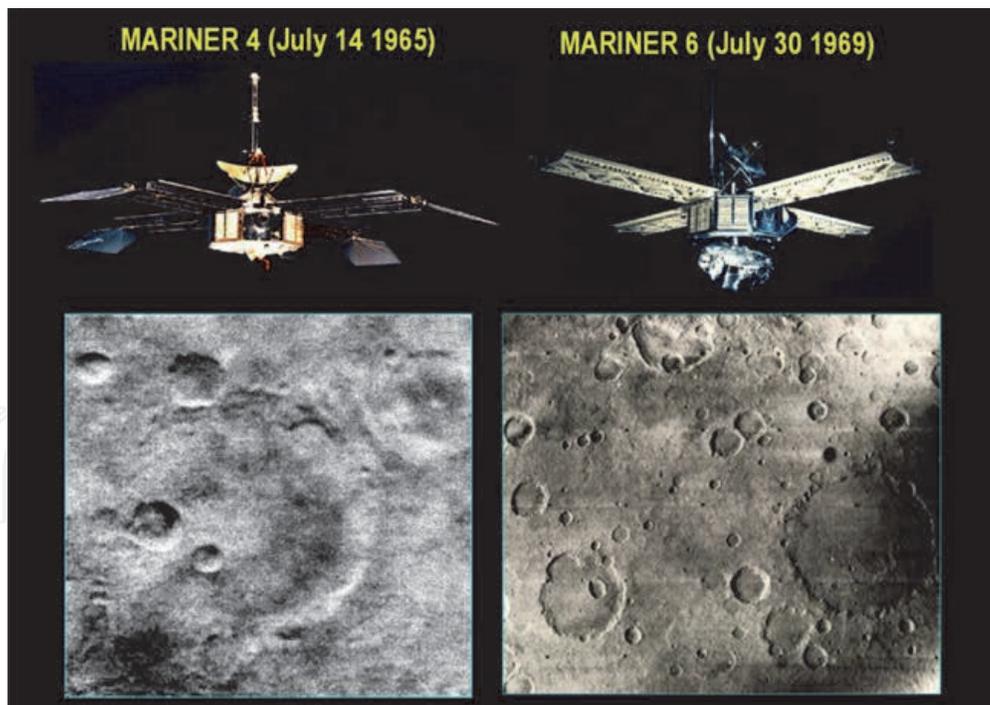


Figure 6.
Images sent to Earth by Mariner 4 and Marine 6 during their flyby of Mars in July 1965 and July 1969.

geological activity and lack of extensive weathering by water, which would have erased these craters in a fraction of the age of Mars. Moreover, when Mariner 4 passed beyond Mars as viewed from the Earth, the changes induced by the atmosphere enabled the surface pressure of the atmosphere to be determined: the value was a mere 6 millibars, ten times less than previously believed. A pressure of 6 millibars is close to the triple pressure of water, below which water cannot exist in a

stable liquid phase at any temperature. Because all life on Earth requires liquid water, the prospect of finding life on Mars faded a lot.

The next two successful missions to Mars, were the flyby (at a distance of about 3400 km) of Mariner 6 on July 31, 1969 and the flyby of Mariner 7 a few days later on August 5, 1969, flying by over the equator and south polar regions and analyzing the Martian atmosphere and surface with remote sensors, as well as recording and relaying hundreds of pictures. The two spacecraft returned a combined total of 143 approach pictures of the planet and 55 close-up pictures (**Figure 7**).

Again the small amount of martian surface investigated was found covered by impact craters. More, the temperature of the south polar cap was measured and found to correspond to the solid–gas phase boundary of CO_2 at a pressure of a few millibars. This provided strong evidence that a polar cap of CO_2 was roughly in equilibrium with the CO_2 atmosphere.

Subsequent studies have confirmed that the seasonal cap at both poles is indeed predominantly CO_2 snow and frost, but that this overlies a permanent cap mainly composed of dusty water ice at the North Pole, and dusty CO_2 ice at the colder South Pole, perhaps underlain by dusty water ice.

The results of Mariner 4,6,7 were very disappointing. But it was soon realized that some fast flybys over no more than 20% of the martian surface, could not give a satisfactory knowledge of a complex planet as Mars. It would have been necessary to map the *whole* planet and make continuous observations for a long period of time, objectives that only an orbital mission could carry out. The Mariner 9 mission was born.

On November 14, 1971 the spacecraft Mariner 9 was placed, for the first time in the history, in orbit around Mars. But, unbelievably, Mariner 9 arrived when Mars was obscured by the largest dust storm ever observed. The surface was totally obscured for a couple of months and the imaging program did not get underway until mid-January 1972. The spacecraft was turned off on October 27, 1972, after 349 days in orbit, and 7,329 images transmitted, covering 85% of Mars' surface. With two astonishing discoveries (**Figure 8**).

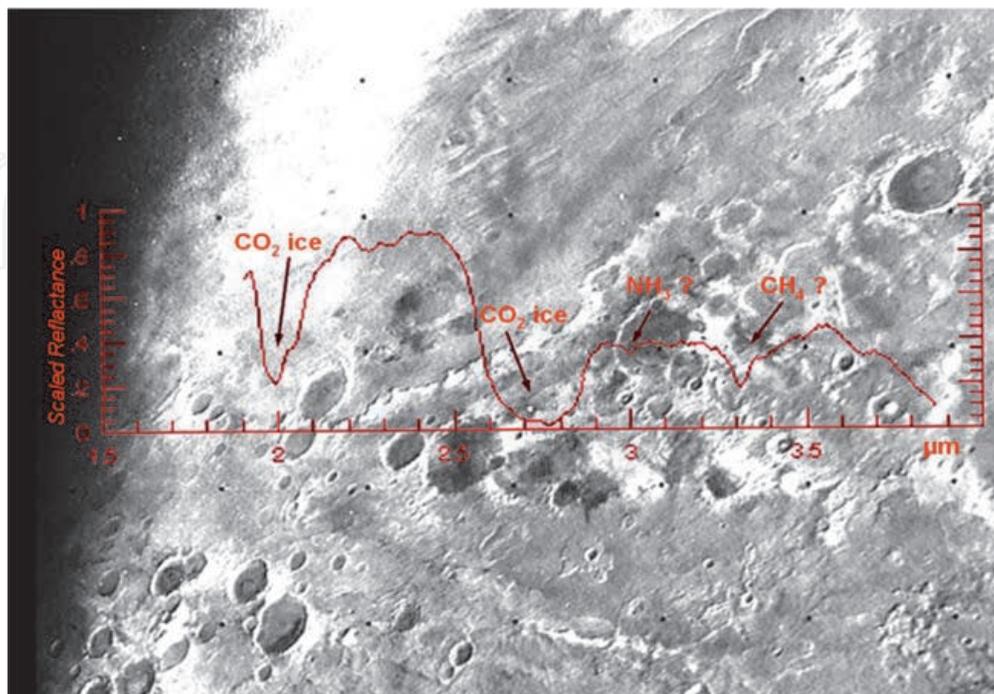


Figure 7. South polar cap of Mars as seen by Mariner 7 in August 1969. The IRS spectrometer on board of Mariner 7 demonstrated the presence of CO_2 ice and, possibly, also trace of NH_3 and CH_4 [4].

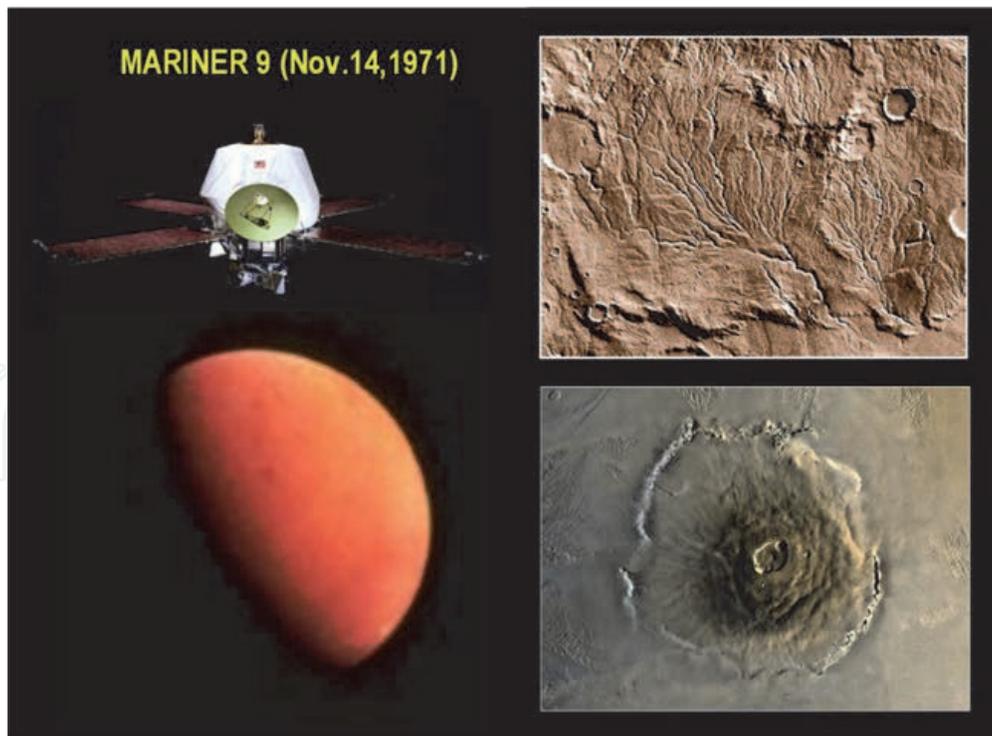


Figure 8.
The largest dust storm ever observed obscured all the surface of Mars in November 1971, when Mariner 9 entered orbit for the first time. When the storm subsides, Mariner 9 made two main discoveries: big volcanoes and hundreds of extinct riverbeds.

The first main discovery was the existence of several huge ‘young’ shield volcanoes, so high that their peaks emerged also from the dust storm. Most of these volcanoes were located in the Tharsis Regio, a vast plateau 4.000 m high, centered near the Martian equator, that formed about 2 billion years ago, giving rise to an enormous canyon system, named Mariner Valley, after Mariner 9 in honor of its achievements. The second main discovery was that of hundreds of extinct riverbeds, that seem to have been carved by the flow of liquid water early in Martian history: an indication that Mars was much warmer and wetter in the past. Certainly most exciting discoveries as far as life on Mars is concerned, that convinced NASA to plan a mission to directly search for life on Mars. The Viking program was born.

2. The intriguing results of the Vikings program

The two Viking Landers in the ‘70 years made the first direct search of traces of present or past biological life on Mars [5] (**Figures 9 and 10**).

The results were so contentious that, after more than 45 years, no unambiguous interpretation was found.

The GCMS instruments (Gas Chromatograph-Mass Spectrometer) on board both Viking Landers [6, 7] were tasked with detecting organic compounds. GC-MS heated many samples of martian soil up to 500°C, but did not detect any trace of complex organic molecules, even if detected an amount of 0,1–1% of H₂O and 50–500 ppm CO₂ respectively (**Figure 11**) and the enigmatic release of about 15 ppb of CH₃Cl (chloro-methane) and up to 20–30 ppb of CH₂Cl₂ (methylene chloride) (**Figure 12**).

At that time, the two light chloro-derivatives, being released together with some trace of a solvent of sure terrestrial origin such as Freon-E, were considered as a terrestrial contamination, ruling out the occurrence of any form of martian life [8]. In the meantime the H₂O and CO₂ release upon heating were explained as thermal decomposition of hydrous silicates and carbonates respectively.

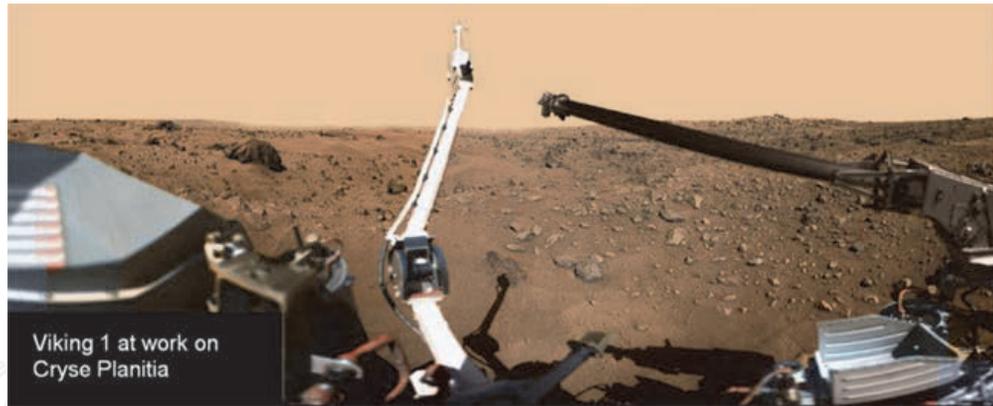


Figure 9.
Viking 1 on the surface of Crise Planitia. The white arm in the center is a meteorological sensor; the arm that took samples is visible to the right.

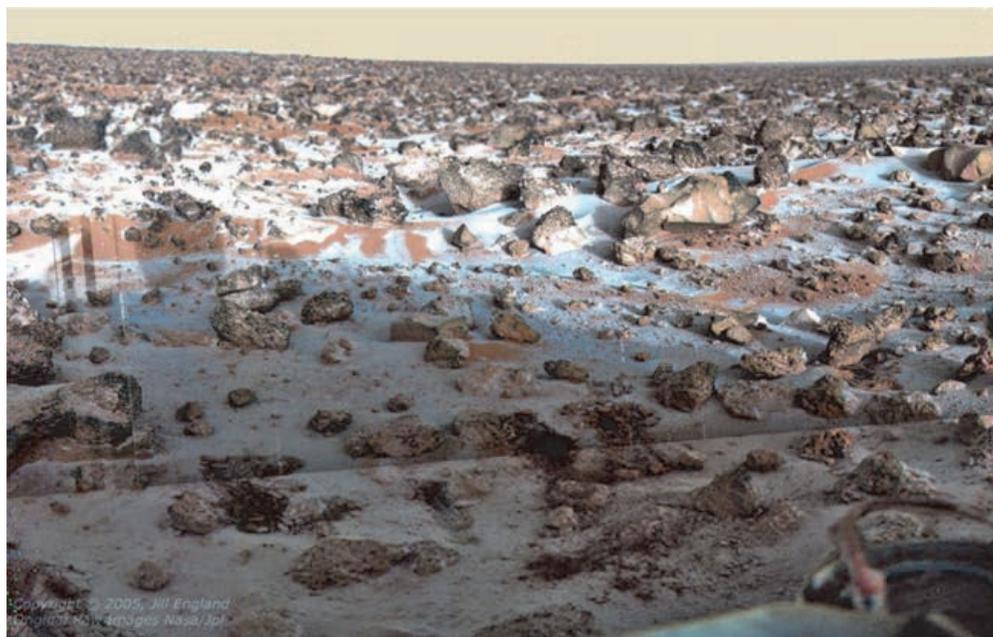


Figure 10.
May 18, 1979: water frost on Mars rocks and soil near the Viking 2 lander.

The measured ratio $^{37}\text{Cl}/^{35}\text{Cl} = 0,319$ similar to that one of the terrestrial chloride supported to this interpretation. However, Z.D. Sharp [8] found that the ratio $^{37}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$ is quite constant all over the Solar System: actually its value is the same on the Earth, on the chloro-salts enclosed inside the carbonaceous chondrites and also on some Martian meteorites.

Moreover, a suitable inquiry proved that CH_3Cl and/or CH_2Cl_2 never were used during the Viking assembly, so any trace on board was impossible [9].

We could re-discuss the conclusion taken from the Viking GC-MS results on the basis of a couple of reasons.

The first reason is that the Martian soil in any case should be enriched by the organic molecules (that is carbon-containing chemicals) that could be taken by comets and carbonaceous chondrites. The recent discovery of simple and polymeric organic substances inside many Martian meteorites could be an evidence in this regard [10].

Carbon-containing chemicals such as those that make up the stuff of life on Earth, had been found in rocks that were blasted off Mars millions of years ago by large asteroid impacts and fell to Earth as meteorites (at present about 300 Martian meteorites are known). But no one could be sure the organics in Martian meteorites

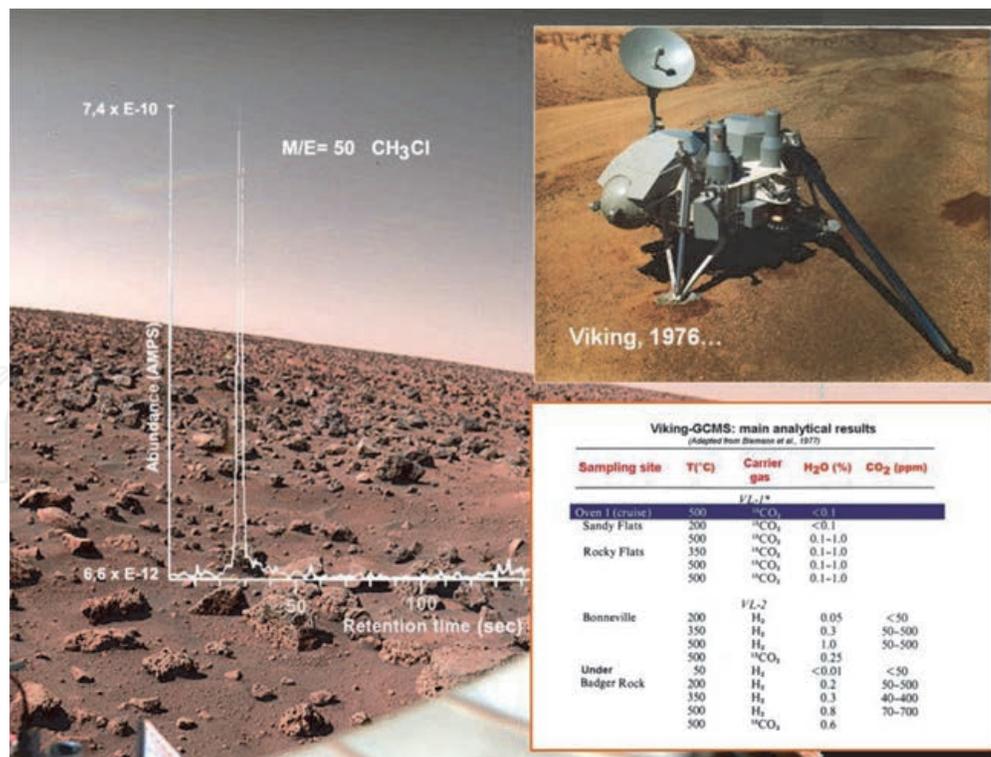


Figure 11.
 The main analytical results of the CGMS (GasChromatograph-Mass Spectrometer) on board of the Viking landers.

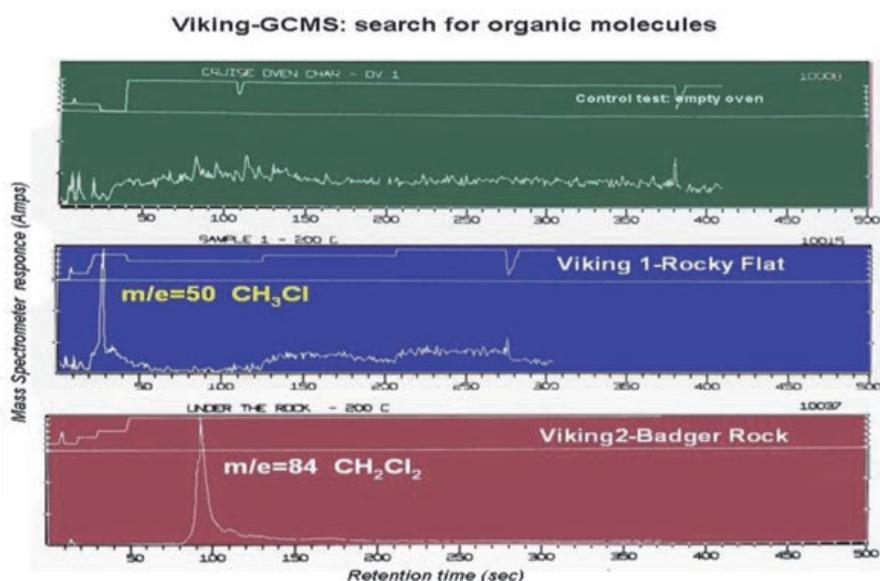


Figure 12.
 The GC on board of the Viking Landers detected only enigmatic presence of chloro-methane and methylene chloride, at that time deemed terrestrial pollutants.

weren't just earthly contamination. So microbiologists of the Carnegie Institution for Science's Geophysical Laboratory in Washington, D.C., looked in the most protected parts of Martian meteorites: microscopic mineral grains that had been securely locked in larger crystals for up to 4 billion years. Using a number of analytical techniques, they probed for organic matter through the encasing minerals. Organic chemicals were found in 10 of 11 once-molten meteorites examined, at an abundance of about 20 parts per million. Raman spectroscopy showed that

they include large, complex carbon compounds rich in benzene-like rings of carbon atoms, included polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), typical of organic-rich meteorites such as carbonaceous chondrites. Given the way the organic matter was sealed in the rock, “it is carbon from Mars,” not terrestrial contamination.

A special case remains that of ALH 84001, (**Figure 13**) a meteorite found in 1984 in the antarctic region of Allan Hills. Ejection from Mars seems to have taken place about 16 million years ago. Arrival on Earth was about 13 000 years ago. Cracks in the rock appear to have filled with carbonate materials (implying groundwater was present) between 4 and 3.6 billion-years-ago. Evidence of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) have been identified with the levels increasing away from the surface. In the crack were also found deposits of iron as magnetite, that are claimed to be typical of bio-deposition on Earth [11].

In some SEM (Scanning Electronic Microscope) pictures taken inside the carbonate material, small ovoid and tubular structures were found [12], that might be interpreted as nanobacteria fossils (**Figure 14**), but also as sample preparation artifacts, being, at that time, unknown earthy life forms so small. The controversy has never ceased even if, some years after, living colonies of nano-organisms were found on Triassic and Jurassic sandstones from petroleum exploration wells offshore western Australia [13]. These living forms were up to 10 times smaller in diameter (10 nm) compared to ‘normal’ cellular structures.

The other reason for which the negative response of the two GCMS onboard the Viking Landers has to be rediscussed is linked to the fact that the Viking Labeled Release (LR) experiment, made at ambient temperature (10–15°C), gave a biological result substantially positive (Levin, 1976). LR it has been the only experiment with a clearly positive response, whereas the other two ‘biological’ experiments, i.e. the Gas Exchange (GEX) experiment [14] and the Pyrolytic Release (PR) experiment (Carbon Assimilation Experiment) [15] gave dubious results, suggesting a lack of biological reactions.

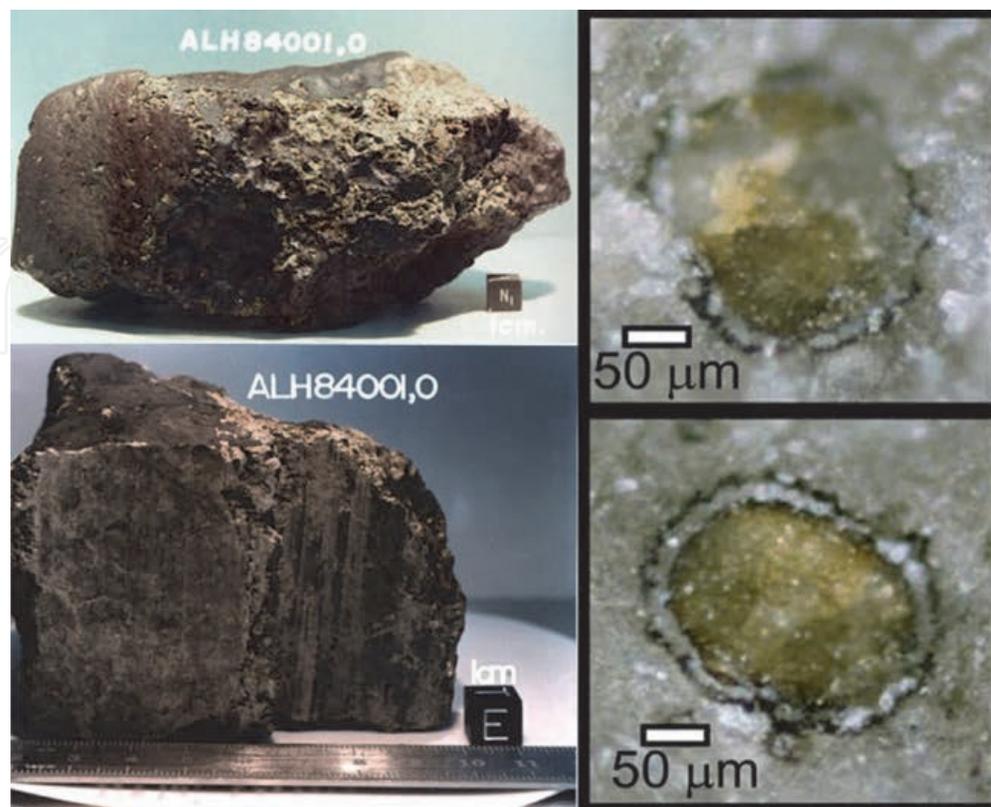


Figure 13.
Inclusions of carbonates inside the Martian meteorite 84001, found in Antarctica in 1984.

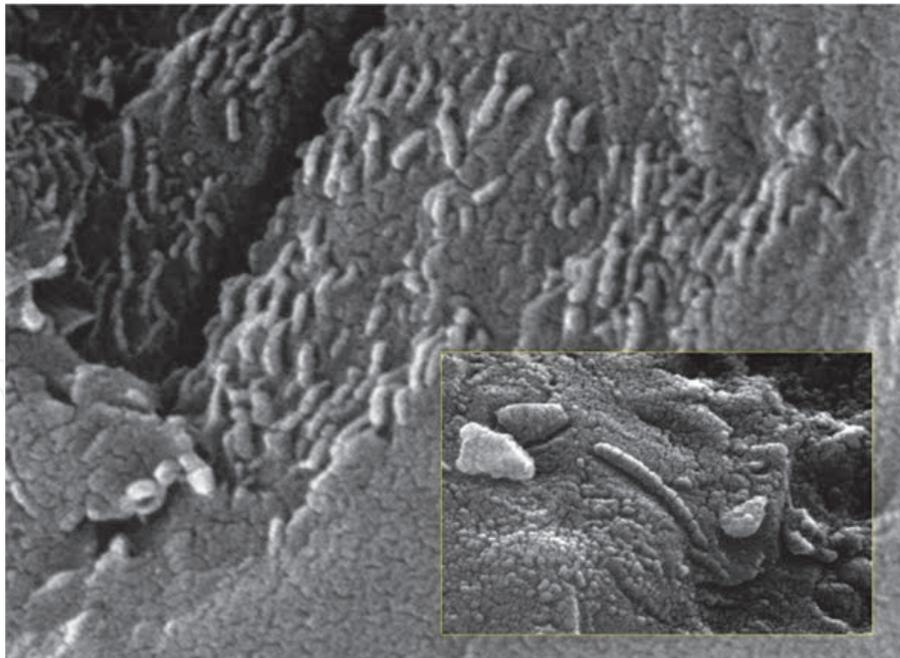


Figure 14.
The tube-like forms on this highly magnified SEM image of ALH84001 could be fossils of simple Martian organisms that lived over 3.6 billion years or, simply artifacts of sample preparation.

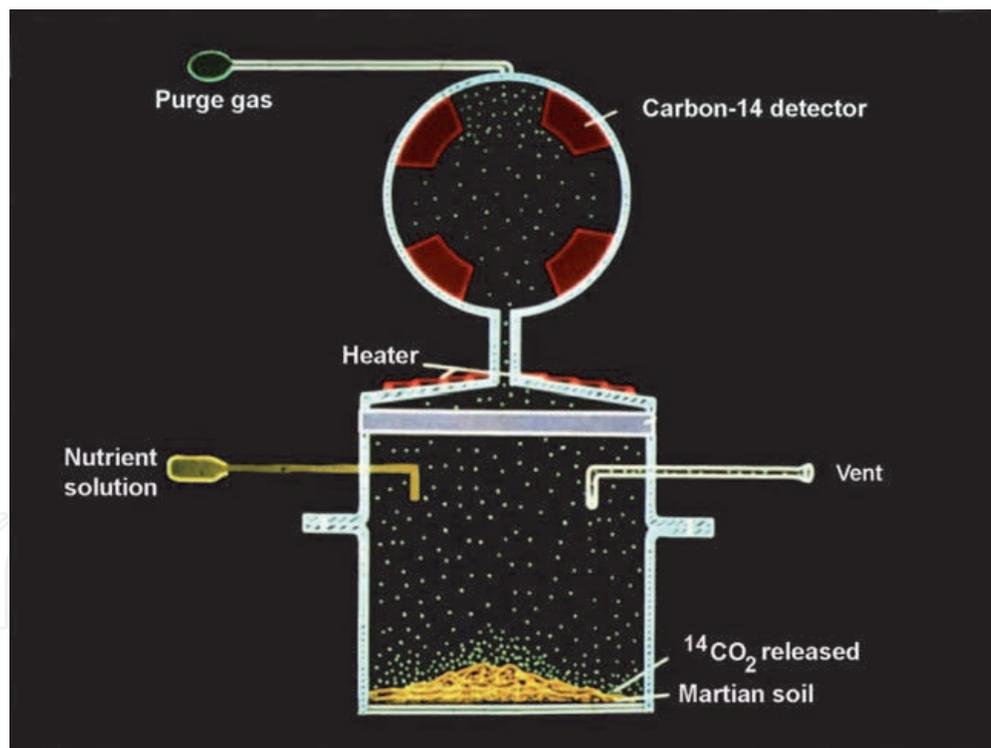


Figure 15.
A scheme of the LR experiment (Labeled Release) on board of Viking Landers.

The LR experiment (**Figure 15**) was based on the well-known concept that all terrestrial microorganisms metabolize the organic substances releasing CO₂.

In the Viking LR experiment, the Landers collected samples of Martian soil by means of their robotic arm, injected them with a drop of dilute nutrient solution containing alanine, formic acid, glycine, glycolic acid and lactic acid, and then monitored the air above the soil for signs of metabolic byproducts. Since the nutrients were tagged with radioactive carbon-14, if microorganisms in the soil

metabolized the nutrients, they would be expected to produce radioactive byproducts, such as radioactive carbon dioxide ($^{14}\text{CO}_2$). $^{14}\text{CO}_2$ was indeed released when an aqueous solution of ^{14}C labelled amino acids was added, but a much lower amount (i.e. by more than one order of magnitude) was released in the case of terrain samples sterilised at 160°C (**Figure 16**). To rule out the possibility that the strong ultraviolet radiation on Mars might be causing the positive results, the Landers collected also soil buried underneath a rock, which again tested positive. The control tests also worked, with the 160°C sterilization control yielding negative results [16].

In 2002 a possible circadian fashion (i.e. having the same periodicity of the Martian day) of $^{14}\text{CO}_2$ release was found, which may be a typical biological signature [17]. A complex statistical analysis [18] reached the same conclusion.

In any case, it is important underline that the same Levin [19] observed that the release of radioactive CO_2 could be due also to nonbiological reactants, a real possibility discussed also by Klein [20]. On this subject some lab tests were performed, assuming that the Fe superoxides are built up in the Martian soil by the strong UV radiation. This Fe superoxide could decompose (with the release of $^{14}\text{CO}_2$) the carbon molecules of the LR nutrient solution directly [21] or through the formation of H_2O_2 [22]. In the presence of water, the superoxide ion reacts to produce Oxygen, perhydroxyl radical, and hydroxyl radical [23]: $2\text{O}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + \text{HO}_2^- + \text{OH}^-$.

This release of oxygen could decompose carbon molecules in the LR experiment, but could also explain the results of the Gas Exchange (GEX) experiment. In GEX a water solution of many amino-acids and salts, was injected into a sample of martian soil, measuring by GC (Gas Chromatography) any gas emission such as the release of

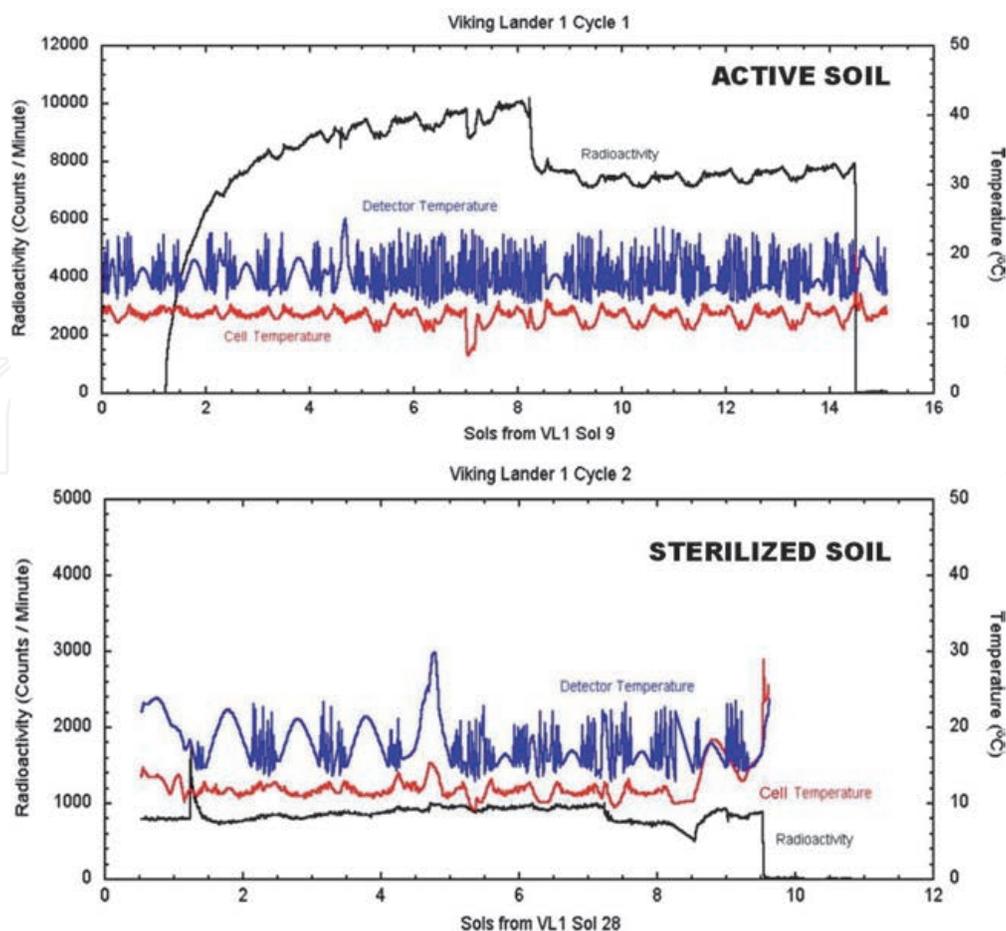


Figure 16. The Viking 1 result of Labeled Release experiment on active and sterilized Martian soil (see the text for details).

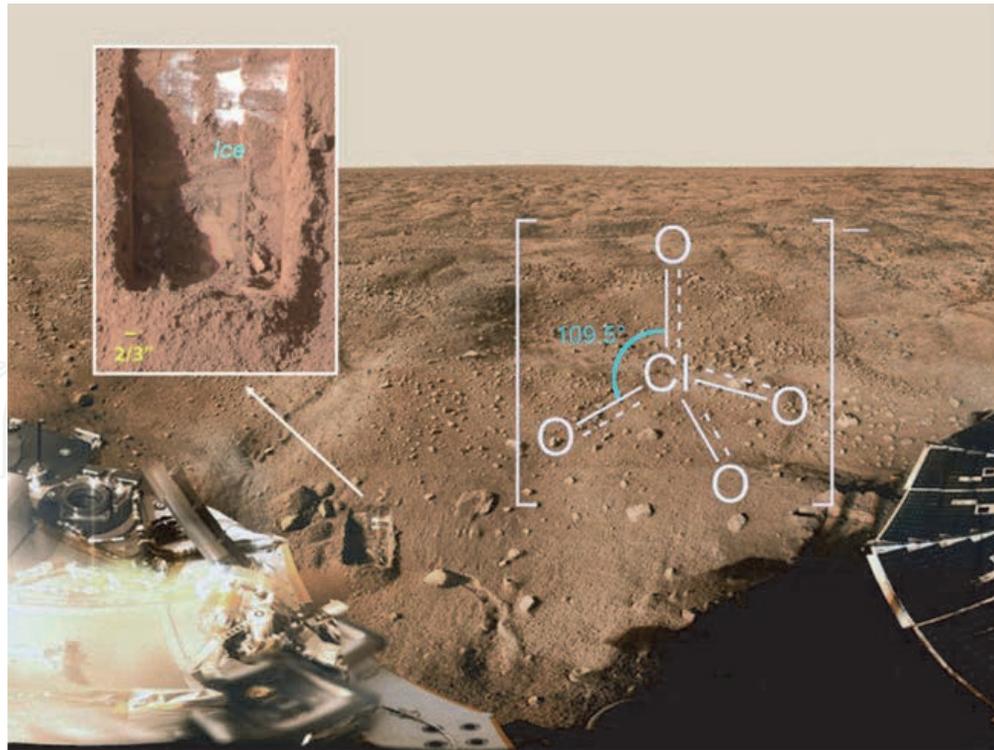


Figure 17.
June 25, 2008: a trench, called 'Dodo-Goldilocks,' showing lumps of water ice in this picture taken by the Phoenix Lander. A big surprise was the discovery of perchlorates by the MECA instrument.

H₂, N₂, O₂, CH₄, Kr, and CO₂. Analyses showed that a 1 cm³ of Martian soil sample produced up to 700 nM of Oxygen after 50 hours, an amount far superior to any terrestrial test, and so not believed to be of biological origin.

A possible explanation of the intriguing results of the Viking analyses was found by the Wet Chemistry Laboratory on the Phoenix Mars Lander (**Figure 17**) that, in the summer of 2008, discovered up to 0,6% of Magnesium perchlorate - Mg (ClO₄)₂ in the North polar sands of Mars [24]. This salt is inert at low temperature, but at high temperature became a strong oxidant able to decompose all carbon compounds.

So, if we suppose that also the soil sampled by Viking were rich of perchlorates, the GCMS analysis, being performed at 500°C, possibly could results in a demolition of all organic molecules (biological or not) during the same analytical process. The assumption of the presence of perchlorates at the Viking landing sites might seem a little hasty, because perchlorate may form preferably at high latitudes [24], whereas the Viking 1 landing site was at equatorial latitudes, and the Viking 2 one at intermediate latitudes. However, we could not exclude this possibility, specially after the discovery of perchlorates inside the Gale Crater (Lat = 5,24° S), landing site of Curiosity [25] and the discovery of perchlorates also in some martian meteorites [26].

In the case of analyses performed at low temperature, perchlorates are totally inert and so a positive response, as observed by the Viking LR experiment, may really suggest the presence of organic substances.

3. Viking and perchlorates

A further support to a biological interpretation of the Viking LR experiment was given by R. Navarro-Gonzales [27]. In summary, a sample of a Mars-like soil of the driest core of the Atacama desert in Northern Chile (The Yungay Area), containing

very low organic concentration (32 ppm), was subjected to a thermal volatilization process. The released gases and volatiles have been then measured by a GCMS similar to the Viking ones. At 500°C a clear emission of organic substances such as benzene, toluene, formic acid was observed. But when the same soil was heated at 500°C after the addition of 1% of Mg perchlorate, the organic substances mentioned were no longer observed, whereas release of CO₂ and H₂O and, amazingly, also of CH₃Cl and CH₂Cl₂ was measured (**Figure 18**).

According to Navarro Gonzales [27] the release CH₃Cl and CH₂Cl₂ was ascribed to a reaction between perchlorate and organics. According to experiments on simulated Martian soil [28], the thermal action of perchlorate in the Vikings GCMS results should have substantiate by the detection of some chlorinated aromatics (such as chlorobenzene and chlorotoluene). Well, an accurate re-examination of the original, microfilm preserved, Viking GCMS data sets [29] found evidence for the presence of chlorobenzene in Viking Lander 2 (VL-2) data, at levels corresponding 0.08–1.0 ppb, in two sample heated to 350°C and 500°C. A surprising discovery that is also a demonstration of the presence of perchlorate in the Viking martian soil.

Unfortunately, the two Vikings were not able to search for perchlorates. But it is possible ‘to read’ the potential presence of these salts in some meaningful clues.

For example, the RXFS (X-Ray Fluorescence Spectrometer) on board the Viking lander was suitable to search for Cl (Chlorine) in martian soil, finding similar values: Viking 1 found 0,8% of Cl on the landing site of Cryse (22,7°N, 48,2° W) and Viking 2 found about 0,4% of Cl on the landing site of Utopia (48,3°N, 226°W) [30, 31]. Furthermore Pathfinder (1997) found up to 1% of Cl on Ares Valley (19,3°N, 33,6° W) [32], Spirit found about 0,5% of Cl inside the Gusev crater (14,6°N, 175,5°E) [33] and Opportunity found up to 1% of Cl on Meridiani Planum (1,9°S, 354,5°E) [34]. A more general investigation was made by the orbital spacecraft Odissey 2001, between June 2002 and April 2005. Its Gamma Ray Spectrometer (GRS), measured the equatorial and mid-latitude distribution of Cl at the near-surface of Mars, finding a not homogeneously concentration, with a mean value of 0.49 wt% Cl and variation up to a factor of 4 [35]. The kind of compound containing Cl should be investigated.

After the unexpected discovery of up to about 1% of Mg-perchlorate on the Martian polar soil (68.3°N, 127.0°W) performed by Phoenix Lander [24], with only

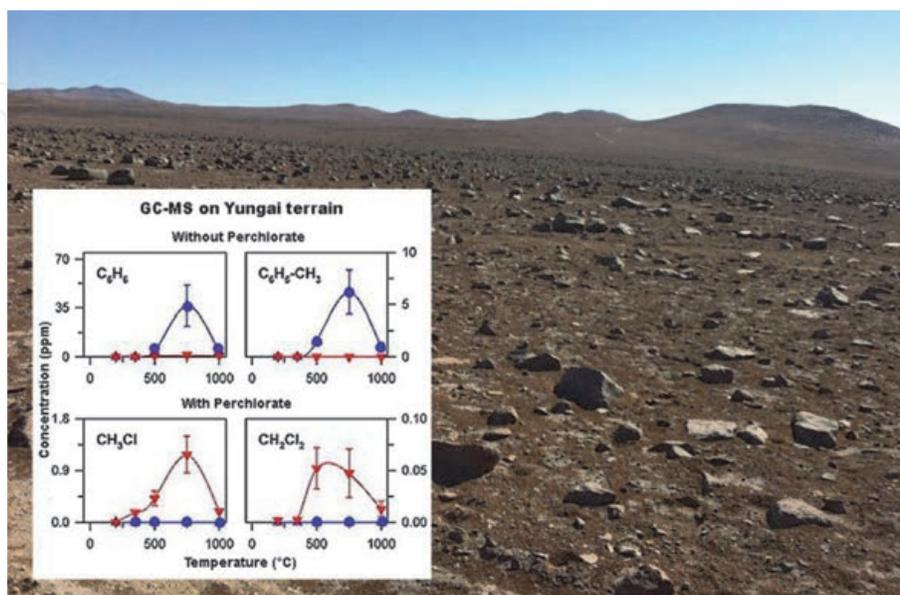


Figure 18.

The dry soil of the Yungay Area (Northern Atacama), if heated up to 500°C with the external addition of perchlorates, shows the same behaviour of the Martian soil: disappearance of organic signals and release of light chloro-hydrocarbons.

traces (0,02%) of other salt containing Cl, the quite abundant amount of Cl found by Vikings appears as a strong indication of the presence of perchlorates. The mechanism of Martian perchlorate production is still being debated. It has been suggested that production pathways for perchlorate on Mars are similar to Earth, primarily photochemically in the upper atmosphere via oxidation of chlorine by ozone [36]. But because of the low amount of Ozone in the Martian atmosphere, mechanisms involving surface components are probable [37]. For example, perchlorates may form from the radiolysis of surface component caused by galactic cosmic rays, causing a sublimation of chlorine oxide in atmosphere, where final oxidation to perchloric acid is performed by some sources of active Oxygen (i.e. O₃ and/or CO₂ photolysis) [38]. And in the presence of a suitable catalyst such as TiO₂ the strong Martian UV illumination could oxidize chloride ions to perchlorate also in aqueous solutions [39].

The permanence of perchlorates (very soluble in water) on the martian soil is made possible by the strong ambient dryness: Mars lacks rains able to dissolve perchlorates for millions of years.

The logical interpretation of the Navarro Gonzales [27] results on the Atacama soil starts from the well known decomposition of Mg(ClO₄)₂ at temperature > 400° C [40], with release of O₂ and Cl:



O₂ and Cl react with organics compounds, releasing, on one side, H₂O and CO₂, and, on the other side, the chlorine compounds observed by the Viking GCMS.

The results of Phoenix and Atacama analyses, suggested to reconsider methods for searching carbon molecules on Mars, taking in account the significant risk arising from the thermal methods.

4. Curiosity and SAM results

The first chance for to this new approach occurred with the Curiosity mission (NASA, Mars Science Laboratory Press Kit, 2012), a rover of 900 kg that landed successfully on August 6, 2012 inside the Martian Gale crater (5.4°S 137.8°E) at a lower latitude than Viking (Cryse at 22,7°N and Utopia at 48,3°N), an ancient lake, with a layered mountain 5,000 m high in the center (the Mount Sharp). The task of Curiosity was to reach the mountain and to climb on it, in order to disclose the geological past of Mars, starting from the farther past (lower stratification) (**Figure 19**). The most interesting soils were found right at the base of Mount Sharp, where Curiosity encountered a dangerous expanse of dark sand (Bagnold Dunes), a long ridge rich of hematite (Vera Rubin Ridge), a clay-bearing unit (Glen Torridon), followed by Sulfur-rich uneven ground.

On January 1, 2018 (sol 1992) near the southern edge of the Vera Rubin Ridge, the Mars Hand Lens Imager (MAHLI) camera on Curiosity movable arm, pointed out a cluster of millimetric dark, stick-shaped features whose origin is uncertain. One possibility is that they are erosion-resistant bits of dark material from mineral veins cutting through rocks in this area (**Figures 20 and 21**).

But the morphological analogy with terrestrial fossil traces of life-substrate interactions is impressive [41]. Some studies even highlight occurrence, on Martian sediments, of widespread structures like the famous microspherules discovered by the Rovers Spirit and Opportunity, often organized into some higher-order settings (**Figure 22**). Such structures also occur on terrestrial stromatolites in a great variety

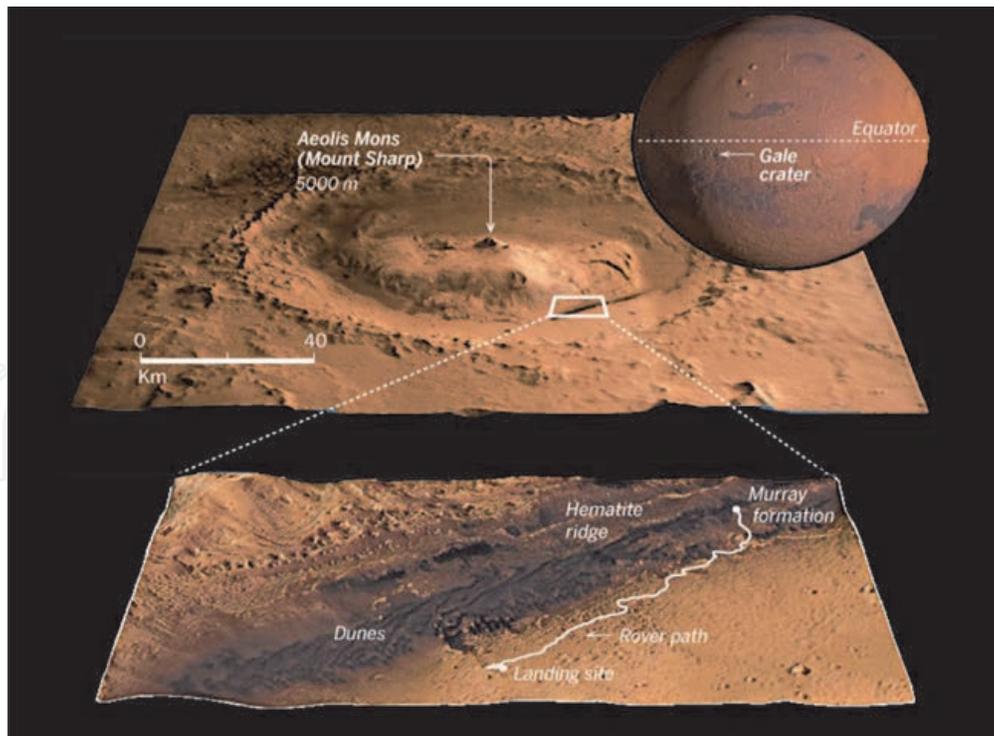


Figure 19.
The path of Curiosity inside the Gale crater, to reach the base of Mount Sharp.



Figure 20.
December 13, 2017 (sol 1903): Curiosity near the Vera Rubin Ridge, a formation very rich of hematite.

of microscopic structures, such as voids, gas domes and layer deformations of microbial mats [42].

SAM (Sample Analysis at Mars) is a suite of instruments aimed at analyzing of soil samples on board of Curiosity (**Figure 23**).

It includes an improved and more sensitive (up to 100 times) version of the Viking GC MS [43] and a laser infrared spectrometer (TLS) [44] able to analyse any gaseous substance from both Martian atmosphere and GC-MS, with a sensitivity of 1 ppb (part per billion). The SAM works by accepting drilled or scooped Martian grit into a tiny cup made of quartz, that can be cooked in an oven up to 1100°C. Tiny puffs of helium gas move the gases from the sample cup into a MS (Mass Spectrometer), that sift through the resulting fumes for molecular signatures, directly (EGA, Evolved Gas Analysis) or after a previous separation inside one of 6 column GC (Gas Chromatographic) (**Figure 24**). There are 74 cups in a carousel: 59

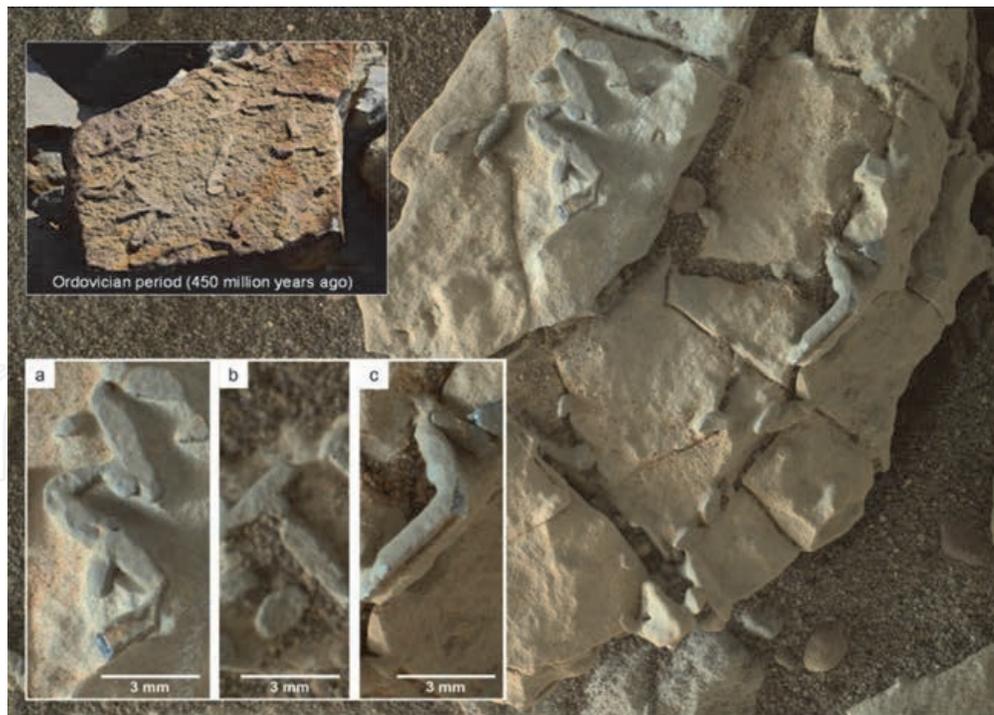


Figure 21.
 January 1, 2018 (sol 1992): these enigmatic dark, stick-shaped features taken from the MAHALI camera on board of Curiosity look alike terrestrial fossils of the Ordovician period.

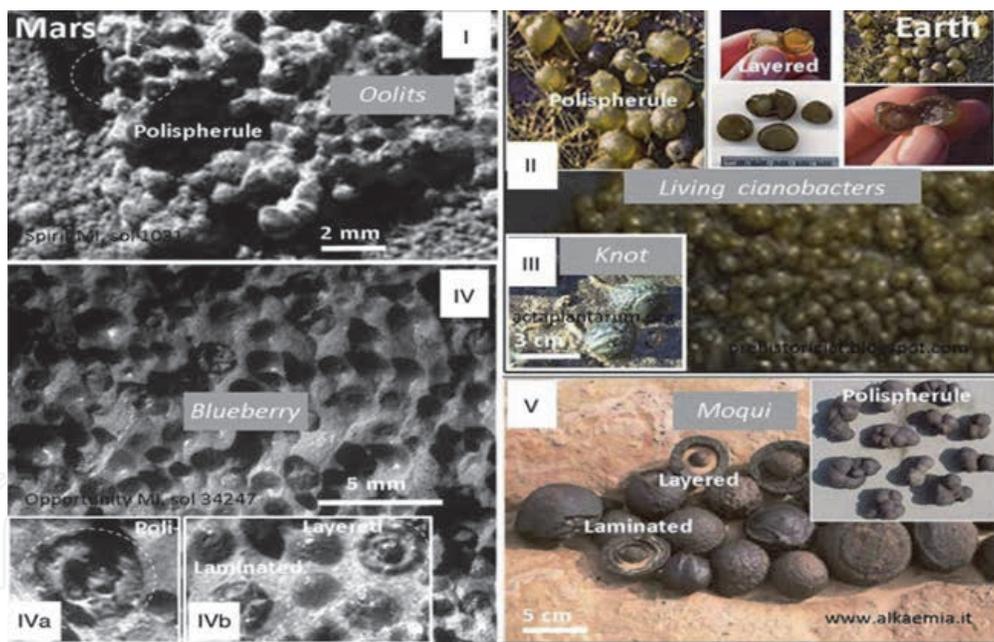


Figure 22.
 Examples of mesostructural parallels with occurrence of spherical bodies having similar shape and structure. On Mars, 'blueberries' could assume polycentric polispherules or concentric structures. Such parallels occur also for living colony of cyanobacteria (frame II), as polispherule and concentric structures and for stromatolites (the knot structure in the frame III).

are quartz tubes slated for “dry” chemistry, 9 are solvent cups, sealed with foil, contain solvents for ‘wet’ chemistry to tease out organic molecules, like amino acids and degraded fatty acids, that would otherwise resist vaporization; the last 6 are calibration cups (**Figure 25**).

Among other capacities, the TLS [44], detecting the IR absorption band of CH₄ at 3,27 micron, was aimed at confirming the existence and the seasonal cycle of methane discovered by terrestrial telescopes [45] and possibly confirmed by PFS

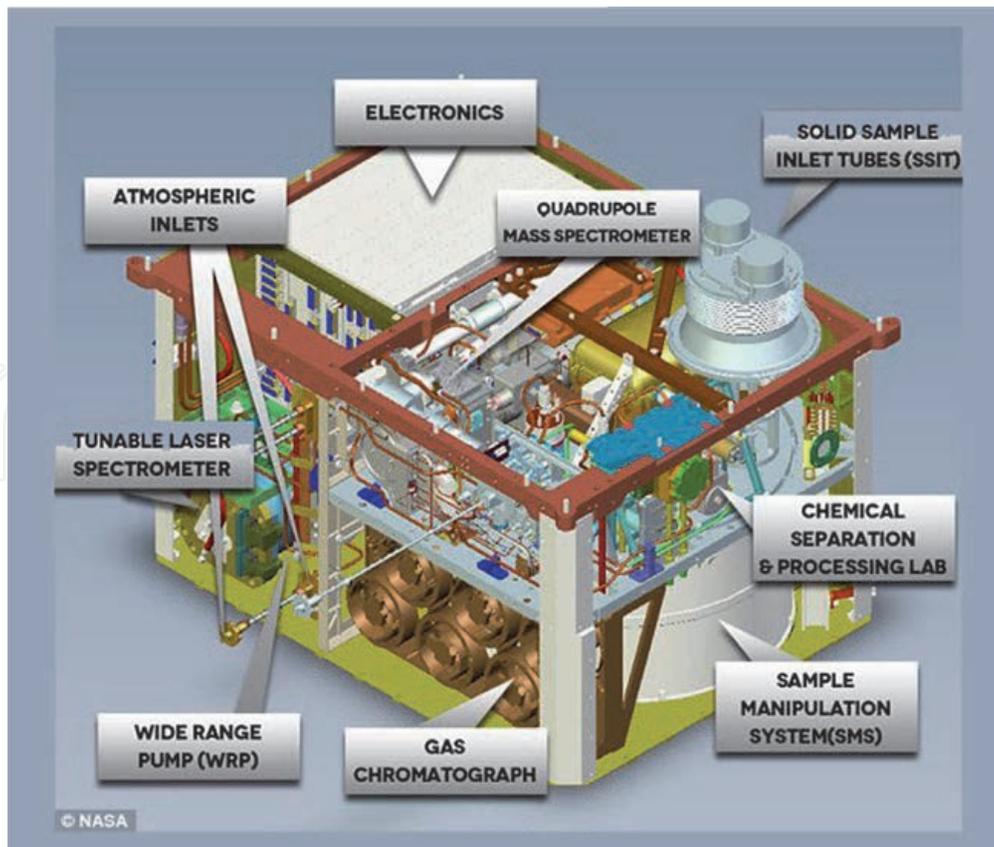


Figure 23.
The suite of instruments of SAM (Sample Analysis at Mars) laboratory on board of Curiosity.

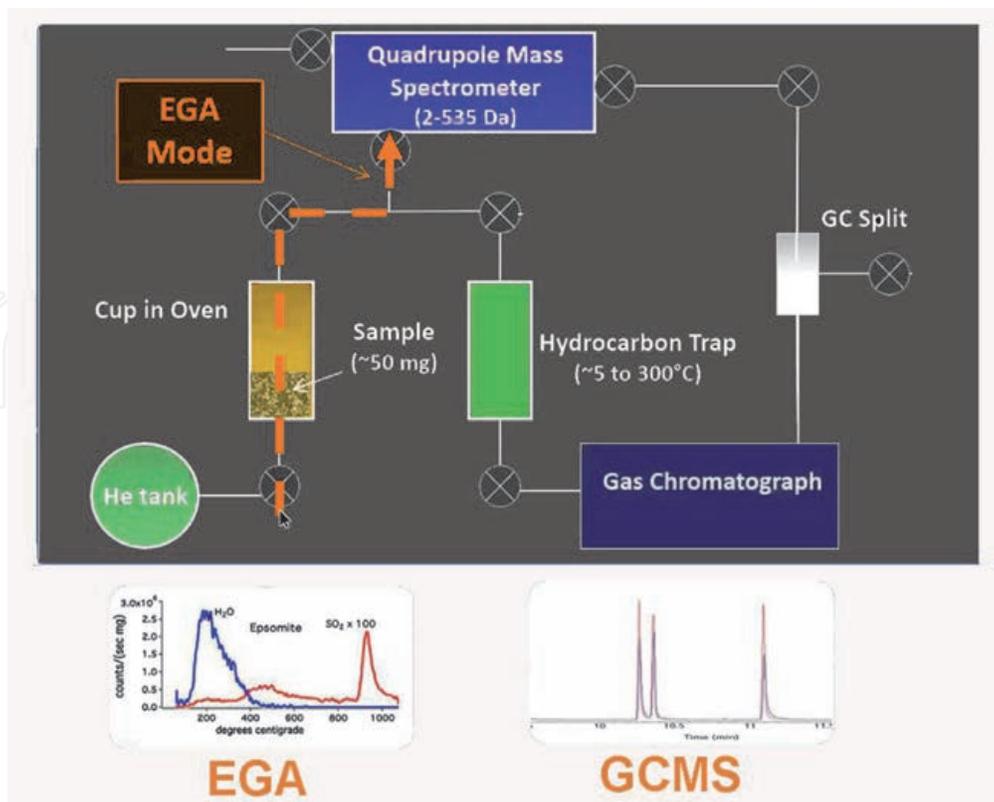


Figure 24.
Inside the SAM lab., gases released by a sample of Martian soil heated up to 1000°C can be sent to a Mass Spectrometer (MS) directly (EGA-MS, Evolved Gas Analysis) or passing before though Gas-chromatographic column (GCMS).

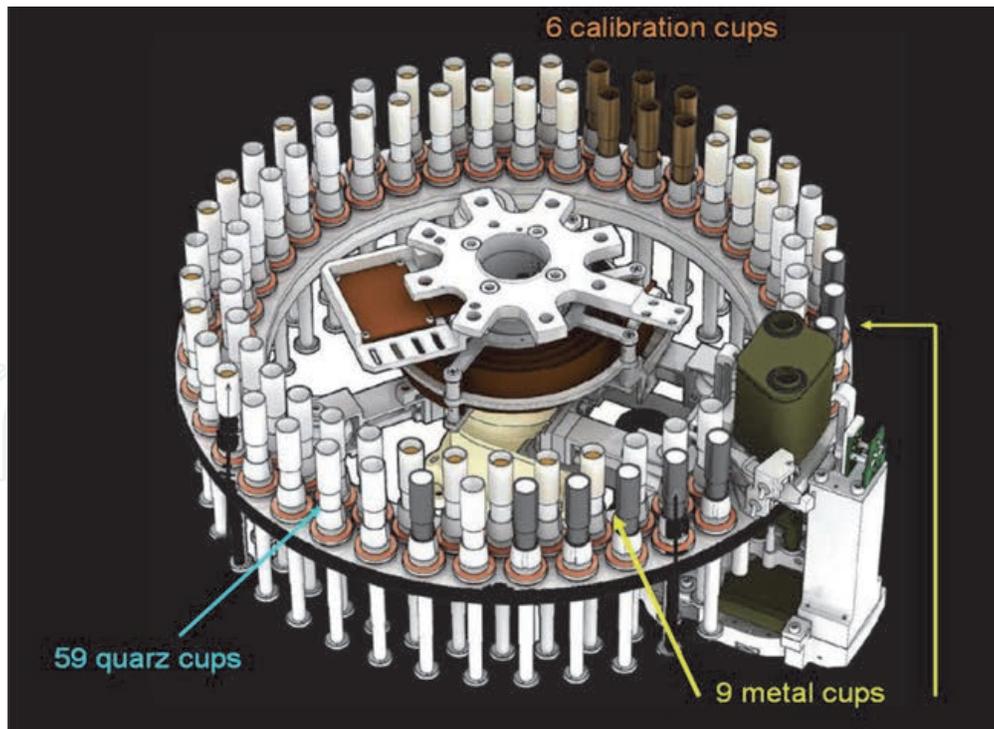


Figure 25.
 The Carousel of SAM, called the SMS (Sample Manipulation System). It contains 74 cups, dedicated to receiving solid samples collected by the Curiosity rover. The 74 sample cups are separated into three categories: 59 solid sample quartz cups, 9 foil topped metal cups for wet chemistry experiments (7 with MTBSTFA, 2 with TMAH), and 6 foil topped cups of reference samples.

spectrometer on board of Mars Express [46]. The task of TLS was to continue the search for methane in order to establish its source (geological or biological).

Really, TLS detected methane many times over the course of the mission, though with a very strange behaviour. Background levels of the gas seem to rise and fall seasonally (0,24–0,65 ppbv, parts per billion units by volume) [47] (Figure 26).

The highest methane levels do appear just after the warmest time of the year, suggesting that heat spreading downward allows more of the gas to be released.

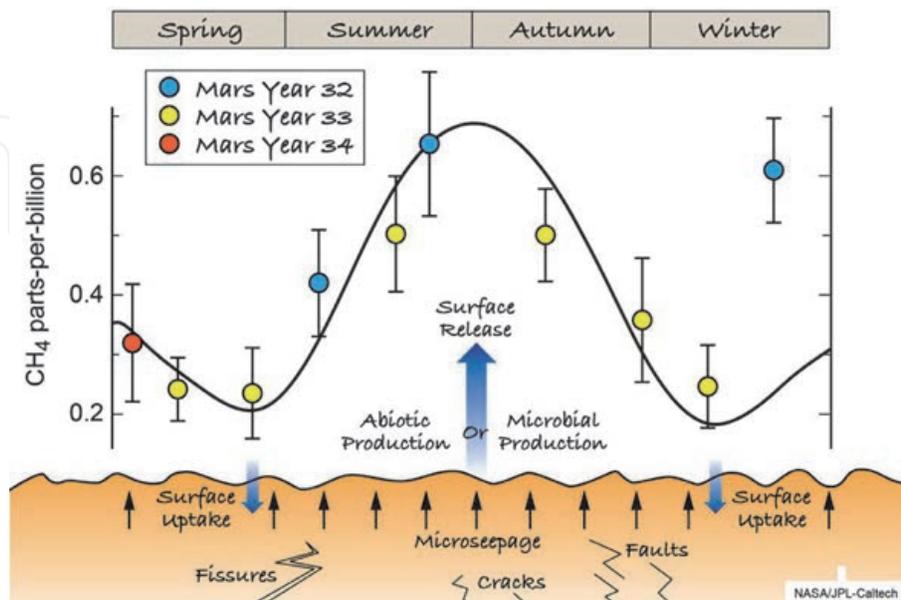


Figure 26.
 Seasonal variations of Martian methane, detected by the SAM-TLS spectrometer, during 55 months (about three Mars years from March 17 2014 to March 21, 2017). Potential methane sources include methanogenesis by microbes, ultraviolet degradation of organics, or water-rock chemistry. The methane could be later destroyed by atmospheric photochemistry or surface reactions, as examples. Seasons refer to the northern hemisphere.

Finding methane in Mars's atmosphere is intriguing because chemical reactions should destroy the gas after about 300 years. So its presence today suggests that something on the planet is still sending the gas into the atmosphere. The source could be geological, such as reactions between certain types of rock and water (basaltic serpentinization) or could be linked to ancient methane trapped in clathrate hydrates; more intriguingly, the warmest season could 'awaken' buried microbes or other forms of life, taking in account that most of the methane in Earth's atmosphere comes from living processes. But a recent statistical analysis [48] casts doubt on the hypothesis of "seasonal variability" in Mars' surface methane, finding that it is unsupported by the Curiosity TLS data. This is because the data are too sparse over too limited timespan, to favor a seasonally cyclic explanation of the data over alternative hypotheses of stochastic variation or variation with other periods.

TLS detected also episodically increases ('spike') of Martian methane [49]: for example on June 16, 2013 and on early January 2014 readings averaged ten times the background level (6–8 ppbv). The largest concentration of methane detected in situ by the Curiosity reached a spike to 21 ppbv, on June 20, 2019, dropping quickly over a few days (**Figure 27**).

The PFS spectrometer of Mars Express found a possible geological origin of this unusual pattern [50]. Indeed, in a re-examination of archive data, PFS, on June 16, 2013, observed an elevated spot level (15.5 ± 2.5 ppbv) of methane, from a nearby area called Medusae Fossae, located about 500 km east of Gale crater. The Mars Express observation was made 20 hours before the methane spike of 5.78 ± 2.27 ppbv reported by TLS-SAM. Being Medusae Fossae a fractured and likely volcanic in origin, it is possible that a therein geological emission of methane has been carried by the prevailing winds towards the Gale crater (**Figure 28**).

Highly sensitive measurements of the atmosphere of Mars performed by the ESA-Roscosmos ExoMars TGO (Trace Gas Orbiter) from April to August 2018 made the problem of Martian methane even more enigmatic [51]. No trace of methane was indeed found by two instrument suites onboard TGO designed to perform such measurements: ACS (the Atmospheric Chemistry Suite) and NOMAD (Nadir and Occultation for Mars Discovery) that cover the $3.3 \mu\text{m}$ spectral range,

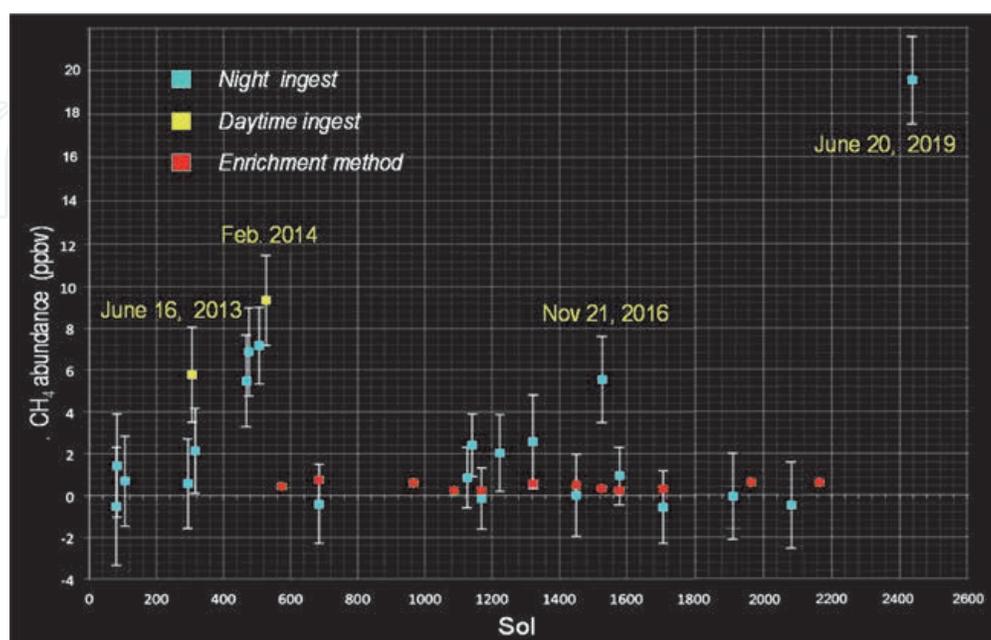


Figure 27.

TLS-SAM methane measurements at Gale crater over an ~ 4.5 Earth years (~ 56 months) period (from 26 October 2012 to 27 May 2017), taken during the rover's journey of 16.5 km over highly varied terrain.

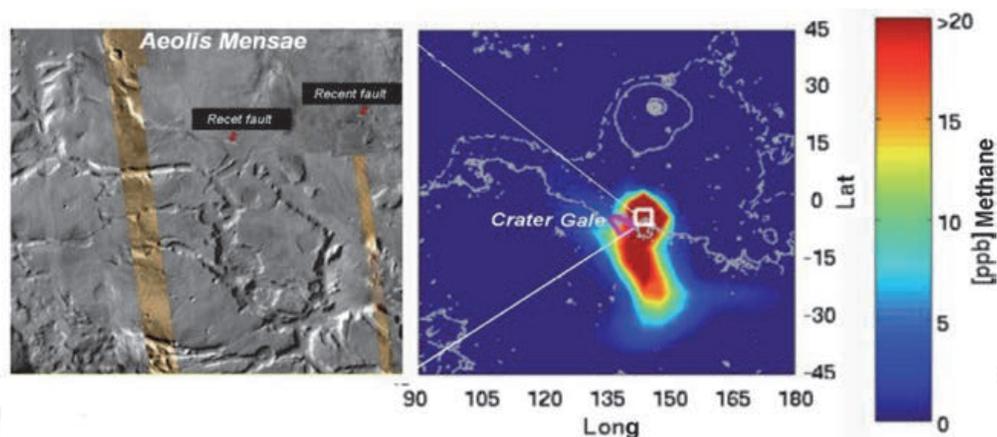


Figure 28.
 On June 13, 2013, the PFS spectrometer on board of Mars Express observed a methane emission over the fractured terrain of Medusae Fossae, some hours before a spike of methane detected inside the Gale crater by the TLS-SAM instrument. Geological methane carried towards the Gale crater by the prevailing winds?

which includes the strongest fundamental absorption bands for hydrocarbons such as CH₄, in particular the ν₃ asymmetric stretching band on which all the previous detections were made.

Until the end of 2020 the SAM-GCMS made more than twenty complete analyses on Gale crater soil (**Figure 29**).

Inside the Gale crater Curiosity discovered for the first time, Martian organic molecules, just after a few attempts (Rocknest, John Klein, Cumberland at Yellowknife Bay, not far from the landing site) (**Figure 30**).

Yellowknife Bay mudstone is thought to contain sediments transported by fluvial and deltaic processes from the crater rim area to the north.

Between sol 56 and 100 (October 2 to November 16, 2012) Curiosity reached the sandy terrain of Rocknest, located about 550 meters away the landing site. The APXS instrument (Alpha Particle-X rays spectrometer) [52] detected on Rocknest a little amount of S and Cl [53]. The sandy texture of the soil was suitable to be easily transferred inside the SAM. Under the heating of the sample up to 800°C, many kinds of gaseous substances were released [54]. The release of molecular Oxygen (O₂) at 300–400°C (**Figure 31**) was very important: together with the presence of

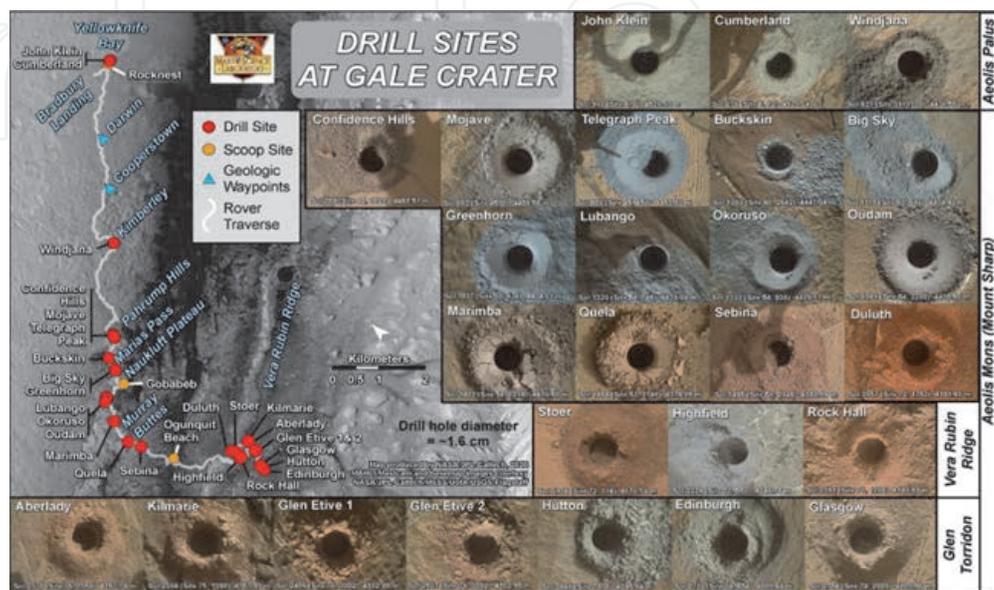


Figure 29.
 A summary of all drill sites made by Curiosity at Gale Crater up the end of 2020.



Figure 30.

December 24, 2012 (sol 137): this mosaic of images from Curiosity-Mastcam shows the rocks of Yellowknife Bay formation, that record superimposed ancient lake and stream deposits that offered past environmental conditions favorable for microbial life. Rocks here were exposed about 70 million years ago by removal of overlying layers due to erosion by the wind. Yellowknife Bay mudstone is thought to contain sediments transported by fluvial and deltaic processes from the crater rim area to the north.

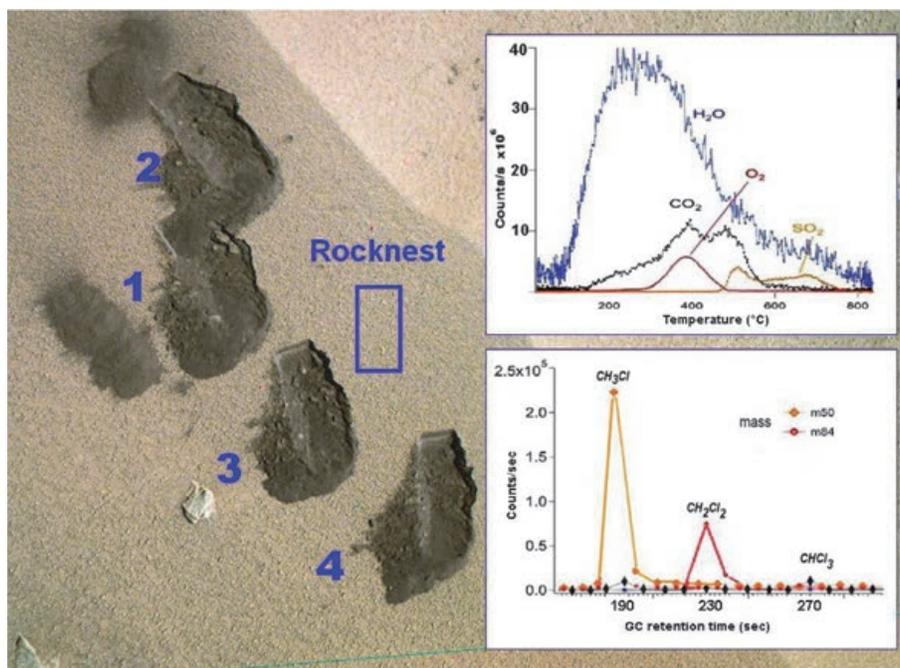


Figure 31.

November 2012 (sol 93–117): results from analysis of Rocknest Aeolian deposit by SAM-Curiosity. On top the EGA evolved gases, on bottom some CGMS light chloro-derivatives.

Cl, this emission is a suggestion of $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$ (Calcium perchlorate), a salt that decomposes under heat just to this temperature.

Laboratory-based TGA (Thermal Gravimetric Analysis, performed by the Author with a Perkin-Elmer TGA 7 instrument) on synthetic perchlorates shows clearly that the Calcium perchlorate starts to release molecular oxygen at 350°C, leaving a main residue of Calcium chloride (CaCl_2) (Figure 32). Therefore, after the discovery of perchlorate at high latitude by Phoenix, SAM demonstrated an occurrence of perchlorate also at equatorial latitude: so its occurrence also at mid-latitude (i.e. Viking landing sites) comes out strengthened.

Actually, between 200 and 500°C, the soil of Rocknest released water and two peaks of CO_2 (i.e. two releases at two different temperatures). The origin of this water and Carbon dioxide is doubtful. Being released at more than 200°C, the water cannot be free, but bound to soil minerals as water of crystallization. In addition, a lab simulation shows that the two peaks of CO_2 could arise from the thermal decomposition of Mg and Fe carbonate [54].

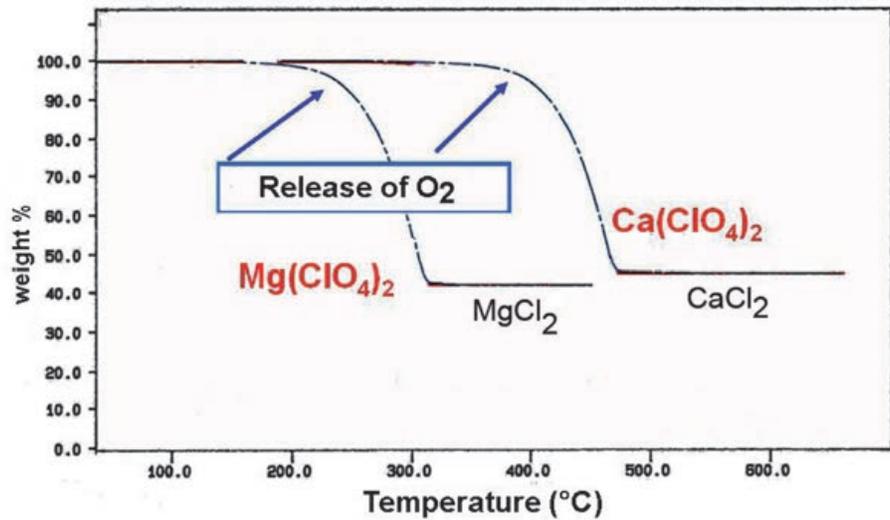


Figure 32. Thermal decomposition of perchlorates measured by the Author on a TGA (Thermal Gravimetric Analysis) instrument. Each perchlorate shows a specific temperature of decomposition with release of Oxygen.

But alternative hypotheses could have been given. The water and carbon dioxide seen by SAM could be breakdown products of organic substances under the action of perchlorates. This claim results from another discovery of GCMS on board SAM: the detection of simple chlorinated molecules, such as CH_3Cl and minor amount of CH_2Cl_2 and CHCl_3 [25]. At the end of February 2013 the SAM made a second series of analyses on a powdered sample of a sedimentary terrain named John Klein (**Figure 33**), located about 50 meters away from Rocknest, confirming results of first analysis, i.e. emission of CO_2 and H_2O , of O_2 over 250°C (probably generated by perchlorates dissociation), and release of $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{CH}_3\text{Cl}_2$ [55].

Therefore, the SAM and Viking GCMS results look strikingly similar, in the sense that a sufficient amount of perchlorates could mask occurrence of organics.

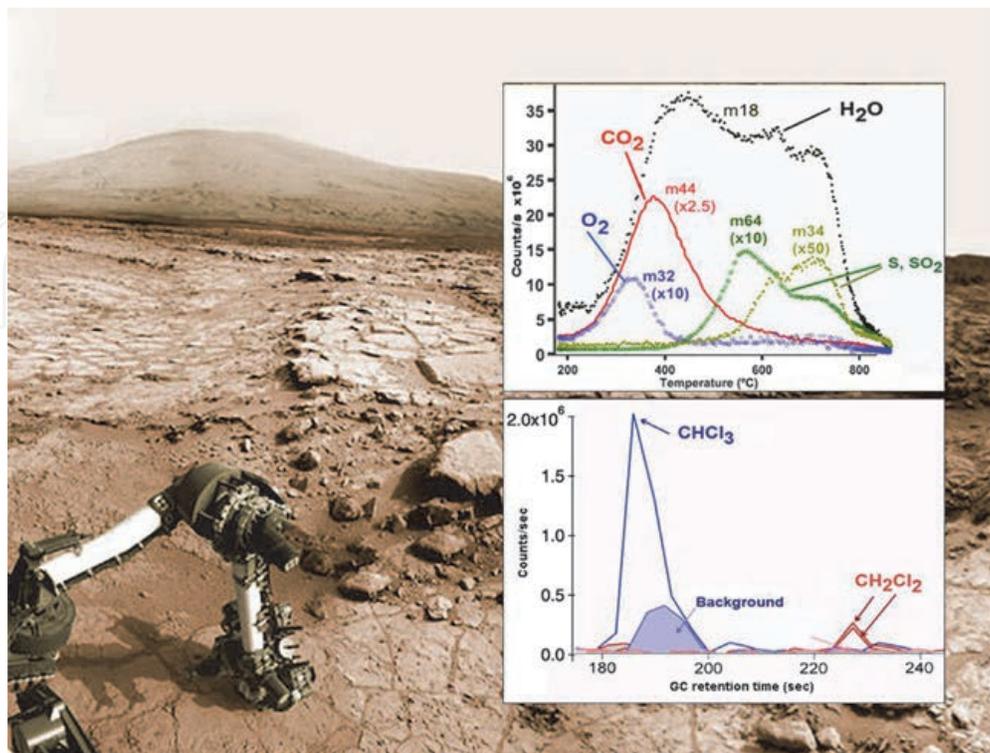


Figure 33. February 2013: results by SAM-Curiosity from a powdered material drilled into the John Klein sedimentary rock. On top the EGA evolved gases, on bottom some CGMS light chloro-derivatives.

After many months of stop due to a serious pollution problem (see later), the SAM team started again its analytical work, on a soil sample of the site of Cumberland that was taken an year before, on May 2013 not far from John Klein. The SAM results were crucial [56]: aside from the usual light Chloro-derivatives, many chlorinated aromatics were detected [57] suggesting that they could be derived from organic molecules present in the mudstone (from bacteria or from a meteoric extract): between them also an abundant release (about 250 ppb) of Chloro-benzene was detected (**Figure 34**), so reaching for an other resemblance to the Viking results, in which Chloro-benzene (as mentioned before) was found after a recent accurate re-examination of the original GCMS data [29].

One of the most extraordinary SAM discovery was made at Pahrump Hills (at the base of ~3.5-billion-year-old Murray mudstone), located at the lowermost portion of the Sharp Mons (Gale Crater central mound), about 6–7 km southwest of Yellowknife Bay. This ~3.5-billion-year-old Gale lake environment is expected to have been ideal settings for concentrating and preserving organic matter [58]. Two samples were drilled: Confidence Hills on sol 759 (24 Sep 2014), and Mojave on sol 882 (29 Jan 2015) (**Figure 35**). Confidence Hills soil was rich of hematite, Mojave soil was rich of jarosite, evidence of ancient passage of water. Because ultraviolet radiation and oxidizing compounds in the Martian soil would destroy any compounds exposed at the surface, Curiosity's scientists used a robotic drill to penetrate several centimetres into the mudstone.

To unlock organic molecules from the samples, the oven baked them to temperatures of between 600°C and 860°C and fed the resulting fumes to the Mass Spectrometer, which identified a welter of closely related organic signals reflecting dozens or hundreds of types of small carbon molecules, such as aromatic rings and short aliphatic chains [59]. Abundant sulfur-bearing carbon rings called thiophenes, were also detected and identified in the GC (**Figure 36**).

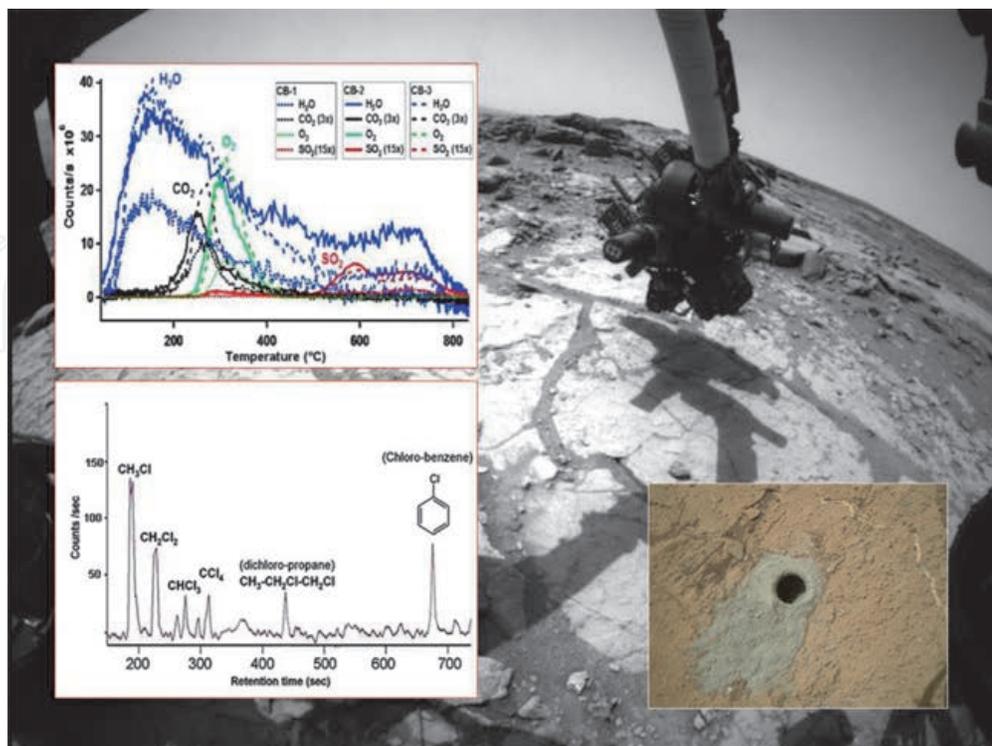


Figure 34. December 2014: results by SAM-Curiosity from a powdered material drilled into the Cumberland sedimentary rock. Very important (bottom), between the GCMS evolved chloro-derivatives, the presence of chloro-benzene, a byproduct certainly of Martian origin.

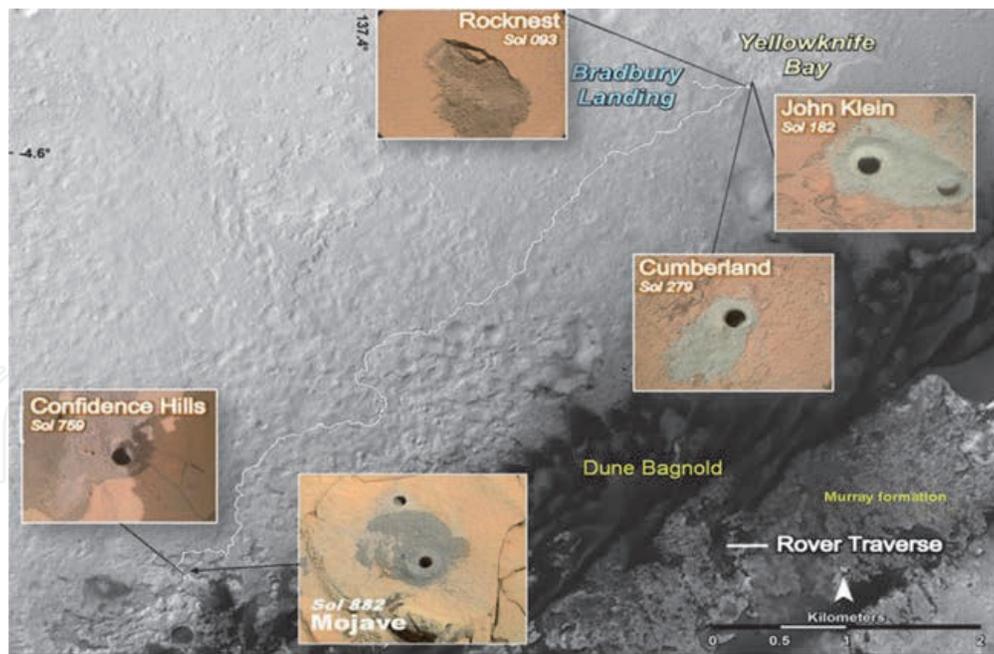


Figure 35. Confidence Hills and Mojave drill sites, at Pahrump Hills location, were SAM made the main discovery of possible keragenic material.

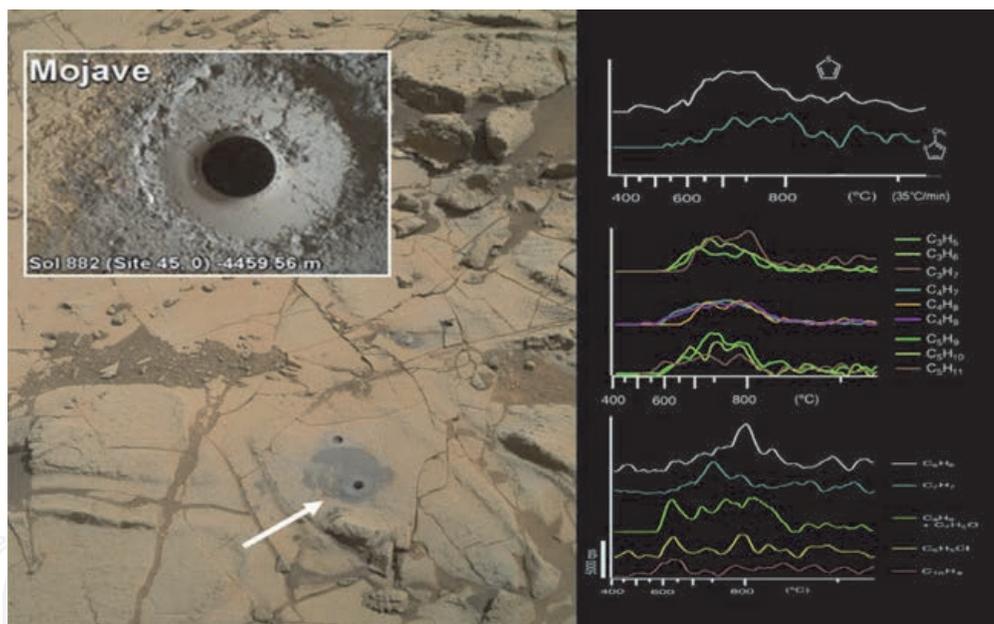


Figure 36. SAM-EGA evolved gases from Mojave drilled material: sulfur-bearing carbon rings, short aliphatic chains and aromatic rings are typical decomposition products of keragenic material.

The mass patterns looked like those generated on Earth by kerogen (aromatic rings, short aliphatic chains, sulphur containing molecules), a goopy high molecular material that is formed when geologic forces compress, during million of years, the ancient remains of algae and similar critters. Kerogen is sometimes found with sulfur, which helps preserve it across billions of years; the Curiosity scientists think the sulfur compounds in their samples also explain the longevity of the Mars compounds. At the moment, it is impossible to say whether ancient life explains the Martian organics. The signal, being found at the base of a lake 3,5 billion years old, when Mars environment was warm and wet, could be a potential catchment for the presence on Mars of archea bacteria in primordial epoch, possibly still present today

where there are sources of liquid water over the surface (superficial melting of ices rich in salts) [60] or below the surface (sub-glacial lakes identified by radar techniques) [61]. However, we must not forget that Carbon-rich meteorites and comets contain kerogenic like compounds, and constantly rain down on Mars ...

It's disappointing that we can't figure out where the carbon-rich large molecules came from. But digging a little deeper could find better-preserved molecules in Mars rocks, to determine whether these molecules came from space, from igneous rocks, from hydrothermal activity, or – the most exciting possibility – ancient Mars life. Europe's ExoMars rover, due for launch in 2022, will drill deeper than Curiosity, to soil depths better protected from radiation. But probably, detection of past life may ultimately take the precision analysis of labs on Earth, bringing samples back. Fortunately, NASA Perseverance rover, that was successful in landing inside the Jezero crater on February 18, 2021 (**Figures 37** and **38**), is set to collect some 30 rock cores for return to Earth in subsequent missions.

SAM is able to give a further useful help to determine the nature and origin of the kerogenic materials discovered on Mars, by the so called 'wet chemistry' experiments.

In summary, if organic molecules cannot enter the GCMS because a low volatility or breaking down under heating, they can be "derivatized" before they're heated – meaning that they react with some chemicals in order to become more volatile – so that they can be analyzed at a lower temperature. This derivatization process uses special chemical reagents dissolved in suitable solvents, so this experiment is called "wet chemistry". As yet mentioned, SAM only has nine Inconel steel cups containing these derivatizing agents: 7 containing a derivatization-silanizing

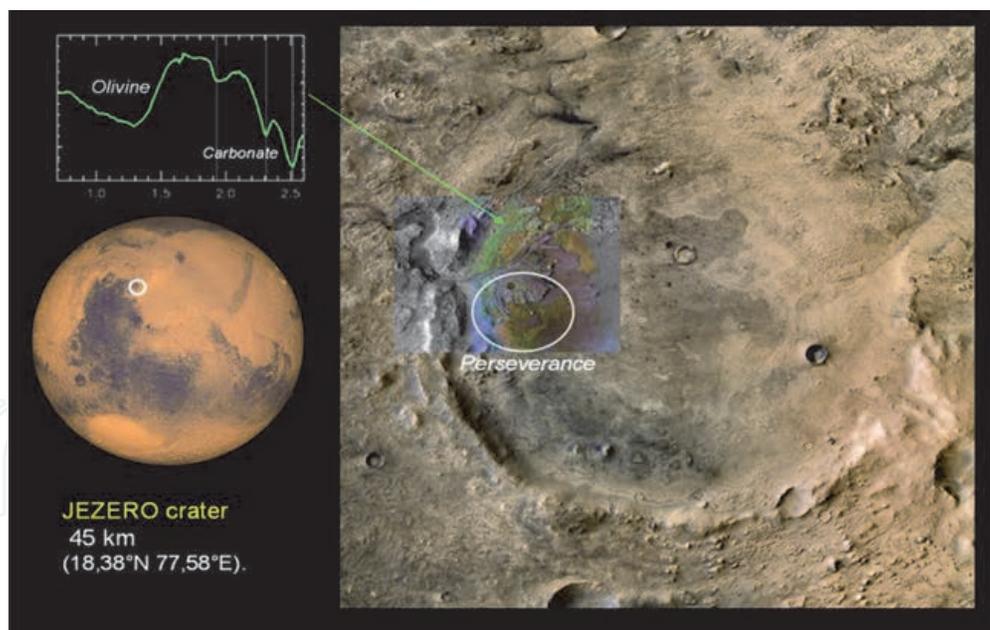


Figure 37.

The Jezero crater, an ancient lake where the rover Perseverance landed on February 18, 2021.



Figure 38.

February 21, 2021: Perseverance sees Jezero crater rim in 360° Mars panorama.

Derivatizers used by SAM

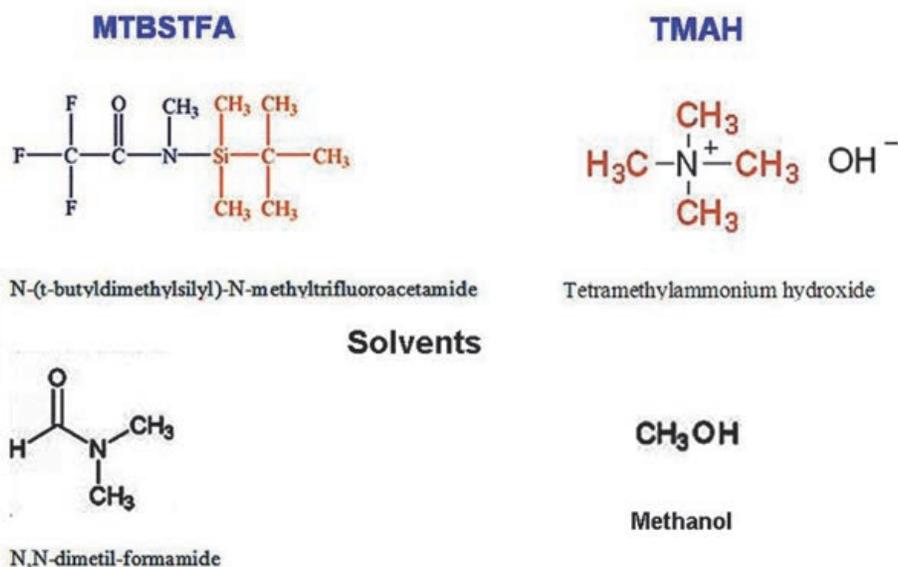


Figure 39.
The two derivatizing reagents for 'wet chemistry' on board of SAM-Curiosity.

compound named MTBSTFA (N-tert-butyltrimethylsilyl- N-methyltrifluoroacetamide), 2 containing a thermochemolysis compound named TMAH (tetramethylammonium hydroxide) (**Figure 39**).

MTBSTFA is an organic compound containing Fluorine and Silicon, able to instantly replace active hydrogens on OH and NH₂ (carboxylic acid, amine, amino-acid) with a N-tert-butyltrimethylsilyl group (**Figure 40**): this non-polar moiety increases the volatility of the original compound by removing its polar nature, resulting in a much lower temperature needed for a GCMS analysis [62]. Due to the limited number of cups for 'wet chemistry', these kinds of experiments were obviously saved for only the most interesting rock samples. But an incredible accident caused the first wet chemistry trial to be postponed for six years. During the

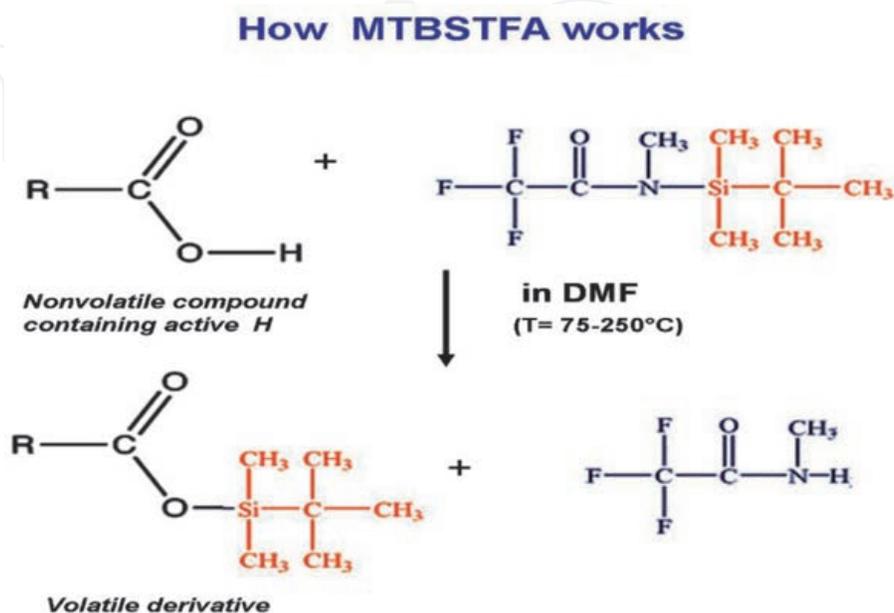


Figure 40.
The MTBSTFA chemical mechanism of derivatization, called silanization.

examination of the results the SAM obtained on Rocknest and on John Klein, the SAM team discovered that a vial of MTBSTFA was broken, so polluting all the analytical system.

The problem was that MTBSTFA, being itself an organic compound, reacts under heat with perchlorates, giving the same kind of light chloro-derivatives (CH_3Cl and CH_2Cl_2) found by the SAM on the Martian samples! From here a dreadful doubt that the origin of the ‘positive’ results obtained so far by the SAM could be ‘terrestrial’ and not Martian [25]. More than a year was needed to clean the system, during which a sample from Cumberland remained stored inside SAM, waiting the right moment to be analyzed. The sample remained 1280 sols (!) in contact with MTBSTFA vapors, a situation that also provided an opportunity [63]: baking the sample up to $\sim 900^\circ\text{C}$ to verify if some reaction between MTBSTFA and Martian soil had happened. This so called ‘opportunistic derivatization’ was a success, because the GC–MS detected interesting compound such as Chlorobenzene, Thiophene, light Chloro-derivatives and many other unknown compounds (Figure 41).

Lab tests demonstrated that Chloro-benzene, an organic compound containing 6 Carbon atoms, could not be formed from the heating of MTBSTFA in presence of perchlorates [64] but only when various types of Martian organic materials are pyrolyzed (i.e. heated at high temperature) in presence of Chlorine source.

The first ‘complete’ wet chemistry experiment was made on December 19, 2017. The target was a Ogunquit Beach (OB) sand sample from the Bagnold dune field, chosen being easy to manipulate after months of trouble due recurrent problems with the drill feed mechanism (Figure 42).

About 45 mg of the Ogunquit Beach sand were added to one of the MTBSTFA cups and the mixture was heated up to 900°C . Reactions clearly occurred and produced derivatized compounds. GCMS results showed the detection of derivatized benzoic acid as well as excess, unreacted MTBSTFA. However, no amino acids or fatty acids were detected [65].

During the following months engineers found a way to fix the drill problem. So the next step was to perform wet chemistry experiments on drilled clay deeper samples, as these phyllosilicate-rich minerals are known to preserve organic matter exceptionally well. A unusual Mn- and P-rich clay-bearing unit named Glen Torridon (GT) (Figure 43) was discovered in the foothills of Mount Sharp by CRISM spectrometer aboard the Mars Reconnaissance Orbiter (strong absorptions at 2.24 and 2.29 μm . EGA analyses in many locations inside Glen Torridon showed emission of free and strongly linked water and, surprisingly, absence of emission of

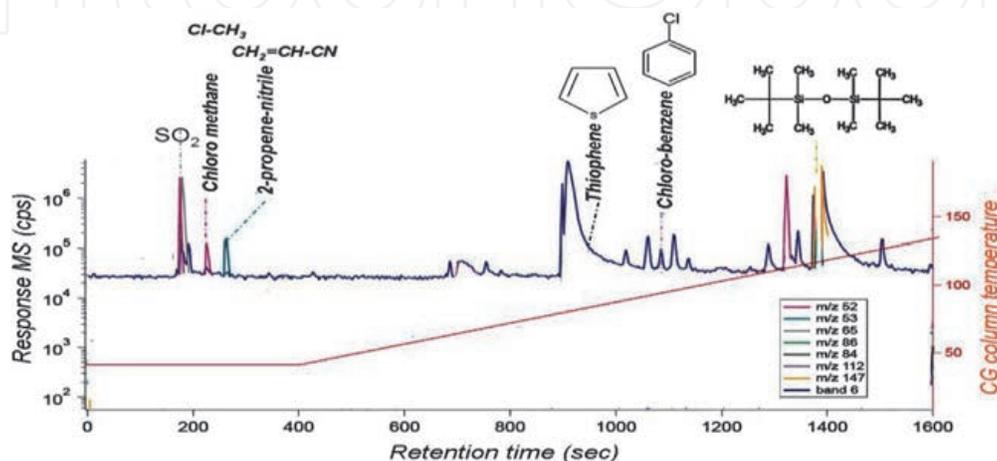


Figure 41.

The GCMS result of the so called ‘opportunistic derivatization’, performed on Cumberland material, that stayed in touch for months with MTBSTFA vapors accidentally leaked from a broken cup.



Figure 42.
Ogunquit Beach where SAM performed the first complete derivatization with MTBSTFA.

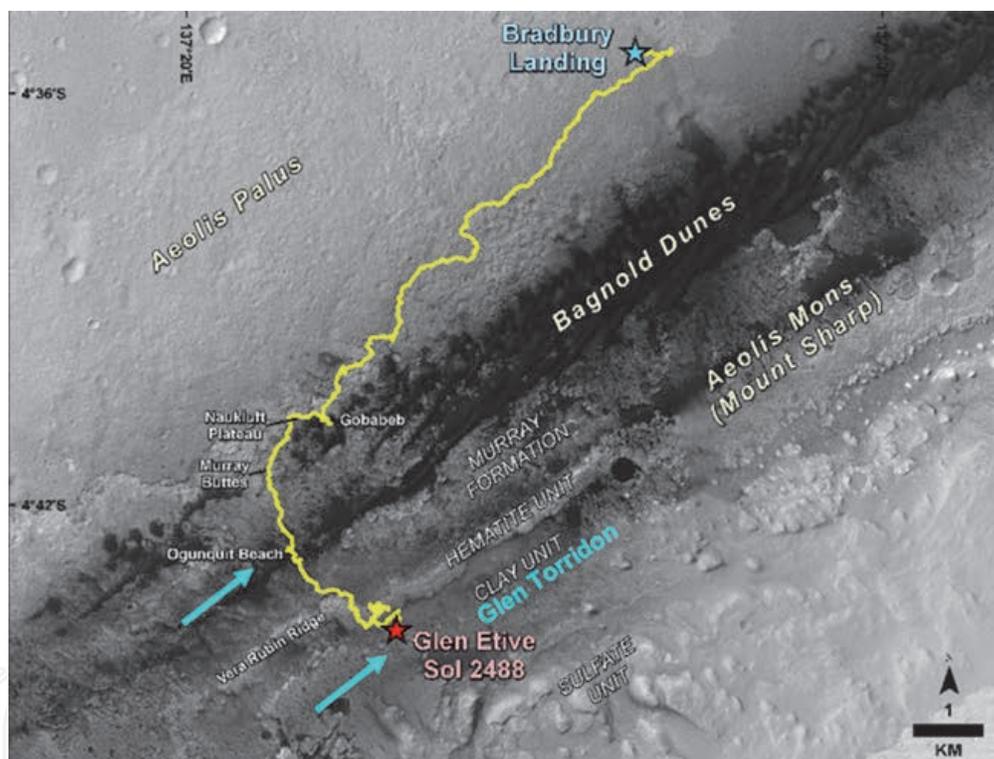


Figure 43.
The clay-bearing unit named Glen Torridon where SAM performed also the first derivatization with TMAH (called thermochemolysis).

O₂ from perchlorates [66]: a promising situation in order to search for organic compounds. SAM activities in Glen Torridon included an EGA/GCMS analysis, a new MTBSTFA derivatization experiment, followed by the first TMAH experiment. On Sept. 24, 2019 (sol 2536) the rover placed in the SAM the powdered drilled sample from GT- Glen Etive 2 site (**Figure 44**).

EGA/GCMS detected an abundance of S-bearing organic compounds, including aliphatic and aromatic compounds: dimethylsulfide, thiophene, and likely ethanethiol and dithiapentane. EGA also indicated results within the medium to high molecular weight ranges of masses, suggesting the presence of a complex mixture of compounds.

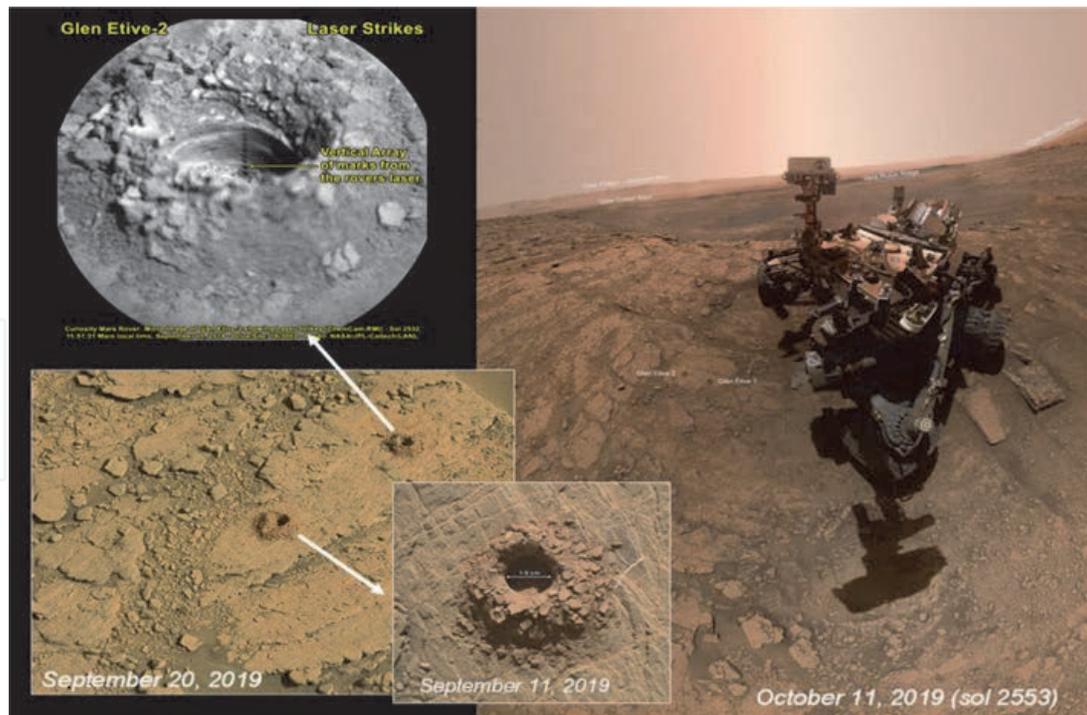


Figure 44. The Glen-Etive-2 site (Glen Torridon clay unit) where SAM-EGA discovered high molecular weight carbon molecules, possibly resulting from the breakdown of keragenic material.

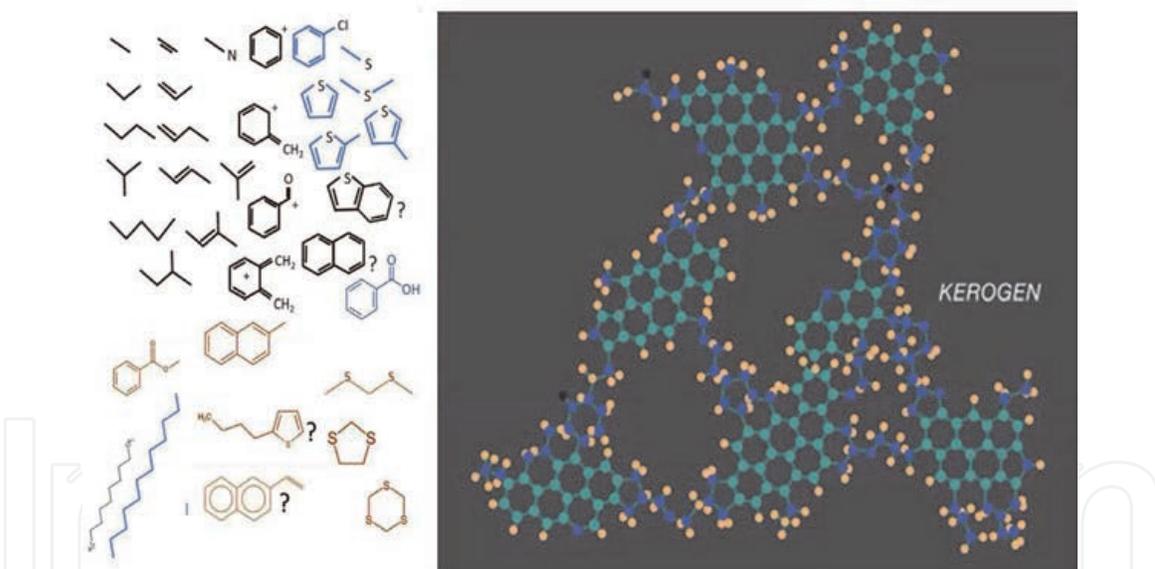


Figure 45. SAM EGA + CGMS have revealed a range of organic fragments detected above 500°C, indicating the presence of recalcitrant organic matter (e.g. macromolecules). Compounds in blue were only detected via GCMS. Compound in yellow are from Glen Torridon.

The diversity of aromatics seems consistent with recalcitrant organic materials such as kerogenic-type macromolecules (remembering what was found at Cumberland and Mojeve five years before) (Figure 45).

MTBSTFA experiment showed the highest abundance of sulfur-bearing organics ever measured by the SAM instrument and a wide range of aromatic organic molecules including methylated polycyclic aromatic hydrocarbons (methyl-naphthalene), a potential methylated ester carboxylic acid (benzoic acid) and Benzothiophene, all detected for the first time on Mars. However, no amino acids or fatty acids have been identified [67].

How TMAH works

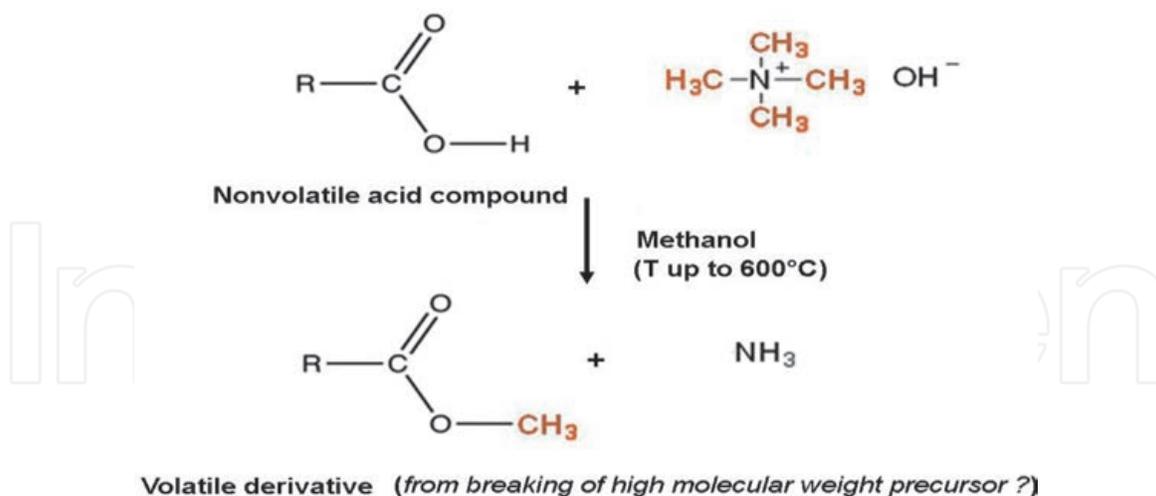


Figure 46.
 The TMAH chemical mechanism of derivatization, called thermochemolysis.

The possible discovery of high molecular molecules, was the long awaited reason for the first in situ TMAH wet chemistry experiment (**Figure 46**), the so called thermochemolysis, performed by heating a sample of Martian soil in contact with one of the two cups onboard of SAM, containing tetramethylammonium hydroxide (TMAH), dissolved in Methanol [68].

This strongly alkaline reagent causes hydrolysis and methylation of -OH, -O-, -NH, and -SH groups bonds and, upon heating, thermal bond breakage (of big molecules) also enuses. Volatile products of thermochemolysis were directly analyzed by the mass spectrometer (EGA) or trapped and analyzed with gas chromatography mass spectrometry (EGA-GCMS). This amazing experiment was successfully executed in September 2020 at the Mary Anning (MA) drill site (Figure 47) in the Glen Torridon region [69, 70].

'Bands' of masses grouped together and having mass-to-charge (m/z) 190 to 485, represent high molecular weight molecules detected by the SAM-MS. These

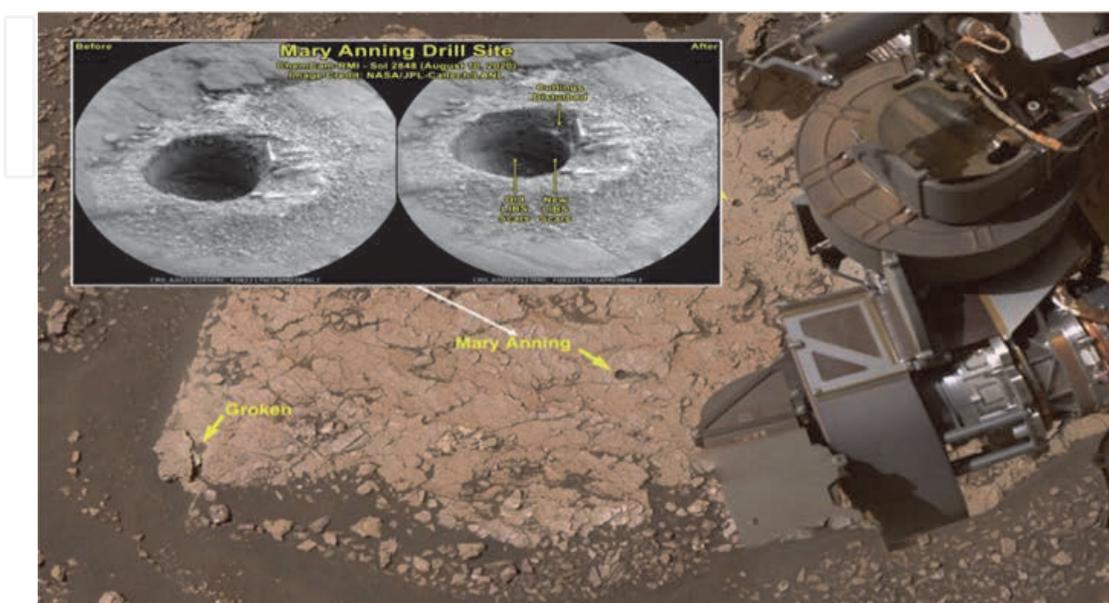


Figure 47.
 The Mary Anning drill site (Glen Torridon clay unit) where the first TMAH derivatization was performed on September 2020.

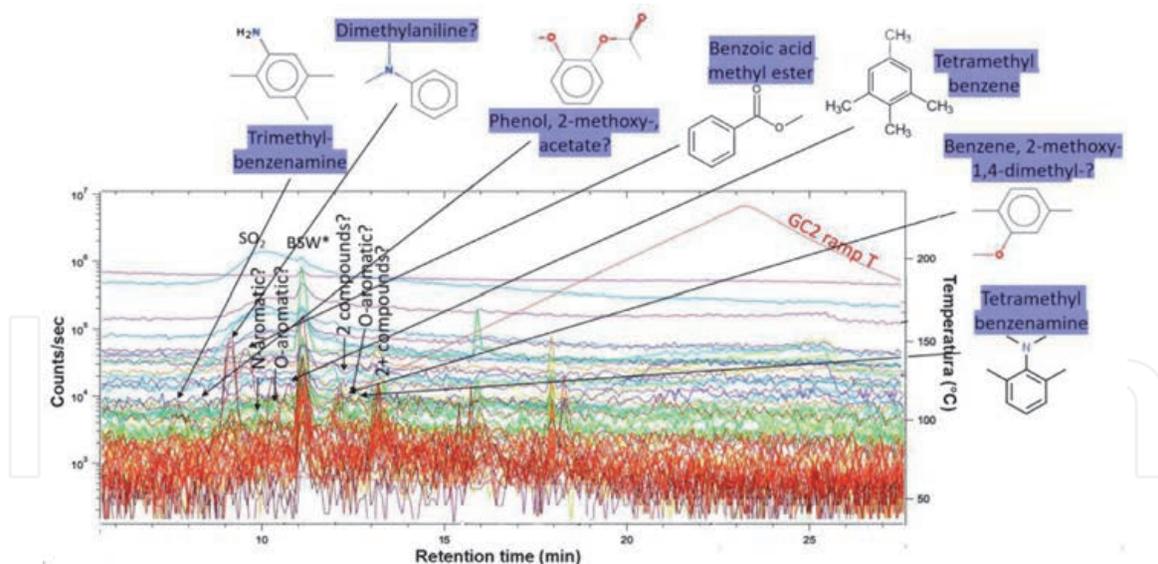


Figure 48.

The preliminary astonishing results of the TMAH thermochemolysis on the Martian soil drilled at Mary Anning. Separation was performed using a gas-chromatographic column (GC2) able to separated molecules with more than 15 Carbon atom. The red continuous line shows the ramp of temperature (adapted from A. Williams, fall 2020 AGU meeting).

data may indicate that large, complex molecules were present. A variety of methylated, oxygen-, sulfur-, or nitrogen-bearing aromatic organics were detected in GCMS and/or EGA data. The presence of methylated single and double ring aromatics (included benzene, toluene, trimethyl- and tetramethyl-benzene, naphthalene, and methylnaphthalene) suggests that these organics might derive from a macromolecular source that was cleaved and methylated by TMAH thermochemolysis (**Figure 48**).

Examples of the organics detected in GCMS only include pentamethyl-benzene, benzoic acid methyl ester, dimethyl-, trimethyl-, and tetramethyl-benzenamine, dihydronaphthalene, 2-butyl-thio-phen, and benzothiophene. Pentamethylbenzene may be part of a multi-methylated benzene suite. The benzoic acid methyl ester reflects the reaction of TMAH methylating benzoic acid of indeterminate source. The multi-methylated benzenamine suite is also of indeterminate source. A non biological source of these organics on the surface of Mars could be the impact of meteoritic material. Several similar organics were indeed identified applying the TMAH thermochemolysis benchtop experiment to the Murchison meteorite, including toluene, trimethylbenzene, methylnaphthalene, 2-butyl-thiophene, and benzothiophene. Amines and amides are not prevalent in pyrolyzed Murchison material and benzenamines are also not generated during TMAH thermochemolysis of Murchison, so the origin of these amines remains at least problematic.

5. Conclusions

The discovery of organic molecules on Mars is a necessary but not sufficient condition for the demonstration of some present or past form of martian bacterial life. Comets and the carbonaceous chondrites are indeed copious sources of organic material. But the positive results of the 'famous' Viking LR experiment are intriguing, even because it is important taking in account that Viking LR was performed at low temperature, a condition where possible perchlorates do not show any oxidant effects.

IntechOpen

IntechOpen

Author details

Cesare Guaita
GAT/Milano Planetarium, Tradate, Italy

*Address all correspondence to: c.guaita@libero.it

IntechOpen

© 2021 The Author(s). Licensee IntechOpen. This chapter is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. 

References

- [1] Jones BW. Mars before the space age. *International Journal of Astrobiology*. 2008;7 (2):143-155
- [2] Sheehan W. *The Planet Mars: A History of Observation and Discovery*. The University of Arizona Press; 1996
- [3] Schiaparelli GV. The planet Mars. *A&A*. 1894;13:635-723
- [4] Herr C, Pimentel C. Infrared Absorptions near Three Microns Recorded over the Polar Cap of Mars. *Science*. 1969;166:496-499
- [5] Soffen GA. The Viking Project. *JGR*. 1977;82:3959-3970
- [6] Biemann K et al. The Search of Organic Substances and Inorganic Volatiles Compounds in the Surface of Mars. *JGR*. 1977;82:4641-4668
- [7] Klein H. et al. The Search for extant life on Mars. In: *Mars*. Univ. Arizona Press;1992.p.1221-33
- [8] Sharp ZD et al. Chlorine isotope homogeneity of the mantle, crust and carbonaceous chondrites. *Nature*.2007; 446:1062-1065
- [9] Bains W. Martian Methyl Chloride. A lesson in uncertainty. 2013; arXiv: 1304.4429
- [10] Steele A et al. A Reduced Organic Carbon Component in Martian Basalts. *Science*. 2012;337: 221-215
- [11] *Thomas-Keprta KL et al*. Origins of magnetite nanocrystals in Martian meteorite ALH84001. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2009;73: 6631-6677
- [12] *McKay D et al*. Search for Past Life on Mars: Possible Relic Biogenic Activity in Martian Meteorite AL84001. *Science*. 1996;273:924–929
- [13] Uwins JR et al. Novel nano-organisms from Australian sandstones. *American Mineralogist*. 1998;83: 1541-1550
- [14] Oyama V, Bendahi B. The Viking Gas Exchange Experiment Results From Cryse and Utopia Surface Samples. *JGR*. 1977;82:4669-4676
- [15] Horowitz NH et al. Viking at Mars: The Carbon Assimilation Experiment. *JGR*. 1977;82:4659-4667
- [16] Levin G, Straat P. Recent Results From the Viking Labeled Release Experiment on Mars. *JGR*. 1977;82: 4663-4667
- [17] Miller JD et al. Periodic analysis of the Viking lander Labeled Release experiment, In: *Proceedings SPIE 4495, Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology IV*; 5 February 2002; p.96-107
- [18] Bianciardi G et al. Complexity Analysis of the Viking Labeled Release Experiment. *IJAAS*. 2012;13:14-26
- [19] Levin G, Straat P. Viking Labeled Release Experiment: Interim Results. *Science*. 1976;194:1322-1328
- [20] Klein H. The Viking Biological Investigation: General Aspect. *JGR*. 1977; 82: 4677-4680
- [21] Yen AS et al. Evidence of the great reactivity of the Martian soil is due to superoxide ions. *Science*. 2000; 289: 1909-1912
- [22] Ponnampereuma C. et al. Possible surface reaction on Mars: implication for Viking biology results. *Science*. 1977;197: 455-457
- [23] Cotton FA et al. *Basic Inorganic Chemistry*. Wiley;1995. pp 435-443

- [24] Hecht M et al. Detection of Perchlorate and the Soluble Chemistry of Martian Soil at the Phoenix Lander Site. *Science*. 2009;325:64-67
- [25] Glavin DP et al. Evidence for perchlorates and the origin of chlorinated hydrocarbons detected by SAM at the Rocknest aeolian deposit in Gale Crater. *JGR Planets*. 2013;118:1-19
- [26] Kounaves S P et al. Evidence of Martian perchlorate, chlorate, and nitrate in Mars meteorite EETA79001: Implications for oxidants and organics. *Icarus*. 2014;229:206-213
- [27] Navarro-Gonzales R et al. Reanalysis of the Viking results suggests perchlorate and organics at mid-latitudes on Mars. *JGR*. 2010;115 (E12): 1-11
- [28] Steininger H et al. Influence of magnesium perchlorate on the pyrolysis of organic compounds in Martian soil analogs. *Planetary and Space Science*. 2012;71:9-17
- [29] Guzmann M et al. Identification of Chlorobenzene in the Viking Gas Chromatograph-Mass Spectrometer Data Sets. *JGR Planets*. 2018;123: 1674-1683
- [30] Clark BC et al. Chemical composition of Martian fines. *JGR*. 1982; 87(B12):10059-10067
- [31] Biemann K, Bada JL. Comment on "Reanalysis of the Viking results suggests perchlorate and organics at midlatitude on Mars". *JGR*. 2011;116: E12001-E12005
- [32] Foley CN et al. Final chemical results from the Mars Pathfinder alpha proton X-ray spectrometer. *JGR*. 2003; 108(E12):8096-8115
- [33] Gellert R et al. The Alpha-Particle-X-ray-Spectrometer (APXS) for the Mars Science Laboratory (MSL) Rover Mission. *LPSC*. 2009;40: 2364-2365
- [34] Rieder R et al. Chemistry of rocks and soils at Meridiani Planum from the Alpha Particle X-ray Spectrometer. *Science*. 2004;306:1746-1749
- [35] Keller JM et al. Equatorial and midlatitude distribution of chlorine measured by Mars Odyssey GRS. *JGR*. 2006;111:1-18
- [36] Catling, D C et al. Atmospheric origins of perchlorate on Mars and in the Atacama, *JGR*. 2010;115(E00E11):1-15
- [37] Carrier B L, Kounaves SP. The origins of perchlorate in the Martian soil. *Geophys. Res. Lett.* 2015;42: 3739-3745
- [38] Wilson E et al. Perchlorate formation on Mars through surface radiolysis-initiated atmospheric chemistry: A potential mechanism. *JGR Planets*. 2016;121:1472-1487
- [39] Schuttlefield JD et al. Photooxidation of Chloride by Oxide Minerals: Implications for Perchlorate on Mars. *J. Am. Chem. Soc.* 2011;133: 17521-17523
- [40] Marvin GG, Woolaver LB. Thermal Decomposition of Perchlorates. *Ind. Eng. Chem. Anal.* 1945;17 (8):474-476
- [41] Baucon A et al. Ichnofossils, Cracks or Crystals? A Test for Biogenicity of Stick-Like Structures from Vera Rubin Ridge, Mars. *Geosciences*. 2020;10:39-57
- [42] Rizzo V, Cantarano N. Structural parallels between terrestrial microbialites and Martian sediments: are all cases of 'Pareidolia'? *International Journal of Astrobiology*. 2017;16 (4):297-316
- [43] Mahaffy PR et al. The Sample Analysis at Mars Investigation and

Instrument Suite. *Space Sci. Rev.* 2012; 170:401-478

[44] Tarsitano CG, Webster C.R. Multilaser Herriott cell for planetary tunable laser spectrometers. *Appl. Opt.* 2007;46(28):6923-6935

[45] Mumma MJ et al. Strong Release of Methane on Mars Northern Summer 2003. *Science.* 2009;323:1041-1045

[46] Formisano V et al. Detection of Methane in the Atmosphere of Mars. *Science.* 2004;306:1758-1761

[47] Webster C et al. Background levels of methane in Mars atmosphere show strong seasonal variations. *Science.* 2018;360:1093-1096

[48] Gillen E. Statistical analysis of Curiosity data shows no evidence for a strong seasonal. *Icarus,* 2020;326:113407

[49] Garcia JP et al. Comparing MSL Curiosity Rover TLS-SAM Methane Measurements With Mars Regional Atmospheric Modeling System Atmospheric Transport Experiments. *JGR Planets.* 2019;124:2141-2167

[50] *Giurann M et al. Independent confirmation of a methane spike on Mars and a source region east of Gale Crater.* *Nature Geoscience.* 2019;12 (5):326-332

[51] Korablev O et al. No detection of methane on Mars from early ExoMars Trace Gas Orbiter observations. *Nature.* 2019;568:517-520

[52] Gellert R. et al. Chemistry of Rocks and Soils in Gusev Crater from the Alpha particle X-ray Spectrometer. *Science.* 2004;305:829-832

[53] Blake DF et al. Curiosity at Gale Crater, Mars: Characterization and Analysis of the Rocknest. *Science (special issue).* 2013;341:1239505/1-1239505/7

[54] Leshin LA et al. Volatile, Isotope, and Organic Analysis of Martian Fines with the Mars Curiosity Rover. *Science (special issue).* 2013;341:1238937/1-1238937/9

[55] Ming DW et al. Volatile and Organic Compositions of sedimentary Rocks in Yelloknife Bay, Gale Crater, Mars. *Science (Special issue).* 2014;343:1245267/1-1245267/9

[56] Freissinet C et al. Organic molecules in the Sheephed Mudstone, Gale crater, Mars. *JGR Planets.* 2015;120:495-514

[57] Szopa C et al. First Detections of Dichlorobenzene Isomers and Trichloromethylpropane from Organic Matter Indigenous to Mars Mudstone in Gale Crater, Mars. *Astrobiology.* 2020; 20:292 -305

[58] Summons RE et al. Preservation of Martian Organic and Environmental Records: Final Report of the Mars Biosignature Working Group. *Astrobiology.* 2011;11:157-181

[59] Eigenbrode J et al. Organic matter preserved in 3-billion-year-old mudstones at Gale crater, Mars. *Science.* 2018;360:1096-1101

[60] Ojia L et al. Spectral evidence for hydrated salts in recurring slope lineae on Mars. *Nature Geoscience.* 2015;8: 829-832

[61] Lauro SE et al. Multiple subglacial water bodies below the south pole of Mars unveiled by new MARSIS data. *Nature Astronomy.* 2021;5:63-70

[62] Kataoka H. Derivatization reactions for the determination of amines by gas chromatography and their applications in environmental analysis. *J. of Chromatography.* 1996;733:19-34

[63] Freissinet C et al. Opportunistic derivatization to investigate organics in

a martian mudstone. LPSC. 2017;58:
2886-2887

[64] Miller KE et al. Potential precursor compounds for chlorohydrocarbons detected in Gale Crater, Mars, by the SAM instrument suite on the Curiosity Rover. JGR Planets. 2016;121:296-306

[65] Millan M et al. Optimization of the sample analysis at Mars wet chemistry experiment for the detection of organics in Glen Torridon. LPSC. 2020;51: 1897-1898

[66] Sutter B et al. Geological processes along the Glen Torridon. LPSC. 2020;51: poster

[67] Millan M. et al. Organic molecules revealed in Glen Torridon by SAM instrument. LPSC. 2021;52: 2039-2040

[68] Williams JA et al, Recovery of Fatty Acids from Mineralogic Mars Analogs by TMAH Thermochemolysis for the Sample Analysis at Mars Wet Chemistry Experiment., Astrobiology. 2019;19 (4): 522-546

[69] Williams JA et al. Organic matter heterogeneity in Mary Anning/Grokn drill site, Gale crater, Mars. LPSC. 2021; 52:1638

[70] Williams AJ et al. Organic molecules detected with the first TMAH wet chemistry experiment, Gale crater, Mars. LPSC. 2021;52:1763

GRUPPO ASTRONOMICO TRADATESE

LETTERA N. 164

47° anno

Gennaio-Marzo 2021

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci

Bisogna proprio dire che il 2020, anno della pandemia, non ci ha fatto mancare proprio nulla, sia nel bene che nel male... Quello infatti che è successo alle 7:56 della mattina dell'1 Dicembre ad Arecibo ha dell'incredibile: per la rottura di alcuni cavi d'acciaio infatti è collapsata la piattaforma da 900 ton che reggeva il fuoco del leggendario massimo radio-telescopio mai costruito, che precipitando da 150 metri di altezza, ha distrutto anche la parabola di 305 m del radio-telescopio (un qualcosa di simile al crollo del ponte Morandi di Genova!). E' possibile che ad innescare il disastro, su una struttura sicuramente già infragilita dal tempo e dalle intemperie, sia stato un terremoto di $m=4$ registrato appena 5 minuti prima. Visitammo Arecibo il 26 Febbraio 1998 ed era inevitabile che dedicassimo a questo drammatico evento ed alle infinite scoperte fatte nei passati 50 anni, la nostra prima serata online del 25 Gennaio 2021.

Per il resto, però, il 2020 è stato anche ricco di eventi positivi sia nel cielo (vedi la cometa NEOWISE, la grande opposizione perielica di Marte, la strettissima congiunzione del 21 Dicembre tra Giove e Saturno) sia nello spazio con due fantastiche missioni automatiche: il 6 Dic. la sonda giapponese Hayabysa-2 ha riportato a Terra 5,4 g prelevati dall'asteroide carbonioso Ryugu, dopo un viaggio di sei anni, mentre il 18 Dicembre la sonda cinese Chang'e 5 è riuscita nell'impresa 'impossibile' di riportare a Terra 1731 g di materiale lunare, che aveva prelevato sull'Oceano delle Tempeste, dalle parti del giovane vulcano Rumer. Senza dimenticare che lo scorso 3 Dicembre 2020 è stata resa pubblica la terza serie di dati (eRD-3) del satellite GAIA, su 1,8 miliardi di stelle (posizione e velocità), dalle quali è stato possibile fare una moltitudine di scoperte sul passato della Via Lattea: obbligatorio che se ne parli in questa lettera.

Molti saranno anche gli appuntamenti spaziali del 2021. Il 17 Gennaio la sonda Solar Parker sfiorerà per la 7° volta il Sole. Il 18 Febbraio il rover della NASA Perseverance scenderà nel cratere marziano Jezero a prelevare campioni che negli anni seguenti saranno portati a Terra. Il 3 Marzo la sonda Osiris-REX lascerà l'asteroide Bennu con un prezioso carico di campioni che porterà a terra alla fine di Settembre 2023. Il 2 Ottobre la sonda europea BepiColombo effettuerà il primo di sei flyby con Mercurio nell'ottica di entrarvi in orbita il 5 Dic. 2025. Infine il 31 Ottobre ci sarà l'evento più importante e strategico: il lancio di JWST, il nuovo telescopio spaziale da 6,5 metri, destinato a produrre una nuova rivoluzione nella scienza astronomica.

Il 2021 sarà invece abbastanza povero di eventi celesti visibili dall'Italia. Il 26 Maggio e il 12 Novembre ci saranno due eclissi totali di Luna quando da noi sarà giorno. Ci saranno anche due eclissi di Sole: una anulare il 10 Giugno, visibile da noi per un 10%, ed una totale sull'Antartide, ovviamente invisibile da noi.



Causa COVID-19, i nostri appuntamenti quindicinali proseguono online e potranno essere seguiti liberamente in DIRETTA sul canale youtube dal nostro sito Internet. Il grande successo di questa iniziativa (una media di 500 presenze con punte di 1000 !) dimostra che l'idea di proseguire online la nostra attività più che quarantennale è stata assolutamente vincente.

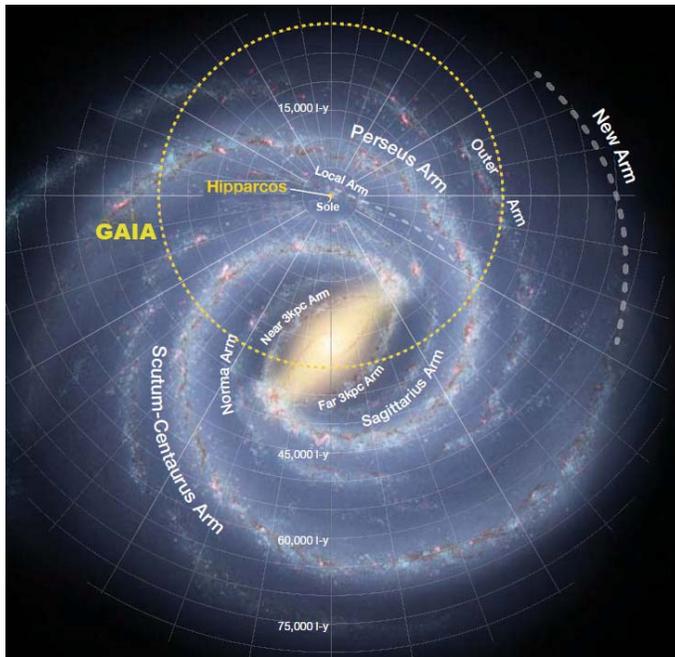
Lunedì 25 Gennaio 2021 h 21 SitoGAT - online	Conferenza di Cesare GUAITA e Roberto COGLIATI sul tema ARECIBO ADDIO. Il collasso distruttivo dell'1 Dicembre 2020, del leggendario radiotelescopio da 305 situato sull'isola di Portorico è stato uno shock per tutti, dopo mezzo secolo di grandi scoperte. Ancora di più per noi del GAT che nascemmo nel 1974 quando venne inaugurato e che lo visitammo nel Febbraio 1998.
Lunedì 8 Febbraio 2021 h21 SitoGAT - online	Conferenza de dott. Giuseppe BONACINA sul tema SOLE 2021: NUOVE SCOPERTE E NUOVE DOMANDE. A 25 anni dal lancio della sonda SOHO ed essendo ormai operativa la missione Parker Probe (7° flyby solare il 14 Gennaio 2021) siamo vicini a capire le ragioni dell'altissima temperatura della corona (1-2 milioni di °C) ma non ancora il meccanismo dell'attività undecennale.
Lunedì 22 Febbraio 2021 h 21 SitoGAT - online	Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema ALLA RICERCA DEGLI ULTIMI MISTERI DI MARTE. La cronistoria della discesa su Marte della avveniristica sonda PERSEVERANCE, nella attesissima e drammatica notte del 18 Febbraio, preceduta il 9 Febbraio dall'entrata in orbita marziana della sonda HOPE degli Emirati Arabi e seguita il 23 Aprile dalla discesa del rover cinese TIANWEN-1.
Lunedì 8 Marzo 2021 h 21 SitoGAT - online	Conferenza della dottssa Chiara MAZZUCHELLI, in DIRETTA dal Cile sul tema LE MIE NOTTI A PARANAL. Il racconto di una giovane studiosa italiana che da alcuni anni lavora a Cerro Paranal, sede dei famosi 4 riflettori da 8,2 metri (VLT) che l'ESO (European Southern Observatory), ha collocato nel deserto cileno a 2635 m di altezza, sotto il cielo stellato più bello del pianeta. Una serata imperdibile e suggestiva !
Lunedì 22 Marzo 2021 h 21 SitoGAT - online	Conferenza del Prof. Massimo TARENGHI, in DIRETTA dalla sede ESO di Monaco sul tema ESO. 50 ANNI DI SCOPERTE SUL CIELO AUSTRALE. La nascita e lo sviluppo di ESO, il massimo complesso astronomico mondiale, che l'Europa ha voluto collocare nel deserto cileno, vissuta e raccontata da uno dei suoi massimi protagonisti, responsabile prima dell'NTT di La Silla, poi dei 4 VLT di Paranal, infine del radiointerferometro ALMA. Imperdibile!

La Segreteria del G.A.T.

1) L'ERA DI GAIA.

Lo scorso 3 Dicembre 2020, gli astronomi del DPAC (Gaia Data Processing and Analysis Consortium) hanno rilasciato la prima parte del terzo catalogo dei dati di GAIA (EDR3, Early Data release-3) che sarà completato come GAIA-DR3 nella prima metà del 2022.

Il satellite GAIA (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics) era stato lanciato dall' ESA il 19 Dicembre 2013 dalla Guiana Francese ed immesso in orbita nel punto L2 (Lagrangiano 2) a 1,5 milioni di km dalla Terra. La missione era stata originariamente programmata e finanziata per cinque anni. A Dicembre 2017 l'ESA ha prolungato la durata della missione per ulteriori 18 mesi, sino a Dicembre 2020, e nel 2018 è stata concessa una ulteriore estensione fino al 2022. Obiettivo primario: quello di determinare, con estrema precisione, la posizione e la velocità di almeno 2 miliardi di stelle della Via Lattea fino alla m=20, in un raggio di circa 35.000 a.l. (per confronto il satellite Hipparcos aveva misurato 2,5 milioni di stelle fino a 400 a.l.):



I primi dati di GAIA (DR1), pubblicati il 14 Settembre 2016 includevano posizione e luminosità di 1,142 miliardi di stelle, ma distanza e movimenti solo di 2 milioni delle stelle più brillanti. I dati erano riferiti ai primi 418 giorni, ovvero 14 mesi, dal 25 Luglio 2014 al 6 Settembre 2015.

Il secondo gruppo di dati (DR2), pubblicato il 25 Aprile 2018, era relativo ai primi 688 giorni (ovvero 22 mesi) quindi si estendeva fino al 23 Maggio 2016: in totale vi figuravano posizioni e luminosità di 1,7 miliardi di stelle e distanze e movimenti precisi di 1,3 miliardi di stelle.

Nel terzo pacchetto di dati (il già menzionato EDR3) vi sono informazioni dettagliate su posizione e luminosità di circa 1,8 miliardi di stelle, ossia 100 milioni in più che DR 2, e di circa 1,5 miliardi di queste sono disponibili anche i dati di movimento nella loro orbita intorno al centro galattico.

Notevole il fatto che la gran quantità di articoli scientifici collegati alla missione GAIA siano stati tutti pubblicati sulla rivista *Astronomy&Astrofisics* e siano tutti liberamente consultabili online.

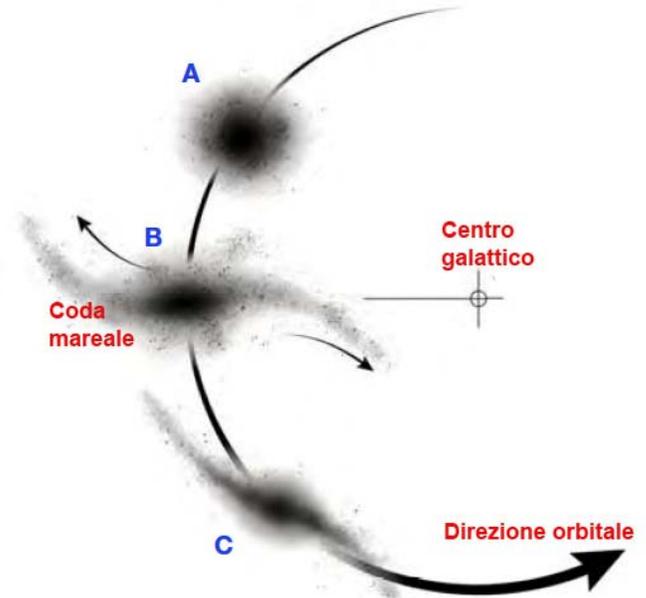
Questa incredibile mole di dati ha permesso di realizzare una mappa tridimensionale estremamente precisa della nostra galassia, compresa una più accurata analisi del cosiddetto anti-centro galattico, la regione del cielo visto dalla Terra in direzione esattamente opposta rispetto al centro della Via Lattea, creando la mappa più dettagliata mai realizzata del limite esterno della nostra galassia. Soprattutto è stato anche possibile studiare il passato e l'evoluzione futura della nostra galassia, dal momento che, misurando con precisione i movimenti e le distanze delle singole stelle, è stato possibile distinguere tra stelle appartenenti o no alla Via Lattea. Si è così potuto scoprire che la Via Lattea è venuta 'violentemente' a contatto nel passato con decine di galassie

minori, alcune completamente fagocitate, alcune ancora in fase di collisione.

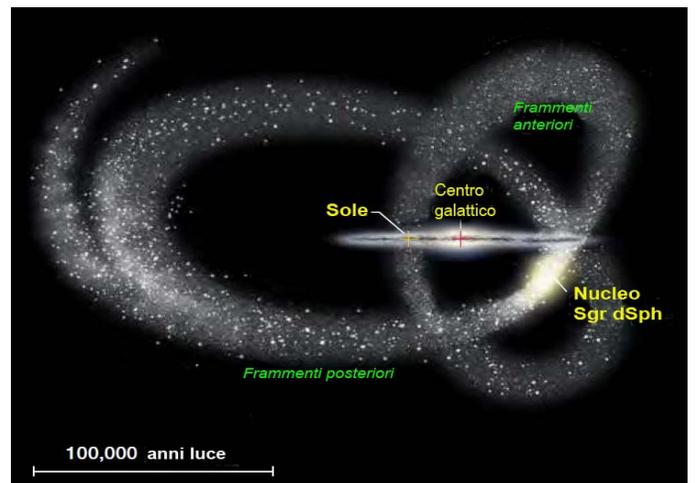
2) LA GALASSIA NANA DEL SAGITTARIO

Il caso più studiato è sicuramente quello della galassia nana del Sagittario (Sgr dSph, Sagittarius dwarf Spheroidal galaxy) contenente 'solo' 400 milioni di masse solari
<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2010/05/aa13331-09.pdf>

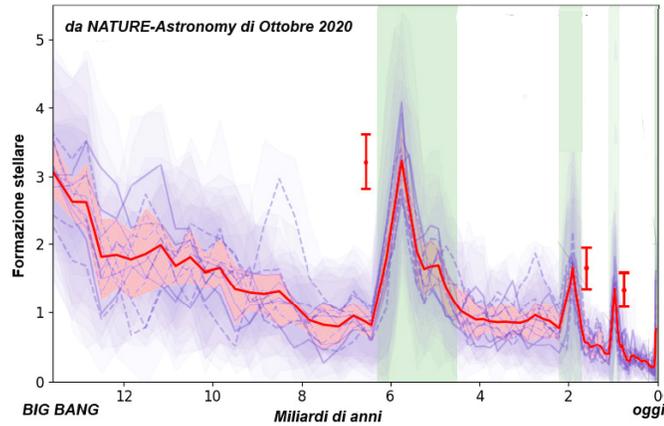
Scoperta già negli anni 90, ha un diametro di circa 10.000 a.l. ed un'orbita ellittica polare che, al momento, la pone a 70.000 a.l. di distanza dalla Via Lattea. Al suo interno si trovano almeno quattro ammassi globulari, Terzan 7, Terzan 8, Arp 2 e M54, quest'ultimo probabilmente coincidente con il suo nucleo originario. Sgr dSph è sempre stata difficile da studiare dal momento che il suo nucleo si trova 'dietro' il nucleo della Via Lattea. Studi condotti all'inizio degli anni 2000 dalla rassegna 2MASS (Two-Micron All Sky Infrared Survey data) ed al VLT di Paranal (spettrometroVIMOS) hanno mostrato che le stelle di Sgr dSph mostrano due età nettamente distinte (12 miliardi di anni con una porzione di circa 0,5 miliardi di anni) e che la galassia nana si è in parte dispersa lungo la sua orbita ellittica percorsa in circa 700 milioni di anni. Questo avvenne in conseguenza di interazione mareale quando Sgr dSph, nel suo moto orbitale polare, passò a 'solì' 50.000 a.l. dal nucleo della Via Lattea:



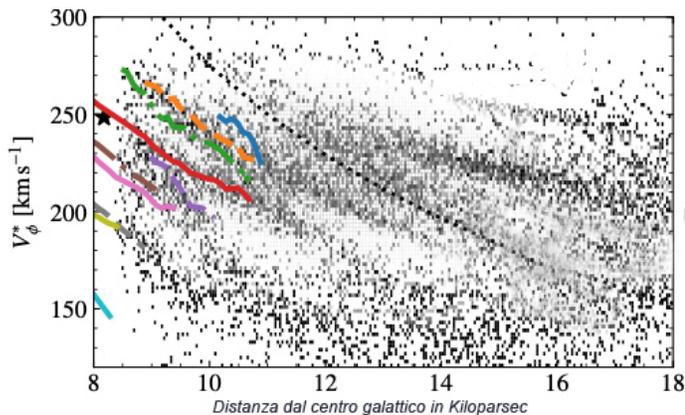
A questo punto intervengono anche le misure DR2 di GAIA (6 milioni di stelle con allineamento spiralforme sopra e sotto la posizione del Sole), dalle quali si è potuto confermare che Sgr dSph ha attraversato dal basso verso l'alto il disco della Via Lattea almeno 3 volte (T.R-Lara et. al., NATURE Astronomy, Ottobre 2020): una prima volta 6 miliardi di anni fa, una seconda volta 2 miliardi di anni fa ed una terza volta 800 milioni di anni fa:



Questi passaggi hanno innescato una piccola formazione di stelle su Sgr dSph ma, soprattutto, hanno prodotto tre 'vampate' di formazioni stellari sul disco della Via Lattea:



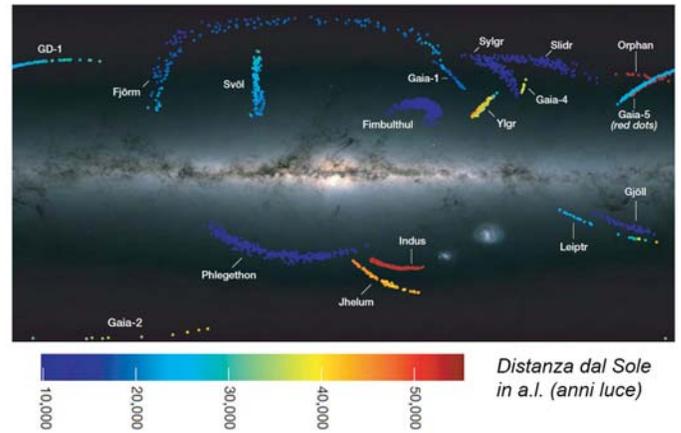
quella di 6 miliardi di anni fa coincide abbastanza con l'età del nostro Sole, per cui c'è chi fa l'ipotesi che la Terra e il Sistema Solare addirittura NON esisterebbero senza l'incontro ravvicinato della Via Lattea con la galassia nana del Sagittario. Attualmente il nucleo residuo di Sgr dSph si trova appena sotto il disco galattico dalla parte opposta rispetto al Sole: si prepara quindi ad un ennesimo incontro 'ravvicinato' che avverrà tra 'soli' 50 milioni di anni. Ci vorrà però almeno un altro miliardo di anni perché Sgr dSph sia assorbita completamente dalla Via Lattea. In ogni caso questi passaggi, essendo un po' come un sasso gettato in uno stagno, dovrebbero in qualche modo perturbare anche il resto del disco della Via Lattea, specie a distanze molto grandi verso l'esterno. Per dimostrarlo, era necessario esplorare in dettaglio la parte più lontana dell'anticentro galattico, cosa che si è potuta realizzare in maniera ottimale grazie al pacchetto ERD3 di GAIA. Da questi dati è stato possibile (T. Antoja et al. A&A, Dicembre 2020) esplorare le caratteristiche geometriche del disco galattico fino a circa 65.000 a.l. (20 Kparsec) dal centro, scoprendo che fino a quella distanza il piano della Via Lattea mostrava delle creste ovvero delle ondulazioni di velocità, con stelle sopra il piano in discesa a 10 m/s e stelle sotto il piano in salita a 2,5 km/s:



In alternativa, queste perturbazioni potrebbero essere state prodotte da Antlia-2, una galassia nana situata a 420.000 a.l. al di là del centro galattico, avente la massa della Grande Nube di Magellano, ma una luminosità 4000 volte inferiore. L'ipotesi nasce dal fatto che le sue proprietà (necessarie a produrre le distorsioni osservate nel piano esterno della Via Lattea) e la sua posizione attuale erano state definite teoricamente PRIMA che le stelle della debole galassia venissero individuate nei dati RD-2 di GAIA. (G.Torrealba et al., MNRAS, 488, 2743-66, 2019).

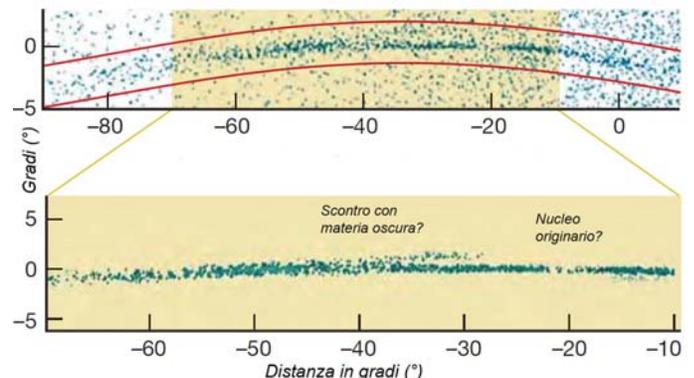
3) DECINE DI PASSATI INCONTRI RAVVICINATI.

Di fatto nei dati di GAIA ci sono indizi di almeno una cinquantina di strisce stellari 'anomale' nell'alone della Via Lattea. Molti di questi descrivono, per la Via Lattea, un passato di incontri davvero traumatico:



Per esempio si è visto che i primi incontri ravvicinati avvennero circa 10 miliardi di anni fa. E' il caso della cosiddetta galassia nana GAIA-Encelado il cui incontro con la Via Lattea fu individuato non appena vennero resi pubblici i dati di GAIA RD-2 (A. Helmi, NATURE, 563, 85, 1 Nov2018). In sostanza, quando vennero analizzati i dati di 20.000 stelle dell'alone galattico, ci si accorse che una buona metà si muoveva su orbite eccentriche in direzione OPPOSTA a quella del Sole: era chiaro che non potevano essere stelle della Via Lattea! Ulteriore conferma fu verificare che la composizione di queste stelle era del tutto diversa (come quantità di elementi più pesanti dell'idrogeno) rispetto a quella tipica della Via Lattea, un indizio anche del momento dell'incontro della Via Lattea con una galassia nana, avvenuto, come accennato, 10 miliardi di anni fa. Inizialmente la galassia nana attraversò il disco della Via Lattea e si allontanò; ma venne poi riavvicinata dall'interazione gravitazionale della Via Lattea, andando avanti ed indietro fino a collocarsi in un'orbita ellittica retrograda. Fu forse questo andirivieni ad innescare nella Via Lattea un picco di formazione stellare 9-10 miliardi di anni fa. Venne scelto il nome di GAIA-Encelado perché Encelado era uno dei figli di GAIA (la Terra) e Urano (il cielo).

Particolarmente interessante è la striscia stellare denominata GD-1, lunga circa 30.000 a.l. Si formò 3 miliardi di anni fa, quando la Via Lattea interagì con un ammasso globulare. Ma questa striscia mostra qualcosa di strano: presenta infatti una zona vuota (dove probabilmente si disgregò l'originario ammasso globulare) ed anche una seconda zona vuota sormontata da una specie di 'uncino':



Le simulazioni dicono che questo secondo dettaglio deve essere stato prodotto 0,5 miliardi di anni fa da un oggetto di almeno 5 milioni di masse solari esteso per circa 130 a.l. Siccome le osservazioni mostrano che nessuno degli ammassi globulari noti è mai passato nelle vicinanze, è stata fatta l'ipotesi che l'interazione sia stata prodotta da un oggetto invisibile, in quanto costituito da...materia oscura (appartenente all'alone della Via Lattea oppure depositato da qualcuna delle tante galassie nane con cui la Via Lattea ha interagito). (A-Bonaca et al. ApJ., 880, 38, 20 Luglio2019). Protagonista della materia oscura potrebbe essere anche la sorte futura della Grande Nube di Magellano (LMC, 10 miliardi di masse solari a 163.000 a.l.), uno dei soggetti più interessanti su cui vendono applicati i dati di GAIA. La LMC entrò in interazione con la Via Lattea circa 1,5 miliardi di anni fa, con la conseguente perdita di materia gassosa (idrogeno) lungo la sua orbita (la cosiddetta Corrente Magellanica) ed una intensa

formazione stellare. Si pensava che la LMC potesse orbitare attorno alla Via Lattea per molti miliardi di anni prima di esserne assorbita o, addirittura sfuggirle via per sempre. Ma la recente scoperta di una quantità di materia oscura almeno doppia di quanto stimato in precedenza (massa totale di 50 miliardi di masse solari) abbrevierà la fusione della LMC nella Via Lattea fra 'soli' 2,4 miliardi di anni (M. Cautun et al., MNRAS, 483, 2185-96, 2019). Tra gli effetti di questa fusione ci potrebbe essere la 'riaccensione' violenta del buco nero (Sgr A*) al centro della Via Lattea, ormai quiescente da miliardi di anni e di recente scrutato in dettaglio dal radio-interferometro ALMA. .

4) ALMA 'VEDE' L'ORIZZONTE DI Sgr A* !

Come noto, all'inizio di Aprile 2019, ha fatto il giro del mondo la prima immagine del disco di gas limitrofo all'orizzonte degli eventi del buco nero di 6,5 miliardi di masse solari nel nucleo della galassia M87 (distanza= 55 milioni di anni luce), realizzata dalla sintesi di immagini a 1,3 mm (231,9 GHz), riprese in contemporanea da 8 radiotelescopi del progetto EHT (Event Horizon Telescope), distribuiti in tutti i continenti. Non fu invece possibile realizzare una immagine simile relativa al buco nero di 4 milioni di masse solari (Sgr A*) al centro della Via Lattea a causa della sua attuale bassa attività, ovvero della ridotta quantità di gas che in questo momento vi sta cadendo dentro.

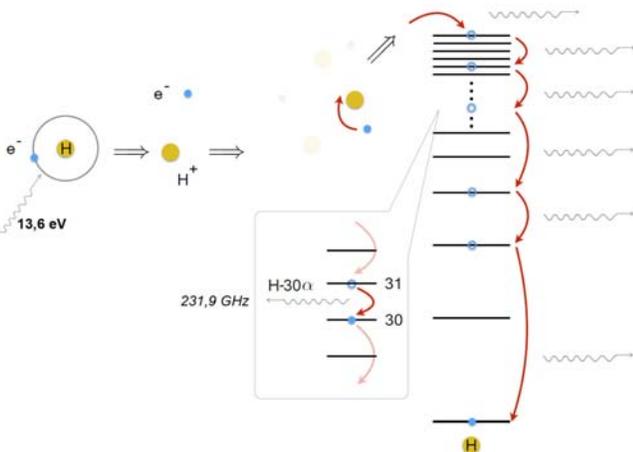
Come noto lo studio della natura intrinseca del buco nero centrato su SgrA* ha fruttato agli autori il premio Nobel per la Fisica 2020. Nel 2020 il premio, che era di 10 milioni di corone svedesi (circa 1,1 milioni di \$), è stato infatti attribuito dall' Accademia delle Scienze svedese per metà congiuntamente al tedesco Reinhard Genzel e alla statunitense Andrea Ghez per la scoperta, fatta con studi indipendenti, di un buco nero di 4 milioni di masse solari (Sgr A*) al centro della nostra galassia, grazie al monitoraggio per 16 anni dei moti di rivoluzione attorno a Sgr A* di una trentina di stelle (con particolare riferimento alla S2, la più vicina)

<https://iopscience.iop.org/.../0004-637X/692/2/1075/pdf>
Le misure di alta precisione sono state ottenute da Genzel soprattutto a Paranal e dalla Ghez soprattutto al Keck della Hawaii, utilizzando gli ultimi sistemi di ottica adattiva.

La seconda metà del premio è andata invece al britannico Roger Penrose per aver dimostrato, con ingegnosi metodi matematici, già nel 1965, che i buchi neri sono una conseguenza inevitabile della Teoria della Relatività Generale

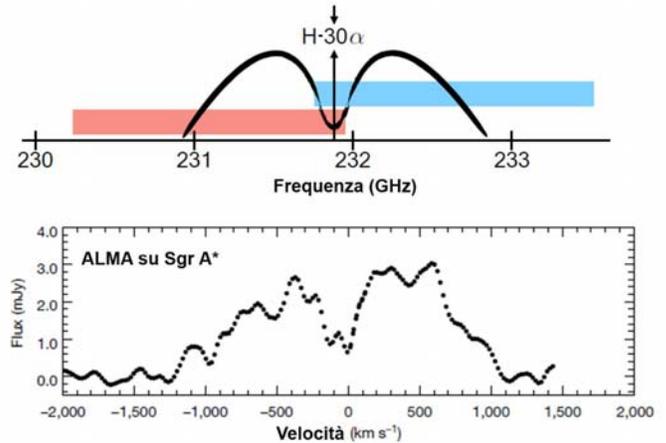
<https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.14.57>

Un notevole contributo al problema è stato fornito da un lavoro pubblicato su NATURE all'inizio di Giugno 2019, grazie alla elaborazione di una serie di osservazioni (Ciclo 3) condotte tra Aprile e Agosto 2016 dal gigantesco radio interferometro ALMA, situato sull'altopiano di Chajnantor nel deserto cileno di Atacama: utilizzo di 43 antenne da 12 metri posizionate a distanza di 1,1-0,5 km e 5 ore di integrazione. La cosa interessante è che anche ALMA ha captato la radiazione centrata 1,3 micron, sfruttando una linea particolarissima (e PRIVA di altri segnali interferenti) dell'idrogeno denominata H-30 α :

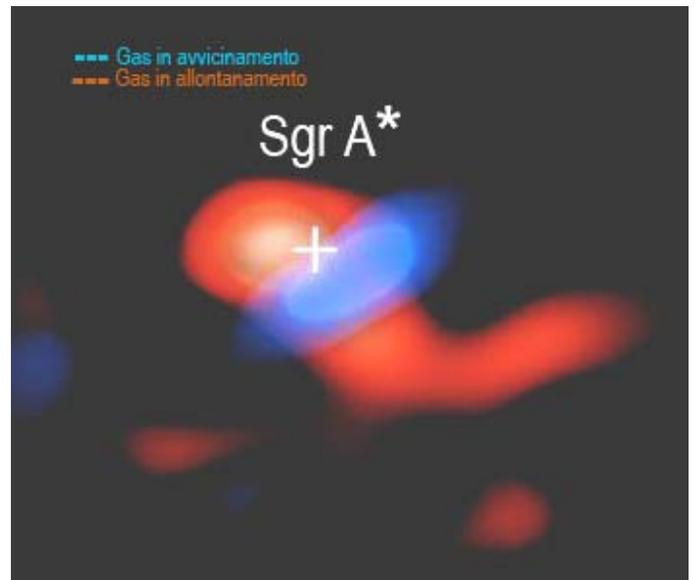


In sostanza, pur in quell'ambiente poco attivo, sono presenti fotoni di energia=13,6 eV, sufficienti a ionizzare l'idrogeno, ossia a staccare l'elettrone dal nucleo. A questo punto l'elettrone

comincia a ricadere sul nucleo in una serie di passaggi, ossia di scalini, ognuno caratterizzato dall'emissione di una certa specifica energia: la linea H-30 α è quella corrispondente alla caduta dell'elettrone dal gradino 31 al gradino 30, con emissione a 231,9 GHz. Si tratta di idrogeno 'freddo' (Tmax=10.000 °C), poco abbondante ma molto più facile da studiare spettroscopicamente del caldissimo (10 milioni di °C) e più abbondante idrogeno che emette raggi X ma che ha dei moti assolutamente incontrollati. Le recenti osservazioni di ALMA hanno mostrato che l'idrogeno H-30 α mostra un picco di assorbimento DOPPIO, con un'ala in allontanamento verso il rosso ed un'ala in avvicinamento verso il blu a circa 1000 km/s:



E' il chiaro indizio della presenza di un disco molto ben definito, situato a 280 miliardi di km da Sgr A*, inclinato di circa 15°, avente una massa di 0,0001 masse solari, che ogni anno perde verso il buco nero centrale una massa paragonabile a quella di un pianeta nano come Cerere. Si tratta della prima, seppur confusa, 'immagine' dell'orizzonte di Sgr A*:



Riuscirà EHT, quando nel prossimo futuro saranno aumentati i radiotelescopi disponibili, a confermare anche visivamente queste prime fondamentali misure ? Anche perché SgrA* è tutt'altro che un mostro quiescente: lo dimostra la recente scoperta di un'immensa esplosione avvenuta 3,5 milioni di anni fa che ha coinvolto per 300.000 anni anche la Corrente Magellanica.

E che ci sia una chiara volontà di migliorare le prestazioni dell'EHT, è dimostrato dal fatto che alla fine di Settembre 2019 la National Science Foundation ha stanziato un fondo iniziale di 12,7 milioni di \$ per quello che sarà il ngEHT (next generation EHT), nel quale saranno praticamente raddoppiati gli 8 radiotelescopi dispersi in varie parti del mondo e utilizzati in sintesi per la prima storica immagine dell'orizzonte del buco nero di M87, con la necessità di incrementare di conseguenza anche i softwares di acquisizione, sincronizzazione e mescolamento delle immagini.

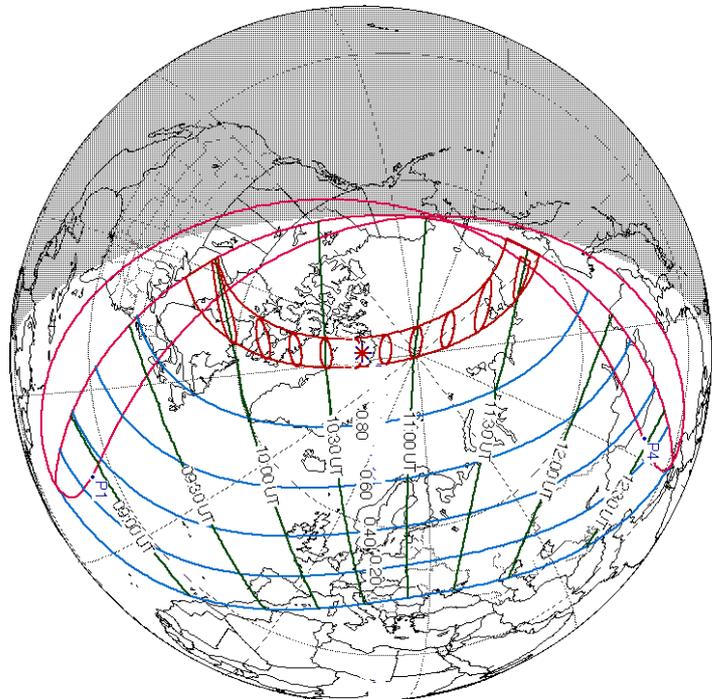
I fenomeni del 2021

A differenza del 2020, il **2021** sarà un anno piuttosto povero di eventi astronomici.

Il 26 Maggio e il 19 Novembre ci saranno due eclissi totali di Luna completamente INVISIBILI dall'Italia.

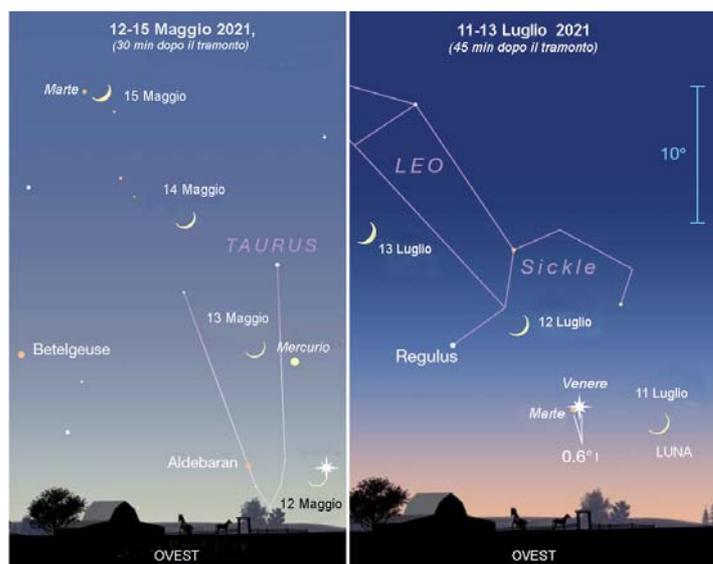
Ci saranno anche due eclissi di Sole: una ANULARE il 10 Giugno sul polo artico e l'altra TOTALE il 4 Dicembre sul polo antartico.

Dallo questo schema generale dell'[eclisse anulare del 10 Giugno](#)



si deduce che sarà coinvolta parzialmente anche l'Italia settentrionale. In particolare nella provincia di Varese il Sole, alto ben 64° nei Gemelli, si ricoprirà per un max di circa il 5% alle h 12,18: niente di spettacolare ma comunque un fenomeno IDEALE (dato l'orario molto favorevole) perché possa essere seguito anche da TUTTI i ragazzi delle nostre scuole.

Ci saranno ben tre Super-Lune piene al perigeo ossia di dimensioni max essendo la Luna alla minima distanza dalla Terra: il 27 Aprile, il 26 Maggio e il 24 Giugno. Inoltre ci saranno molte belle congiunzioni tra la Luna ed i pianeti. Eccone due serali assolutamente da non perdere:



Per quanto riguarda gli sciame meteorici, saranno senza Luna (dopo mezzanotte) le Perseidi del 12 Agosto e le Draconidi del, 8 Ottobre, ma purtroppo le Leonidi del 17 Novembre saranno rovinata dalla Luna piena, mentre le Geminidi del 14 Dicembre saranno disturbate dalla Luna al primo quarto.

Mercurio mostrerà ottime visibilità sia all'alba che al tramonto, mentre Venere il 29 Ottobre sarà alla max altezza serale e raggiungerà il 7 Dicembre (alta 18°) la massima luminosità ($m=-4.7$).

Altri fenomeni di rilievo del 2021.

(tempi in T.U. tempo universale)

Gennaio

- Il 2 alle 14 T.U. Terra al perielio (147.093.000 km)
- Il 3 alle 15 T.U. max dello sciame meteorico delle QUADRANTIDI
- Il 24 alle 02 T.U. Mercurio alla max elongazione serale di $18,6^\circ$

Febbraio

- Il 18 alle 22:47 T.U. Marte a $3,7^\circ$ dalla Luna.
- Il 26 alle 0:16 T.U. la Luna $2,6^\circ$ a sud dell'ammasso del Presepe.

Marzo

- Il 6 alle 11 T.U. Mercurio alla max elongazione mattutina di $27,8^\circ$.
- Il 9 alle 23:02 T.U. congiunzione Luna-Saturno a $3,7^\circ$
- Il 20 alle 9:27 T.U. EQUINOZIO di Primavera..
- Il 20 Venere alla max elongazione mattutina di $46,6^\circ$
- Il 28 Marzo alle 02 locali inizio ora legale.

Aprile

- Il 4 domenica di Pasqua
- Il 22 alle 12 T.U. max sciame meteorico delle LIRIDI
- Il 27 alle 15:24 T.U. 1° Super-Luna piena al perigeo (357.379 km)

Maggio

- Il 4 alle 21 T.U. congiunzione di Giove con la Luna a $4,6^\circ$.
- Il 6 alle 01 T.U. max sciame meteorico delle ETA-AQUARIDI
- Il 12 al tramonto grande congiunzione Luna-Venere + Mercurio
- Il 17 alle 06 T.U. Mercurio alla max elongazione serale di 22°
- Il 26 alle 1:52 T.U. 2° Super-Luna piena al perigeo (357.310 km)
- Il 26 alle 11:19 T.U. Eclisse di Luna INVISIBILE in Italia
- Il 31 alle 1:22 T.U. congiunzione di Saturno con la Luna a $4,2^\circ$

Giugno

- Il 10 alle 10:42 T.U. Eclisse anulare di Sole, VISIBILE al 10% in Italia
- Il 21 alle 3:32 T.U. SOLSTIZIO d'estate
- Il 24 alle 18:40 T.U. 3° Super Luna piena al perigeo (359.960 km)
- Il 28 alle 18:38 T.U. congiunzione di Giove con la Luna a $4,5^\circ$

Luglio

- Il 4 alle 20 T.U. Mercurio alla max elongazione mattutina di $21,6^\circ$
- Il 5 alle 22 T.U. Terra all'afelio (152.101.000 km).
- L' 11 al tramonto grande congiunzione ($0,6^\circ$) Marte-Venere +Luna
- Il 28 alle 03 T.U. max sciame meteorico delle DELTA-ACQUARIDI

Agosto

- Il 2 alle 05 T.U. SATURNO in opposizione.
- Il 12 alle 19 T.U. max sciame meteorico delle PERSEIDI
- Il 19 alle 23 T.U. GIOVE in opposizione.
- Il 20 alle 22:19 T.U. congiunzione di Saturno con la Luna a $3,7^\circ$
- Il 22 alle 4:52 T.U. congiunzione di Giove con la Luna a 4°

Settembre

- Il 14 alle 0:4 T.U. Mercurio alla max elongazione serale di $26,8^\circ$
- Il 14 alle 0:8 T.U. Nettuno in opposizione
- Il 22 alle 19:21 T.U. EQUINOZIO di autunno.

Ottobre

- Il 9 alle 18:36 T.U. Venere in congiunzione con la Luna a $2,9^\circ$
- Il 8 alle 20 T.U. Max sciame meteorico delle DRACONIDI
- Il 21 alle 11 T.U. max dello sciame meteorico delle ORIONIDI
- Il 25 alle 5 T.U. Mercurio alla max elongazione mattutina di $18,4^\circ$
- Il 29 alle 22 T.U. Venere alla max elongazione serale di 47°
- Il 31 alle 02 locali, fine ora legale

Novembre

- Il 5 alle 0 T.U. Urano in opposizione
- Il 17 alle 8 T.U. max dello sciame meteorico delle LEONIDI
- Il 19 alle 8:59 T.U. MINI-luna piena all'apogeo (406.276 km)
- Il 19 alle 9:03 T.U. eclisse parziale di Luna INVISIBILE in Italia

Dicembre

- Il 4 alle 7:33 T.U. eclisse totale di Sole sull' Antartide.
- Il 7 alle 0:48 T.U. congiunzione Venere-Luna a $1,9^\circ$
- L' 8 alle 1:52 T.U. congiunzione Saturno-Luna a $4,2^\circ$
- Il 9 alle 6:07 T.U. congiunzione Giove-Luna a $4,5^\circ$
- Il 14 alle 07 T.U. max dello sciame meteorico delle GEMINIDI
- Il 21 alle 15:50 T.U. SOLSTIZIO d' inverno
- Il 22 alle 15 T.U. max sciame meteorico delle URSIDI
- Il 29 alle 05 T.U. congiunzione Venere-Mercurio a $4,2^\circ$
- Il 31 alle 20:13 T.U. congiunzione Marte-Luna a soli 1° .

NB.: a tutti i nostri soci che ce lo chiedessero, possiamo inviare gratuitamente in pdf il volume SKYWATCH 2021, 84 pagine a colori in cui vengono dettagliatamente presentati mese per mese tutti i fenomeni astronomici rilevanti del 2021.

ASTRONAUTICA NEWS

A cura di P.Ardizio.

Risale al 1976 l'ultima volta che un veicolo spaziale ha riportato a terra campioni del suolo lunare. Allora fu la missione **Luna 24** dell'URSS, ma lo scorso 16 dicembre la sonda cinese **Chang'e-5**, con un'architettura simile alle missioni **Apollo** della NASA (tale architettura rafforza l'idea che lo sbarco umano 'cinese' sia in cantiere), ha ripetuto con successo l'esperimento, riportando a terra campioni di rocce lunari (giovannissime 1,2 miliardi di anni) prelevati vicino al **Mt Rumker**, nell'**Oceano delle tempeste** al termine di una missione durata ben 23 giorni, con inizio il 23 novembre e discesa il 1 dicembre sulla superficie lunare. La sonda era composta da 4 parti: un **modulo di servizio**, un **lander**, un **veicolo di risalita** e un **modulo di ritorno** a terra. Una volta in orbita lunare, il lander e il modulo di risalita sono scesi sulla superficie, mentre il **modulo di servizio** e quello di **ritorno** sulla Terra sono rimasti in orbita. Il lander usando una paletta meccanica e un trapano capace di scavare in profondità fino a 2 metri si è occupato di raccogliere i campioni: il veicolo di risalita poteva trasportare fino a 4 chilogrammi di materiale lunare. A bordo del lander di Chang'e-5 vi erano anche 3 strumenti scientifici. Una suite di telecamere che ha documentato il sito di atterraggio, un radar per esplorare il terreno e mappare il sottosuolo, ed uno spettrometro per determinare la composizione mineralogica e valutare quanta acqua si trova imprigionata nel sottosuolo. Gli scienziati potranno confrontare queste letture con i campioni riportati sulla Terra. Facendo affidamento solo sull'energia solare, Chang'e-5 è atterrata durante il mattino lunare mentre il veicolo di ascesa è ritornato in orbita prima del tramonto (un periodo di circa 14 giorni terrestri), incontrandosi poi con il **modulo di servizio**. Completato il trasferimento dei campioni il **modulo di servizio** ha lasciato l'orbita lunare per tornare verso la Terra, separandosi dalla **capsula di ritorno** poco prima dell'arrivo in orbita terrestre; proseguendo poi verso alcuni asteroidi in una estensione della missione. I veicoli che rientrano nell'atmosfera terrestre dalla Luna viaggiano molto più velocemente di quelli in orbita terrestre bassa (LEO): circa 11Km/sec contro 7Km/sec. Così mentre i veicoli per voli umani come le capsule Apollo della NASA facevano affidamento sulla frizione atmosferica per rallentare la velocità prima di entrare in atmosfera grazie ad un adeguato scudo termico, Chang'e-5 ha eseguito un "salto atmosferico", rimbalzando una volta sull'atmosfera prima di entrare in atmosfera per poi atterrare nella Mongolia interna, sito utilizzato anche dalle navicelle con equipaggio **Shenzhou**. Questa sonda aveva un backup di riserva: **Chang'e-6** che visto il felice esito della missione verrà dirottata in un prossimo futuro al polo sud lunare.

La sonda **Hayabusa2** della JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*) lanciata nel 2014, dopo aver raggiunto l'asteroide **Ryugu** grazie ai suoi 4 propulsori a ioni, ha raccolto campioni della superficie ed è ripartita per la Terra il 13 novembre 2019, riportando i campioni a terra con un perfetto atterraggio nel deserto australiano lo scorso 6 dicembre. Tali campioni consentiranno agli scienziati di capire la storia geologica dell'asteroide. Poiché Hayabusa2 è ancora in buona salute, sorvolerà l'asteroide **2001 CC21** una volta nel 2026 e grazie a due successivi incontri con la Terra, nel 2027 e nel 2028, potrà raggiungere l'asteroide **1998 KY26** nel 2031. Hayabusa2 è dotata di una varietà di strumenti che l'hanno aiutata a studiare Ryugu e gli altri asteroidi durante la sua missione estesa. Le tecnologie chiave includono un altimetro laser per creare mappe 3D, una termo-camera per misurare le temperature e uno spettrometro per determinare la composizione dei minerali superficiali. Curioso il sistema usato per raccogliere i campioni di terreno da **Ryugu**: viene sparato un proiettile di tantalio di 5g a 300m/sec, la nube di detriti che si genera investe un tubo di raccolta che le stiva, poi la sonda trasferisce il contenitore nella capsula di ritorno che il veicolo spaziale rilascerà nell'atmosfera terrestre. Ma Hayabusa oltre a far atterrare i campioni dell'asteroide felicemente a terra, ha anche fatto atterrare sull'asteroide due rover **Minerva** (hanno inviato foto e dati per 36 giorni e 3 giorni) e (con qualche piccolo imprevisto) **Mascot** (Mobile Asteroid Surface Scout, collaborazione franco-tedesca) che ha fornito importanti informazioni sull'asteroide stesso per 17 ore: in tale progetto la Francia ha fatto tesoro dell'esperienza maturata con la sonda **Philae** di **Rosetta**. La missione della NASA **OsirisRex** costata un miliardo di dollari (lanciata 8 settembre 2016), dopo un lungo viaggio arrivava il 3 dicembre 2018 in orbita attorno a **Bennu**, un asteroide vecchio e scuro, di tipo b, carbonaceo con struttura tipo **RubblePile** (mucchio di sassi). Osiris-REX grazie al suo meccanismo di raccolta **TAGSAM** (Touch And Go Sample Acquisition Mechanism) lo scorso 20 ottobre ha toccato la superficie dell'asteroide vicino al Polo Nord riuscendo a prelevare centinaia di grammi di materiale, una quantità superiore alle aspettative al punto di dover rivedere tutta la pianificazione delle successive sequenze operative rese più complicate dal periodo di 30 minuti necessario a comunicare con la sonda, data la sua distanza dalla Terra, oltre a dover rinegoziare la disponibilità della rete **DSN** della NASA. Alla fine tutto il materiale è stato stivato e nelle prossime settimane si cercherà di

valutarne la quantità presente a bordo, poi si dovrà attendere il suo ritorno: la finestra di lancio per ritornare sulla Terra si aprirà agli inizi di marzo 2021 e si estenderà fino a Maggio; il rientro della sonda a terra con i campioni (e i nomi di migliaia di terrestri tra cui vari soci del GAT su un CD a bordo) è attesa per il mese di Settembre 2023.

La NASA nell'ambito del programma **Artemis** ha approvato una serie di esperimenti che nei prossimi anni raggiungeranno la Luna. Vediamone alcuni nel dettaglio: **Regolith Adherence Characterization (RAI)** determinerà il comportamento della regolite su una serie di materiali esposti in ambiente lunare. **Next Generation Lunar Retroreflectors (NGLR)** fungerà da bersaglio per i laser sulla terra per misurare con precisione la distanza Terra-Luna. **Lunar Environment Heliospheric x-ray Image (LEXI)** catturerà le immagini dell'interazione tra la magnetosfera terrestre e il flusso di particelle cariche provenienti dal sole (vento solare). **Riconfigurabile Radiations Tolerant Computer System (RADPC)** avrà l'obiettivo di fornire una tecnologia informatica in grado di resistere ai bombardamenti delle radiazioni solari; mancando l'atmosfera e un campo magnetico la radiazione solare sulla Luna sarà una sfida per l'elettronica, tale esperimento servirà anche a caratterizzare gli effetti delle radiazioni sulla superficie lunare. **Lunar Magnetotelluric Sounder (LMS)** progettato per caratterizzare la struttura e la composizione del mantello lunare attraverso lo studio dei campi elettrici e magnetici. L'esperimento farà uso di un magnetometro di riserva realizzato per la sonda marziana **Maven**. **Lunar Instrumentation For Subsurface Thermal Exploration with Rapidity (LISTER)** progettato per misurare il flusso di calore dall'interno della Luna: l'esperimento perforerà lo strato di regolite per indagare le proprietà termiche della Luna a diverse profondità. **Lunar PlanetVac (LPV)** una tecnologia ideata per raccogliere e trasferire la regolite dalla superficie ad altri strumenti che analizzerebbero il materiale o in alternativa lo introdurrebbero in un contenitore che poi verrebbe riportato da un'apposita sonda a terra. **Stereo Cameras for Lunar Plume-Surface Studies (Scalps1.1)** video e immagini fisse dell'area sotto il Lander poco prima dello spegnimento del motore: la telecamera aiuterà a determinare la topografia della superficie prima dell'atterraggio. La fotogrammetria verrà utilizzata per ricostruire la mutevole superficie prima dell'atterraggio. **Lunar Gns Receiver Experiment (LUGRE)** basato sul sistema GPS, che se riuscirà sarà il primo a distinguere i segnali GPS sulla Luna.

20 anni e non li dimostra, quel piccolo avamposto che in realtà è grande come un campo da calcio ed ha una massa di circa 450 tonnellate appena fuori dalla Terra: si tratta della **ISS** (International Space Station) dove più di 300 astronauti provenienti da 19 Nazioni hanno travalicato confini e bandiere lavorando tutti insieme per un solo scopo, dimostrare che gli esseri umani possono vivere e lavorare nello spazio, ma soprattutto possono stare assieme senza differenze di etnia, bandiere e altro. Qui si è iniziata una cooperazione internazionale che non solo speriamo continuerà in futuro ma che si estenderà ancora ad altre nazioni. Nel frattempo l'arrivo della **Dragon CRS21** ha certificato questa nuova versione che può essere riusata fino a 5 volte, offre ben il 20% di volume di carico in più, raddoppiando il tempo di permanenza attraccata alla ISS che ora può arrivare a 75 giorni.

Grumman and **Thales Alenia Space** hanno siglato un accordo per realizzare il modulo pressurizzato **HALO** (Habitation And Logistic Outpost), che sarà insieme al **PPE** (Power and Propulsion Element) uno degli elementi che inizialmente costituiranno la base orbitante **Lunar Gateway** che dovrebbe essere lanciata verso la fine del 2023. La sua funzione primaria sarà quella di provvedere a fornire agli astronauti volume abitabile ed un'area dove prepararsi per scendere sulla superficie lunare, fornirà sistemi di comando e controllo oltre alla capacità di maneggiare dati, immagazzinare e distribuire l'energia, gestire il controllo termico e i sistemi di comunicazione; con la navicella **Orion** attraccata sarà capace di sostenere in orbita un equipaggio di 4 astronauti per circa 30 giorni. Il progetto di Halo deriva dalla ben collaudata navetta cargo **Cygnus** con cui le due aziende collaborano da sempre con all'attivo ben 14 missioni riuscite, il modulo avrà lo stesso diametro del Cygnus ma sarà più lungo di un metro. Sfruttando le stesse linee di produzione del Cygnus sarà possibile realizzare questi moduli nei tempi richiesti e nel rispetto del comfort e della sicurezza degli astronauti. Per finire una breve sintesi di cosa ci aspetta nel 2021.

Tianwen-1, **Hope** e **Perseverance** tenteranno la difficile impresa di scendere in Febbraio su Marte.

La **Boeing** dopo il fallimento nel 2019 della missione **OFT1**, in primavera ci riprova e se lo **Starliner Orbital Flight Test 2** andrà bene, la prossima estate si cercherà di portare gli astronauti sulla ISS. Giapponesi e Astrobotics tenteranno la via lunare depositando sulla Luna le ceneri di A. Clarke, poi attendiamo in Ottobre il lancio di **JWST** (il nuovo telescopio spaziale) seguito da **SLS** con **ArtemisI** e **Lucy** verso gli asteroidi troiani. Buona fortuna ! ☺

GRUPPO ASTRONOMICO TRADATESE

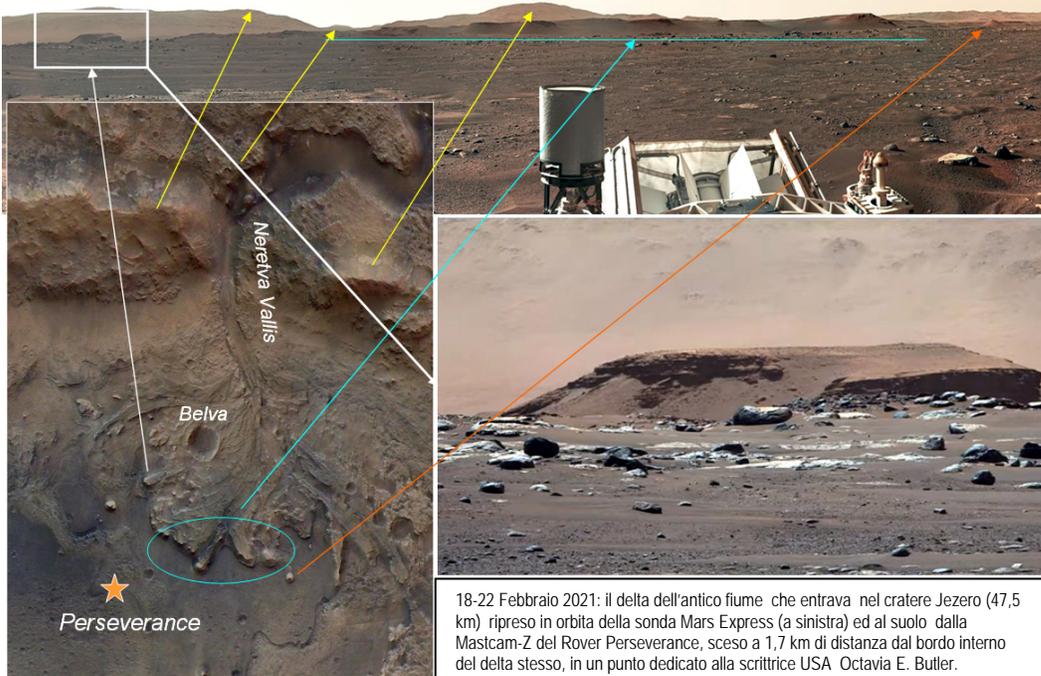
LETTERA N. 165

47° anno

Aprile-Giugno 2021

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci



L'evento principale di inizio 2021 è stato ovviamente la discesa su Marte del **Rover Perseverance**, avvenuta con successo il 18 Febbraio 2021 (vedi qui a fianco e nell'allegato ANews di questa lettera). Sempre su Marte, durante il Congresso autunnale dell' AGU-American Geophysical Union (online, 1-17 Dicembre 2020) sono emerse informazioni davvero importanti sulla [ricerca marziana di molecole organiche](#) da parte del rover Curiosity: quasi obbligatorio che vi dedicassimo per intero questa lettera. Nel contempo arrivano sempre notizie negative sul metano marziano, che la sonda TGO dell' ESA, in orbita circolare operativa (400 km, periodo di 2 h) dal 20 Aprile 2018, non ha mai evidenziato nonostante disponga di strumenti pensati proprio per questo. [Ottime notizie anche in tema di asteroidi](#). La sonda giapponese Hayabusa-2 ha infatti riportato a terra, lo scorso 5 Dicembre 2020, 5,4 g di materiale scuro prelevato al NEO Ryugu. Invece, l' americana Osiris-REX, dopo aver prelevato lo scorso 20 Ottobre almeno 100 gr di materiale da Benu, inizia solo il 10 Maggio 2021 il lungo viaggio (2,5 anni) di ritorno a terra. Intanto si prepara alla partenza (luglio 2021, vettore Falcon 9 di Space X) la sonda DART, che nel Settembre 2022 dovrà colpire il piccolo satellite (160m) dell'asteroide Didymos, tentando di modificarne l'orbita (attualmente percorsa in 11h54m, a 1,18 km di distanza). Toccherà al mini-satellite italiano LICIAP documentare tutti gli eventi. [In campo cosmologico](#) sta sempre più aumentando il numero (+ di 100) di quasar (buchi neri al centro di galassie attive) lontanissimi, quindi nati quando l' Universo doveva essere ancora privo di qualunque struttura. E' di Gennaio 2021 la pubblicazione della scoperta del quasar più lontano: si chiama J0313-1806, ha una massa di 1,6 miliardi di soli ed un redshift $z=7,64$ (misura fatta da ALMA sull' emissione della riga del CII): significa che nacque solo 670 milioni di anni dopo il Big Bang! E' di Febbraio 2021 la notizia di un quasar con due getti radio a $z=6,82$: si chiama P172+18, ha una massa di 300 milioni di masse solari e nacque solo 780 milioni di anni dopo il Big Bang (NB: Chiara Mazzucchelli è tra gli autori!).

Passiamo adesso alle nostre prossime serate, ancora obbligatoriamente online, libere a tutti (con una media di almeno 500 contatti!) e sempre legate alla più stretta attualità. Se apprezzate i nostri sforzi ricordatevi di versare la modica cifra annuale di 15 € (IBAN BPER Banca IT12C0538750580000042454972)

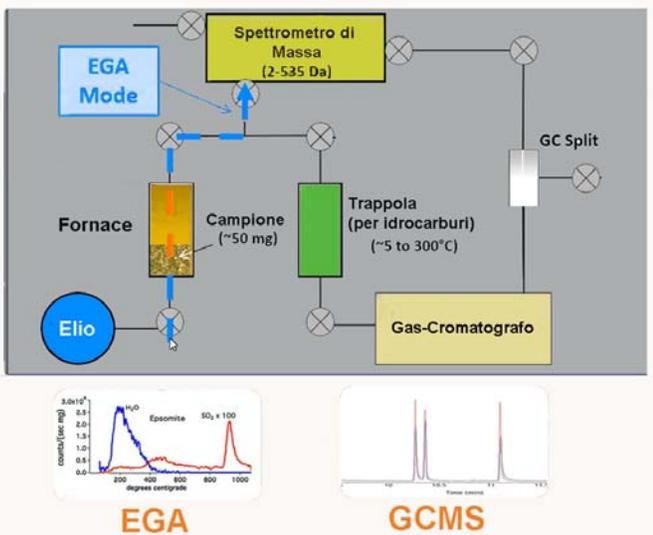
Lunedì 12 Aprile 2021 h 21 Sito GAT- Online	<i>Conferenza del dott. Marco GIAMMARCHI (Ist. Naz. Fisica Nucleare) sul tema <u>I NEUTRINI E IL COSMO</u>, una rassegna delle conseguenze, sulla struttura del Cosmo, delle straordinarie proprietà recentemente mostrate da queste particelle.</i>
Lunedì 26 Aprile 2021 h21 Sito GAT-Online	<i>Conferenza di Marco ARCANI (massimo esperto di particelle cosmiche) sul tema <u>RAGGI COSMICI E FULMINI</u>, fenomeni diversi ma con matrice comune: particelle subatomiche accelerate da potenti campi elettrici. Fulmini e raggi cosmici sono forse gli ingredienti principali per la formazione della vita sulla Terra?</i>
Lunedì 10 Maggio 2021 h 21 Sito GAT-Online	<i>Conferenza della dott.ssa Monica AIMONE (Planetario di Milano) sul tema <u>L'ASTRONOMIA DELLA DIVINA COMMEDIA</u>, una suggestiva rassegna dei tantissimi riferimenti alla scienza del cielo, nel 700esimo della morte di Dante Alighieri. Da non perdere!</i>
Lunedì 24 Maggio 2021 h 21 Sito GAT-Online	<i>Conferenza della Prof.ssa Marianna DANIELE sul tema <u>ALLA SCOPERTA DEL PIANETA ANTARTIDE</u>, ovvero le proprietà climatiche, geologiche e scientifiche raccontate dalla relatrice in due mesi di permanenza sul continente di ghiaccio.</i>
Lunedì 7 Giugno 2021 h 21 Sito GAT-Online	<i>Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema <u>ASTERODI CARBONIOSI SENZA PIU' SEGRETI</u>, dopo il prelievo di campioni da Ryugu (Giappone) e Benu (NASA), poi riportati a Terra per la prima analisi diretta.</i>
Lunedì 21 Giugno 2021 h 21 Sito GAT-Online	<i>Conferenza di Piermario ARDIZIO sul tema <u>CINESI NELLO SPAZIO</u>, una rassegna aggiornata delle recenti eccezionali imprese che in un decennio hanno reso la Cina una delle massime e più prolifiche nazioni spaziali.</i>

La Segreteria del G.A.T

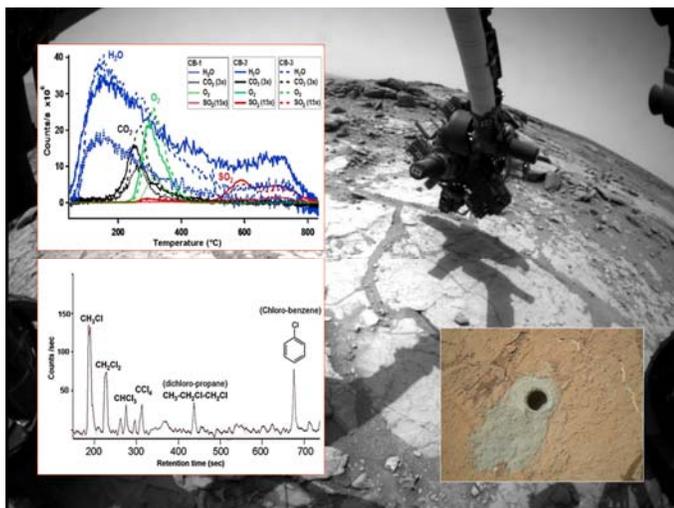
1) PRIME MOLECOLE ORGANICHE SU MARTE.

Sulla nostra lettera N. 143 (marzo-Aprile 2015) avevamo raccontato della prima scoperta di molecole organiche marziane (soprattutto Cloro-benzene) effettuata dal laboratorio SAM a bordo del rover Curiosity sul sito marziano di Cumberland, vicino al punto di atterraggio. Curiosity era sceso il 6 Agosto 2012 nel cratere marziano Gale, che reca al centro una montagna (il monte Sharp) stratificata e alta quasi 5mila metri: l'idea della missione era quella di arrivare alla montagna e di risalire i vari strati per capire com'era l'ambiente marziano primordiale.

E' utile ricordare che il SAM lavora sottoponendo ad un riscaldamento fino a 1000°C campioni di terreno marziano depositati in apposite capsule di vetro. Gli eventuali vapori emessi dai campioni riscaldati possono, per essere individuati, essere mandati direttamente, ossia senza separazione reciproca, ad uno spettrometro di massa MS (procedura definita EGA, Evolved Gas Analysis) oppure la miscela gassosa può essere fatta prima passare in una speciale colonna gas-cromatografica GC (a bordo ce ne sono di sei tipologie differenti) che separa i singoli componenti prima di inviarli poi allo stesso spettrometro di massa di prima, che quindi è molto più facilitato ad individuarne la natura (procedura definita GC-MS):



Nel caso specifico del campione di Cumberland l'analisi EGA mostrò emissione di H₂O (acqua), CO₂ (Anidride carbonica) ed O₂ (Ossigeno) a 300°C, indizio quest'ultimo, della presenza di perclorati:

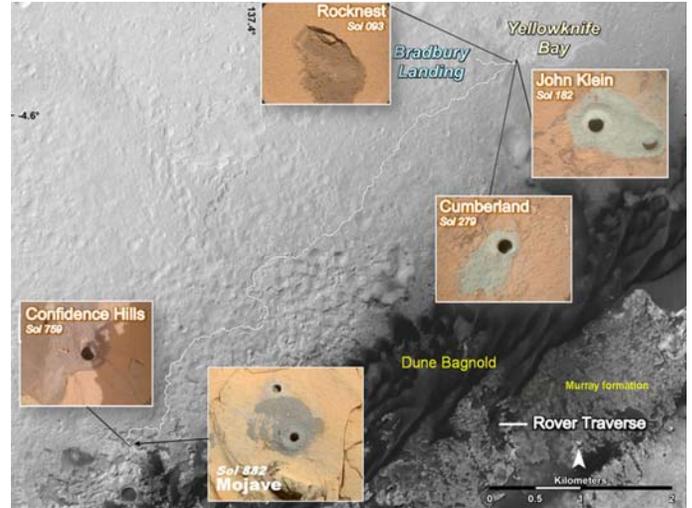


E' altamente probabile che questi perclorati, a causa dell'alta temperatura analitica, abbiano demolito in H₂O e CO₂ gran parte degli eventuali composti organici termolabili, impedendo loro di essere evidenziati dallo Spettrometro di Massa. Altre sostanze carboniose di tipo aromatico (ossia costituite da anelli di 6 atomi di Carbonio) hanno invece resistito alla distruzione dei perclorati,

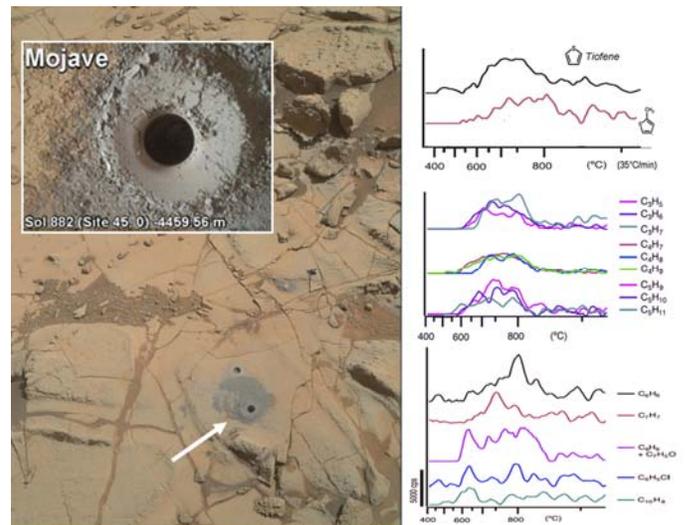
venendo poi evidenziate come Cloro-benzene in analisi tipo GC-MS.

2) CHEROGENI SU MARTE !

All'inizio del 2015 Curiosity, arrivato finalmente alla base del monte Sharp, fece una scoperta molto importante dalle parti della cosiddetta regione di Pahrump Hill, un' area di sedimenti stratificati vecchia di 3,5 miliardi di anni. I siti di prelievo furono rispettivamente quello di Confidence Hill (Settembre 2014) ed il vicino Mojave (Gennaio 2015):

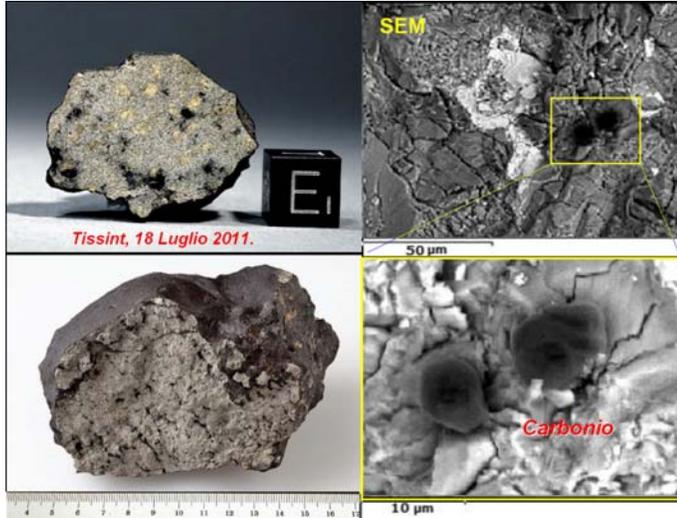


Si trattava di due siti particolarmente interessanti perchè il primo è ricco di ematite (un ossido di Ferro che si forma in presenza di acqua) e il secondo è ricco di Jarosite (un solfato di Ferro e Potassio che si forma in presenza di acque acide). I risultati analitici del SAM sono stati a dir poco sorprendenti. Scaldandoli da 500 a 900°C i due campioni hanno infatti mostrato la presenza di tre tipi principali di molecole a base di Carbonio: idrocarburi aromatici tra cui il Benzene e suoi derivati, idrocarburi alifatici a corta catena (max 5 atomi di Carbonio), alcune molecole (5%) contenenti Zolfo, tra cui il Tiofene:

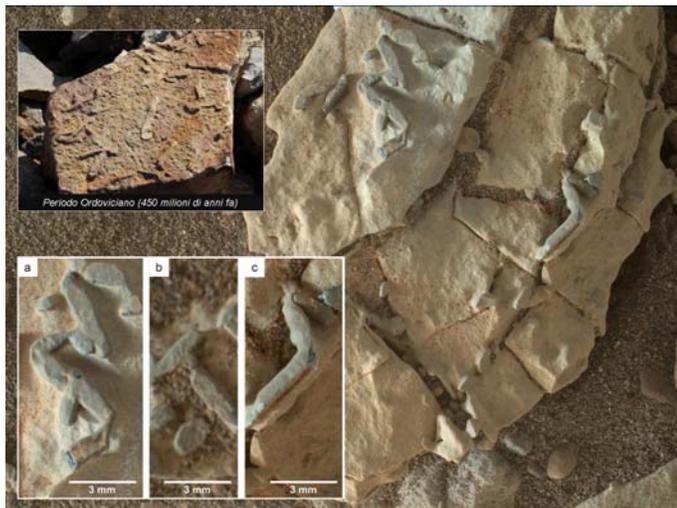


In ambito terrestre, queste tre classi di molecole si ritrovano spesso riscaldando ad alta temperatura materiali carboniosi presenti in sedimenti vecchi di almeno 3-3,5 miliardi di anni: questi materiali carboniosi vengono denominati kerogeni, e derivano dalla trasformazione di molecole batteriche sottoposte per centinaia di milioni di anni alle alte pressioni indotte dai sedimenti soprastanti. La presenza di atomi di Zolfo contribuisce ad aumentare la stabilità nel tempo di questi Kerogeni. Quindi non c'è dubbio che in quegli antichi sedimenti marziani della regione di Pahrump Hill, esistano dei kerogeni. I dati finora disponibili non possono però definirne la vera origine (biologica o geologica).

Gli stessi risultati sono stati ottenuti anche sulla porzione carboniosa insolubile (circa il 70%) del materiale organico contenuto nella meteorite Marchison, la più famosa delle rocce spaziali carboniose: da qui la possibilità che l'origine dei kerogeni marziani possa essere spaziale e non biologica. E che su Marte questi depositi carboniosi antichissimi siano diffusi è comunque dimostrato dal fatto che risultati analoghi sono stati ottenuti su materiale organico estratto dalla famosa meteorite Tissint, una roccia che si staccò da Marte 700.000 anni fa e fu vista cadere nel Sahara il 18 Luglio 2011:



La cosa interessante è che, nel 2014, un folto gruppo di ricercatori guidati da Yangting LIN (MAPS, 49, 2201-18) misurarono, sul materiale organico della Tissint, una netta predominanza di C12 su C13, un indizio questo tipicamente biologico (è ben noto infatti che gli organismi viventi prediligono il Carbonio 12 sul Carbonio 13). Un ulteriore 'sospetto' dell'esistenza di antichi archeo-batteri marziani si è improvvisamente materializzato all'inizio di Gennaio 2018, quando Curiosity, ormai quasi alla base del Monte Sharp, dopo aver attraversato un pericoloso campo di dune scure denominato Bagnold dune field, ha raggiunto una lunga cresta di ematite, denominata Vera Rubin Ridge. Sul bordo meridionale di questo deposito di ematite la camera MAHLI, una specie di microscopio situato sul braccio meccanico del Rover, ha ripreso un gruppo di formazioni millimetriche scure ed allungate, che hanno immediatamente richiamato possibili strutture biologiche fossili:



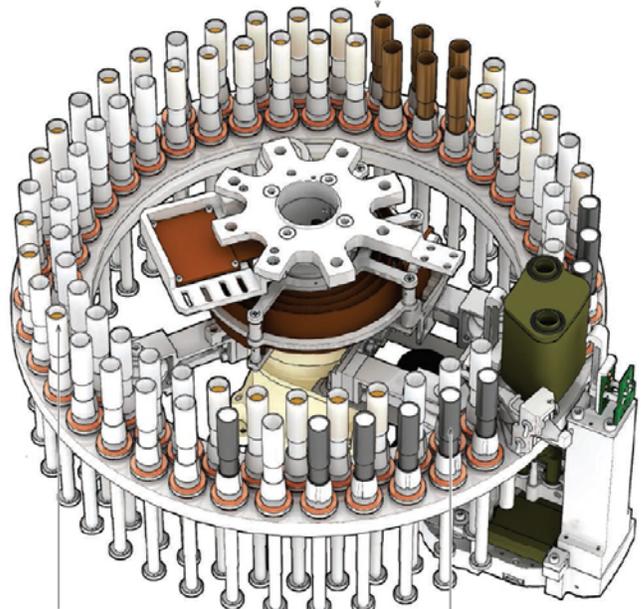
Una possibilità è che si tratti di porzioni di roccia scura infiltratasi nella roccia chiara e più resistente di quest'ultima all'erosione ambientale. Ma la somiglianza morfologica con tracce fossili lasciate da antichi organismi terrestri è impressionante: in particolare nel caso (vedi periodo Ordoviciano di 450 milioni di anni fa) di batteri che 'scavavano' gallerie in certe rocce, che poi

venivano riempite da materiale esterno più resistente alla corrosione delle rocce stesse. Di sicuro è molto strano che la NASA abbia presentato queste immagini senza aggiungere nessun commento interpretativo.

3) CHIMICA UMIDA RIVELATRICE.

Per approfondire maggiormente l'indagine sull'origine e la composizione degli organici marziani, il SAM aveva a disposizione un'altra metodologia, molto delicata ma potentissima: quella di diminuire di molto la temperatura analitica (che, come detto, normalmente è di almeno 500°C) per evitare poi l'interferenza malefica dei perclorati. Per far questo era necessario rendere molto più volatili le eventuali sostanze organiche marziane. Questa procedura viene detta di derivatizzazione. In sostanza nel SAM c'è un porta campioni circolare con 59 celle di vetro per analisi secche (ossia effettuate sui campioni tal quali) e 9 celle di acciaio per analisi UMIDE-wet chemistry (ossia effettuate su campioni preventivamente derivatizzati con opportuni reattivi):

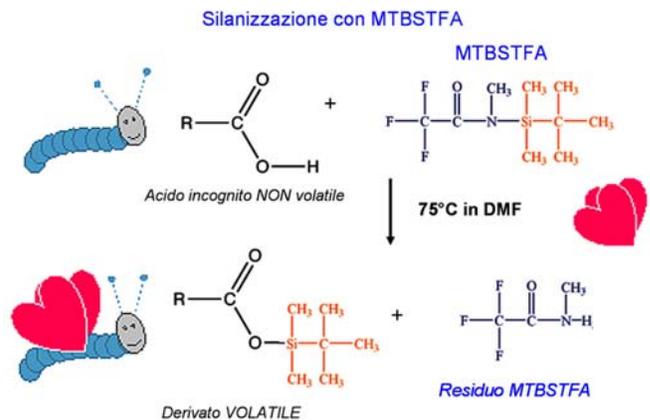
6 fiale di calibrazione



59 fiale per analisi SECCHE

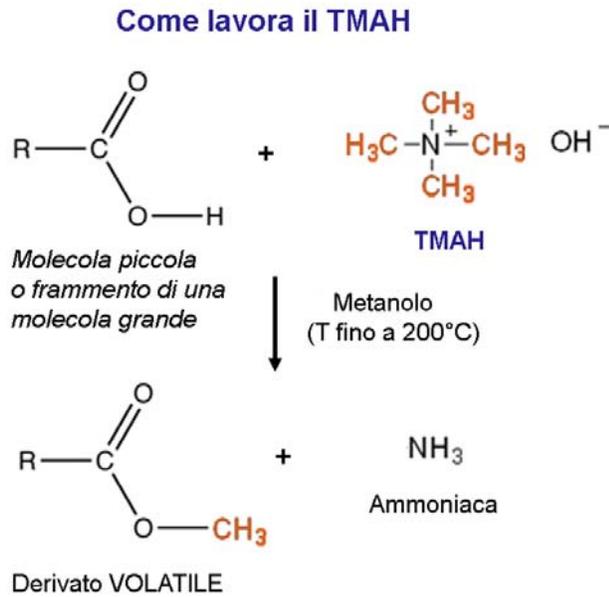
9 fiale per analisi UMIDE

7 delle celle contengono un derivatizzante a base di silicio e Fluoro denominato MTBSTFA sciolto in un solvente denominato DMF (Dimetilformamide). Il contatto tra MTBSTFA con eventuali organici marziani contenenti atomi di idrogeno labili (acidi-COOH, Ammine-NH₂, ammino-acidi) per aumentarne la volatilità, si chiama SILANIZZAZIONE:



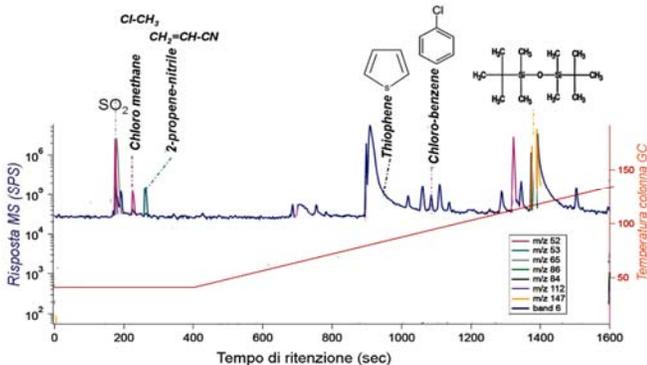
Le altre 2 celle per analisi umide del SAM contengono un reattivo ancora più aggressivo denominato TMAH (tetrametil-ammonio-idrossico) sciolto in metanolo: reagendo a caldo con sostanze carboniose anche molto complesse, il TMAH le spacca in frammenti più piccoli, quindi più volatili e aggiunge un gruppo CH₃ laddove ci siano gruppi come -OH, -NH, -SH, -O : il processo,

che si chiama TERMO-CHEMOLISI, è ideale per rendere più facilmente analizzabili molecole organiche di alto peso molecolare (ossia molto grandi) che, a causa della loro bassissima volatilità, sono molto difficili da analizzare:

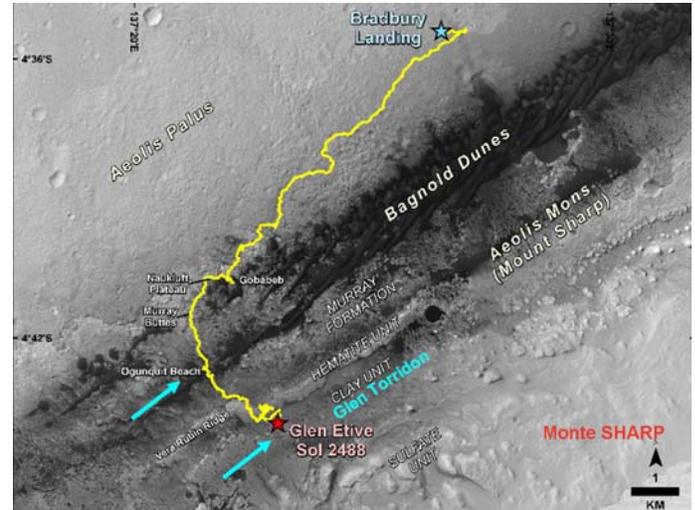


(PS.: chi non ha molta pratica con la chimica analitica non si spaventi e magari rilegga più volte queste note, che sono molto semplificate e che non si trovano da nessuna parte tranne che in questa lettera).

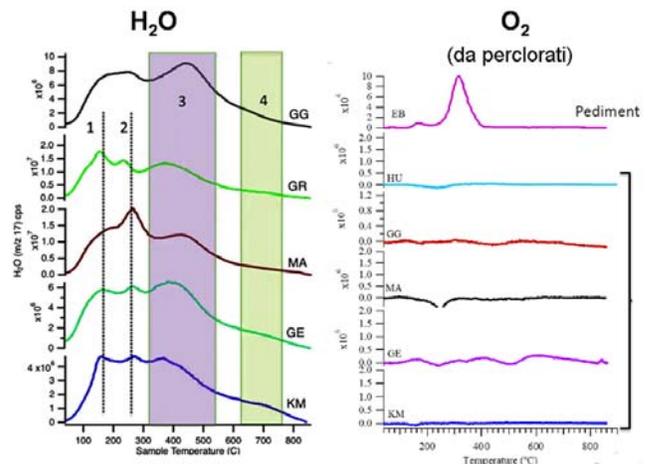
Ovvio che essendo molto ridotta la disponibilità di derivatizzanti, il team di SAM ha deciso di utilizzarli con estrema parsimonia e solo su terreni di eccezionale interesse esobiologico. Purtroppo, durante l'analisi del già ricordato campione marziano prelevato nel 2013 nel sito di Cumberland ci si accorse di un fatto 'agghiacciante': per ragioni sconosciute una delle fiale di silanizzante si era rotta inquinando praticamente tutto il sistema analitico. Le analisi del campione di Cumberland sono state immediatamente bloccate e c'è voluto un intero anno (quasi tutto il 2014) per ripulire il sistema. Come conseguenza il campione di Cumberland è rimasto fermo nel SAM per 1280 sols (giorni marziani) a CONTATTO con i vapori di MTBSTFA: era logico (a posteriori..) pensare che eventuali sostanze carboniose poco volatili di Cumberland potessero aver reagito coi vapori di silanizzante diventando più facilmente individuabili. Una eventualità definita dal team di SAM 'derivatizzazione opportunistica', nel senso che da un male poteva addirittura derivare un vantaggio. I risultati di questa PRIMA analisi marziana con silanizzante (la 'derivatizzazione opportunistica' appunto) sono già di grande interesse. In sostanza, questa miscela è stata prima scaldata fino a 250°C e poi iniettata in una apposita colonna Gas-cromatografica la cui temperatura è stata fatta progressivamente aumentare fino a 140°C: in un tempo (di ritenzione) totale di circa 1600 sec sono state eluite (cioè emesse a tempi differenti) moltissime sostanze carboniose, alcune delle quali poi individuate dallo Spettrometri di Massa (che fa da rivelatore). Eccone un gas-cromatogramma semplificato:



Era la dimostrazione che la silanizzazione funzionava bene. Si trattava quindi di aspettare il momento più adatto per applicarla in maniera sistematica. Ebbene, questo momento è arrivato ben 5 anni dopo che Curiosity era sceso nel cratere Gale, quando la sonda Orbitale MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) ha scoperto, proprio alla base del Monte Sharp, un terreno argilloso, ricco di Mn (Manganese) e P (Fosforo) denominato Glen Torridon (GT) (forti assorbimenti a 2,24 e 2,29 micron). Il terreno GT si trova appena dopo la cresta di ematite di Vera Rubin ed è seguito da un terreno ricco di solfati:

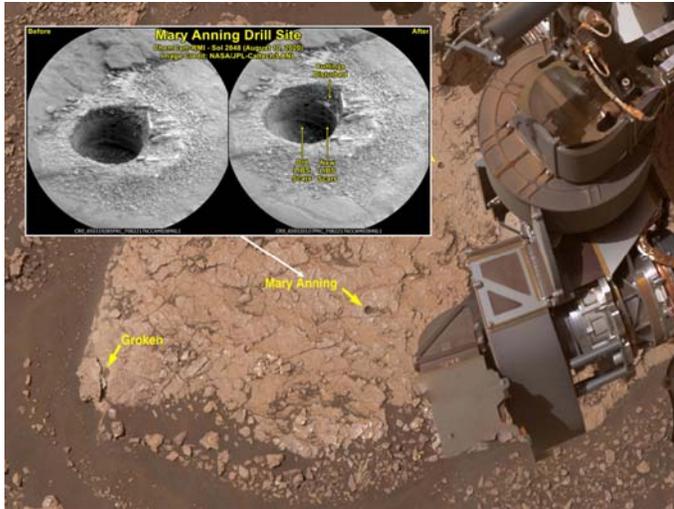


Analisi EGA in MOLTI punti all'interno di GT hanno mostrato sorprendentemente, assenza di O₂ da perclorati e forti assorbimenti di almeno 3 tipi di acqua: libera (poco oltre i 100°C), legata a rocce cristalline (attorno a 250°C), probabilmente legata a molecole carboniose molto grandi (kerogeni?) attorno a 400°C. Una situazione ideale per la ricerca di composti organici:

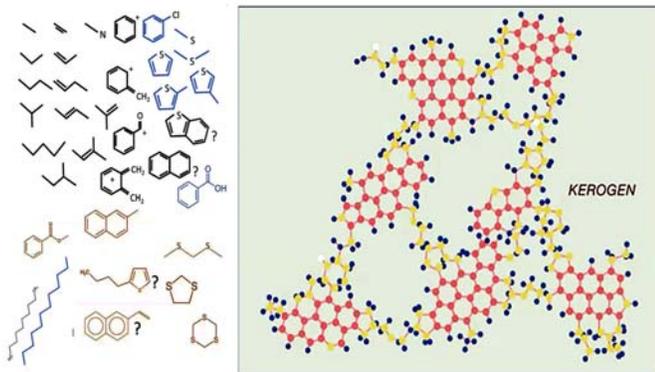


La prima analisi 'umida' completa venne in realtà realizzata alla fine di Dicembre 2017 su un campione sabbioso preso nella parte orientale del grande campo di dune scure denominato Bagnold Dune field, situato appena prima della ricordata cresta di ematite di Vera Rubin, in una situazione ritenuta di emergenza. La trivella in cima al braccio mobile di Curiosity si era infatti bloccata per un problema meccanico, quindi era possibile prelevare solo campioni superficiali molto friabili. Dopo silanizzazione con MTBSTFA, e riscaldamento fino a 900°C, il sistema EGA-GCMS non ha evidenziato né ammino-acidi né acidi grassi (che sarebbero stati interpretati come residui batterici), ma una chiara presenza di acido benzoico (di origine sconosciuta) e di prodotti di decomposizione del MTBSTFA furono la chiara dimostrazione che la derivatizzazione era avvenuta con successo. Fortunatamente, nei mesi successivi il problema alla trivella preleva-campioni venne risolto, quindi si poté procedere ad acquisire un campione più profondo e significativo. Il 24 Settembre 2019 (era per Curiosity il sol 2536) al SAM è stato

fornito un campione del sito Glen-Etve 2, situato sul promettente terreno di Glen Torridon:



Su GT-Glen-Etve 2 l'analisi EGA-GCMS secca ha mostrato un'abbondanza di composti carboniosi a base di zolfo sia lineari che aromatici (ossia ad anello esagonale). La diversa tipologia di queste molecole è certamente compatibile con l'esistenza di composti ad alto peso molecolare della classe dei kerogeni, che erano già stati individuati cinque anni prima sul sito di Pahrump Hill:



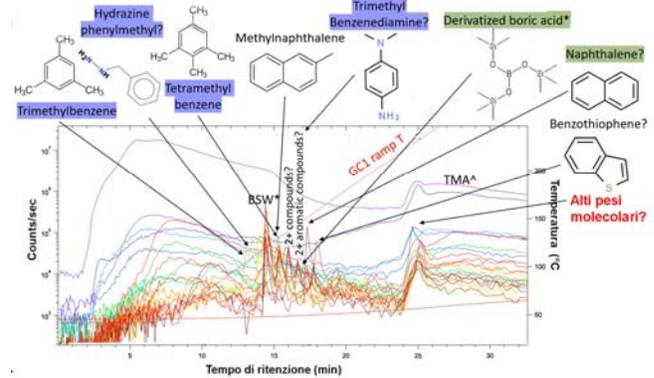
E' stata anche condotta un'analisi *umida* completa dopo derivatizzazione con MTBSTFA (silanizzazione): si trattava della prima silanizzazione su un campione raccolto a 5-6 cm di profondità dopo trivellazione.

Il risultato ha mostrato la massima abbondanza riscontrata fino ad allora di molecole a base di Zolfo, un' ampia tipologia di molecole aromatiche ad uno e/o più anelli esagonali ed anche acido benzoico di dubbia provenienza, ma ancora una volta nessuna traccia di ammino-acidi ed acidi grassi.

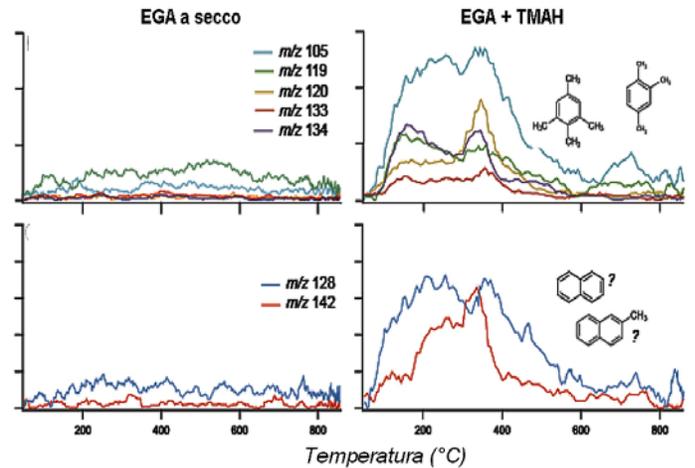
In ogni caso la possibile presenza di molecole ad alto peso molecolare è stata la motivazione lungamente attesa per tentare la prima termo-chemolisi con una delle due capsule di TMAH: la scelta è caduta, all'inizio di Settembre 2020 sul sito GT- Mary Anning. Da un reagente fortemente alcalino come il TMAH c'era da aspettarsi (lo abbiamo già accennato in precedenza), dietro riscaldamento, la rottura in frammenti minori di eventuali molecole ad alto peso molecolare e la metilazione di tutte le molecole dotate di idrogeni 'attivi' tipo -OH, -NH, -SH.

Di fatto proprio questo è avvenuto dopo che il materiale, scaldato e derivatizzato con TMAH, è stato fatto passare in una coppia di opportune colonne gas-cromatografiche (ricordiamo che nel SAM sono disponibili 6 tipologie di queste colonne, relative a pesi molecolari via via crescenti). All'uscita della prima colonna lo Spettrometro di Massa ha individuato una moltitudine di composti aromatici ad una o più anelli, tra cui alcuni contenenti Zolfo ed anche dei picchi poco risolti, relativi a composti di peso molecolare piuttosto alto, con valori di massa compresa tra 190 e 485: un chiaro indizio, ancora una volta, della presenza di

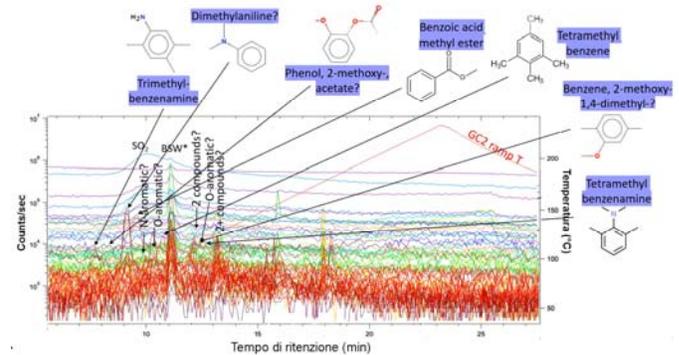
molecole carboniose ad alto peso molecolare. Ecco, in anteprima assoluta, i composti eluiti da questa prima colonna:



E' assolutamente importante sottolineare che lo stesso campione scaldato ed inviato direttamente allo Spettrometro di Massa (ossia NON sottoposto preventivamente a termo-chemolisi) mostra una assenza quasi totale di questi composti aromatici:



Il passaggio nella seconda colonna Gas-Cromatografica ha evidenziato anche la presenza di molte ammine aromatiche (ossia anelli benzenici singoli o multipli, con attaccato un gruppo NH₂). Eccone, ancora in anteprima assoluta, il risultato:



Lo stesso tipo di termo-chemolisi sulla porzione carboniosa insolubile (circa il 70% del totale) della meteorite carboniosa di Murchison, ha prodotto la stessa tipologia di molecole aromatiche ma NON la liberazione di ammine aromatiche: queste ultime, quindi, essendo presenti nel terreno marziano di Glen Torridon vanno ritenuti di origine endogena, forse batterica.

Di sicuro i risultati di *chimica umida* ottenuti fino alla fine del 2020 dal laboratorio SAM a bordo di Curiosity (sia a base di MTBSTFA che TMAH) sono perfettamente compatibili con la scoperta di kerogeni fatta sul sito di Pahrump Hill, avendo oltretutto contribuito a chiarirne in dettaglio anche la complessa struttura molecolare. E teniamo presente che anche lo strumento MOMA a bordo di ExoMars, potrà fare analisi a base di TMAH.

Come era prevedibile il ritorno sulla Luna rimarrà per ora scritto solo sulla carta, destinato ad una data ancora ignota: il 2024 resterà un sogno? Il nuovo cambio di amministrazione americano ha tolto dalle priorità il ritorno dell'uomo sulla Luna per quell'anno. Si dimostra come la politica, e non solo quella italiana, stia diventando un grande ostacolo al progresso dell'umanità: uno fa l'altro disfa col risultato che si resta fermi dove siamo. Il progetto **Apollo** ormai è relegato nei libri di storia, speriamo che in futuro non ci si dimentichi del grande insegnamento che ci ha lasciato: quello dove quattrocentomila persone lavorando in 20.000 aziende diverse, molte sparse qua e là per il mondo, sono riuscite a raggiungere un unico grande obiettivo, ovvero realizzare un sogno che fino ad allora sembrava impossibile: quello di andare sulla Luna. Chi scrive ha vissuto quei giorni memorabili davanti alla televisione che alternava immagini terribili dei carri armati a Praga o le terribili immagini delle foreste del Vietnam, con la visione delle immagini spettacolari di quei pionieri che rischiavano la loro vita nel cercare di conquistare l'ultima frontiera dell'uomo: lo spazio ha certamente lasciato un ricordo indelebile e forse indirettamente ha condizionato la mia intera esistenza (quel giorno io non avevo ancora compiuto 9 anni).

Con questo non è che si stia fermando tutto. Infatti la versione lunare di **PlanetVac** verrà lanciata nel 2023 a bordo di un lander non ancora selezionato nell'ambito del programma **CLPS** (Commercial Lunar Payload Services) della NASA. Tale programma supporta i piani dell'agenzia di riportare gli esseri umani sulla superficie lunare, utilizzando società private per costruire, lanciare e far volare lander sulla superficie lunare, trasportando carichi utili scientifici e tecnologici sviluppati da NASA o società commerciali. Alcuni di questi carichi utili hanno lo scopo di sperimentare nuove promettenti tecnologie a supporto delle future missioni. Il lander di PlanetVac atterrerà nel Mare Crisium (il Mare delle Crisi, visitato nel 1976 dalla sonda spaziale Luna 24 dell'Unione Sovietica, che ha restituito campioni dalla zona meridionale della regione). La NASA sta scegliendo il sito preciso di atterraggio.

Lo scorso 18 febbraio 2021 il Rover della NASA **Perseverance** è felicemente atterrato sul pianeta rosso per iniziare una fase di esplorazione che durerà un intero anno marziano. Il luogo di atterraggio è stato il **Jezero Crater** (un antico lago con ben evidente il delta del fiume che lo alimentava). La sonda è arrivata alle 3:55 della notte (ora della Costa orientale), dopo 7 minuti di paura nell'attraversare la sottile ma insidiosa atmosfera marziana il Rover è atterrato a soli 1,7 km a sud-est dal centro della zona di atterraggio prevista, aiutato dai sistemi di navigazione di bordo. Quasi immediatamente il rover ha inviato un paio di immagini che hanno poi aiutato a determinare il suo orientamento, altre immagini eccellenti sono seguite nei giorni successivi. Il Rover ha poi iniziato a dispiegare i vari equipaggiamenti e le antenne ad alto guadagno per favorire le comunicazioni. La missione conosciuta come Mars 2020 è costata 2,7 miliardi di dollari (i soldi che i cittadini americani spendono per cani, gatti, etc in 10 giorni, oppure 33 ore di funzionamento del dipartimento della difesa...). Il lancio di Perseverance avvenne circa sette mesi prima, ossia il 30 luglio 2020.

Dal 1997 ad oggi questo è il quinto rover che viene depositato dalla NASA su Marte ed è anche il più sofisticato, per quanto simile in dimensioni a **Curiosity** che si trova su Marte fin dal 2012. Perseverance, che pesa 1025 kg, dispone di un pacchetto di strumenti scientifici e tecnologici dimostrativi maggiori del 50% rispetto a Curiosity. Molti di questi strumenti sono dedicati allo studio dell'area di atterraggio e delle zone vicine, allo scopo di evidenziare eventuali tracce di vita passata marziana, ma gli strumenti caratterizzeranno anche il clima e la geologia del pianeta. Aspetto chiave di questa missione è la raccolta di campioni di rocce, comprese quelle in cui gli scienziati sperano di trovarvi delle bio-segnature o comunque evidenze di una vita passata. Il rover raccoglierà nel suo peregrinare sul pianeta dei campioni di rocce in attesa che poi prossime missioni, che non partiranno da Terra prima del 2026, le raccoglieranno e le porteranno a terra per renderle disponibili nei laboratori terrestri entro il 2030.

Un importante esperimento e si trova sul Rover è chiamato **moxie**: verificherà la possibilità di convertire il biossido di carbonio dell'atmosfera marziana in ossigeno per essere usato come propellente per razzi e negli impianti di supporti della vita, nel caso arrivassero degli astronauti da terra. Dal Rover si alzerà anche un piccolo elicottero

chiamato **Ingeniuty** che sarà il primo ad effettuare un volo pilotato nell'atmosfera marziana. Tale veicolo sarà un apripista per le future missioni.

Nel 1971 l'ex Unione Sovietica ha lanciato le missioni **Mars 2** e **Mars 3** verso Marte. Ciascuno consisteva in un orbiter ed un lander. Entrambi gli orbiter hanno avuto successo, sebbene la superficie di Marte sia stata oscurata da una tempesta di sabbia che circondava il pianeta a quel tempo. Il lander Mars 2 si è schiantato ma Mars 3 è diventato il primo atterraggio morbido di successo sul pianeta rosso. Sfortunatamente, dopo soli 14,5 secondi, la trasmissione dal lander si è interrotta, per ragioni sconosciute. Oggi forse dalle immagini ad alta risoluzione delle sonde NASA potrebbe essere stata ritrovata, chissà.

La sonda giapponese **MMX** (Martian Moons Exploration) capace tra le altre cose, del rilascio di un lander con lo scopo di raccogliere circa 10 grammi di campioni di rocce e sabbia, verrà lanciata su Phobos nel 2024 con il nuovo vettore H3. Raggiungerà Marte nella tarda primavera del 2025. L'obiettivo primario consiste nell'atterrare sulla luna marziana, raccogliere campioni di suolo, effettuare analisi in loco grazie ad un set internazionale di strumenti scientifici e rilasciare un piccolo rover franco-tedesco che lo scorso mese di Settembre 2020 ha iniziato una serie di prove di atterraggio. La sonda lascerà quindi la superficie di Phobos per effettuare alcuni passaggi ravvicinati dell'altra luna Deimos e inviare a Terra una piccola capsula contenente i campioni di suolo e i dati originali delle immagini riprese ad alta risoluzione. I campioni prelevati dalla luna marziana dovrebbero essere riportati a Terra nel 2029. Per questo scopo verrà utilizzata una tecnologia simile a quella installata sulla sonda Hayabusa 2, che ha consentito a JAXA di prelevare i campioni dall'asteroide Ryugu nel 2019. La MMX ha due meccanismi di campionamento: un dispositivo di carotaggio montato su un braccio robotico che perforerà la superficie di Phobos e una versione di PlanetVac su una gamba del lander. Gli scienziati sperano che i campioni raccolti da MMX aiutino a svelare l'origine di Phobos: ovvero si spera di capire se il satellite si è formato dopo un grande impatto su Marte o se si tratta di un asteroide catturato da Marte stesso.

La vita sulla Terra richiede tre cose per prosperare: una fonte di energia come la luce solare, un solvente liquido come l'acqua ed elementi come il carbonio che possono formare molecole complesse note come sostanze organiche. La gelida luna di Giove, Europa, potrebbe avere tutte queste cose. Leggermente più piccola della Luna terrestre, Europa è ricoperta da un guscio di ghiaccio di circa 20 chilometri (12 miglia) di spessore. Al di sotto si trova un oceano di acqua salata liquida fino a 150 chilometri (100 miglia) di profondità con più del doppio della quantità di acqua negli oceani terrestri. Nessuna luce solare raggiunge l'oceano di Europa, ma le 'prese d'aria' sul fondo dell'oceano possono rilasciare calore dal nucleo della luna. Si possono trovare prese geysers simili nelle parti più profonde e oscure degli oceani terrestri brulicanti di vita, senza bisogno di luce solare. Europa offre un'altra potenziale fonte di energia: si tratta del campo magnetico di Giove che intrappola le particelle ad alta energia del nostro Sole e le accelera nel ghiaccio di Europa, creando forse molecole che guidano il metabolismo come metano, ammoniaca e idrogeno. La navicella spaziale **Europa Clipper** della NASA verrà lanciata nel 2024 con un arrivo previsto nel 2030, per esplorare le possibilità di vita in un ambiente dotato di un oceano globale. Determinando se Europa ha le giuste condizioni di vita, **Europa Clipper** ci aiuterà a comprendere le prospettive di vita su altri mondi oceanici nel nostro sistema solare e oltre.

Recentemente la Cina ha lanciato un razzo **Long March 7A** di nuova generazione, inviando un carico utile classificato e sperimentale in un'orbita di trasferimento geosincrona. Il decollo dal centro di **Wenchang** è avvenuto alle 12:51 dell'11 marzo 2021. La China Aerospace Science and Technology Corp. (**CASC**), il principale appaltatore spaziale del paese, ha confermato il successo del lancio 40 minuti dopo. Si prevedono di effettuare da 3 a 5 lanci del Lunga Marcia 7A entro il 2025. Il lanciatore può essere utilizzato sia per missioni lunari che per lo spazio profondo, ha dichiarato la China Academy of Launch Vehicle Technology (CALT). Il primo lancio del Long March 7A era fallito nel marzo 2020 a causa di una perdita di pressione dopo la separazione del primo stadio, che ha portato al malfunzionamento del motore. Questo successo è stato un notevole sollievo per tutto il programma spaziale cinese.

GRUPPO ASTRONOMICO TRADATESE

LETTERA N. 166

47° anno

Ottobre-Dicembre 2021

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci

Non c'è alcun dubbio sul fenomeno astronomico che ha caratterizzato l'estate 2021: si tratta di una serie ripetitiva, sia serale che mattutina, di spettacolari **NUBI NOTTILUCENTI** (vedi inserto sul tema di Paolo Bardelli), che tutti hanno potuto fotografare in Giugno-Luglio, nonostante l'enorme aumento di inquinamento luminoso indotto a Tradate dalla nuova illuminazione. Più recente e spettacolare il grosso impatto di una cometa con Giove, rilevata alle 0,40 del 14 Settembre dall'astrofilo brasiliano Luis Pereira. Giove è stato protagonista anche il 7 Giugno 2021, per merito della sonda orbitale JUNO, che è riuscita a riprendere bellissime immagini di Ganimede, la sua luna principale, da soli 1038 km, a distanza di 20 anni dalla sonda Galileo.

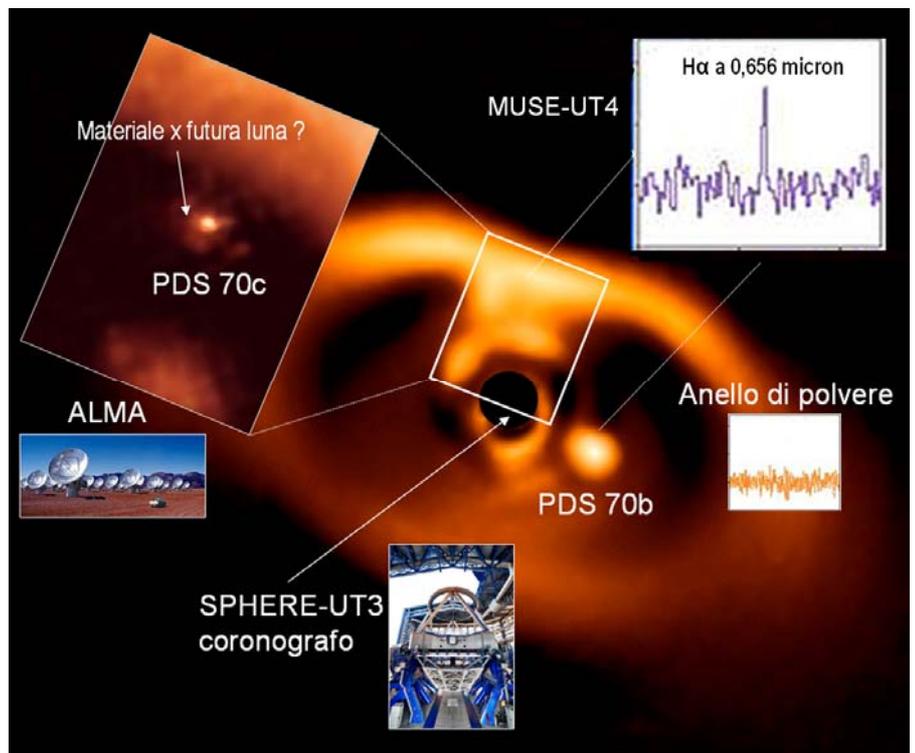
Per quanto riguarda la ricerca astronomica vera e propria, il tema dominante dell'estate 2021 è stato senz'altro quello dei pianeti extrasolari, in particolare per **i risultati dei primi tre anni del satellite TESS**, presentati in una importante conferenza internazionale, che (causa pandemia) è stata organizzata dal MIT (Cambridge, USA) solo online dal 2 al 6 Agosto 2021, col vantaggio che tutti hanno potuto seguirla facilmente anche dall'Europa: inevitabile che vi dedicassimo questa lettera ed anche una apposita serata il 13 Dicembre prossimo. Anche perché (vedi immagine qui a fianco) studi da Terra hanno addirittura scoperto la nascita di eso-lune! Intanto, per l'autunno sono previste alcune importantissime iniziative spaziali. Una su tutte: **il lancio, deciso per il 13 Dicembre del JWST**, il James Web Space Telescope da 6,5 metri e quasi 10 miliardi di \$ che sarà il successore del Telescopio Spaziale Hubble. Il JWST, dopo innumerevoli rinvii sia per ragioni tecniche che economiche, verrà collocato nel punto lagrangiano L2, a 1,5 milioni di km dalla Terra: da qui rivoluzionerà per sempre la scienza astronomica e -detto tra di noi- dobbiamo ritenere curiosi e fortunati di vivere questo fantastico momento per tutta l'Umanità!

Altre due missioni riguardano lo studio ravvicinato di asteroidi.

Il **16 Ottobre verrà lanciata LUCY** (non è un acronimo ma la reminiscenza del famoso scheletro umano più antico) che in 12 anni di viaggio esplorerà la bellezza di 8 asteroidi Troiani (un gruppo di oggetti antichissimi che si spostano sull'orbita di Giove in una regione di elevata stabilità gravitazionale a 60° dal pianeta).

A Novembre (con finestra fino a Febbraio 2022) verrà lanciata DART (Double Asteroid Redirection Test) che nel Settembre 2022 si lancerà contro il satellite di 150 m dell'asteroide DIDIMO, impatto che verrà ripreso in diretta dalla mini-sonda italiana Luvy-cube.

Per quanto riguarda l'astronautica vera e propria, ricordiamo che si è ormai aperta l'epoca dei voli di (ricchi) clienti privati a pagamento con la missione **Inspiration4**: il 16 Settembre 2021 un missile Falcon 9 della Space X ha infatti portato in orbita per quattro giorni, a 575 km di altezza, J. Isaacman (quello che ha pagato per tutti), H. Arceneaux, S. Proctor, C. Sembroski. Poche ore dopo sono tornati a Terra i tre astronauti cinesi rimasti tre mesi sulla stazione spaziale Shenzhou-12. In attesa del primo volo orbitale di 90 minuti di Starship della Space X (Novembre?).



La figura qui sopra mostra la **PRIMA IMMAGINE DIRETTA DI UNA ESO-LUNA IN FORMAZIONE**. Ecco la spiegazione. Il 31 Luglio 2017 lo spettrografo SPHERE applicato al telescopio UT3 di Paranal, riprese un anello di polvere e due pianeti gioviani (PDSb e PDSc di 2-4 volte la massa di Giove) a 22 u.a. e 34 u.a. dalla giovane stella PDS 70 di 0,76 masse solari, situata a 370 a.l. nella costellazione del Centauro (A&A, 617, A44, 2018). Che si trattasse di pianeti gassosi venne dimostrato il 20 Giugno 2018, sempre a Paranal, dallo spettrometro MUSE-UT4, che individuò su entrambi i pianeti la riga H-alpha dell'idrogeno a 0,656 micron (NATURE-Astronomy, 3, 749-54, 2019), riga peraltro assente sull'anello di polvere. La vicinanza di PDS 70c al disco planetario rendeva però difficile, pur con gli strumenti di ultima generazione utilizzati, definirne i dintorni. Per questo si è deciso di far ricorso al radiointerferometro cileno ALMA che il 30 Luglio 2019, lavorando a 855 micron, ha individuato attorno a PDS 70c un disco di materiale del diametro medio di 1 u.a. (150 milioni di km), con una massa circa uguale a tre volte quella della nostra Luna (ApJL, 916 L2, 2021): in sostanza, attorno a quel lontano pianeta gassoso sta nascendo un sistema di satelliti simile al nostro sistema gioviano!

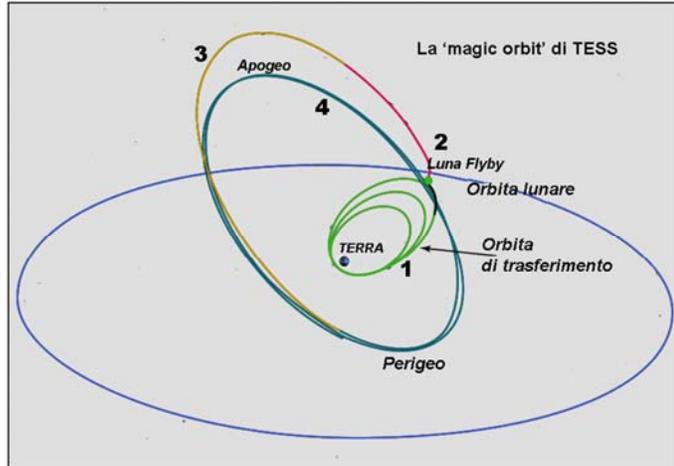
I nostri prossimi appuntamenti autunnali, saranno ancora tutti ONLINE. Il Comune infatti ha posto un limite massimo di persone in presenza (con Green Pass e pre-iscrizione) improponibile per il GAT: 70 persone al Cine GRASSI e 40 a Villa Truffini.

Lunedì 11 Ottobre 2021 h 21 Sito GAT- online	Conferenza del dott. George VAGO, ExoMars Project Scientist (da Noordwijk, Olanda), sul tema CERCARE LA VITA SU MARTE CON ROSALIND FRANKLIN . Fra un anno l'ESA lancerà verso la pianura marziana di Oxia il Rover dotato degli strumenti analitici più raffinati di sempre per cercare forme di vita. Il relatore è il principale coordinatore di questi strumenti.
Lunedì 25 Ottobre 2021 h 21 Sito GAT- online	Conferenza del dott. Marco RESTANO (Università di Roma) sul tema INDAGINI RADAR NEL SOTTOSUOLO DI MARTE E DELLA TERRA . Il relatore, che ha gestito i dati dei radar MARSIS (Mars Express) e SHARAD (MRO) (scoperti laghi di acqua liquida sotto il polo Sud di Marte?), sta ora applicando la stessa tecnica al suolo terrestre.
Lunedì 8 Novembre 2021 h 21 Sito GAT- online	Conferenza della dott.ssa Roberta PALLADINI (CalTech da Pasadena) sul tema DALLE POLVERI INTERSTELLARI AI PIANETI EXTRASOLARI . La relatrice, scienziata dell'IPAC (Infrared Processing and Analysis Center) ha studiato la nascita e l'evoluzione delle polveri interstellari con i principali satelliti infrarossi dedicati, da IRAS a Spitzer.
Lunedì 22 Novembre 2021 h 21 Sito GAT- online	Conferenza del Prof. Piero BENVENUTI (Università di Padova) sul tema INQUINAMENTO LUMINOSO: IL DRAMMA DELLE COSTELLAZIONI SATELLITARI . Il lancio, da parte di società private, di decine di migliaia di satelliti commerciali sta aggravando il già nefasto inquinamento luminoso terrestre. Difendersi è possibile ma molto difficile.
Lunedì 13 Dicembre 2021 h 21 Sito GAT- online	Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema I PIANETI EXTRASOLARI DI TESS . Una serata dedicata agli straordinari risultati dei primi tre anni di lavoro del Transiting Exoplanet Survey Satellite, comunicati in Agosto 2021 nel corso di una grande conferenza mondiale.

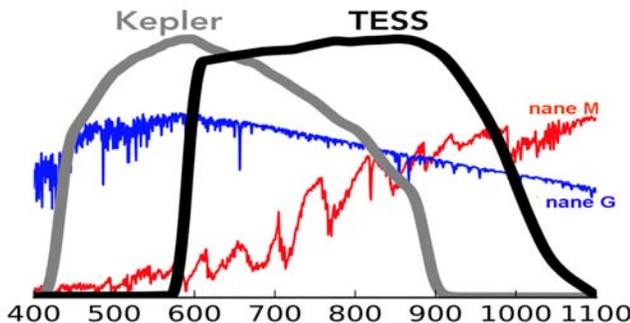
La Segreteria del G.A.T.

1) DA KEPLER A TESS.

Il 18 Aprile 2018 un missile Falcon 9 della Space X, lanciava da Capo Canaveral la missione TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) con il compito di cercare esopianeti di piccola taglia nei 'dintorni' del Sole, ossia nel raggio di circa 200 anni luce, quindi preferibilmente attorno a nane rosse e, comunque a stelle sufficientemente luminose per permettere anche studi da Terra. TESS era la naturale continuazione di Kepler, che, lanciata il 7 marzo 2009, dietro la Terra sulla stessa orbita eliocentrica, ha cercato pianeti col metodo dei transiti attorno a 250.000 stelle della costellazione del Cigno fino alla distanza di 3000 anni luce. Kepler ha lavorato ottimamente fino al 19 Agosto 2013, quando la rottura di due dei quattro giroscopi di bordo ne compromise la capacità di puntamento. Durante questo periodo vennero individuati 4780 KOI (Kepler Object of Interest), tutti possibili esopianeti, 2402 dei quali sono poi stati finora confermati come tali (soprattutto con metodi terrestri di oscillazione radiale): 361 di questi esopianeti si trovano nella fascia di abitabilità della loro stella (ossia ad una distanza tale da mantenere liquida l'acqua eventualmente presente). Dal 4 Febbraio 2014 al 9 Settembre 2018, la missione Kepler è stata in parte 'risuscitata' come K2, grazie ad un nuovo metodo di puntamento che gli ha permesso di esplorare 20 riquadri di 80° quadrati lungo l'eclittica per 80 giorni ciascuna: in questo modo sono state scrutate oltre 500.000 stelle, con la scoperta di 889 KOI, dei quali 463 poi confermati come pianeti. TESS, dunque, è stato lanciato quasi in coincidenza con la fine della missione Kepler su un'orbita però completamente differente da quella di Kepler. L'orbita iniziale, durante un periodo di 42 giorni, è stata infatti progressivamente allungata fino a fargli sfiorare da 8000 km la Luna il 17 Maggio 2018 in modo che il piano orbitale si è inclinasse di 40° rispetto a quello lunare. Subito dopo l'orbita di TESS è stata ridotta ad un'ellisse di 373.000 x 107.800 km, stabilizzata (contro l'influsso gravitazionale della Luna) grazie ad un periodo doppio di quello lunare. In questa situazione TESS invia dati a Terra per 3 h ogni 13 giorni, quando transita al perigeo:

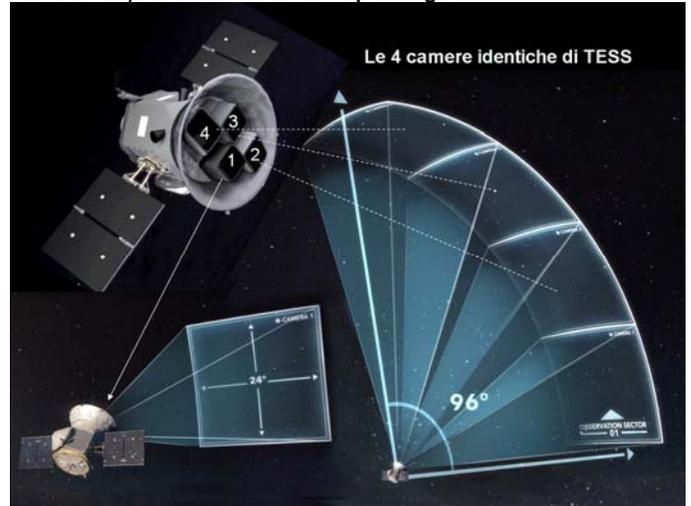


L'occhio di TESS è costituito da 4 teleobiettivi identici da 10,5 cm (f/1,4) ciascuno con un campo visuale di 24°x24° e ciascuno dotato di un sensore CCD da 16,8 megapixel e di un filtro con banda passante da 600 a 1000 nm (centrata a 786,5 nm), che conferisce la massima sensibilità verso le nane rosse, le stelle più 'papabili' per TESS:

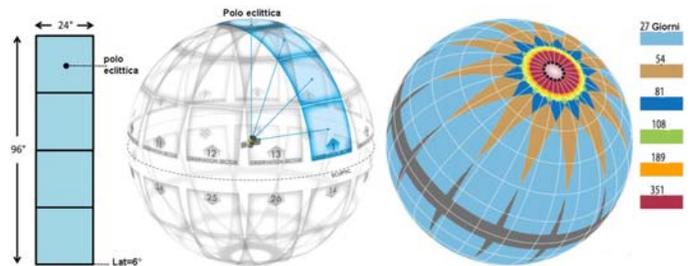


Il progetto prevedeva di scansionare tutto il cielo (escludendo la fascia eclittica di Lat=±6°), dividendo ogni emisfero in 13 settori di

24°x96° (striscia coperta dall'accostamento in verticale dei 4 teleobiettivi) ciascuno monitorato per 27 giorni:



La missione PRIMARIA è durata due anni: il primo anno (luglio 2018-luglio 2019) è stato dedicato all'emisfero Sud (striscia 1-13), mentre il secondo anno (Luglio 2019-Luglio 2020) è stato dedicato all'emisfero Nord (striscia 14-26), per un totale dell' 85% dell'intero cielo. Ogni striscia veniva scansionata per 30 minuti. La sovrapposizione delle varie strisce fa sì che, aumentando la latitudine, la copertura in giorni aumenti progressivamente fino a diventare continua nelle regioni polari:



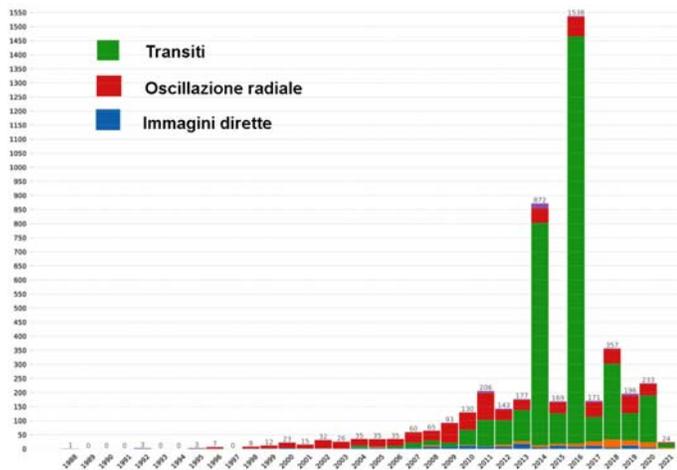
E' seguita una PRIMA ESTENSIONE di altri due anni della missione dedicata nuovamente prima all'emisfero Sud (striscia 27-39 da Luglio 2020 a Luglio 2021) e poi all'emisfero Nord (striscia 40-55 da Luglio 2021 a Luglio 2022), con l'aggiunta della fascia eclittica di 12° trascurata in precedenza e scansionata in maniera disomogenea dalla missione K2. Le varie fasce venivano questa volta scansionate ogni 10 minuti, per riuscire a cogliere periodi di rivoluzione anche molto brevi, come quelli di eventuali eso-terre nella fascia di abitabilità di nane rosse. La scansione breve era anche utile per cogliere qualcuno degli improvvisi outburst, tipici delle nane rosse.

E già si pensa ad una SECONDA estensione fino al 2025. Una grande conferenza organizzata online dal MIT dal 2 al 6 Agosto 2021 (<https://tsc.mit.edu/>) ha fatto il punto sui primi tre anni di TESS sia in campo esoplanetario che astrofisico.

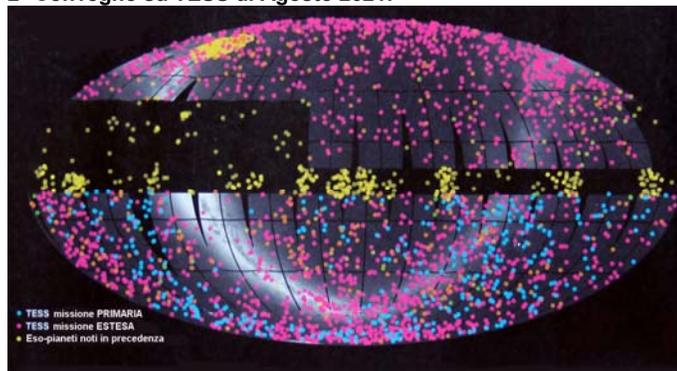
I risultati 'esoplanetari' dei primi due anni di TESS, ossia della missione primaria, sono stati riassunti in un lungo articolo di 30 pagine, pubblicato in Giugno 2021 su Astrophysical Journal Supplement Series, Volume 254, Issue 2, col titolo *The TESS Objects of Interest Catalog from the TESS Prime Mission* (<https://arxiv.org/abs/2103.12538>).

Durante la missione primaria sono stati individuati 2241 possibili esopianeti (TOI, TESS Objects of Interest) che sono saliti a 3062 nell'anno successivo (con 80 casi di sistemi multipli), durante il primo anno della prima estensione. Al momento (settembre 2021), sono stati confermati (da misure terrestri) 155 nuovi esopianeti. La situazione generale di tutti gli esopianeti (a Settembre 2021) si può quindi così riassumere: in totale sono noti 4516 esopianeti, per la maggior parte individuati col metodo dei transiti (3412), col metodo delle velocità radiali al secondo posto (878), e col metodo delle immagini dirette al terzo posto (54). La maggior parte degli esopianeti attualmente noti sono di taglia nettuniana (1531), seguono poi i giganti gassosi (1431), le super-terre (1383 con

masse di 3-4 volte quelle della Terra), mentre sono 'solo' 166 i pianeti di taglia terrestre:



TESS ha confermato che la collocazione dei vari eso-pianeti è assolutamente statistica, ossia distribuita in tutto il cielo, come dimostrato da questa bella mappa presentata durante l' accennato 2° Convegno su TESS di Agosto 2021:

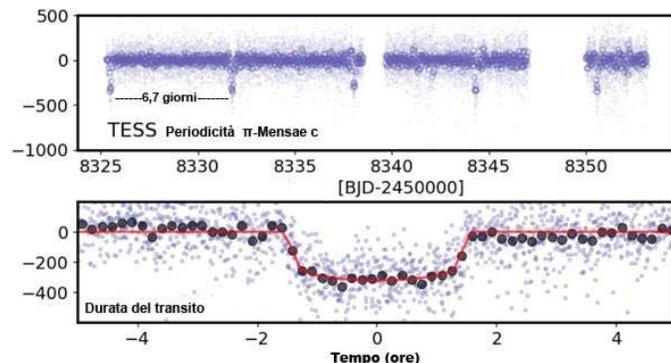


2) GLI ESOPIANETI 'SPECIALI' DI TESS.

E' ovviamente impossibile fare una rassegna completa di tutti gli eso-pianeti di TESS (sia quelli nuovi sia di quelli confermati) (https://tess.mit.edu/publications/#list_of_tess_planets)

Ci limiteremo quindi ad una rassegna dei casi più interessanti. Il 16 Settembre 2018, ossia dopo che TESS aveva scansionato per la prima volta tutto il cielo meridionale, è stata annunciata la scoperta del **primo nuovo esopianeta**.

La stella interessata è la π Mensae, (ovvero HD 39091, con massa=1,1 masse solari e magnitudine=5,7). (ApJL, 868, Issue 2, L39, dicembre 2018). Si sapeva già che questa stella possedeva un pianeta di 10 masse gioviane (π Mensae b) in un'orbita molto ellittica ($e=0,6$) percorsa in 5,7 anni. Adesso TESS ha scoperto un secondo pianeta transitante (π Mensae c) in orbita circolare percorsa in 6,7 giorni, a 10 milioni di km di distanza. Dalla diminuzione di luce dei transiti si è dedotto un diametro di 2,15 diametri terrestri:

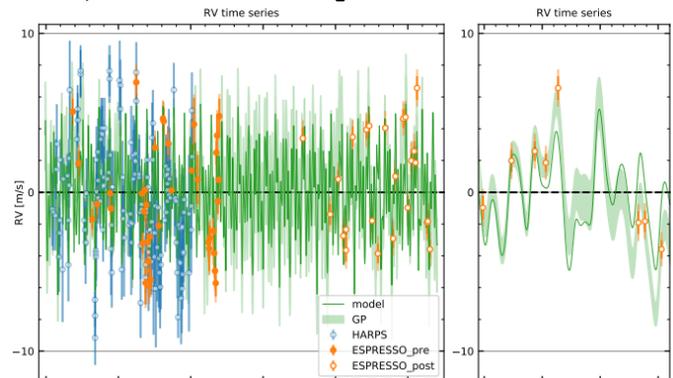


Da misure di oscillazione radiale effettuate dallo strumento HRPS sul telescopio da 3,6 metri di La Silla si è dedotta una massa=4,82

masse terrestri, da cui una densità=2,97. Si tratta in definitiva di un pianeta torrido (Temperatura stimata di circa 900°C) probabilmente costituito da una forte percentuale di acqua ed altri componenti gassosi. Il giorno dopo è stato annunciato un possibile SECONDO pianeta scoperto da TESS attorno alla nana rossa LHS3844 (0,15 masse solari) distante 49 anni luce. (ApJL, 871, L24, Gennaio 2019) Si tratta di un pianeta 'terrestre' (diametro=1,3 volte quello terrestre) che rivoluziona velocissimo (col periodo record di 11 ore!) a meno di 1 milione di km di distanza (quindi $T \approx 770^\circ\text{C}$).

Nel Luglio 2019 venne annunciata la scoperta di un primo bizzarro sistema planetario attorno alla stella L 98-59b (TOI 175) (ApJ, 158(1),32, Luglio 2019). La stella è una nana rossa di 0,3 masse solari situata a 35 anni luce nella costellazione del Volano.

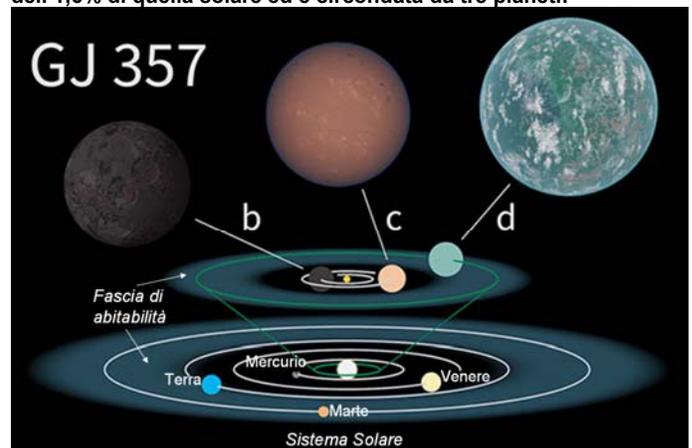
Attorno a TOI 175 TESS ha scoperto tre pianeti terrestri transitanti: b di 0,4 masse terrestri (riv =2,2 giorni da 3 milioni di km, 22 volte più energia di quella solare sulla Terra), c di 2,2 masse terrestri (riv= 3,7 giorni da 4,5 milioni di km, 11 volte più energia), d di 1,9 masse terrestri (riv=7,4 giorni da 7,5 milioni di km, 4 volte più energia). Pianeti a dir poco 'torridi' che nel Giugno 2021 vennero confermati, con misure RV di oscillazione radiale, dallo spettrometro HARPS di La Silla e dallo spettrografo ESPRESSO (Echelle Spectrograph for Rocky Exoplanet and Stable Spectroscopic Observations) di Paranal, applicato ad uno solo dei 4 telescopi VLT (anche se Espresso potrebbe raccogliere e miscelare la luce di più telescopi) (A&A 653, A41, 2021). Nel contempo, però, oltre a confermare i tre pianeti di TESS, le misure di oscillazione radiale, ne hanno evidenziato altri due non transitanti, di circa 3 masse terrestri, in rivoluzione a 13 e 23 giorni da 10 e 15 milioni di km:



Un sistema davvero bizzarro quello di L98-59, con ben 5 pianeti di taglia terrestre, tra cui un paio (quelli intermedi) in situazione analoga a quella di Venere.

Nell' Agosto 2019 è stata pubblicata la prima scoperta, con il contributo di TESS, di un pianeta in fascia di abitabilità, attorno alla stella GJ357 (A&A 628, A39, Agosto 2019).

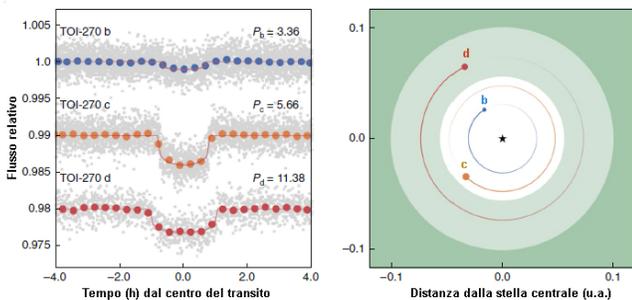
La stella GJ 357 (TOI 562) è una nana rossa di classe M 2.5, a 31 anni luce di distanza nella costellazione dell' Idrà. E' tre volte più piccola e meno massiccia del Sole, ha una luminosità che è solo dell'1,6% di quella solare ed è circondata da tre pianeti:



Nell'Aprile 2019 TESS ha scoperto un pianeta roccioso (densità=5,6) due volte più massiccio della Terra (GJ357b), che gli rivoluziona attorno da 5 milioni di km in circa 4 giorni: si tratta di una cosiddetta "Terra calda", con temperature superficiali di oltre 250 gradi °C. Misure terrestri di velocità radiale (HARPS, HiRES,

UVES) per la conferma di questo pianeta hanno scoperto altri due pianeti NON transitanti: GJ 357 c (3 masse terrestri e rivoluzione in 9 giorni da 10 milioni di km) e GJ 357 d (6 masse terrestri e rivoluzione in 55,6 giorni a 30 milioni di km), ai margini della fascia di abitabilità (con temperatura che potrebbe essere >0°C in presenza di una densa atmosfera). Incredibilmente questi due pianeti più esterni non sono transitanti, quindi dovrebbero avere dei piani orbitali inclinati di qualche grado rispetto al pianeta b.

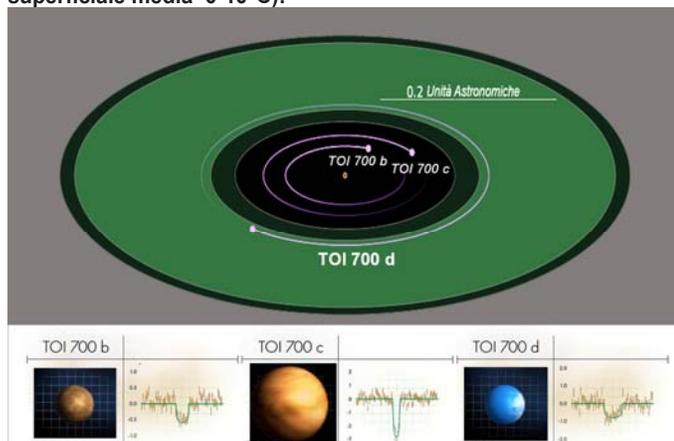
Nel Dicembre 2019 un folto gruppo di ricercatori tra cui anche due astrofili dell'Osservatorio amatoriale di Campo Catino (Giovanni Isopi e Franco Malli) hanno pubblicato (NATURE-Astronomy, **3**, 1099-1108, Dicembre 2019) la scoperta di un bizzarro mini-sistema planetario attorno ad una nana rossa M di 0,4 masse solari situata a 73 anni luce da noi (TOI 270): il sistema include un pianeta "b" (TOI 270 b), roccioso di 1,9 masse terrestri e raggio stimato in 1,2 volte quello della Terra, e due fratelli gassosi ("c" e "d"), grandi la metà di Nettuno (6,6 e 5,4 masse terrestri). Le rispettive masse sono state calcolate con precisione a partire dai TTV (Transit Timing Variations), ossia da ritardi indotti sui tempi dei transiti dall'influsso gravitazionale dei vari pianeti. La piccola super-terra (TOI 270 b) orbita a 0,03 unità astronomiche dalla stella, con un periodo di soli 3,36 giorni. I due sub-nettuniani (TOI 270 c e TOI 270 d) orbitano a 0,05 e 0,07 unità astronomiche, con periodi rispettivamente di 5,66 e 11,38 giorni:



La cosa interessante è che il pianeta d si trova all'interno della fascia di abitabilità (nel disegno in verde chiaro) che, dato che la luminosità della stella centrale è meno del 2% di quella solare, va da 0,06 u.a. (9 milioni di km !) a 0,12 u.a. (18 milioni di km).

Nel 2020 sono arrivate altre autentiche 'primizie'.

Risale a **Gennaio 2020** la notizia che TESS (osservando dal 25 Luglio 2018 al 17 luglio 2019), ha scoperto tre pianeti transitanti attorno alla nana rossa TOI 700, situata a 101,5 anni luce nella costellazione del Dorado (40% della massa solare e temperatura di circa 3400°C) (<https://arxiv.org/pdf/2001.00955.pdf>). I primi due sono a dir poco torridi: il più interno (TOI700b, osservato in 25 transiti), grande circa come la Terra, rivoluzione in soli 10 giorni a 10 milioni di km di distanza (Temperatura superficiale media=144°C), il secondo (TOI700c, osservato in 11 transiti), grande 2,6 volte la Terra rivoluzione in 16 giorni a 14 milioni di km (Temperatura media=83°C). Il terzo (TOI700d, osservato in 8 transiti), grande 1,2 volte la Terra, è invece molto promettente, in quando rivoluzione in 37 giorni a 25 milioni di km dalla stella, sul bordo interno della fascia di abitabilità, ricevendo poco meno del 90% dell'energia che il Sole manda alla Terra (Temperatura superficiale media=0-10°C):



Un'importante conferma e maggior precisione delle proprietà di

TOI700 d venne ottenuta dal Telescopio spaziale Spitzer, che ha effettuato 9 ore di osservazione a 4,5 micron il 22 ottobre 2019 (<https://arxiv.org/pdf/2001.00954.pdf>). L' 1 Novembre 2019 uno dei riflettori Cumbras da 1 m in Sud Africa confermava anche i parametri di TOI 700c. Va ricordato che la fotometria (ossia il calo di luminosità della stella al momento del transito) dà le dimensioni del pianeta ma NON la massa, determinabile solo da misure Doppler di oscillazioni radiali delle righe spettrali della stella centrale. Se, una volta determinata la massa, ne uscisse una densità di 4-5, TOI 700d sarebbe un'ottima controfigura del nostro pianeta. Tutti e tre i pianeti di TOI 700, essendo molto vicini alla stella centrale, ne sono così legati gravitazionalmente da mostrargli sempre la stessa faccia. Una situazione piuttosto 'scomoda' cui però, nel caso di TOI 700d si contrappongono due fatti interessanti. Intanto la nana rossa centrale NON è molto 'cattiva' nel senso che in 11 mesi continuativi di osservazione (per la sua posizione la stella è rimasta visibile in 11 dei 13 campi stellari controllati da TESS nel primo anno di lavoro) non ha mai mostrato qualcuno dei violenti brillamenti tipici di queste stelle. Inoltre certe simulazioni (<https://arxiv.org/pdf/2001.00955.pdf>) indicherebbero per TOI 700d una superficie ricoperta dall'acqua avvolta da una densa atmosfera di CO₂, in grado di modulare, con una opportuna circolazione atmosferica, il violento squilibrio termico innescato dal sincronismo rotazione-rivoluzione. Saranno però le future (ma difficili !) misure spettroscopiche a dimostrare o meno la presenza di una simile atmosfera.

In **Giugno 2020** è stata divulgata la scoperta di un pianeta di circa 7 masse terrestri (TOI 1338 b) in orbita circolare attorno alla stella DOPPIA TOI 1338, situata a 1300 anni luce nella costellazione del Pittore (ApJ, **159**, 253, Giugno 2020). Le due stelle del sistema TOI 1838 sono rispettivamente di 1,1 (T=5700°C) e 0,3 (T=3480°C) masse solari e si orbitano reciprocamente in un'orbita piuttosto eccentrica (e=0,16) in 14,6 giorni. Che qualcosa di 'strano' fosse presente in quel sistema venne individuato dal **progetto Planet-Hunters-TESS**, lanciato tra citizen scientists quando venne lanciato TESS (30.000 volontari non professionisti che hanno scoperto visualmente più di 100 esopianeti !). A questo punto entra in gioco Wolf Cukier, uno studente liceale che chiese di passare l'estate come volontario presso il Goddard Space Flight Center di Greenbelt (Maryland) a riesaminare VISUALMENTE i tracciati fotometrici di TESS; un sistema, quello visuale, più lento ma MOLTO più efficiente dei metodi automatici. Ben presto Cukier si accorse che quella che sembrava inizialmente una variazione fotometrica dovuta al movimento della stella più debole attorno alla principale, NON era perfettamente ripetitiva, ma variava con in periodo da 93 a 95 giorni. Queste irregolarità di comportamento sono in realtà tipiche di un pianeta in rivoluzione attorno ad una stella binaria, quindi soggetto all'influsso gravitazionale di entrambi le due stelle del sistema. Le stesse irregolarità vennero riscontrate in altri 12 pianeti circum-binari in passato scoperti dalla missione Kepler. Qui, in genere, ogni pianeta mostrava due cali di luce, uno per ognuna delle due stelle del sistema. Nel caso invece di TOI 1338, TESS ha riscontrato un solo calo di luce (dello 0,2%), quello del transito sulla stella principale, essendo troppo debole (quindi non percepibile), il transito sulla debolissima stella secondaria. Va anche aggiunto che, per la dinamica particolare del sistema, TOI 1338 b mostrerà transiti fino al Novembre 2023, poi i transiti spariranno per otto anni, per riprendere nel 2031.

In **Settembre 2020** è stato riportato (NATURE, **585**, 363, 17 Settembre 2020) l'incredibile caso (TOI 1690 b) di un pianeta gioviano orbitante in 1,4 giorni attorno alla nana bianca WD 1856+534, a dimostrazione che un pianeta si può 'salvare' anche dopo la trasformazione in nana bianca della sua stella (via gigante rossa).

Non bisogna comunque dimenticare che TESS ha analizzato molti altri fenomeni transienti, differenti dai transiti planetari. Per esempio TESS ha catturato ben 200 Supernovae (le prime 6 dopo già nel primo mese di lavoro !) e più di 40 mila asteroidi. Ha colto un periodico aumento di luminosità di 114 giorni nel nucleo della galassia ESO 253-G003, attribuibile al ripetitivo passaggio ravvicinato di una stella al buco nero che risiede nel nucleo. Ha scoperto in Eridano, a 1900 a.l. di distanza, un sistema di sei stelle composto da tre binarie ad eclisse, tutte visibili da Terra ! Ha fatto studi di asterosismologia sulla stella Nu Indi, che hanno permesso di capire che la stella apparteneva ad una galassia satellite che si scontrata e mescolata con la Via Lattea 11 miliardi di anni fa. Ha seguito l'outburst di gas e polvere della cometa 46P/Wirtanen in occasione del suo passaggio al perielio di metà Dicembre 2018.

2021: L'ANNO DELLE NUBI NOTTILUCENTI

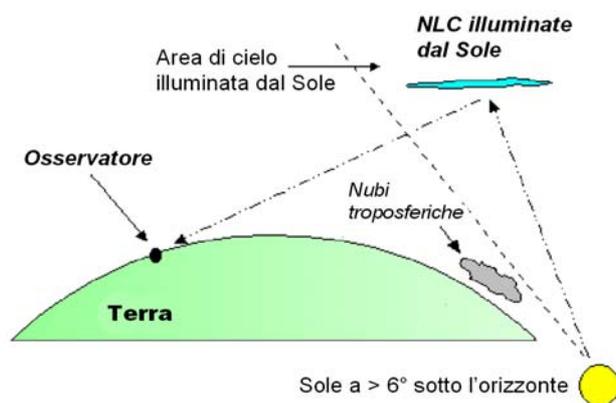
A cura di Paolo BARDELLI

Un grandioso spettacolo celeste si è materializzato nel cielo di Nord-Ovest per alcune ore a partire da 30 minuti dopo il tramonto di Venerdì 25 Giugno 2021: dall'orizzonte fino allo zenit il cielo, reso limpidissimo dal forte vento del pomeriggio si è tingeggiato da meravigliose NLC ('nubi nottilucenti', NoctiLucent Clouds) azzurre, aggrovigliate in sottilissimi filamenti che hanno mantenuto l'iniziale configurazione fin quasi mezzanotte, per ricomparire di prima mattina:



Queste immagini di Paolo BARDELLI sono state pubblicate sulla prima pagina del famoso sito della NASA Spacewether.com, che ha voluto accompagnarle con questo incredibile commento: *'Essendo il 26 Giugno 2021 anche il giorno del suo 50esimo compleanno, Paolo Bardelli ha ricevuto dal cielo il miglior regalo che un astrofilo si potesse immaginare per questa importante tappa della sua vita !'*

I primi indizi dello spettacolo erano iniziati, sull'orizzonte Nord, a partire dalla sera del 18 Giugno poi, dopo lo show del 25 Giugno, le NLC sono tornate anche nelle sere del 3 e 4 Luglio. Il fenomeno è rarissimo alle nostre latitudini (45°). Normalmente le NLC sono infatti confinate molto più a Nord, al di sopra delle regioni artiche. Ma quest'anno, grazie a condizioni climatiche eccezionali, si sono rese visibili addirittura fino alla latitudine di 34°N, a Sud della Spagna. Fotografarle era facilissimo non solo con le normali macchine digitali ma, addirittura con i telefonini ! Le nuvole 'normali', ossia quelle che si sviluppano nella Troposfera tra 12 e 15 Km di altezza, di notte appaiono scure, in quanto NON possono essere raggiunte dal Sole situato molto sotto l'orizzonte. Le "nubi nottilucenti" (NLC) sono luminose perché si formano invece, oltre la Stratosfera, nella Mesosfera tra 70 e 100 km di altezza, laddove i raggi del Sole riescono ancora ad arrivare, quando la nostra stella si trova ad almeno 6° sotto l'orizzonte, quindi circa mezz'ora dopo il tramonto e mezz'ora prima dell'alba. Sono inoltre STATICHE e persistenti, perché a quell'altezza i moti atmosferici sono quasi assenti. Va aggiunto che il periodo tipico delle NLC è quello estivo a cavallo del solstizio per una ragione che possiamo così sintetizzare: quando fa molto caldo nella Troposfera il vapor d'acqua acquisisce maggior tendenza a salire oltre la stratosfera (la Mesosfera appunto): siccome qui fa molto freddo, il vapor



d'acqua in salita tende a condensare in ghiaccio e in NLC, favorito dai nuclei di condensazione prodotti dalla presenza di sottilissimo pulviscolo meteorico. Il fatto poi che nell'anno 2021 le NLC siano state così vistose anche a basse latitudini è probabilmente legato al riscaldamento globale. Sì, perché se la Troposfera, ossia la bassa atmosfera, si scalda molto (a causa dell'effetto serra indotto dall'eccesso di CO₂) il vapor d'acqua tende più facilmente a salire verso l'alto. Nel contempo la fisica impone che se più si scalda la Troposfera, più si raffredda la Mesosfera.

Bentornati dalle vacanze ! Molte sono le novità che ci hanno accompagnato in queste ultime settimane. Il **James Web Space Telescope** potrebbe essere lanciato il prossimo 18 dicembre e diventare l'osservatorio principale del cielo profondo per le decadi a venire. Ma in verità, sono rimasto molto colpito dall'improvvisa accelerazione che ho visto in questa estate anche per quanto riguarda l'attività spaziale dei privati ed i notevoli risultati raggiunti. Non vi nascondo, e l'ho scritto in passato, la mia perplessità nell'affidare al privato un'attività così delicata; pensavo facendo queste considerazioni alla necessità del profitto, ma ho sottovalutato l'aspetto legato ai carrozzoni governativi che portano a tempi lunghi e costi esagerati. Il privato ci ha invece dimostrato che si può andare nello spazio con costi molto più ragionevoli. **11 luglio 2021** la navicella spaziale V.S.S. Unity con a bordo l'imprenditore britannico **Richard Branson** è decollata, con un ritardo di 90 minuti dovuto al maltempo, dalla base **Spaceport America** situata nel deserto *Jornada del Muerto*, in New Messico(USA), spaziorporto dichiarato ufficialmente operativo il 18 ottobre 2011 ed espressamente costruito per scopi commerciali. A bordo della navicella della **Virgin Galactic** insieme a Branson vi erano altre 5 persone. **V.S.S. Unity** ha viaggiato agganciata alla nave madre, la **WhiteKnightTwo** che l'ha portata da un'altezza di circa 12000 m, poi, una volta sganciata, la navicella ha attivato i motori a razzo per raggiungere il limite dello spazio esterno, per poi rientrare in sicurezza con un volo praticamente da manuale. Questa missione è da primato ! Il fondatore del gruppo Virgin è così riuscito nell'impresa di essere il primo turista spaziale della storia ed ha potuto guardare la Terra dallo spazio. Questa missione ha anticipato di 9 giorni quella programmata da **Jeff Bezos** che dopo aver lasciato la guida di *Amazon* ha deciso di dedicarsi ad altri progetti tra cui quello di portare facoltosi passeggeri a galleggiare per pochi minuti nello spazio in assenza di gravità. La **Virgin Galactic** dal canto suo ha annunciato due nuovi voli di prova prima di passare alla fase dell'offerta commerciale e sono già stati venduti circa 600 biglietti ad un prezzo compreso tra i 200 e i 250000 dollari a clienti provenienti da una sessantina di paesi. Se escludiamo qualche volo realizzato dalla Russia negli anni scorsi, la missione V.S.S. Unit ha inaugurato una stagione di turismo spaziale e, per aggiudicarsi il business, si è avviata una vera e propria competizione tra R.Branson (*Virgin*), E.Musk (*SpaceX*) e J.Bezos (*Blue Origin*). Vediamo in breve come è stato possibile raggiungere un tale traguardo. La storia comincia con la **SpaceShipOne** ovvero uno spaziorpiano sub-orbitale sperimentale dotato di un motore razzo a propellenti ibridi, sviluppato senza fondi governativi dalla **Scaled Composites** (la compagnia aeronautica di *Burt Rutan*) e registrato come aliante alla Federal Aviation Administration (FAA), poiché la maggior parte del volo è ottenuto senza spinta da parte del motore con la sigla **N328KF** dove: N è il prefisso per aeromobile registrato negli Stati Uniti; **328KF** è stato scelto dalla Scaled Composites per indicare i 328 000 (k) piedi (approssimativamente 100 km, la famosa **linea di Karman**, il confine riconosciuto a livello internazionale dello spazio). Tutti i voli dello SpaceShipOne hanno avuto base presso il *Mojave Airport Civilian Flight Test Center*. La SpaceShipOne ha compiuto il suo primo volo senza equipaggio il 20 maggio 2003; poi ne seguirono altri fino al primo volo a motore effettuato il 17 dicembre 2003, in occasione del 100° anniversario del volo del primo aeroplano dei *fratelli Wright*. Il 1° aprile 2004 la Scaled Composites ricevette il permesso per condurre voli sub-orbitali pilotati e la missione del 21 giugno 2004 fu il primo volo spaziale della SpaceShipOne e il primo in assoluto ottenuto grazie a fondi esclusivamente privati. Quello successivo del 4 ottobre 2004 vinse il premio Ansari X da 10 milioni di dollari, per aver raggiunto l'altitudine di 100 km. L'impegno di *Burt Rutan* e la sua esperienza nella progettazione di velivoli con l'aiuto finanziario di *Paul Allen* (fondatore *Microsoft*) hanno permesso di raggiungere questo notevole traguardo, attirando l'attenzione di un altro importante giocatore della partita: *Richard Branson* che nel 1999 aveva fondato *Virgin Galactic*. Branson si aggregò e ne realizzò una versione più grande, materializzando così **SpaceShipTwo**: uno spaziorpiano sub-orbitale sperimentale dotato di un motore a razzo ibrido, sviluppato da **The Spaceship Company**, una joint venture fra la *Scaled Composites* e la *Virgin Galactic*. Destinato ad essere usato come vettore per il turismo spaziale, il primo prototipo venne perso durante il volo del 31 ottobre 2014 a seguito di un comando attivato in una fase non prevista del volo, con conseguente cedimento strutturale del velivolo. Nell'incidente rimase ucciso un pilota, mentre l'altro riportò gravi ferite. Per il lancio della SpaceShipTwo si usa un quadrimotore turbogetto chiamato **WhiteKnightTwo** che è stato progettato da Robert Morgan e James Tighe per conto della *Scaled Composites* prendendo spunto dal *White Knight* e dal *Proteus*, due aerei sperimentali precedentemente progettati da Burt Rutan, il fondatore di Scaled Composites nel 1982. L'aereo è stato progettato dal 2007 al 2010 per essere usato come primo stadio in un sistema di lancio suborbitale a due stadi. Oltre che fungere da nave madre per la SpaceShipTwo, il *WhiteKnightTwo* è stato appositamente progettato con una cosiddetta "architettura aperta", che gli permette di adattarsi a molteplici utilizzi, tra cui ad esempio, quello di operare come velivolo da assenza di gravità. Il XXIII volo dello SpazioPiano VSS Unity (unity 23), porterà anche tre italiani grazie all'iniziativa dell'AMI e del CNR, nella prima missione di questo tipo in ambito europeo denominata **Virtute1** (volo italiano per la ricerca e la tecnologia suborbitale). Per la *Virgin Galactic* si tratta del primo volo che ospita esperimenti e progetti di ricerca operati e controllati direttamente da personale a bordo: così il colonnello *Walter Villadei*, il tenente

colonnello *Angelo Landolfi* entrambi dell'aeronautica militare e l'ingegner *Pantaleone Carlucci* del consiglio nazionale delle ricerche saranno i primi italiani ad affrontare un volo suborbitale a bordo dello spaziorpiano della *Virgin Galactic*, porteranno a bordo 12 esperimenti scientifici (4 medici e 8 tecnologici) con le relative apparecchiature: si andrà dallo studio delle capacità cognitive dei passeggeri, al monitoraggio della pressione arteriosa, dagli effetti biologici della fase di transizione tra gravità e microgravità sul corpo umano, agli effetti della microgravità sulle proprietà fisiche e chimiche dei materiali, dai fenomeni di combustione al comportamento dei fluidi. Al momento il volo è previsto verso la metà di ottobre a seguito dell'inchiesta relativa allo sconfinamento dalla traiettoria di volo consentita e ad un problema tecnico legato ad alcuni attuatori impiegati nel sistema di controllo del volo. Così a 60 anni dal primo volo suborbitale della capsula **Mercury**, si sperimenta un nuovo modo per spingere la ricerca e l'innovazione tecnologica, come testimoniato anche dal motto che accompagnerà l'impresa "*fatti non foste a viver come bruti, ma per seguir virtute e conoscenza*" *D.Alighieri*. L'obiettivo è quello di acquisire il background necessario a sviluppare questa capacità di volo anche in Italia, un primo importante passo nella direzione di sfruttare una risorsa del paese come lo spazio aereo. A tal proposito bisogna ricordare anche il progetto di **spaziorpiano** presso lo scalo di *Grottaglie a Taranto*. L'impegno italiano non si ferma qui. Infatti il volo VV19 del nostro vettore **Vega** (realizzato presso gli stabilimenti Avio di Colleferro) è stato un successo. Partito dalla base di Kourou nella Guyana francese, ha messo in orbita un satellite di nuova generazione chiamato *Pleiades neo 4A* costruito in Francia per l'osservazione della terra e altri quattro microsattelliti. Uno è il **LEDSAT** (La Sapienza con la collaborazione dell'ASI) realizzato per scopi educativi per testare una tecnologia a diodi emettitori di luce per il tracciamento ottico indipendente dei satelliti in orbita terrestre bassa, altri due sono il **RadCube** e il **Sunstorm** per applicazioni astronomiche, il questo, **BRO**, è adibito ad applicazioni di sicurezza. Il successo della missione ha evidenziato il grande lavoro svolto da *Avio* ed *Arianspace* per rendere *Vega* un sistema di lancio affidabile e competitivo. Il Vettore viene utilizzato per trasportare in orbita gruppi di satelliti in *rideshare* insieme ad un payload principale, grazie anche all'utilizzo del nuovo adattatore di carico **SSMS**. Attendiamo il volo VV20 per la fine di quest'anno e poi il debutto del **Vega-C** nel 2022. Lo scorso luglio **Blue Origin** ha completato con successo il primo volo umano di **New Shepard** con quattro privati cittadini a bordo, *Jeff Bezos*, *Mark Bezos*, *Wally Funk* e *Oliver Daemen*, che hanno superato la linea di *Karman*. Il quartetto è stato lanciato dalla base nel deserto Texano. La navicella ha raggiunto un'altezza di quasi 100 km (62 miglia) sopra la superficie terrestre. La capsula è poi tornata sulla Terra usando i paracadute in un viaggio durato poco più di 10 minuti. "Non pensavo che sarei mai riuscita a salire" ha detto la signora Funk, che ha trascorso gli ultimi sei decenni cercando di raggiungere lo spazio. Nata nel New Mexico nel 1939, **Wally Funk** afferma che l'aviazione è sempre stata la passione della sua vita: prese infatti la sua prima lezione di volo all'età di nove anni. Nel 1961 fu la prima della sua classe nel programma "*Mercury 13*" *Woman in Space*. Nonostante avessero completato l'addestramento con risultati migliori degli uomini, il programma fu cancellato e nessuno di loro volò (uno dei requisiti era essere pilota militare). Lo scorso 15 settembre quattro persone a bordo della capsula **SpaceX Crew Dragon** sono state lanciate nello spazio con la missione **Inspiration4**, la prima missione interamente civile posta in orbita attorno al pianeta. I quattro astronauti in partenza con SpaceX sulla missione *Inspiration4* dopo aver completato il loro addestramento presso la sede di SpaceX a Hawthorne, in California, si sono trasferiti presso il Kennedy Space Center in Florida per i preparativi finali e il lancio. L'equipaggio è tornato sulla Terra il 18 settembre, atterrando al largo della costa della Florida alle 23:06 GMT. Dopo un riuscito atterraggio con paracadute nell'Oceano Atlantico, l'equipaggio si è affrettato a condividere le proprie emozioni online. Mentre era in orbita, nessuno dell'equipaggio ha pilotato direttamente la navicella, controllata da Terra e con sistemi automatici. Per contro gli astronauti hanno eseguito una serie di esperimenti medici, raccogliendo campioni e dati che aiuteranno i ricercatori a capire meglio come la microgravità influisce sul corpo umano. Secondo SpaceX, durante il volo, l'equipaggio ha viaggiato fino a un'altitudine di 367 miglia (590 km) sopra la Terra, superiore sia alla Stazione Spaziale Internazionale che al telescopio spaziale *Hubble*. Si spera con ciò di contribuire a fornire maggiori informazioni sulle radiazioni spaziali e sugli effetti che ha per gli esseri umani. Di sicuro abbiamo raggiunto un altro importante traguardo nell'aprire l'ultima frontiera. In un mese che ha visto un nuovo record di permanenza nello spazio: erano infatti ben 14 le persone in orbita contemporaneamente, non poteva mancare la Cina con la sua stazione spaziale. Il successo della missione è un'altra dimostrazione della crescente fiducia e capacità della Cina nel settore spaziale. *Nie Haisheng*, *Liu Boming* e *Tang Honbo* sono rientrati nella navicella spaziale **Shenzhou-12** per sganciarsi dalla stazione spaziale per poi atterrare nel deserto del Gobi, nella Mongolia interna, intorno alle 13:35 ora locale (05:35 GMT) del 17 Settembre. Erano partiti per lo spazio il 17 giugno e mentre erano nello spazio, hanno completato vari compiti, tra cui la trasmissione dei dati degli esperimenti sulla Terra e una serie di uscite extraveicolari di lunga durata, trascorrendo ben 90 giorni nel modulo **Tianhe** della stazione spaziale cinese, a circa 380 km (240 miglia) sopra la Terra.



2022 - 48° ANNO

Gruppo Astronomico Tradatese

Per alcuni giorni a partire da Venerdì 25 Giugno 2021, un grandioso spettacolo celeste si è materializzato 30 minuti dopo il tramonto nei cieli di Nord-Ovest e appena prima dell'alba nei cieli di Nord-Est: dall'orizzonte fino allo zenit il cielo, reso limpidissimo dal forte vento, si è tinggiato di meravigliose NLC nubi nottilucenti, (Nocti-Lucent Clouds) azzurre, aggrovigliate in sottilissimi filamenti che hanno mantenuto l'iniziale configurazione fin quasi mezzanotte, per ricomparire di prima mattina.

Sia di buon auspicio, per il 2022 questo pensiero di Niccolò Copernico:

"Fra i molti e diversi studi delle lettere e delle arti, di cui si nutrono le menti degli uomini, stimo si debbano coltivare soprattutto, applicandovisi con grande passione, quelli che concernono le cose più belle e più degne di essere conosciute. E tali sono quelli che trattano delle divine rivoluzioni del mondo e del corso delle stelle, delle grandezze, delle distanze, del sorgere e del tramontare e delle cause degli altri fenomeni celesti, e che, alla fine, ne spiegano l'ordinamento."

Auguriamo Buone Feste e un 2022 ricco di avvenimenti astronomici.

La Segreteria del G.A.T.

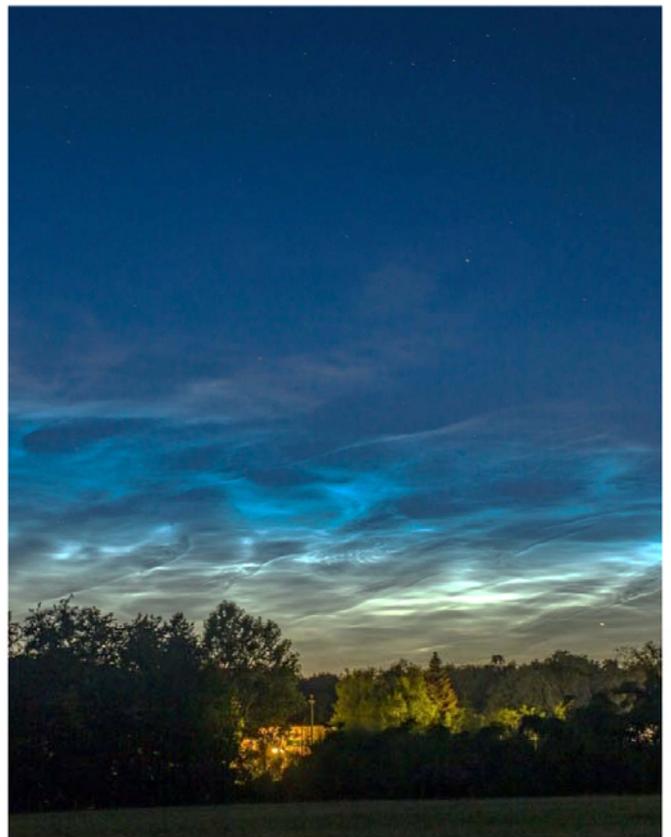


Immagine di Paolo BARDELLI pubblicata sulla prima pagina del famoso sito della NASA Spaceweather.com, il 25 giugno 2021 h 21:30.