

GRUPPO ASTRONOMICOTRADATESE

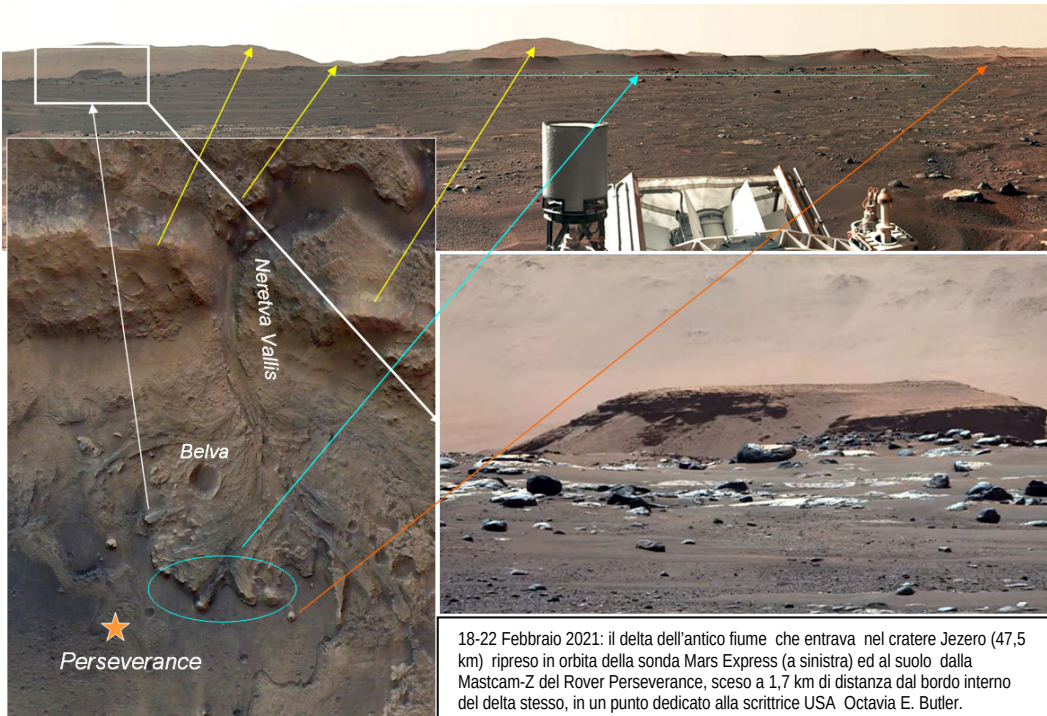
LETTERA N. 165

47° anno

Aprile-Giugno 2021

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci



18-22 Febbraio 2021: il delta dell'antico fiume che entrava nel cratere Jezero (47,5 km) ripreso in orbita della sonda Mars Express (a sinistra) ed al suolo dalla Mastcam-Z del Rover Perseverance, sceso a 1,7 km di distanza dal bordo interno del delta stesso, in un punto dedicato alla scrittrice USA Octavia E. Butler.

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. **Ottimo notizia 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 Bennu, 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 LICIa 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)

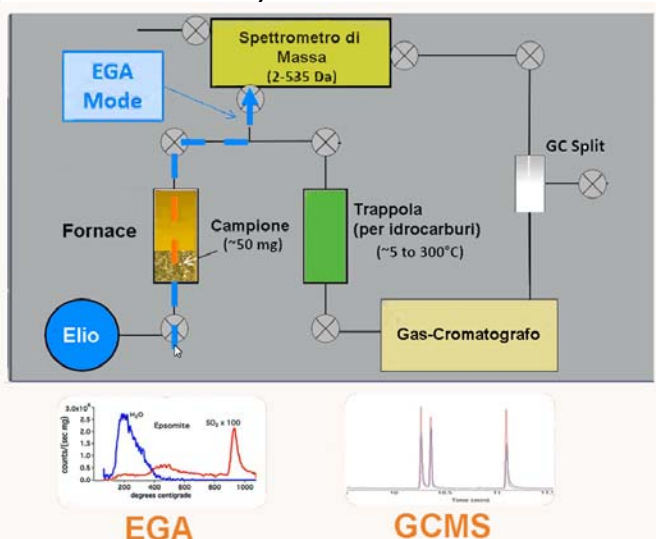
Lunedì 12 Aprile 2021 h 21 Sito GAT- Online	Conferenza del dott. Marco GIAMMARCHI (Ist. Naz. Fisica Nucleare) sul tema <u>I NEUTRINI E IL COSMO</u> , una rassegna delle conseguenze, sulla struttura del Cosmo, delle straordinarie proprietà recentemente mostrate da queste particelle.
Lunedì 26 Aprile 2021 h21 Sito GAT-Online	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?
Martedì 10 Maggio 2021 h 21 Sito GAT-Online	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!
Lunedì 24 Maggio 2021 h 21 Sito GAT-Online	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.
Lunedì 7 Giugno 2021 h 21 Sito GAT-Online	Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema <u>ASTERODI CARBONIOSI SENZA PIU' SEGRETI</u> , dopo il prelievo di campioni da Ryugu (Giappone) e Bennu (NASA), poi riportati a Terra per la prima analisi diretta.
Lunedì 21 Giugno 2021 h 21 Sito GAT-Online	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.

La Segreteria del G.A.T

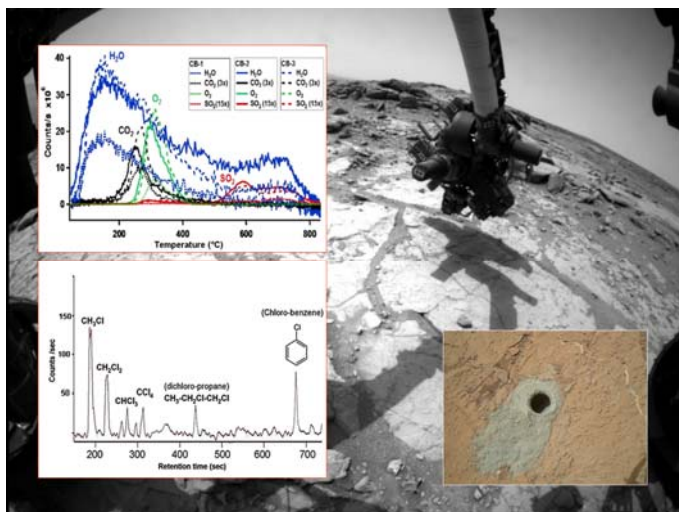
1) PRIME MOLECOLE ORGANICHE SU MARTE.

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:

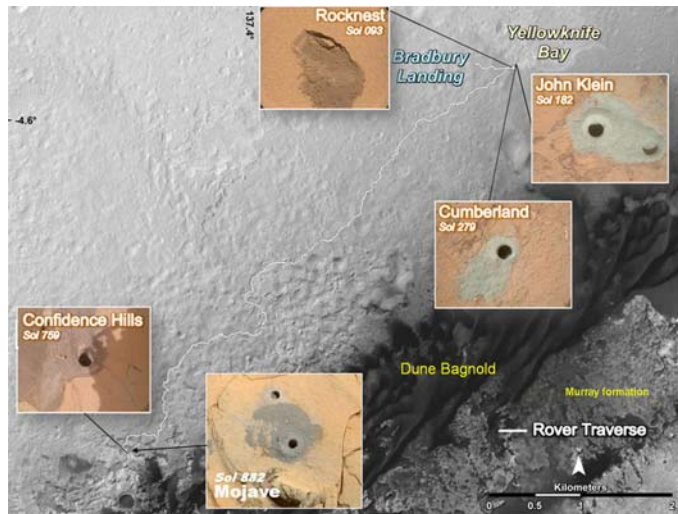


E' altamente probabile che questi perclorati, a causa dell'alta temperatura analitica, abbiano demolito in H₂O e CO₂ gran parte degli eventuali composti organici termolabili, impedendo loro di essere evidenziati dallo Spettrometro di Massa. Altre sostanze carboniose di tipo aromatico (ossia costituite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

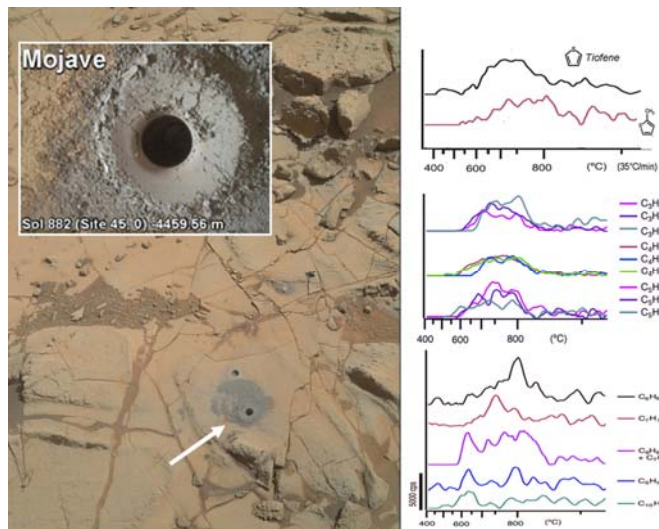
venendo poi evidenziate come Cloro-benzene in analisi tipo GC-MS.

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):

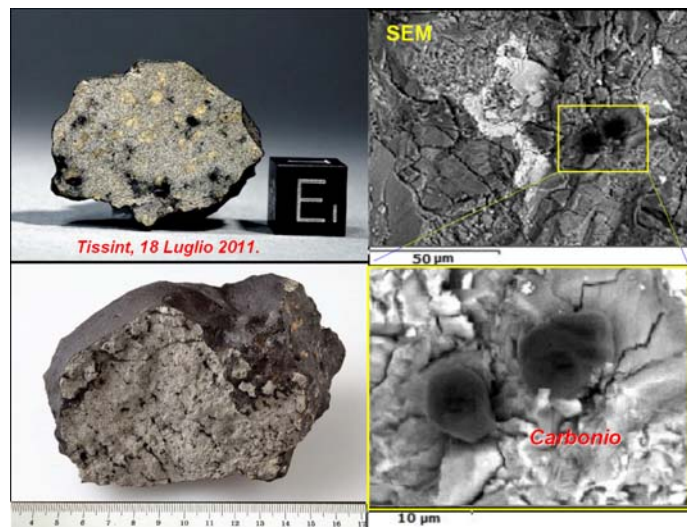


Si trattava di due siti particolarmente interessanti perchè il primo è ricco di ematite (un ossido di Ferro che si forma in presenza di acqua) e il secondo è ricco di Jarosite (un solfato di Ferro e Potassio che si forma in presenza di acque acide). I risultati analitici del SAM sono stati a dir poco 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:

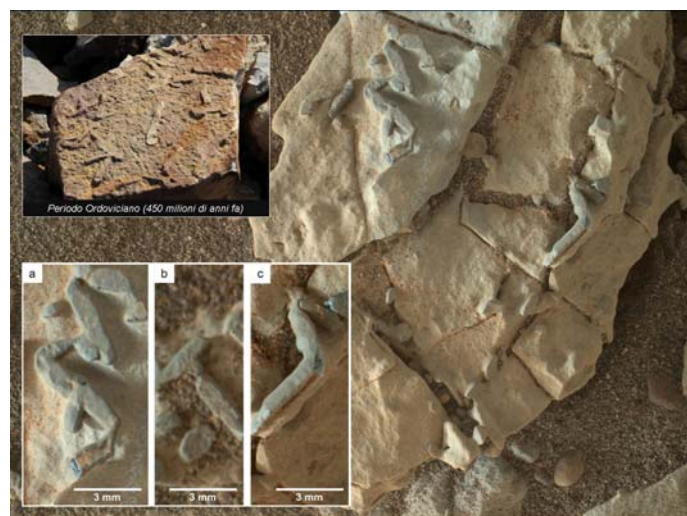


In ambito terrestre, queste tre classi di molecole si ritrovano spesso riscaldando ad alta temperatura materiali carboniosi presenti in sedimenti vecchi di almeno 3-3,5 miliardi di anni: questi materiali carboniosi vengono denominati kerogeni, e derivano dalla trasformazione di molecole batteriche sottoposte 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:



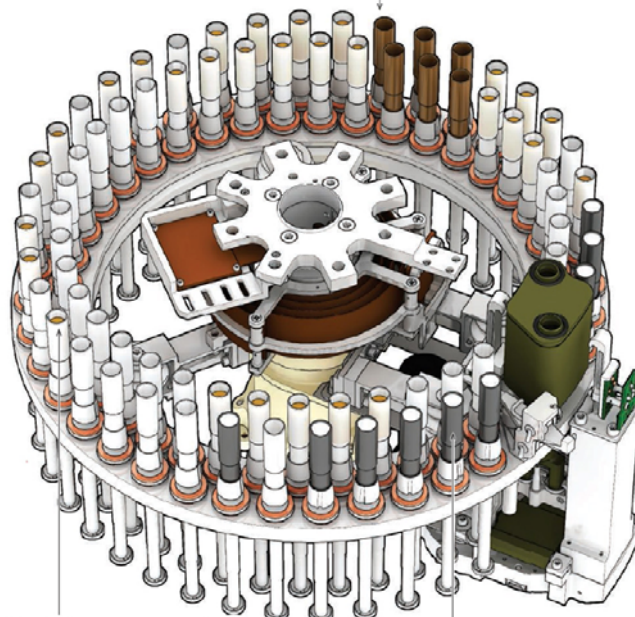
Una possibilità è che si tratti di porzioni di roccia scura infiltrate nella roccia chiara e più resistente di quest'ultima all'erosione ambientale. Ma la somiglianza morfologica con tracce fossili lasciate da antichi organismi terrestri è impressionante: in particolare nel caso (vedi periodo Ordoviciano 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

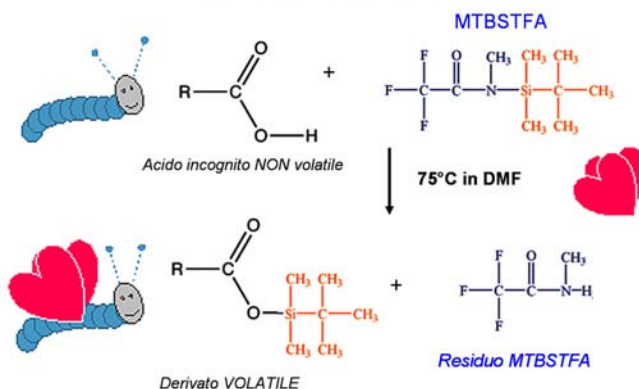


59 fiale per analisi SECCHE

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:

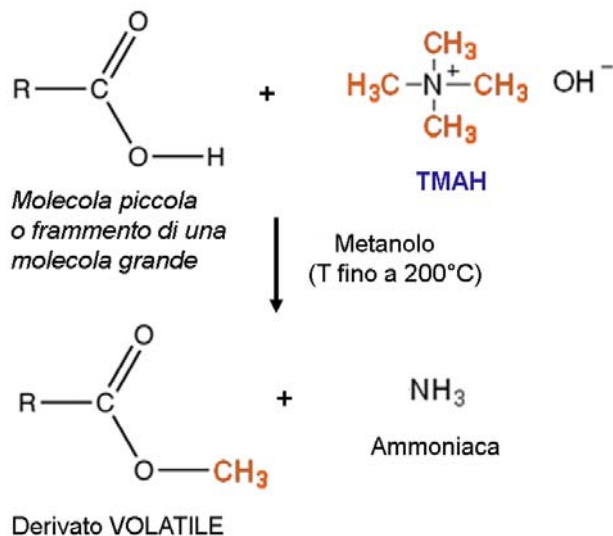
Silanizzazione con MTBSTFA



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,

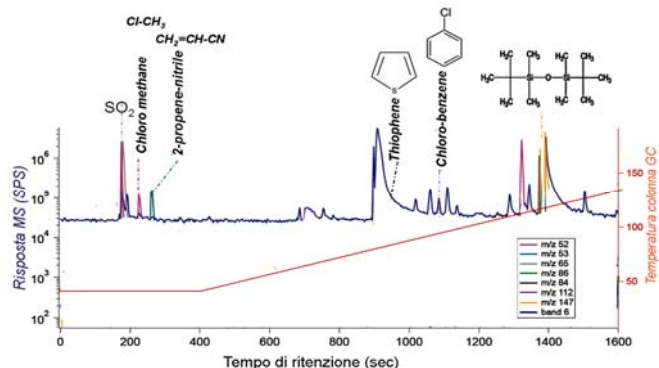
che si chiama TERMO-CHEMOLISI, è ideale per rendere più facilmente analizzabili molecole organiche di alto peso molecolare (ossia molto grandi) che, a causa della loro bassissima volatilità, sono molto difficili da analizzare:

Come lavora il TMAH

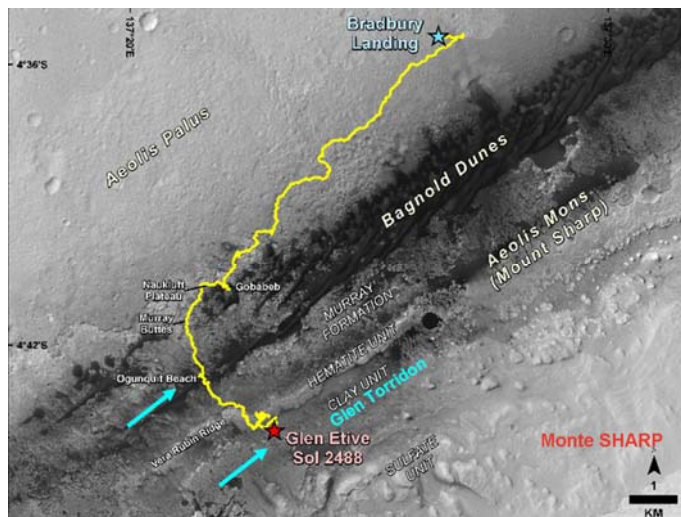


(PS.: chi non ha molta pratica con la chimica analitica non si spaventi e magari rilegga più volte queste note, che sono molto semplificate e che non si trovano da nessuna parte tranne che in questa lettera).

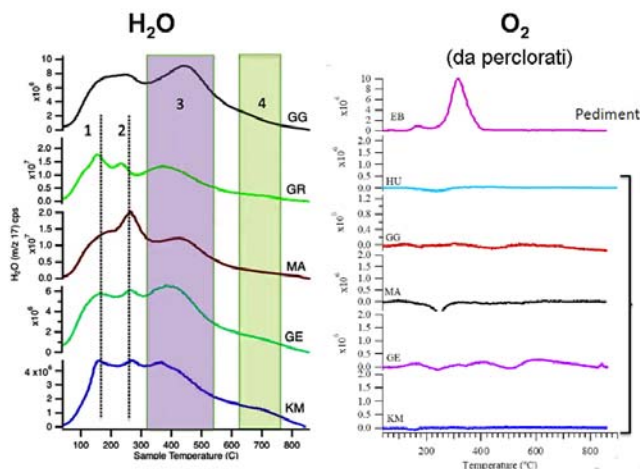
Ovvio che essendo molto ridotta la disponibilità di derivatizzanti, il team di SAM ha deciso di utilizzarli con estrema parsimonia e solo su terreni di eccezionale interesse esobiologico. Purtroppo, durante l'analisi del già ricordato campione marziano prelevato nel 2013 nel sito di Cumberland ci si 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 Spettrometro 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:



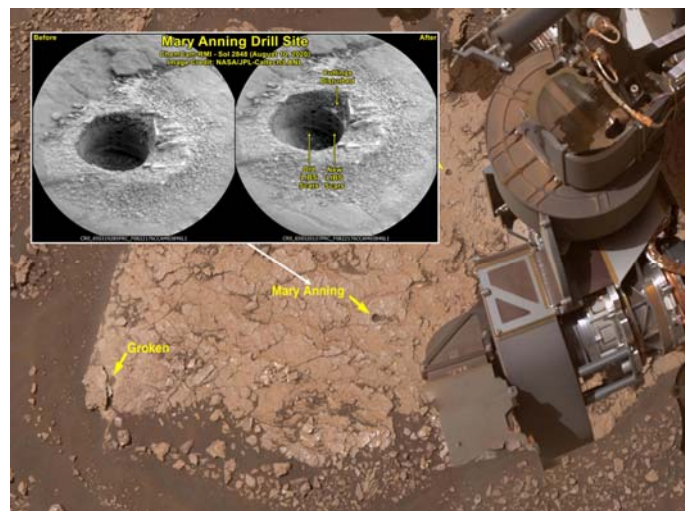
Analisi EGA in MOLTI punti all'interno di GT hanno mostrato sorprendentemente, assenza di O₂ da perclorati e forti assorbimenti di almeno 3 tipi di acqua: libera (poco oltre i 100°C), legata a rocce cristalline (attorno a 250°C), probabilmente legata a molecole carboniose molto grandi (kerogeni?) attorno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



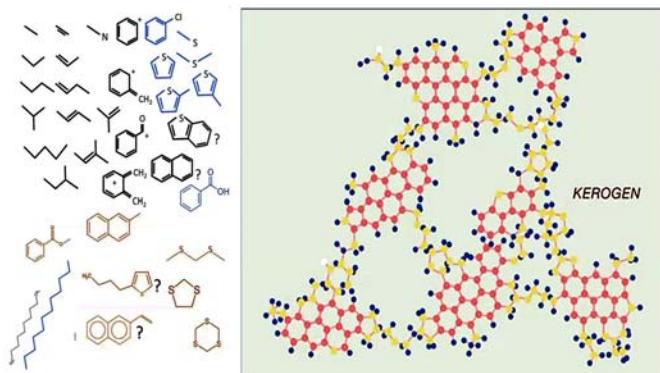
La prima analisi 'umida' completa venne in realtà realizzata alla fine di Dicembre 2017 su un campione sabbioso preso nella parte orientale del grande campo di dune scure denominato Bagnold Dune field, situato appena prima della ricordata cresta di ematite di Vera Rubin, in una situazione ritenuta di 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:

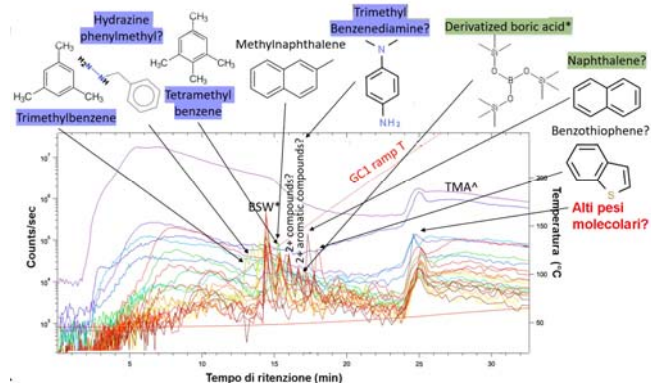


E' stata anche condotta un'analisi *umida* completa dopo derivatizzazione con MTBSTFA (silanizzazione): si trattava della prima silanizzazione su un campione raccolto a 5-6 cm di profondità dopo trivellazione.

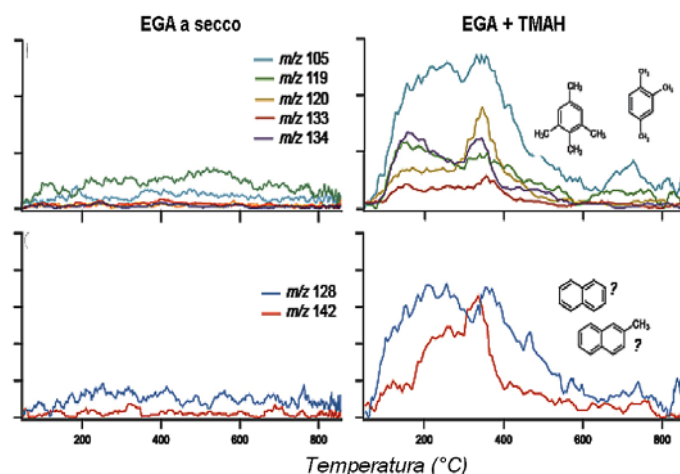
Il risultato ha mostrato la massima abbondanza riscontrata fino ad allora di molecole a base di Zolfo, un' ampia tipologia di molecole aromatiche ad uno e/o più anelli esagonali ed anche acido benzoico di dubbia provenienza, ma ancora una volta nessuna traccia di ammino-acidi ed acidi grassi. In ogni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

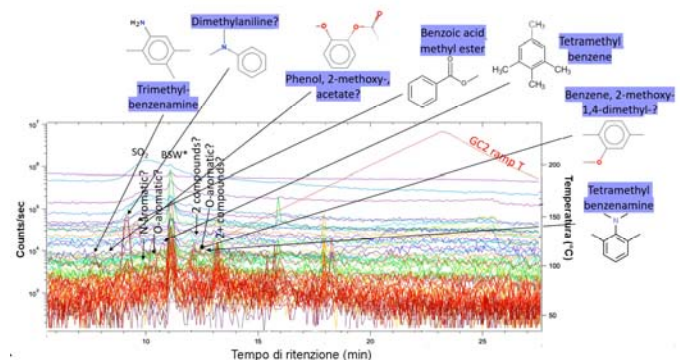
molecole carboniose ad alto peso molecolare. Ecco, in anteprima assoluta, i composti eluiti da questa prima colonna:



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 qui 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 **Jezeru 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 altri impianti di supporti della vita, nel caso arrivassero degli astronauti da terra. Dal Rover si alzerà anche un piccolo elicottero

chiamato **Ingenuity** 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.