



LA LUMIERE CENDREE

Quête de la vie dans l'Univers : cela commence par l'observation et l'analyse de notre Univers proche, ce qui n'est pas si simple qu'il n'y paraît de prime abord



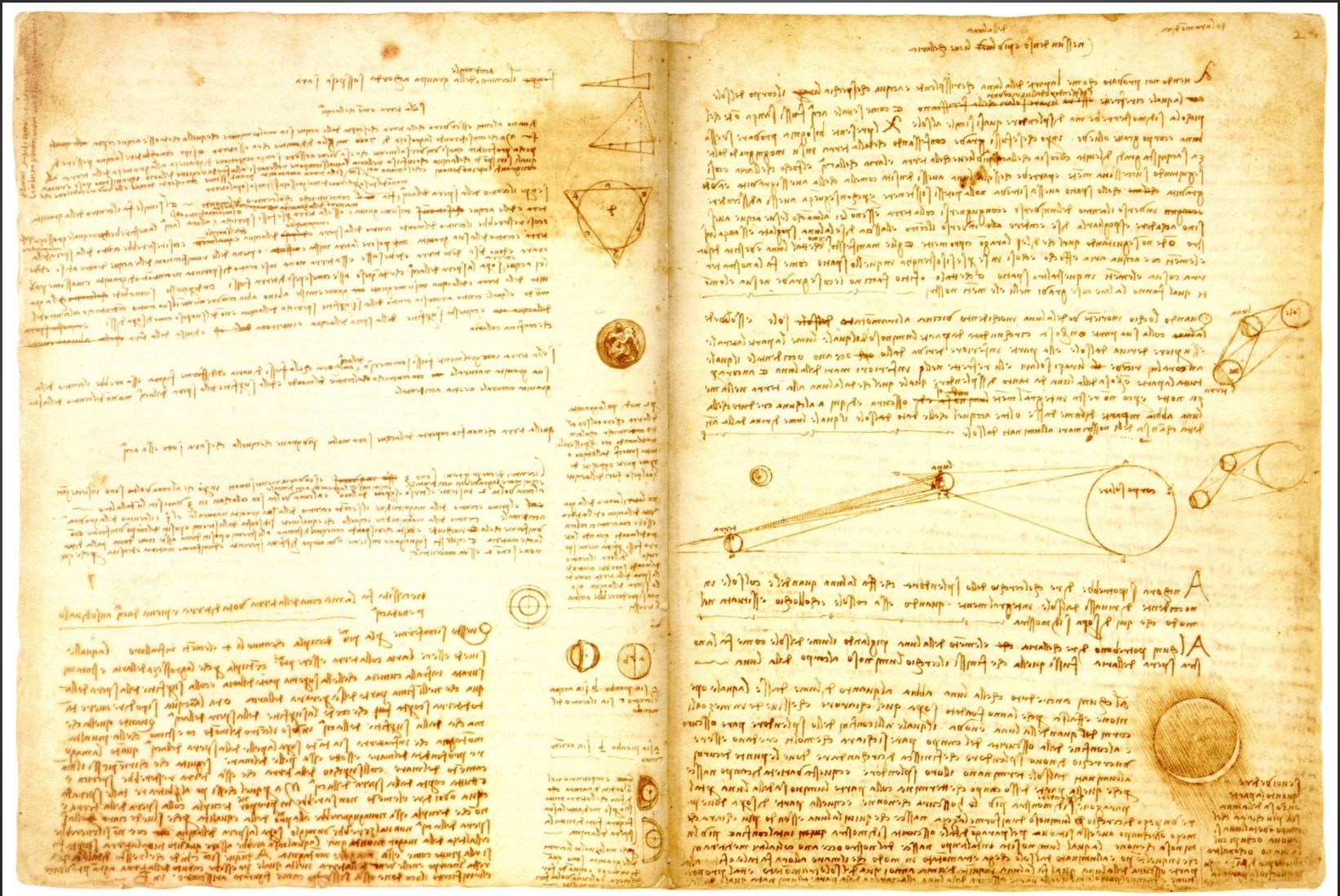
Un clair de Terre sur la Lune, au pôle reflet bleuâtre

Léonard de Vinci et le codex Leicester

Daté aux environs de 1508-1510, par comparaison avec d'autres manuscrits de Léonard da Vinci, le Codex est composé de 18 feuilles de papier, chaque feuille est pliée en deux et chaque côté de la feuille est écrit, le document complet comporte donc 72 pages. Léonard da Vinci a étudié les mathématiques et autres sciences en autodidacte. Il est venu à Amboise en 1517

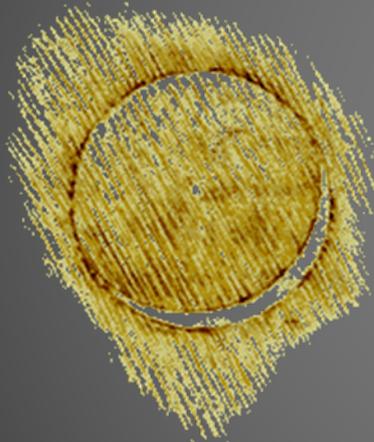


Une vision nouvelle qui découle de l'observation

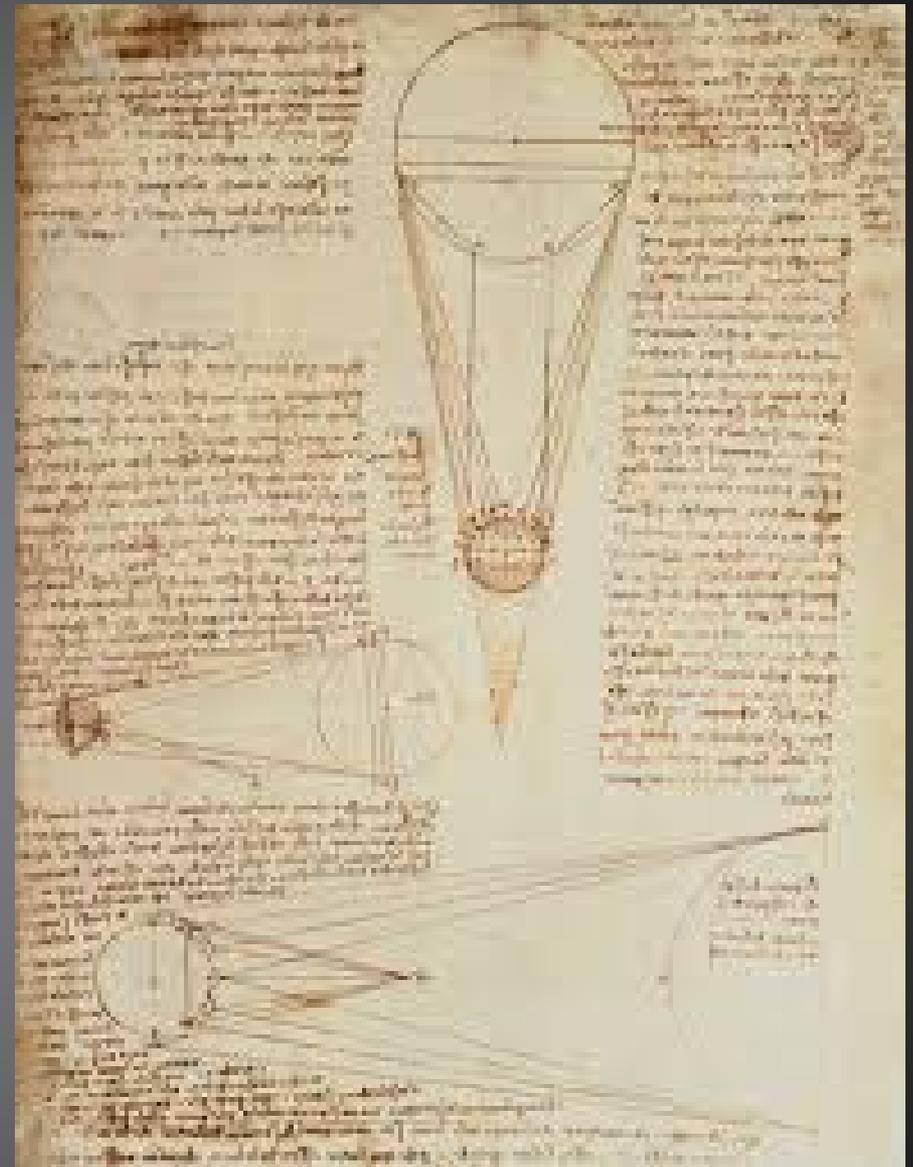


Ses observations en optique :
« Pour voir la Lune grand prend 2 verres »

Et observations de la réfraction et réflexion de la lumière avec récipient rempli d'eau, miroir,...



Le conduit à cette explication audacieuse pour l'époque, le trajet optique de la lumière solaire réfléchi par la Terre sur la Lune !



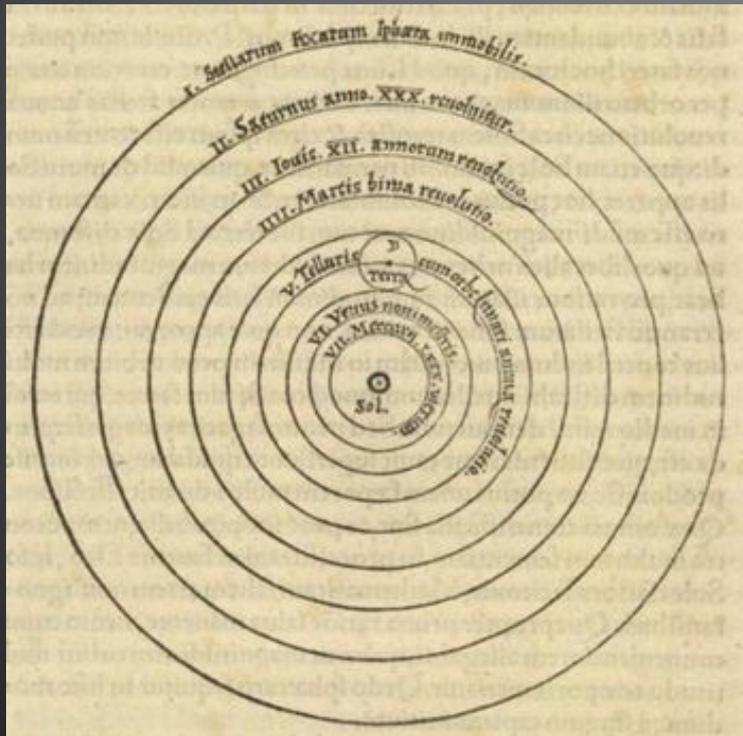
À la même époque COPERNIC ose également une autre vision du monde



gravure au burin de 1687

Polonais, il vient en Italie en 1497, à l'université de Bologne très réputée, pour effectuer ses études cléricales. Il est hébergé chez son professeur de mathématiques Domenico Maria de Novara. Il se passionne pour l'astronomie. Son professeur conteste sérieusement les travaux de Ptolémée, la pensée est donc en pleine évolution et les idées nouvelles doivent être échangées dans le milieu universitaire

De retour en 1500 en Pologne, Nicolas Copernic fait ses premières publications, commençant par la traduction en latin d'un ouvrage byzantin du 7^{ème} siècle Theophylactus Simocatta



Entre 1507 et 1515, il s'attarde de temps en temps à la rédaction d'un court traité sur l'astronomie : ***De Hypothesibus Motuum Coelestium a se Constitutis Commentariolus*** (connu simplement sous le nom de **Commentariolus**). Ce traité ne sera publié qu'au 19^{ème} siècle !. Il établit dans ce traité les principes de l'astronomie héliocentrique.

Son professeur Domenico Maria Novara l'invite régulièrement à observer des éclipses ou des occultations d'étoiles par la Lune : exemple occultation d'Aldébaran



Peinture de J. Matejko 19ème siècle



1645

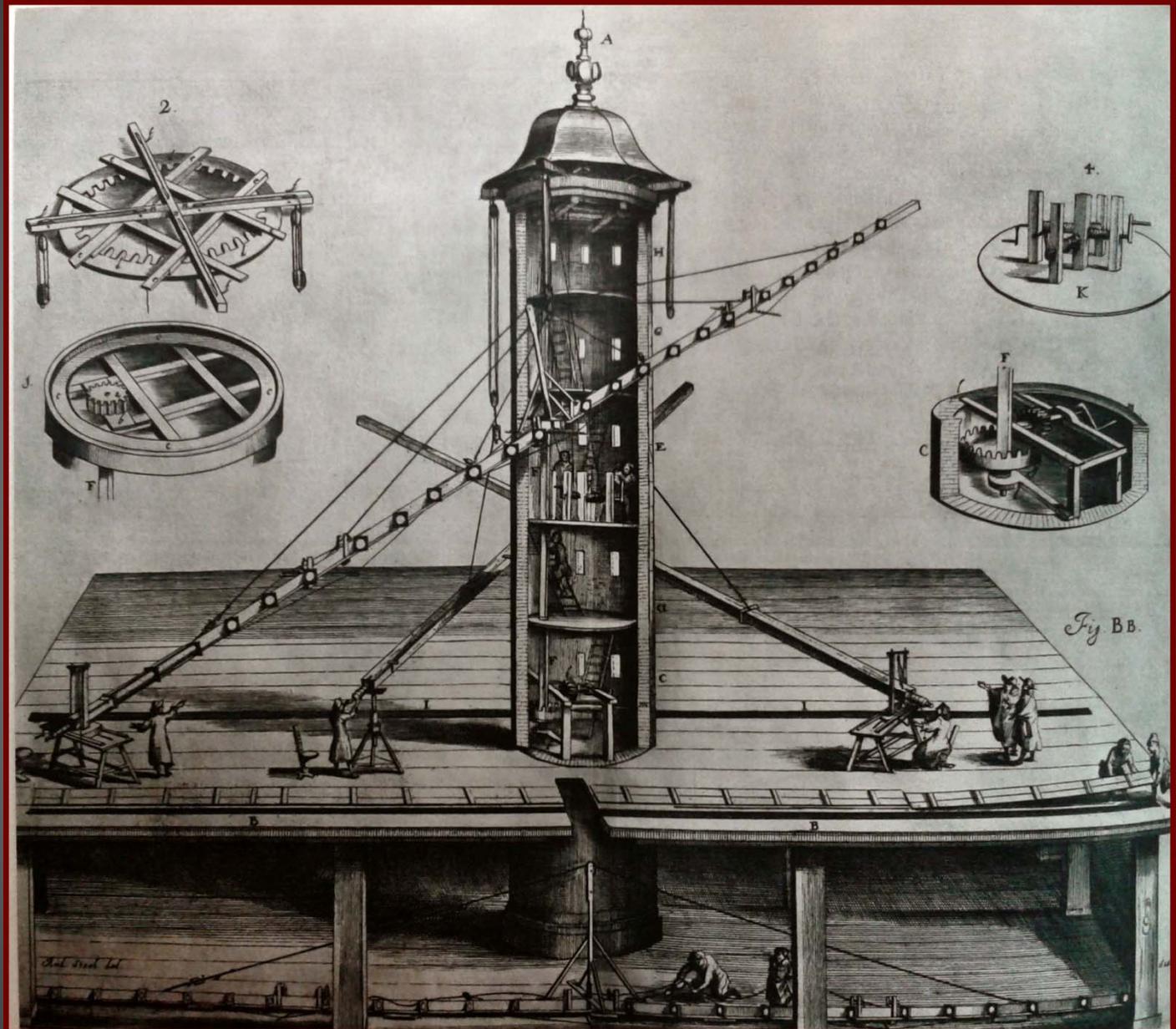
Michael Van Langren,

Cet astronome allemand, réalise d'excellents dessins de la Lune, avec détails dans la lumière cendrée, et surtout met en évidence la qualité des observations sur le terminateur.

Il est vraisemblable qu'il existe de nombreux dessins corrects dans des archives, non exploitées,

Il y a un net progrès dans la qualité des optiques depuis la lunette de Galilée en 1609

1647 Hevelius,
astronome
polonais, fait une
description
systématique de
la surface lunaire
et recommande
d'observer cette
lumière
particulière
« source : citation
dans dictionnaire
astronomie de
Delambre ».
1673 : lunette à
longue focale de
49m mise au
point par
Hevelius



Depuis quand observe-t-on et donne-t-on une explication de la lumière cendrée ?

Aristarque de Samos, astronome grec (3ème siècle avant J-C) soit 1800 ans avant Copernic & Léonard da Vinci, annonce que la Terre tourne sur elle-même, que la Lune est son satellite et que toutes les planètes tournent autour du Soleil. Aristarque de Samos avait observé que la Lune met à peu près une heure à parcourir une distance égale à son diamètre. Il observe d'autre part que les éclipses de Lune durent deux heures. Mais ses imprécisions de mesures et erreurs de calculs induites font délaissier cette vision du monde, au profit des opinions d'Aristote et Ptolémée.

On ne rapporte pas d'observations et théories sur la lumière cendrée, il faut rappeler que les ouvrages étaient copiés à la main, peu d'exemplaires circulaient et beaucoup furent perdus. Mais n'en tirons pas de conclusions hâtives... il faudrait également regarder dans les autres civilisations (Chine, arabes, etc...) et dans les théories développées à l'usage des peintres (reflets, couleurs, perspective, etc...) un autre sésail !

Il est probable que la pensée ait évolué progressivement, et que Léonard da Vinci a lui-même été initié par ses maîtres, développant avec génie ses propres observations.

P A P P I
ALEXANDRINI
MATHEMATICAE
Collectiones.

A F E D E R I C O
C O M M A N D I N O
V R B I N A T E

In Latinum Conuersæ, & Commentarijs
Illustratæ.

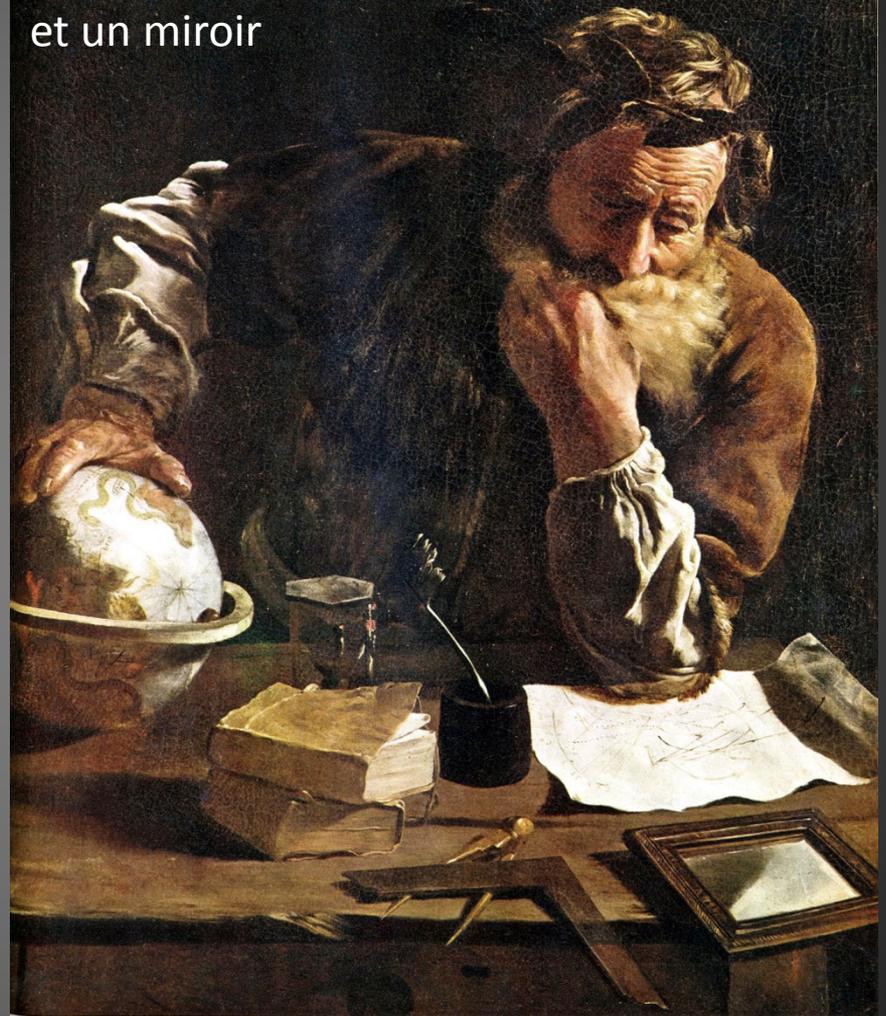


V E N E T I I S,
Apud Franciscum de Franciscis Senensem.

M. D. LXXXIX.

Ad Typogr. Senens. Franc. de Franc. Senens. Excudit.

Portrait d'Archimède, peinture 1620,
remarquer les instruments rudimentaires,
et un miroir



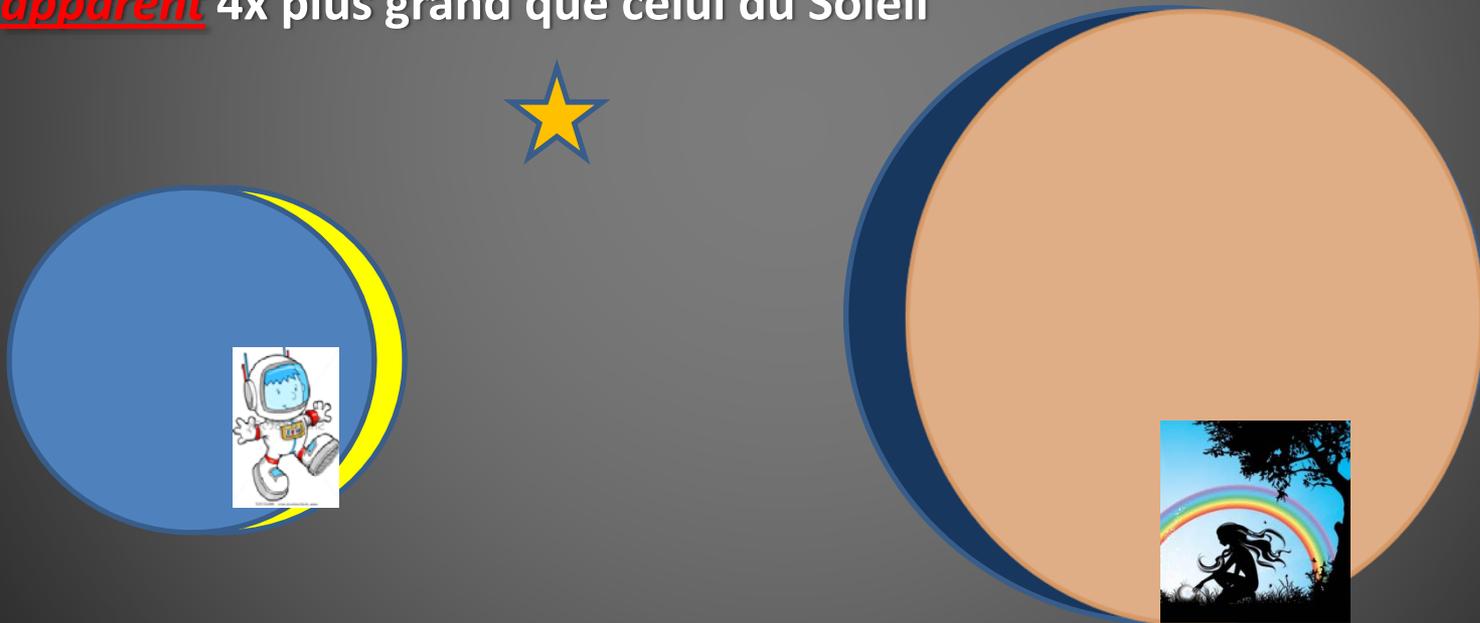
Trajet de la lumière solaire



- 1 - La lumière du Soleil traverse l'atmosphère,
- 2 - Après diverses absorptions/ réflexions, elle traverse une deuxième fois l'atmosphère pour se diriger vers la partie non éclairée de la Lune qu'elle éclaire : c'est le clair de Terre sur la Lune
- 3 - A nouveau elle est réfléchié par le sol lunaire vers la Terre et traverse une troisième fois l'atmosphère, dans la demi pénombre où se situe l'observateur

Sur Terre, aux alentours de la Nouvelle Lune, avant ou après dans les lueurs du soir ou du matin, l'observateur peut voir un tableau en clair obscur : fin croissant lunaire brillant et l'autre partie du sol sélène éclairée faiblement par le reflet terrestre,

S'il y avait un spationaute sur la Lune au même moment, il verrait la Terre au contraire gibbeuse. La Pleine Terre lui apparaîtrait 50 fois plus brillante que la Pleine Lune vue sur Terre. Elle aurait un diamètre apparent 4x plus grand que celui du Soleil



L'albedo de la Lune est assez faible (notion de roche « poreuse »)

La rotation de la Lune sur elle-même dure 29,5 jours terrestres, ce qui explique qu'elle présente toujours la même face à la Terre

**Un spationaute passant quelques temps dans sa « résidence secondaire sélène» se levant en pleine lumière devrait donc attendre environ 15 jours terrestres pour pouvoir aller se coucher, s'il veut suivre le cycle lunaire ;
Et enfin découvrir le clair de Terre vu de la Lune**

Comme nous avons des images satellitaires, ces notions ne nous semblent plus invraisemblables, puisque nous avons pu nous extraire de notre milieu.



Valores de albedo (% reflejado)

L'ALBEDO DE LA TERRE

Luna
6%–8%



Mesures de l'albedo de la Lune et de la Terre

...

L'albedo de la Terre moyen est différent selon les conditions météorologiques et la position de la Terre.
Albedo 0,297 plus ou moins 0,005

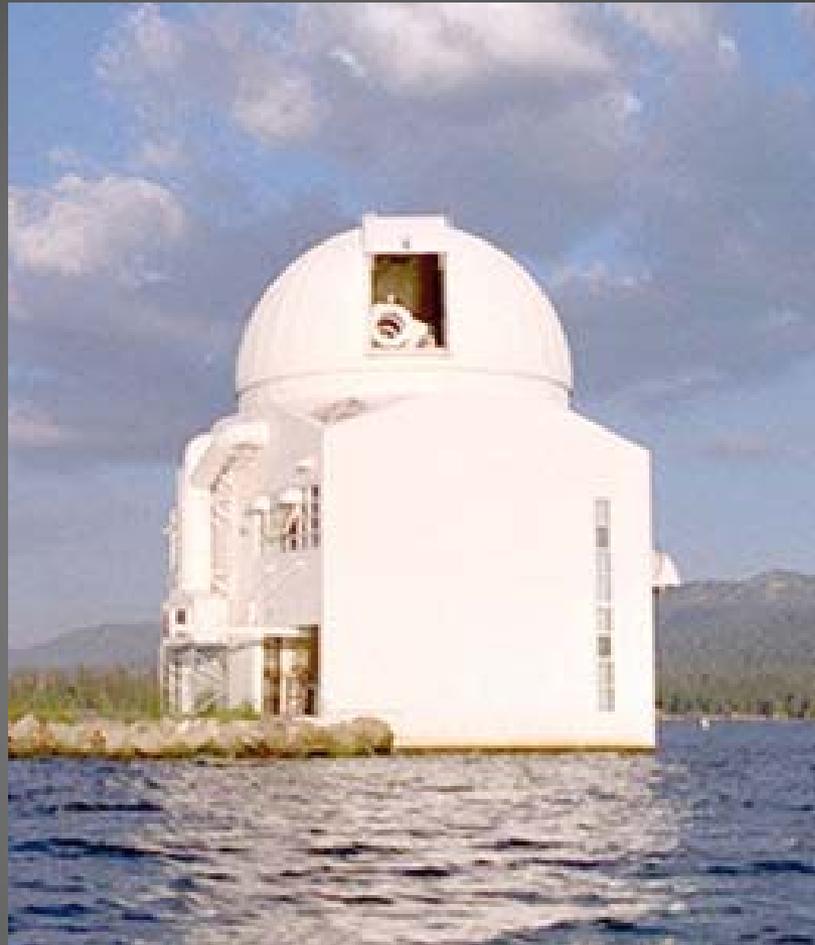
Puisqu'elle tourne sur elle-même et tourne autour du Soleil, elle ne va pas toujours présenter une surface générale identique.

Ce sont les surfaces nuageuses, et les pôles glacés qui vont le plus réfléchir. Les océans, les déserts, les forêts, vont absorber et réfléchir différemment. C'est ainsi qu'on va pouvoir obtenir des « signatures » de notre planète en spectrographie.

On comprend bien que cette signature va différer selon la saisonnalité.



**Un programme de mesure effectué par BBSO (BIG BEAR SOLAR OBSERVATORY)
Réflexions moyennes des rayons solaires : 50% par les nuages, 10% océans, 10 à 25% le sol : la neige et la glace réfléchissent 40 à 90% de plus que ce que ne font les nuages, mais les zones couvertes sont peu importantes,**



**Sous le ciel de Californie
Lac Big Bear, Des instruments spécialisés**

LE BIOTOPE SUR TERRE

Pour rechercher d'éventuelles traces de vie sur des exoplanètes, il faut savoir déterminer la signature générale du biotope existant sur Terre, d'ailleurs en surface ! Puis en tirer des extrapolations. Sur Terre nous avons du biotope dans les roches solides, dans le milieu liquide (océans etc...) et dans le milieu gazeux (atmosphère en surface ou gaz emprisonné dans les roches)

La vie se présente sous des règnes fixés ou mobiles, animés ou non : végétal, animal...

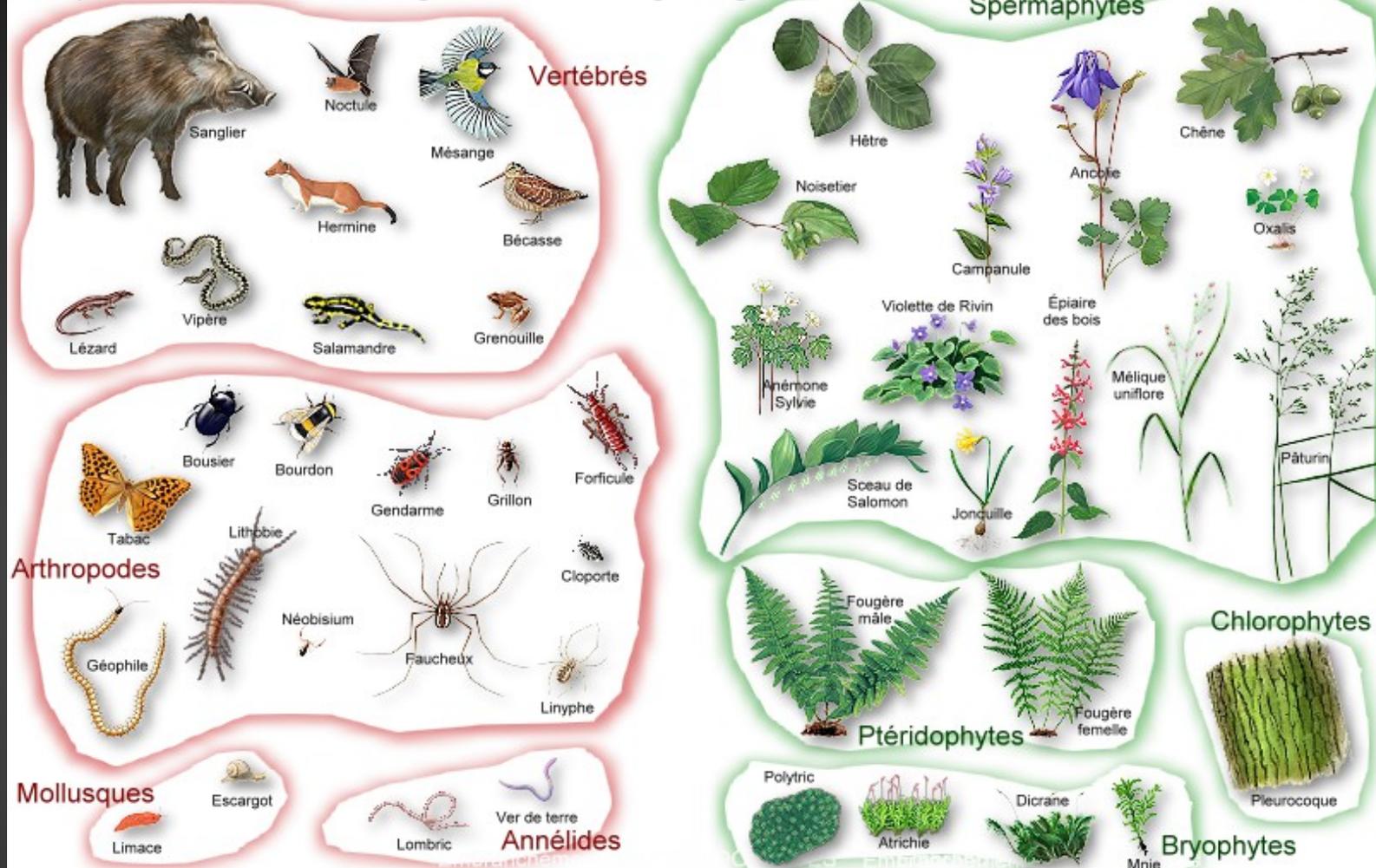
Sur Terre on découvre de nombreuses formes de vie « extrémophiles » que l'on n'imaginait pas possibles il y a encore peu de temps.

Vu de l'espace seul le règne végétal type forêt amazonienne est suffisamment important pour être actuellement détectable par nos instruments (spectrographie)

Le végétal émet dans l'infrarouge

Cette énumération pour montrer que le problème n'est pas si simple !!!

Quelques embranchements du règne animal et du règne végétal



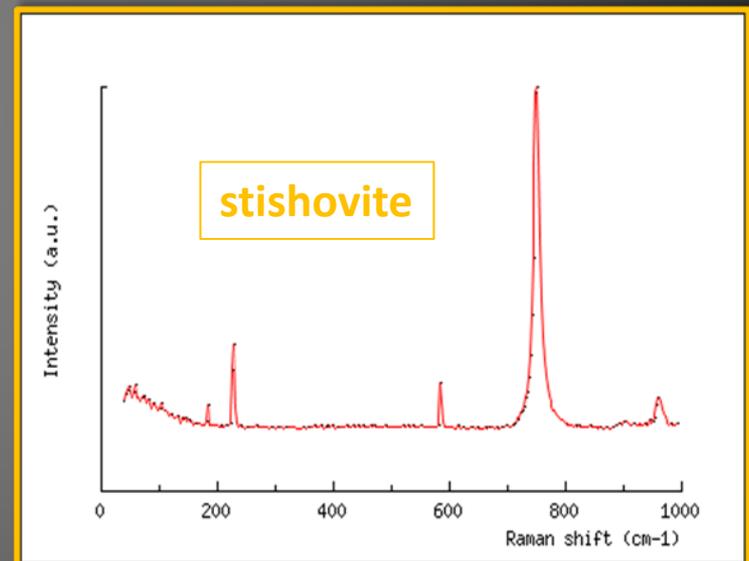
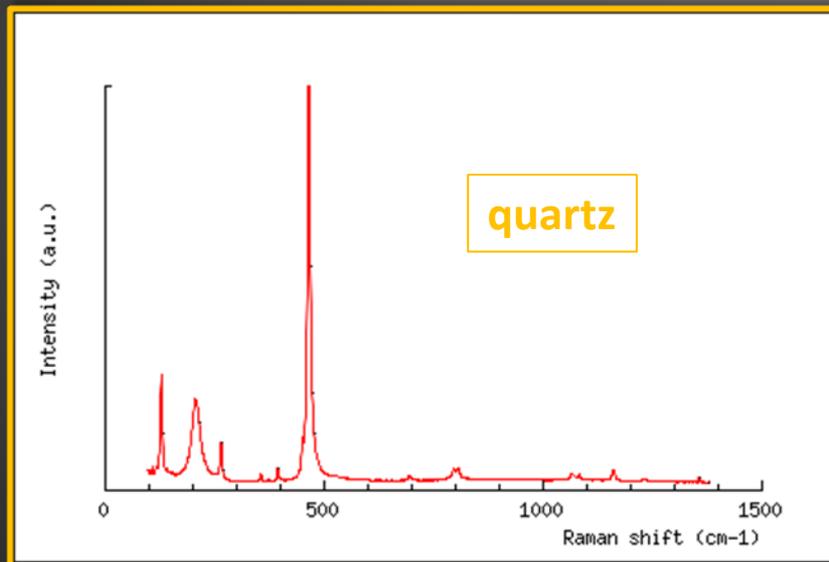
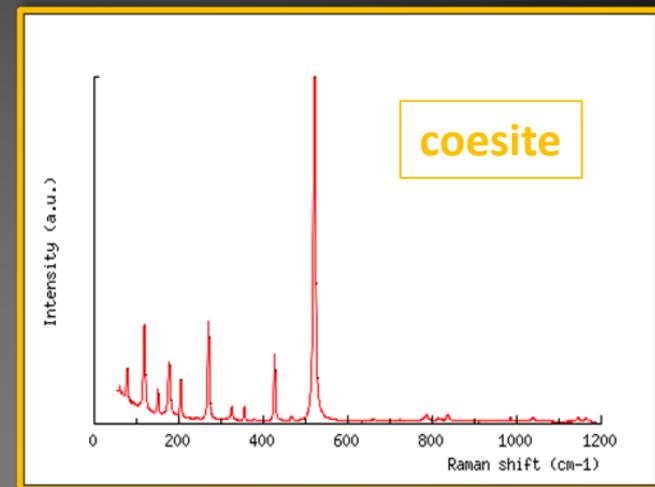
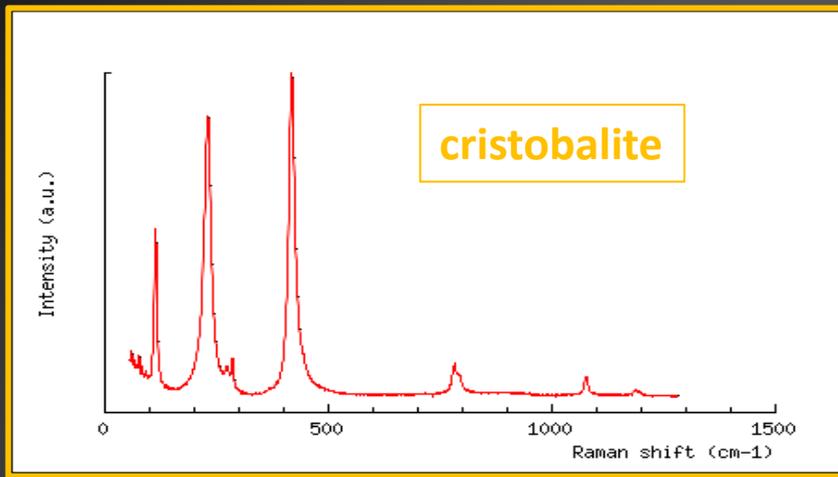
Il ne faut pas rêver, pour l'instant impossible de détecter globalement les signatures de la diversité de la vie sur Terre, pas même une marée humaine lors d'une manifestation ou d'une procession gigantesque, ou un nuage de sauterelles !!! Et pourtant à l'échelle de l'Univers la Lune n'est guère éloignée, mais les techniques s'affinent et les connaissances s'accroissent petit à petit

La lumière réfléchiée sur la Lune

Les roches même avec une même forme chimique ne présentent pas la même réflectance selon leur cristallisation ; Exemple avec cet échantillon : formule SiO_2
Quartz cristal, obsidienne et cristobalite, trydinite

IL CONVIENT DONC DE CHOISIR UN ENDROIT PRECIS SUR LA LUNE POUR AVOIR TOUJOURS LA MEME SIGNATURE DE SA SURFACE PAR EXEMPLE UN CRATERE REMPLI DE LAVE relativement HOMOGENE (ou totalement recouverte d'une couche de régolithe,,,)





Tous ces polymorphes d'une même formule chimique SiO₂ ont des spectres différents, la tridymite est encore plus différente. (Source ENS Lyon)

LES SIGNATURES DE LA TERRE dans le spectre de la lumière cendrée

Comme la terre tourne, est sphérique, comme la météo change, comme la végétation a des cycles selon les zones,... la zone qui va réfléchir la lumière solaire peut être très différente

Il peut s'agir d'une réflexion maximum sur les nuages cachant en grande partie la surface (météo, poussières volcaniques et autres phénomènes majeurs à l'échelle planétaire)

D'une réflexion sur les océans

Sur la forêt amazonienne

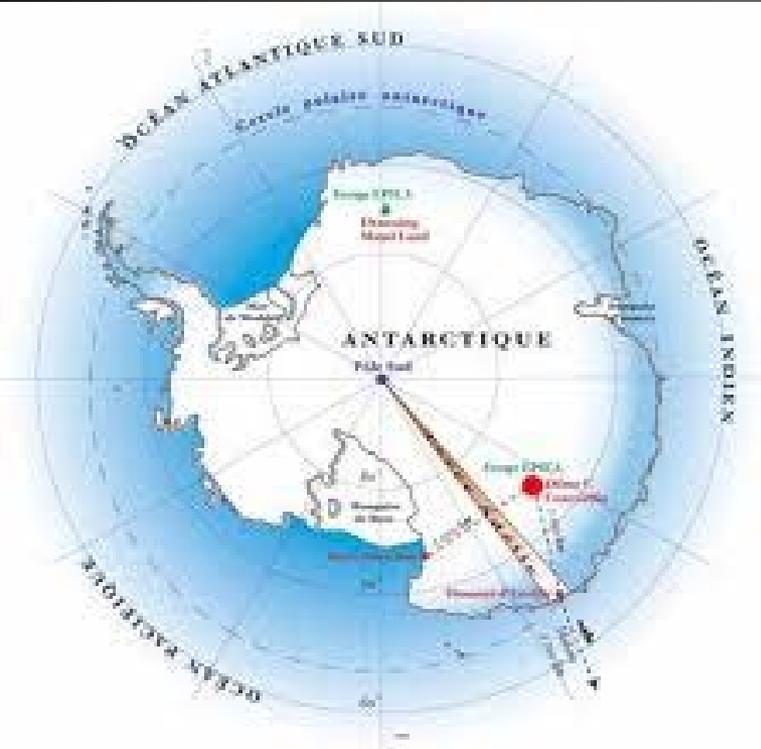
Sur un désert

Sur une zone glaciaire

... autant de variables qui rendent les signatures complexes à analyser.

Programmes d'observation en Antarctique et au Chili ; On peut également obtenir le spectre de la Terre à partir de satellites

C'est un programme étudié par l'observatoire de Paris, dans la station CONCORDIA en Antarctique



... par satellites, on va pouvoir également avoir des mesures spectrales directes du Soleil en s'exonérant de la traversée optique de l'atmosphère, et les mesures de la lumière cendrée. Les différences étant la signature globale de la terre... ce n'est pas si simple qu'il n'y paraît

Pourquoi cette étude ?

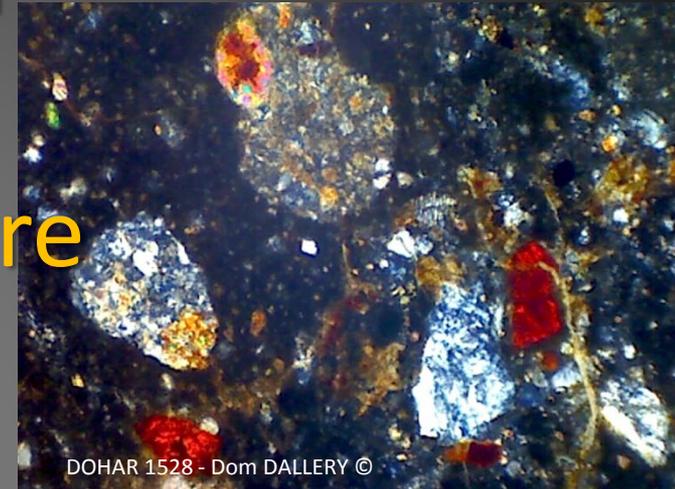
Maintenant que nous trouvons de nombreuses exo planètes, se pose la question de l'exobiologie

Toutefois pour le moment nous n'avons pas d'image surfacique, donc il faut arriver à trouver une signature d'une planète habitée, la nôtre, pour comparer les données avec celles que nous pouvons collecter de ces autres planètes aux conditions physiques qui se révèlent de plus en plus complexes au fur et à mesure des découvertes

Cette quête de la vie dans l'Univers est passionnante et demande à « décroisonner » les acquis scientifiques, car on ne peut dissocier les implications astrophysiques, chimiques, biologiques, etc...

Le russe Tikhov et le français Danjon sont considérés être à l'origine de ces nouvelles disciplines : l'astrobotanique et l'exobiologie

Cet exposé a été suivi d'un atelier pratique : examen d'une lame mince de météorite lunaire en lumière polarisée.



Pour une petite note finale insolite, et amusante, voici qu'une société de fabricants de vêtements en astronautique, ILC DOVER, a décidé de fabriquer de la bière en tirage limité, dans la brasserie Dogfish.

La particularité de cette bière est qu'elle est brassée avec de la poudre de météorite lunaire ; paraît-il que cette poudre serait très favorable à la fermentation !

**Bien entendu cette opération était publicitaire
La bière a peut-être un petit goût terreux... mooneux ???
Son nom « Celest jewel ale »**



Et c'est là que la boucle est bouclée.

Rappelez-vous nous venons de citer Hevelius ! Intelligent, brillant et passionné, mais ,,,,

Il se trouve qu'il faisait partie d'une riche famille de brasseurs à Dantzig... au 17^{ème} siècle les brasseries artisanales étaient utiles car l'eau du puits n'était pas toujours idéale !!!

c'est donc la bière qui a permis de financer les voyages d'études d'Hevelius partout en Europe, de côtoyer tous les plus grands scientifiques de l'époque, son observatoire, ses voyages d'observations, ses publications ...

Ce petit clin d'œil pour finir cet exposé sur une note pétillante



NB : attention la consommation d'alcool est dangereuse et risque de faire voir plus d'étoiles doubles que de raison... ce petit final n'est pas une incitation à boire de la bière

Pour nous, humbles amateurs, gardons le plaisir de la contemplation de cette douce lumière cendrée, et essayons-nous dans sa photographie (ou dessin)



Merci de votre attention et bonnes observations !