



Le ciel de novembre 2016

Les phénomènes du mois :

Les temps sont donnés en heure normale pour Nantes

jj hh:mm

Sommaire:

- Le ciel du mois
- essaims étoiles filantes comètes
- Planètes,
- Carte du ciel
- La Lune
- Pourquoi Schiaparelli ne polluera pas le site
- TEXOMARS 2016 1
- UNIVERS, ISAAC NEWTON, BIG BANG
- A quoi sont dues les saisons
- Erreur à trouver
- Des livres à lire

01 01:11 NOUVELLE LUNE

02 19:24 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

04 12:02 Lune à l'apogée (distance géoc. = 406096 km)

08 03:20 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée

08 09:00 Pluie d'étoiles filantes : Draconides (durée = 4,0 jours)

09 05:33 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE

09 23:56 Pluie d'étoiles filantes : Taurides S. (5 météores/heure au zénith; durée = 70,0 jours)

10 04:32 Rapprochement entre Mars et M 22 (dist. topocentrique centre à centre = 1,6°)

11 00:07 Pluie d'étoiles filantes : Delta Aurigides (2 météores/heure au zénith; durée = 8,0 jours)

12 01:49 Minimum de l'étoile variable bêta de la Lyre

14 06:39 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

15 11:42 OPPOSITION de Uranus avec le Soleil

16 05:16 Rapprochement entre la Lune et Uranus (dist. topocentrique centre à centre = 3,2°)

16 05:23 PLEINE LUNE

17 00:36 Lune au périgée (distance géoc. = 357861 km)

17 03:28 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

18 01:48 Pluie d'étoiles filantes : Epsilon Géminides (3 météores/heure au zénith; durée = 13,0 jours)

18 20:55 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée

19 08:30 Début de l'occultation de 87-alpha Tau, Aldébaran, (magn. = 0,87)

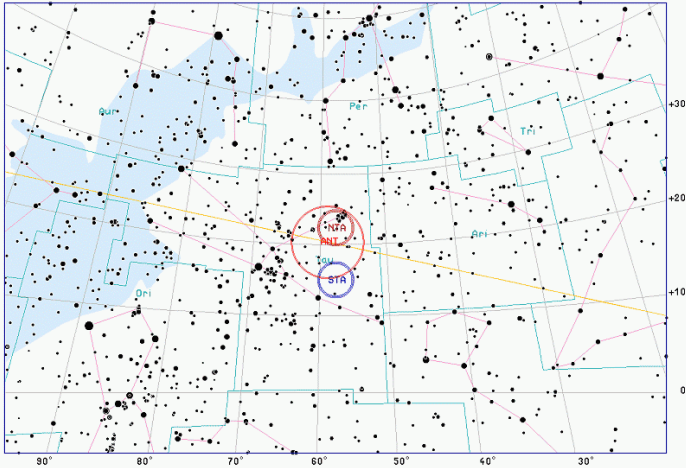
19 09:02 Fin de l'occultation de 87-alpha Tau, Aldébaran, (magn. = 0,87)

19 14:50 Rapprochement entre Mars et Pluton (dist. topocentrique centre à centre = 3,3°)

jj hh:mm

- 20 00:16 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
- 20 01:31 Début de l'occultation de 111 Tau (magn. = 5,00)
- 20 02:28 Fin de l'occultation de 111 Tau (magn. = 5,00)
- 21 02:17 Pluie d'étoiles filantes : Orionides (20 météores/heure au zénith; durée = 36,0 jours)
- 21 16:20 Opposition de l'astéroïde 1 Ceres avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,879 UA; magn. = 7,5)
- 22 06:08 Début de l'occultation de HD 59686 (magn. = 5,45)
- 22 06:50 Fin de l'occultation de HD 59686 (magn. = 5,45)
- 22 20:14 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE
- 22 21:05 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
- 24 02:46 Pluie d'étoiles filantes : Leo Minorides (2 météores/heure au zénith; durée = 8,0 jours)
- 24 03:03 Opposition de l'astéroïde 18 Melpomene avec le Soleil (dist. au Soleil = 1,803 UA; magn. = 8,0)
- 24 05:43 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée
- 24 21:14 Maximum de l'étoile variable éta de l'Aigle
- 25 00:25 Minimum de l'étoile variable bêta de la Lyre
- 25 03:19 Rapprochement entre la Lune et Régulus (dist. topocentrique centre à centre = 2,0°)
- 25 03:27 Début de l'occultation de 31 Leo (magn. = 4,39)
- 25 04:31 Fin de l'occultation de 31 Leo (magn. = 4,39)
- 25 17:54 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
- 26 05:51 Début de l'occultation de 59 Leo (magn. = 4,98)
- 26 07:04 Fin de l'occultation de 59 Leo (magn. = 4,98)
- 26 16:40 Rapprochement entre Vénus et Antarès (dist. topocentrique centre à centre = 3,1°)
- 27 17:15 CONJONCTION SUPÉRIEURE de Mercure avec le Soleil (dist. géoc. centre à centre = 0,5°)
- 29 14:00 Mars à son périhélie (distance au Soleil = 1,38125 UA)
- 29 23:46 Rapprochement entre Vénus et Saturne (dist. topocentrique centre à centre = 3,0°)
- 30 18:38 NOUVELLE LUNE
- 31 10:00 Vénus à son aphélie (distance au Soleil = 0,72820 UA)
- 31 20:29 Lune à l'apogée (distance géoc. = 406662 km)

Etoiles filantes essaims et Comètes



L'essai météoritique des Taurides Nord (NTA) produit de lents météores d'une vitesse de 29 km par seconde. Au moment du maximum, le taux horaire moyen (ZHR) est de 5 météores par heure. Tout comme l'essai des Taurides Sud (STA), les météores des Taurides Nord font parties du complexe des Taurides et sont associés à la comète 2P/Encke.

La découverte des Taurides a été faite en 1869. Les Taurides Nord ont été observées par Giuseppe Zezioli. Les Taurides Sud ont été observées par T. W. Backhouse, et

probablement par G. L. Tupman. Alors que les Taurides Sud ont fait l'objet de peu de détections au cours du reste du 19ème siècle, les Taurides Nord ont été fréquemment observées, mais personne n'a reconnu qu'il s'agissait d'un essaim annuel de la région du Taureau visible début Novembre.

Période d'activité : du 20 Octobre au 10 Décembre Maximum : 12 Novembre Longitude solaire (λ) : 230° position du radiant au moment du maximum ascension droite (α) : 058° déclinaison (δ) : +22°
Vitesse (en km/s) : 29 r : 2.3 ZHR : 5

Comète associée : 2004 TG10

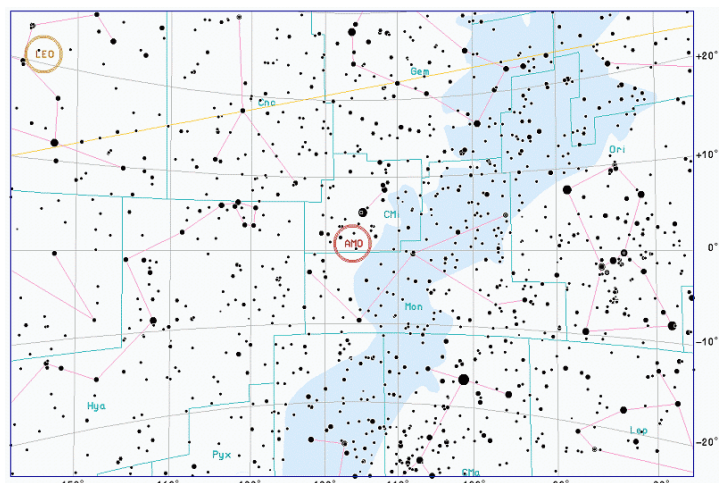
L'essaim des alpha-Monocéroïdes (AMO) produit des météores assez rapides avec une vitesse de 65 km par seconde, avec une activité variable. Des sursauts d'activité ont été observés en 1925, 1935, 1985 et le dernier, en 1995, a été vu par de nombreux observateurs d'Europe. Le taux horaire moyen estimé en 1995 était d'environ 400 météores par heure durant environ 30 minutes, avec un pic de 420 météores par heure sur une courte période de 5 minutes.

L'essaim pourrait être associé à la comète 1943 W1 (van Gent-Peltier-Daimaca).

Notre connaissance actuelle de cet essaim météoritique est principalement basée sur les observations visuelles obtenues au cours de trois années séparées, mais les implications sont que cet essaim est de courte durée et possède une période apparente de presque exactement dix années.

La découverte est à mettre au crédit de F. T. Bradley, qui a observé en premier l'essaim en 1925.

Période d'activité : du 15 au 25 Novembre Maximum :
21 Novembre Longitude solaire (λ) : 239.32°
position du radiant au moment du maximum ascen-
sion droite (α) : 117° déclinaison (δ) :
+01° Vitesse (en km/s) : 65 r : 2.4 ZHR : variable,
habituelle ~5, mais peut produire des sursauts d'activité
jusqu'à ~400+ Comète associée : van Gent-Peltier-
Daimaca (?)



Léonides - LEO

Les recherches de textes anciens effectuées par Edward C. Herrick en 1841, par Hubert Anson Newton en 1864, puis en 1958 par Susumu Imoto et Ichiro Hasegawa, pour les textes anciens chinois, japonais et coréens, et plus récemment par Donald K. Yeomans et Gary W. Kronk, ont mis en évidence de nombreuses traces de pluies météoritiques, attribuées aux Léonides, dont la plus ancienne remonte à l'an 901.

Mais l'intérêt pour cet essaim, produisant de spectaculaires pluies de météores, a surtout débuté peu après

la grande tempête de 1833. L'une des plus célèbres tempêtes de météores s'est produite le 17 Novembre 1833, lorsque la Terre croisa l'essaim des Léonides. Ce jour-là, des nombreux observateurs de la côte Est des Etats-Unis et de la région des Chutes du Niagara, virent surgir des centaines de météores par minute, soit environ 50.000 à 200.000 météores par heure, semblant provenir de la région de la constellation du Lion (*Leo*). Le nom de Léonides fut donné à cet essaim.

Déjà, en Novembre 1799, un phénomène similaire avait été observé par le naturaliste allemand Alexander von Humboldt (1769-1859) en compagnie du botaniste français Aimé Bonpland (1773-1858), au large des côtes du Vénézuëla.

Le médecin allemand Heinrich Olbers (1758-1840), découvreur des astéroïdes Vesta et Pallas, fut le premier à oser prédire un retour de l'essaim pour 1867 en se basant sur l'étude de documents historiques plus anciens. Ainsi en Novembre 1866, une nouvelle pluie importante de météores s'abattit sur notre planète, confirmant ainsi la périodicité de l'essaim. Il était maintenant évident que l'essaim revenait tous les 33 ans, mais restait à en trouver l'origine. Le voile fut levé par la découverte d'une comète de magnitude 6, le 19 Décembre 1865 par Ernst Wilhelm Leberecht Tempel (1811-1889), mais également par Horace Parnell Tuttle le 6 Janvier 1866. La comète fraîchement découverte, et aujourd'hui dénommée 55P/Tempel-Tuttle, fut visible pendant plusieurs semaines. Le calcul des éléments orbitaux montrait une grande similitude avec ceux de l'essaim, et confirmait la paternité de cette comète pour l'essaim météoritique des Léonides.

L'influence perturbatrice de Saturne et de Jupiter, en agissant sur la partie la plus dense de l'essaim, fit que l'averse suivante, prévue en 1899 n'eut pas lieu. Toutefois, l'essaim se manifesta de nouveau en 1901 mais le nombre de météores observés ne fut pas exceptionnel. Le retour suivant, en 1932 fut encore plus décevant.

En revanche, en 1966, en raison de nouvelles perturbations, l'on vit quelques 150.000 météores par heure à l'ouest des Etats-Unis et au Mexique. Ce retour de pluie météoritique coïncide avec la redécouverte de 55P/Tempel-Tuttle qui s'était fait plutôt discrète depuis sa découverte 100 ans auparavant.

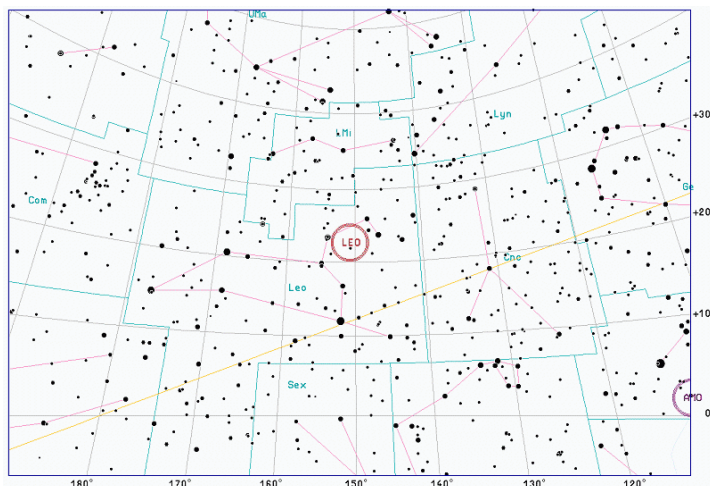
Le nouveau passage au périhélie de la comète 55P/Tempel-Tuttle en Février 1998, donna l'occasion aux prévisionnistes d'améliorer considérablement leurs modèles de prévision pour les années suivantes et de décrire avec précision le comportement de cet essaim atypique mais fascinant.

Période d'activité : du 6 au 30 Novembre Maximum : 17 Novembre Longitude solaire (λ) : 235.27°

position du radiant au moment du maximum ascension droite (α) : 152° déclinaison (δ) : $+22^\circ$

Vitesse (en km/s) : 71 r : 2.5 ZHR : 15?

Comète associée : 55P/Tempel-Tuttle (période de 33.2 ans



Visibilité des planètes

Mercure trop proche du soleil pour être visible (Scorpion)

Vénus : Idéalement située pour une observation au télescope. (Sagittaire)

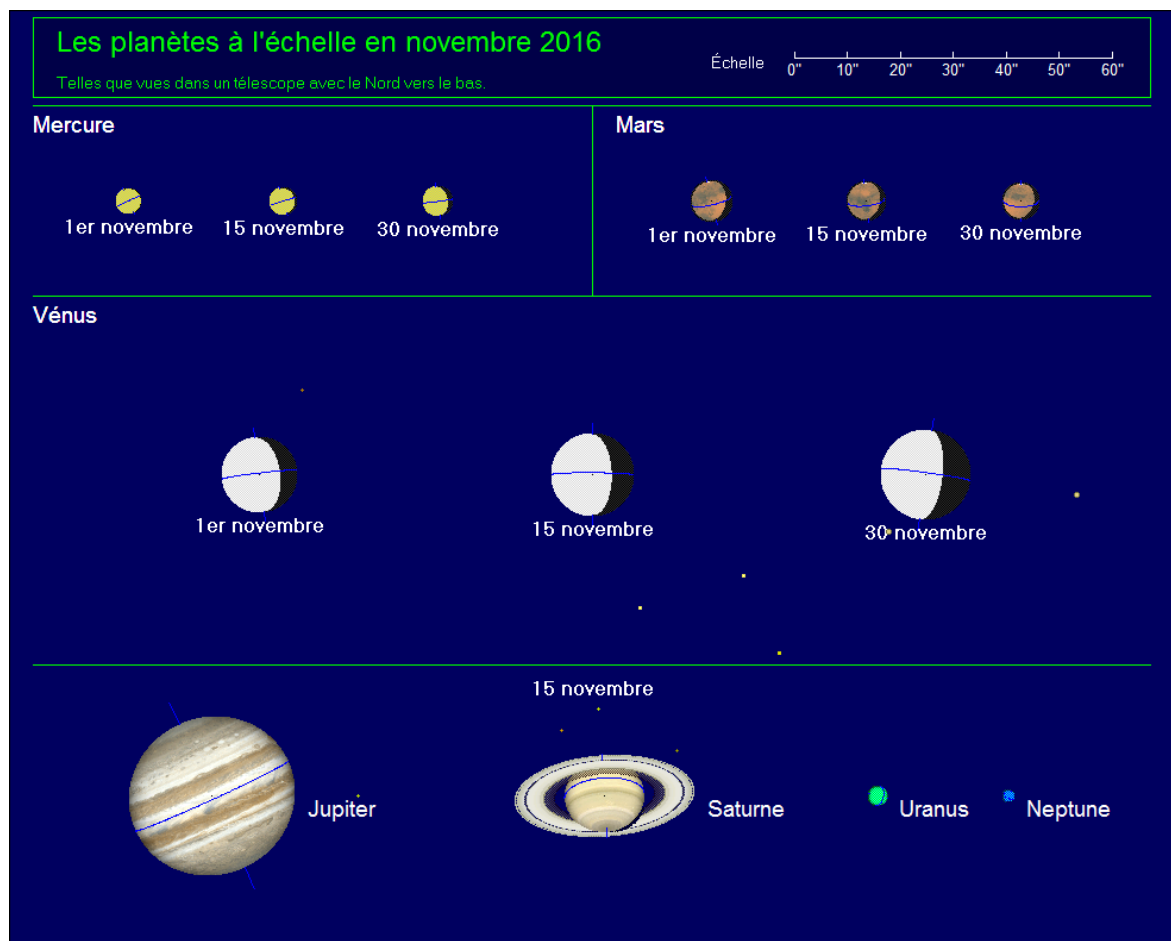
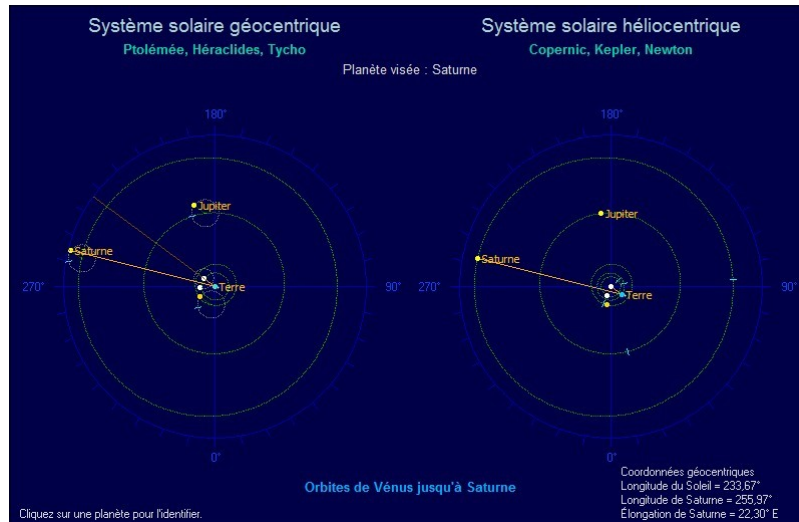
Mars 1ère partie de nuit car décline vite (Capricorne)

Jupiter fait son retour dans le ciel du matin (Vierge)

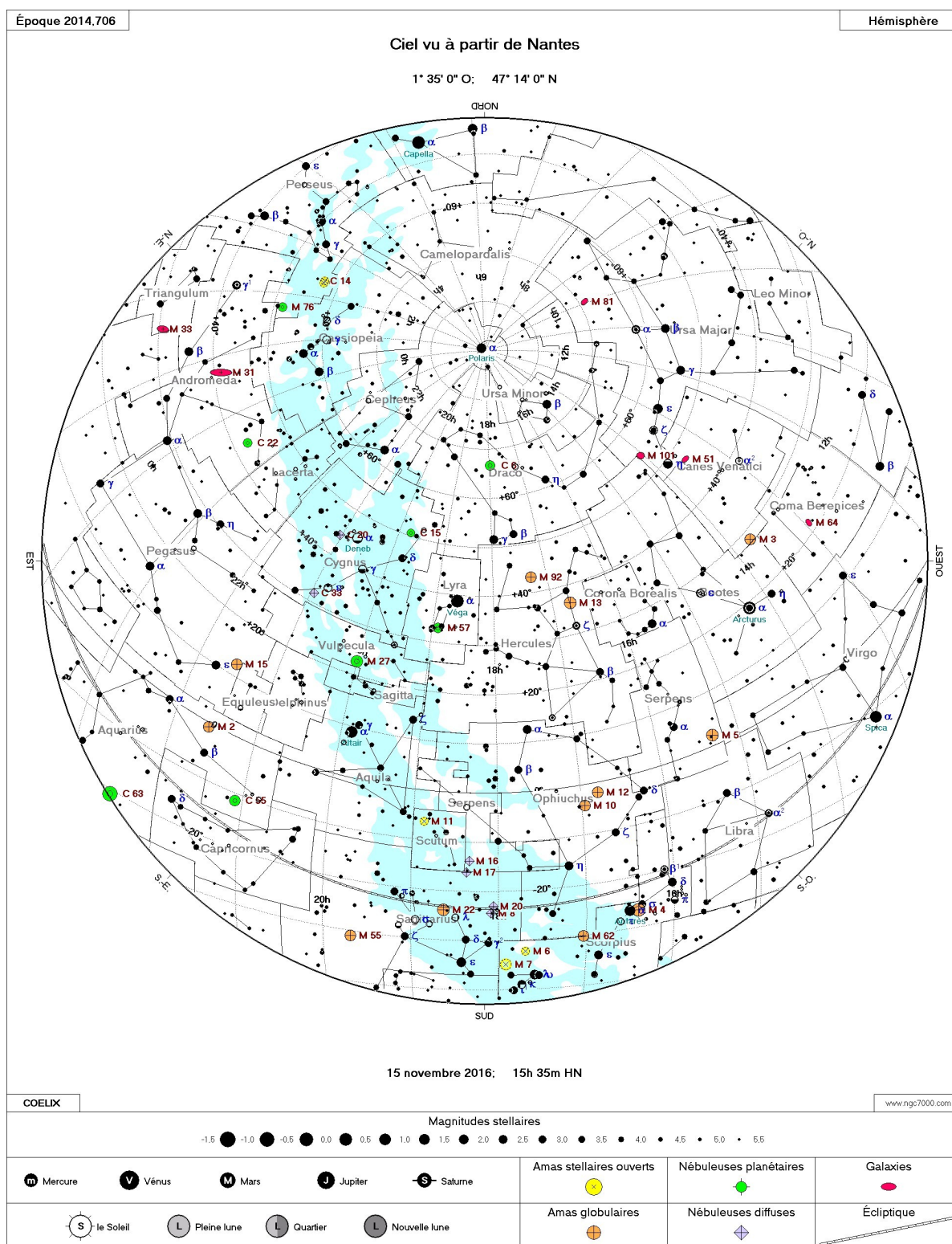
Saturne trop proche du soleil inobservable (Ophiuchus)

Uranus : observable toute la nuit (Poissons)

Neptune observable en début de nuit . (Verseau)



CARTE DU CIEL

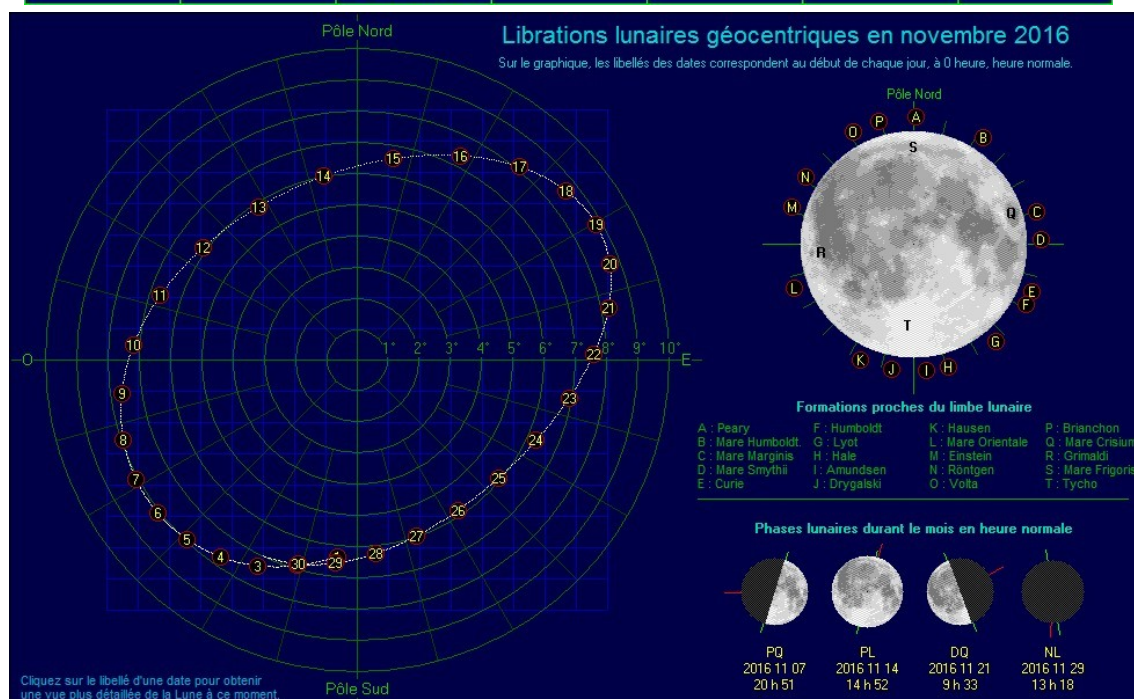
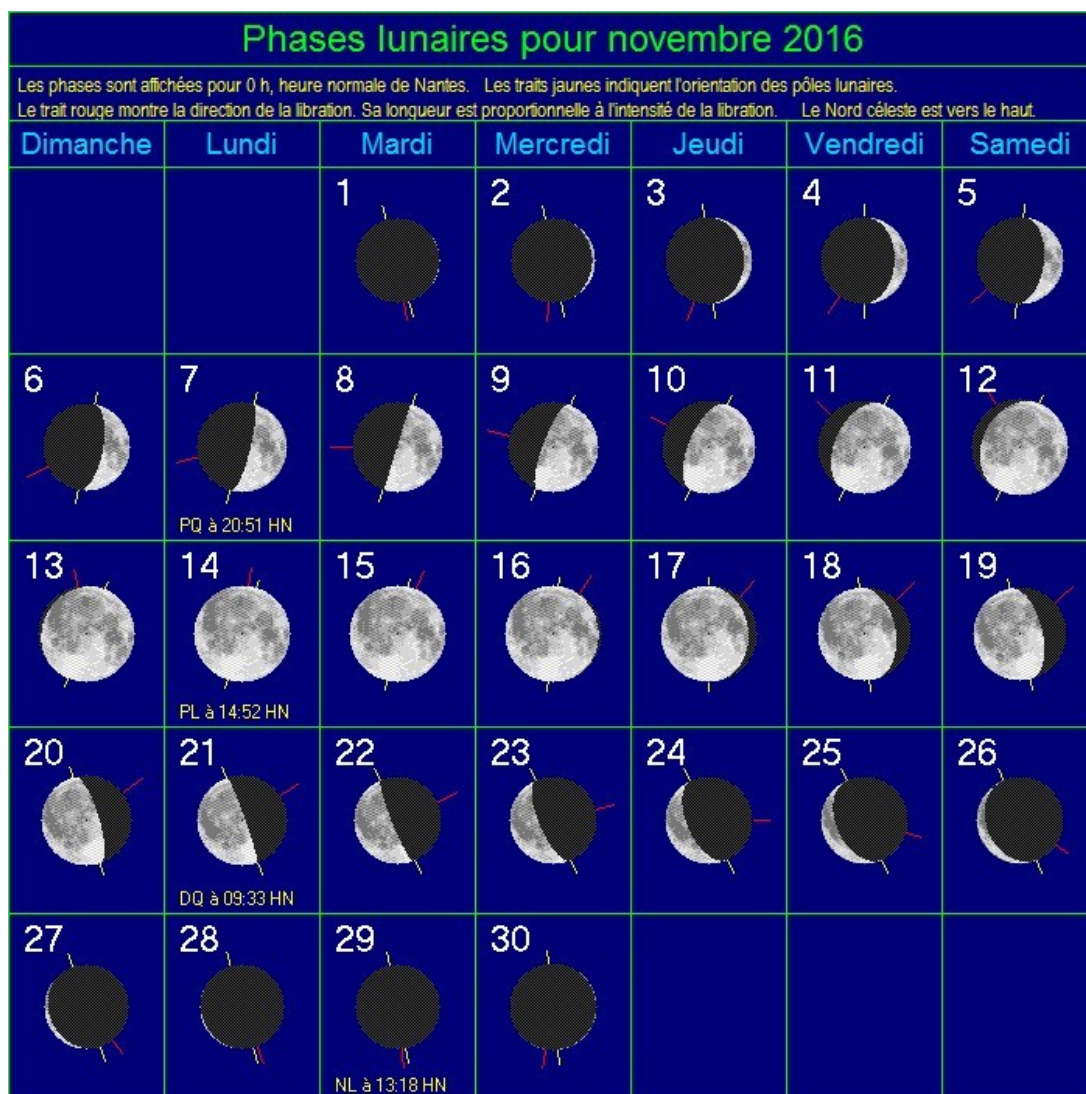


Comment utiliser la carte du ciel

Si par exemple vous observez vers l'ouest, tenez la carte devant vous en plaçant le mot ouest vers le bas. Les constellations dessinées au-dessus de l'horizon Ouest vous font face sur le ciel. Le centre de la carte correspond au zénith, le point situé au-dessus de votre tête.

Une constellation représentée à mi-distance du centre et du bord de la carte est donc à égale distance de l'horizon et du zénith.

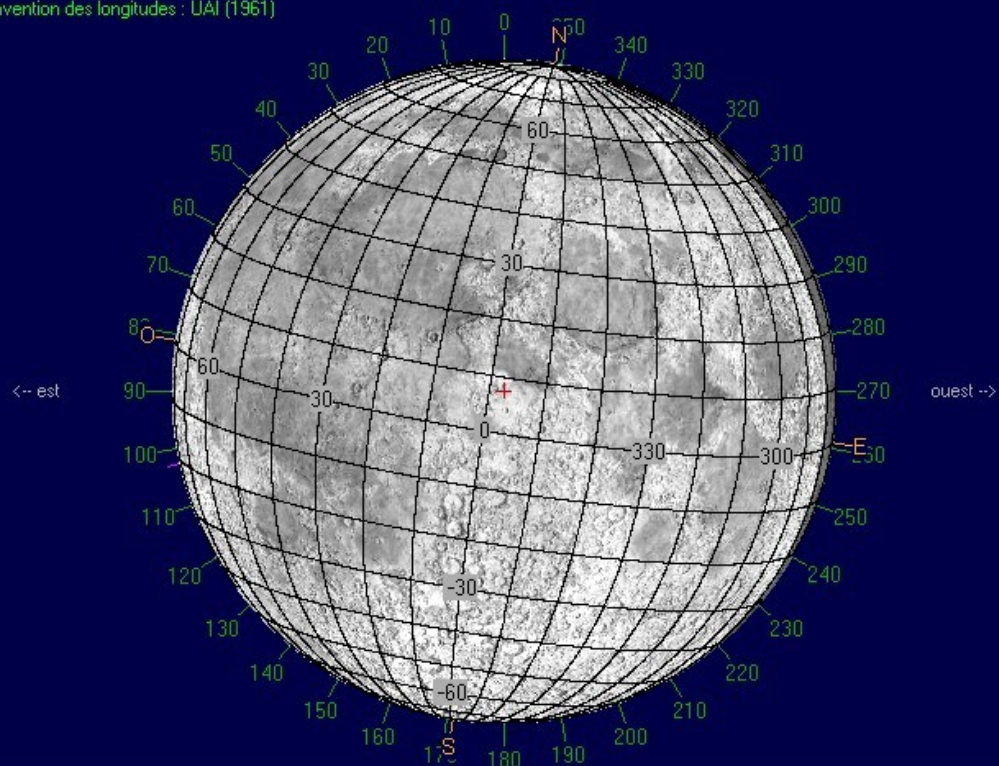
LA LUNE



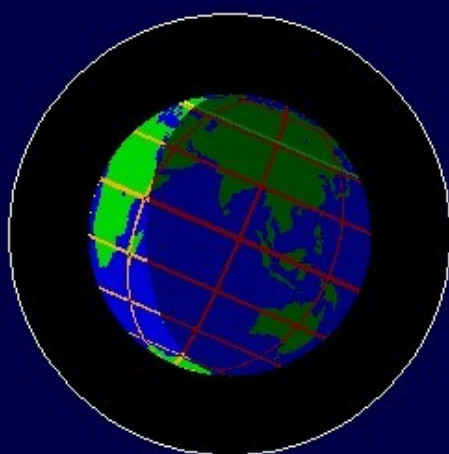
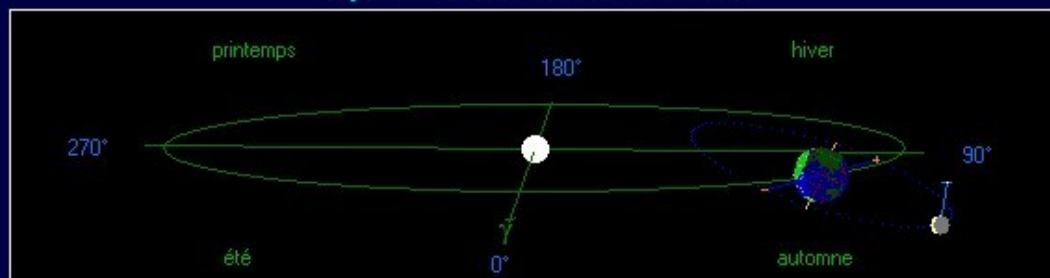
Carte de la Lune (vue topocentrique)

Angle de position du pôle Nord = $351,21^\circ$
 Angle de position du limbe éclairé = $102,56^\circ$
 Pourcentage d'illumination = 98,06%
 Convention des longitudes : UAI (1961)

Longitude sélénographique du centre du disque = $-2,72^\circ$
 Latitude sélénographique du centre du disque = $7,47^\circ$
 Longitude du terminateur du soleil couchant = $282,16^\circ$



Système Soleil-Terre-Lune



Vue de la Terre à partir
du point vernal



Vue de la Lune
à partir de Nantes

Pourquoi SCHIAPARELLI ne polluera pas son site

Deux jours après la première tentative de l'Agence spatiale européenne (ESA) de se poser sur la Planète rouge dans le cadre de la mission **ExoMars**, on est toujours sans nouvelle de son atterrisseur Schiaparelli. Pour **expliquer ce silence**, il n'y a que deux hypothèses possibles : soit Schiaparelli s'est écrasé depuis une altitude d'environ 1.000 mètres, soit, tout simplement, une panne de son système de communication l'empêche de dire que tout va bien. Cela dit, quelle que soit la position dans laquelle il se trouve, ou même s'il s'est brisé en plusieurs morceaux, la seule certitude que nous ayons, c'est qu'il ne polluera pas son site d'atterrissage. Dans le domaine de la protection planétaire, Schiaparelli dépasse en effet les recommandations du Comité pour la recherche spatiale (**Cospar** pour *Committee on Space Research* en anglais), qui édicte les règles de la protection planétaire.

Diana B. Margheritis, ingénieur système chez Thales Alenia Space Italie et responsable des règles de la protection planétaire pour la mission **ExoMars 2016**, nous explique brièvement de quoi il est question.

Quelles sont les valeurs recommandées par le Cospar ?

Diana B. Margheritis : Toutes les contraintes biocontamination sont définies par rapport au nombre de micro-organismes aérobies qui survivent à un choc thermique de 80 degrés centigrades pendant 15 minutes. La vérification se fait en essuyant des éléments de l'atterrisseur soigneusement choisis avec des chiffons stériles. Ces chiffons sont alors mis en culture et, après avoir compté le nombre de colonies de **bactéries** qui se sont développées, on en déduit, par extrapolation, si les seuils maximaux fixés pour la mission ont été respectés ou dépassés. Dans le cas de l'EDM [l'atterrisseur Schiaparelli, NDLR], ils ont été mis en culture à 32 °C pendant 72 heures.

Pour Schiaparelli, quelle était la règle la plus contraignante à appliquer ?

Diana B. Margheritis : Sur Schiaparelli, nous avons comme objectif un nombre total de spores bactériennes inférieur au nombre maximum requis par le Cospar.

Cet objectif a-t-il été atteint ?

Diana B. Margheritis : Oui. Et nos marges sont élevées par rapport à ces recommandations : une densité de 76 % sur l'ensemble de la surface de Schiaparelli, un nombre de spores de seulement 49 % sur la surface totale de l'engin, dont 42 % s'envoleront à bord de l'EDM.

Un équipement ou instrument particulièrement difficile à nettoyer ?

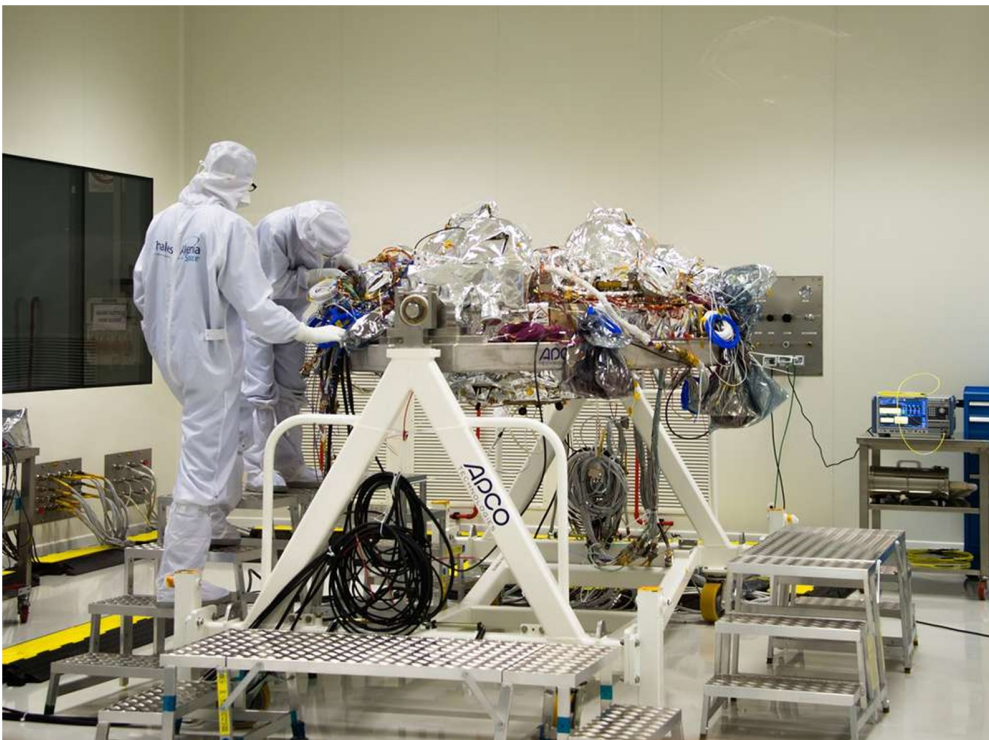
Diana B. Margheritis : Oui. Le RCS (*Reaction Control System*), qui utilise notamment neuf moteurs de 400 newtons répartis en trois groupes autour du module de descente, est le système qui nous a posé le plus de souci. Pour atteindre le niveau de biocontamination souhaité et l'intégrer à la plateforme, son nettoyage microbien a été difficile. Une partie des soudures et des contrôles non destructifs ont été effectués dans une salle blanche qui permet de se prémunir de la **contamination** extérieure et de contrôler et maîtriser la contamination microbienne de l'intérieure.

Article initial de Rémy Decourt paru le 16/10/2016

Comme tous les engins qui se posent sur Mars, l'atterrisseur Schiaparelli a été construit selon les règles très strictes liées à la protection planétaire et édictées par le Comité pour la recherche spatiale (Cospar pour *Committee on Space Research* en anglais). Contraignantes, elles s'imposent à toutes les agences spatiales et stipulent qu'aucune mission de surface ne doit contaminer d'autres mondes d'une façon qui risquerait de fausser les études scientifiques ultérieures. Thales Alenia Space, qui a construit Schiaparelli, en a évidemment tenu compte.

La mission principale de la capsule Schiaparelli est de valider un atterrissage en douceur sur Mars, afin de mieux comprendre la dynamique de l'atmosphère martienne et améliorer les dispositifs de rentrée atmosphérique, comme les boucliers thermiques. Cependant, une petite mission scientifique de surface est prévue. L'atterrisseur se posera avec à son bord deux instruments, une station météo, un réflecteur laser et une caméra, qui fonctionneront durant quelques jours jusqu'à épuisement des batteries.

Comme tous les rovers et les atterrisseurs qui se posent sur Mars, ce module de descente se conformera à des « *règles de la protection planétaire de catégorie 4A, les mêmes qui sont appliquées au rover Curiosity de la Nasa* », nous expliquait Jorge Vago, le chef de projet scientifique à l'ESA rencontré lors du lancement de la sonde, en mars 2016. Édictées par le Comité pour la recherche spatiale (Cospar pour *Committee on Space Research* en anglais), elles visent plus à éviter la contamination du site d'atterrissage et le risque de perturber les résultats de futures expériences que de contaminer la planète.



L'atterrisseur Schiaparelli dans une des salles blanches de l'usine turinoise de Thales

Un atterrisseur martien doit être stérilisé

Bien que la capsule Schiaparelli n'ait pas de mission liée à la question de la **vie martienne**, il est important d'éviter toute contamination. L'objectif est d'empêcher qu'une trace de **vie extraterrestre** ou une preuve de son absence soient accidentellement et irréversiblement contaminées.

ExoMars 2016 répond bien aux exigences de protection planétaire afin de ne pas contaminer Mars en apportant des traces biologiques venues de la **Terre**. Pour cela des précautions particulières ont été prises par Thales Alenia Space pour l'intégration en particulier de Schiaparelli, et son interface avec l'orbiter TGO.

Ainsi, pour réduire cette contamination et se conformer à ses règles, **Thales Alenia Space** a assemblé le module avec des standards similaires à ceux appliqués dans les usines pharmaceutiques. « *Cela a été assez contraignant* », nous confie Frédéric Béziat, le responsable du **programme ExoMars** chez Thales Alenia Space. Plus de 3.000 tests et prélèvements ont été « *effectués pour s'assurer qu'il n'y avait pas de spores ni de colonies de bactéries à son bord* ». Les derniers tests de contamination du module Schiaparelli ont été effectués sur le pas de tir lui-même juste avant le lancement.

Les contraintes ont surtout été d'ordre thermique. Pour garantir la propreté de Schiaparelli, « *nous avons dû la stériliser, c'est-à-dire **passer sous étuve** la plupart des équipements, à l'exception de ceux qui ne pouvaient pas supporter des hautes températures* ». L'électronique, par exemple, a été nettoyée avec de l'IPA (isopropanol). De plus, « *la plateforme d'atterrissage a été entièrement assemblée dans une ambiance stérile* », contraignant les ingénieurs et les techniciens à travailler avec des gants et une combinaison, ce qui réduit la dextérité et ralentit l'exécution des tâches.

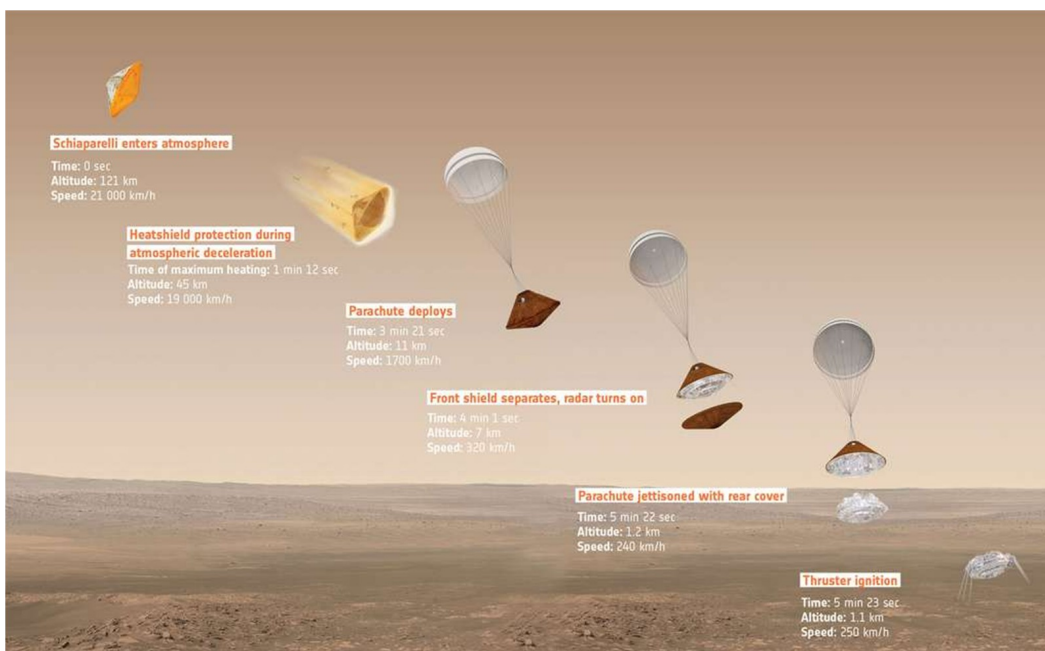
ExoMars : la descente de l'atterrisseur Schiaparelli Les pères de la mission ExoMars 2016 ont vécu « six minutes de terreur », l'après-midi du 19 octobre 2016. Le module Schiaparelli, séparé depuis trois jours de l'orbiteur TGO, a en effet entamé sa descente dans la région de Meridiani Planum. Pénétrant à 21.000 km/h dans l'atmosphère martienne, il a dû ralentir sa descente avec un bouclier thermique, puis un parachute et enfin des rétrofusées. Mais tout ne s'est pas passé comme prévu...

Rémy Decourt

EXOMARS 2016 , CAPSULE SCHIAPARELLI , ATERRISSAGE MARTIEN

ExoMars : la descente de l'atterrisseur Schiaparelli Les pères de la mission ExoMars 2016 ont vécu « six minutes de terreur », l'après-midi du 19 octobre 2016. Le module Schiaparelli, séparé depuis trois jours de l'orbiteur TGO, a en effet entamé sa descente dans la région de Meridiani Planum. Pénétrant à 21.000 km/h dans l'atmosphère martienne, il a dû ralentir sa descente avec un bouclier thermique, puis un parachute et enfin des rétrofusées. Mais tout ne s'est pas passé comme prévu... Baptisé **Schiaparelli**, le module de démonstration d'entrée, de descente et d'atterrissage sera, pour l'Europe, la mise en œuvre d'une technologie d'atterrissage sur Mars, avec une orientation et une vitesse d'atterrissage contrôlées. Cette technologie ne sera pas utilisée avec le **rover** d'ExoMars2018. (L'Agence spatiale russe Roscosmos, qui participe au programme, fournira alors cet atterrisseur qui devrait se **poser sur Oxia Planum** au début de l'année 2019.)

Schiaparelli a fait la route entre la **Terre** et Mars à bord de l'orbiteur TGO (*Trace Gas Orbiter*). Dimanche 16 octobre 2016, trois jours avant son atterrissage, la capsule se séparera de ce compagnon et entrera dans l'**atmosphère** martienne à la vitesse d'environ 21.000 km/h. Une caméra sera utilisée pour filmer sa descente. L'engin se posera dans Meridiani **Planum**, une plaine s'étendant sur 1.100 km, dans la région d'Arabia**Terra**, où s'est également posé en janvier 2004 le rover **Opportunity** de la mission MER de la Nasa. Proche de l'équateur et à faible altitude, donc avec une belle épaisseur atmosphérique, ce site a été choisi davantage pour augmenter les chances de réussir l'atterrissage que pour son intérêt scientifique. On ne s'attend donc pas à des découvertes majeures.



De l'entrée dans l'atmosphère à l'atterrissage sur la surface de Mars, voici les différentes étapes de la trajectoire de la capsule Schiaparelli, mercredi 19 octobre 2016. L'entrée dans l'atmosphère se fera à 21.000 km/h et la capsule, protégée par son bouclier thermique, ralentira jusqu'à 1.700 km/h. Un parachute de 12 m de diamètre se déploiera alors, à vitesse supersonique. Moins d'une minute plus tard, 4 mn après la pénétration dans l'atmosphère, elle sera à 11 km d'altitude et le bouclier sera largué. À 1.200 m, l'atterrisseur lui-même se détachera et allumera ses neuf rétrofusées

(mal représentées sur ce schéma). Le système radar surveillera la hauteur et, à 2 m du sol, les moteurs seront coupés. La vitesse sera de 4 km/h et la chute libre produira un atterrissage assez rude, à 10 km/h

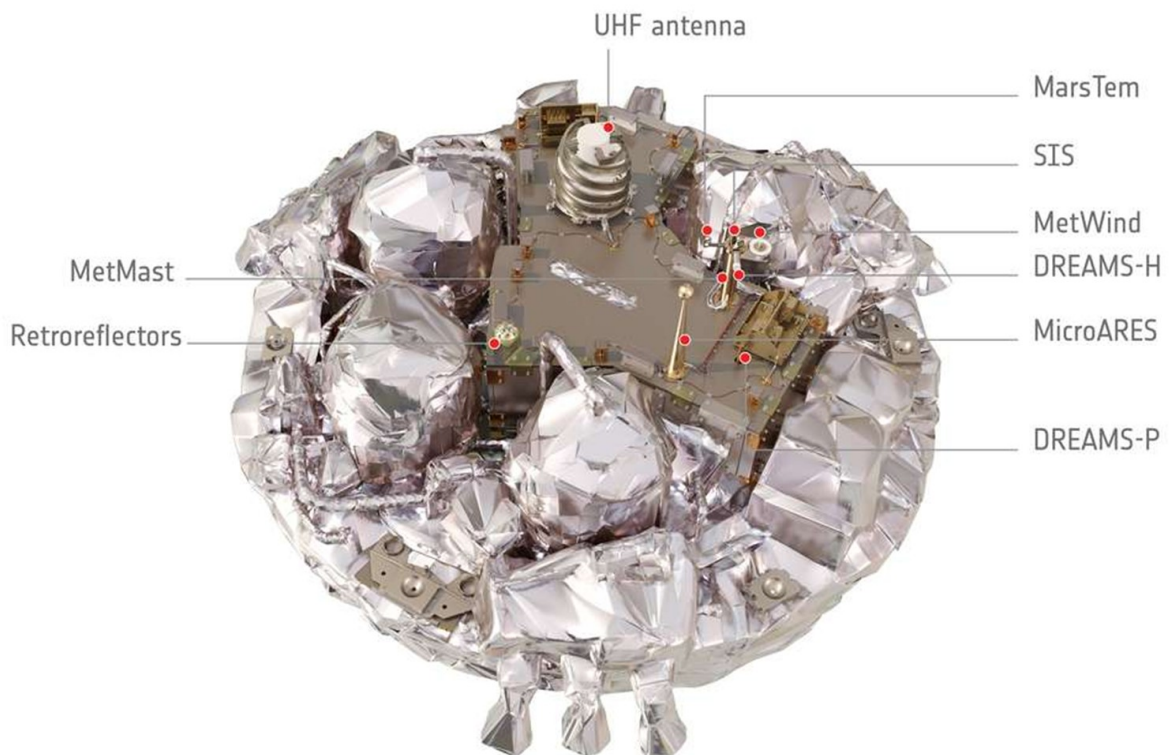
Schiaparelli réalisera également une mission scientifique

La traversée de l'atmosphère martienne se fera à l'intérieur de deux **boucliers thermiques**, conçus et construits par Airbus Defence & Space, qui lui permettront de résister à des températures montant jusqu'à 1.850 °C. Un **parachute** de 12 m de diamètre, avec des attaches d'une longueur de 16 m, sera déployé à vitesse supersonique et ralentira la capsule, entre 11 et 1,2 km, de 1.700 à 240 km/h.

Après cette phase d'**aérofreinage** dans les couches supérieures de l'atmosphère et le déploiement de parachutes, un système de propulsion à **propergol** liquide freinera la capsule à moins de 5 km/h, à une hauteur d'environ 2 m au-dessus de la surface martienne. À ce moment, sous le contrôle d'un radar altimètre Doppler, les **propulseurs** s'éteindront et l'atterrisseur tombera au sol. L'impact sera amorti grâce à une structure déformable intégrée à la capsule. Moins de huit minutes se seront écoulées entre l'entrée dans l'atmosphère et l'atterrissage.

Schiaparelli est avant tout un démonstrateur de technologies. Avec cet engin, l'Europe souhaite apprendre à se poser sur Mars, avec une orientation et une vitesse d'atterrissage contrôlées. Les technologies utilisées, navigation et relais de données par exemple, seront nécessaires pour les futures missions d'exploration, comme celles qui ramèneront des échantillons martiens.

C'est pourquoi Schiaparelli n'embarque qu'une petite charge utile de quelques instruments. En l'absence de panneaux solaires, ils « *fonctionneront pendant seulement quelques jours, au mieux, à l'aide d'une batterie* », nous explique Franck Montmessin, directeur de recherche CNRS au laboratoire Atmosphères, milieux, observations spatiales (**Latmos**) et responsable science du **capteur de champs électriques** MicroAres. Avec des panneaux solaires ou un **générateur thermoélectrique radioisotopique** (RTG), la mission aurait pu être tout autre. C'est frustrant pour les scientifiques, d'autant plus que cela avait été proposé. « *Cela nous a contraint à chercher des mesures originales et novatrices à réaliser pendant une **durée de vie** aussi courte.* » Ces instruments mesureront de nombreux paramètres météorologiques à proximité du site d'atterrissage et fourniront également les premières mesures des champs électriques engendrés par les grains de poussières en suspension dans l'atmosphère se frottant les uns sur les autres.



L'atterrisseur sorti de sa capsule. On distingue, à la périphérie, les trois groupes de trois propulseurs à hydrazine. Cette plateforme de 1,65 m de diamètre porte plusieurs instruments, alimentés par une batterie.

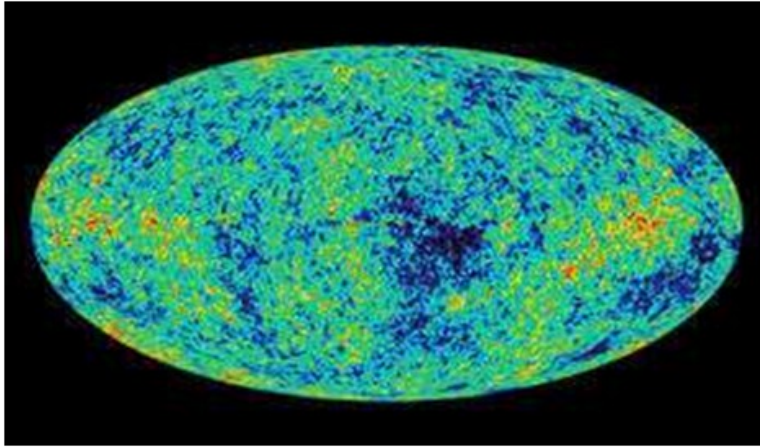
Le mystère des champs électriques de l'atmosphère martienne

C'est l'instrument MicroAres (*Atmospheric Radiation and Electricity Sensor*) qui se chargera de ces mesures. Il s'agit d'un petit capteur qui va « *défricher un champ scientifique encore vierge* ». En effet, la présence de ces champs électriques est théorique. Il est donc intéressant de savoir s'ils existent et s'ils sont importants car, « *potentiellement, derrière cette découverte, il y a une science à repenser* ». L'existence de ces interactions électriques est très vraisemblable. Sur Terre, dans les déserts, la poussière est à l'origine de phénomènes électriques qui se produisent quand des particules de poussière entrent en collision les unes avec les autres. « *Les échanges d'électrons peuvent alors créer des champs électriques de plusieurs milliers de volts par mètre.* » Sur Mars, ces phénomènes peuvent être suffisants pour avoir des conséquences à grande échelle, « *par exemple soulever la poussière du sol et influencer sur la chimie de l'atmosphère, ce qui pourrait peut-être expliquer la disparition très rapide du méthane* ».

Environ 50 megabits de données seront relayées depuis Schiaparelli vers la Terre par TGO. Des satellites de la Nasa présents sur place et la sonde **Mars Express**, toujours en service plus de 15 ans après son arrivée autour de Mars, seront utilisés en soutien.

Rémy Decourt

UNIVERS , ISAAC NEWTON , BIG BANG



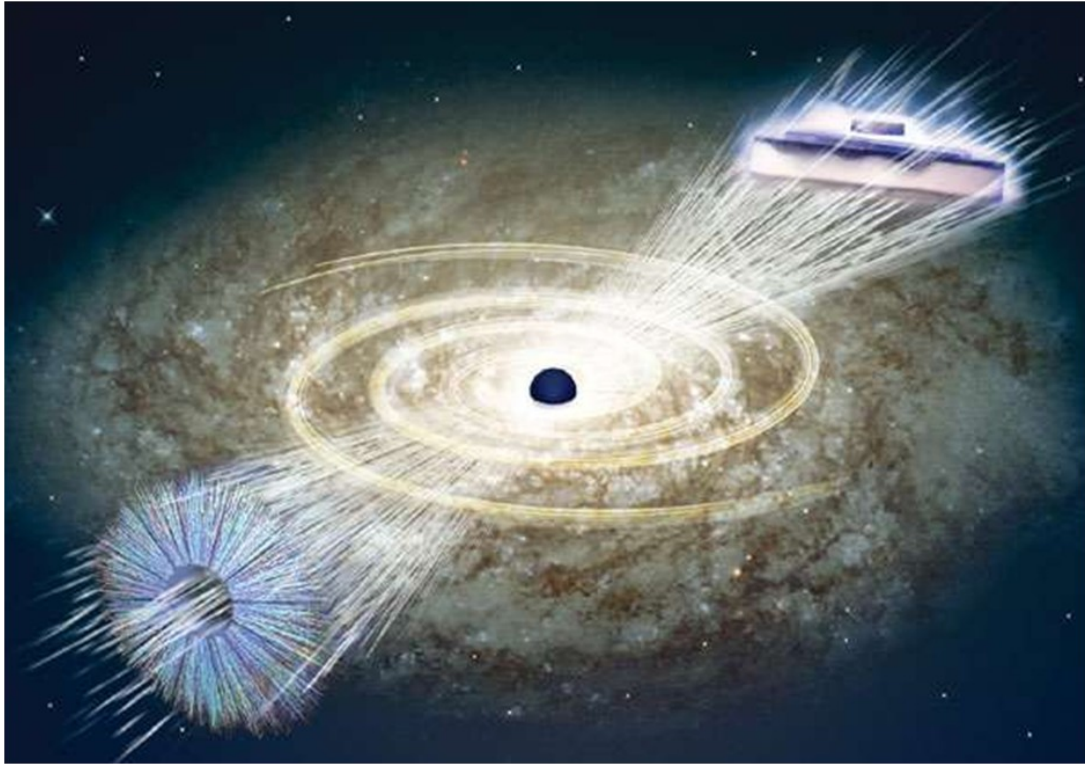
Fond diffus cosmologique

La plupart des modèles de l'**Univers** procèdent en considérant des conditions initiales bien définies, celles du **Big Bang**. Selon Hawking et Hertog, cette méthode est défectueuse car nous ne connaissons ni ne pouvons ainsi connaître ces conditions initiales de l'Univers. Nous ne connaissons que son état final, celui dans lequel nous sommes. L'idée d'Hawking et Hertog consiste à considérer les conditions que l'on observe aujourd'hui, à savoir, un univers en 3D, presque plat, en expansion à un rythme accéléré, et à travailler en arrière dans le temps afin de comprendre le début de l'Univers.

La nouvelle théorie intervient dans la discussion d'un problème fondamental de la **théorie des cordes**, laquelle permet l'existence d'une multitude de types différents d'Univers, avec le nôtre. Selon Hawking et Hertog, tous ces univers alternatifs de la théorie des cordes pourraient avoir existé ensemble durant les tous premiers instants après le Big Bang. L'Univers se serait alors trouvé dans une "superposition" de tous ces mondes possibles. Ces univers se sont éteints à l'exception du nôtre. Notre Univers n'est pas le résultat d'un seul commencement et d'une seule histoire, mais d'une multitude de commencements et d'histoires.

La nouvelle théorie pourrait par ailleurs expliquer pourquoi certaines constantes de la nature semblent avoir des valeurs finement adaptées à l'apparition de la vie. Par exemple, la **constante cosmologique**, la force qui apparaît être la cause de l'accélération de l'expansion ou densité d'énergie du vide, a une valeur positive faible. Si cette valeur était légèrement inférieure ou supérieure, la vie n'aurait pu apparaître. L'Univers actuel aurait "choisi", selon la nouvelle approche, ces histoires ayant conduit à une valeur "correcte" de la constante cosmologique.

Les deux scientifiques ont déclaré que leur modèle pourrait, lorsqu'il sera plus complètement développé, être testé en comparant ses prédictions avec les observations relatives aux variations



Magiquement, la théorie des trous noirs, celle de la supraconductivité et celle des collisions d'ions lourds conduisant à la formation d'un plasma de quarks-gluons sont mathématiquement liées par la théorie des cordes.

La **théorie des supercordes** dont la découverte remonte à la fin des années 1960 et au début des années 1970 a été souvent présentée ces dernières années comme un cul de sac de la physique basé sur d'obscures **équations** à la formidable complexité et dont les justifications physiques sont douteuses. A l'inverse, pour ses architectes et ses partisans, il s'agit de la théorie du vingt-et-unième siècle tombée par hasard au vingtième, alors que les outils mathématiques et les concepts appropriés pour sa véritable compréhension restaient largement à développer.

Vers le milieu des années 1990 est arrivée la seconde révolution des supercordes et l'un de ses auteurs, le physiciens argentin d'origine italienne Juan Maldacena, a été conduit, à l'aide de la théorie des supercordes, à une surprenante découverte en étudiant l'origine de l'**entropie** des trous noirs, et leur évaporation grâce au rayonnement Hawking.

De façon inattendue, les équations qu'il prenait en compte lui suggéraient une **conjecture** audacieuse, basée en partie sur des considérations déjà avancées par **Léonard Susskind et Gérard 't Hooft**. Pour la comprendre, quelques considérations préliminaires sont nécessaires.

Lorsque l'on considère un hologramme, toutes les informations sur l'image d'un objet en trois dimensions sont stockées sur une plaque en deux dimensions. Or dans le cas des trous noirs, les travaux de Bekenstein et Hawking avaient démontré que toute l'information perdue en y lançant des objets devait être reliée à la surface de ces derniers. L'**état de la matière** tombant dans le volume en 3D à l'intérieur d'un **trou noir** devait donc être encodé d'une façon mystérieuse sur la surface de son horizon en 2D.

En effet, un trou noir est une région de l'**espace-temps** close définie par un horizon dont rien, pas même la **lumière**, ne peut s'échapper. Cet horizon grandit avec la **masse** d'un trou noir. Si l'on y lance des bibliothèques entières, la masse du trou noir va donc croître et on verra augmenter la surface de l'horizon délimitant une région de l'espace dont le contenu en information devient indisponible pour un observateur extérieur. Comme l'entropie peut être mise en liaison avec une perte d'information concernant un système physique, on comprend qu'une relation entre contenu en information dans le volume interne d'un trou noir et taille de son horizon est plausible, à défaut d'en comprendre toute la nature.



Juan Maldacena considérait initialement des trous noirs en 10 dimensions d'espace-temps plats (sauf là où se trouve un trou noir) et, à l'aide de la **théorie des cordes**, étudiait le comportement des champs de particules se propageant à proximité de leur horizon. Ses calculs suggéraient fortement que si l'on plaçait ces trous noirs à l'intérieur d'un modèle d'Univers à cinq dimensions d'espace-temps macroscopiques, caractérisé par une géométrie dite de anti-de Sitter et auquel étaient ajoutées cinq dimensions spatiales supplémentaires compactées selon des sphères (comme dans la théorie de Kaluza-Klein), alors les détails des phénomènes se déroulant dans cet **Univers**, décrit par la théorie des cordes, étaient codés par le comportement de certains champs existant sur une frontière à l'infini de cet Univers.

Ces champs, ressemblant à ceux de la **chromodynamique quantique**, se propageaient uniquement sur cette frontière dont la géométrie est plate et en 4 dimensions d'espace-temps seulement.

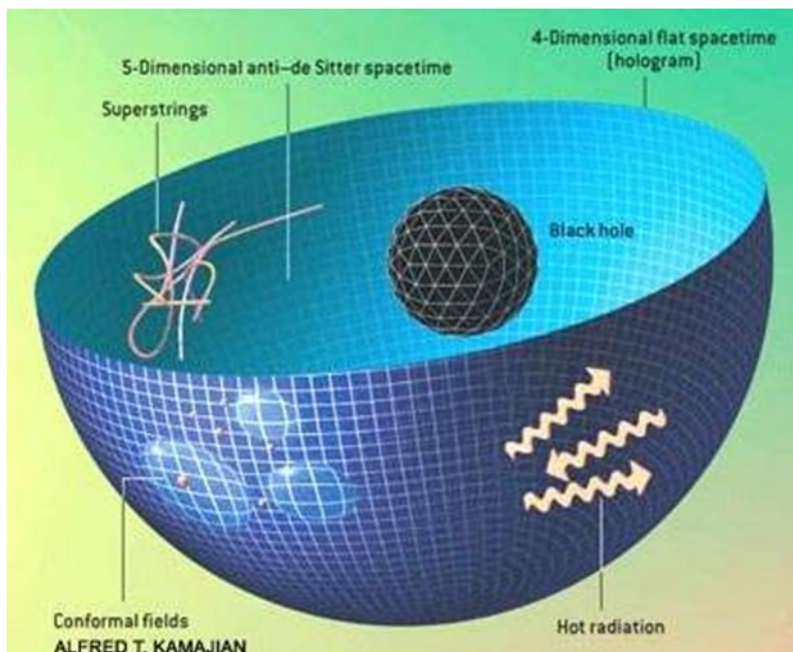
Ces champs, ressemblant à ceux de la **chromodynamique quantique**, se propageaient uniquement sur cette frontière dont la géométrie est plate et en 4 dimensions d'espace-temps seulement.

En généralisant cette constatation, Maldacena aboutissait à sa célèbre conjecture stipulant que les équations de la théorie des cordes à 10D, décrivant n'importe quelle situation de **gravitation quantique** dans un espace-temps anti-de Sitter, sont reliées mathématiquement aux équations en espace-temps plat en 4D décrivant un champ de force analogue à celui décrit par les **équations de Yang Mills** de la QCD existant sur la frontière de cet espace-temps.

A ceci près que ces équations doivent être supersymétriques et posséder une symétrie supplémentaire liée à l'invariance par des transformations dites conformes. Celles-ci, dans un plan par exemple, ne respectent pas forcément les distances pour des figures géométriques mais conservent les angles.

L'aspect le plus spectaculaire de la conjecture dite aujourd'hui de Maldacena ou encore de correspondance AdS-CFT (pour **anti-de-Sitter space/conformal field theory** en anglais) n'est probablement pas que la gravitation en espace-temps courbe à 10 dimensions puisse être reliée à des sortes de **champs électriques** en espace-temps plats à 4 dimensions. Bien que cela soit évidemment un résultat fort surprenant et hautement non trivial on peut tout de même sentir assez rapidement comment cela est possible.

En effet, si l'on considère une surface courbe en deux dimensions et si l'on projette ses lignes de niveaux sur un plan, la modification de leur forme renseigne sur les modifications de courbure de la surface en deux dimensions. Si l'on considère que ces lignes de niveaux sont des lignes de champs électriques et magnétiques, on peut comprendre d'une façon intuitive, à défaut d'être rigoureuse, comment la géométrie courbe de l'espace-temps peut être reliée à un champ de force non gravitationnel en espace-temps plat.



Via les équations de la théorie des cordes, la physique d'un trou noir dans un espace-temps Anti-de-Sitter à 5 dimensions est reliée à celle d'une théorie des champs conformes en 4 dimensions d'espace-temps sur la frontière de cet espace. Il s'agit d'un exemple du principe holographique de Sussking et 't Hooft

Non, le plus étonnant avec la conjecture de Maldacena est que des processus décrits par des équations classiques décrivant le comportement de certains champs autour d'un trou noir sont reliés à des processus quantiques semblables à ceux rencontrés avec des quarks et des **gluons** dans les **protons** et autres **hadrons**.

De fait, il semble bien que l'on arrive à mieux comprendre les expériences portant sur la formation du **plasma** de quarks-gluons en invoquant l'évaporation Hawking d'un trou noir décrite en grande partie par des équations classiques de **supergravité**.

La frontière entre les équations de la **mécanique quantique** et des équations classiques décrivant une généralisation de la théorie de la **relativité générale** d'**Einstein** devient floue et on a l'impression que derrière tout cela se cache une profonde unification de la physique réconciliant les points de vue d'Einstein et de Schrödinger avec ceux de Bohr et Heisenberg concernant la théorie quantique et l'unification des forces et des particules de la physique.

A défaut de prouver que l'espace-temps est bien à 10 ou 11 dimensions, **les résultats obtenus dans les expériences de collisions d'ions lourds et la formation d'un plasma de quarks-gluons** accréditent l'idée que la théorie des cordes est au moins un puissant moyen mathématique pour analyser les équations de la théorie quantique des champs.

On sait par exemple, en mécanique classique, que lorsque que l'on veut décrire le comportement de N particules, leurs équations de **mouvements** permettent une analyse puissante des processus physiques qu'elles impliquent en introduisant un espace à $6N$ dimensions, celui des $3N$ coordonnées de positions et de $3N$ composantes de vitesses.

La géométrie de cet espace est décrite par les équations de la géométrie de Riemann pour les espaces courbes en $6N$ dimensions et cela n'impliquait pas que l'espace lui-même soit courbe et à $6N$ dimensions. La situation est similaire ici.

Il se trouve que les méthodes de la théorie quantique des champs sont utiles pour comprendre la physique du **solide** et voilà longtemps que les physiciens du solide profitent des correspondances entre les équations et les méthodes de la physique des hautes énergies et celles de leur domaine. Inversement, les théoriciens des **particules élémentaires** profitent parfois eux aussi des découvertes faites par leurs collègues. La théorie moderne de la renormalisation et le **boson de Higgs** lui-même doivent leur existence initialement à des travaux en physique de la matière condensée.

Depuis quelques années déjà, des physiciens sont en train d'étudier des extensions de la conjecture de Maldacena pour relier mathématiquement la théorie des cordes, grande consommatrice de ce qu'on appelle la théorie des champs conformes, avec la physique de la matière condensée qui en fait aussi un très grand usage dans le cas des problèmes de **transition de phase**, dont le plus emblématique est peut-être celui de la **supraconductivité**.



« **Les calculs collent parfaitement** »

Jan Zaanen fait partie de ces physiciens qui se demandent justement depuis quelques années si des percées dans le domaine de la supraconductivité à haute température critique ne sont pas possibles du point de vue théorique grâce à la théorie des cordes et à la correspondance AdS-CFT. Il a donc entrepris d'étudier la théorie des cordes ainsi qu'une collaboration avec un expert du domaine venant d'arriver dans son Université de Leiden, Koenraad Schalm.

Rappelons que si la supraconductivité ordinaire est bien décrite par la **théorie BCS**, celle se produisant à plusieurs dizaines de **kelvins** dans des matériaux comme les **cuprates** reste encore très mal comprise. Elle échappe en particulier à la théorie BCS et nombreux sont les théoriciens qui voudraient en comprendre l'origine. Zaanen et Schalm se sont mis au travail avec Mihailo Cubrovic. D'après les spécialistes de la supraconductivité à haute température critique, une bonne hypothèse de travail est celle faisant intervenir l'idée que les **électrons** dans un cuprate devenant **supraconducteur** sont décrits par ce que l'on appelle un **liquide** quantique de Fermi dans un état critique.

La description de ce liquide est difficile mais selon la conjecture de Maldacena étendue à la physique du solide, son comportement quantique est relié à celui des électrons autour d'un trou noir chargé de Reissner-Nordström plongé dans un espace-temps anti-de Sitter avec une **constante cosmologique**. Il existe alors un dictionnaire reliant les solutions des équations décrivant les deux systèmes physiques et des calculs dans un cas peuvent être plus faciles.

Le résultat des travaux des chercheurs est probablement le mieux décrit par les déclaration de Zaanen : « *c'est magnifique, je n'ai jamais éprouvé une tel état d'euphorie ! Nous n'espérons pas que cela marcherait si bien. Les calculs mathématiques collent parfaitement. Quand nous avons vu les résultats des calculs, au début, nous ne pouvions pas le croire* ».

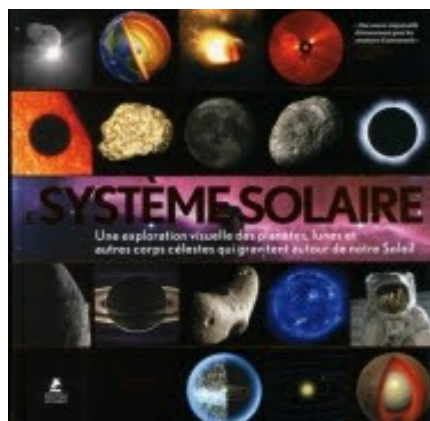
Le mystère de la supraconductivité à haute température critique n'est toujours pas résolu mais comme les chercheurs s'y attendaient, les calculs ont effectivement montré l'**émergence** d'un liquide de Fermi en relation avec une transition de phase quantique lié à la supraconductivité.

Encore une fois, cela ne prouve pas que la théorie des cordes est bien la bonne théorie de la gravitation quantique et la bonne théorie du Tout, la *Theory Of Everything* selon **les mots de John Ellis**. Mais les preuves s'accumulent, qui montrent sa pertinence et sa puissance en tant qu'outil d'analyse mathématique des équations des théories quantiques des champs et de la matière condensée.

Ceux qui persistent à dire que la théorie n'a jamais rien produit qui puisse être observé au laboratoire vont avoir de plus en plus de mal à être crédibles...

Laurent Sacco

Lire, voir, sortir



Auteur(s) : [Marcus Chown](#)

Edition : [Place des Victoires](#)

Format : Cartonné

Nb de pages : 224

Date de parution : 20/10/2016

Jamais auparavant l'immensité du système solaire avec ses 8 planètes principales, ses 5 planètes naines, ses 162 lunes planétaires, sa ceinture d'astéroïdes rocheuses et autres objets célestes, ne nous aura été si proche. Après une présentation de l'ensemble du système, l'auteur nous invite à explorer à travers le temps et l'espace, chacune des planètes, de la plus proche à la plus éloignée, ainsi que les comètes et les astéroïdes. Il nous est ainsi offert de sonder la surface de Mars, traverser les anneaux de Saturne, voler au-dessus des volcans de Io et voguer à travers des rubans de gaz échappés du Soleil. Diamètre, surface, volume, température de la surface, période orbitale sont autant d'informations qui viennent compléter cette somme passionnante et ludique à la fois, illustrée de centaines d'images, magnifiques et inédites, fournies par la Nasa et Planetary Visions.

Voici le lien pour les images en quasi direct de notre caméra Fripon (toutes les 10 minutes).

http://www.fripon.org/IMG/jpg/stations/RT_FRBR04.jpg

A vous d'expliquer l'orientation (caméra Fish-eyes orientée vers le ciel...)



Château d'eau

De Kersauz

rue Guillemette le Barbier
56730 Saint Gildas de Rhuys

Renseignements:

Téléphone : 06 14 59 98 96

ou 06 07 80 84 86

Messagerie

clubastrorhuys@gmail.com

Le club est ouvert à tous (adultes et enfants).

Il se réunit les jeudis de 18h à 20h

Site Web : <http://astro-rhuys.blogspot.fr/>