

N° 124

FEVRIER  
2021

# LE CIEL DE RHUYS



## Trois lancements pour récupérer des échantillons martiens.

La mission, [menée en collaboration avec l'agence spatiale européenne \(ESA\)](#), a déjà débuté, mais elle comprend encore de nombreuses étapes cruciales. [Actuellement en route vers Mars](#), le [rover Persévérance](#) doit collecter des échantillons de roche au fond du cratère Jezero et les déposer à la surface de la planète, à l'abri dans des petits tubes hermétiques. Deux autres lancements sont à suivre : avec la mission Sample Retrieval Lander, la Nasa doit envoyer un atterrisseur qui déploiera le [rover Sample Fetch Rover \(SFR\)](#), [de conception européenne](#), dont l'objectif est de ramasser les échantillons laissés par Persévérance. À l'issue d'un périple de 15 à 20 km, SFR rapportera ceux-ci sur l'atterrisseur, capable de redécoller vers l'orbite martienne. L'engin sera ensuite intercepté par un orbiteur envoyé par l'ESA, via la mission Earth Return Orbiter. Enfin, l'orbiteur rapportera vers la Terre les précieux échantillons.

Source Ciel et Espace

# Le ciel de Février 2021

Date      Heure    Description du phénomène

aaaa mm jj hh:mm

2021 02 01 12:18 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2021 02 01 13:02 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée

## Sommaire:

- Le ciel du mois
- Essaims, étoiles filantes, comètes
- Planètes
- La Lune
- Carte du ciel
- Téléportation quantique
- Dans le tourbillon des particules
- Bibliographie
- La constellation du mois : Le cocher
- Le saviez-vous ?
- Enigmes
- Des livres à lire

2021 02 02 00:03 Opposition de l'astéroïde 60 Echo avec le Soleil (dist. au Soleil = 1,993 UA; magn. = 10,0)

2021 02 03 05:59 Rapprochement entre la Lune et Spica (dist. topocentrique centre à centre = 5,5°)

2021 02 03 21:33 Lune au périgée (distance géoc. = 370116 km)

2021 02 04 09:06 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2021 02 04 19:37 **DERNIER QUARTIER DE LA LUNE**

2021 02 05 10:26 Maximum de l'étoile variable éta de l'Aigle

2021 02 06 20:44 Minimum de l'étoile variable bêta de la Lyre

2021 02 06 21:49 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée

2021 02 07 05:56 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2021 02 08 12:07 Maximum de l'étoile variable zêta des Gémeaux

2021 02 08 15:48 CONJONCTION INFÉRIEURE de Mercure avec le Soleil (dist. géoc. centre à centre = 3,6°)

2021 02 09 20:35 Rapprochement entre la Lune et Pluton (dist. topocentrique centre à centre = 2,3°)

2021 02 10 02:45 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2021 02 10 16:40 Rapprochement entre la Lune et Saturne (dist. topocentrique centre à centre = 4,1°)

2021 02 11 21:06 **NOUVELLE LUNE**

2021 02 12 06:37

Maximum de l'étoile variable delta de Céphée

2021 02 12 14:40 Maximum de l'étoile variable éta de l'Aigle

2021 02 12 23:34 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2021 02 13 23:37 Rapprochement entre la Lune et Neptune (dist. topocentrique centre à centre = 4,3°)

2021 02 14 23:59 Rapprochement entre Mercure et Jupiter (dist. topocentrique centre à centre = 3,9°)

2021 02 15 20:24 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2021 02 17 15:25 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée

2021 02 17 21:19 Début de l'occultation de 24-xi Ari (magn. = 5,48)

2021 02 17 21:51 Rapprochement entre la Lune et Uranus (dist. topocentrique centre à centre = 3,2°)

2021 02 17 22:35 Fin de l'occultation de 24-xi Ari (magn. = 5,48)

2021 02 18 12:22 **Lune à l'apogée (distance géoc. = 404467 km)**

2021 02 18 15:44 Maximum de l'étoile variable zêta des Gémeaux

2021 02 18 17:13 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2021 02 19 03:56 Rapprochement entre la Lune et Mars (dist. topocentrique centre à centre = 4,0°)

2021 02 19 18:54 Maximum de l'étoile variable éta de l'Aigle

2021 02 19 19:18 Minimum de l'étoile variable bêta de la Lyre

2021 02 19 20:47 **PREMIER QUARTIER DE LA LUNE**

2021 02 20 10:00 Vénus à son aphélie (distance au Soleil = 0,72824 UA)

2021 02 21 14:02 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2021 02 21 22:43 Opposition de l'astéroïde 29 Amphitrite avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,554 UA; magn. = 9,0)

2021 02 23 00:13 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée

2021 02 24 02:39 Rapprochement entre la Lune et Pollux (dist. topocentrique centre à centre = 4,2°)

2021 02 24 10:52 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2021 02 25 04:53 Rapprochement entre la Lune et M 44 (dist. topocentrique centre à centre = 1,7°)

2021 02 25 05:46 Fin de l'occultation de 43-gamma Cnc, Asellus Borealis, (magn. = 4,66)

2021 02 26 23:08 Maximum de l'étoile variable éta de l'Aigle

2021 02 27 02:44 Début de l'occultation de 46 Leo (magn. = 5,43)

2021 02 27 03:20 Fin de l'occultation de 46 Leo (magn. = 5,43)

2021 02 27 07:41 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2021 02 27 10:17 **PLEINE LUNE**

2021 02 28 09:00 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée

2021 02 28 19:20 Maximum de l'étoile variable zêta des Gémeaux

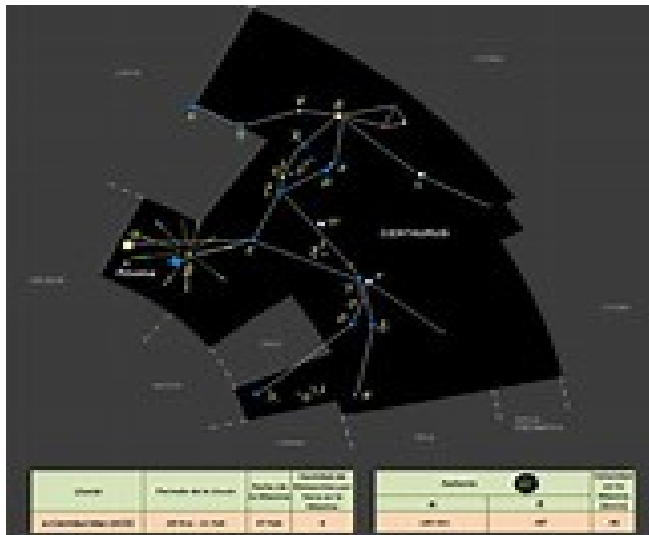
# Etoiles filantes, essaims et comètes.

al-

## pha-Centaurides

Le radiant des **alpha-Centaurides** (ACE) est situé approximativement à 50 degrés au sud de Spica. Aussi, c'est un essaim visible dans l'hémisphère sud. Le taux horaire moyen (ZHR) est d'environ 5 météores par heure. De nombreux autres radiants sont actifs simultanément dans la constellation du Centaure, comme les beta-Centaurides ou les theta-Centaurides, mais l'essaim des alpha-Centaurides est de loin le plus actif. L'essaim est connu pour produire de nombreux bolides très brillants et colorés. Les météores sont très rapides, environ 56 km par seconde.

Période d'activité : du 28 Janvier au 21 Février Maximum : 08 Février



## delta-Léonides

Le radiant des **delta-Léonides** (DLE) est très proche de l'étoile *theta Leonis* (Chertan). Le taux horaire moyen (ZHR) est de 2 au moment du maximum. La magnitude moyenne des météores est proche de 2.86.

Période d'activité : du 15 Février au 10 Mars Maximum : 25 Février



## Visibilité des planètes

**Mercure** : basse dans le ciel du matin (Capricorne)

**Vénus** : va se fondre dans les lueurs de l'aube (Sagittaire Capricorne)

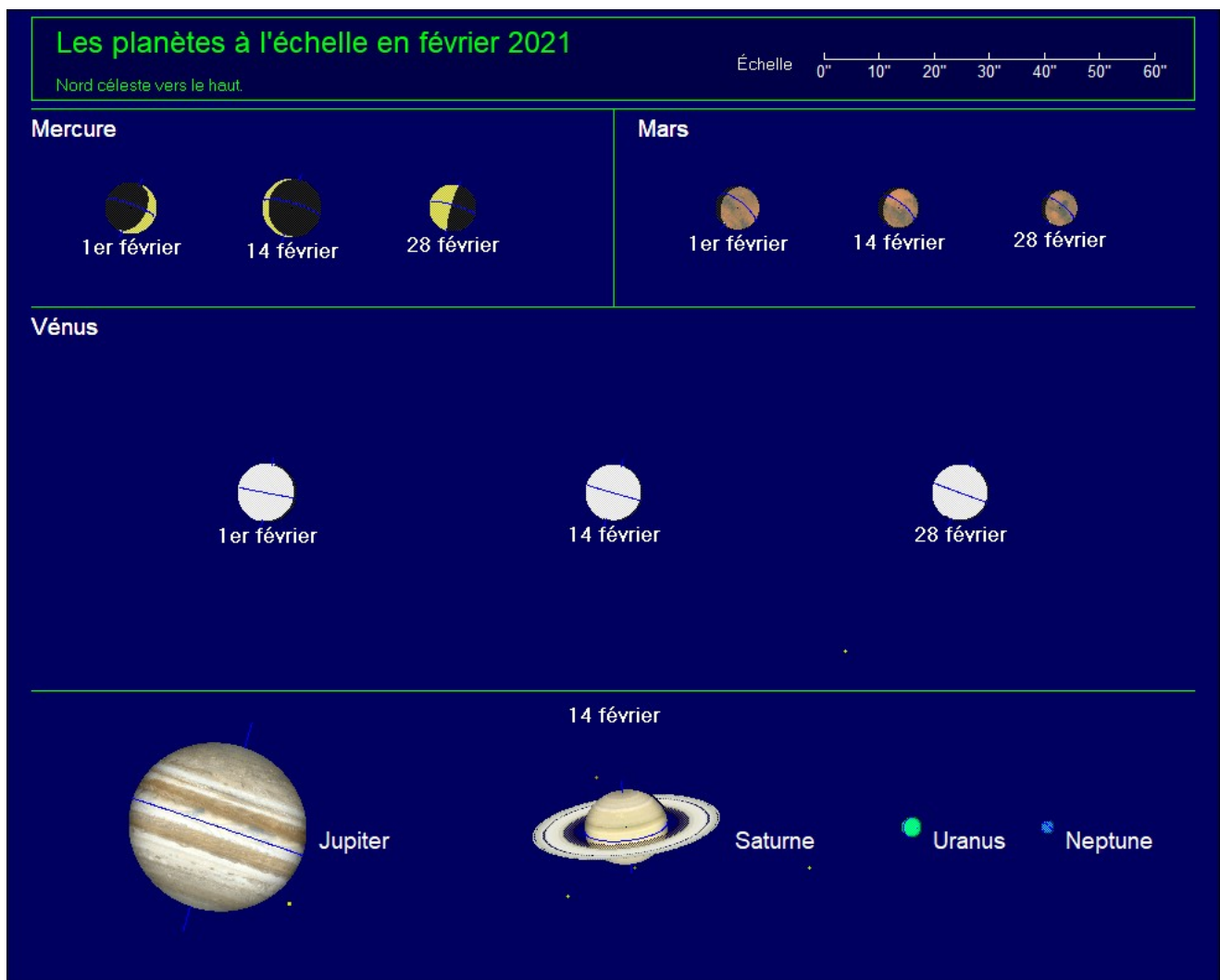
**Mars** : encore bien visible le soir, mais sa taille apparente diminue (Bélier)

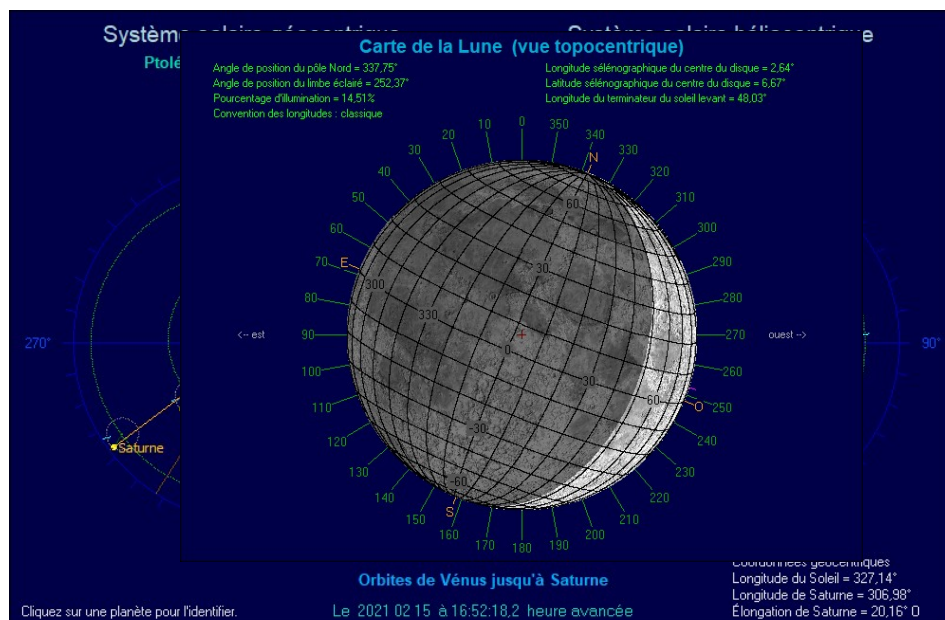
**Jupiter** : trop proche du Soleil, inobservable (Capricorne)

**Saturne** : Il faut attendre le mois de mars pour la voir émerger à l'aube (Capricorne)

**Uranus** : observable au télescope (Bélier)

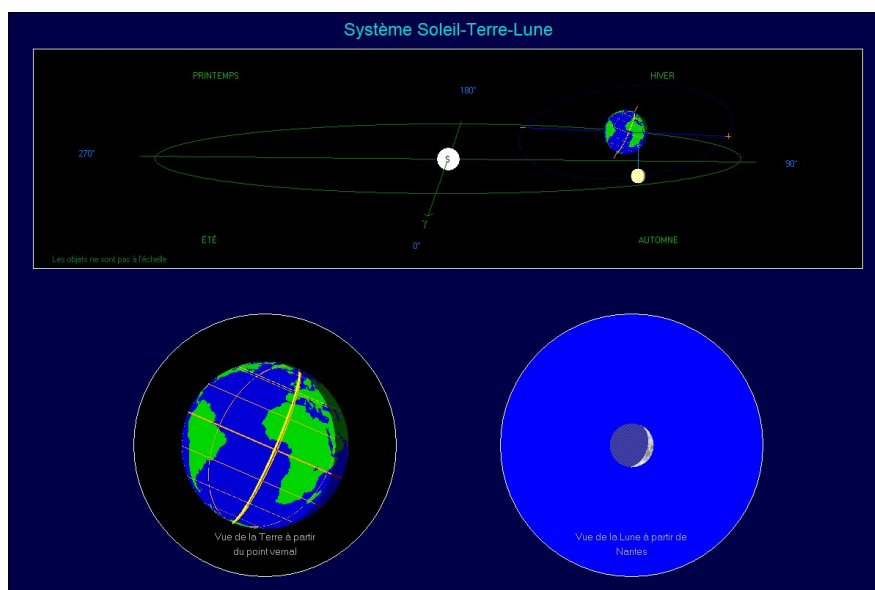
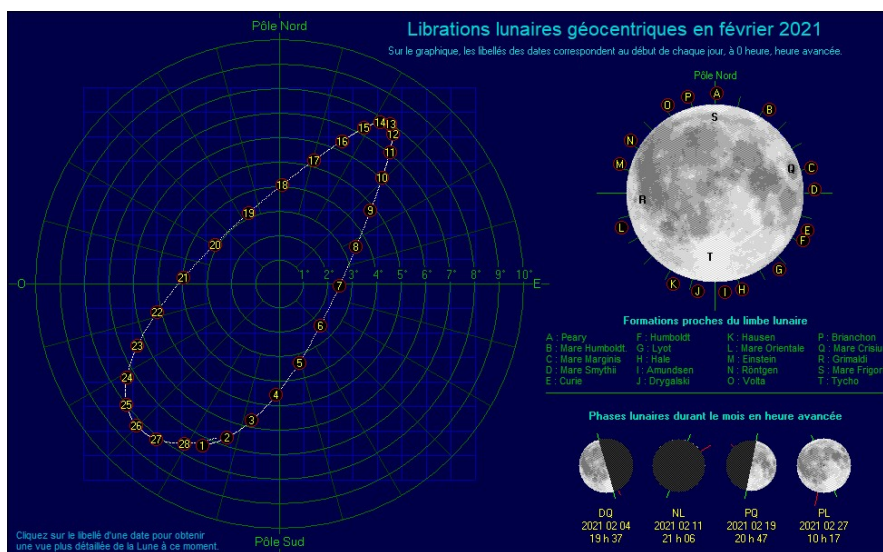
**Neptune** : trop proche du Soleil, inobservable (Verseau)





| Phases lunaires pour février 2021                                                                                                                                                                                                                                                  |       |       |          |                     |                     |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Les phases sont affichées pour 0 h, heure avancée de Nantes. Les traits jaunes indiquent l'orientation des pôles lunaires.<br>Le trait rouge montre la direction de la libration. Sa longueur est proportionnelle à l'intensité de la libration. Le Nord lunaire est vers le haut. |       |       |          |                     |                     |                     |
| Dimanche                                                                                                                                                                                                                                                                           | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi               | Vendredi            | Samedi              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1     | 2     | 3        | 4<br>DQ à 19:37 HA  | 5                   | 6                   |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8     | 9     | 10       | 11<br>NL à 21:06 HA | 12                  | 13                  |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 15    | 16    | 17       | 18                  | 19<br>PQ à 20:47 HA | 20                  |
| 21                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 22    | 23    | 24       | 25                  | 26                  | 27<br>PL à 10:17 HA |
| 28                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |       |          |                     |                     |                     |

# CARTE DU CIEL





"Beam me up, Scotty!" Tout le monde se souvient de cette phrase magique (en fait en français cela devait donner probablement : téléportation Scotty !) prononcée dans chaque épisode de Star Trek, où l'on transfère instantanément des hommes ou des choses d'un endroit à un autre. (Pour la petite histoire, l'acteur qui jouait Scotty; James Doohan, et qui est mort récemment a eu ses cendres envoyées dans les étoiles, en fait une partie à bord de l'ISS, suivant ses dernières volontés).

Mais nous sommes loin d'un tel résultat à notre époque, en fait, si la téléportation « Star Trek » n'est pas encore envisageable, la **téléportation quantique** en serait pourtant la toute première étape, comme la représentation des constellations du ciel nocturne depuis des millénaires étaient la première étape de l'exploration spatiale.

La téléportation quantique utilise le phénomène **d'intrication quantique** (quantum entanglement en anglais) pour téléporter une particule, la faisant disparaître de son point de départ et réapparaître instantanément au point d'arrivée.

L'intrication quantique, pour en citer la définition, c'est le fait pour deux particules – deux photons, par exemple – de se comporter comme un seul système physique, indépendamment de la distance qui les sépare.

On peut le voir comme la télépathie que décrivent parfois des jumeaux ou des frères : un frère arriverait ainsi à percevoir ou à ressentir des émotions fortes ressenties par son jumeau, sans être avec lui ni lui parler.

Quel est le lien avec la télétransportation, le fameux « Beam me up Scotty » du Capitaine Kirk) ?

**On peut dire que l'intrication quantique permet de copier à distance les propriétés d'une particule sur une autre ; c'est le premier pas vers la téléportation !**

On aurait pu dire que ça n'existe que dans les films de Science-Fiction, eh bien, ce n'est plus tout à fait vrai ; une équipe US/Canada a réussi une téléportation quantique sur une distance de 44 km, ils ont en fait transporté « immédiatement » l'état d'une particule (photon) d'un point à un autre.

### **L'intrication quantique :**

Rappelons ce que sont des particules intriquées ; ce sont des particules pour lesquelles la connaissance des propriétés de l'une induit **instantanément** (c'est-à-dire plus vite que la vitesse de la lumière !) celles de l'autre, quel que soit leur position dans l'espace.

Les particules semblent garder un lien de communication entre elles. Comme une sorte de lien mystérieux entre elles.

Einstein était persuadé que ce n'était pas possible (le fameux débat EPR de 1935) mais il avait tort.

En fait ce n'est pas la particule elle-même qui est téléportée, mais son état quantique (spin, charge etc..).

### **Le Qbit ou qbit ou qubit :**

Le système quantique le plus simple, un système quantique à seulement deux niveaux, des bits quantiques ou Qbit.

Dans la théorie de l'information d'aujourd'hui, vous savez ce qu'est un « bit »: c'est « 1 » ou « 0 ». Comme une pièce de monnaie avec un côté pile et un côté face. Lorsqu'on téléphone notre voix va être digitalisée c'est-à-dire transformée en chaîne de bits, une suite de « 1 » et de « 0 ». **Pour les qbits, on a à la fois « 1 » et « 0 » !**  
C'est un concept typiquement quantique.

Ceci décrit l'objet quantique le plus simple qui soit. Maintenant on peut prendre un deuxième objet quantique.  
On va les séparer par une grande distance.

Lorsque que l'on a deux qbits (une paire de photons, d'électrons ou d'atomes) on peut les « intriquer ».

Propriétés de deux Qbits intriqués

Ce qui est important c'est de comprendre que les deux bits quantiques des deux objets qui sont « intriqués » signifient que si je touche l'un des deux, l'autre tressaille aussi et même **IMMÉDIATEMENT**.

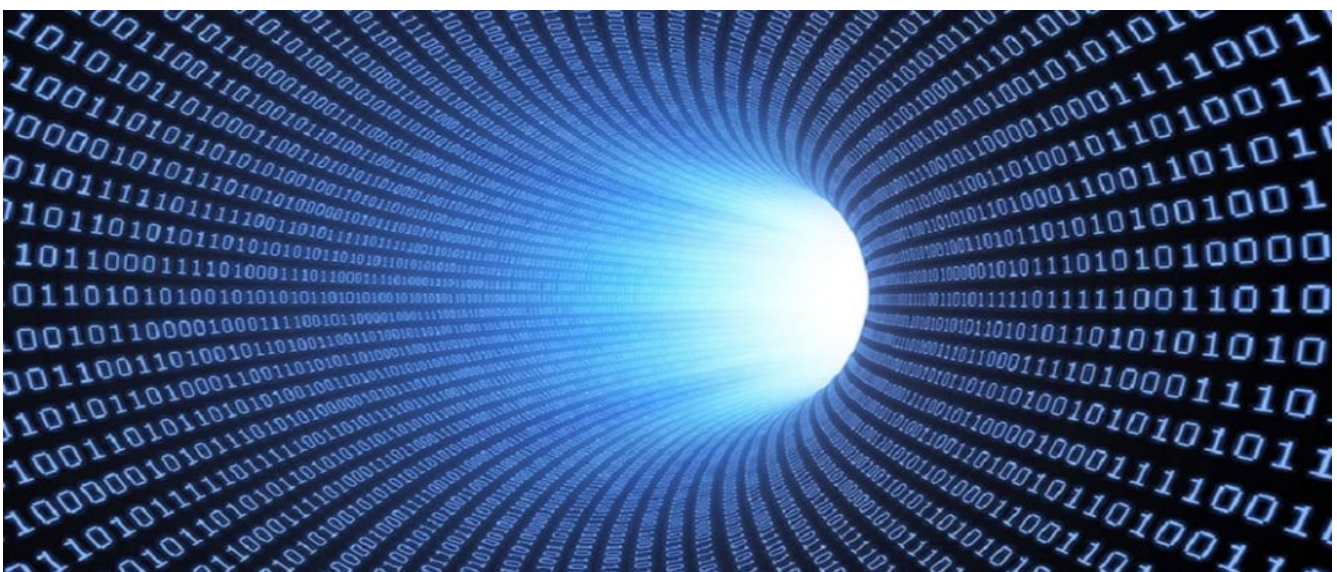
Nos chercheurs américano-canadiens ont réussi à téléporter des qbits de photos par un réseau de fibres optiques sur ces fameux 44 km.

Ce genre de découverte fait dire aux chercheurs que c'est le premier pas vers un futur Internet quantique, beaucoup plus rapide et beaucoup plus sûr. Une révolution ?

Étude publiée dans la revue [PRX Quantum](#).

**Des physiciens effectuent avec succès une téléportation quantique stable à longue distance**

Thomas Boisson (20/12/



Au cours des dernières années, l'informatique quantique est devenue un domaine de recherche actif, l'objectif étant de parvenir à un moyen de contrôler, gérer et transférer efficacement l'information quantique (les qubits) afin de pouvoir effectuer certains calculs complexes et établir des réseaux de communication. Le développement d'un Internet quantique, pour la vitesse et la sécurité qu'il apporterait aux utilisateurs, est notamment un axe de recherche majoritaire. Et récemment, une collaboration d'institutions est parvenue pour la première fois à effectuer une téléportation quantique stable de qubits sur 22 km. Un tel résultat est extrêmement prometteur pour un futur Internet quantique, dont le mécanisme de téléportation quantique est un des éléments clés.

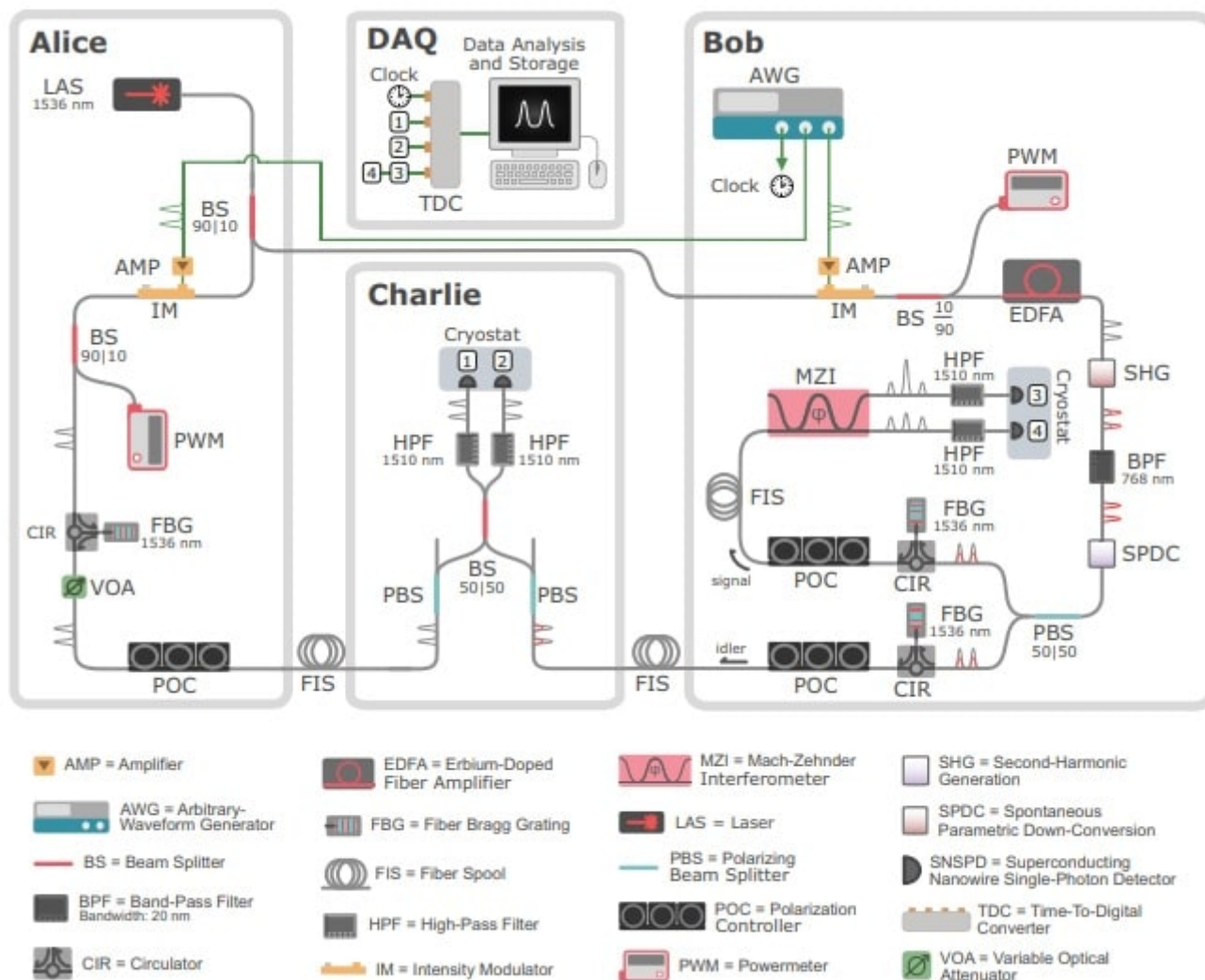
Dirigée par le Caltech, une collaboration entre le Fermilab, AT&T, l'Université Harvard, le *Jet Propulsion Laboratory* de la NASA et l'Université de Calgary, rapporte avoir mené avec succès une téléportation de qubits, l'unité de base de l'information quantique, sur 22 kilomètres de fibre dans deux bancs d'essai : le *Caltech Quantum Network* et le réseau quantique de Fermilab.

Bien que la collaboration savait qu'elle avait « obtenu des résultats significatifs » au printemps 2020, indique la physicienne Maria Spiropulu, ils se sont abstenus de partager les nouvelles, même de manière informelle sur les réseaux sociaux, jusqu'à la publication de l'étude complète cette semaine.

*« Nous voulions repousser les limites de ce type de recherche et prendre des mesures importantes pour réaliser à la fois des applications réelles pour les communications et les réseaux quantiques et tester des idées de physique fondamentale. Donc, quand nous l'avons finalement fait, l'équipe était ravie, très fière d'avoir atteint ces résultats de haute qualité. Et nous sommes très heureux de pouvoir passer à la phase suivante, en utilisant le savoir-faire et les technologies de ce travail vers le déploiement de réseaux quantiques »,* déclare Panagiotis Spentzouris, responsable du programme des sciences quantiques au Fermilab.

#### **À LIRE AUSSI :**

Des chimistes créent un nanomatériau capable de changer de forme selon le milieu dans lequel il se trouve.



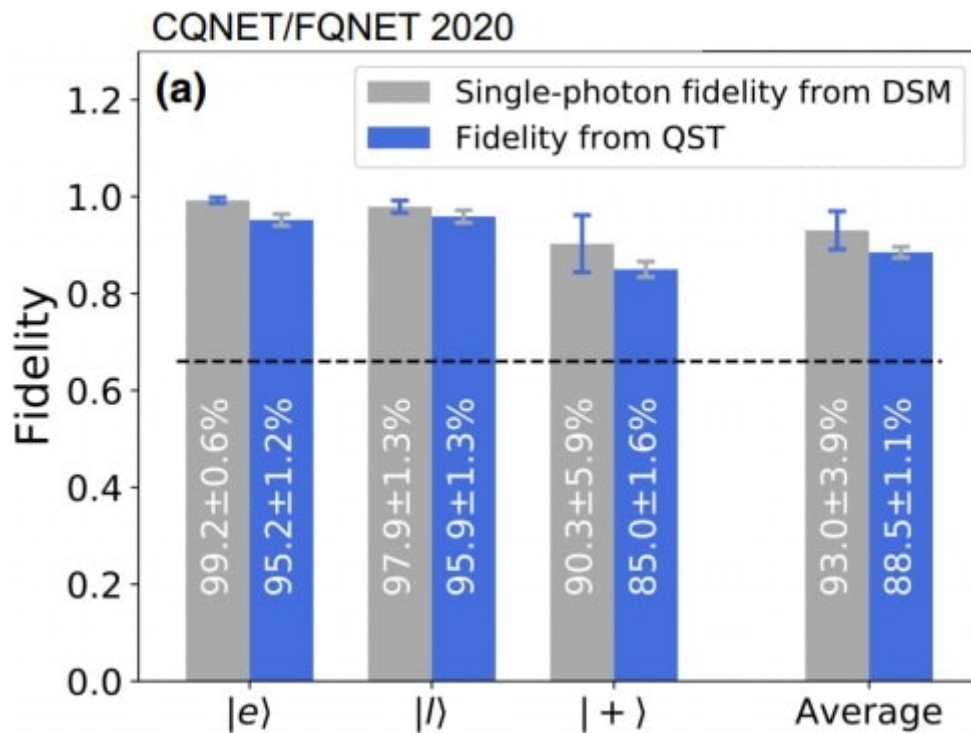
ScSchéma du protocole expérimental impliquant Alice, Bob et Charlie. © Raju Valivarthi et al. 2020

Les chercheurs affirment que leur expérience utilise un équipement « prêt à l'emploi » compatible à la fois avec l'infrastructure de télécommunications existante et les technologies quantiques émergentes. Les résultats « fournissent une base réaliste pour un Internet quantique haute fidélité avec des dispositifs pratiques », selon l'étude publiée dans la revue *PRX Quantum*.

## Téléportation d'états quantiques intriqués : la base d'un futur Internet quantique

La téléportation quantique n'implique pas le transfert réel de matière, mais fait intervenir des particules intriquées. L'étude visait à téléporter l'état des qubits, ou « bits quantiques », qui sont les unités de base de l'informatique quantique. Selon l'étude, les chercheurs ont mis en place ce qui est essentiellement un réseau compact avec trois nœuds : Alice, Charlie et Bob.

Dans cette expérience, Alice envoie un qubit à Charlie. Bob possède une paire de qubits intriqués et envoie également un qubit à Charlie, où il interfère avec le qubit d'Alice. Charlie projette le qubit d'Alice sur un état de Bell quantique intriqué qui transfère l'état du qubit original d'Alice au qubit restant de Bob.



Graphique indiquant la fi-

délité (stabilité dans le transfert des qubits) pour chaque état quantique téléporté. © Raju Vali-  
varthi et al. 2020

La percée est notable pour plusieurs raisons. De nombreuses démonstrations précédentes de téléportation quantique se sont avérées instables sur de longues distances. Par exemple, en 2016, des chercheurs de l'Université de Calgary ont pu effectuer une téléportation quantique à une distance de six kilomètres. Il s'agissait du record du monde à l'époque et a été considéré comme une réalisation majeure.

Le but ultime est de créer des réseaux quantiques qui utiliseraient l'intrication et la superposition pour augmenter considérablement la vitesse de calcul, la puissance et la sécurité par rapport aux ordinateurs classiques. Par exemple, le département américain de l'énergie a un plan ambitieux pour construire un réseau quantique entre ses laboratoires nationaux.

### **À LIRE AUSSI :**

[Des polarons ont été observés pour la première fois](#)

### **Vers le développement de réseaux à plus grande échelle**

Tout domaine qui repose sur les ordinateurs serait affecté par la réalisation de cette technologie, bien qu'une grande partie du potentiel futur des réseaux quantiques tourne autour de la cryptographie, des algorithmes de recherche, des services financiers et des simulations quantiques qui pourraient modéliser des phénomènes complexes.

L'informatique quantique fait parler d'elle depuis des années, et cette étude nous rapproche de sa réalisation à une échelle pratique. Maintenant que le Fermilab, Caltech et ses partenaires ont démontré cette étape clé vers ces réseaux, l'équipe prévoit de développer davantage la technologie de l'information quantique en construisant un réseau à l'échelle métropolitaine, appelé *Illinois Express Quantum Network*, autour de Chicago.

*« Il y a de nombreux fronts que nous devons faire avancer. À la fois dans les applications de la communication quantique et des technologies de réseau et dans l'avancement de l'ingénierie des systèmes. Nous travaillons déjà d'arrache-pied au développement de l'architecture, des processus et des protocoles pour les réseaux quantiques et à l'optimisation de certaines mesures, notamment le taux de communication et la portée », conclut Spentzouris.*

**Sources : [PRX Quantum](#)**

On croit savoir que la Chine travaille sur le même sujet.

**POUR ALLER PLUS LOIN :**

[Téléportation quantique](#) : On progresse, atome par atome...

[La Téléportation quantique : tout ce qu'il faut savoir](#)

[Académie des Sciences](#) : **CR colloque MQ par C Larcher**

[Des chercheurs américains réussissent une téléportation quantique longue distance](#)

[La NASA réussit la 1ère téléportation quantique : vers une révolution d'internet ?](#)

[Des physiciens effectuent avec succès une téléportation quantique stable à longue distance](#)

[De plus en plus proche d'un internet quantique : des scientifiques réalisent une téléportation quantique à longue distance](#)

[Fermilab and partners achieve sustained, high-fidelity quantum teleportation](#)

[Quantum Internet Tested at Caltech and Fermilab](#) **du Caltech**

[Teleportation Systems Toward a Quantum Internet](#) article

[Sustained, High-Fidelity Quantum Teleportation Achieved for the First Time](#)

[On high fidelity quantum teleportation for practical quantum networks](#) **press release**

[Les cendres d'un acteur de « Star Trek » flottent dans l'espace depuis 12 ans](#)

CONFÉRENCE MENSUELLE (à distance) DE LA SAF  
De Marco ZITO du LPNHE  
(Laboratoire de Physique Nucléaire et de Hautes Énergies).

« **DANS LE TOURBILLON DES PARTICULES**

La découverte des particules élémentaires et  
des forces fondamentales de l'Univers »

Organisée par la SAF

Par Téléconférence, due au confinement virus

Le Mercredi 9 Décembre 2020 à 19H00

La vidéo de la réunion est [accessible ICI](#).

BREF COMPTE RENDU

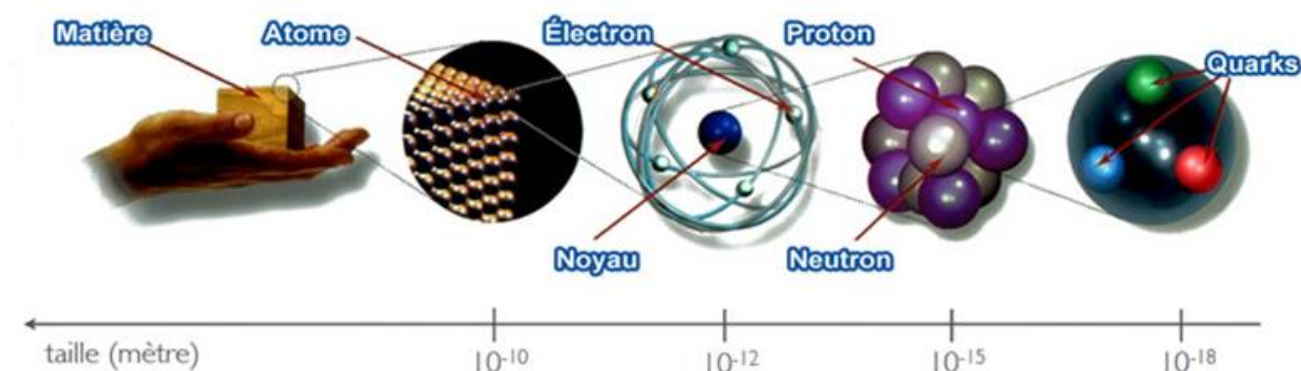


Cette conférence transmise par zoom était limitée à 100 personnes et effectivement il y eut 103 spectateurs, les autres, pouvaient quand même voir la conférence en direct sur le [canal YouTube SAF](#) sans s'inscrire.

Le LPNHE (ou IN2P3) se trouve sur le campus de Jussieu et nous avons eu l'occasion de le visiter déjà plusieurs fois.

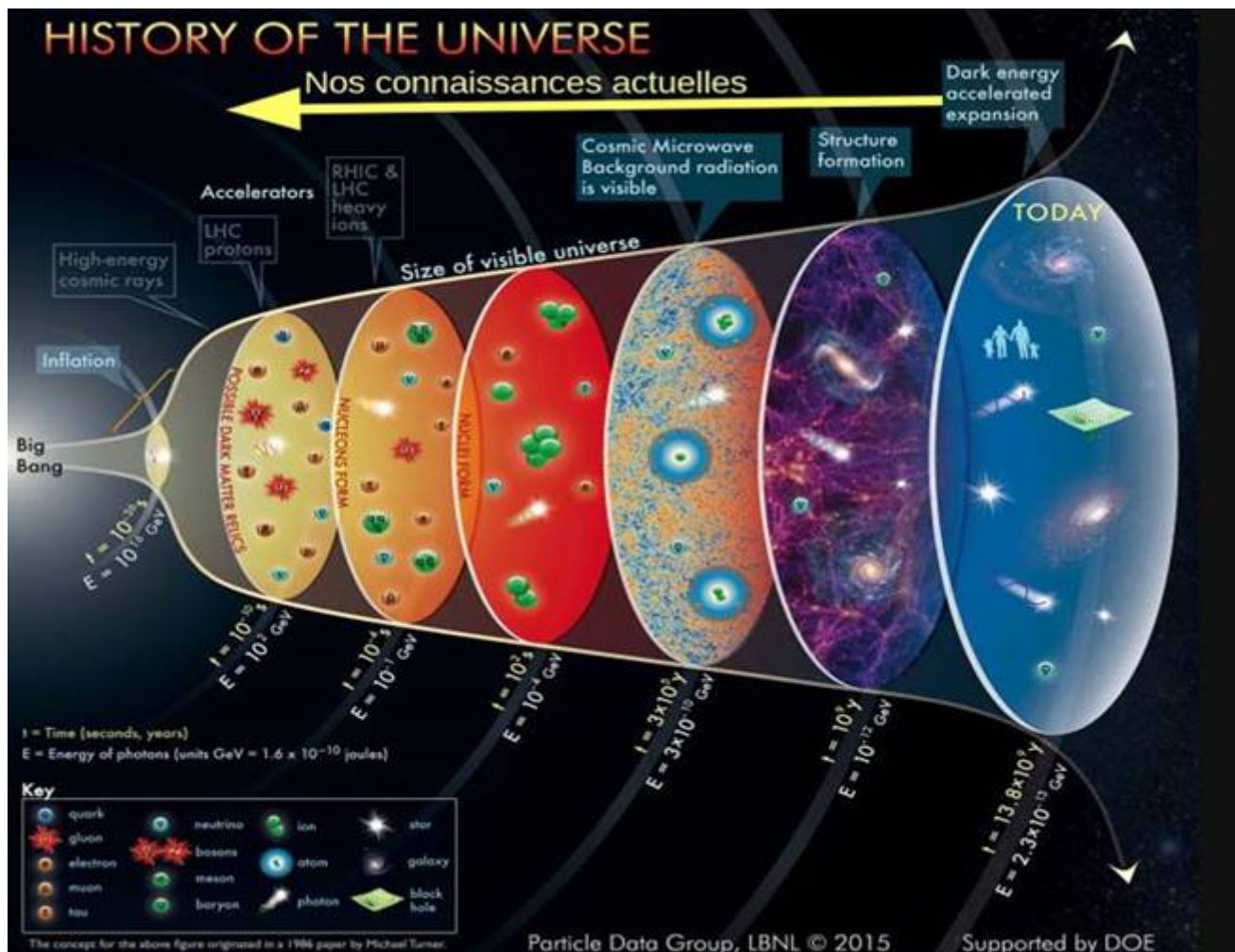
### LE MONDE DES PARTICULES ÉLÉMENTAIRES.

Rappel général sur la structure de la matière :



La matière est composée d'atomes, qui sont composés d'électrons, de protons et de neutrons, qui sont eux-mêmes constitués de quarks Illustration : CERN

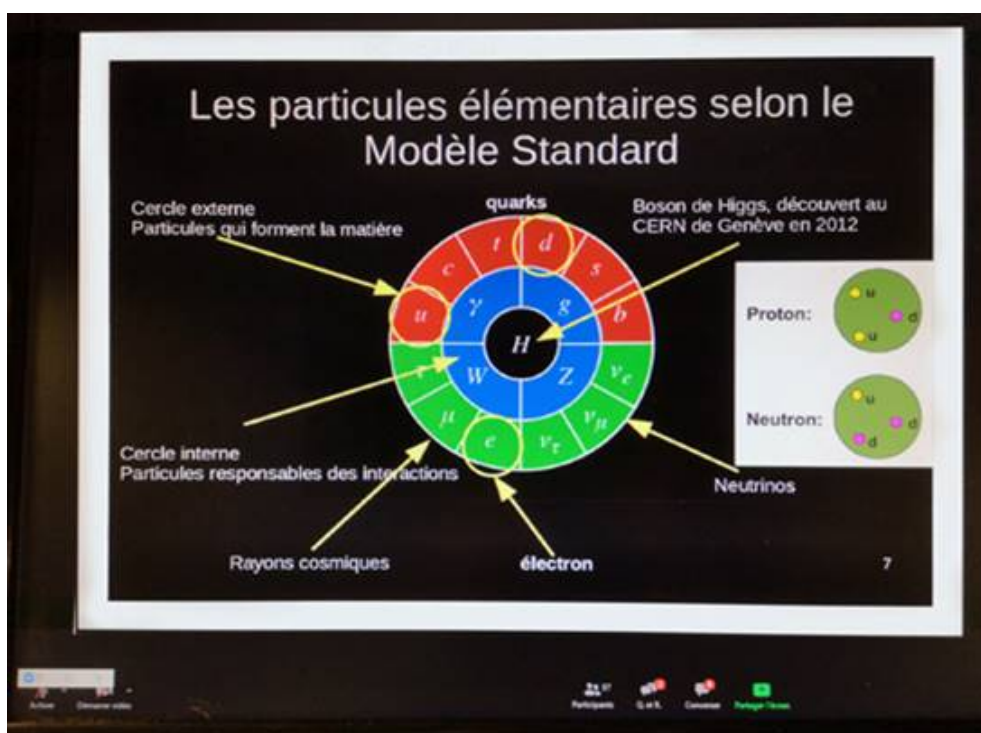
Et sur l'histoire de l'Univers :



Évolution de l'Univers depuis la singularité (Big Bang) jusqu'à nos jours. (Crédit LBNL)

NdlR : on peut consulter l'histoire du Big Bang si on le souhaite avec cette [ancienne présentation](#) ou [celle-ci](#).

## LE MODÈLE STANDARD DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES.



Marco Zito, nous pré-

sente un modèle très original pour introduire les différentes particules élémentaires.  
Contrairement aux **représentations classiques**, celle-ci est basée **sur différents cercles**.

Il en existe deux catégories qui correspondent aux deux premiers cercles :

Les **FERMIONS (cercle extérieur)** et

Les **BOSONS (cercle intérieur bleu)**.

Fermions et Bosons correspondent à des particules obéissant à des lois totalement différentes.

Les Fermions ne peuvent pas être au même endroit avec les mêmes propriétés

Les Bosons peuvent être ensemble dans un même état physique.

Les Fermions sont des particules liées à la matière, ce sont tout ce que l'on connaît : quarks (qui constituent les protons et les neutrons), électrons, neutrinos, ...

Les Bosons, sont principalement les « messagers » des Forces de la nature (qui sont au nombre de 4) et sont responsables des interactions, le photon est le plus connu de tous

On peut résumer : **Fermion = matière ; Boson = rayonnement !**

**Au centre** une particule, ou plutôt un champ un peu spécial, **le Higgs**, qui confère une masse à toutes les particules.

En effet, au tout début de l'Univers, les particules seraient produites sans masse, et c'est l'interaction avec ce champ de Higgs qui leur donnerait une masse.

## **LA LUMIÈRE ET LES QUANTAS.**

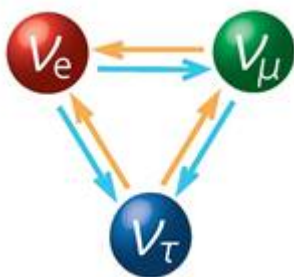
C'est Max Planck qui au début du siècle dernier émit l'hypothèse que la lumière et plus généralement les échanges d'énergie s'effectuaient par « paquets » multiples d'une valeur minimum appelée **quanta (grain de lumière)**.

Plus tard on prouva aussi que la lumière pouvait être une onde ET une particule.

Une particule est plus qu'une simple boule imagée qui se propage, c'est en fait beaucoup plus complexe, une particule est un objet mathématique, une fonction d'onde.

Elle est définie par des nombres quantiques comme la charge, le spin, etc..

## **LES 4 FORCES FONDAMENTALES DE LA NATURE.**



| interaction fondamentale      | particules associées (messagers) | actions                                                                                                                                         |
|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| gravitation                   | graviton ?                       | de portée infinie, elle est responsable de la force d'attraction de deux masses entre elles et de la chute des corps                            |
| interaction électromagnétique | photon                           | de portée infinie, elle est responsable de l'attraction entre électrons et noyaux atomiques, et donc de la cohésion des atomes et des molécules |
| interaction faible            | $W^+$ , $W^-$ , $Z^0$            | elle est responsable des radioactivités $\beta^-$ et $\beta^+$ et de réactions impliquant des particules comme le neutrino                      |
| interaction forte             | gluons (il en existe 8)          | elle assure la cohésion du noyau atomique                                                                                                       |

Ce sont de la plus faible à la plus forte :

- La **gravitation** : la colle de l'Univers
- La **force faible** : responsable de la désintégration radioactive
- La **force électromagnétique** : la colle des atomes
- La **force forte** : la colle nucléaire.

Tableau : IN2P3.

## UN APARTÉ SUR LES NEUTRINOS.

Si toute la matière semble être faite de neutrons, protons et électrons, on ne se rend peut-être pas compte que cet ensemble est très minoritaire ; car pour **chaque proton, il y a 1 milliard de neutrinos**.

Notre corps est traversé chaque seconde par 100.000 milliards de neutrinos solaires.

D'autre part, notre même corps contient 30 millions de neutrinos originaires du Big Bang !

Le neutrino interagit très très peu ; sa probabilité d'interaction avec un humain est par exemple de  $10^{-16}$  !!

Sa détection est pour le moins.....difficile !

On sait que parmi les quatre forces fondamentales de la nature : Gravitation, électromagnétisme, force forte et force faible, le neutrino n'est sensible qu'à la force faible (et à la gravitation comme tout le monde bien sûr).

Mais oublions la gravitation pour le moment.

Un neutrino sur 10.000 milliards est intercepté par la Terre, il faut donc un débit énorme de neutrinos si on veut en détecter quelques-uns, alors où les trouver ?? Près d'une centrale nucléaire bien sûr ! C'est comme cela que les premiers neutrinos ont été détectés. Le Soleil est aussi une puissante source de neutrinos.

Longtemps on a pensé que les neutrinos étaient sans masse,

En fait il faut se rappeler qu'il existe (au moins ?) trois sortes de neutrinos (trois saveurs) :

- Le neutrino électronique,
- Celui associé au muon et
- Celui associé au Tau.

Les neutrinos peuvent changer spontanément de saveur au cours de leur voyage (oscillation).

Les plus puissantes émissions de neutrinos sont liées aux explosions d'étoiles massives, les super novae.

99% de l'énergie dégagée lors de l'effondrement est rayonnée sous la forme de neutrinos (contre 0,01% pour les photons), et 1% seulement en énergie cinétique, en quelques secondes.

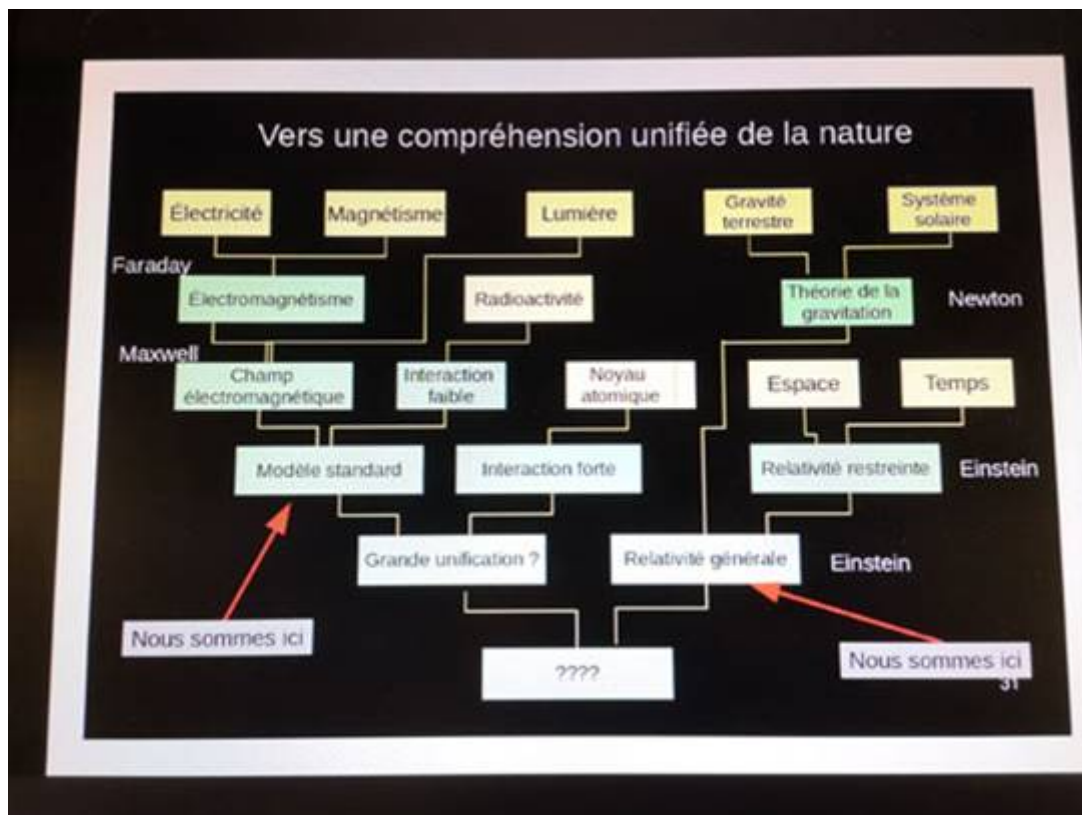
Parmi les milliards de milliards de neutrinos émis seuls quelques-uns seront détectés.

## LES DÉTECTEURS DE PARTICULES.

Aux plus anciens détecteurs comme les chambres à bulles, ont succédé des monstres comme les accélérateurs de particules (par exemple le LHC au CERN) ou des détecteurs spécifiques enfouis sous terre pour se protéger des particules parasites.

C'est au CERN d'ailleurs que l'on a fait les premières grandes découvertes :

- Les particules W et Z des interactions proton-antiproton
- Le boson de Higgs



Une compréhension unifiée de la matière :

Mais rien n'est simple, nous ne sommes pas au bout de l'histoire, il reste encore des mystères comme :

- La matière sombre qui compose la plus grande partie de la matière de l'Univers

- L'énergie sombre qui elle compose la grande majorité de l'Univers
- Nous avons encore à apprendre des neutrinos

Nous ne savons même pas de quoi elles sont composées.  
Les lois physiques sont-elles toujours valables ??

Bref à suivre.....

### POUR ALLER PLUS LOIN :

[Le LHC et le monde des particules](#) : CR de la conférence VEGA de M Spiro du 22 Nov 2014

[Colloque particules](#) : CR de cette session à l'Institut du 18 Avril 2017.

[S Katsanevas Astroparticules](#) CR conférence aux RCE 2008

[Pleins feux sur la matière noire](#) : CR de la conf IAP de N. Pal. Delabrouille du 4 sept 2018

[Les particules élémentaires et les forces entre elles](#) par l'ENS Lyon.

[Physique et particules au CERN.](#)

[Les neutrinos](#) : **CR de la conf SAF de Th Lasserre du 10 Juin 2020.**

[Les neutrinos de l'Univers](#) : CR de la conf SAF (Cosmo) de Th Lasserre du 18 Janvier 2014.

[Le mystère des neutrinos](#) : CR de la conf SAF de D Vignaud du 16 Déc 2009.

[Oscillating Neutrinos](#) : CR conf Prix Nobel de Physique 2015 à la Sorbonne du 6 Avril 2016

[Le monde étrange des neutrinos](#) : CR de la conférence SAF de Th Lasserre du 10 Dec 2014.

### Ouvrages :

Dans le tourbillon des particules de M Zito chez Belin

Supernova, le dernier éclat de l'étoile disparue de M Zito chez Belin

La matière noire, clé de l'Univers ? par F Combes chez Vuibert

Higgs, le boson manquant par S Carroll chez Belin.

Passeport pour les deux infinis chez Dunod.

# Giovanni Domenico Cassini



**Giovanni Domenico Cassini**, connu en France sous le nom **Jean-Dominique Cassini**, dit **Cassini I<sup>er</sup>** (8 juin 1625, Perinaldo, comté de Nice, Savoie – 14 septembre 1712, Paris, France) est un astronome et ingénieur savoisien, naturalisé français en 1673. Il est le premier directeur de l'Observatoire

## Biographie

De 1648 à 1669, il travaille à l'observatoire de Panzano (aujourd'hui partie de Castelfranco Emilia) et enseigne la géométrie euclidienne et l'astronomie de Ptolémée (il ne s'oppose donc pas à la doctrine de l'Église catholique) à l'université de Bologne, où il remplace en 1650 Bonaventura Cavalieri. Il obtient bientôt une telle réputation que le sénat de Bologne et le pape le chargent de plusieurs missions scientifiques et politiques.

Attiré en France par Colbert en 1669, il s'y fait naturaliser et est reçu membre de l'Académie des sciences, fondée deux ans plus tôt. À la demande de Colbert, il dirige l'observatoire de Paris à partir de 1669.

Jean-Dominique Cassini épouse Geneviève Delaistre, fille du lieutenant général de Clermont-en-Beauvaisis, et achète la terre de Thury. Son fils Jacques Cassini (dit Cassini II), né en 1677, sera également astronome.

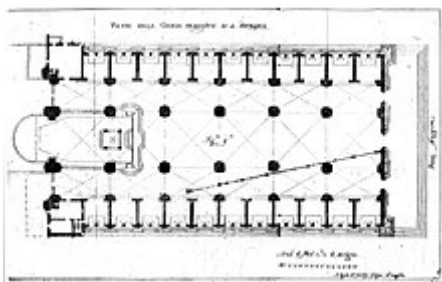
Il publie de 1668 à 1693 les *Éphémérides des satellites de Jupiter* et rédige un grand nombre de mémoires, dont une partie a été réunie sous le titre d'*Opéra astronomica* en 1728.

En 1701, il se fait construire une résidence d'été au hameau de Fillerval à Thury-sous-Clermont. Devenu aveugle en 1710, il meurt deux ans plus tard à Paris, le 14 septembre 1712.

Ce que Fonten en a dit :

« Monsieur Cassini mourut le 14 septembre 1712, âgé de 87 ans et demi, sans maladie, sans douleur, par la seule nécessité de mourir ».

## Contributions :



Plan au sol de la ligne méridienne, passage au plus juste entre les piliers.

**RACCOLTA**  
D I  
**VARIE SCRITTURE.**  
**E NOTITIE**  
Coscienza l'Interesse della Remissione  
del RENO dalle Valli  
FATTA IN BOLOGNA L'ANNO MDCLXXII.

### *Raccolta di varie scritture (1682)*

Le 12 juin 1655, il est chargé de reconstruire la méridienne dans la Basilique San Petronio de Bologne ; elle est terminée en décembre 1657. En effet il y avait déjà à San Petronio une méridienne, construite en 1575 par Egnatio Danti qui a aussi fait celle (inachevée) de la Basilique Santa Maria Novella à Florence. Mais son orientation n'était de loin pas exacte, avec un écart de  $9^{\circ} 6' 20''$  par rapport au méridien vrai du lieu. Le tracé de celle de Cassini mesure autour de 66,8 m de longueur (on trouve d'autres chiffres, avec jusqu'à 1,40 m d'écart : 66,71 m, 67,0 m, 67,7 m, 68,2 m !), ce qui en fait la plus grande du monde Cassini voulant marquer par là la 600 000<sup>e</sup> partie du périmètre de la Terre, comme, plus tard, le mètre devait être la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre.

Il participe à la découverte de la variation d'intensité de la pesanteur en fonction de la latitude au cours d'un voyage à Cayenne. Il découvre la Grande Tache rouge de Jupiter en 1665, et détermine la même année la vitesse de rotation de Jupiter, Mars et Vénus. Il découvre également quatre satellites de Saturne (Japet en 1671, Rhéa en 1672, Téthys et Dioné en 1684), ainsi que la division de Cassini<sup>1</sup> des anneaux de Saturne en 1675.

Entre 1672 et 1681, il participe à des mesures géographiques menées par Jean Picard<sup>2</sup>, en compagnie de Philippe de La Hire. Ces mesures aboutiront en 1693 à publication par La Hire de *La Carte de France corrigée par ordre du Roy*<sup>3</sup>.

En 1673, il fait la première mesure précise de la distance de la Terre au Soleil, grâce à la mesure de la parallaxe de Mars déduite des observations de Jean Richer à Cayenne.

En 1683, il détermine la parallaxe du Soleil. Vers 1690, il est le premier à observer la rotation différentielle dans l'atmosphère de Jupiter. La même année, il est le premier à étudier les lumières zodiacales<sup>4</sup> et semble comprendre qu'il s'agit d'un effet de réflexion provoqué par des particules entourant le Soleil.

En 1693, il énonce ce que Félix Tisserand a appelé les lois de Cassini.

Au nombre de ses élèves, outre son fils<sup>5</sup>, figure François de Plantade.

*Ce qu'on a dit de lui :*

*« Képler n'a pénétré les lois des révolutions, Dominique Cassini n'a fondé une nouvelle et vaste astronomie, Descartes n'a créé une puissante géométrie que pour fournir les instruments et les matériaux du grand édifice que devait élever Newton. J.S.Bailly XVIIIème*

---

*« Mr Cassini estime qu'un homme à pied, par un beau chemin et du même pas douze heures par jour, ferait le tour de la terre en 2 ans ». J.S.Bailly*

## Publications



Méridienne de la basilique San Petronio (Bologne).

- Méthodes, inventions et descriptions de machines de divers auteurs. — Abrégé d'astronomie, ouvrage inédit de J.-Dom. Cassini I. — Plusieurs mémoires et lettres du même auteur [archive]
- Catalogue complet de ses ouvrages par César-François Cassini III, Abrégé et analyse de 128 (mémoires) de J.-Dom. Cassini répandus dans les volumes de l'Académie royale des Sciences — Récit de la visite du Roi d'Angleterre à l'Observatoire royal de Paris [archive]
- Mémoires de J. Dom. Cassini sur la physique et l'astronomie, Observations astronomiques... - Traités et dissertations de divers auteurs. [archive]
- Jean Dominique de Cassini et Jean Baptiste Gaspard Bochart de Saron, « Tableau chronologique de la vie et des ouvrages de J.-D. Cassini » [archive].
- *De l'origine et du progrès de l'astronomie, et de son usage dans la géographie et dans la navigation* [archive], 1693.
- (it) Œuvres en ligne [archive].

### Mémoires de l'Académie royale des sciences

- *Œuvres diverses de M. Cassini*, dans *Mémoires de l'Académie royale des sciences depuis 1666 jusqu'en 1699*, par La Compagnie des libraires, Paris, 1730, tome 8 lire en ligne [archive] sur *Gallica*
- « CASSINI (JEAN DOMINIQUE) », dans Table générale des matières contenues dans l'*Histoire* et dans les *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, par la Compagnie des libraires, Paris, 1734, tome 1, *Années 1666-1698*, p. 67-76 lire en ligne [archive] sur *Gallica*
- « CASSINI (JEAN DOMINIQUE) », dans Table générale des matières contenues dans l'*Histoire* et dans les *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, par la Compagnie des libraires, Paris, 1729, tome 2, *Années 1699-1710*, p. 120-125 lire en ligne [archive] sur *Gallica*

- « CASSINI (JEAN DOMINIQUE) », dans Table générale des matières contenues dans l'*Histoire* et dans les *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, par la Compagnie des libraires, Paris, 1731, tome 3, *Années 1711-1720*, p. 61-64 lire en ligne [archive] sur *Gallica*

## Hommages

En 1790, la **rue Cassini**, près de l'observatoire de Paris, porte son nom.

L'astéroïde (24101) Cassini, le cratère martien Cassini, le cratère lunaire Cassini et la sonde Cassini-Huygens ont été nommés en son honneur. L'astéroïde (24102) Jacquescassini a été nommé en l'honneur de son fils, Jacques Cassini, né en 1677.

La division de Cassini est la région des anneaux de la planète Saturne qui sépare les anneaux A et B de cette planète. Elle est désignée en son honneur car il l'a découverte en 1675.

La sonde Cassini de la mission Cassini-Huygens de la mission d'exploration spatiale de la planète Saturne et ses lunes lui rendent hommage.

## Notes et références

- 1er ↑ On a voulu attribuer cette découverte à William Ball, mais l'examen des dessins de Ball n'appuie pas cette attribution. On peut lire là-dessus : (en)Angus Armitage, « *William Ball. F.R.S. (1627-1690)* », *Notes and Records of the Royal Society of London*, vol. 15,<sup>1</sup>1960, p. 167–172 (DOI 10.1098/rsnr.1960.0016) et C. Leeson Prince (1882), « Saturn's Ring (letter to the editor) », *The Astronomical Register*, vol. XX, p. 257–261.
- 2e↑ « *Procès verbal* » [archive], sur *Gallica.bnf.fr*, 31 juillet 1669
- 3e↑ « *Carte de France corrigée par ordre du Roy sur les observations de Mss. de l'Académie des Sciences* » [archive], sur *Gallica.bnf.fr*, 1693
- 4° ↑ (en) « *Gian Domenico Cassini, French Astronomer* » [archive], sur *Britannica.com*
- 5e↑ Fiche [archive] du *Mathematics Genealogy Project*.

## Bibliographie

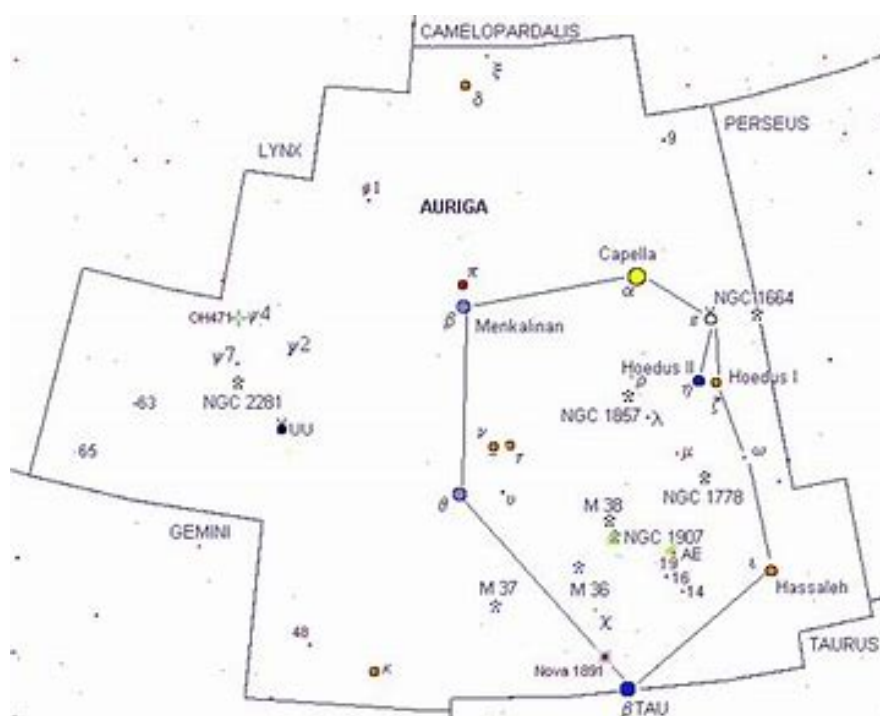
- Fontenelle, « *Éloge de M. Cassini* », *Histoire de l'Académie royale des sciences*, Paris, 1712, vol. 1712,<sup>1</sup>1731, p. 83-104 (lire en ligne [archive], consulté le 29 septembre 2019).
- Jérôme de La Lande, *Astronomie*, t. 1, Paris, Veuve Desaint, 1771, 247 p. (lire en ligne [archive]), p. 217-20.
- « Jean-Dominique Cassini [archive] », dans Suzanne Débarbat, Solange Grillot et Jacques Lévy, *L'observatoire de Paris : son histoire (1667-1963)*, Paris, Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides (IMCCE/UFE), 1990 [1984] (ISBN 2-901057-17-9) (en ligne [archive]).
- (it) Anna Cassini, *Gio. Domenico Cassini. Uno scienziato del Seicento*, Comune di Perinaldo, 1994.
- (it) Giordano Berti **(en)** (éd.), *G.D. Cassini e le origini dell'astronomia moderna*, catalogue de l'exposition réalisée à Perinaldo, palais de la Mairie, du 31 août au 2 novembre 1997.
- (it) Giordano Berti e Giovanni Paltrinieri, *Gian Domenico Cassini. La meridiana del tempio di S. Petronio in Bologna*, Arnaldo Forni Editore, S. Giovanni dans Persiceto, 2000.
- Bernard Le Bovier de Fontenelle, « *Éloge de M. Cassini* » [archive], 1712.

- (en) John J. O'Connor et Edmund F. Robertson, « *Giovanni Domenico Cassini* », dans *MacTutor History of Mathematics archive*, université de St Andrews (lire en ligne [archive]).
- De nombreux manuscrits et imprimés écrits par Cassini ou traitant de Cassini sont disponibles en ligne sur la bibliothèque numérique de l'observatoire de Paris [archive].

# La Constellation du mois

## Le Cocher (Auriga)

Visible le soir en regardant vers le sud, sud-ouest.



## **A) Sa situation céleste**

C'est une constellation de l'hémisphère nord et en partie circumpolaire. Elle a la forme d'un hexagone irrégulier. Si la **Grande Ourse** est totalement visible, son étoile principale Capella, très lumineuse se situe dans la direction pointée par le grand chariot à une vingtaine de degrés vers l'est. Une de ses étoiles, Nath (elnath, alnath), est partagée avec la constellation du **Taureau** et symbolise le genou du cocher et l'extrémité de la corne Est du Taureau. Au nord, nord-est on trouve **Persée**, au nord la **girafe**, au nord-ouest le **lynx**, à l'ouest les **géméaux**, et au sud la très visible **Orion**.

## **B) Les principaux objets célestes de la constellation.**

- **Les étoiles simples, doubles ou multiples :**

**Capella ( $\alpha$  Aur)** : Ascension droite 05h59mn31,7s est une étoile double composée de 2 géantes jaunes. Chacune d'elles est environ 10 fois plus grosse que le soleil et 50 à 80 fois plus lumineuse. Elles sont séparées l'une de l'autre d'environ 0,6 ua\* ? Capella est située à 42 années-lumière\* avec une magnitude absolue de -0,48 et apparente de -0,08.

**Menkalinan ( $\beta$  Aur)** (épaule du cocher). Mag.abs. -0,1 ; mag. app. 2,00. Menkalinan est située à 82 années lumière. 96 fois plus lumineuse que le soleil, c'est une étoile triple dont  $\beta$ A et  $\beta$ B ont des masses et de rayons sensiblement identiques.  $\beta$ C serait une naine rouge à 330 AL de la paire AB.

**Hassaleh ( $\gamma$  Aur)**: mag. abs. -3,29 ; mag. app. 2,69. Elle brille comme 2000 soleils et est distante de 500 années-lumière.

**Hoedus II ( $\mu$  Aur)**: mag abs. -0,96 ; mag. app. 3,18. Elle brille comme 210 soleils et est située à 220 années-lumière. Elle représente un des petits de la chèvre Capella.

**Mahasim ( $\theta$  Aur)** : mag abs. -3,29 ; mag. app. 2,65. Elle brille comme 220 soleils et est située à 170 années-lumière.

\*ua : unité astronomique correspond à la distance terre-soleil qui est d'environ 150 millions de kms.

\*AL. : distance parcourue par la lumière en 1 année. C'est une unité de longueur et non de temps. La lumière effectue ~ 300 000 kms/seconde, soit  $9,46 \times 10^{12}$

soit 9460 milliards de kms.

....

- **Trois amas ouverts :**

**M36/ NGC 1960** : découvert en 1749 par G. Le Gentil. Age estimé à 25 millions d'années. Distant de 4140 AL. Mag. 6.

**M37/NGC 2099** : retrouvé par Messier, 110 ans après Hodierna vers 1654. Age estimé à 300 millions d'années. Distant de 4400 AL. Mag 5,6.

**M38/NGC 1912** : découvert en même temps que M36 par Le Gentil. Age estimé à 220 millions d'années. Distant de 4305 AL. Mag 6,4.

- **Des nébuleuses :**

**NGC 1931** en émission\* et réflexion\*, elle se trouve à proximité de M36.

**NGC 1985.**

\*Petits rappels :

les nébuleuses en émission sont des nuages de gaz ionisé dans le milieu interstellaire qui absorbent la lumière d'une étoile chaude proche et la réémettent sous forme de couleurs variées à des énergies plus basses.

Les nébuleuses par réflexion sont des nuages de poussières qui réfléchissent la lumière d'une ou plusieurs étoiles voisines. Ces étoiles ne sont pas assez chaudes pour causer l'ionisation des gaz. Mais elles sont assez lumineuses pour permettre une dispersion suffisante pour rendre la poussière visible. C'est Edwin Hubble qui distingua ces 2 types de nébuleuses en 1922.

### **C ) Une des origines du nom et mythologie (pôledesétoiles.fr) :**

Les grecs avaient posé dans cette constellation un «Auriga», qui, en latin, signifie « conducteur de char », référence au roi légendaire d'Athènes Erichthonius, mi-homme, mi-serpent, fils du dieu Héphestos et de la déesse Gaïa, élevé par la déesse Athéna. Ce roi était célèbre pour être un grand amateur de courses de chars et serait même l'inventeur du quadriges, char à 4 chevaux.

Si les chinois et les mésopotamiens y voyaient un chariot, la constellation du cocher est souvent et curieusement représentée par un homme sans char portant une chèvre et suivi par 3 chevreaux. Cette chèvre personnifie la douce Amalthée, chèvre qui allaita Zeus, enfant. Celui-ci par gratitude, la transforma en étoile.

***Elisabeth K.***

## **LE SAVIEZ-VOUS?**

### **1) Le 7 février**

Le 7 février 1991, vers 4h45 TU, la station russe Saliout 7 entre dans l'atmosphère au-dessus du Chili et s'y consume. Quelques débris atteignent même le sol. L'un d'eux, de la taille d'une machine à laver, endommage une ferme dans le nord de l'Argentine. Saliout 7 a passé près de 9 ans dans l'espace. Jean-Loup Chrétien y séjourne une semaine en juin 1982 et devient ainsi le premier astronaute français.



## **2) Le 11 février**

Il y a 110 ans naissait l'astronome Carl Seyfert. Son nom reste associé à un type de galaxies spirales au noyau particulièrement brillant qu'il a étudiées au début des années 1940.

## **3) Le 12 février**

Le 12 février 2001, la sonde américaine Near-Shoemaker se pose sur l'astéroïde Eros, qu'elle étudiait depuis le 14 février 2000. Elle transmettra des données depuis le sol de ce gros géocroiseur jusqu'au 28 février. Elle devient ainsi le premier engin à s'être satellisé autour d'un astéroïde, puis s'être posé dessus.



## **4) Le 15 février**

Il y a 60 ans, une éclipse totale solaire traverse l'Europe. L'ombre de la Lune balaie notamment le sud de la France et le nord de l'Italie. L'événement est immortalisé par le 7ème art. Pour son péplum Barrabas, le réalisateur américain Richard Fleischer tourne la scène de la crucifixion en Toscane pour imprimer 2 minutes de « soleil noir » en cinémascope.

## **5) Le 18 février**

Bonne chance Persévérance ! Si tout va bien, le nouveau rover de la Nasa doit se poser ce mois-ci dans Jezero. Ce cratère de 45km de diamètre est juste au bord du grand bassin d'impact d'Isidis Planitia, dans l'hémisphère nord martien. Le site intéresse particulièrement les astronomes car il abrite le delta d'un ancien fleuve.



## **Ciel et Espace**

# ENIGME

**Qu'appelle-t-on lumière cendrée ?**



Envoyez vos solutions à :

[andrebourdet@gmail.com](mailto:andrebourdet@gmail.com)

## **Solution de l'énigme précédente**

**Pourquoi la planète naine Cérès porte-t-elle ce nom ?**

**Giuseppe Piazzi, directeur de l'observatoire de Palerme donne à l'astre qu'il vient de découvrir en 1801 le nom de la déesse romaine de l'agriculture Cérès, protectrice de la Sicile.**

J'ai reçu 2 bonnes réponses.

# Lire, voir, sortir

## L'écume de l'espace-temps de Jean-Pierre Luminet

Dernier épisode des avancées de la physique moderne : la physique de l'infiniment grand a rejoint celle de l'infiniment petit, et la cosmologie s'est unie à la physique des particules. À l'origine de l'Univers et de la matière, il y a quelque 14 milliards d'années, il n'y avait en effet que de l'énergie. Reste à comprendre la nature de cette curieuse interaction entre énergie, espace, temps et matière.



Pour résoudre l'énigme, on a d'abord pensé que l'espace-temps, courbé à grande échelle par la gravitation, pouvait à très petite échelle se courber plus violemment, jusqu'à former une « écume » de pure énergie aussi chaotique que poétique. Ont suivi d'autres théories — supercordes, boucles, géométrie non commutative, gravité entropique et trois autres décrites ici pour la première fois de façon accessible — dont émergent aujourd'hui les modèles de « gravité quantique » qui raviront les amateurs de scénarios décoiffants. Certaines voient le tissu de l'espace-temps fait de minuscules bouts d'espace et de temps élémentaires, d'autres le voient flou, d'autres encore voient dans le réel une illusion due au grand nombre de particules dont nous sommes constitués.

À défaut de donner ici la clé de l'énigme, Jean-Pierre Luminet nous fait partager sa passion — sans équation — et dresse un surprenant panorama des théories actuelles sur l'origine de l'Univers.

## La caméra FRIPON



[http://www.fripon.org/IMG/jpg/stations/RT\\_FRBR04.jpg](http://www.fripon.org/IMG/jpg/stations/RT_FRBR04.jpg)



Château d'eau  
De Kersauz

Rue Guillemette le Barbier  
56730 Saint Gildas de Rhuys

Renseignements:

Téléphone: 00 00 00 00 00

Télécopie: 00 00 00 00 00

Messagerie: xyz@example.com

Messagerie

[clubastrorhuys@gmail.com](mailto:clubastrorhuys@gmail.com)

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

Il se réunit les jeudis de 18h à 20h

web: <http://astro-rhuys.blogspot.fr/>