



Le ciel de décembre 2018

Les phénomènes du mois :

Les temps sont donnés en heure normale pour Nantes

jj hh:mm

- | | | |
|----|-------|--|
| 1 | 18:57 | Maximum de l'étoile variable éta de l'Aigle |
| 3 | 04:45 | Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée) |
| 5 | 06:52 | Opposition de l'astéroïde 433 Eros avec le Soleil (dist. au Soleil = 1,215 UA; magn. = 9,8) |
| 5 | 23:49 | Maximum de l'étoile variable delta de Céphée |
| 6 | 01:34 | Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée) |
| 7 | 08:20 | NOUVELLE LUNE |
| 7 | 15:07 | Rapprochement entre Mars et Neptune (dist. topocentrique centre à centre = 0,0°) |
| 7 | 22:53 | Rapprochement entre Saturne et M 22 (dist. topocentrique centre à centre = 1,2°) |
| 8 | 22:24 | Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée) |
| 9 | 05:30 | Opposition de l'astéroïde 40 Harmonia avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,230 UA; magn. = 9,7) |
| 9 | 06:29 | Pluie d'étoiles filantes : Monocérotides (2 météores/heure au zénith; durée = 19,0 jours) |
| 11 | 02:53 | Maximum de l'étoile variable zêta des Gémeaux |
| 11 | 08:37 | Maximum de l'étoile variable delta de Céphée |
| 11 | 19:13 | Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée) |
| 12 | 05:17 | Pluie d'étoiles filantes : Sigma Hydrides (3 météores/heure au zénith; durée = 11,0 jours) |
| 12 | 13:25 | Lune à l'apogée (distance géoc. = 405177 km) |

Sommaire:

- Le ciel du mois
- essaims étoiles filantes comètes
- Planètes,
- Carte du ciel
- La Lune
- Les unités de mesure font peau neuve
- Le JWST
- La sode Insight s'est posé sur Mars
- La constellation du mois
- Le saviez-vous!
- Enigmes
- Des livres à lire

jj hh:mm

- 13 13:43 Opposition de l'astéroïde 354 Eleonora avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,644 UA; magn. = 10,2)
- 14 09:22 Pluie d'étoiles filantes : Géminides (120 météores/heure au zénith; durée = 12,0 jours)
- 14 17:59 Rapprochement entre la Lune et Neptune (dist. topocentrique centre à centre = 3,6°)
- 15 12:49 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE
- 15 18:00 PLUS GRANDE ÉLONGATION OUEST de Mercure (21,2°)
- 16 03:40 Pluie d'étoiles filantes : Coma Bérénicides (3 météores/heure au zénith; durée = 11,0 jours)
- 16 17:25 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée
- 20 02:02 Pluie d'étoiles filantes : Leo Minorides de déc. (5 météores/heure au zénith; durée = 61,0 jours)
- 21 06:29 Maximum de l'étoile variable zêta des Gémeaux
- 21 20:24 Début de l'occultation de 104 Tau (magn. = 4,91)
- 21 20:50 Rapprochement entre Mercure et Jupiter (dist. topocentrique centre à centre = 0,8°)
- 21 23:22 SOLSTICE D'HIVER
- 22 02:13 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée
- 22 05:59 Rapprochement entre Mercure et Antarès (dist. topocentrique centre à centre = 6,0°)
- 22 17:42 Pluie d'étoiles filantes : Ursides (10 météores/heure au zénith; durée = 9,0 jours)
- 22 18:01 Début de l'occultation de 62-chi2 Ori (magn. = 4,64)
- 22 18:29 Fin de l'occultation de 62-chi2 Ori (magn. = 4,64)
- 22 18:49 PLEINE LUNE
- 23 06:29 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
- 23 19:42 Rapprochement entre Jupiter et Antarès (dist. topocentrique centre à centre = 5,2°)
- 24 10:52 Lune au périgée (distance géoc. = 361061 km)
- 25 06:29 Rapprochement entre la Lune et M 44 (dist. topocentrique centre à centre = 1,2°)
- 26 03:19 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
- 26 17:00 Vénus à son périhélie (distance au Soleil = 0,71845 UA)
- 28 07:50 Opposition de l'astéroïde 6 Hebe avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,226 UA; magn. = 8,5)
- 29 00:08 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
- 29 10:34 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE
- 31 00:54 Maximum de l'étoile variable Mira (omicron Ceti)
- 31 20:57 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

Etoiles filantes : essaims et Comètes

Les météores des Monocerotides (MON) sont de vitesse moyenne, environ 42 km par seconde. Le taux horaire moyen (ZHR) est faible, avec environ 23 météores par heure au moment du maximum. L'essaim est probablement à l'origine de nombreux bolides spectaculaires observés au onzième siècle. Bon nombre de ceux-ci sont consignés dans les écrits de Ma Tuan-lin, un historien chinois, qui collecta des observations de plus de 1500 bolides sur une période de 24 siècles.

Cet essaim a été découvert par F. L. Whipple en 1954, au cours d'une recherche d'orbite portant sur 144 météores détectés lors d'une étude photographique de l'Observatoire du Collège de Harvard sur la période 1936-1951. Deux des météores photographiés en 1950 possédaient une orbite similaire, qui plus est, similaire à celle de la comète C/1917 F1 (Mellish), d'une période orbitale d'environ 145 ans.

En 1961, R. E. McCrosky et A. Posen, (Harvard College Observatory) publièrent une liste de 2529 orbites de météores obtenues durant le Harvard Meteor Project sur la période de Février 1952 à Juillet 1954. Ils trouvèrent trois météores appartenant à l'essaim des Monocerotides, offrant par conséquent la première confirmation qu'un essaim avec les éléments orbitaux suggérés par Whipple était présent.

Période d'activité : du 27 Novembre au 17 Décembre Maximum : 08 Décembre Longitude solaire (λ) : 257° position du radiant au moment du maximum ascension droite (α) : 100° déclinaison (δ) : +08° Vitesse (en km/s) : 42
r : 3.0 ZHR : 2
Comète associée : C/1917 F1 (Mellish)

Les météores des sigma-Hydrides (HYD) sont très rapides, avec une vitesse de 58 km par seconde. Le taux horaire moyen est faible, avec environ 3 météores par heure au moment du maximum.

La découverte de cet essaim pourrait être attribuée à Richard E. McCrosky et Annette Posen. En 1961, ils ont édité une liste de 2529 orbites photographiques de météore qui avaient été calculées à partir des photographies de deux stations obtenues pendant le Harvard Meteor Project de 1952-1954. Ils ont identifié 7 de ces orbites comme indiquant un essaim produisant un radiant proche de *sigma Hydri*. Plus tard cette année-là, Luigi G. Jacchia and Fred L. Whipple ont édité une analyse de 413 orbites photographiques précises également obtenues pendant la période 1952-1954 et ont identifié 3 météores comme appartenant à cet essaim. La confirmation d'un essaim en Décembre de ce radiant a été faite par des observateurs à Waltair, Inde, au cours d'une étude d'essaims météoritiques mineurs dirigée par M. Srirama Rao, P. V. S. Rama Rao et P. Ramesh au cours de la période 1961-1967.

Une recherche à travers les précédents décomptes édités énumérant les radiants visuels révèle des indications occasionnelles de la présence de cet essaim dans la dernière moitié du 19ème siècle et même au 20ème siècle. Mais les séries d'observations les plus saisissantes extraites à partir de ces enregistrements plus anciens, sont les observations en 1937 faites par Cuno Hoffmeister dans le sud-ouest de l'Afrique de cinq météores appartenant aux sigma-Hydrides.

Période d'activité : du 03 au 15 Décembre Maximum : 11 Décembre Longitude solaire (λ) : 260° position du radiant au moment du maximum ascension droite (α) : 127° déclinaison (δ) : +02° Vitesse (en km/s) : 58
r : 3.0 ZHR : 3

Le radiant des Géminides (GEM) est situé au nord-ouest de l'étoile Castor (*Alpha Geminorum*) de magnitude visuelle 1.8. L'emplacement du radiant des Géminides, situé à quelques degrés de l'écliptique, a pour conséquence que l'essaim est également observable dans une grande partie de l'hémisphère sud. Les météores ont une vitesse moyenne d'environ 35 km par seconde.

Les premières indications de l'essaim météoritique des Géminides ont été publiées par le belge Adolphe Quetelet (1841-1861) qui mentionna une haute activité météoritique les 12-13 Décembre 1830 à Heiligenstadt (Allemagne), d'où 40 bolides avaient été signalés. En 1862, les observateurs ont pu voir environ 15 étoiles filantes par heure.

Pendant plus d'un siècle, les astronomes ont cherché en vain la comète à l'origine de l'essaim.

Finalement, c'est le 11 Octobre 1983 que le satellite IRAS découvre un astéroïde, répertorié 1983 TB et par la suite dénommé 3200 Phaeton, se déplaçant pratiquement sur la même orbite que l'essaim. L'identification de l'astéroïde 3200 Phaeton comme étant probablement à l'origine de l'essaim météoritique des Géminides a été faite en premier par Whipple (en 1983), confirmée par Gustavson (en 1989), Williams et Wu (en 1993). Au lieu de résoudre le problème de l'origine de l'essaim, la découverte provoqua la surprise chez les astronomes et amplifia le mystère.

3200 Phaeton, un astéroïde de type Apollo, est catalogué comme potentiellement dangereux puisqu'il peut s'approcher de la Terre à une distance de seulement 8 fois la distance Terre-Lune. Mais s'agit-il réellement d'un astéroïde ? Il est en effet très rare qu'un astéroïde laisse des débris dans l'espace. Il est probable que 3200 Phaeton soit en fait une comète éteinte ou inactive, usée par ses passages répétés dans la banlieue du Soleil. Depuis sa découverte, 3200 Phaeton n'a toujours pas montré d'activité... et l'énigme reste entière.

Période d'activité : 04 au 17 Décembre Maximum : 13 Décembre Longitude solaire (λ) : 262.2° position du radiant au moment du maximum ascension droite (α) : 112° déclinaison (δ) : +33° Vitesse (en km/s) : 35
r : 2.6 ZHR : 120
Comète associée : 3200 Phaeton (astéroïde)

Le radiant de l'essaim des Coma Bérénicides (COM) est situé à environ 10 degrés au nord de la brillante étoile Denebola (*beta Leonis*) de la constellation du Lion. Le taux horaire moyen (ZHR) au moment du maximum est d'environ 3 météores par heure. Avec une vitesse d'environ 65 km par seconde, les météores sont très rapides.

La découverte de cet essaim météoritique vient du résultat des recherches d'essaims parmi les météores détectés par photographie durant le Harvard Meteor Project de 1952-1954. La première mention de l'existence de cet essaim a été faite par R. E. McCrosky et A. Posen en 1959. En 1973, A. F. Cook, B.-A. Lindblad, B. G. Marsden, McCrosky, et A. Posen isolèrent sept photographies de météores de la même collection de météores par Harvard, qui indiquaient un autre essaim que les Leo Minorides de Décembre. Ils notèrent que les orbites présentaient une forte ressemblance avec celles des Coma Berenicids de Janvier. En effet, les orbites des deux essaims sont si semblables que leur existence mutuelle ne peut être le fruit du hasard.

Ce qui rend cet essaim météoritique mineur spécialement intéressant est la similarité de son orbite avec l'orbite d'une comète non confirmée qui a été rapportée en 1912-1913. La comète a été officiellement désignée 1913 I et a été découverte dans les premières heures du 30 Décembre 1912, par B. Lowe, un astronome amateur dans le Sud de l'Australie. Lowe a réussi à poursuivre les observations le 02, 04, 05 et 09 Janvier, avant que la comète disparaisse dans les lueurs matinales. Toutefois, une malheureuse erreur de position dans l'annonce de Lowe par télégramme, lequel a été envoyé à l'Observatoire d'Adélaïde le 07 Janvier, a eu pour conséquence que les recherches entreprises les 08 et 11 Janvier n'ont rien révélé. Avec quatre positions qui pouvaient être déduites des observations approximatives de Lowe, A. C. D. Crommelin et M. Viljev ont pu calculer indépendamment des orbites presque identiques, excepté une variation de 40 degrés dans l'inclination de l'orbite.

La première mention de cette curieuse relation a été faite en 1954 par Fred L. Whipple. Dans un article présentant 144 orbites de météores photographiés obtenues de 1936 à 1951, par les appareils-photo du Harvard College Observatory, Whipple a identifié un météore avec une orbite semblable à celle de 1913 I, assez pour faire une association comète-météore "assez probable à part une incertitude dans l'inclination de l'orbite de la comète." Whipple a ajouté que "si les futures observations de météores confirment l'association, nous pouvons apprendre plus sur l'orbite de la comète Lowe par les études de météores que par ce que nous pouvons glaner de l'observation directe." La suggestion que les Coma Berenicids seraient associés à la comète Lowe a été également suggérée par McCrosky et Posen en 1959.

Période d'activité : du 12 au 23 Décembre Maximum : 15 Décembre Longitude solaire (λ) : 264°
position du radiant au moment du maximum ascension droite (α) : 175° déclinaison (δ) : $+18^\circ$
Vitesse (en km/s) : 65 r : 3.0 ZHR : 3

Les December Leonis Minorids (DLM) sont actives d'un radiant situé à l'est de Leo Minor, à dix degrés au nord-est de l'étoile Zeta Leonis. Le maximum d'activité se produit vers le 20 Décembre, avec des taux actuels d'environ un météore par heure depuis l'hémisphère nord et moins d'un par heure depuis l'hémisphère sud. Avec une vitesse de 64km/s, l'essaim produit essentiellement des météores rapides.

Les récentes données par vidéo obtenues sur plusieurs années ont permis de bien faire la distinction entre l'essaim des Coma Bérénicides (COM) et celui des December Leonis Minorids (DLM).

Période d'activité : du 05 Décembre au 04 Février Maximum : 19 Décembre Longitude solaire (λ) : 268°
position du radiant au moment du maximum ascension droite (α) : 161° déclinaison (δ) : $+30^\circ$
Vitesse (en km/s) : 64 r : 3.0
ZHR : 5 Comète associée : C/1798 X1 (Bourvard) ?

Le radiant des Ursides (URS) est situé près de l'étoile Kochab de la Petite Ourse (*Ursa Minor*). Les météores ont une vitesse d'environ 33 km par seconde. Le taux horaire moyen (ZHR) est de 10 météores par heure au moment du maximum, mais occasionnellement, le ZHR peut atteindre 50 météores par heure. Plusieurs sursauts majeurs d'activité se sont produits dans les soixantes dernières années, notamment en 1945 et 1986, et certaines années avec des taux moindres, comme en 1988, 1994 et 2000.

Les Ursides sont associés à la comète Méchain, désormais nommée 8P/Tuttle. Découverte par Pierre Méchain en 1790, cette comète a été redécouverte par Horace Parnell Tuttle en 1858 qui note une forte ressemblance avec la comète de 1790 après calcul des éléments orbitaux. Karl Christian Bruhns découvre également la comète quelques jours après Tuttle. Découverte à nouveau en 1871 par Alphonse Louis Nicolas Borrelly, par Friedrich August Theodor Winnecke, puis par Tuttle. la comète a été revue à chacun de ses retours, excepté en 1953.

Période d'activité : du 17 au 26 Décembre Maximum : 22 Décembre Longitude solaire (λ) : 270.7°
position du radiant au moment du maximum ascension droite (α) : 217° déclinaison (δ) : $+76^\circ$
Vitesse (en km/s) : 33 r : 3.0 ZHR : 10

Comète associée : [8P/Tuttle](#) (période de 13.5 ans)

Visibilité des planètes

Mercure Observable du 10 au 25 décembre le matin (cancer)

Vénus : basse dans le ciel du matin de plus en plus haute. (Vierge)

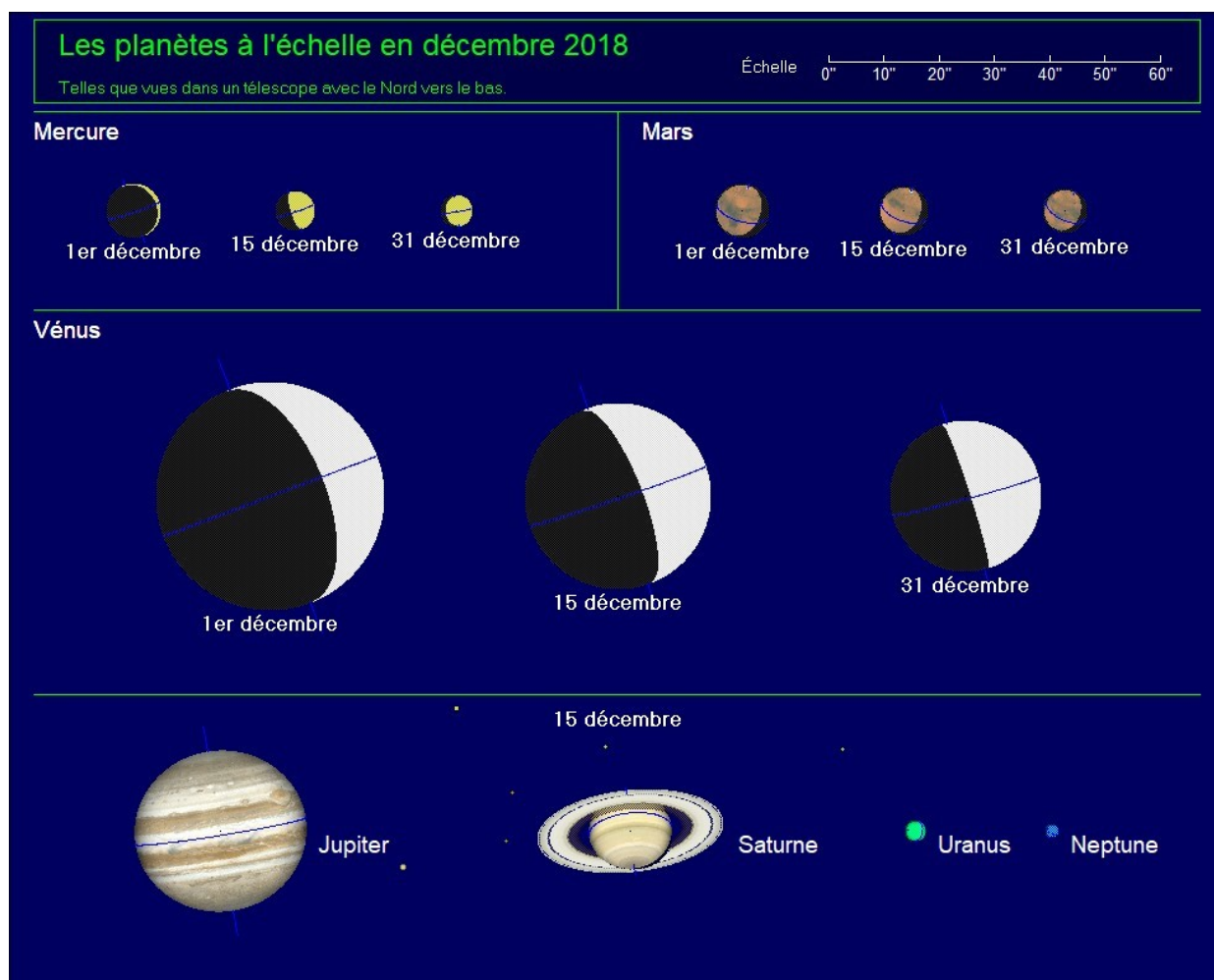
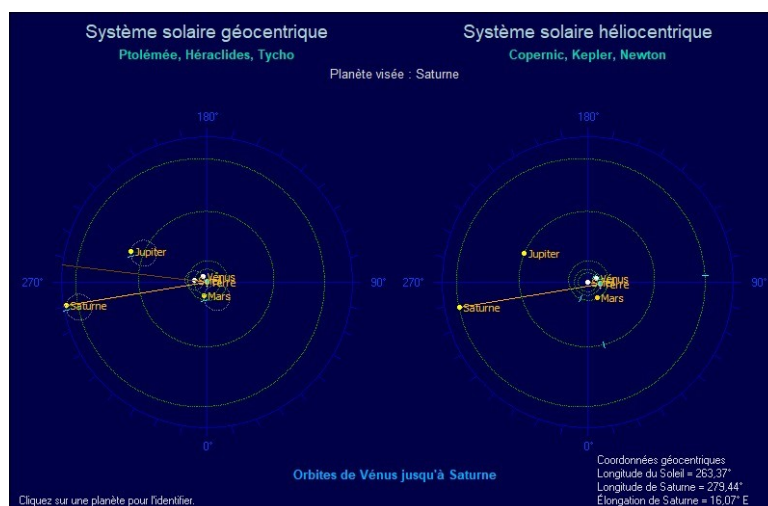
Mars de plus en plus difficile à Observer le soir (Poissons Verseau)

Jupiter il faut attendre le début janvier pour le voir le matin (Balance)

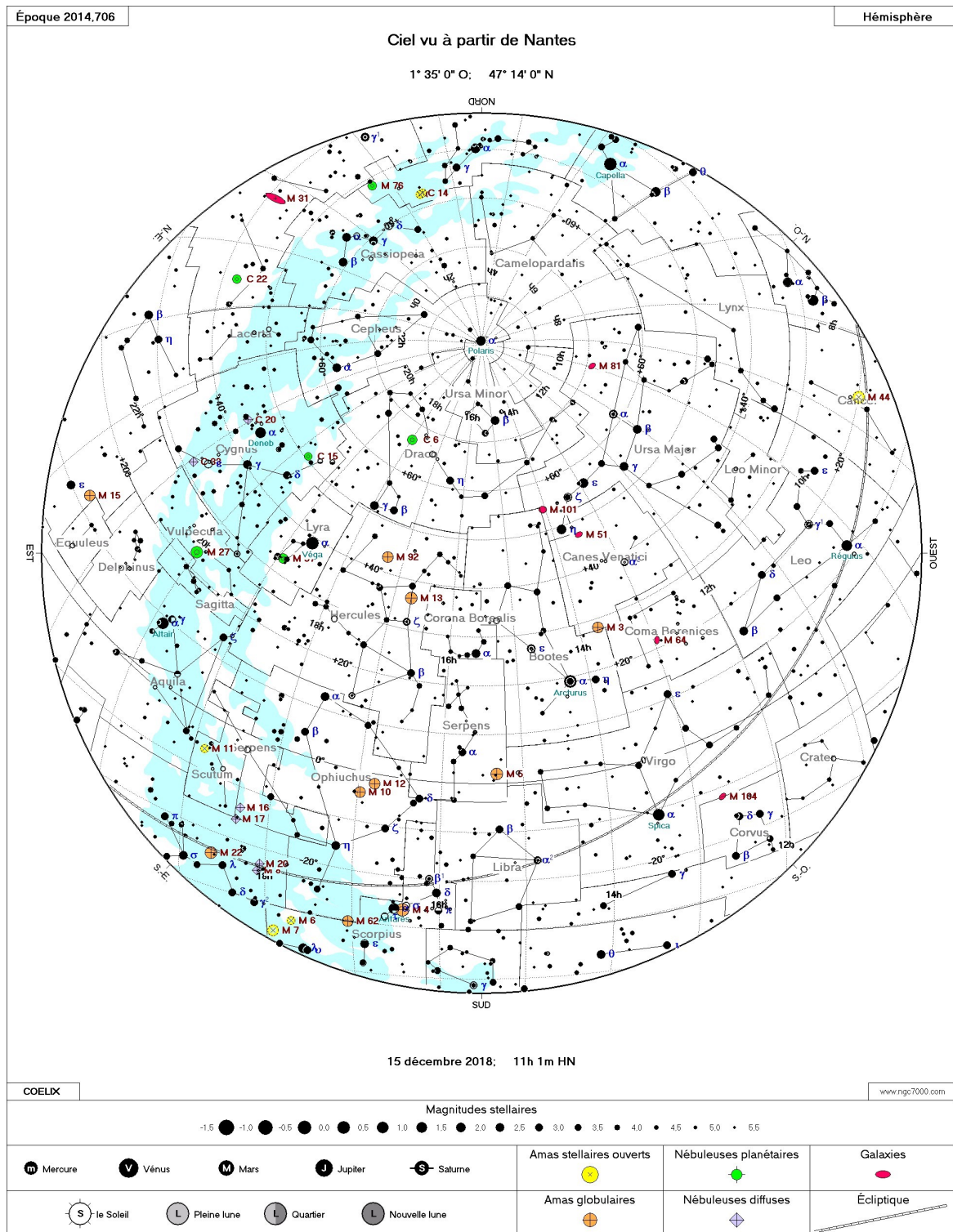
Saturne devient inobservable (Sagittaire)

Uranus : position favorable (poissons)

Neptune période favorable (Verseau)



CARTE DU CIEL

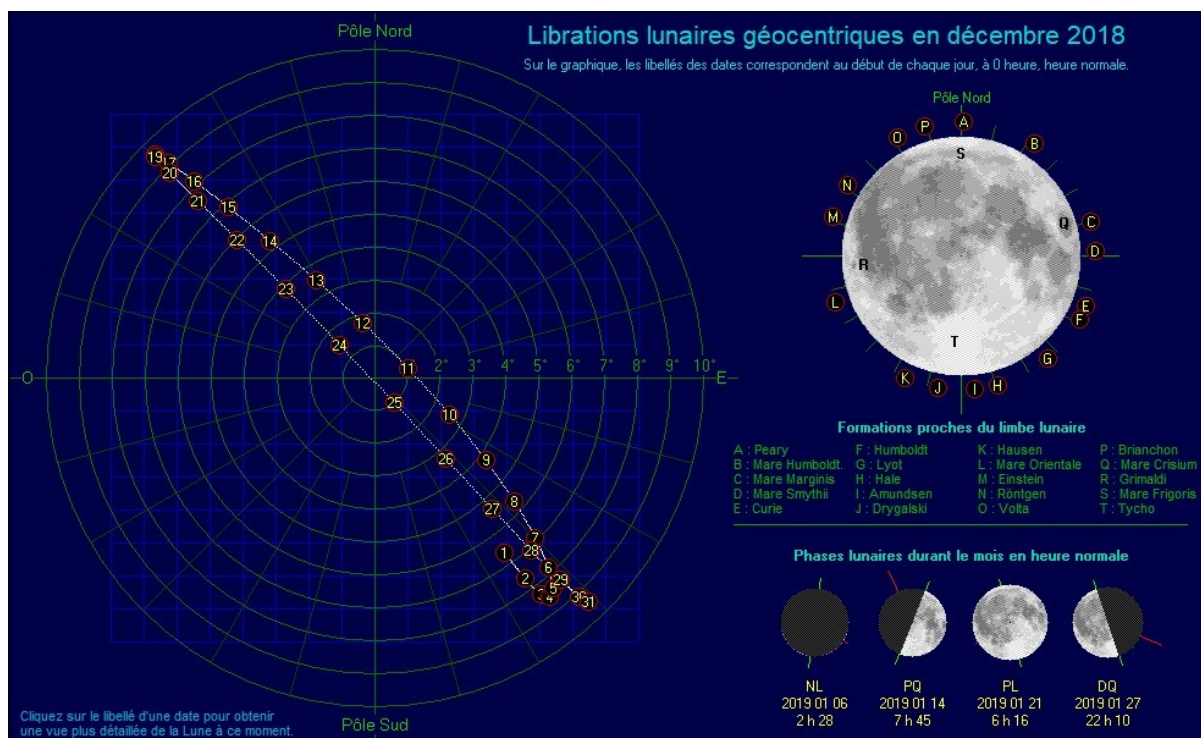
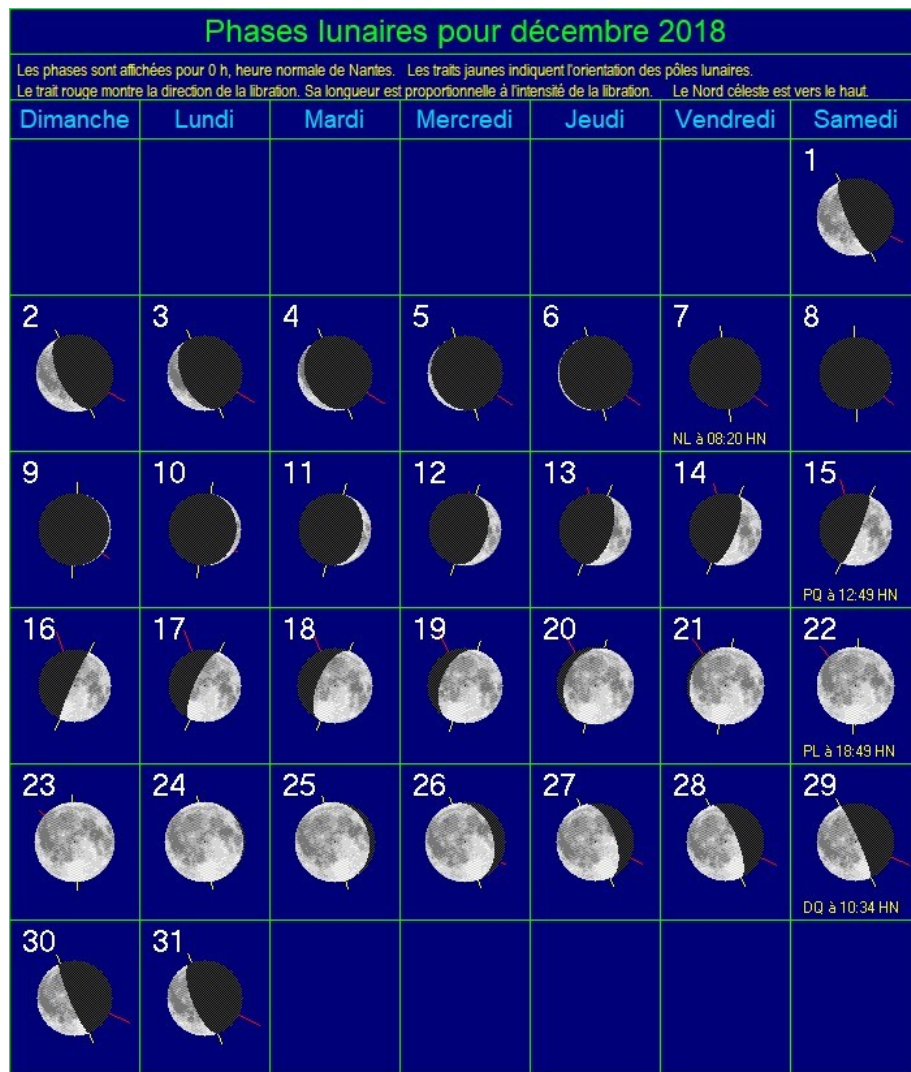


Comment utiliser la carte du ciel

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.

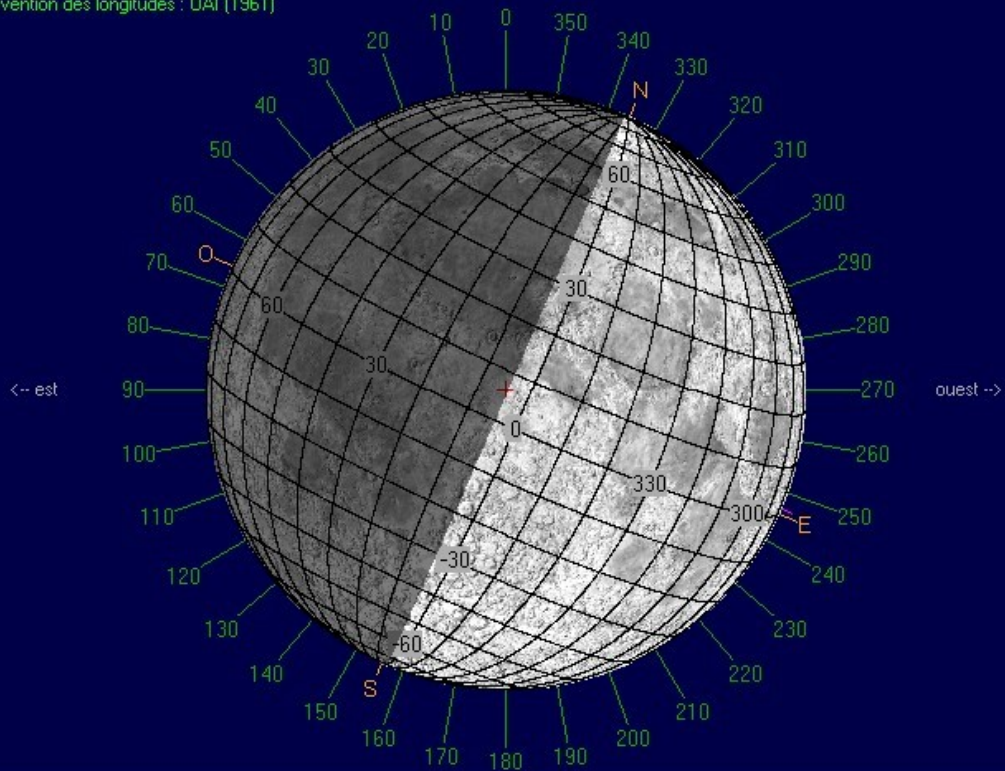
LA LUNE



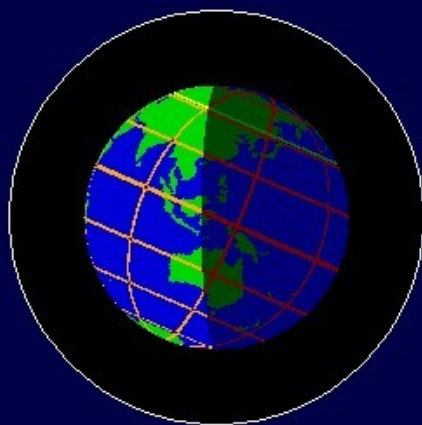
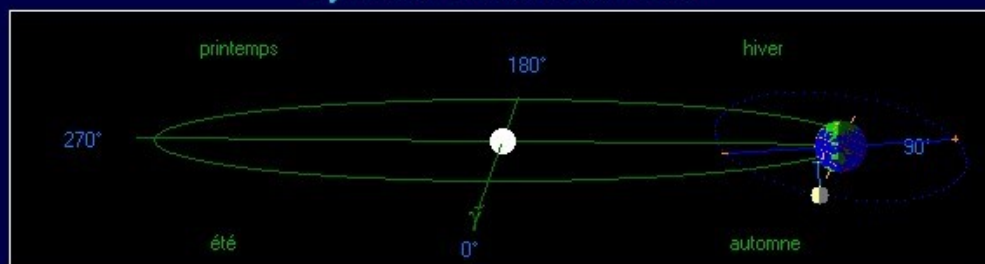
Carte de la Lune (vue topocentrique)

Angle de position du pôle Nord = $335,68^\circ$
 Angle de position du limbe éclairé = $246,60^\circ$
 Pourcentage d'illumination = 49,62%
 Convention des longitudes : UAI (1961)

Longitude sélénographique du centre du disque = $4,74^\circ$
 Latitude sélénographique du centre du disque = $6,35^\circ$
 Longitude du terminateur du soleil levant = $4,20^\circ$



Système Soleil-Terre-Lune



Vue de la Terre à partir
du point vernal



Vue de la Lune
à partir de Nantes

Les unités de mesure font peau neuve

Christophe Daussy
Enseignant-Chercheur

Publié le 13/11/2018

Plus de deux siècles après la première définition du mètre à partir d'un invariant de la nature qui a conduit à sa redéfinition en fixant la valeur numérique de la vitesse de la lumière en 1983, nous sommes aujourd'hui en mesure d'étendre cette approche à l'ensemble des unités pour instaurer le premier système d'unités entièrement défini à partir de constantes universelles. Cette évolution historique verra l'entrée en vigueur le 20 mai 2019 du système d'unités le plus invariable et le plus universel jamais établi par l'Homme.

En décidant de fixer certaines constantes universelles, les métrologistes s'appêtent à changer notre façon de mesurer le monde. Cette révolution sera marquée par une réforme majeure du Système international d'unités (le SI) qui sera décidée à Versailles, lors de la 26^e Conférence générale des poids et mesures (CGPM), du 13 au 16 novembre. Le nouveau SI entrera ensuite en vigueur le 20 mai 2019 à l'occasion de la journée mondiale de la métrologie. L'ambition de cette grande réforme est d'établir un système d'unités plus cohérent, plus stable et universel.



Les sept unités de base du SI. © BIPM

Quelles sont ces constantes universelles sur lesquelles vont dorénavant reposer toutes nos mesures ?

Notre SI compte sept unités de base (voir illustration ci-dessus), autant de constantes seront donc nécessaires pour construire le nouveau système :

La fréquence de transition entre deux niveaux de l'état fondamental de l'atome de césium 133 (notée ν_{Cs}) basée sur la quantification des niveaux d'énergie à l'échelle atomique.

La vitesse de la lumière dans le vide (notée c) en tant que vitesse limite dans le cadre de la théorie de la relativité restreinte.

La constante de Planck (notée h) introduite par la mécanique quantique.

La charge élémentaire (notée e) de l'électromagnétisme.

La constante de Boltzmann (notée k) introduite en thermodynamique.

La constante d'Avogadro (notée N_A) particulièrement utilisée en chimie.

Le rendement lumineux (noté K_{cd}) utilisé en photométrie.

Dans l'ancien SI, les valeurs numériques de ν_{Cs} , K_{cd} et c sont déjà fixées implicitement par les définitions respectivement de la seconde, de la candela et du mètre. Ainsi la définition du mètre par exemple, donnée depuis 1983 par la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de $1/299.792.458^e$ de seconde, impose que c soit égal à 299.792.458 m/s exactement. Au cours de la 26^e Conférence générale des poids et mesures, à ces trois constantes viendront s'ajouter h , e , k et N_A dont les valeurs numériques seront fixées à des valeurs exactes pour redéfinir le kilogramme, l'ampère, le kelvin et la mole (voir tableau ci-dessous).

Constante	Symbol e	Valeur numérique exacte	Définition de l'unité du SI
Fréquence de transition entre les deux niveaux de l'atome de césium	$\Delta\nu_{\text{Cs}}$	9 192 631 770 Hz (avec Hz = s ⁻¹)	La seconde (s) est définie en fixant la valeur de $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ exprimée en s ⁻¹
Vitesse de la lumière dans le vide	c	299 792 458 m/s	A partir de la seconde, le mètre (m) est défini en fixant la valeur de c exprimée en m s ⁻¹
Constante de Planck	h	6,626 070 15 × 10 ⁻³⁴ J s (avec J = m ² kg s ⁻²)	A partir de la seconde et du mètre, le kilogramme (kg) est défini en fixant la valeur de h exprimée en kg m ² s ⁻¹
Charge élémentaire	e	1,602 176 634 × 10 ⁻¹⁹ C (avec C = A s)	A partir de la seconde, l'ampère (A) est défini en fixant la valeur de e exprimée en A s
Constante de Boltzmann	k	1,380 649 × 10 ⁻²³ J/K (avec J = m ² kg s ⁻²)	A partir de la seconde, du mètre et du kilogramme, le kelvin (K) est défini en fixant la valeur de k exprimée en K ⁻¹ kg m ² s ⁻²
Constante d'Avogadro	N_A	6,022 140 76 × 10 ²³ mol ⁻¹	La mole (mol) est définie en fixant la valeur de N_A exprimée en mol ⁻¹
Rendement lumineux d'une radiation monochromatique de fréquence 540.10 ¹² Hz	K_{cd}	683 lm/W (avec lm = cd m ² m ⁻² = cd sr et W = m ² kg s ⁻³)	A partir de la seconde, du mètre et du kilogramme, la candela (Cd) est définie en fixant la valeur de K_{cd} exprimée en cd sr kg ⁻¹ m ⁻² s ³

Construction du nouveau Système international d'unités ou SI.

Pourquoi a-t-on choisi ces constantes ?

Ces quatre grandeurs ont été retenues pour les raisons suivantes :

Chacune s'exprime en fonction de l'unité que l'on cherche à définir (et éventuellement d'autres unités de base elles-mêmes définies par d'autres constantes).

Ce sont des invariants de la nature (indépendant du temps et de l'espace) à caractère universel ce qui permettra d'assurer la stabilité à long terme des nouvelles définitions.

Elles ont été mesurées avec une très faible incertitude dans l'ancien SI, ce qui permettra de fixer la valeur numérique de chaque constante en garantissant la continuité entre l'ancien et le nouveau système de mesure.

Mais pourquoi donc redéfinir le kilogramme, la mole, l'ampère et le kelvin ?

Plusieurs difficultés intrinsèquement liées à l'ancien SI seront surmontées dès la mise en place du nouveau système en 2019.

Le kilogramme repose depuis 1889 sur un objet matériel particulier, le prototype international du kilogramme (noté K). Cette définition qui privilégie une masse particulière ($K=1$ kg) conduit à une qualité des pesées dégradée pour les masses inférieures au kilogramme. Les pesées à l'échelle du milligramme sont ainsi 2.500 fois moins précises que celles réalisées autour de 1 kilogramme. Un autre problème bien connu concerne la stabilité - ou plutôt l'instabilité - à long terme du kilogramme. On sait en effet que les masses des différents étalons (K et ses copies) sont instables et ont varié les unes par rapport aux autres d'environ $50 \mu\text{g}$ en un siècle ! Dans ces conditions, que dire par exemple de la stabilité de la masse de l'électron ou du proton sur la même période ?

La définition de la mole qui exprime la quantité de matière contenue dans 0,012 kg de carbone 12 repose sur la définition du kilogramme. Elle est donc directement impactée par les problèmes liés à l'unité de masse et la quantité de matière contenue aujourd'hui dans un mole n'est pas strictement la même qu'en 1971 lorsqu'elle a été introduite dans le SI !

En reposant sur des invariants de la nature, la nouvelle définition du kilogramme assurera la stabilité de l'unité tout en ne privilégiant aucune masse particulière. On peut également noter que la nouvelle définition de la mole déconnectera cette dernière de la définition du kilogramme.

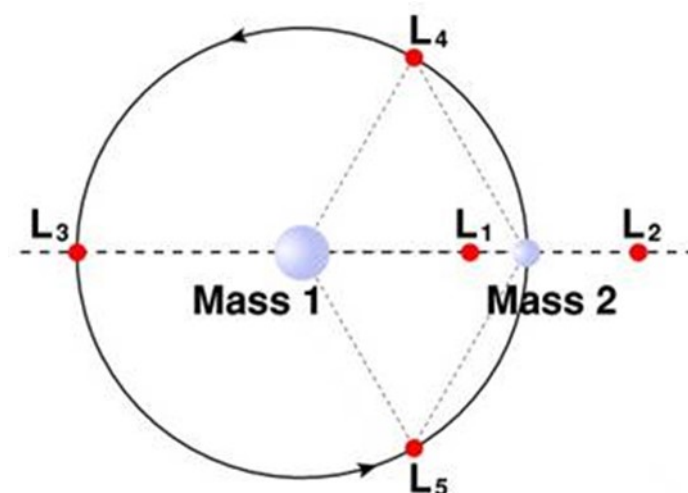
Un autre problème majeur actuel est posé par l'expérience idéale qui, depuis 1948, sert à définir l'ampère : la force mécanique entre deux fils infiniment longs, séparés d'un mètre, dans lesquels circule un courant. Depuis plusieurs décennies les mesures électriques n'utilisent plus cette définition qui en pratique a été remplacée par des étalons bien plus performants : un étalon de tension et un étalon de résistance qui reposent respectivement sur un effet quantique dans un semi-conducteur (l'effet Hall quantique) et sur un effet qui apparaît à basse température dans un supraconducteur (l'effet Josephson). Ces étalons font intervenir e et h , deux constantes qui seront fixées dans le nouveau SI. La nouvelle définition de l'ampère permettra donc de réconcilier définition et réalisations pratiques des unités électriques.

Pour finir l'unité de température, le kelvin. Elle repose depuis 1954 sur un système physique particulier, le point triple de l'eau choisi comme point fixe fondamental auquel est attribué par convention la température exacte de 273,16 K (soit $0,01^\circ\text{C}$). Toute mesure de température doit donc se référer à cette température particulière, contrainte qui pose de grandes difficultés particulièrement pour les thermomètres fonctionnant à très basses températures (au-dessous de 20 K) ou à très hautes températures (au-dessus de 1.300 K). Fixer k plutôt que la température du point triple de l'eau permettra de ne privilégier aucune température particulière et de lever cette difficulté.

LE JWST.

Après de nombreuses péripéties, augmentations de budget et reports de lancement répartis sur près de 30 ans, le successeur direct de Hubble, le télescope spatial James Webb (du nom du célèbre administrateur de la NASA de l'époque Apollo), un projet mené dans le cadre d'une coopération internationale associant la NASA, l'ESA et l'Agence spatiale canadienne, est maintenant bien sur les rails.

Le lancement, reporté plusieurs fois, est maintenant prévu en Mars 2021.



JWST sera lancé par une Ariane 5 ECA de Kourou, et placé au point de Lagrange L2 du système Terre-Soleil (à 1,5 millions de km de la Terre).

Pourquoi si loin ? (rendant pour le moment toute réparation impossible). Pour des questions thermiques ; plus près il nécessiterait un système cryogénique de refroidissement plus poussé que celui prévu, qui est un refroidissement principalement passif. De plus il sera ainsi loin de toute pollution lumineuse notamment IR.

Durée de vie prévue : 5 à 10 ans, due à la consommation d'ergol toutes les 3 semaines, pour maintenir l'orbite.

C'est le plus grand satellite envoyé dans l'espace à ce jour.

Plus grand, plus performant que Hubble dont il est théoriquement le successeur, il devrait grâce à sa vue dans le domaine infra rouge de 0,6 à 26 microns (rappel : visible de 0,4 à 0,8 et Hubble : 0,2 à 2,4 donc un peu dans les UV et un peu dans l'IR) nous permettre d'appréhender les premières formations de galaxies, 300 millions d'années après le Big Bang.

L'infra-rouge est un domaine correspondant aux objets froids de l'Univers, c'est-à-dire qu'il peut pénétrer les poussières entourant les galaxies dans les disques proto planétaires afin d'étudier ceux-ci.

D'autre part, due au décalage vers le rouge, c'est le télescope idéal pour ces galaxies lointaines et les premières étoiles.

C'est l'Univers profond qui est à sa portée maintenant.

Mais sa mission ne s'arrête pas là ; il devrait aussi être capable de « voir » des exoplanètes de type rocheux ainsi que d'analyser leurs atmosphères.

De plus il pourrait aussi s'intéresser à Mars.

Son miroir est trois fois plus grand que celui de Hubble (6,5m contre 2,4m) donc plus lumineux. L'ensemble du Webb fait 22m par 14m et a une masse de 6,2t. Le budget complet de JWST a fortement évolué et devrait finalement se situer un peu en dessous de 10 Milliards de \$!



C'est John Mather, du GSFC, le prix Nobel de physique qui est le responsable scientifique de ce télescope.

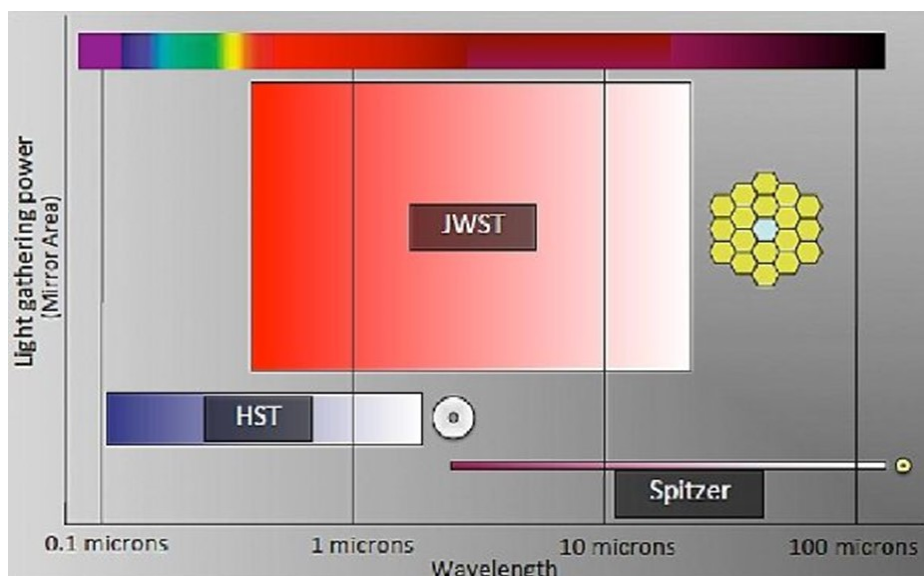
C'est un spécialiste de la cosmologie et il a reçu avec son collègue George Smoot, le prix Nobel de Physique en 2006 pour sa contribution à l'étude du bruit de fond cosmologique (CMB) grâce aux mesures du satellite COBE.

Première lumière attendue du Webb, deux mois après sa mise à poste.

LE TÉLESCOPE.

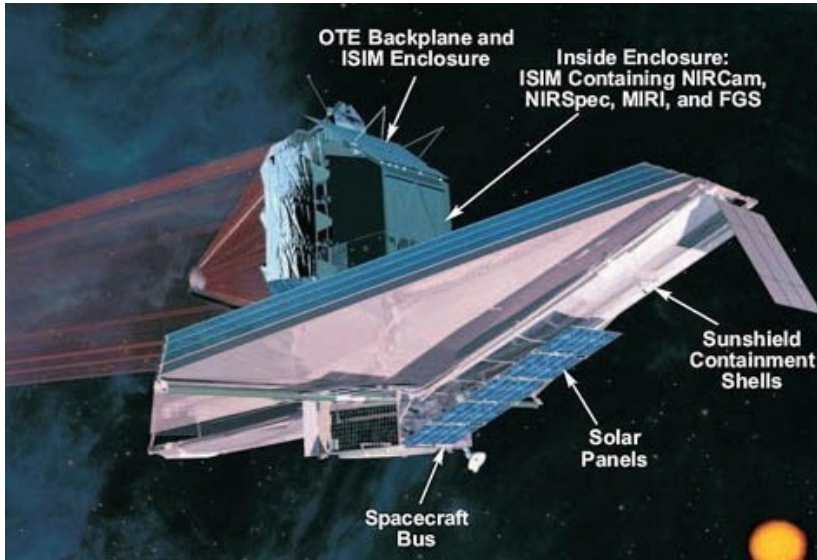
Ball Aerospace, célèbre firme connue pour ses succès de missions spatiales (Deep Impact etc..) est le principal sous-traitant du télescope spatial JWST (James Web Space Telescope), dont le maître d'œuvre est Northrop Grumman.

Il opérera dans l'Infra Rouge. Pourquoi ? Hubble a déjà défriché le chemin dans le domaine visible et le Webb s'intéresse principalement au domaine lointain, donc touché par le décalage vers le rouge et l'infrarouge. Les étoiles et planètes en formation sont situées au centre de nuages opaques de poussières et de gaz et seul le rayonnement IR permet de les pénétrer. Il devrait aussi s'intéresser aux exoplanètes et aux signes de vie possible sur celles-ci. Il devrait permettre de « voir » certaines exoplanètes.



Comparaison des fenêtres de détection des trois principaux télescopes spatiaux américains

Voici une vue du télescope spatial James Webb, on reconnaît dans la partie supérieure le miroir primaire constitué de 18 miroirs hexagonaux (3 groupes de 6 miroirs) et le miroir secondaire.



L'ensemble constituant le télescope (OTE = Optical Telescope Element). Derrière le miroir primaire se trouve la baie d'instruments (ISIM = Integrated Science Instruments Module)

la partie inférieure contient les protections solaires (sunshield) qui sont 5 membranes fines de polyester chargées de garder le reste du télescope à des basses températures.

Le côté Soleil et Terre se trouve bien entendu du côté opposé aux miroirs, donc vers la partie inférieure de l'image. Ces écrans servent donc bien à protéger le télescope et ses précieux instruments de la chaleur solaire.

Sous les panneaux de protection se trouvent un jeu de panneaux solaires repliés pour la fourniture d'énergie.

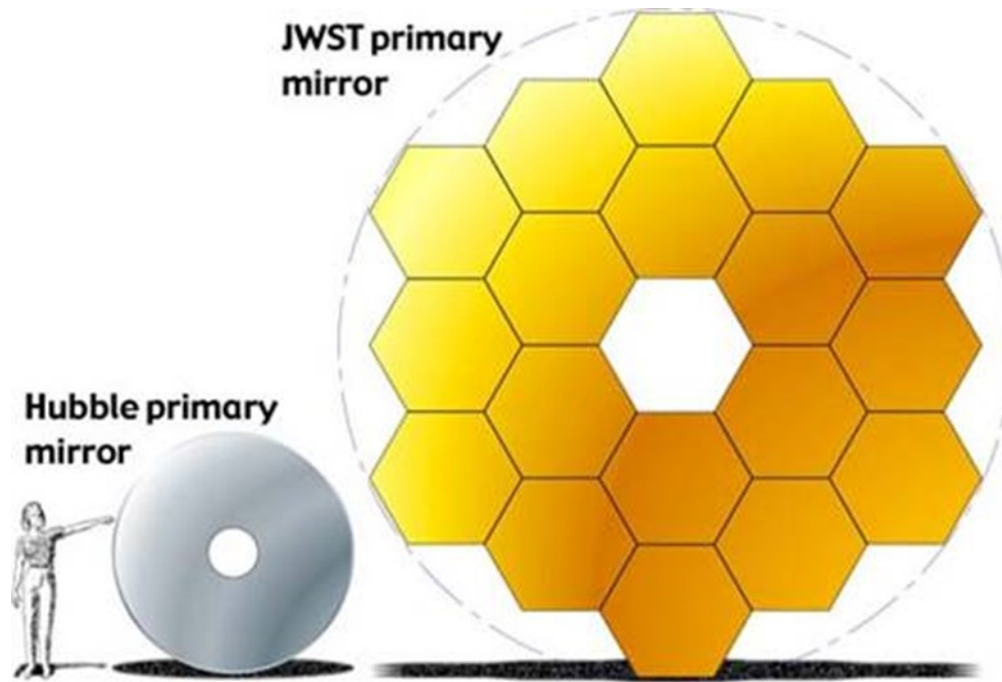


Le miroir primaire et les protections solaires sont de très loin supérieurs à ce que la coiffe d'une fusée peut contenir, aussi un système astucieux de pliage a été mis au point afin qu'un déploiement sans problème dans l'espace se produise.

Le déploiement obéit à une procédure bien précise, qui est celle-ci en simplifiée :

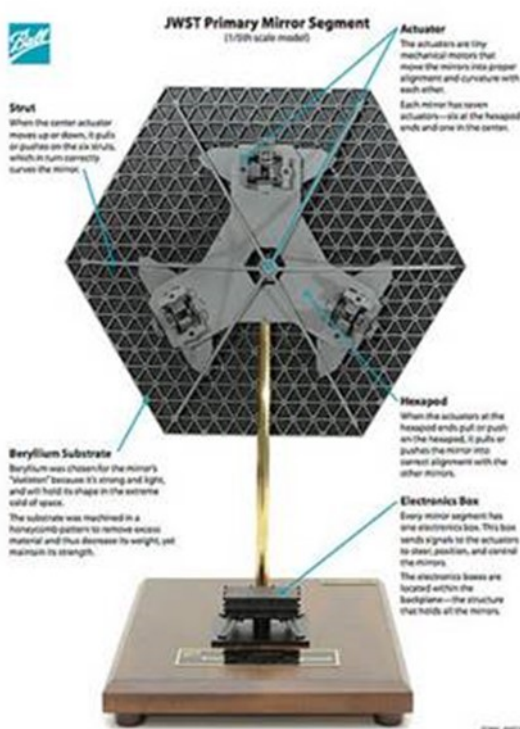
- Déploiement des panneaux solaires et antennes
- Déploiement des protections solaires
- Surélévation de la tour portant les miroirs et instruments
- Démarrage du refroidissement cryogénique
- Déploiement du miroir secondaire
- Déploiement du miroir principal
- Arrivée en L2

Illustration : NASA/JWST



Comparaison des miroirs de Hubble et du JWST

Le miroir primaire fait 6,5m de diamètre et est constitué de différents segments hexagonaux identiques en Béryllium de 1,3m de diamètre, chacun pesant environ 20kg. Le Béryllium se déforme très peu et en plus c'est un métal très léger (densité 1,8). Par contre il est difficile à usiner et toxique. Chaque segment de ce miroir a été recouvert d'un dépôt ultra fin (120nm !) d'or par évaporation, afin d'assurer la bonne réflexion de la lumière IR reçue. Ce dépôt est recouvert lui-même d'une fine couche de SiO₂ (du verre) pour protection. Masse du miroir seul : 625kg. Ils sont construits par Ball Aerospace & Technologies Corp., Boulder, Colorado

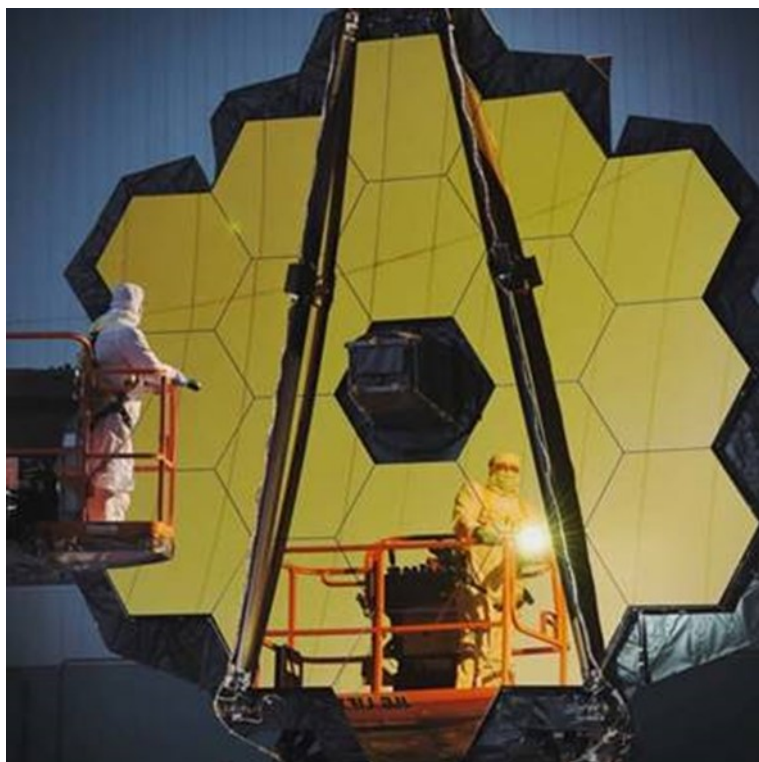


Les miroirs élémentaires doivent être jointifs le plus possible, et ce ne peut être accompli qu'à l'aide d'un système développé à cet usage et appelé Primary Mirror Alignment and Integration Fixture effectuant ses positionnements par pointée Laser.

Chaque segment possède sur sa face arrière six actuateurs permettant de modifier légèrement sa surface et sa courbure pour compenser certains effets indésirables et permettre une mise au point parfaite.

Les miroirs sont montés sur une structure très solide en composite de carbone.

Signalons que les miroirs sont mobiles dans une faible latitude afin de compenser certaines erreurs de mise au point.



On voit ici, le miroir complètement monté dans la salle blanche du GSFC à Greenbelt (Maryland).

Le système comprend aussi deux autres petits miroirs afin d'amener l'image dans le plan focal.

On dit que ce télescope serait si précis qu'il permettrait de voir une abeille sur la Lune et d'en mesurer sa chaleur (c'est principalement un télescope IR).

LE BOUCLIER THERMIQUE OU PARE SOLEIL.

Comme le télescope s'intéresse particulièrement aux objets IR, il va falloir que la température des capteurs et de l'électronique ne produise pas de chaleur détectable. Il faut donc refroidir cet ensemble capteurs-électroniques. C'est le rôle du bouclier thermique.

IL faut maintenir une température pour la plupart des capteurs de l'ordre de 50K.

Ce refroidissement est assuré par différentes couches de polymères (pliables bien sûr aussi) de 22m de long et 12m de large.

Ce parasol de 300m² est large comme un court de tennis. Il assure un refroidissement passif de la partie mesure de 50K. Certains instruments nécessitent un refroidissement cryogénique supplémentaire pour bien fonctionner.

Chaque couche de polymère (Kapton –de Dupont de Nemours- revêtu d'Alu pour la conductibilité électrique, afin d'éliminer toute électricité statique !) est plus froide que la couche inférieure, le vide entre les couches étant un excellent isolant thermique. Le Kapton peut tenir à des écarts de température énormes : -269°C à +400°C !).

couches sont beaucoup plus efficaces qu'une seule couche plus épaisse. De plus elles sont toutes (légèrement) différentes en taille et épaisseur.

Ces couches sont résistantes, mais ne sont pas à l'abri d'un percement à cause d'une micrométéorite, c'est pour cela qu'un processus spécial de fusion entre différentes parties des polymères évite un déchirement à partir de ces points de rupture.

C'est la société NeXolve qui assemble les couches de polyester.

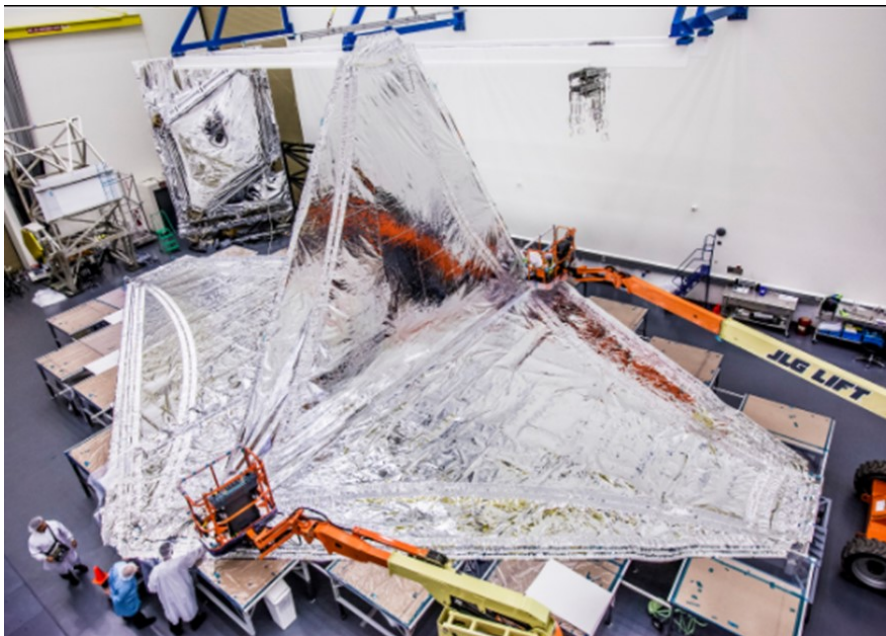


Photo : test des différentes couches chez Northrop Grumann, on remarque les différentes soudures luttant ainsi contre l'augmentation de la taille d'une déchirure.

Le bouclier est toujours situé face au Soleil de manière à ce que le télescope soit toujours « à l'ombre ».

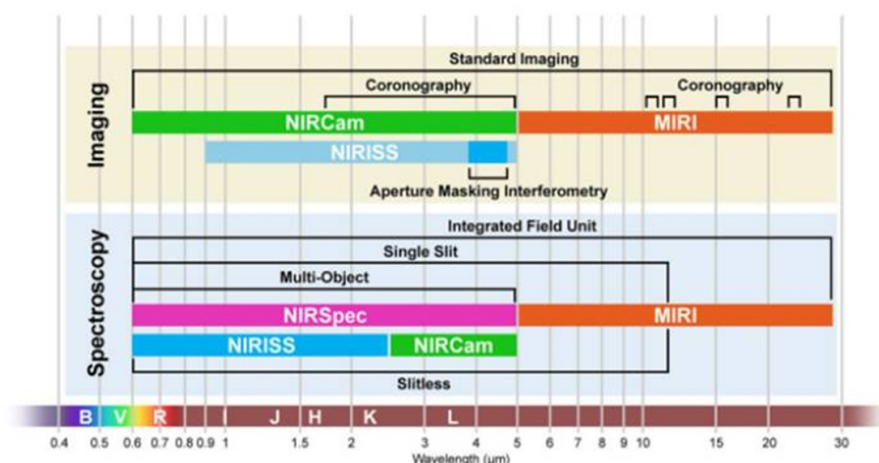
Le déploiement du parasol a été particulièrement bien étudié et vérifié afin qu'il s'effectue correctement, sinon la mission est compromise.

LES INSTRUMENTS.

Le JWST possède principalement 4 instruments :

- La caméra dans le proche infrarouge (NIRCam), fournie par la NASA par l'intermédiaire de l'Université de l'Arizona
- Le spectrographe dans le proche infrarouge (NIRSpec), qui fonctionne dans des longueurs d'onde similaires, fabriqué par Astrium GmbH et fourni par l'ESA et dont les détecteurs et l'ensemble de micro-volets sont, eux, fournis par la NASA.
- L'instrument dans l'infrarouge moyen (MIRI) – est fourni par un consortium d'organismes européens (dont le CEA) financés sur des fonds publics et par la NASA, la coordination étant assurée par l'ESA.
- Le détecteur de guidage de précision/caméra à filtre accordable (FGS/NIRISS), est fourni par les Canadiens de l'ASC

En ce qui concerne les instruments, voici un tableau résumant leur domaine d'utilisation en longueur d'onde.



Les 4 instruments (Near-InfraRed Imager and Slitless Spectrograph [NIRISS], Near InfraRed Camera [NIRCam], Near InfraRed Spectrograph [NIRSpec], et Mid-Infrared Instrument [MIRI]) offrent une complémentarité d'utilisation.

la sonde InSight s'est posée sur Mars

L'effervescence a gagné la NASA et le centre français des études spatiales lundi 26 novembre. La sonde InSight a réussi son atterrissage sur la planète rouge.



C'est une mission inédite qui doit permettre de mieux connaître la planète Mars. La sonde InSight a envoyé une première image de la planète à la NASA et au centre français des études spatiales après avoir réussi son atterrissage lundi 26 novembre. Avant cela, de longues minutes d'attente se sont écoulées avant la confirmation de l'atterrissage. À la Cité des sciences à Paris les chercheurs français ont exulté lundi soir. La sonde a bouclé son périple de 480 millions de kilomètres à travers l'espace.

Des informations cruciales

InSight est la première sonde depuis six ans à toucher le sol martien. Un voyage entamé en mai dernier qui s'est achevé vers 21 heures au terme d'une descente vertigineuse à plus de 20 000 km/h. Le sismomètre est l'un des instruments embarqués par la sonde. Il va permettre aux scientifiques d'écouter les mouvements tectoniques de Mars et transmettre des données sur la structure interne de la planète. La mission devrait durer deux ans et apporter des informations inédites aux chercheurs.

L'objectif de la mission est de déterminer la structure interne de Mars, de reconstituer l'histoire de sa formation et de comprendre pourquoi elle a perdu son eau et la majeure partie de son atmosphère.

Grace à un bras manipulateur la sonde déposera délicatement à la surface de Mars un petit appareil d'une vingtaine de centimètres de diamètre de construction française. Il s'agit d'un sismomètre d'une extrême précision.

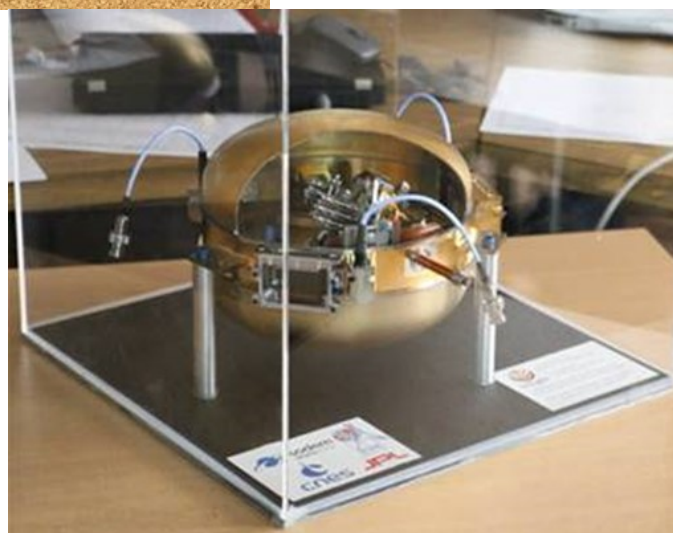
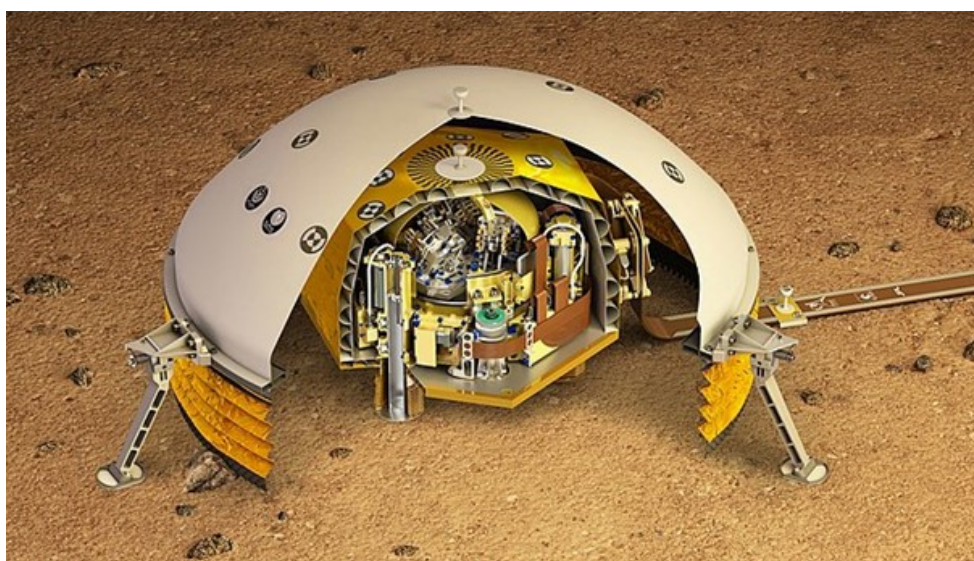
Une alliance amusante : celle d'une technologie très sophistiquée et d'une méthode ancestrale.

Le sismomètre SEIS enregistrera les secousses perçues mais il doit aussi déterminer la direction d'où provient le signal. Par exemple par rapport au nord. Mais où est le nord sur la planète ?

Pour le savoir on utilisera une technique plus que millénaire : un petit gnomon.

C'est la tige de préhension du sismomètre qui servira de gnomon et son ombre sur une mire sera une donnée décisive pour connaître l'orientation de la sonde à la surface de Mars.

Cette ombre sera filmée par une caméra fixée au bout du bras manipulateur.



Le sismomètre SEIS

Un éclaté de l'appareil permettant d'apercevoir le gnomon et sa mire avant l'installation de la cape protectrice

LA CONSTELLATION DU MOIS

LE COCHER

En ce mois de décembre, la constellation du Cocher (Auriga, en latin) se trouve plein sud en milieu de nuit, juste au-dessus du chasseur Orion. L'aurige céleste est représenté souvent le fouet à la main, portant une chèvre sur l'épaule. C'est grâce à elle, Capella (*chevrette* en latin), une étoile de magnitude 0, que vous trouverez sans problème le Cocher.

Cet astre brillant cache en fait un système stellaire multiple dont les composantes principales sont deux étoiles géantes environ 10 fois plus larges et 3 fois plus massives que le Soleil, accompagnées d'un duo de naines rouges. La constellation du Cocher ressemble en gros à un pentagone dont la pointe est une étoile d'une constellation limitrophe, Bêta du Taureau. Sous la brillante Capella, vous repérerez un triangle pointu formé des étoiles Epsilon (Almaaz), Êta et Dzêta, dont l'éclat se situe entre les magnitudes 3 et 4. Un ensemble parfois symbolisé par deux chevreaux sur les gravures classiques.

Pour la petite histoire (mythologique), le Cocher serait Erichthonios, légendaire roi d'Athènes et inventeur du quadriga, char tiré par un attelage de quatre chevaux.



AUX JUMELLES

Traversée par la Voie lactée, la constellation du Cocher offre de beaux paysages astronomiques comportant de nombreux amas stellaires. M 36, M 37 et M 38 sont trois amas ouverts brillants aisément reconnaissables. L'étoile RT est une variable de type céphéide, dont l'éclat passe de la magnitude 5,0 à 5,8 sur une période de 3,7 jours.

LE SAVIEZ-VOUS?



1) Qu'est-ce qu'une comète ?

Un astre diffus s'invite ce mois-ci dans le ciel : la comète Wirtanen

Mais qu'est-ce qu'une comète ? me direz-vous. Une "boule de neige sale", comme l'astronome américain

Fred Whipple en fait l'hypothèse dès 1950. Modèle que la sonde européenne Giotto confirme en mars 1986, lors de son passage à 600 km de la comète de Halley : le noyau cométaire est constitué essentiellement de glace d'eau mêlée à de la roche. Ces corps vagabonds, de quelques kilomètres de diamètre, évoluent autour du Soleil sur des orbites très elliptiques, qui les amènent régulièrement des confins du Système solaire, très froids, vers ses régions centrales. Lors de leur passage au plus près du Soleil, la glace se transforme en vapeur sous l'effet de la chaleur. Ce "dégazage" se déclenche lorsque la comète n'est plus qu'à 3 unités astronomiques (3 UA, soit environ 450 millions de kilomètres) de notre étoile.

Un fabuleux spectacle commence alors. De la vapeur d'eau, du gaz et des poussières s'échappent du noyau pour former la coma, ou la chevelure. Elle peut s'étendre sur plus de 100 000 km — quasiment le diamètre de la planète Jupiter ! Balayée par le vent solaire, cette chevelure se déploie dans la direction opposée au Soleil sur des dizaines de millions de kilomètres et se divise en deux queues. L'une, rectiligne, se compose de gaz ionisé. L'autre, courbe, contient les grains de poussière, qui vont se satelliser autour du Soleil. C'est durant cette phase de dégazage, alors que les particules éjectées du noyau diffusent la lumière solaire, que les comètes sont les plus visibles depuis la Terre. Au fur et à mesure qu'elles s'éloignent du Soleil, leur activité diminue, elles perdent leur chevelure lumineuse et redeviennent de discrètes boules de neige sale.

Mais d'où viennent ces belles visiteuses ? De deux régions lointaines du Système solaire : la Ceinture de Kuiper, située au-delà de l'orbite de Neptune, entre 35 et 50 UA du Soleil, et le Nuage sphérique d'Oort, qui s'étend à partir de 10 000 UA. La fréquence de ses visites permet de savoir d'où provient une comète. Si sa période est inférieure à 20 ans, comme 46P/Wirtanen, elle appartient à "la famille de Jupiter" et vient de la Ceinture de Kuiper. L'orbite de ces comètes est quasiment dans le plan de l'écliptique.

Les autres vagabondes viennent du Nuage d'Oort. Ainsi, conservées au froid, elles pourraient ne pas avoir été altérées depuis leur formation du système solaire, il y a 4,5 milliards d'années, et donc détenir le secret de nos origines.

Avec une magnitude estimée à 3 pour le début du mois de décembre, 46P/Wirtanen s'annonce comme une comète prometteuse à suivre avant les fêtes.

Le 17 janvier 1948 l'astronome américain Carl Alvar Wirtanen découvrit un astre chevelu sur une photographie réalisée deux jours plus tôt à l'Observatoire Lick. L'astre qui allait porter son nom est une comète périodique qui fait le tour du [Soleil](#) en 5,44 ans. En 2018 46P/Wirtanen passera à un peu plus de 11 millions de kilomètres de la Terre le 11 décembre (quatre jours avant son périhélie), entrant ainsi dans le top 10 des comètes les plus proches de ces cinquante dernières années.



Sur ce montage photographique de [Justin Tilbrook](#), on peut voir l'évolution de l'éclat de la comète qui est passée de magnitude 11 à magnitude 9 entre le 15 septembre et le 18 octobre, époque où elle se trouvait au niveau de l'orbite de la planète

© Justin Tilbrook 46P/Wirtanen 15 September to 18 October 2018

ENIGMES

L'astéroïde Phaeton serait à l'origine d'un phénomène, lequel?

Envoyez vos solutions à;
andrebourdet@gmail.com

Solution de l'énigme précédente

Lorsqu'une voiture s'approche le son semble plus aigu et au contraire lorsqu'elle s'éloigne plus grave. Pourquoi?

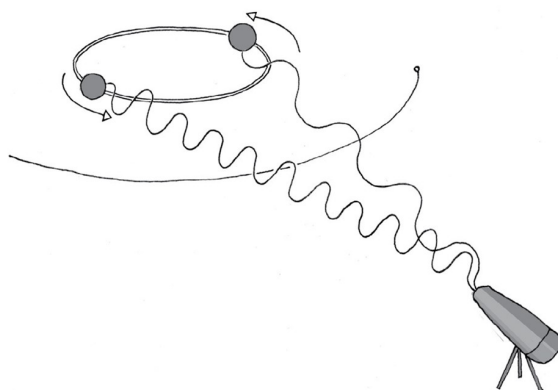
L'effet Doppler Il nous est arrivé à tous d'entendre le hurlement de la sirène d'une ambulance baisser de ton quand elle nous dépasse à toute allure. Les ondes en provenance d'une source qui s'approche parviennent comprimées et apparaissent ainsi comme ayant une fréquence plus élevée. De même, les ondes sont étirées, et nous atteignent donc plus lentement, quand elles proviennent d'une source qui s'éloigne. C'est ce qu'on appelle l'effet Doppler, utilisé pour mesurer la vitesse des voitures, le flux sanguin et – c'est là qu'on retrouve le décalage vers le rouge – les mouvements des étoiles et des galaxies dans l'Univers.

J'ai reçu 4 bonnes réponses

L'effet Doppler fut pour la première fois mis en évidence en 1842 par un mathématicien et astronome autrichien, Christian Doppler. Il se produit du fait du mouvement du véhicule par rapport à l'observateur. Pendant son approche, les ondes sonores s'entassent, la distance entre les fronts d'onde s'amenuise et le son devient plus élevé. Quand il s'éloigne, les fronts d'onde prennent régulièrement plus de temps à nous atteindre, les intervalles s'allongent et le ton baisse. Va-et-vient Imaginez que quelqu'un se trouvant dans un train en mouvement vous lance des balles sans s'arrêter à raison d'une balle toutes les trois secondes, le rythme étant fixé par sa montre. Si le déplacement se fait vers vous, à chaque tranche de trois secondes, les balles mettront un peu moins de temps à vous parvenir parce qu'elles sont envoyées à chaque fois d'un peu plus près. Vu par celui qui rattrape les balles, le rythme semblera s'accélérer. De même, alors que le train s'éloigne, les balles mettront un peu plus de temps à vous parvenir parce qu'elles parcourront une distance un peu plus longue à chaque lancer et la fréquence avec laquelle elles vous parviennent vous semblera plus basse. Si vous pouvez mesurer ce décalage dans le temps avec votre propre montre, alors vous serez capable de mesurer la vitesse du train du lanceur. L'effet Doppler s'applique à tout objet en mouvement par rapport à un autre. Ce serait la même chose si c'était vous qui étiez dans le train et que le lanceur se tenait sur une plateforme immobile. En tant que moyen de mesurer des vitesses, l'effet Doppler a de nombreuses applications : il est utilisé aussi bien en médecine pour mesurer le flux sanguin que dans les radars placés le long des routes pour prendre sur le fait les coupables d'excès de vitesse. Mouvement dans l'espace L'effet Doppler intervient souvent en astronomie, apparaissant à chaque fois que de la matière est en mouvement. Par exemple, la lumière provenant d'une planète en orbite autour d'une étoile lointaine révélera un décalage qui lui est dû : pendant qu'elle se rapproche de nous, sa fréquence augmente tandis que, pendant qu'elle s'éloigne, sa fréquence baisse. La lumière d'une planète qui s'approche est dite « décalée vers le bleu », celle d'une planète qui s'éloigne « décalée vers le rouge ». Depuis les années 1990, des centaines de planètes ont été repérées autour d'étoiles lointaines parce qu'on avait découvert ce motif incrusté au cœur de l'éclat de l'étoile centrale.

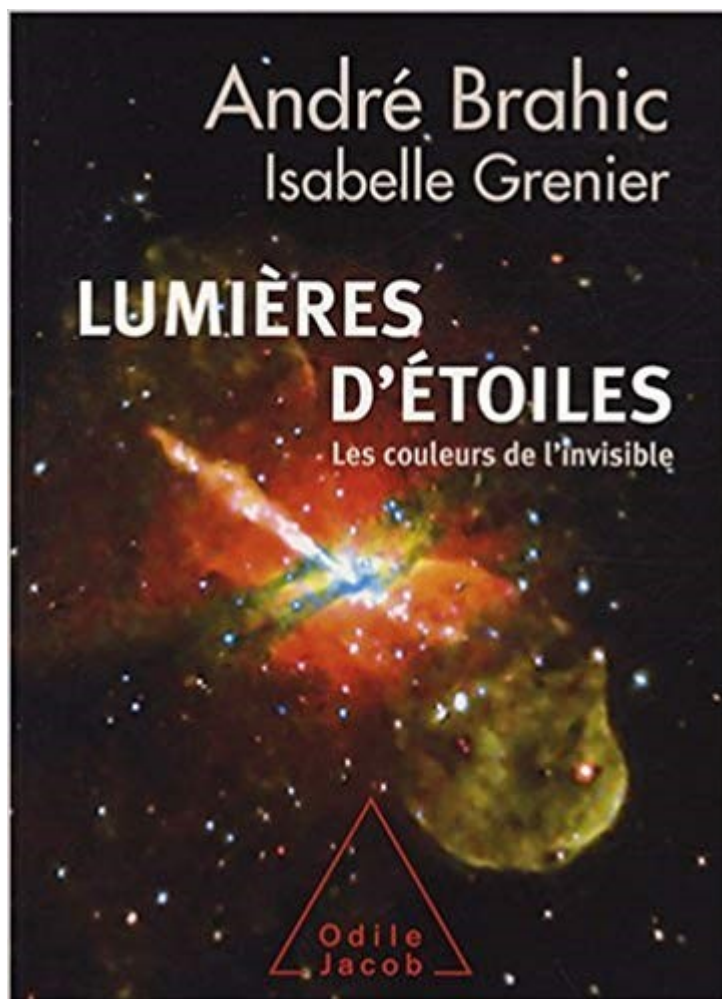
Les décalages vers le rouge n'apparaissent pas seulement dans les mouvements orbitaux des planètes mais aussi du fait de l'expansion de l'Univers – on parle alors de décalage cosmologique vers le rouge : si la distance qui nous sépare d'une galaxie lointaine augmente au fur et à mesure de l'expansion de l'Univers, cela équivaut à dire que la galaxie s'éloigne de nous avec une certaine vitesse. De la même façon, deux points situés sur un ballon qu'on gonfle paraissent s'éloigner l'un de l'autre. Par suite, la lumière provenant de la galaxie est décalée vers de plus basses fréquences parce que les ondes lumineuses doivent effectuer un trajet de plus en plus long avant de nous atteindre. Voilà pourquoi les galaxies lointaines paraissent plus rouges que celles qui sont plus proches. À strictement parler, il ne s'agit pas là d'un véritable effet Doppler : la galaxie qui fuit n'est pas en mouvement par rapport aux objets de son voisinage ; c'est, en fin de compte, l'espace intermédiaire qui s'étire.

Doppler lui-même – il faut le lui reconnaître – vit que l'effet qui porte désormais son nom pourrait être utile aux astronomes, même s'il ne pouvait prévoir tout ce qui en a découlé. Il affirma avoir vu cet effet révélé dans les couleurs de la lumière provenant d'étoiles doubles mais, à son époque, cela fut mis en doute. Doppler était un scientifique original et inventif mais son enthousiasme allait parfois au-delà de ses possibilités expérimentales. Cela dit, quelques décennies plus tard, les décalages galactiques vers le rouge furent mesurés par l'astronome Vesto Slipher, ouvrant la voie au développement de la théorie du Big Bang comme modèle de l'Univers. Et, de nos jours, l'effet Doppler peut nous permettre d'identifier des mondes gravitant autour d'étoiles lointaines dont il se pourrait même qu'elles abritent la vie



LUMIERES D'ETOILES

Des images nouvelles, inouïes, qui font réfléchir. À quoi ressemble l'Univers ? De quoi est-il fait ? Quels objets insolites abrite-t-il ? Des images étonnantes qui invitent à la méditation. Quelle est notre place dans l'Univers ? D'où venons-nous ? Sommes-nous seuls ? Des images extraordinaires qui nous émerveillent. Sous toutes les lumières, le ciel dévoile sa richesse, sa diversité, sa complexité, sa beauté. Au-delà du ciel visible qui n'est qu'une pâle image de la réalité, ce livre nous fait découvrir les couleurs de l'invisible et nous révèle un Univers totalement nouveau. À la vision d'un Monde éternel, immuable, succède l'image d'un Univers changeant, bouillonnant et violent. De quoi complètement bouleverser notre conception du monde. Grâce à ce livre, le lecteur tombera amoureux du ciel. C'est le dessein des auteurs. ?André Brahic, astrophysicien, est professeur à l'université Paris-VII-Denis-Diderot et au Commissariat à l'énergie atomique. Il est l'un des spécialistes mondiaux de l'étude du système solaire. Découvreur des anneaux de Neptune, il participe actuellement, au sein de l'équipe d'imagerie de la sonde Cassini, à l'exploration du monde de Saturne. Il est l'auteur d'Enfants du Soleil, qui a été un immense succès. ?Isabelle Grenier, astrophysicienne, est professeur à l'université Paris-VII-Denis-Diderot et au Commissariat à l'énergie atomique. Elle a découvert des nuages de gaz invisible dans la banlieue du Soleil. Elle est responsable de la détection des sources de rayonnement gamma par l'observatoire spatial GLAST de la NASA.



les 10 minutes).

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

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/>