



**Observatoire Jean-Marc Becker.  
34 Parc de l'Observatoire  
25000 Besançon**

**contact@aafc.fr  
http://aafc.fr  
Tél. : 03 81 88 87 88**

## **Lettre d'information n°41 Novembre - décembre 2015**

**Tous les premiers mardis de chaque mois  
soirées publiques d'observation gratuites à 20h30**

**Vous pouvez faire suivre cette lettre à vos amis, curieux d'astronomie ...**

### **LES PLANÈTES EN NOVEMBRE - DECEMBRE (temps civil) :**

- **MERCURE :** Invisible en novembre, elle réapparaît dans le ciel du soir dans la deuxième moitié de décembre.
- **VENUS :** Novembre est le mois de Vénus qui étincelle dans le ciel du matin. Elle se lève le 17 novembre plus de 4h avant le Soleil. En décembre son éclat diminue quelque peu mais elle reste un très bel objet précédent le levée du Soleil.
- **MARS :** Elle est visible dans le ciel du matin quatre heures avant la levée du Soleil au début du mois de novembre (constellation du Lion) puis passe dans la constellation de la Vierge. A la fin du mois de décembre elle se lève vers 3h.
- **JUPITER :** Elle se lève à 2h 30 début novembre et vers minuit fin décembre. Elle est donc visible dans la constellation du Lion toute la deuxième partie de la nuit.
- **SATURNE :** La planète n'est pas visible durant le mois de novembre. Elle réapparaît le matin et se lève un peu plus de deux heures avant le Soleil à l'approche de la nouvelle année.

## **LE CARNET DES RENDEZ-VOUS ASTRONOMIQUES.**

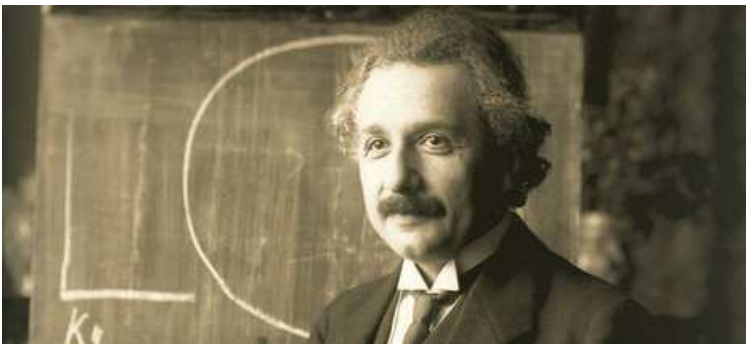
- **03 novembre** : Rapprochement très serré, à l'aube, entre Vénus et Mars. Les deux objets pourront être vus dans le même champ d'un oculaire. Jupiter sera présent dans la même région du ciel, un peu au dessus.
- **05 novembre** : Pluie d'étoiles filantes des Taurides Sud (Taureau) 6 météores par heure au zénith qui sont associées à la comète Encke.
- **06 novembre** : Rapprochement entre la Lune et Jupiter. Durant les jours suivants, toujours le matin, on pourra voir la Lune passer à proximité de Mars et de Vénus.
- **8 novembre** : C'est le meilleur moment pour observer la Lumière cendrée de la Lune juste un peu avant le lever du Soleil. Il s'agit de la lumière du Soleil qui est réfléchiée par la Terre en direction du côté sombre de la Lune.
- **12 novembre** : Pluie d'étoiles filantes des Taurides Nord (Taureau) 6 météores par heure au zénith qui sont associées à la comète Encke.
- **14 novembre** : Pluie d'étoiles filantes des Léonides (Lion) jusqu'au 21, 15 météores par heure au zénith qui sont associées à la comète 55P/Tempel-Tuttle.
- **15 novembre** : Pluie d'étoiles filantes  $\alpha$ -Monocérotides (Licorne) 5 météores par heure au zénith au maximum ayant lieu le 21 qui sont associées à aucun objet connu.
- **17 novembre** : Mercure passe en conjonction supérieure avec le Soleil.
- **20 novembre** : Mars passe à son aphélie à 1,66606 UA du Soleil
- **26 novembre** : Rapprochement très serrée entre la Lune et Aldébaran ( $\alpha$  Taureau). Une occultation a lieu vers 05h 43min.
- **28 novembre** : Une heure et demie avant le levée du Soleil, rapprochement entre Vénus et Spica, l'étoile principale de la constellation de la Vierge.
- **30 novembre** : Saturne est en conjonction avec le Soleil.
- **04 décembre** : Dans le ciel du matin, sur l'horizon on pourra observer un rapprochement entre la Lune et Jupiter (distance angulaire  $2,2^\circ$ )

- **14 décembre** : Maximum d'une belle pluie d'étoiles filantes des Géminides (Gémeaux) 120 météores/heure au zénith, dont la durée est d'une douzaine de jours.
- **20 décembre** : Pluie d'étoiles filantes des Leo Minorides (Petit Lion) de décembre. (5 météores/heure au zénith)
- **22 décembre** : A 05h 48min c'est le solstice d'hiver
- **23 décembre** : Pluie d'étoiles filantes des Ursides (Petite Ours) 10 météores/heure au zénith sur une durée d'une dizaine de jours.
- **23 décembre** : En début de soirée on pourra observer le rapprochement entre la Lune et Aldébaran (distance angulaire  $0,0^\circ$ )
- **24 décembre** : Rapprochement entre Mars et Spica (distance angulaire de  $3,5^\circ$ )

### AUTRES CURIOSITÉS :

**LE LONG CHEMIN VERS LA RELATIVITE GENERALE** : Nous célébrons à la fin de ce mois de novembre le centenaire de la publication par Albert Einstein de la Relativité Générale, théorie relativiste de la gravitation, qui nous permet aujourd'hui de mieux comprendre l'histoire de l'Univers, son évolution, la dynamique des trous noirs et des objets astronomiques hyper-denses. Mais ce succès de 1915 est l'aboutissement d'un long et pénible cheminement commencé 8 ans plus tôt.

En 1907 Albert Einstein est toujours employé au Bureau des Brevets de Berne, en Suisse, bien qu'il ait révolutionné la physique en 1905 avec la Relativité Restreinte. Cette dernière fournit un nouveau cadre théorique pour étudier les phénomènes depuis des référentiels en mouvement relatif uniforme : rappelons son exemple d'un train se déplaçant, par rapport au quai d'une gare, à une vitesse constante proche de celle de la lumière. Les résultats d'expériences que peut faire un observateur dans le train, d'une part, et un autre sur le quai, d'autre part, ne sont conciliables que si l'on modifie en profondeur la mécanique newtonienne qui régnait alors depuis un peu plus de deux siècles.



Einstein n'est cependant pas satisfait car son premier travail ne s'applique pas, comme il le souhaiterait, aux référentiels ayant un mouvement quelconque et il poursuit sa réflexion pour obtenir une extension de la Relativité Restreinte. La première question qui lui vint à l'esprit est

caractéristique de la démarche intellectuelle qui l'accompagna toute sa vie : imaginer des situations « banales » ayant pour tout un chacun aucun intérêt mais cachant en réalité une vérité profonde. Ici sa question était la suivante : « Que verrait autour de lui une personne en chute libre ? » Pour la plupart d'entre nous cette personne s'écraserait au sol sans qu'il n'y ait rien de plus à dire. Mais pour Einstein, le point important est que, pendant tout le temps de sa chute, elle verrait, par rapport à elle, les objets qui l'accompagnent au repos car tous ces derniers tombent de la même façon. Autrement dit il semblerait, pour l'observateur en chute libre, que la gravitation a été « effacée ».

Poursuivant sa réflexion, il propose, toujours en 1907, une nouvelle expérience de pensée : l'homme en chute libre précédent est enfermé dans un ascenseur, lui même en chute libre. Dans cet espace fermé cet observateur aurait l'impression d'être en apesanteur et tous les objets qu'il lâcherait flotteraient à côté de lui. Il serait donc incapable de décider si la cabine tombe dans un champ de gravitation ou flotte dans un milieu dépourvu de pesanteur.

Dans la dernière étape de sa réflexion, la cabine est placée dans une région où la gravitation n'est plus perceptible et une force constante lui est appliquée vers le « haut ». Dans ces conditions l'homme sentirait la pression du sol sous ces pieds et, s'il lâche un objet qu'il a en main, ce dernier tombe au sol comme si l'ensemble étaient placé sur Terre : on constate qu'il n'y a aucun moyen de distinguer les effets d'une accélération et ceux de la gravitation. Einstein nomme cette conclusion « Principe d'équivalence ».

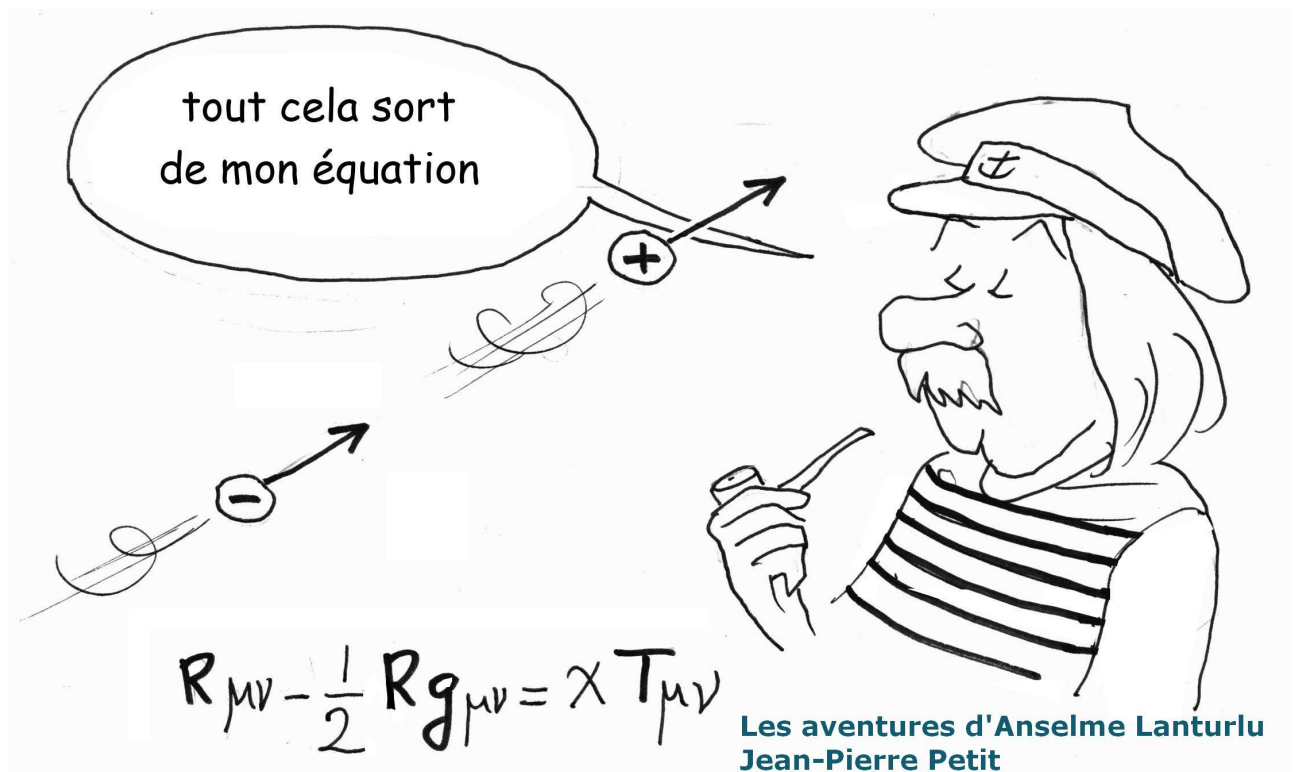
Les conséquences de ce principe sont surprenantes : par exemple l'expérience de pensée présentée précédemment suggère que la gravitation courbe la propagation de la lumière. En effet supposons que l'on envoie un faisceau lumineux depuis une face latérale de l'ascenseur tiré vers le haut, en direction de celle qui lui fait face. Durant le temps nécessaire à la lumière pour passer d'un côté à l'autre, la cabine, du fait de son accélération, se déplace de plus en plus vite vers le haut et la lumière touche la paroi opposée en un point un peu plus proche du sol que celui de départ. En application du principe d'équivalence la même chose doit se produire dans l'ascenseur au repos dans un champ de pesanteur !

Mais il faut, à partir de ce principe, construire une théorie mathématique complète de la gravitation. Ça n'est qu'en 1911 qu'Einstein reprendra sérieusement son travail sur le sujet. Il va alors porter son attention sur l'influence de la pesanteur sur la propagation de la lumière. En développant ses idées il va montrer qu'en présence d'un champ de gravitation la vitesse de la lumière n'est plus constante car le temps ne s'écoule plus régulièrement et la marche des horloges est influencée par l'intensité de la pesanteur. De ce fait la géométrie de l'espace dans lequel on se trouve n'est plus euclidienne. Einstein avait déduit de ses premières réflexions qu'il lui fallait, d'une part, déterminer à partir d'une géométrie donnée le mouvement des objets qui parcouraient l'espace-temps et, d'autres part, déterminer, à partir d'une distribution

donnée de matière, la géométrie qu'elle impose au domaine d'espace-temps qui la contient.

Pour y parvenir, Einstein se rend compte qu'il va devoir alors utiliser de nouveaux outils mathématiques qu'il ne maîtrise pas encore. Pour l'initier à ces derniers il fait alors appel à partir de 1912 à son ami mathématicien Marcel Grossmann avec lequel il va collaborer durant plusieurs années.

Après un travail harassant fait d'échecs, de retours en arrière, d'avancées bienvenues et conduit dans le climat de guerre régnant alors à Berlin, il propose finalement le 25 novembre 1915 un exposé complet de sa théorie qui garantit la généralisation du principe de relativité et explique ou prévoit qualitativement et quantitativement plusieurs phénomènes. Parmi ceux-ci il y a une anomalie dans le mouvement de Mercure que la mécanique classique n'explique pas, la déviation de la lumière au passage à proximité d'une masse importante qui sera vérifiée en 1919 lors d'une éclipse de Soleil et le ralentissement des horloges dans un champ de gravitation qui sera constaté en 1959 dans le champ de pesanteur terrestre sur une hauteur de 22,6 m.



L'application de cette théorie révolutionnaire à l'étude de la structure de notre Univers sera conduite dans les années suivantes par Einstein lui même mais aussi par d'autres scientifiques : Willem De Sitter, Karl Schwarzschild, Georges Lemaître proposèrent chacun de leur côté divers modèles d'Univers qui sont encore à la base de tous les travaux actuels conduits à propos de la structure à grande échelle de notre Univers dans l'espace et dans le temps. Cent ans après, cette théorie géométrique a été confirmée de façon éclatante par de très nombreuses expériences et observations et devrait éclairer les voies de recherche pendant encore longtemps avant de céder la

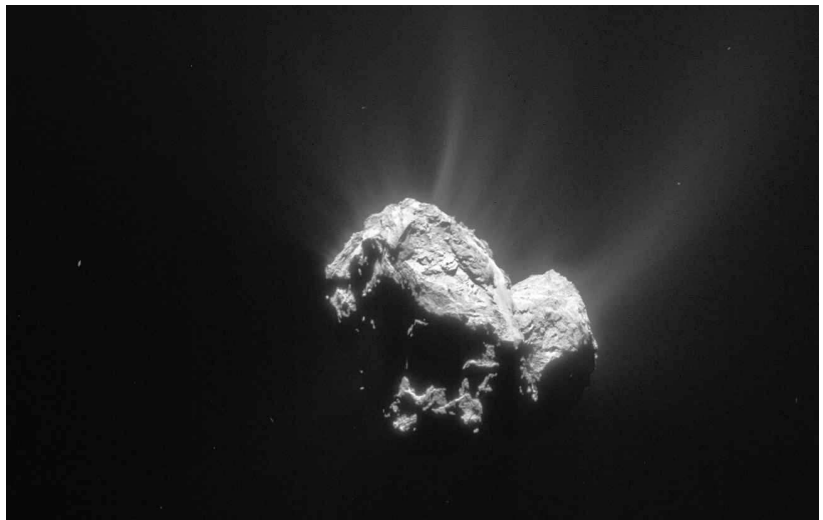
place à de nouvelles avancées, en particulier pour l'obtention d'une version compatible avec la mécanique quantique.

## **ON A DECOUVERT DE L'OXYGENE MOLECULAIRE SUR**

**TCHOURI** : La nouvelle a été annoncée dans la revue **Nature** le mercredi 28 octobre par des chercheurs de l'université de Berne, en Suisse : le spectromètre Rosina a trouvé près de 4% d'oxygène moléculaire (rapporté à la vapeur d'eau) dans le nuage qui forme la queue de la comète, selon l'étude. Ce taux, qui est resté stable durant les mois écoulés des observations, est important puisque cela fait de l'oxygène le quatrième gaz de la comète, après la vapeur d'eau, le monoxyde de carbone et le dioxyde de carbone. Rosina, l'un des instruments clés de la mission Rosetta, a réalisé des mesures des gaz entre septembre 2014 et mars 2015 alors que la comète 67P se rapprochait du Soleil. C'est la première fois que l'on trouve dans une comète du dioxygène (oxygène moléculaire), même s'il a été détecté dans d'autres corps célestes glacés comme certains satellites de Jupiter ou de Saturne. Il faut cependant indiquer que l'oxygène moléculaire est très difficile à observer à distance, en particulier depuis la Terre.

Cet oxygène pourrait être plus ancien que notre Système solaire, qui date de 4,6 milliards d'années. « Il s'agit de la découverte la plus surprenante faite jusqu'à présent autour de la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko », selon Kathrin Altwegg, l'une des auteurs de l'étude, comme elle l'explique dans un communiqué de l'université de Berne. Jamais les chercheurs n'auraient pensé que l'oxygène, qui est un gaz très volatil et réactif chimiquement se liant facilement, puisse survivre des milliards d'années dans un objet sans s'associer avec d'autres substances. Pour cela il faudrait envisager que l'oxygène moléculaire qui s'échappe de la comète Tchouri ait été emprisonné dans son noyau dès la formation de la comète, au même moment que celle du Système solaire.

Sans remettre en cause notre vision actuelle, cette découverte interroge les modèles relatifs à la formation de notre système planétaire. En effet l'étude des comètes a pour principal objectif de mieux comprendre ses origines et sa formation. Car si l'oxygène n'a pas été modifié lors de la formation du Système solaire, cela signifie que les grains de



glace qui l'emprisonnaient n'ont pas été chauffés à proximité du Soleil. Cela montre que l'oxygène était déjà présent dans le grand nuage de gaz et de poussières interstellaires qui, par effondrement, a donné naissance à notre Système solaire. Cette

découverte apporte une contrainte supplémentaire sur le mécanisme de formation du Système solaire, en particulier en ce qui concerne l'évolution des températures. La mission de la Nasa, Stardust, avait montré la présence dans les comètes de grains riches en silicates qui se sont formés près du Soleil et qui auraient été incorporés aux objets en formation par un mécanisme de turbulences. La présence d'oxygène moléculaire trouvée sur 67P/T tend à prouver que la turbulence n'a pas pu envoyer ces grains de glace trop près du Soleil. Dans le cas contraire ils auraient été chauffés et l'oxygène se serait dispersé. Il nous faut donc construire un modèle qui mette en cohérence la présence de silicates en cohérence avec celle de l'oxygène.

**CONFERENCES DE L'OBSERVATOIRE 2015 / 2016** : Le programme est maintenant disponible.

### **Samedi 5 décembre 2015**

#### **Albert Einstein contre Maître Yoda**

##### ***David VIENNOT – Maître de Conférences à l'Université de Franche-Comté***

Avec la sortie de Star Wars épisode 7 « Le réveil de la Force » (de J.J. Abrams), nous nous interrogerons sur la crédibilité scientifique de la série mythique créée par George Lucas. Nous nous intéresserons en particulier au voyage dans l'espace sur de très grandes distances et à la « nature de la Force » (ou plus scientifiquement au rôle des forces de la Nature).

### **Samedi 9 janvier 2016**

#### **Quand tout part en sucette**

##### ***Lucile AUBOURG – Doctorante à l'Université de Franche-Comté***

De nos jours nous associons souvent le chaos à une confusion générale, quelle qu'en soit la nature. Cette théorie est primordiale en physique mais signifie-t-elle la même chose ? Lorentz, lors d'une conférence a dit une phrase très instructive à ce propos « Un simple battement d'ailes d'un papillon peut entraîner une tornade à l'autre bout du monde ». C'est une phrase fondamentale qui en dit long sur le chaos physique. Nous allons donc étudier le chaos, ce que signifie cette phrase et voir l'impact du chaos au niveau de l'univers et des atmosphères des planètes.

### **Samedi 6 février 2016**

#### **Les planètes extra-solaires**

##### ***Philippe ROUSSELOT – Professeur à l'Université de Franche-Comté***

Un des plus grands succès de l'astronomie de la fin du 20ème siècle et du début du 21ème a été la découverte observationnelle de planètes orbitant autour d'autres étoiles que notre Soleil. Depuis maintenant une vingtaine d'années les découvertes de ces planètes dites « extra-solaires » se succèdent et apportent leur lot de surprises aux astrophysiciens. Aujourd'hui environ 2000 planètes de ce type sont officiellement



répertoriées dont certaines guère plus massives que la Terre. Cette conférence essaie de présenter une vue d'ensemble de ce nouveau champ de recherche, des méthodes utilisées aux projets futurs en passant par les résultats obtenus et les perspectives de découverte d'une vie extraterrestre.

### **Samedi 5 mars 2016**

#### **L'observatoire de Jaipur**

##### ***François PUEL – Astronome retraité de l'observatoire de Besançon***

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, le maharaja Sawai Jai Singh (1688-1743) fait bâtir 5 observatoires en Inde du nord. Deux qui ont été restaurés au XIX<sup>e</sup> et au XX<sup>e</sup> siècle sont très visités aussi bien par les occidentaux que par les indiens, celui de Dehli et surtout celui de Jaipur. Il s'agit de parcs de très grands instruments d'observation en maçonnerie présentant une allure fantastique (il y a aussi quelques instruments en bronze, eux aussi sans optique). On présentera ces différents instruments en liaison avec les systèmes de coordonnées célestes utilisés (coordonnées azimutales, coordonnées horaires et coordonnées écliptiques), on verra les précisions obtenues et on essaiera de comprendre quel était le but de ce maharaja astronome.

### **Samedi 2 avril 2016**

#### **Les clathrates hydrates : sur Terre, dans le Système Solaire et sur l'ordinateur**

##### ***Sylvain PICAUD – Directeur de recherche au CNRS Directeur de l'Institut UTINAM - UMR 6213 CNRS/Université de Franche-Comté***

Les clathrates hydrates sont des formes particulières de glace qui n'existent que grâce au piégeage d'impuretés dans le réseau moléculaire formé par l'eau. Bien que connues depuis le 19<sup>e</sup> siècle, ces structures de glace intéressent toujours la communauté scientifique et de nombreux travaux leur sont encore consacrés. Ces structures se rencontrent sur la planète Terre mais les conditions sont favorables à leur existence dans un certain nombre d'autres planètes ou satellites du Système solaire. Les clathrates hydrates pourraient même exister au cœur des comètes. Cette conférence fera le point sur les connaissances actuelles concernant ces structures, les questions scientifiques qu'elles posent sur Terre et, plus généralement, dans le Système solaire. Elle présentera également les méthodes qui sont utilisées pour les modéliser, en particulier à l'aide des moyens informatiques actuels.

**À BIENTÔT SUR TERRE**

**L'AAFC**