



Société Lorraine d'Astronomie

Parrainée pour ses 50 ans par M. André Brahic

L'ÉCHO D'ORION

155 - 1^{er} quadrimestre 2016



Trace laissée par un bolide le 25 février 2016.

(Photo Pierre Haydont.)

Sommaire 155

Premier quadrimestre 2016

- 3 Éditorial
- 4-8 **Merci Michel !**
- 9-10 Mardi 23 février
Christian Veillet parmi nous
- 11-14 Jeudi 25 février
Un bolide traverse notre ciel
- 15 **Conférence de Gérard Scacchi à Allamps**
- 16-17 Notre jeu : la phrase astro mystérieuse
- 18-20 Mardi 8 mars
Jean-Louis Rault dans nos murs
- 21-28 **L'astronomie autrement**
La radioastronomie amateur : l'observation du Soleil
- 29 Solution du jeu
- 30 Renseignements pratiques



Christian Veillet

Jean-Louis Rault



Édito

L'année 2016 restera une date importante en astronomie. En effet, elle restera comme l'année de la confirmation de l'existence des ondes gravitationnelles. Ces faibles variations de l'espace-temps, prédites par la théorie de la relativité d'Einstein depuis un siècle, n'avaient encore jamais été observées directement.

Certes, ce phénomène avait été observé indirectement depuis 1975. Mais aucune mesure directe n'avait été effectuée jusqu'au 14 septembre 2015. Il aura fallu cent ans pour arriver à observer les ondes gravitationnelles, le temps que la technologie permette de détecter d'infimes variations de longueur. En effet, la mesure a détecté un déplacement de 0,000 000 000 000 000 002 m ! Sans oublier qu'il faut éliminer les faux signaux, comme les séismes.

La découverte a été publiée le 11 février 2016 dans les revues *Nature* et *Physical Reviews Letters*. L'article, de seulement quelques pages, est disponible gratuitement sur internet :

<http://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.116.061102>

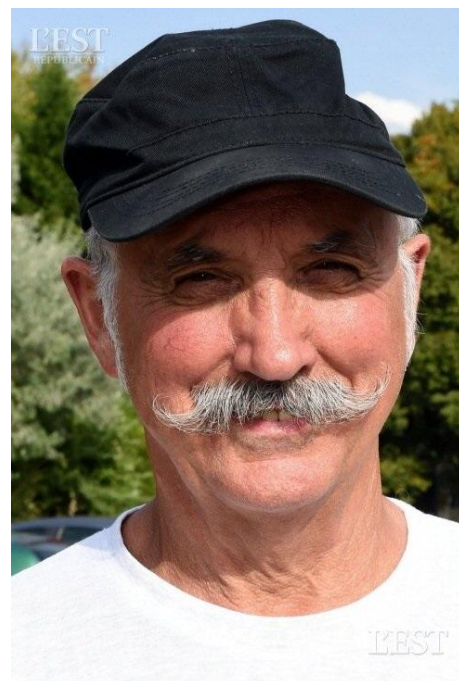
Cette découverte est importante car elle ouvre des perspectives inédites d'observation. Nous serons bientôt capables d'observer des phénomènes jusque-là inaccessibles avec nos instruments. En effet, jusqu'à maintenant, c'est principalement la lumière qui nous permettait de sonder l'Univers. Or, cette lumière ne peut pas toujours arriver jusqu'à nous.

C'est le cas tout simplement lorsqu'il y a un obstacle entre nous et la source de lumière. C'est aussi le cas dans les trous noirs où la lumière ne peut pas s'échapper, ou avec les étoiles à neutrons dont on ne peut voir l'intérieur. A plus long terme, on peut imaginer sonder ce qui s'est passé aux tout premiers instants de l'Univers. En effet, il était trop dense jusqu'à 380 000 ans après le Big Bang pour que la lumière puisse se propager. Les ondes gravitationnelles permettent théoriquement de repousser cette limite à l'observation...

D. W.

Merci Michel !

LORSQUE je suis arrivé à la Société Lorraine d'Astronomie en 1999, peu avant l'éclipse totale de Soleil du 11 août, Michel y était déjà le président depuis quatre ans. Je l'ai donc toujours vu exercer cette fonction pleine de responsabilités avec une grande maîtrise. Y avait-il une observation exceptionnelle ? (éclipse, comète, occultation de planète par la Lune...), il en était. Devait-on recevoir des stagiaires, ou les élèves d'une école, ou encore telle ou telle « personnalité » ? Michel était là. Fallait-il écrire des courriers, lancer des invitations (exemple : pour notre cinquantenaire ou le RCANE) ? Devinez qui s'en occupait... Michel était toujours présent, prêt à expliquer mille fois les mêmes choses à un public toujours curieux ! *C'est cela une passion...* Mais, après vingt années en tant que président de notre association, Michel a désiré se retirer et « passer la main ». A cette occasion, lors de notre assemblée générale du 23 janvier 2016, voici ce que furent ses paroles :



Michel en août 2015.
(Photo L'Est républicain.)



« 1995-2015...

J'ai depuis longtemps réfléchi à ce moment !

Aujourd'hui, je ne me représente pas. Je pense que depuis ces très longues années, j'ai respecté mes engagements et porté la S.L.A., que Frère Basile m'avait confiée peu de temps avant sa mort, où elle est aujourd'hui. Je suis confiant pour l'avenir de l'association.

Je passe la main à mon successeur que le conseil d'administration voudra bien désigner tout à l'heure après la clôture de cette A.G., qui est la dernière que je préside.

Le temps passe, la roue tourne, et c'est bien ainsi. La vie continue ; je serai encore là et j'espère encore autant d'années, pour aider, assister si besoin.

Sachez que j'ai beaucoup aimé ce que je faisais, souvent au détriment de ma passion première, l'observation de la voûte céleste, que mon père m'avait enseignée dès mon plus jeune âge.

Merci, merci à tous les adhérents avec qui j'ai travaillé. Heureusement que vous étiez là pour me soutenir tout au long de ces belles années.

Et, ne m'en veuillez pas, mais je voudrais remercier tout particulièrement Roland Keff, André Bordron, Denis Grandclaude et Pierre, mon trésorier adoré. Ce sont des gens qui m'ont, dans les moments difficiles, toujours soutenu et bien sûr, c'est ça les amis.

Merci à vous, ne changez rien, continuez à propager partout la culture scientifique et l'astronomie, mère de toutes les sciences.

Je vous souhaite à tous une belle année 2016. »

Philippe Barbier et Michel, RCANE 2015.
L'éclipse du 20 mars 2015, à Sion.
Stage première étoile, 28 juillet 2012.

Votre président
Michel Mathieu



Nuit des étoiles, 8 août 2015.



Fête des associations, 26 juin 2011.



Sur le terrain, 14 avril 2007.

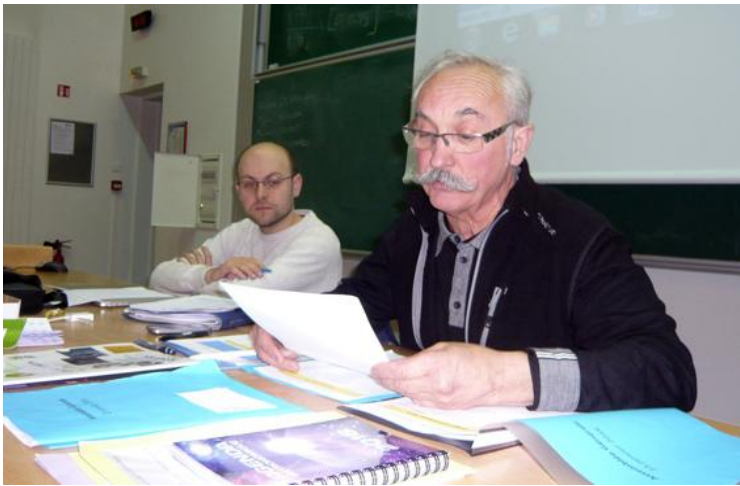
Saint-Véran, 19 septembre 2007.



Après d'Alain Maury, de passage à la SLA, le 21 mai 2013.



Mondial Air Ballons, 26 juillet 2015.



23 janvier 2016 : Michel nous fait part de sa démission au cours de notre assemblée générale annuelle : une page se tourne !

Surprise le mardi 2 février 2016 !

Après avoir eu confirmation que Michel abandonnait la présidence de notre association, les membres ont tenu à fêter dignement ce « départ » en organisant un pot le mardi 2 février dans notre local, mais pas seulement ! Il y a eu comme une *surprise*... Des cadeaux lui ont été offerts pour la circonstance. Et des fleurs étaient également prévues pour Pascale qui a souvent participé elle aussi à certaines de nos festivités.

Il est bien évident qu'il a fallu s'organiser afin que Michel ne se doute de rien... C'est là que l'on voit la bonne entente qui règne entre nous ! *Motus et bouche cousue*.

Afin que chacun de nous conserve le souvenir de cette petite soirée bien sympathique, voici quelques photographies prises ce soir-là.

Et nous souhaitons la bienvenue à notre nouveau président, **Didier Walliang**, qui a accepté de succéder à Michel dans cette importante fonction pour de nombreuses années...



Décor étoilé sur la table, s'il vous plaît !
(Photos du 2 février : Pierre Haydont.)

Laurent et Roland,
attentifs à ce qui va se passer.



Didier et Michel en grande conversation...





Tous les membres ont écrit un petit mot à Michel en ce jour spécial de la vie de la SLA



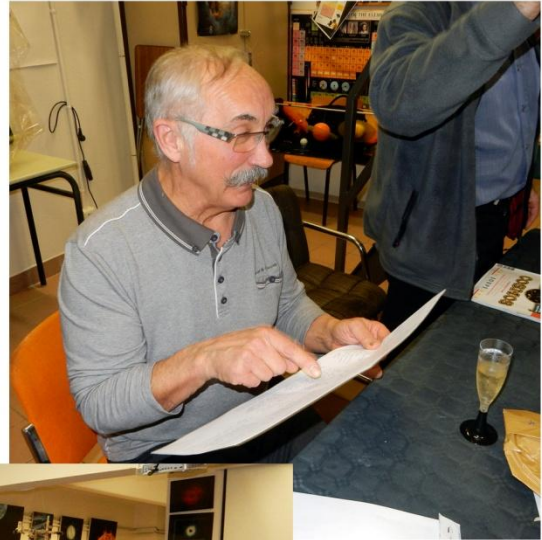
Didier nous annonce qu'il accepte d'assumer la présidence à la suite de Michel

Du champagne pour l'occasion !



Les événements se précisent...





Caméra planétaire, DVD des 50 ans de la SLA, photo de groupe RCANE dédiée : tels sont les cadeaux offerts à Michel en récompense de ses 20 années de président au sein de notre association.



... et la surprise de la soirée : un saucisson en chocolat !



23 février 2016

Christian Veillet parmi nous...



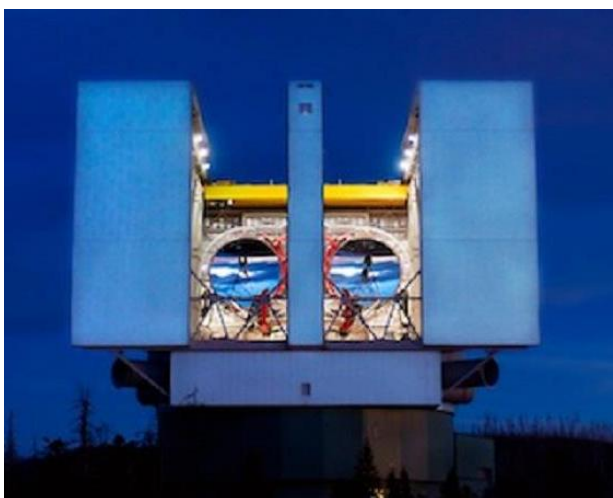
La Société Lorraine d'Astronomie a accueilli le mardi 23 février à 20 h Christian Veillet qui mène actuellement le *Large Binocular Telescope Observatory* (LBTO) (Observatoire Grand Télescope Binoculaire), situé sur le mont Graham, en Arizona.

« Le LBT est actuellement le plus grand télescope optique en service dans le monde, avec deux miroirs de 8,4 m sur une même monture. Cette configuration unique en fait un télescope à la fois très complexe et très performant, lui permettant

de recueillir autant de lumière qu'un télescope de plus de 11 m de diamètre, mais aussi de voir des détails accessibles seulement à un télescope d'au moins 23 m de diamètre. Il est situé à 3 267 m d'altitude, au sommet du mont Graham, à l'est de l'État de l'Arizona (U.S.A.).

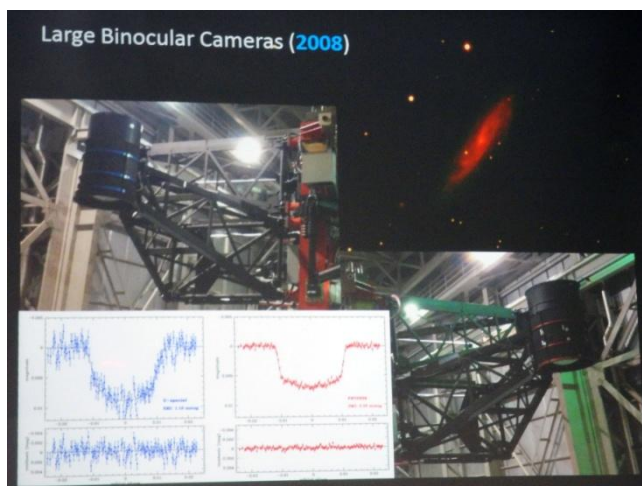
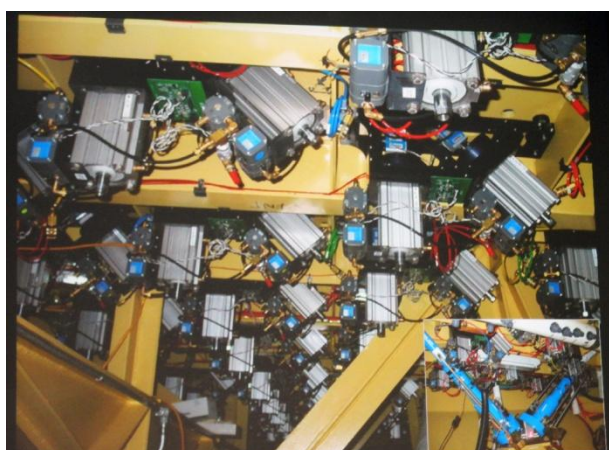
Cette présentation permettra de découvrir cet observatoire unique, qui est le précurseur de la nouvelle génération des ELT (*Extremely Large Telescope*), et les défis technologiques qu'il a dû surmonter pour entrer en opération, entre miroirs secondaires adaptatifs et interférométrie. Une occasion de parler technique, mais aussi science, avec des résultats récents sur les planètes extrasolaires, l'observation de volcans sur une lune de Jupiter (Io), ou d'un trou noir supermassif à des milliards d'années-lumière de la Terre. »

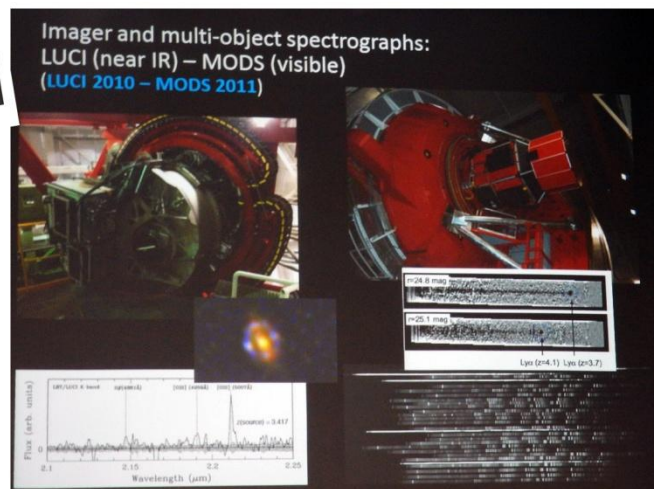
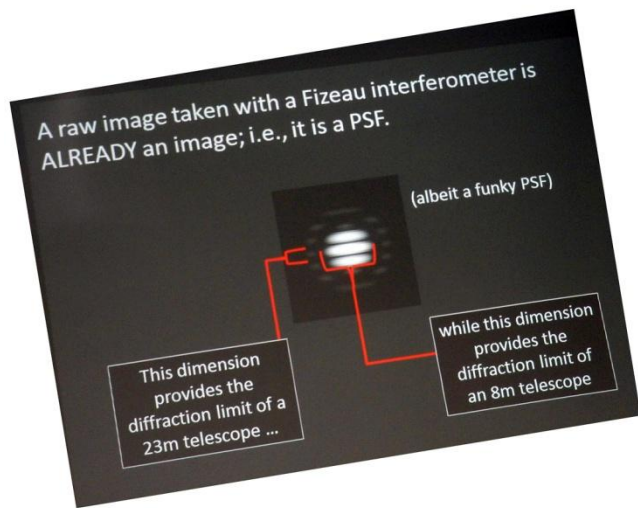
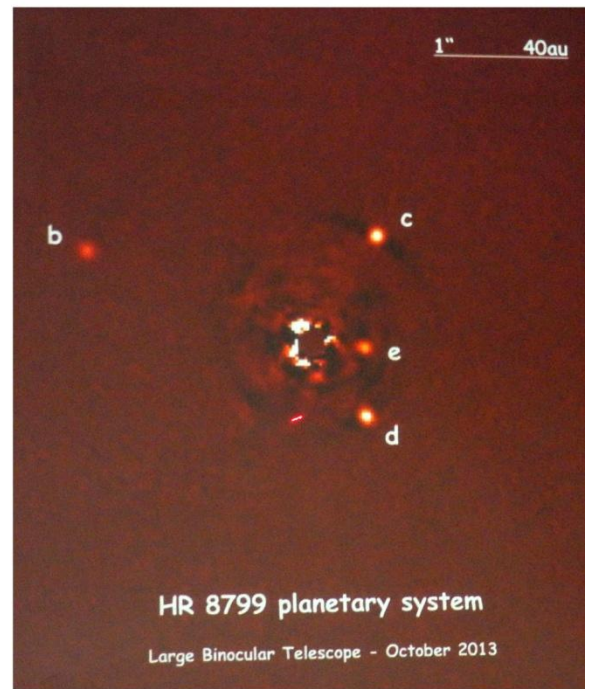
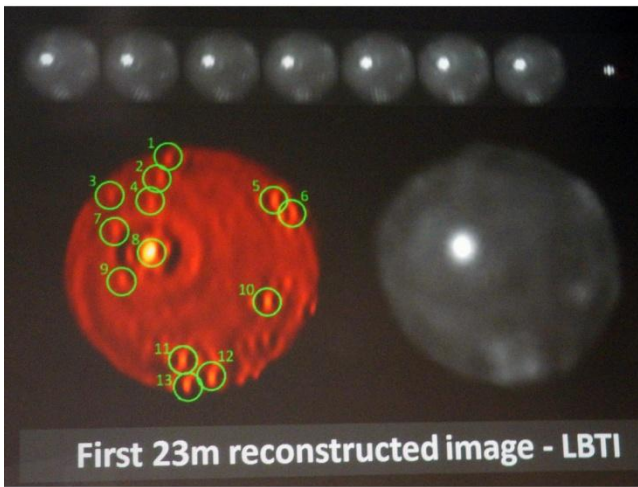
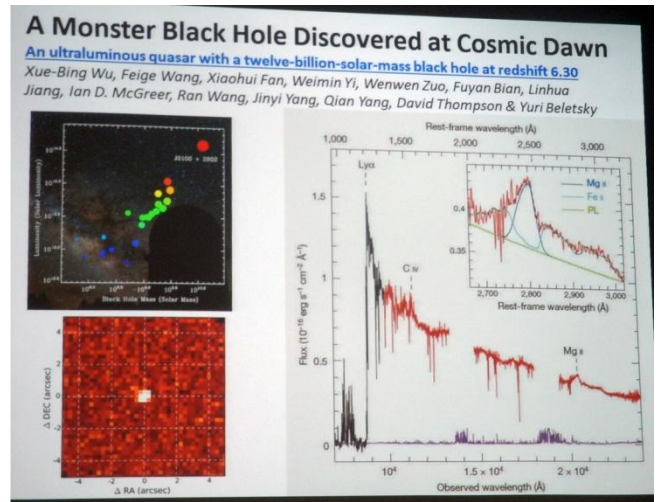
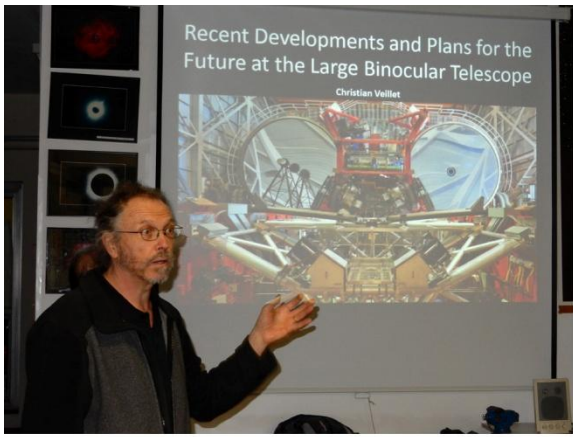
Christian Veillet



Christian Veillet est né à Nancy. Il a fait ses études au lycée Poincaré ; il a été élève de l'École Normale Supérieure de Cachan (appelée ENSET il y a 35 ans) pendant quatre ans, puis diplômé en mathématiques à l'Université d'Orsay, Paris-Sud, et d'une maîtrise en astronomie (DEA) à l'Université Pierre et Marie Curie, Paris-VI. Après avoir enseigné les mathématiques au lycée Beaumont de Saint-Dié, il a été astronome au CERGA (Centre d'Études et de Recherches en Géodynamique et Astronomie), situé sur un plateau à 30 km au nord de Grasse. Après avoir travaillé comme directeur des opérations scientifiques au CFHT (Canada-France-Hawaii Telescope), et être devenu directeur exécutif de l'observatoire, pendant seize ans, Christian Veillet dirige depuis 2013 l'Observatoire Grand Télescope Binoculaire. Alors que le siège (et son bureau) sont sur le campus de l'Université de l'Arizona, le télescope LBTO est assis près du sommet du mont Graham, dans les montagnes Pinaleno...

Voici une série de photos prises au cours de son exposé, qui avait rassemblé beaucoup de nos membres. Un grand merci à Christian !





Jeudi 25 février 2016, 11 h 32

Un bolide traverse notre ciel

C'EST par un hasard extraordinaire que je regardais le ciel précisément à ce moment-là ! Un bolide est apparu dans mon champ de vision vers 11 h 32, alors que j'étais dans l'appartement, à peu près en direction du nord-ouest. Je pense que l'on a une chance sur un milliard d'assister à un tel spectacle en plein jour, vu la brièveté de l'événement...

Un « point » très lumineux se déplaçait, suivi à une courte distance d'une traînée rectiligne, pas évasée comme une queue de comète, mais telle une ligne droite, de grande luminosité aussi. J'ai comparé cela à une fusée de feu d'artifice lorsqu'elle retombe. Le « point » avait *grosso modo* la taille de Vénus, mais bien plus brillant (quand Vénus est visible en journée, il faut savoir où elle est pour l'apercevoir, et encore !) La traînée avait une longueur d'environ un degré. Ceci est approximatif bien sûr. Étant donné que l'on ne s'attend pas du tout à assister à un tel spectacle, on n'y est pas préparé et ensuite on ne sait plus exactement ce que l'on a vu. Autant que je me souvienne il y avait aussi quelques petits fragments dans le sillage du bolide. J'ai pu l'observer environ 4 secondes avant qu'il « s'éteigne » au-dessus des arbres. Donc, ce ne sont pas eux qui m'ont empêché de le voir plus longtemps. Par contre, il était déjà sûrement observable (?) avant qu'il arrive devant ma fenêtre. En tendant mon poing à bout de bras, j'estime que ce bolide s'est déplacé d'un angle de 10-12 degrés pendant ces 4 secondes, correspondant à une vitesse angulaire d'environ 2,5 degrés par seconde.

La couleur de cet ensemble était plutôt jaune. Et l'aspect général a, me semble-t-il, quelque peu changé dans ce laps de temps (fragmentation ?) Quant à un son, je n'ai rien entendu, ni quelques minutes après, mais comme je l'ai dit je n'étais pas dehors.

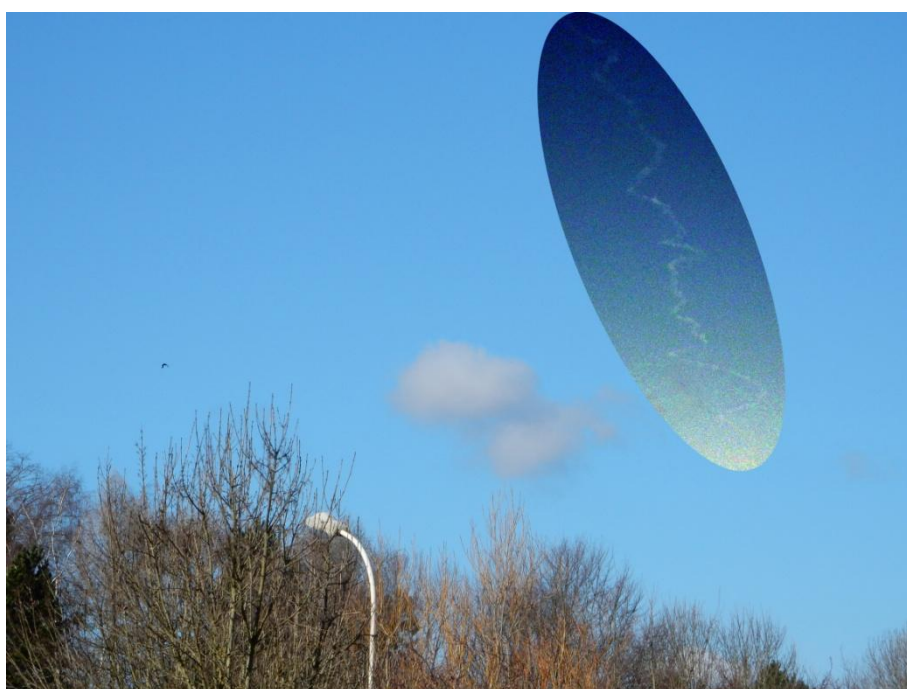
Et je ne pensais pas, ensuite, qu'une traînée blanche allait apparaître à son tour. Lorsque je l'ai vue – encore incidemment – je me suis dit qu'il fallait la photographier ! Mais le temps d'être opérationnel, une minute est vite passée et une traînée blanche dans un ciel bleu, et qui s'estompe très vite, ne donne pas un résultat remarquable. Cependant, j'ai pris trois photos durant presque une minute, mais trois minutes environ après la disparition du bolide, ce qui était bien tardif !

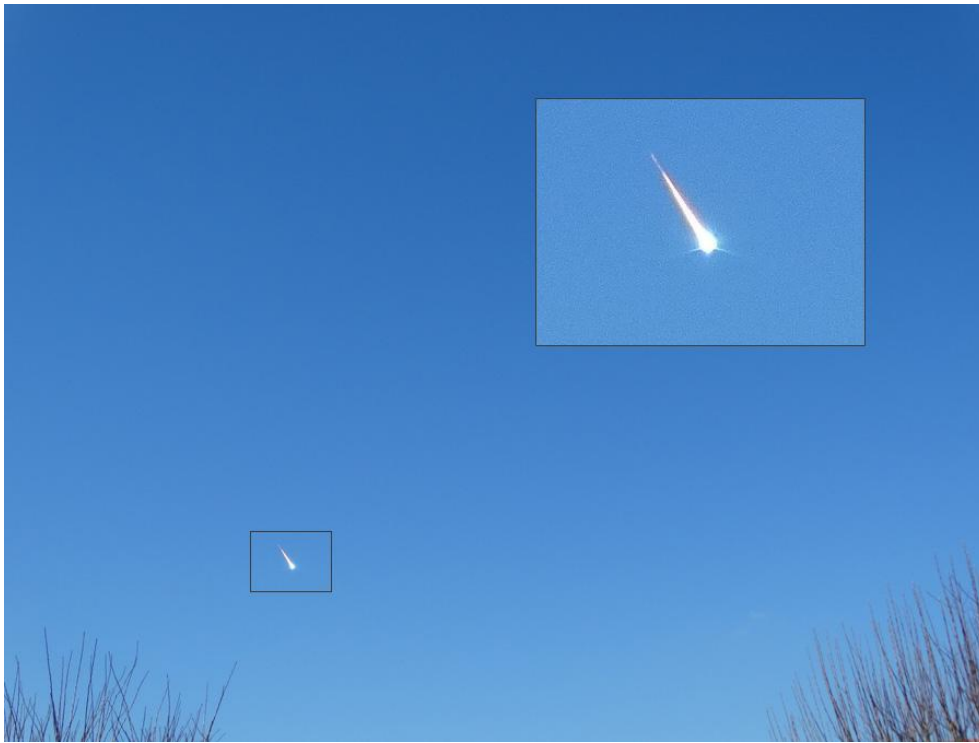
J'ai proposé à Tioga Gulon – qui est passionné par ce sujet comme vous le savez tous – de venir chez moi

afin qu'il se rende compte exactement de l'environnement dans lequel j'étais et pour qu'il évalue l'azimut, la hauteur, etc.

Voici le résultat de la première des trois photos, retravaillée par lui avec Photoshop, selon une idée de Roland Keff (travail d'équipe !), à savoir : sélectionner la zone de la traînée et choisir *Ton automatique*.

Pierre Haydont





Témoignage

(Article paru dans
Le Républicain Lorrain
du 28 février 2016.)

Météorite dans le ciel lorrain : un cliché exceptionnel pris près de Metz

Une retraitée de Marly, madame Yveline Blanchard, a réussi à photographier la météorite que l'on a pu observer dans le ciel lorrain

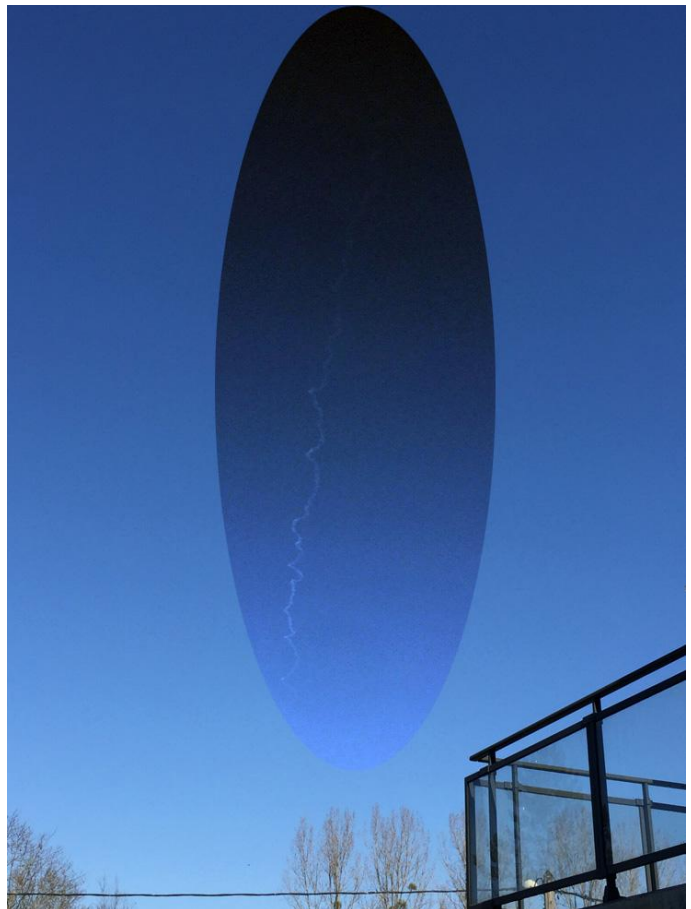
le jeudi matin 25 février. Elle était en train de photographier un passage de grues cendrées quand la boule de feu a surgi dans son champ de vision. « J'ai eu un sacré coup de chance », confie-t-elle. Difficile de lui donner tort !

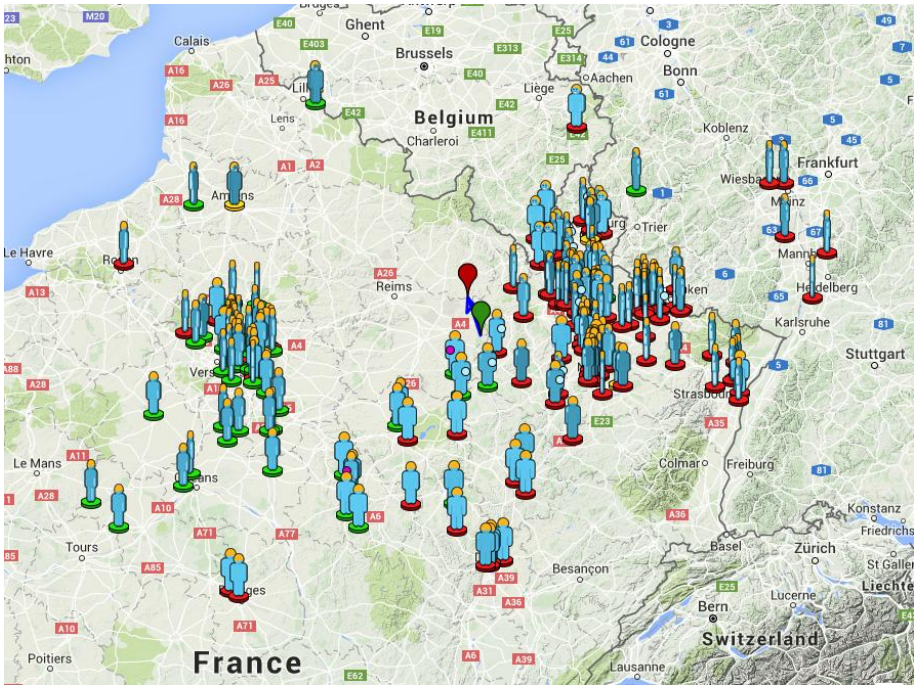
La traînée laissée par le bolide
photographiée par monsieur Acer
depuis Chanceny
(traitement Photoshop pour la mettre en valeur).

Réactions de témoins

Le bolide diurne a été observé depuis un large quart Nord-Est de la France, principalement en Lorraine et en région parisienne. Certains témoins racontent avoir également entendu de sourdes explosions, comme le passage du mur du son d'un avion, quelques minutes après son observation. Des sondes sismiques ont même enregistré l'explosion supersonique en altitude de l'objet.

Une première estimation de sa trajectoire est rapidement faite grâce aux 200 premiers rapports laissés par les témoins sur le site de l'*International Meteor Organization*. (Il y a eu au total 341 rapports d'observations.)





Carte I.M.O. des observateurs.

Le bolide a été enregistré en radio depuis l'Italie. D'après cet enregistrement, il serait apparu à 10 h 32 mn 55 s TU, et la traînée ionisée persistante associée a été enregistrée pendant 9,2 secondes.

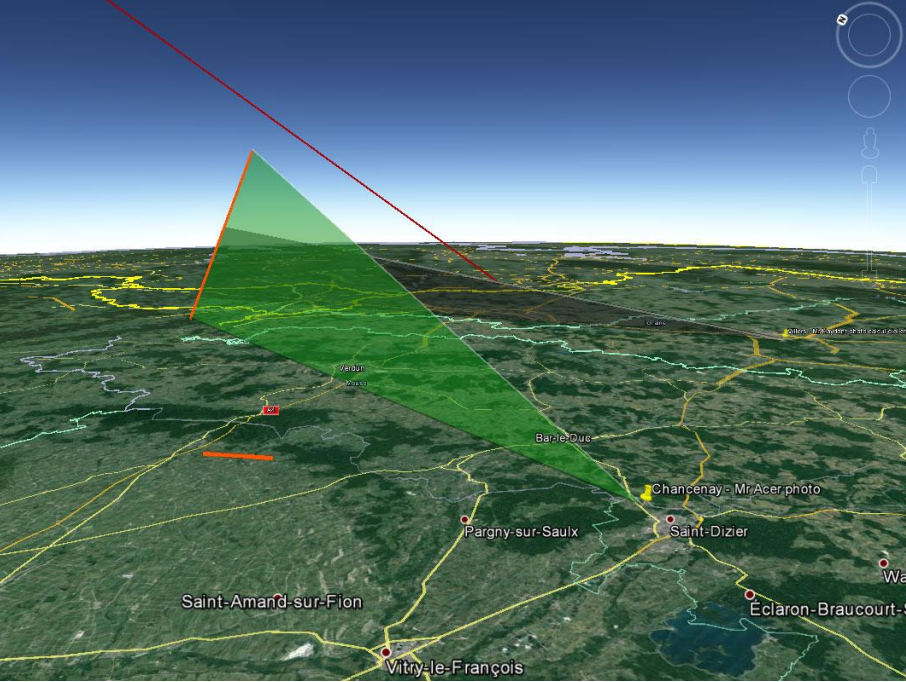
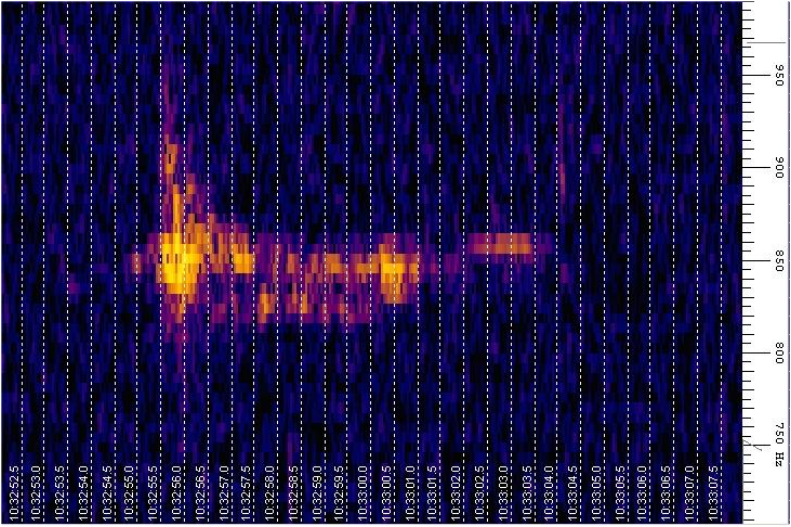
Enrico Stomeo, par la station du planétarium de Venise.

Les recherches

Tioga Gulon est allé interroger les personnes qui ont pris les photos de la traînée de condensation du bolide. Et, grâce à leur aimable coopération et aux relevés faits sur place, il a pu calculer les azimuts et les élévations des traces du bolide sur les photos.

L'intersection des plans d'observation de la traînée depuis Villers-lès-Nancy et Chanceneay permet de calculer la position de celle-ci.

Selon la position calculée de la traînée, on peut



dire que le bolide a fini sa course à quelques kilomètres au sud-sud-ouest de Sainte-Menehould. Son cap était nord-nord-ouest de 341°, avec une altitude de fin de 14 km et une pente de pénétration dans l'atmosphère de 64°.

Si l'on se réfère au témoignage visuel de Pierre Haydont, l'objet devait avoir une vitesse comprise entre 15 et 20 km/s.

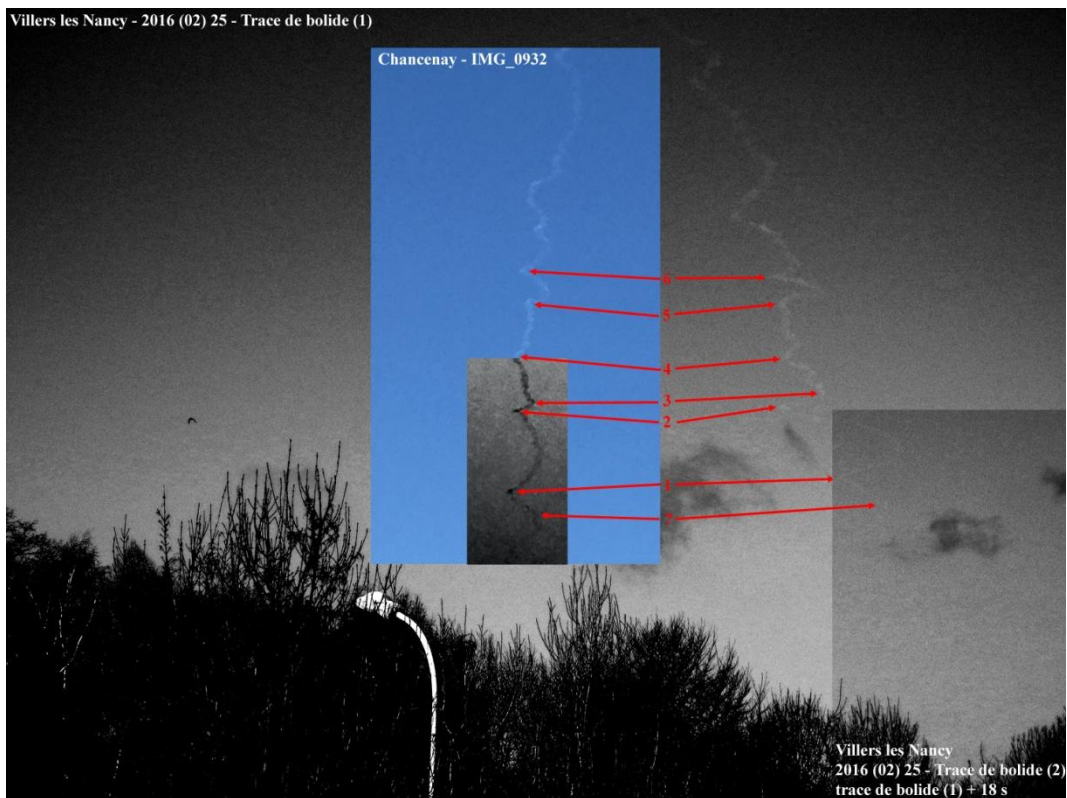
Calcul de la trajectoire d'après les photos de la traînée.

Où en est-on à la mi-avril ?

Compte tenu du fait que le bolide fut très lumineux (bolide diurne, donc de magnitude certainement supérieure à celle de la pleine Lune, -12), que la pente de sa trajectoire était fortement incidente, que l'altitude de fin du bolide était inférieure à 20 kilomètres et que sa vitesse était basse pour une entrée atmosphérique, il y a de fortes chances pour qu'une météorite ait atteint le sol.

Tioga Gulon, avec un coéquipier du réseau REFORME (réseau français d'observation des météores) a déjà passé quelques jours sur le terrain à sa recherche, mais sans succès pour l'instant.

La difficulté vient du fait que la zone de recherche est vaste avec pas mal de champs cultivés dans la région et que les calculs se basent sur les photos de la traînée de condensation prises une centaine de secondes après le passage du bolide, et qui a dû dériver avec les vents d'altitude, augmentant l'incertitude de la trajectoire du bolide.



Comparaison de la traînée sur les deux photos.

Conférence de Gérard Scacchi à Allamps

BEAUCOUP de monde à la M.J.C. d'Allamps pour la conférence sur le Big-Bang, présentée par Gérard Scacchi, ancien enseignant-chercheur à l'Université de Lorraine et membre de la S.L.A., Société Lorraine d'Astronomie de Nancy, invité par le club local, *Astéroïde B 612*.

L'origine de l'Univers passionne, mais pour permettre au commun des mortels de s'en approcher, il faut un vulgarisateur de la trempe de M. Scacchi.

Pour se mettre à la portée de son auditoire, le conférencier a su trouver les mots justes, les comparaisons et les images propres à rendre chacun plus intelligent. Il a dévoilé comment, à partir de la seule observation de la lumière d'une étoile, on peut connaître par le détail sa température, sa composition chimique et mieux encore son déplacement éventuel.



A partir de ces données, il a su nous aider à remonter le temps, loin, loin, plus de treize milliards d'années en arrière, au moment où l'Univers entier n'était qu'énergie, avant que les premiers atomes de matière ne se forment. Il a révélé les preuves indiscutables qui, peu à peu, confirment ce modèle du Big-Bang, la relativité d'Einstein, l'expansion de l'Univers, le rayonnement fossile et l'abondance d'éléments légers, hydrogène et hélium...

Le grand art des scientifiques de haut niveau est de persuader leurs auditeurs qu'ils sont capables de comprendre des notions qui, au départ, semblent les dépasser. C'est pourquoi chacun est reparti, après les rafraîchissements offerts par la M.J.C., conscient d'avoir vécu un grand moment de culture et de connaissance.

Une expérience à renouveler !

Texte et photo : L'Est républicain.

Jeu

La phrase astro mystérieuse

C'est très simple.

Trouvez les mots dont les définitions vous sont proposées ci-après. Certaines cases comportent un chiffre. La lettre correspondante sera à reporter dans toutes les cases du même chiffre de la phrase mystérieuse. Après avoir découvert tous les mots, vous serez en possession des lettres nécessaires pour reconstituer la phrase mystérieuse... qui ne le sera plus !

1. Les mots à découvrir

14				
----	--	--	--	--

		17		G					
--	--	----	--	----------	--	--	--	--	--

			11			
--	--	--	----	--	--	--

	13		
--	----	--	--

4								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

	5							10
--	---	--	--	--	--	--	--	----

						18
--	--	--	--	--	--	----

					6	
--	--	--	--	--	---	--

				12				
--	--	--	--	----	--	--	--	--

				16		I		
--	--	--	--	----	--	----------	--	--

1. Jour de la semaine pour Jupiter.

2. Grand écartement vénusien.

3. Des milliards de galaxies.

4. Planète rouge.

5. Constellation du point vernal.

6. Monture très basique.

7. Vous y trouverez les Pléiades.

8. La Voie Lactée est la nôtre.

9. Celle d'Uranus dure 84 ans.

10. Jupiter y revient tous les 13 mois.

3							
---	--	--	--	--	--	--	--

	8		L				
--	---	--	----------	--	--	--	--

								2
--	--	--	--	--	--	--	--	---

9								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

				7		
--	--	--	--	---	--	--

15					Y
----	--	--	--	--	----------

	I	1		
--	----------	---	--	--

11. Époque du solstice d'hiver.

12. Jetez-y un œil !

13. Constellation d'été.

14. Messier 17 en est une.

15. La géante du Système solaire.

16. Comète périodique très célèbre.

17. Gravite autour de Saturne.

2. La phrase mystérieuse

4	6	13	5	5	6
---	---	----	---	---	---

13

4	13	12	10	2	1	10
---	----	----	----	---	---	----

10	9
----	---

16	6	8	6	12	10
----	---	---	---	----	----

13

3	10	8	17	18	11	10	2	7
---	----	---	----	----	----	----	---	---

12	10
----	----

4	2	10	1	6	10	2
---	---	----	---	---	----	---

13	16	7	10	2	17	6	3	10
----	----	---	----	---	----	---	---	----

8	10	2	10	16
---	----	---	----	----

12	10
----	----

4	2	10	1	6	10	2
---	---	----	---	---	----	---

14	13	9	11	6	10	2
----	----	---	----	---	----	---

1	6	12	12	10
---	---	----	----	----

15	18	6	7
----	----	---	---

8	10	9	7
---	----	---	---

18	9
----	---



Jean-Louis Rault

dans nos murs

Mardi 8 mars 2016

Une nouvelle visite importante au sein de notre association, deux semaines seulement après la venue de Christian Veillet et – coïncidence ! – quelques jours après le passage d'un bolide en plein jour en Lorraine le jeudi 25 février.

Nous voilà particulièrement gâtés en ce début d'année 2016 ! Beaucoup de nos membres étaient bien sûr présents ce soir-là pour écouter la conférence de **Jean-Louis Rault** sur la radio-astronomie. Il est président de la Commission de Radioastronomie de la Société Astronomique de France, et de la Commission Radio de l'*International Meteor Organization*.

Sa conférence a porté sur :

- l'histoire de la radioastronomie dans le monde et en France ;
- les techniques que peuvent mettre en œuvre les amateurs ;
- les méthodes de détection et de recherche de météorites sur le terrain.

Jean-Louis Rault est aussi venu spécialement de Paris pour conforter la section Radioastronomie de la S.L.A., qui met en œuvre actuellement deux projets :

- l'un concerne les mesures de la température et du diamètre du Soleil et de la Lune avec l'aide d'une antenne parabolique. Ces mesures peuvent être faites, même par temps couvert ;
- l'autre s'intéresse à la détection des météores en utilisant une antenne râteau, dans les bandes de fréquences de 50 à 150 MHz.

La démarche de la Société Lorraine d'Astronomie s'inscrit dans le développement en cours d'un réseau d'antennes et de caméras du projet **FRIPON** (*Fireball Recovery and InterPlanetary Observation*), auquel Jean-Louis Rault prend part activement.

Le projet FRIPON permet de :

- retrouver des météorites immédiatement après leur chute ;
- pister la source des météorites ;
- partager cette aventure avec le public *via* le projet **Vigie-Ciel** (www.vigie-ciel.org — facebook.com/VigieCiel — twitter.com/VigieCiel).

Voici quelques liens intéressants. Le dernier est l'adresse mail de Jean-Louis Rault :

[radioastronomie_amateur-subscribe@yahogroupes.fr/](mailto:radioastronomie_amateur-subscribe@yahogroupes.fr)

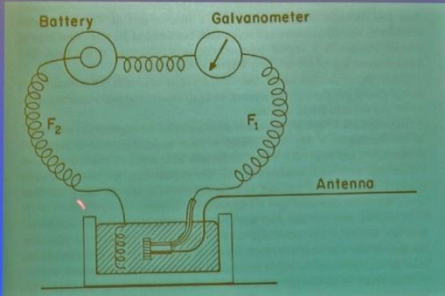
<http://www.imo.net> — <http://www.fripon.org>

f6agr@orange.fr

Un aperçu de sa conférence...

En 1901, l'astronome français Charles Nordmann, reprenant les travaux de Wilsing et Schneider, consacre sa thèse de doctorat à la recherche de signaux radio émis par le Soleil.

Les essais menés depuis le Mont Blanc, à 3100 m d'altitude, en période de Soleil calme ne donnent rien



En 1937, Grote Reber, astronome amateur et radioamateur est le premier à utiliser un réflecteur parabolique pour scruter le ciel en radio.

Ses premiers essais sur 3,3 GHz et sur 900 MHz sont infructueux, mais, confirmant les premiers travaux de Jansky, il détecte avec succès la Voie Lactée sur 160 et 480 MHz



En 1965, Arno Penzias et Robert Wilkson découvrent fortuitement sur 4 GHz un rayonnement thermique à 3°K, "isotropique, non-polarisé et indépendant des saisons", confirmant ainsi la théorie du Big bang

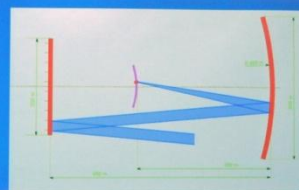


Nançay

Le grand radiotélescope de type Kraus est inauguré en 1965



1,06 à 3,5 GHz



L'IRAM, un partenariat entre le CNRS, le Max Planck Gesellschaft et l'Instituto Geográfico Nacional est fondé en 1979. Il se consacre aux rayonnements millimétriques

Parabole de 30m sur le Pico Veleta (Espagne)



Interféromètre sur le Plateau de Bure (France)



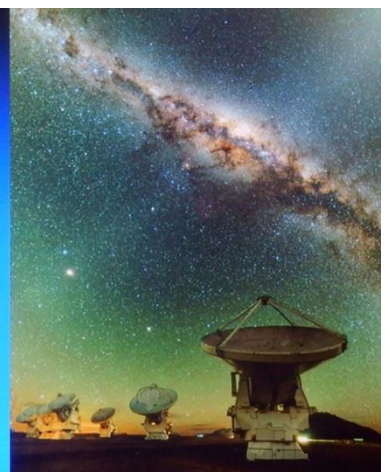
ALMA
Atacama Large Millimeter Array

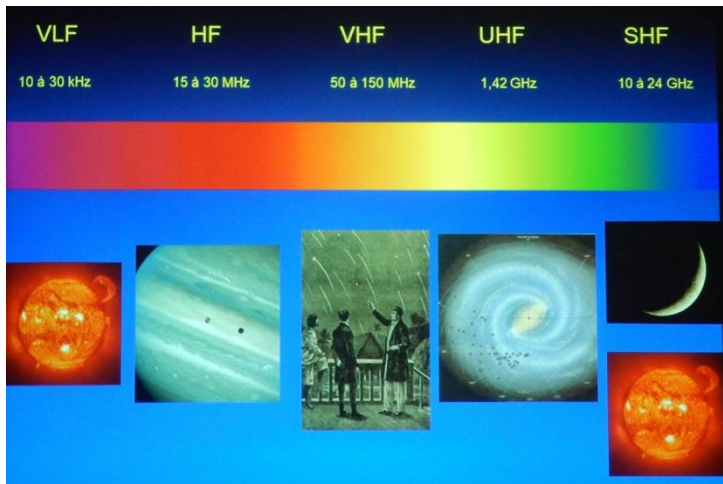
Europe + USA + Japon

Développement piloté par l'ESO

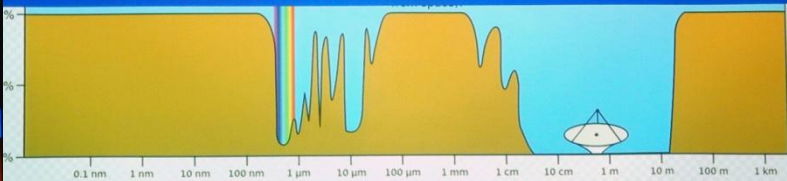
22 antennes de 7 à 12 m de diamètre installées à 5100 m d'altitude

Première lumière en 2011



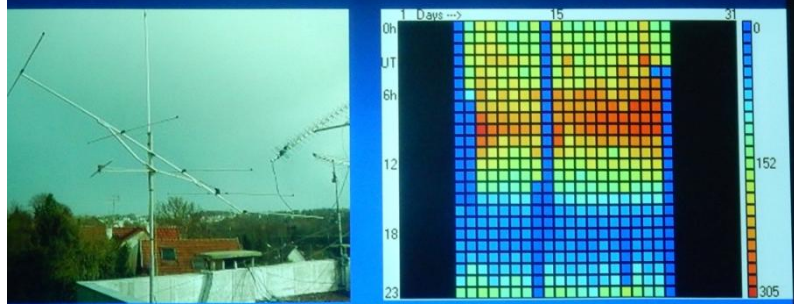


L'atmosphère et l'ionosphère terrestre bloquent certains rayonnements reçus de l'espace et rayonnement des raies parasites. Elles sont "transparentes" pour les fréquences comprises entre 10 MHz et 30 GHz environ ...

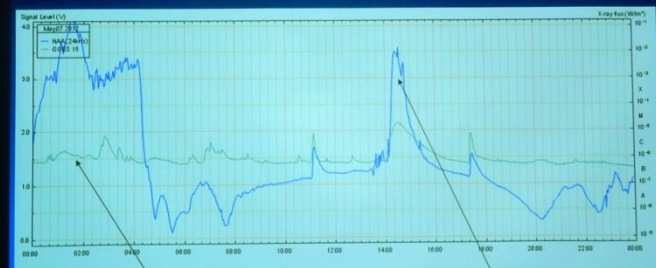


L'emploi de satellites (COBE, WMAP, PLANK, ...) permet de s'affranchir des nuisances de l'atmosphère terrestre. Les sondes spatiales (Voyager, Huygens, ...) permettent d'approcher au plus près les planètes du système solaire pour en observer les rayonnements

**Comptage automatique d'échos
Détermination des pics d'activité**



7 mai 2012. Sursaut C3 (L. Loudet AA118)



XR mesurés par satellite GOES 15

PIDB (SID) sur station VLF US



L'ASTRONOMIE AUTREMENT

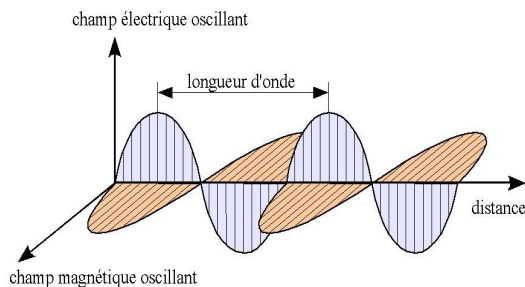
Si vous avez envie d'observer le ciel de jour, sous les nuages, et même pourquoi pas sous la pluie, je vous dis, chiche !

EN PRÉAMBULE, LE PTIT DEJ !

Afin de poser quelques mots sur ce qui suit, commençons par parler du REM. Il ne s'agit pas du biscuit que l'on trempe dans le café, que les moins de 30 ans ne peuvent pas connaître...



le REM c'est le Rayonnement ElectroMagnétique.



Le REM est représenté ainsi avec un champ magnétique alternatif et un champ électrique alternatif combiné. Ils forment une onde.

Maxwell : Un Écossais du 19ième siècle.

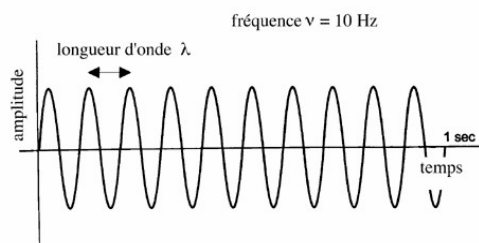


Il a démontré que la lumière et l'onde radio sont tous les deux un REM. Ce qui les différencie c'est la longueur de l'onde.

La **longueur d'onde** (λ) est la distance parcourue par une onde entre deux oscillations
Unité : le mètre

Mais en radio on parle souvent de fréquence.

La **fréquence** est le nombre d'oscillations par seconde
Unité : le hertz

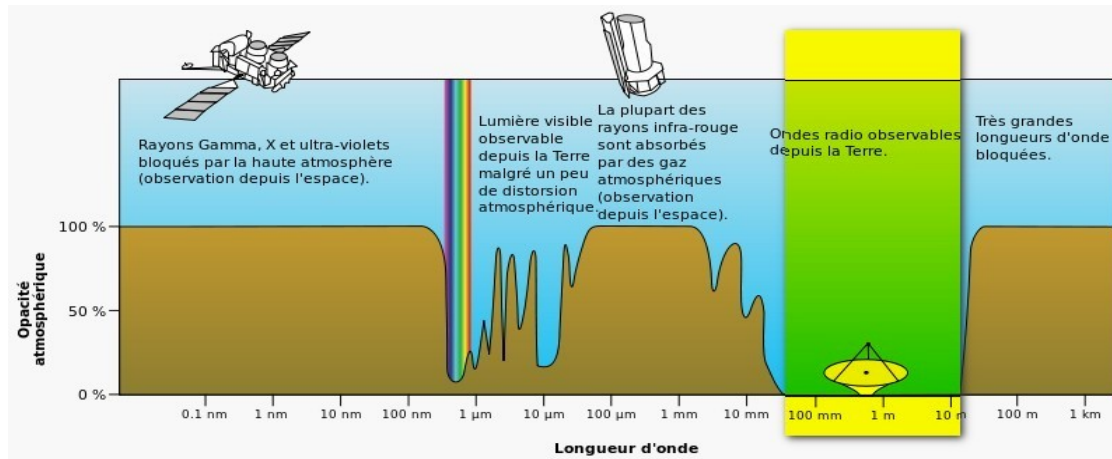


On peut passer de l'une à l'autre avec cette relation : $\lambda = c / f$ (c:célérité)

Quand la longueur d'onde est grande, la fréquence est basse et réciproquement.

Depuis notre observatoire terrestre, on est limité par les gaz qui composent l'atmosphère, car ils filtrent les REM qui parviennent du milieu extraterrestre. Certains REM sont absorbés et d'autres réfléchis. Tout dépend de la longueur d'onde.

Ci-dessous un graphique sur l'opacité atmosphérique.



Il y a malgré tout une immense fenêtre aux REM de 10m à 3cm de longueur d'onde.

LA RADIOASTRONOMIE AMATEUR

La finalité de l'observation radio-astronomique amateur est de réaliser une mesure physique mais pas de faire une image. Pour cela on met en œuvre des principes de physique et de métrologie à base de matériel électronique et notamment d'un radiomètre.

Le radiomètre est un appareil qui permet de mesurer la puissance du REM qui se trouve sur son capteur.

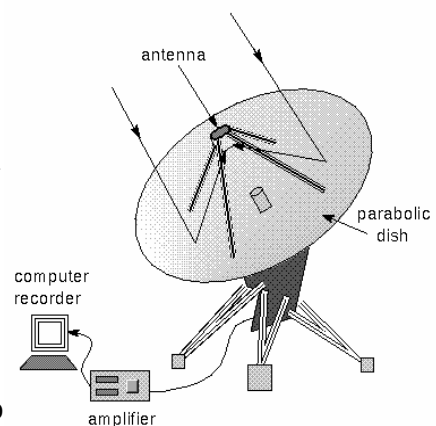
Comme au 17ème siècle les premières lunettes ont été orientées vers le ciel, il suffit de tourner le radiomètre vers le ciel pour en faire un radiotélescope et observer le REM de quelques astres de grandes tailles angulaires.

Cette puissance du REM est fonction de :

- la surface du capteur. C'est la surface de la parabole (m^2)
Plus elle est grande plus on collecte de rayonnement.
- la bande passante du récepteur (Hz). Plus elle est grande plus on récupère de puissance EM sur les différentes longueurs d'onde qui passent.
- la densité de flux de l'astre observé. C'est le profil énergétique d'un astre.

Remarque importante:

Ce radiomètre est fait pour observer des astres (radio sources) ayant des spectres continus très étendus et de grande taille angulaire. Nous ne pouvons pas faire de spectrométrie et mesurer une raie spectrale dans le détail avec ce matériel en l'état !



Par analogie optique, les pixels des matrices CCD qui sont dans l'axe du télescope ont individuellement la même fonction.

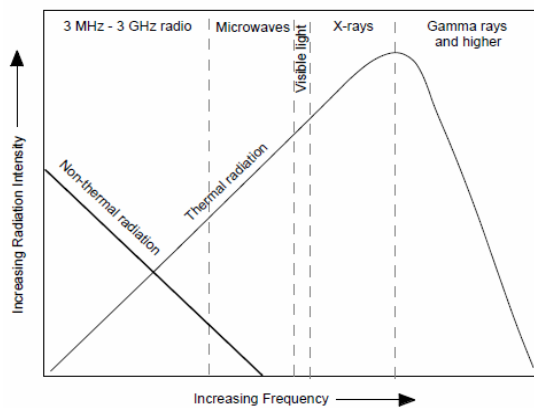
POURQUOI CELA A-T-IL UN INTÉRÊT ?

Après une observation optique avec l'œil ou avec un APN, on peut se poser des questions sur l'origine de la lumière qui nous parvient, mais aussi sur les limites de notre appareil d'observation, est-ce que l'on voit tout de l'univers dans lequel on vit ?

Bien que Maxwell ait répondu à cette question en théorie au 19^{ème} siècle, il a fallu attendre les progrès sur les techniques RADAR, pour que la radioastronomie apporte des observations à quelques-unes de ces questions après la 2^{ème} guerre mondiale.

Par exemple, en radioastronomie on distingue 2 catégories d'origine des rayonnements à spectre continu : Le rayonnement thermique (ou rayonnement du corps noir) et le rayonnement non thermique (rayonnement synchrotron).

Relative Variation of Thermal and Non-thermal Radiation Emissions

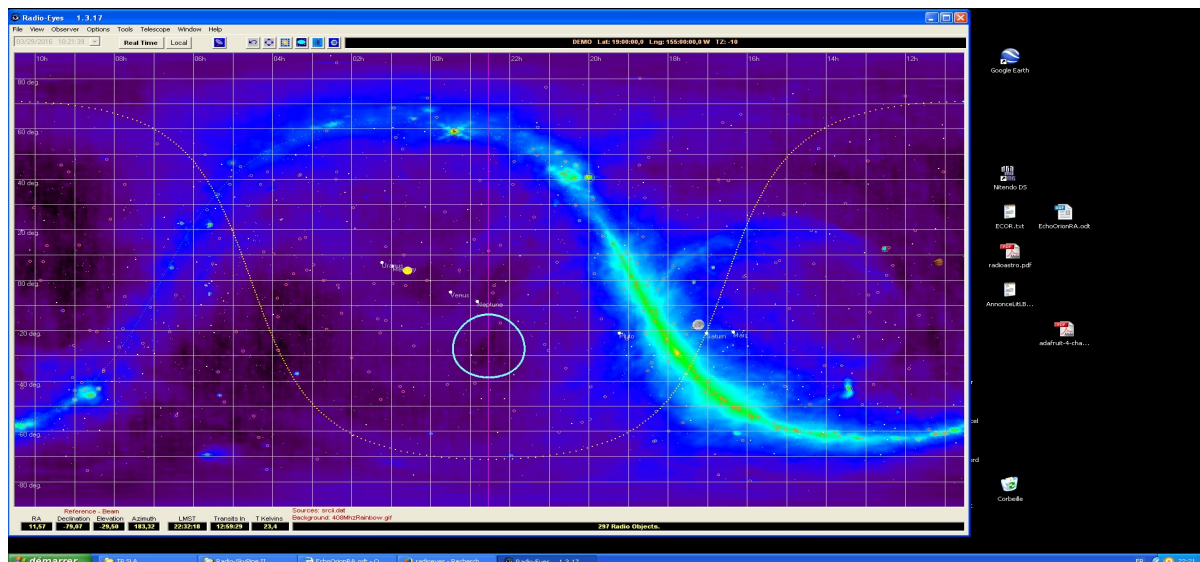


Il y a donc un intérêt scientifique à mesurer sur plusieurs longueurs d'ondes ce REM pour comprendre son origine dans la zone du ciel que l'on observe.

Certaines radiosources sont variables. Sur le soleil, ces variations peuvent être mesurées par des amateurs.

Jupiter émet un REM d'origine synchrotron qui peut être mesuré par des amateurs.

La Voie Lactée émet un REM qui peut être observé par des amateurs.



Ci dessus une carte du ciel radio à 73cm de longueur d'ondes sur le logiciel RadioEyes. On y voit bien la Voie Lactée.

Il y a un intérêt pédagogique important pour l'apprentissage des sciences physiques. Mais aussi pour ceux qui le souhaitent un intérêt technique en métrologie électronique.

Évidemment les scientifiques peuvent mesurer bien d'autres grandeurs comme la polarisation du rayonnement ou faire de la spectrométrie et des images par le biais de l'interférométrie, mais c'est une autre histoire.

LE RADIODÉTELESCOPE DE LA SLA

Les composants du radiotélescope

- Tête LNB (bande Ku)
- Réflecteur offset elliptique (70cm/80cm)
- Monture EQ6
- Récepteur de bruit RAL10 (ci-dessous)

Le réflecteur est très similaire à un télescope Newton. Parabole en tôle aluminium.

Au foyer, la tête « LNB » est interchangeable, elle correspond au standard de TV par satellite. On y retrouve une petite tige métallique qui va convertir le REM en courant électrique (c'est le capteur), et un système électronique qui amplifie ce courant.

Pour atteindre plusieurs longueurs d'ondes avec du matériel de TV, on va se baser sur les bandes de fréquences (bande spectrale) normalisées pour la TV. Ce n'est pas trop gênant car les réflecteurs paraboliques sont très directifs. Il faut juste éviter les satellites de télédiffusion qui forment un arc de points très brillants d'Est en Ouest tous les 2° d'angle environ.

Pour les curieux voir le site :

http://www.satlex.be/fr/azel_calc.html



Le récepteur de bruit mesure le courant issu de la tête et communique l'information à un ordinateur. C'est cette information numérique qui est proportionnelle à la puissance du REM que reçoit notre parabole.

Le cœur du boîtier récepteur de bruit s'appuie sur le kit RAL10 développé spécifiquement pour la radioastronomie amateur par la société Radioastrolab <http://www.radioastrolab.com>

Ce matériel permet de mesurer une bande spectrale de 50Mhz.

En fonction des têtes LNB que l'on utilise :

* LNB bande L (de 01390 à 01440 Mhz) $\lambda=21.58\text{cm}$ à $\lambda=20.83\text{cm}$

* LNB bande C (de 03710 à 03760 Mhz) $\lambda=08.08\text{cm}$ à $\lambda=07.97\text{cm}$

* LNB bande Ku (de 11140 à 11190 Mhz) $\lambda=02.69\text{cm}$ à $\lambda=02.68\text{cm}$

OBSERVATION DU SOLEIL

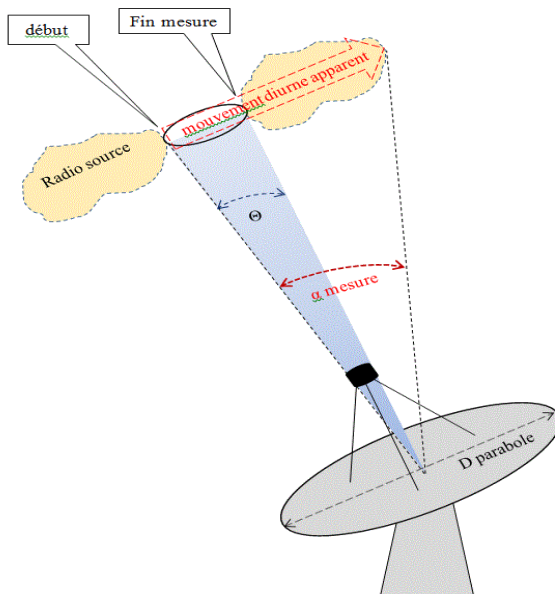
Le soleil est très facile à observer avec ce matériel. Il émet un REM radio puissant d'origine thermique, issu de la chromosphère et de la couronne. Dans la réalité quelquefois des orages très intenses se superposent à ce REM thermique.

L'objectif est de mesurer la taille angulaire du soleil et sa température radiative. L'idée est de se servir de la terre comme étalon de REM d'origine thermique dont on connaît la température.



Observation du 28/11/2015 avec Christine, Virgile, Michel, Anne, Didier et moi-même.
Photo de Didier

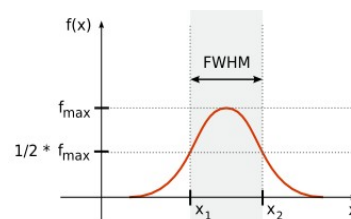
1) MESURE DU DIAMÈTRE SOLAIRE.



Le soleil est la radiosource, nous mesurons son diamètre angulaire grâce au mouvement diurne.

$$\alpha_{mesure} = \beta_{soleil} + \theta$$

On laisse filer le soleil devant le télescope. La courbe obtenue est une gaussienne. C'est la conséquence du passage du soleil (diamètre angulaire β_{soleil}) devant la parabole (angle solide du pouvoir séparateur θ).



Métrie : (FWHM : "full width at half maximum")

Par convention, la mesure de l'abscisse se fait à mi-hauteur de l'ordonnée. Temps entre X1 et X2

Le pouvoir séparateur d'un instrument à ouverture circulaire dépend de la longueur d'onde observée et du diamètre de l'instrument. $\theta \equiv \lambda / D$ radian. Le plus petit détail que voit notre télescope est égal à l'angle θ .

Cette relation est empirique et basée sur le critère de Rayleigh.

Mesure de l'angle α_{mesure} à partir du FWHM. (La terre tourne de $0,25^\circ$ /minute.).
 Et il faut corriger le temps de passage de la déclinaison de l'astre δ . Dans les hautes déclinaisons proches du pôle céleste ça ne fonctionne pas, car l'astre tourne dans le champ du télescope.

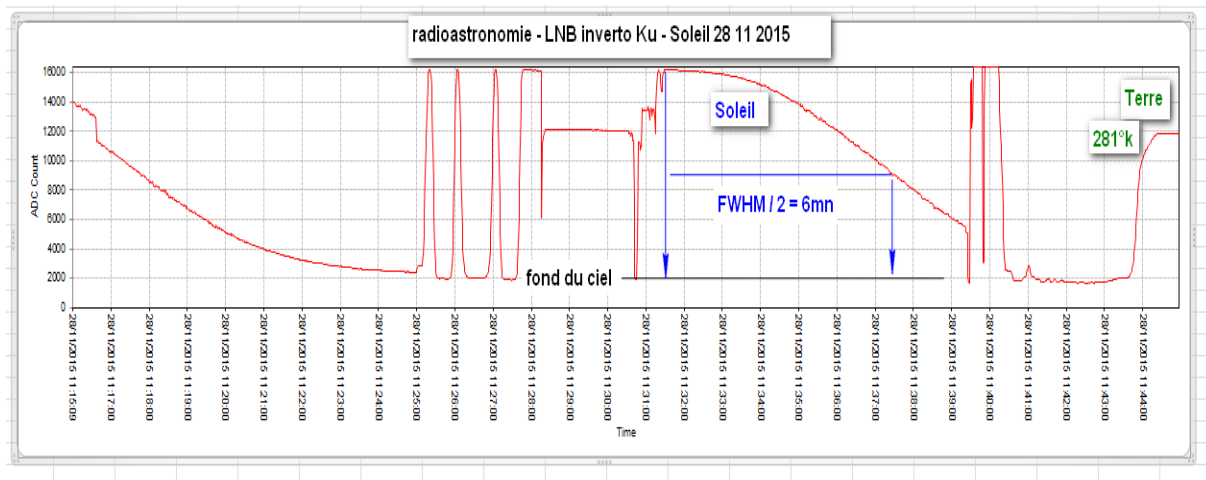
$$\alpha_{mesure}^\circ = FWHM (min) * 0,25 * \cos(\delta)$$

$$\beta^\circ_{soleil} = \alpha^\circ_{mesure} - \theta^\circ$$

Observation du 28/11/2015

La parabole est elliptique elle fait 70 cm sur le petit axe et 80 sur le grand. Ma monture étant en station, je sais que le filé de soleil s'est fait sur le grand axe (ou presque). Le pouvoir séparateur théorique est :

$$\theta = 2,7 \text{ cm} / 80 \text{ cm} = 0,00337 \text{ rad soit } 1,93^\circ$$



FWHM = 12mn ; déclinaison solaire = -21°
 mesure soleil 16000 unités ; mesure Terre 11800 unités ; mesure fond du ciel 2000 unités

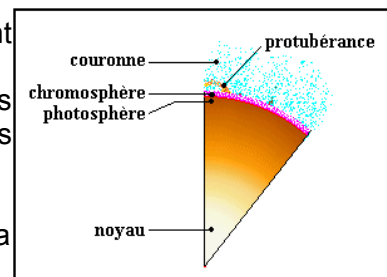
$$\alpha_{mesure}^\circ = 12 \text{ mn} * 0,25 * \cos(-21^\circ) = 2,8^\circ$$

$$\beta^\circ_{soleil} = 2,8 - 1,93 = 0,87^\circ \text{ ! un peu grand quand même.}$$

Les ondes radio émises par le soleil proviennent principalement des plasmas constituant la chromosphère et la couronne.

Les ondes centimétriques correspondent aux couches basses de la chromosphère tandis que la couronne émet des ondes décimétriques.

Dans notre cas avec une onde de 2,7 cm on est proche de la photosphère avec un diamètre optique de $0,5^\circ$



Pourquoi notre mesure est erronée ? : Quelques remarques :

Dans la réalité le diamètre efficace de la parabole est moins grand que le diamètre physique. Il faudrait trouver un moyen de l'estimer. Pour en avoir une idée, ci-dessous un lien vers un logiciel de calcul du pouvoir séparateur de paraboles de TV qui donne $2^\circ 24'$ pour cette parabole.

http://www.satlex.be/fr/beamwidth-params.html?diam=0.8&band=ku_banddes

On ne connaît pas le chemin exact du filé de soleil sur le réflecteur à cause de sa forme elliptique.

Par ailleurs le calcul du pouvoir séparateur est basé sur un critère empirique.



Observation du 06/02/2016 avec Maxime, Pierre et moi-même. Photo de Pierre

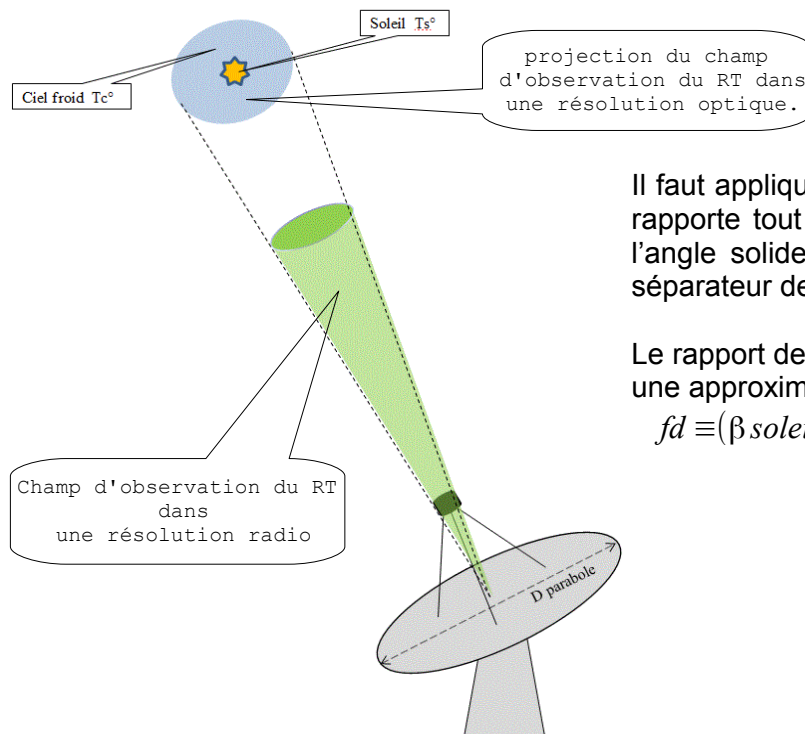
Conclusion le radiotélescope ne voit pas le soleil dans sa globalité mais il voit un rayonnement uniforme qui correspond au soleil dans une partie du ciel froid.

2) CALCUL DE LA TEMPÉRATURE DU SOLEIL

Notre étalon est la terre. On mesure la température du sol avec un thermomètre (T° terre). On pointe le télescope vers le sol et on relève la valeur numérique « Terre » sur l'écran qui représente notre puissance de REM de la Terre. (Voir trait vert exemple ci-dessous.)

Quand on observe le sol avec le radiotélescope le rayonnement occupe toute la parabole. C'est-à-dire que la source est plus étendue que le pouvoir séparateur. Donc la mesure est directe.

Conformément au diamètre solaire mesuré ci-dessus, ce n'est pas le cas pour le soleil car θ est plus grand que β° soleil . Le télescope ne voit pas le soleil, il voit un rayonnement uniforme qui correspond au rayonnement solaire dilué dans le ciel froid autour.

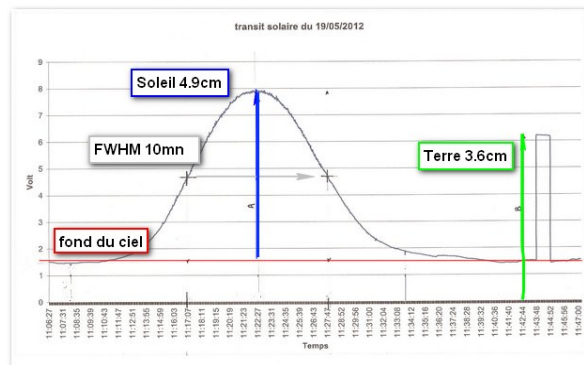


Il faut appliquer un facteur de dilution qui rapporte tout le rayonnement solaire sur l'angle solide que représente le pouvoir séparateur de notre instrument.

Le rapport des angles au carré donne une approximation du facteur de dilution :

$$fd \equiv (\beta_{\text{soleil}} / \theta)^2$$

Tout moteur éteint, on laisse défilé le soleil devant la parabole pour obtenir la courbe ci-dessous. Ce n'est pas évident de le faire passer pile au centre, donc le mieux est de le centrer et de le laisser partir. On a la moitié de la courbe ci-dessous mais c'est plus précis.



Exemple sur le relevé ci-contre.
Les températures sont en °Kelvin.

Température radiative observée => $T^{\circ} \text{ observée} = (T^{\circ} \text{ terre} / \text{Terre}) * \text{Soleil}$

Température du soleil => $T^{\circ} \text{ soleil} = T^{\circ} \text{ observée} / fd$

Il faut déduire le rayonnement du fond du ciel (en rouge) de la mesure que l'on fait (voir trait bleu).

Pour affiner, on peut introduire le coefficient d'émissivité de la terre (<1). C'est-à-dire qu'au moment de l'observation du sol, l'étalon réel rayonne un peu plus que l'étalon idéal de type corps noir, à cause des réflexions parasites. Et cela dépend de la nature du sol. En général on prend une émissivité de 0,95 que l'on note ϵ . Mais cela s'apprécie en fonction des conditions locales. Voir <https://fr.wikipedia.org/wiki/Émissivité>

Température radiative = $T^{\circ} \text{ soleil} = T^{\circ} \text{ terre} * \epsilon * ((\text{Soleil} - \text{fond du ciel}) / \text{Terre}) / fd$

Observation du 28/11/2015

On reprend le graphique du 28/11/2015 ci-dessus et on part du diamètre solaire connu de $0,5^{\circ}$.
mesure soleil 16000 unités ; mesure Terre 11800 unités ; mesure fond du ciel 2000 unités

$$fd = (0,5^{\circ} / 1,93^{\circ})^2 = 0,06711 \quad \text{Soit environ } 15^* \text{ le disque solaire dans l'angle solide du télescope.}$$

$$T^{\circ} \text{ soleil} = 281 * 0,95 * ((16000 - 2000) / 11800) / 0,06711 = 4719^{\circ} K$$

Conclusion :

Il faut remarquer que le facteur de dilution se doit d'être précis, car il détermine fortement la valeur calculée. Pour avoir un résultat précis il faudrait une parabole circulaire et non elliptique. Cela dit, le récepteur RAL10 apporte pas mal de précision quant à la longueur d'onde observée. Ce qui n'était pas le cas avant en utilisant le satfinder.

Quand le radiotélescope observe le sol, la végétation, le ciel nuageux, le ciel bleu, on constate que le ciel bleu (ou noir) est bien le milieu le plus froid que l'on voit depuis notre observatoire terrestre < $10^{\circ}K$ (Cosmic Microwave Background $2,7^{\circ}K$ + rayonnement atmosphérique) alors que la neige est à $273^{\circ}K$!

Laurent DALBIN

Solution de notre jeu la phrase mystérieuse

1. Les mots à découvrir

1. Jeudi	7. Taureau	13. Sagittaire
2. Élongation	8. Galaxie	14. Nébuleuse
3. Univers	9. Révolution	15. Jupiter
4. Mars	10. Opposition	16. Halley
5. Poissons	11. Décembre	17. Mimas
6. Azimutale	12. Oculaire	

1	M		7	T		13	A
2	R		8	C		14	J
3	D		9	N		15	H
4	P		10	E		16	S
5	Z		11	V		17	O
6	I		12	L		18	U

2. La phrase mystérieuse

**PIAZZI A PALERME, EN SICILE, A DÉCOUVERT
LE PREMIER ASTÉROÏDE, CÉRÈS,
LE PREMIER JANVIER MILLE HUIT CENT UN**



Société Lorraine d'Astronomie

Association loi 1901

Correspondant de la Société Astronomique de France pour la Lorraine

Agréée des Associations de jeunesse et d'éducation populaire

parrainée pour ses 50 ans, en 2015, par M. André Brahic

Faculté des Sciences et Technologies – Université de Lorraine

B.P. 70239

Boulevard des Aiguillettes

54506 VANDOEUVRE LES NANCY CEDEX

Site : <http://www.astronomie54.fr>

Courriel : contact@astronomie54.fr

Liste de diffusion : astronomie54@yahooogroupes.fr



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



Envoi de documents pour *L'Écho d'Orion* : pierre.haydont@hotmail.fr