

N°1 Mai 2023

# L'ALPHA

L'ACTUALITÉ DE L'OBSERVATOIRE



L'ALPHA fait référence à la constellation Alpha Tauri, la constellation du Taureau, animal-symbole de l'évangéliste St-Luc.

## Sommaire

- 02 | LE MOT DU PRÉSIDENT
- 03 | LE MOT DES FONDATEURS
- 04 | RAHU, KÉTU, ET LES ÉCLIPSES  
PAR ADHISH MAJUMDAR
- 06 | LA TOUTE PREMIÈRE GÉNÉRATION D'ÉTOILES  
PAR SYLVIA EKSTRÖM
- 11 | L'ASTROPHOTOGRAPHIE COLLABORATIVE  
PAR LAURENT D'ALVISE
- 12 | LE MOT DU MÉDIATEUR SCIENTIFIQUE  
LA STAR PARTY 2023

## Le mot du président

# Sous les étoiles de St-Luc



LAURENT D'ALVISE

Enfant, je rêvais que l'on m'installe un laboratoire dans le grenier de la maison familiale. Mais un laboratoire d'un type un peu particulier : le toit en était mécanisé, ouvrant notre maison sur le ciel et les étoiles. Je m'imaginai l'œil derrière une lunette astronomique, vérifiant la nuit les informations que je lisais le jour dans un livre d'astronomie passionnant qui appartenait à mon père. Cette image sublimée m'est restée bien longtemps, pour disparaître dans la réalité de ma vie d'adulte.

Puis vint mon installation en Anniviers et ma découverte ébahie de St-Luc et de son observatoire astronomique. Ce fut le début d'une aventure passionnante et la réalisation d'un rêve d'enfant. Aujourd'hui, me voici au cœur de l'action pour reprendre le flambeau de l'Association des Amis de l'OFXB et permettre par notre action de soutenir la Fondation de l'OFXB et son observatoire.

L'Alpha, le présent journal, est la matérialisation de cette action. Par ces quelques pages, nous vous informons et partageons avec vous la vie de l'observatoire et de St-Luc. La fondation de l'OFXB a besoin du soutien de nos membres pour mener à bien ses missions de diffusion scientifique et l'accueil de milliers de visiteurs chaque année. Tous les trois mois, vous recevrez donc L'Alpha pour vous remercier de votre précieux soutien.



PARIS HETZEL CIE. 1873.

GRAVURE D'ALFRED QUESNAY DE BEAUREPAIRE, POUR LE PAYS DES FOURRURES.

# Loin dans le cosmos



JEAN-CLAUDE PONT



GEORGES MEYNET

Les animations astronomiques de St Luc ont maintenant tout juste quarante ans. C'est en effet le 3 janvier 1986 que Tignousa vivait sa première soirée d'astronomie. Un succès, autant inattendu que mémorable, pour l'occasion du passage séculaire de la comète de Halley. Un petit objet pour un grand pas dans l'histoire anniviarde.

De ce, somme toute, minuscule événement devait sortir toute l'histoire de l'astronomie à St Luc, avec ses moments glorieux : soirées d'astronomie, inauguration du Chemin des Planètes et spectacle Étoiles en vadrouille, inauguration de l'Observatoire François-Xavier-Bagnoud, cinq spectacles qui illumineront la vie du village, Ateliers pédagogiques & Bourses pour jeunes, construction et pose de la comète vers l'Hôtel Weisshorn, ses remuages, etc. Parallèlement à ces activités, il convient de relever les nombreuses améliorations qui ont été apportées à l'instrumentation et aux équipements, que ce soit pour l'Observatoire ou pour le Chemin des Planètes.

Et aujourd'hui, un changement de structure avec l'arrivée de Laurent D'Alvise, Virginie Poulin et leur équipe. La remise entre les mêmes mains des fonctions de président de l'OFXB et de direction de l'Observatoire constitue un changement dans la structure opérationnelle qui va conditionner l'avenir de notre institution. Que le président de l'Association soit en même temps le directeur est un élément de densification des instances responsables, qui verra à la fois une réduction des courroies de transmission et un renforcement et une simplification des relations qui les lient.

Mais il y a plus. Laurent, dès avant son « intronisation », avait amené un complément important à l'équipement de l'Observatoire, à savoir une technique permettant de se connecter sur notre télescope à partir de tous les points du globe. Les vieux philosophes disaient qu'on prouve le mouvement en marchant. Ainsi a-t-il déjà montré son dynamisme avant d'entrer en fonction.

La naissance de la petite revue qui accueille ces lignes en est une autre preuve. Elle devrait rapidement constituer un lien entre tous ceux qui sont attachés à l'OFXB et en même temps une possibilité pour chacun de s'exprimer.

Chacune des étapes qui ont marqué la marche en avant de l'astronomie là-haut est comparable aux étages successifs d'une fusée, la nôtre emmène visiteurs et utilisateurs loin dans le cosmos, et au paradis.

En tant que proches parents de cette astronomie anniviarde, nous ne cachons pas notre plaisir de voir tous ces descendants penchés sur la pérennité de la petite flamme, qui vacillait à l'automne de l'année 1985.



DR

## Rahu, Kétu, et les Éclipses

Il y a d'anciens documents qui indiquent que la vraie cause des éclipses du Soleil et de la Lune soit bien connue de nos ancêtres antiques, qu'ils soient en Grèce ou en Chine ou en Inde<sup>1</sup>. Néanmoins, il y a des légendes associées aux éclipses dans plusieurs cultures. Cet article présente la légende sur les éclipses dans la mythologie indienne.

ADHISH MAJUMDAR

**A** l'aube du temps, les devas (les dieux) et les asuras (les démons) étaient dans une lutte pour la maîtrise du monde. Les devas, affaiblis et sur le point d'être vaincus, demandèrent l'assistance de Vishnu<sup>2</sup>. Vishnu leur conseilla de réunir leurs forces avec les asuras pour le projet du Samudra Manthan afin de produire l'Amrit. Pour

créer l'Amrit, ils devaient jeter des herbes magiques dans Kshirodathi, la mer de lait, et utiliser une montagne pour agiter la mer. Après un millénaire d'efforts, un certain nombre d'artefacts merveilleux furent produits, dont le tant convoité élixir d'immortalité contenu dans un récipient porté par le médecin divin Dhanvantari<sup>3</sup>.

## 🔵 STATUES DE RÂHU ET KETU

Au British Museum.

Immédiatement, les devas et les asuras s'acharnèrent les uns contre les autres pour la possession de l'Amrit, et ces derniers réussirent à s'en parer !

Encore une fois, les devas prièrent Vishnu pour son assistance. Vishnu apparut alors sous la forme d'une charmante demoiselle, Mohini. Elle enchantait les asuras, prit l'Amrit, et procéda à le distribuer aux devas tandis que les asuras restèrent sous le charme de la beauté de Mohini.

Un asura nommé Svarbhanu<sup>4</sup> parvint à sortir de son état ébahi, se déguisa en deva, et réussit à boire quelques gouttes de l'élixir. Nul ne se douta de son subterfuge. Seuls Surya (le soleil)



🔵 RAHU DÉVORANT LA LUNE

et Chandra (la lune), par leur nature lumineuse, l'identifièrent et informèrent Mohini. Elle retourna à sa forme de Vishnu, et utilisa son arme – le Sudarshan Chakra – pour décapiter Svarbhanu.

Cependant, Svarbhanu ne mourut pas, car ayant bu l'Amrit, il était devenu immortel comme le reste des devas. Il continua à vivre en deux morceaux : Rahu, sa tête ; et Kétu, son corps. Les devas, désormais immortels, vaincront rapidement les asuras. Mais Rahu et Kétu continuèrent à poursuivre Surya et Chandra pour toute l'éternité afin de se venger. Parfois, l'un d'eux arrive à attraper le poursuivi, et le dévore. Sur Terre, nous les mortels, le voyons comme une éclipse du Soleil ou de la Lune. Surya et Chandra, eux-mêmes immortels, finissent toujours pas émerger de Rahu et de Kétu, et la poursuite continue.

Suivant cette légende dans l'astronomie indienne, en utilisant la Terre comme un point de repère, le point d'opposition de la position de la Lune sur le chemin du soleil est nommé Rahu, et le point d'opposition de la position du Soleil sur le chemin de la Lune est nommé Kétu. Quand les positions de Rahu et du Soleil coïncident, nous avons alors une éclipse solaire. Quand les positions de Kétu et la Lune coïncident, nous avons une éclipse lunaire. 🌕

1. Early astronomy - Hugh Thurston, Springer, 1996, ISBN 0-387-94822-8
2. Un des trois membres du Trimurti (la trinité), Vishnu est le Protecteur
3. Samudra Manthan – Ratnas, Wikipédia
4. Svarbhanu, Wikipédia

ISTOCK

# La toute première génération d'étoiles

Imaginez un Univers sans étoiles... ce serait bien triste, n'est-ce pas? Je suppose qu'à cette évocation, la majorité d'entre vous s'est représentée en rêveur mélancolique, assis sur un bout de caillou aride et contemplant un ciel d'encre.

Et bien ce serait encore plus triste que cela : sans étoiles, vous et moi serions réduits à l'état de petits nuages de gaz diffus, sans même un caillou pour s'asseoir... Les étoiles ont formé le fer et la silice des roches sur lesquelles nous marchons, le calcium dans nos os, la plupart de l'oxygène dans l'air que nous respirons. Sans elles, l'Univers ne contiendrait rien. Mais reprenons l'histoire depuis le début.

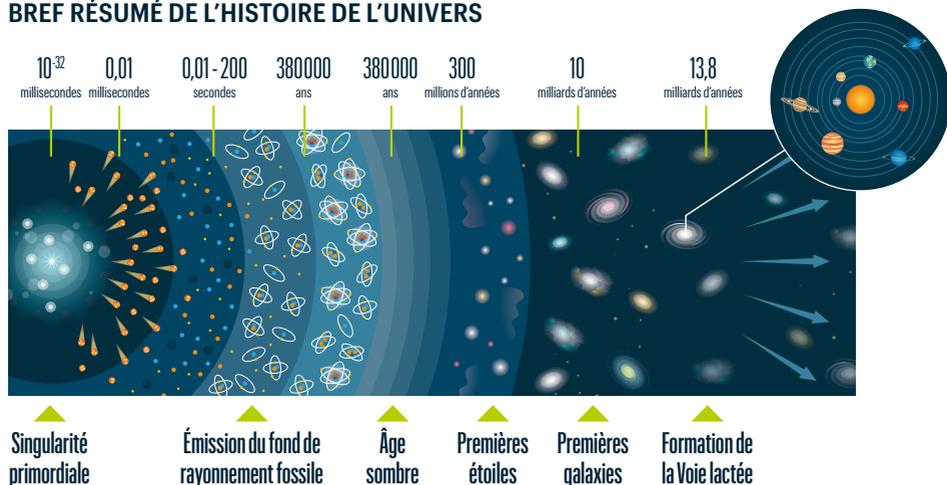
## L'Univers primordial

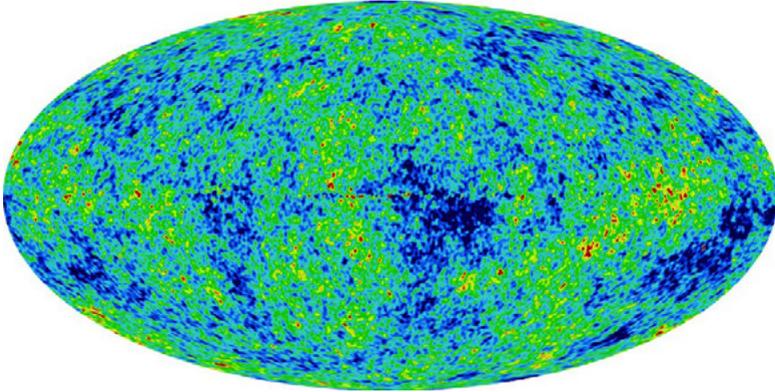
Quelques infimes fractions de seconde après le Big Bang, l'Univers est une espèce de purée de particules fondamentales, qui s'expand à toute vitesse en se refroidissant. Après un dix-millième de seconde, la température est suffisamment descendue (il ne fait plus que mille milliards de degrés Kelvin!) pour que les quarks se confinent et forment les protons et les neutrons. Ceux-ci ne cessent



**SYLVIA EKSTRÖM**  
Observatoire  
Astronomique  
de l'Université  
de Genève

## BREF RÉSUMÉ DE L'HISTOIRE DE L'UNIVERS





**FOND DE RAYONNEMENT FOSSILE À 3 K.** Les variations en température sont de l'ordre de seulement un dix-millième de degré.

d'interagir, se transformant les uns en les autres grâce aux interactions avec les neutrinos. Lorsque l'Univers est âgé d'une seconde environ, les neutrinos deviennent indépendants et partent vivre leur vie sans plus interagir avec la matière.

Dès ce moment, les neutrons qui sont instables se désintègrent progressivement en protons. Lorsque l'Univers est âgé de trois minutes environ, la température a baissé à un milliard de degrés Kelvin. À cette température-là, la formation de noyaux de deutérium (un proton et un neutron) devient stable, ce qui préserve les neutrons restants.

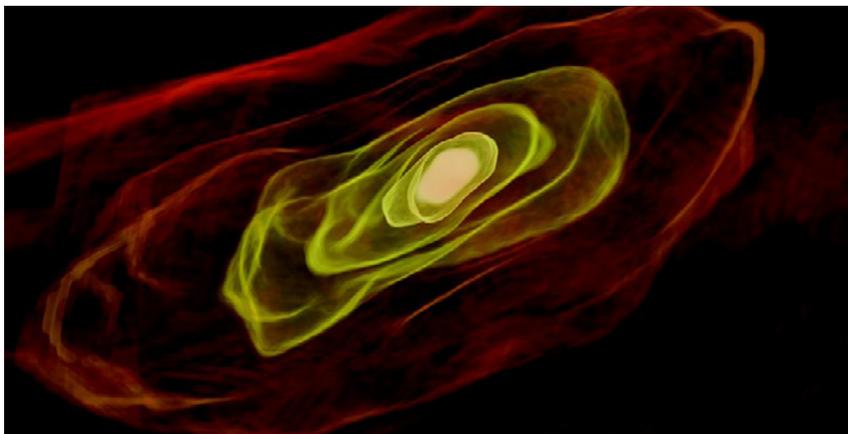
C'est le début d'une phase cruciale pour l'histoire de l'Univers : la « nucléosynthèse cosmologique », soit la formation des premiers éléments chimiques. Le deutérium permet la production de l'hélium, dont une petite fraction donne à son tour naissance à un peu de lithium, puis de béryllium et de bore. La nature rencontre alors un obstacle de taille : il n'existe pas de noyau stable de masse atomique 5 ou 8. Pour franchir ce cap, il faut certaines conditions de

température et de densité, or l'Univers continue de se refroidir et de se diluer. Après un gros quart d'heure, la température (300 millions de degrés Kelvin) est devenue tout à fait insuffisante. La nucléosynthèse cosmologique s'arrête donc avant que les éléments plus lourds que le bore (appelés métaux par les astronomes) n'aient pu être formés.

### Les âges obscurs

Après cet épisode, l'Univers évolue sans aucun fait marquant pendant environ 400 000 ans. À ce moment-là, la température a tellement chuté (3000 degrés Kelvin) que le gaz ionisé se recombine avec les électrons : l'Univers devient transparent. Les photons s'échappent alors librement, leur longueur d'onde s'abaisse progressivement, sortant du domaine visible (ce rayonnement fossile est aujourd'hui détecté dans les micro-ondes), et on entre dans ce qu'on appelle les âges obscurs.

L'Univers n'est alors constitué que de gaz neutre :  $\frac{3}{4}$  d'hydrogène et  $\frac{1}{4}$  d'hélium, avec des traces de lithium, béryllium et bore. La dilution et le refroidissement continuent inexorablement. Sans



© RALF KAEHLER & TOM ABEL

## REPRÉSENTATION D'UNE ÉTOILE PRIMORDIALE ISSUE DE SIMULATIONS NUMÉRIQUES.

aucune autre intervention, l'Univers ne ressemblerait en rien à ce que nous connaissons, et comme décrit plus haut, n'y règneraient que des nuages de gaz diffus et de matière noire. Or un simple regard autour de nous peut nous assurer qu'il a dû se passer quelque chose, et que la nucléosynthèse a bien dû franchir le cap des masses atomiques 5 et 8 !

En fait, lors de la recombinaison, d'infimes inhomogénéités existent, et la gravitation va progressivement les accentuer : les zones moins denses vont se diluer encore plus, mais les surdensités vont donner naissance à des amas de plus en plus compacts. Après environ 200 millions d'années, les conditions au cœur de ces amas vont devenir propices à la formation d'étoiles.

### Former des étoiles sans métaux

Pour que la formation d'étoiles puisse avoir lieu au sein de nuages moléculaires, il faut que le nuage atteigne une certaine masse critique (environ 50 000 fois la masse du Soleil) qui lui permet de commencer à s'effondrer. Mais l'effon-

drement ne se fait pas d'un bloc, sinon une seule étoile phénoménalement massive en naîtrait. En fait, la masse critique dépend du rapport entre la densité et la température du nuage. Plus le nuage est dense, plus la masse peut être petite ; au contraire plus la température est élevée, plus la masse doit être grande pour que l'effondrement ait lieu. Dans l'Univers récent que nous pouvons observer autour de nous, les poussières et les métaux présents dans le nuage arrivent à évacuer la chaleur due à la compression progressive du gaz, et permettent ainsi au nuage de se fragmenter en sous-structures et de former une multitude d'étoiles à partir de cette quantité de gaz.

Or dans les nuages de gaz primordiaux, il n'y a ni poussière ni métaux. La seule molécule pouvant assurer le refroidissement, et donc la fragmentation du nuage, est la molécule  $H_2$ , mais elle est trop symétrique pour être efficace. Les toutes premières étoiles qui se sont formées dans l'Univers devaient donc être extrêmement massives, de vrais

monstres de plusieurs centaines de fois la masse du Soleil.

### **La vie des monstres**

L'effondrement initial d'une étoile est interrompu lorsque son cœur devient si chaud que des réactions nucléaires peuvent y avoir lieu et que l'énergie ainsi dégagée arrive à contrecarrer la force gravitationnelle. Le premier stade de la vie d'une étoile est la phase de fusion de l'hydrogène, et cette fusion peut procéder de deux manières : soit par la fusion directe de protons (appelée « chaînes p-p »), soit par le biais de catalyseurs que sont le carbone, l'azote et l'oxygène (appelée « cycle CNO »). Les étoiles massives dans l'Univers récent doivent leur soutien à ce deuxième mécanisme, car il est très réactif en température.

Les étoiles primordiales, quant à elles, ne peuvent compter que sur les chaînes p-p, qui ralentissent l'effondrement, mais ne parviennent pas à le stopper. Elles vont donc se contracter beaucoup plus longtemps que leurs homologues métalliques. Leur cœur atteint ainsi une température suffisante pour commencer de brûler un tout petit peu d'hélium, formant enfin le carbone nécessaire pour brûler l'hydrogène par le cycle CNO et obtenir un soutien efficace. Comme l'enveloppe de ces étoiles est beaucoup plus transparente que celle d'étoiles qui contiennent des métaux, la radiation peut s'en échapper plus facilement, et elles restent très compactes et bleues.

Passé la phase de fusion de l'hydrogène, l'étoile est déjà assez chaude pour se mettre directement à consommer son hélium, sans grand réajustement de structure. Alors que les étoiles que nous

connaissons passent par une phase de contraction rapide du cœur, avec un effet miroir d'expansion de leur enveloppe qui les fait devenir des géantes rouges au rayon distendu, les étoiles primordiales restent bleues et enchaînent tranquillement ces deux phases de fusion. Elles ne deviennent géantes rouges que très progressivement au cours de la fusion de l'hélium.

Par la suite, leur évolution ne diffère pas sensiblement de celle des étoiles massives telles que nous les connaissons. Durant la fusion de l'hélium, elles vont produire du carbone et de l'oxygène, puis se mettre à fusionner le carbone, formant du néon, du sodium et du magnésium. L'oxygène est le prochain élément en matière de poids atomique, mais sa stabilité exceptionnelle le protège. C'est le néon qui fournit le prochain combustible, produisant oxygène et magnésium par sa photodésintégration.

### **Une fin cataclysmique**

Lorsque le tour de l'oxygène arrive enfin, les étoiles primordiales se distinguent à nouveau. Les plus massives d'entre elles peuvent subir ce que l'on nomme une instabilité par création de paires : les photons produits durant la fusion de l'oxygène par ces monstres énormes ont une énergie telle qu'ils peuvent se transformer en paires d'électrons-positrons. Cela soustrait des photons, et donc une source de pression pour l'étoile qui devient vulnérable à sa propre gravité et s'effondre, provoquant une supernova cataclysmique qui la détruit entièrement. Tous les éléments formés durant sa vie, ainsi que ceux formés lors de l'explosion, sont répandus dans le

milieu environnant, enrichissant l'Univers en éléments lourds. La prochaine génération d'étoiles contiendra ainsi des traces de métaux, et la fragmentation efficace du nuage permettra la naissance d'étoiles de petites masses. Les étoiles primordiales de moindre masse continuent l'évolution normale d'une étoile massive, produisant silicium, phosphore, soufre, argon et calcium lors de la fusion stable de l'oxygène, puis fer, cobalt et nickel lors de la fusion du silicium. En revanche, l'effondrement qui suit la formation d'un cœur de fer provoque la formation d'un trou noir, qui selon les cas peut avaler toute la matière de l'étoile. Celle-ci ne participe donc pas à l'enrichissement chimique de l'Univers.



**SUPERNOVA ÉJECTANT UNE NAIN BLANCHE.** Des astronomes, dont Boris Gaensicke à Warwick, ont observé une telle naine blanche, prosaïquement nommée SDSSJ124043.00+671034.6.

Cependant, dans la zone qui a subi l'influence de leur fort rayonnement, la formation de la molécule HD est favorisée, molécule qui présente un pouvoir refroidissant bien plus élevé que la molécule H<sub>2</sub>. La prochaine génération d'étoiles se forme sans métaux, mais avec une fragmentation plus importante qui permet la naissance d'étoiles de petites masses.

### **Mais où sont donc les étoiles primordiales ?**

Elles sont disparues depuis longtemps, car les étoiles aussi massives qu'elles ne vivent que quelques millions d'années. Les télescopes même les plus performants ne parviennent pas encore à remonter aussi loin dans le temps. En revanche, ces étoiles ont laissé des traces dans la génération qui leur a directement succédé.

Curieusement, ce n'est pas dans les galaxies les plus lointaines que l'on cherche ces reliques des temps passés. Les étoiles les plus déficientes en métaux s'observent à « quelques pas » de chez nous, dans le halo de notre propre Galaxie. Ces étoiles sont rares, et difficiles à trouver. À l'heure actuelle, seules quelques étoiles détiennent le record d'avoir un contenu en fer 100 000 fois plus petit que notre Soleil, qui pourtant ne contient que 2 % d'éléments lourds. En étudiant leur composition chimique, les rapports d'abondances étranges qu'elles présentent à leur surface, on peut tenter de comprendre la vie et la mort de la toute première génération d'étoiles, celle qui a marqué le pas entre l'Univers de pur hydrogène et hélium du début des temps et l'Univers fascinant, riche et complexe dans lequel nous évoluons à présent. ●



# Astrophotographie collaborative

LAURENT D'ALVISE

Depuis l'été 2022, l'OFXB a placé sur son site web des fichiers à télécharger par la communauté internationale d'astrophotographes. Ces fichiers sont ce que l'on appelle dans le jargon « des images brutes ». Ce sont en fait des centaines de photos du ciel prises depuis la coupole automatique de l'OFXB, alors que le télescope suit l'objet céleste d'intérêt pendant plusieurs heures. Mais ces centaines de photos doivent être « traitées », « filtrées », « entassées », bref il y a un vrai travail de « traitement de signal ». Et au-delà, des mathématiques, il y a évidemment l'aspect esthétique. Chaque astrophotographe va donner un rendu différent à l'image, en fonction de ses aspirations. Et là, on touche à l'artistique.

Depuis quelques mois donc, l'OFXB met ses fichiers à disposition. Et les contributions affluent de la part d'astrophotographes du monde entier dont les images traitées sont publiées sur [ofxb.ch/astrophoto](https://ofxb.ch/astrophoto). Il est d'ailleurs remarquable d'observer que toutes les photos ont leur caractère propre, ce qui en fait la grande richesse.

Ci-dessus, la contribution remarquable de Sébastien Ducasse. Il a profité de nos brutes et traité avec un bel équilibre et une grande précision la nébuleuse IC 5146. Celle-ci est composée d'une nébuleuse en émission et d'un amas ouvert situés à environ 4 000 années-lumière de la Terre dans la constellation du Cygne. ●

# Vers l'infini et au-delà



MICHAËL COTTIER

Travaillant à l'OFXB depuis 11 ans, je prends toujours plaisir à monter à Tignousa en utilisant le funiculaire, un moyen de transport original qui monte vers le ciel. Cela me prépare parfaitement à monter au bureau avec une vue magnifique sur la couronne impériale. Je suis ravi de voir que l'observatoire, qui fête ses 28 ans cette année, continue d'évoluer et de se moderniser en tournant vers le futur. Nous pouvons désormais offrir des observations déportées pour que tout le monde puisse profiter de la beauté grandissante de notre ciel, grâce aux extinctions nocturnes mises en place depuis mars 2023 par la Commune. De plus, l'installation du nouveau télescope photographique sera un excellent complément à l'observation visuelle directe, qui reste très importante pour nous. Partager la magie de l'observation à l'œil nu et montrer la Voie lactée à nos visiteurs est toujours un moment magique, et je suis heureux de voir que l'avenir de l'OFXB semble se prolonger vers l'infini et au-delà.



## La Star Party de l'OFXB

L'OFXB accueillera pendant deux jours et deux nuits tous les astronomes amateurs, astrophotographes et curieux d'astronomie qui souhaitent bénéficier du ciel exceptionnel de St-Luc et de ses installations juchées à 2200 m d'altitude. Au programme de cette première édition : portes ouvertes, observation du ciel, conférences, ateliers d'astrophotographie, concours, barbecue géant, musique live, bivouac autour de l'observatoire et ambiance astronomique. 🌌

