

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 62 (2004)  
**Heft:** 321

**Artikel:** ALMA  
**Autor:** Jaccard, Pierre E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-898319>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# ALMA

PIERRE E. JACCARD

Le 6 novembre 2003 a été posée la première pierre du Centre de contrôle du plus important projet d'observatoire astronomique, l'ALMA (Atacama Large Millimeter Array). Situé en plein désert de l'altiplano chilien, il sera le plus haut et le plus grand du monde. Sa fonction principale est de donner des images extrêmement nettes des régions froides de l'univers, que les télescopes optiques ne peuvent observer alors qu'elles brillent dans la portion millimétrique du spectre électromagnétique.

## Le spectre électromagnétique

Les sources d'énergie que nous pouvons capter dans l'univers ont des longueurs d'ondes différentes allant des fréquences radio au rayonnement gamma. Il est donc nécessaire d'avoir des instruments adaptés aux portions du spectre à observer. Depuis longtemps la lumière visible, minuscule partie du spectre, de l'ordre de  $10^{-5}$  cm de longueur d'onde, a été le champ d'observation privilégié des astronomes, sur terre avec des télescopes aux miroirs de plus en plus grands ou dans l'espace avec Hubble. Mais l'étude des confins de l'univers et des nuages interstellaires donnant naissance aux étoiles se heurte très souvent à un rideau de poussières et de gaz intergalactiques, obscurcissant les objets à observer dans les longueurs d'ondes visibles alors que ces particules émettent une forte énergie dans le domaine des ondes millimétriques.

## Les ondes millimétriques

Aucun des grands observatoires actuels (Hawaï, La Silla dans les Andes chiliennes ou Paranal, plus près de la côte Pacifique, où se trouve le Very Large Telescope) n'a la sensibilité ni la résolution pour étudier les ondes millimétriques si abondantes dans l'univers. Et pourtant l'astronomie de cette gamme de fréquences a fait l'objet de nombreuses analyses, en particulier avec le Swedish - ESO Submillimeter Telescope (SEST) installé depuis 1987 sur le site de La Silla, l'antenne de 30m de l'IRAM sur le Pico Valeta près de Grenade en Espagne et les cinq antennes du plateau de Bure en France.

## Le choix d'un site

Les ondes millimétriques étant absorbées par les molécules de vapeur d'eau, il fallait choisir un endroit très sec

pour installer le nouveau réseau d'antennes (l'Array). Le désert d'Atacama, au nord du Chili, présentait tous les avantages. La longue chaîne de 500 volcans marquant la frontière entre la Bolivie et l'Argentine d'une part et le Chili d'autre part est dominée par l'impressionnant cône du volcan Licancabur (5916 m), montagne mythique comme le Cervin en Suisse. Il est accompagné par les trois volcans encore actifs de cette partie de la Cordillère, le Lascar, la Putana et le Tocopuri. A côté du Licancabur, le Cerro Chajnantor et, sur son flanc, un immense haut plateau à 5000 m d'altitude où sera construit l'ALMA.

Cet endroit est situé à l'est de San Pedro d'Atacama, petite bourgade servant de base aux excursionnistes en 4x4 visitant les lacs de montagne peuplés de flamants et les fameux geysers du Tatio, l'un des rares endroits du globe où la croûte terrestre est si mince qu'elle permet le jaillissement de plus d'une centaine de geysers des trois sortes (eau, vapeur et boue). Pour arriver sur le site, il faut prendre une piste en mauvais état qui mène au col de Jama; auparavant des troupeaux de bœufs argentins étaient importés au Chili en passant par ce col et l'on trouve encore des ruines d'enclos d'immenses ranches qui accueillaient ces bêtes; aujourd'hui seul un oléoduc partiellement enterré amène du pétrole des gisements de Mendoza en Argentine pour l'exploitation de la mine de cuivre à ciel ouvert de Chuquibambilla, la plus grande du monde, connue en particulier par le va et vient incessant de camions de 360 tonnes de capacité, consommant 2 litres de fuel à la minute.

Bien entendu, la faible densité de l'air (la pression à 5000 m est la moitié de celle que l'on a en plaine) et l'éloignement de toute source de pollution rendent l'endroit idéal pour des observations astronomiques.

## La construction de l'ALMA

ALMA sera composé d'un ensemble de 64 antennes paraboliques de haute précision (tolérance de 20 microns pour la surface de l'antenne), d'un diamètre de 12 mètres chacune. L'array s'étalera sur une largeur de 14 Km sur le plateau andin. Fonctionnant comme un interféromètre, les signaux des paires d'antennes (2016 combinaisons possibles) seront concentrés sur un réflecteur secondaire placé au centre de l'ensemble. Les ondes seront ensuite dirigées

vers un amplificateur à haute sensibilité fonctionnant quelques degrés au-dessus du zéro absolu. De là les signaux seront transmis par câble optique jusque dans la vallée, au centre de contrôle où un ordinateur appelé « correlator » combinera les données au rythme de 16000 milliards d'opérations par seconde pour créer des images d'une netteté encore jamais atteinte.

Ce projet gigantesque et coûteux (600 millions de dollars US) fait appel à la collaboration internationale. La National Science Foundation des Etats-Unis, le Conseil national de recherches du Canada, le European Southern Observatory ainsi qu'un certain nombre d'organismes européens participent à cette construction, sous la direction de Massimo Tarenghi, l'ancien responsable du Very Large Telescope de Paranal. Le pays hôte, le Chili, a conclu un accord avec les initiants autorisant la construction dans une réserve archéologique et son représentant, Eduardo Hardy, siègera au conseil.

## La situation actuelle

Aujourd'hui, sur le site, deux containers abritent des instruments de mesure des conditions climatiques et une webcam, alimentés par des panneaux solaires alors qu'à Socorro, au Nouveau Mexique (USA) deux prototypes d'antennes, l'un américain et l'autre européen, sont testés avant l'installation progressive sur site, prévue de 2005 à 2012, les premières observations pouvant se faire dès 2007.

## Les difficultés du chantier

Il est prévu qu'une centaine d'ouvriers et de techniciens seront à l'œuvre, au centre de contrôle et sur le site. Il est évident qu'à 5000 m, les muscles des travailleurs n'ayant pas assez d'oxygène, ceux-ci auront un rendement et un rythme de travail assez faibles; des masques à oxygène et de fréquents retours à des altitudes inférieures vont ralentir l'avancement des travaux. De plus, l'intensité du rayonnement solaire et la sécheresse du climat vont poser des problèmes médicaux. Des laboratoires pressurisés seront installés sur le haut plateau. Aucune réparation ne sera effectuée sur place; si une antenne présente un défaut elle sera démontée et descendue au centre de contrôle, réparée puis remontée. C'est donc un chantier tout à fait exceptionnel.

## L'environnement

Il faut ajouter qu'au Chajnantor, à 5000 m, l'hiver bolivien (concentration de nuages sur la cordillère de janvier à

février) et l'hiver austral, de mai à août, peuvent amener des concentrations de neige et de forts vents rendant l'exploitation difficile.

La région faisant partie d'une réserve archéologique atacamène (du nom d'une tribu descendant des Incas) et nombre de volcans ayant un caractère sacré, la population locale risque de créer quelques difficultés lors de la réalisation des infrastructures. Plusieurs incidents ont déjà eu lieu, y compris l'incendie des statues de l'autel de l'église de San Pedro et l'érection de barrages sur certaines routes. On ne doit pas oublier que 70% de la population de San

Pedro est atacamène et reste très attachée aux traditions ancestrales.

Pour terminer, l'on doit savoir que le nord du Chili est à la convergence de deux plaques tectoniques, la Nazca océanique et la continentale sud-américaine. La première, plus lourde, s'enfonce sous la croûte de la seconde. Cette subduction entraîne des déformations et des fractures de la dorsale, laissant s'infiltrer une grande quantité d'eau de mer. Nous avons vu que cette eau sous pression peut ressurgir sous la forme de geysers, mais elle peut également provoquer une activité volcanique et entraîner des transformations chimiques dans

le sous-sol. C'est ainsi que se sont formés les porphyres cuprifères de la mine de Chuquicamata que l'on trouve également dans toute la région d'Atacama. Les ingénieurs ont tendance à négliger ce type de risque.

### Conclusion

On voit donc que la construction de l'ALMA, si elle promet des avancées dans l'observation de l'univers, présente également des aspects intéressants au point de vue de la réalisation pratique d'un chantier hors du commun.

DR PIERRE E. JACCARD

Société astronomique du Haut-Léman

## La supernova de Noël

MICHEL ORY

Dans la nuit de Noël 2003, j'ai découvert une supernova dans la galaxie UGC 2850. Baptisée «2003lb» par l'Union astronomique internationale, cette supernova de magnitude 15,8 R couronne quatre années de recherche assidue d'astéroïdes à l'Observatoire astronomique jurassien de Vicques.

Découvrir une supernova, c'est tout rare pour un amateur et même sans précédent pour un amateur helvétique. En découvrir une le soir de Noël, c'est carrément renversant. J'ai d'ailleurs fort mal dormi plusieurs nuits après l'événement... Je voudrais profiter de cette tribune pour dédier ma découverte à deux illustres compatriotes sans doute pas assez connus, FRITZ ZWICKY et PAUL WILD.

Le premier, l'astrophysicien FRITZ ZWICKY, parlait six langues et excellait dans de nombreux domaines (cosmologie, physique du solide, moteur à réaction, alpinisme, œuvre humanitaire...). En bref, c'était un «génie pas tout à fait universel». Il inventa le terme de «supernova» et fut l'auteur du premier programme de recherche systématique de supernovae extragalactiques au Mont Palomar dès 1936. A lui seul, il en découvrit 122 entre 1921 et 1973. Le second, PAUL WILD, plus observateur que théoricien, fut son assistant en Californie. A ses côtés, il découvrit 3 supernovae en 1954, puis surtout 44 entre 1961 et 1994, après son retour en Suisse. WILD découvrit également à la Station de Zimmerwald (Université de Berne) 7 comètes et 93 astéroïdes.

### Six astéroïdes numérotés à Vicques

Mais revenons à la nuit de Noël du 25 au 26 décembre 2003. Les poses de 60 secondes s'enchaînent au télescope de 610 mm (F/D=3,4) de l'Observatoire astronomique jurassien, un observatoire

amateur situé au-dessus du village de Vicques (Jura) et recensé par l'Union astronomique internationale sous le code MPC/IAU 185 (1). De 19h30 à 0h30 du matin, ce sont 150 images CCD représentant trente-trois champs qui sont numérisées. Cette nuit-là, comme les nombreuses autres d'ailleurs depuis août 2000, je ne chasse pas les supernovae, mais mes chers astéroïdes. Avec mes collègues HUBERT LEHMANN et CHRISTOPHE LOVIS, nous avons découvert à Vicques plus d'une trentaine d'astéroïdes, dont six ont déjà été numérotés par l'Union astronomique internationale (2). Mieux, l'un d'entre eux, baptisé provisoirement «2002 SN28» appartient au groupe des «Hilda», en résonance 3:2 avec la planète Jupiter (3).

Lors de mes recherches d'astéroïdes, je pointe souvent le télescope sur des champs contenant une petite galaxie. On ne sait jamais... La nuit du 25 au 26 décembre dernier, j'avais mis UGC 2850 dans un des nombreux champs «au bol». Une petite galaxie irrégulière située non loin de l'amas des Pléiades dans la constellation du Taureau (4). L'astéroïde «1999 TZ145» se trouvait d'ailleurs à quelques minutes d'arc de la galaxie. Le jour suivant, à la réduction des images CCD, j'ai vu qu'il y avait une étoile sur la galaxie. Comme j'avais une grosse nuit à réduire avec le logiciel «Astrometrica», et contrairement à mon habitude, je n'ai pas identifié immédiatement l'intrus dans UGC 2850. La procédure: tirer sur internet une image d'ar-

chives d'un ancien «survey» de la même région et comparer (5). Dans les quelque 2000 champs enregistrés depuis l'été 2000 à l'Observatoire, j'ai déjà surveillé entre 100 et 150 galaxies. Mais jusque-là, rien, ou plutôt que des étoiles de premier plan. Ce qui n'est pas une surprise...

### L'aide précieuse de RENÉ ROY

Après avoir réduit toutes mes images de la nuit, bien qu'un peu las, je reprends l'image de la galaxie UGC 2850 et la confronte à une image du Palomar Sky Survey (datée du 1<sup>er</sup> décembre 1951) et à une autre prise par l'U.K. Schmidt Telescope (13 octobre 1991). Résultat: il y a bien une étoile supplémentaire dans mon champ, à 9 secondes d'arc du noyau de la galaxie. Comme j'avais photographié le champ à 4 reprises sur une durée d'une heure environ, je suis certain qu'il ne s'agit ni d'un astéroïde, ni d'un rayon cosmique. Comme l'objet est décentré, il ne peut s'agir d'un noyau actif de galaxie. Il reste une seule explication à mes yeux: une supernova de magnitude 15,8 R. J'appelle mon col-

*Vue de la grande coupole (5 mètres de diamètre) de l'Observatoire astronomique jurassien à Vicques (Jura). A travers le cimier apparaît le «Télescope Bernard Comte» de 610 mm ouvert à F/D=3,4 (foyer Newton).*

Source: DAMIEN LACHAT

