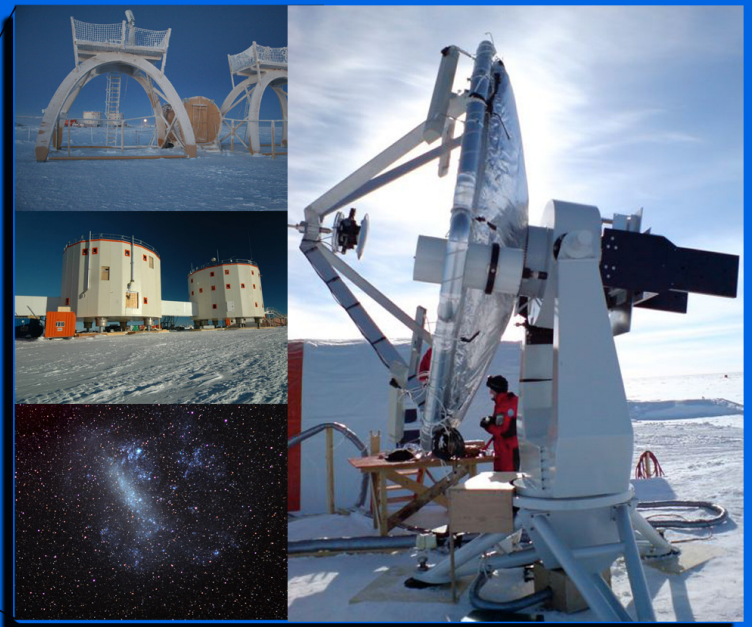
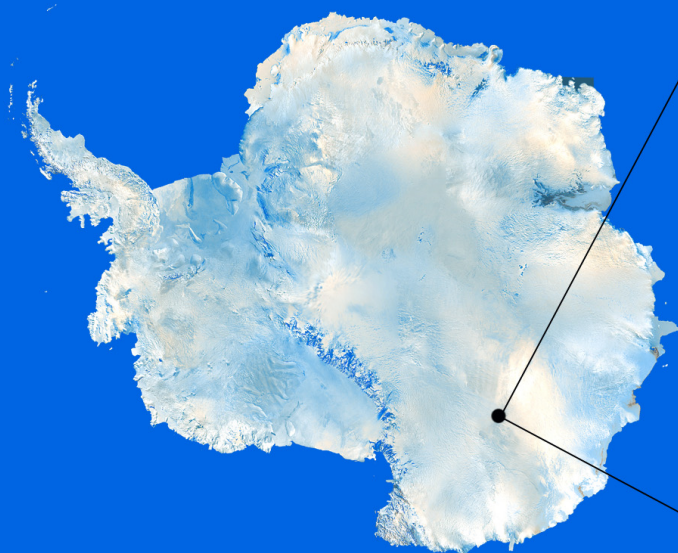


ARENA*

Un réseau européen
pour l'astrophysique en
Antarctique

à la station Concordia
(Dôme C)



* Antarctic Research, a European Network for Astrophysics
Recherche Antarctique, un Réseau Européen pour l'Astrophysique

Le Dôme C, un site d'observation prometteur pour l'astrophysique

Les astronomes rêvent pour leurs observations d'un site idéal, parfaitement transparent, stable et éloigné de toute source de pollution humaine. Sur le haut Plateau Antarctique, le site du Dôme C jouit de conditions atmosphériques exceptionnelles qui le rendent particulièrement prometteur pour l'astronomie, **intermédiaire entre l'espace et les meilleurs observatoires terrestres en exploitation**. Pour certaines applications, la station franco-italienne Concordia pourrait rivaliser avec l'espace tout en autorisant à moindre coût le déploiement d'instruments beaucoup plus grands. C'est pourquoi un programme de qualification astronomique du site y est mené depuis 2000 par plusieurs équipes internationales.

Localisation :
haut Plateau
Antarctique

Altitude : 3233
mètres

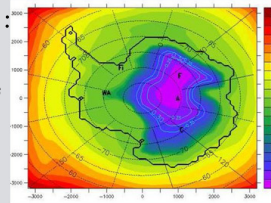


Peu de perturbations dues à l'atmosphère et à l'écart de la pollution lumineuse et chimique d'origine humaine ou volcanique

Température minimale observée :
- 81.9 °C

Très faible quantité d'absorbants (aérosols, eau, vapeur) dans l'atmosphère

Faible vent au sol



Atmosphère froide, sèche et stable : accès à de nouvelles longueurs d'onde et possibilité d'obtenir des images d'objets astrophysiques avec une meilleure résolution angulaire

Latitude: 75° Sud

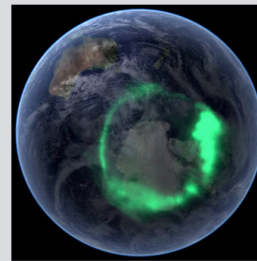
Ciel clair : plus de 85% du temps

Couche turbulente d'une trentaine de mètres de hauteur



Opportunité unique d'enregistrer en continu des variations spectrométriques ou photométriques du Soleil et des astres nocturnes, durant plusieurs mois

Centre de l'ovale auroral



Absence de rayonnement parasite provoqué par les aurores lors des observations



La station Concordia est le fruit d'une collaboration bilatérale entre les agences polaires française (IPEV) et italienne (PNRA). Depuis le premier hivernage en 2005, c'est l'une des trois stations permanentes situées à l'intérieur du continent Antarctique.

Un projet ambitieux pour la prochaine décennie

Financé par la Commission Européenne pour une période de 4 années à compter de 2006, ARENA est un **consortium européen et australien de 22 partenaires** rassemblant agences polaires, instituts de recherche et entreprises industrielles. Le Laboratoire d'astrophysique H. Fizeau du CNRS, à l'Université de Nice Sophia Antipolis, assure la coordination de ce réseau. Son principal objectif est d'élaborer un programme ambitieux de développement d'un observatoire astronomique international comprenant :

- **La caractérisation du Dôme C pour l'astronomie** et la diffusion des données de qualification du site par Internet,
- **L'identification des programmes clés en astrophysique** qui bénéficieraient des conditions optimales du site en synergie avec les autres grands observatoires au sol et les missions spatiales,
- **La caractérisation et les études préliminaires** de grands instruments soumis aux contraintes d'un **environnement polaire âpre et fragile**.

Les 22 partenaires

Royaume-Uni

- University of Exeter

Belgique

- Université de Liège
- AMOS, Liège

Allemagne

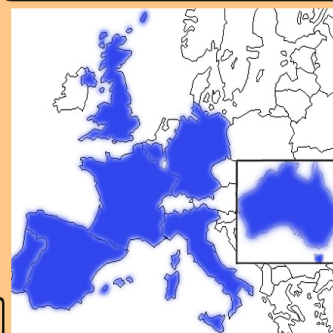
- MPIA, Heidelberg
- Astrophysikalisches Institut Potsdam
- DLR, Berlin

Australie

- University of New South Wales, Sydney

France

- CNRS (coordinator), Nice
- Institut Paul Emile Victor, Brest
- Observatoire de Paris
- CEA, Saclay
- SESO, Aix en Provence
- Thales Alenia Space, Toulouse
- SHAKTIWARE, Marseille



Portugal

- Centro de Astrofisica da Universidade do Porto

- European Southern Observatory

Espagne

- Universidad de Granada
- CSIC, Barcelona
- Instituto de Astrofisica de Canarias, La Laguna

Italie

- INAF, Roma
- Università degli Studi di Perugia
- Programma Nazionale di Ricerche in Antartide, Bologna

Le Dôme C

pour répondre à des questions astrophysiques fondamentales

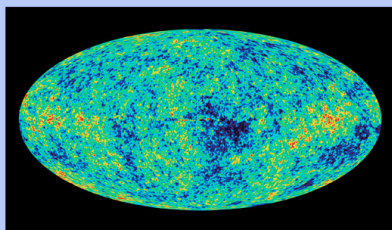


Percer les secrets de la formation de l'Univers

La plus ancienne lumière observable de l'Univers, émise quelque 380 000 ans après le Big Bang, est le Rayonnement de Fond Cosmologique ou CMB (*Cosmic Microwave Background*). Elle constitue l'empreinte de l'Univers primordial et contient des détails (inhomogénéités, polarisation) utiles à la description de sa formation et de son évolution. Grâce à la transparence unique et à la stabilité de l'atmosphère du Dôme C, les instruments BRAIN, COCHISE et AST vont rendre possible une analyse très fine de ce rayonnement, répondant ainsi à deux problématiques majeures de la cosmologie contemporaine :

L'inflation : durant les premières fractions de seconde de son existence, l'Univers s'est étendu de façon exponentielle. Les cosmologistes cherchent à détecter l'empreinte de ces instants dans les fluctuations infimes du CMB.

L'énergie noire : des mesures récentes montrent que l'expansion de l'Univers est en accélération, « poussée » par une énergie opposée à la gravité. Pour connaître l'évolution de cette énergie au cours du temps, les cosmologistes étudient les effets produits sur le CMB par les amas de galaxies qui se sont formés à différentes époques.



Fluctuations du CMB

Instruments : BRAIN, COCHISE, AST

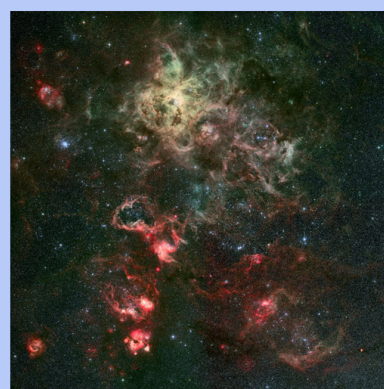
Comprendre la formation des étoiles et des galaxies

Au Dôme C, l'accès à de nouvelles fenêtres spectrales d'observation dans l'infrarouge et les ondes submillimétriques facilite l'étude des premiers stades de la vie des étoiles, encore cachées dans les nuages de gaz et de poussières qui leur ont donné naissance. En observant des objets très jeunes au sein de galaxies de plus en plus lointaines, l'objectif est de retracer et de comprendre l'histoire cosmique de la formation stellaire dans l'Univers. Les principales cibles astrophysiques de futurs grands télescopes, tels PILOT ou AST, sont :

Les protoétoiles et les nuages géants de la Voie Lactée : les astronomes souhaitent analyser la distribution à grande échelle de la masse ainsi que les propriétés de ces objets afin de déterminer les conditions qui président à l'effondrement d'un nuage de gaz et de poussières sous l'effet de la gravité.

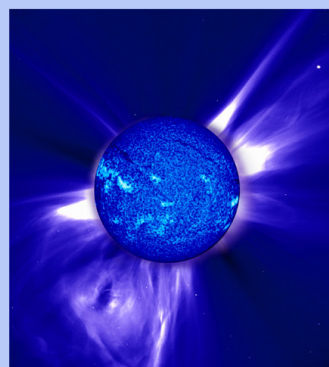
Les Nuages de Magellan : nos galaxies satellites permettent d'examiner en détail le processus et l'histoire de la formation stellaire dans un milieu de propriétés chimiques différentes de notre Voie Lactée. Ces galaxies sont observables dans des conditions optimales depuis le Dôme C.

Les galaxies ultra-lumineuses : ces galaxies très lointaines, situées entre 9 et 11 milliards d'années-lumière de notre système solaire, émettent l'essentiel de leur énergie dans l'infrarouge. Elucider l'origine de ce bruit de fond cosmique infrarouge (CIRB) permettrait de comprendre les mécanismes de formation des étoiles et des galaxies dans l'Univers jeune.



Formation stellaire (ici, dans le Grand Nuage de Magellan)

Instruments : IRAIT, PILOT, AST



Soleil, activité et couronne solaires

Instruments : IRAIT, SIAMOIS, ICE-T, ADSIIC, AST

Sonder l'intérieur et l'atmosphère du Soleil et des autres étoiles

Situé à des latitudes subpolaires, le Dôme C est idéalement situé pour réaliser des mesures de grande précision sur le Soleil et des astres nocturnes, durant des périodes ininterrompues de plusieurs semaines ou de plusieurs mois. L'enjeu est de mieux appréhender les mécanismes à l'origine de l'énergie produite par une étoile, leur évolution dans le temps et comment la lumière, l'énergie et la matière sont rejetées dans la chromosphère, la couronne et l'environnement circumstellaire.

Le Soleil : notre étoile constitue un remarquable laboratoire pour tester les modèles décrivant le fonctionnement des étoiles. Les mécanismes de chauffage de la chromosphère solaire et de la basse couronne, ainsi que les mesures directes des structures magnétiques, sont autant d'objectifs scientifiques visés par des instruments adaptés (ADSIIC) opérant sous un ciel extrêmement stable et clair - dit « coronal » - fréquent au Dôme C.

Vie et évolution des étoiles : pour décrire l'évolution des étoiles et étudier les sources d'énergie interne, les astronomes doivent en sonder l'intérieur. Dans ce but, ils utilisent une technique comparable à la sismologie pour mesurer les modes de pulsation des étoiles.

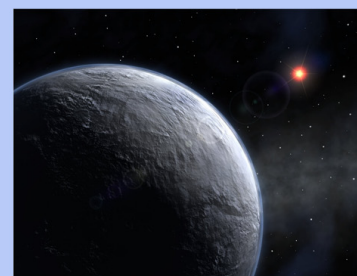
Mort des étoiles : le stade ultime de la vie d'une étoile se caractérise par une gigantesque perte de masse sous forme de gaz et de poussières. Ces germes de futurs systèmes planétaires sont plus facilement observables dans l'infrarouge et les ondes submillimétriques. C'est un des objectifs des instruments IRAIT, PILOT et AST.

Découvrir de nouveaux mondes et des traces possibles de vie extraterrestre

La découverte récente de planètes hors de notre système solaire a renouvelé la question des origines de la Vie. La compréhension des liens existant entre les caractéristiques d'une étoile et ses compagnons planétaires est un des enjeux majeurs de l'astrophysique contemporaine. La stabilité unique et la transparence de l'atmosphère du Dôme C promettent des découvertes de nouveaux systèmes planétaires extrasolaires grâce à une large gamme d'instruments, allant des petits télescopes (A STEP, ICE-T) aux grands réseaux interférométriques (KEOPS).

Recenser les planètes extrasolaires et sonder leur atmosphère : c'est en identifiant une grande variété de systèmes planétaires et en les caractérisant (taille, masse, rayon orbital et période, composition chimique de leur atmosphère) que les astronomes pourront expliquer la formation des systèmes planétaires au sein des nuages de poussières.

Les exo-Terres : un des enjeux des instruments du futur sera de réaliser une image d'une planète comparable à la nôtre et d'être capable d'y détecter des composés chimiques marqueurs d'éventuelles traces de vie.



Exoplanète (vue d'artiste)

Instruments : A STEP, ICE-T, ALADDIN, KEOPS

COCHISE

Cosmological Observations at Concordia with High-sensitivity Instrument for Source Extraction



Observations cosmologiques à Concordia avec un instrument à haute sensibilité pour l'extraction de sources

Radiotélescope submillimétrique de 2.60 m
Origine et évolution de l'énergie noire

Opérationnel depuis 2007

IRAIT

International Robotic Antarctic Infrared Telescope



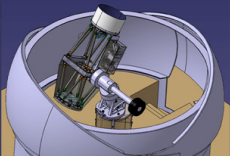
Télescope infrarouge robotisé pour l'Antarctique

Télescope infrarouge automatisé de 0.80 m
Formation des étoiles, perte de masse des étoiles en fin de vie

Installé en 2009

A STEP

Antarctic Search for Transiting Extrasolar Planets



Recherche antarctique de transits de planètes extrasolaires

Télescope de 40 cm, champ de $1^\circ \times 1^\circ$
Détection de transits de planètes extrasolaires

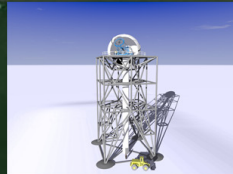
Premier hivernage : 2010 (prototype déjà opérationnel 2008)

L'ASTRONOMIE A CONCORDIA

Les instruments d'aujourd'hui, de demain... et du futur

PILOT

Pathfinder for an International Large Optical Telescope



Précurseur pour un grand télescope optique international

Télescope de 2.5 m, champ de $1^\circ \times 1^\circ$, installé sur une tour de 30 m pour s'affranchir de la couche de turbulence au sol
Régions de formation stellaire et planétaire, galaxies ultra-lumineuses, structure de l'Univers

Horizon 2015 ?

ALADDIN

Antarctica L-band Astrophysics Discovery Demonstrator for Interferometric Nulling



Démonstrateur antarctique en bande L pour l'interférométrie annulante

Interféromètre infrarouge de 2 télescopes de 1 m montés sur une structure circulaire de 40 m de diamètre
Caractérisation des nuages circumstellaires susceptibles de contenir des exo-Terres

Horizon 2015 ?

BRAIN

B-mode Radiation Interferometer



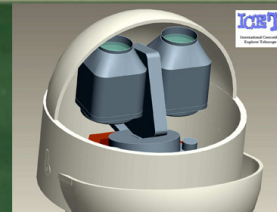
Interféromètre pour détecter les modes B du rayonnement de fond cosmologique

Interféromètre bolométrique
Empreinte de l'inflation sur le rayonnement de fond cosmologique

Premier hivernage : 2011 (prototype opérationnel depuis 2006)

ICE - T

International Concordia Explorer Telescope



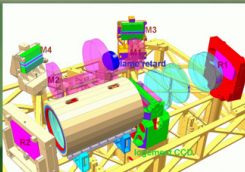
Télescope explorateur international à Concordia

2 télescopes de 0.60 m pour des mesures en continu sur de longues périodes, champ de $8^\circ \times 8^\circ$
Détection de transits de planètes extrasolaires, interactions étoiles/planètes

Horizon 2013 ?

SIAMOIS

Système Interférentiel A Mesurer les Oscillations des Intérieurs Stellaires



Spectromètre Sismologie stellaire

Horizon 2013 ?

KEOPS

Kiloparsec Explorer for Optical Planet Search



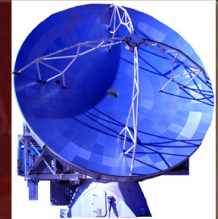
Instrument pour la recherche optique de planète à une distance d'un kiloparsec

Réseau interférométrique infrarouge de 36 télescopes de 1.5 m
Détection d'exo-Terres et images de noyaux galactiques

Horizon 2020 - 2025 ?

AST

Antarctic Submillimetre-wave Telescope



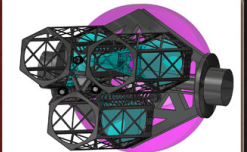
Radiotélescope submillimétrique pour l'Antarctique

Antenne submillimétrique de 25 m ou réseau interférométrique
Univers jeune et froid, évolution des galaxies, régions de formation stellaire et planétaire

Horizon 2016 ?

ADSIIC

Antarctica Demonstrator of Solar Interferometric Imaging & Coronagraphy



Démonstrateur antarctique pour l'imagerie & la coronagraphie interférométrique solaire

3 télescopes hors-axe de 0.70 m cophasés installés sur une tour de 30 m
Mécanismes de chauffage et champs magnétiques de la chromosphère solaire et de la couronne

Horizon 2013 ?

Coordination ARENA

Laboratoire H. Fizeau - CNRS
Université de Nice Sophia Antipolis
Campus Valrose
F- 06108 Nice cedex 2



Coordonnateur - nicolas.epchtein@unice.fr
Chef de projet - marie-laure.peronne@unice.fr
Communication - cyrille.baudouin@unice.fr
<http://arena.unice.fr/>
<http://www.arena.ulg.ac.be>