

L'IRAM vous souhaite la bienvenue au Plateau de Bure

Dévoiler l'univers invisible



Au siège social de l'IRAM, les ingénieurs et techniciens de l'institut fabriquent les composants microélectroniques pour les systèmes de réception destinés aux antennes.

Le deuxième observatoire de l'IRAM, le télescope du Pico Veleta, est situé dans la Sierra Nevada espagnole, près de Grenade.



L'IRAM est un institut international de recherche en radioastronomie millimétrique qui se consacre à l'exploration de l'univers ainsi qu'à l'étude de ses origines et de son évolution.

Fondé en 1979 par le CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) en France et la MPG (Max-Planck-Gesellschaft) en Allemagne, puis élargi en 1990 à un troisième partenaire, l'IGN (Instituto Geográfico Nacional) en Espagne, l'IRAM est un modèle de coopération scientifique multinationale.

L'institut, dont le siège social est à Grenoble, emploie plus de 120 scientifiques, ingénieurs, techniciens

et employés administratifs et exploite deux sites d'observation : un télescope de 30 mètres situé au Pico Veleta près de Grenade en Espagne et l'interféromètre du Plateau de Bure (un réseau de six antennes de 15 mètres de diamètre).

Ces deux instruments comptent parmi les meilleurs radiotélescopes au monde et sont les observatoires les plus performants dans le domaine millimétrique.

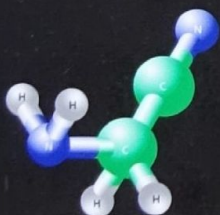
Spécialisés dans la réception des ondes millimétriques, ces radiotélescopes jouent un rôle crucial en astronomie, car ils sont capables de détecter des objets enfouis dans des nuages de poussière et invisibles pour

les instruments optiques.

C'est ainsi que les astronomes parviennent jusqu'aux galaxies les plus lointaines, observent les trous noirs aux confins de l'univers et tracent le fond diffus cosmologique, remontant jusqu'au Big-Bang.

Permettant en outre l'exploration des molécules interstellaires et de la poussière cosmique – éléments clés dans la formation des étoiles et des galaxies – la radioastronomie millimétrique rend possible l'étude de l'évolution de l'univers.

La radioastronomie et les molécules interstellaires



La molécule de l'aminocétonitrile ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CN}$), une molécule proche chimiquement d'un acide aminé, a été détectée près du centre de la Voie Lactée en utilisant les télescopes de l'IRAM.

C'est dans des nébuleuses comme celle de la fameuse Tête de Cheval que de nombreuses molécules ont pu être détectées.

Tournant sur leurs axes, les molécules émettent dans les longueurs d'onde millimétriques, chacune d'elles à des fréquences caractéristiques.

Les télescopes de l'IRAM opèrent à des longueurs d'onde de 3, 2, 1 et 0.8 millimètres, quatre fenêtres atmosphériques qui laissent passer la plupart des fréquences des molécules interstellaires.

La transmission de ces fréquences dépend toutefois de la quantité d'eau

présente dans l'atmosphère – c'est la raison pour laquelle les observatoires de l'IRAM ont été placés en altitude, dans un climat le plus sec et le plus stable possible.



Indiquant la répartition et la densité du gaz moléculaire dans la nébuleuse, l'image de la Tête de Cheval dans le domaine millimétrique ressemble plutôt à celle d'un hippocampe.

L'interféromètre

6 antennes à l'écoute du cosmos



La radioastronomie à l'échelle mondiale : deux fois par an, l'interféromètre du Plateau de Bure est coordonné avec d'autres radiotélescopes du monde entier, permettant ainsi l'exploration détaillée de phénomènes cosmiques lointains.

Construit à 2550 mètres d'altitude sur ce plateau étendu, l'interféromètre est composé de 6 antennes de 15 mètres de diamètre, chacune d'elles étant équipée de récepteurs de haute sensibilité. Deux longs rails, placés sur des axes nord-sud et est-ouest permettent de changer la disposition des antennes sur une distance maximale de 760 mètres.

Pendant les observations, les 6 antennes du Plateau de Bure opèrent en réseau, une technique appelée interférométrie. Les antennes sont pointées vers une source céleste afin de combiner les différents signaux reçus. La résolution obtenue est celle d'un télescope dont le diamètre correspond à l'écart maximum entre les différentes antennes.

Dans le cas de l'interféromètre de l'IRAM, cela équivaut, pour les plus grandes lignes de base, à un télescope de 760 mètres de diamètre !

La résolution spatiale obtenue est si détaillée que les antennes seraient en mesure de distinguer deux pièces d'un centime à une distance de 5000 mètres !

L'observatoire de l'IRAM peut aussi être coordonné avec d'autres radiotélescopes, formant ainsi un interféromètre géant avec des lignes de base intercontinentales (Very Large Baseline Interferometry). Ce mode d'observation est particulièrement adapté à l'exploration des phénomènes cosmiques ultra-lumineux, comme l'environnement

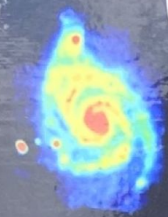
immédiat de trous noirs (quasars) ou les enveloppes de matière éjectées par des étoiles en fin de vie. La résolution spatiale est telle, que l'on pourrait détecter une balle de golf sur... la Lune ! Cette technologie est également utilisée pour mesurer le mouvement des plaques tectoniques et pour superviser les satellites.



Les téléphones portables émettent des rayonnements électromagnétiques qui peuvent nuire à la qualité des observations. Merci de les éteindre sur le site !

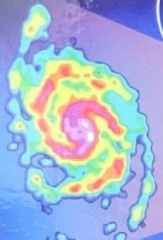
Pour une vue panoramique sur tout l'observatoire allez voir le pupitre panoramique sur le chemin en direction du passage de la Fenêtre (nord-ouest).





Ondes radio

≈ 10 cm



Longueurs d'onde millimétriques (≈ 1 mm)



Infrarouge

≈ 10 μm



Lumière visible

≈ 500 nm



Ultraviolet

≈ 10 nm



Rayons X

≈ 1 nm

Décoder les signaux de l'espace

Les panneaux du réflecteur **A** captent le signal de l'espace **B**, qui, concentré au foyer du miroir secondaire **C**, est redirigé à l'intérieur de l'antenne où se trouve le récepteur **D**.

Du fait de l'éloignement des sources d'émissions, les signaux reçus sur Terre sont très faibles.

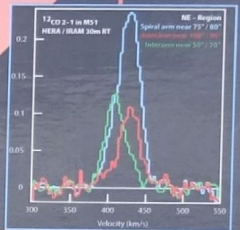
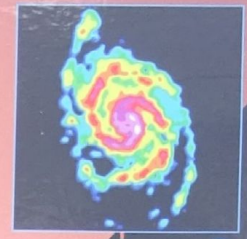
Afin d'amplifier le signal, le récepteur doit le transposer à une fréquence plus basse.

Au sein du mélangeur **E**, dans le récepteur, le signal est donc superposé à un signal de fréquence voisine, produit localement **F**.

Grâce à la jonction supraconductrice **G**, composante essentielle du mélangeur, on obtient la fréquence résultant de la différence des deux fréquences d'entrée. Ce signal de fréquence plus basse peut ensuite être amplifié.

Transférés au bâtiment principal de l'observatoire **H**, les signaux sont recueillis par le corrélateur numérique **I** qui les libère du bruit de fond.

A l'aide de logiciels spécialisés, les scientifiques transforment les signaux reçus en données **L**, élaborant des images de la source spatiale dans le domaine millimétrique, comme celle de la galaxie spirale M51 **M**.



Le cycle des étoiles



Naissance : Flots bipolaires de l'étoile HH 211

Lors de la formation d'une proto-étoile, celle-ci rejette une partie de sa matière dans le milieu interstellaire à des vitesses d'environ 100 km/s. Appelés flots bipolaires, ces jets ont été observés pour la première fois de façon détaillée et complète autour de la proto-étoile HH 211, grâce à l'interféromètre du Plateau de Bure.



Evolution : Le disque circumbinaire de GG Tauri

Ce disque autour de deux jeunes étoiles est le seul disque circumbinaire connu à ce jour, découvert par l'interféromètre du Plateau de Bure. Son intérieur a probablement été « absorbé » par les interactions de marée de deux étoiles, légèrement moins massives que notre soleil.

Dans des disques très similaires, des planètes se forment, permettant aux astronomes l'analyse des origines et la composition chimique qui mène à la formation des systèmes solaires comme le nôtre.



Fin de vie : L'étoile TT Cygni

Obtenue au Plateau de Bure, cette image exceptionnelle montre l'étoile TT Cygni en fin de sa vie: elle révèle une grande enveloppe circulaire, éjectée il y a près de 2000 ans, qui s'éloigne paisiblement de l'étoile à 20 km/s, ainsi qu'une couche plus récente, encore proche de l'étoile. Une fois éjectées, ces coquilles se refroidissent et forment des molécules et des poussières. Ces étoiles en fin de vie sont en fait de véritables « usines » de fabrication de poussière cosmique et les objets favoris des astronomes pour partir à la chasse des nouvelles molécules interstellaires.