



Les radiotélescopes



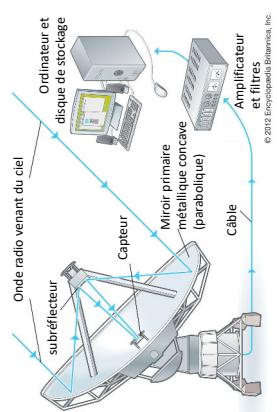
Quiz

Quelles images montrent des interféromètres ?

Cartographie

Les radiotélescopes n'observent souvent qu'un point (on dit un « pixel ») à la fois dans le ciel parce que leur récepteur n'a qu'un seul capteur. Pour obtenir une image, il faut que le télescope balaye toute la surface point par point. On assemble tous les points pour obtenir une carte. Par contre, ils observent une multitude de fréquences en même temps avec une résolution (dite spectrale) qui peut être très grande. Ça permet de mesurer des mouvements très faibles dans les nuages ou se former les étoiles ou d'identifier des centaines de molécules interstellaires différentes.

Il existe enfin quelques radiotélescopes équipés de caméras avec un grand nombre de pixels mais sans résolution spectrale, ce sont des bolomètres. Ils sont utiles pour observer la poussière interstellaire froide qui émet en ondes radio.



technique dite hétérodyne.

Taille et résolution

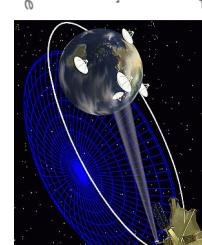
Mais, qu'en optique la résolution des télescopes est limitée par la turbulence atmosphérique, ce problème n'existe pas en radio et la diffraction est perceptible (voir figure page ci-contre). La résolution spatiale est $\theta = 1.22 \lambda / D/10000$, λ la longueur d'onde, D , le diamètre du télescope, θ , en minutes d'arc.



(IRAM - J. Boissier)

NOEMA, l'interféromètre du Plateau de Bure (IRAM), 12 antennes de 15 m regardent la même source astronomique ensemble.

Le radiotélescope russe Radioastron (10 m) en orbite autour de la Terre observe une source astronomique en même temps que les télescopes au sol. La résolution est celle d'un radiotélescope équivalent (représenté en bleu sur la figure) mais la surface collectrice reste très petite.



8

Le Télescope de Green Bank, aux USA, avec son diamètre d'environ 100 m, est le plus grand télescope mobile du monde.

résolution, || est alors utile d'agrandir les télescopes jusqu'au gigantisme. Ces télescopes sont très sensibles aux parasites électriques. Ils sont construits loin des centres urbains et des usines produisant ces interférences. Certaines fréquences sont protégées des émissions anthropiques par l'Union internationale des télécommunications (UIT).

10

(représenté en bleu sur la figure) maintenue sur la surface collectrice reste très petite.

Les débuts

Après des premières tentatives infructueuses pour détecter les ondes radio du Soleil entre 1890 et 1901, c'est Karl Jansky qui fit la première découverte d'ondes radio extraterrestres, émises par le centre de la Voie Lactée, en 1932. À partir de là, la radioastronomie fit rapidement des progrès pour devenir une science riche et très complémentaire à l'astronomie optique traditionnelle (voir TUIMP 4-6).

La radioastronomie peut faire de la détection directe de la lumière, comme en optique (mesure de l'énergie du signal) ou de la détection hétérodyne (mesure du champ électrique incident qui permet d'amplifier le signal et de le filtrer avec grande précision grâce à l'électronique en radio fréquences). 7



Réponse

Les interféromètres sont toujours composés de plusieurs antennes

Nobeyama radiotélescope (interféromètre)

L'Univers dans ma poche n° 45

Ce mini-livre a été réalisé en 2025 par Laurent Paganini de l'Observatoire de Paris et du CNRS et revu par Grażyna Stasińska de l'Observatoire de Paris et Stan Kurtz de l'IRyA (Morelia, Mexique).

Image de couverture: un des derniers des radiotélescopes: MEEKAT

(Si pas précisé, crédits généraux : Wikipédia)

Pour en savoir plus sur cette collection et sur les thèmes présentés dans ce mini-livre visiter <http://www.tuimp.org>



3

Ces ondes ont une longueur (λ) très grande comparée à la lumière visible (de mille à des milliards de fois plus grande) et donc une fréquence (ν) très basse ($\nu = \lambda \times c$, où c est la vitesse de la lumière). Nous avons su construire de nombreux appareils pour les émettre et les recevoir, tels que les postes radio oude télévision, les talkies-walkies, les téléphones sans fil et les radars.

Les interféromètres

On fabrique aussi des radio télescopes en mettant en service plusieurs antennes dont on combine les signaux. On parle alors d'interféromètre radio car on fait interférences entre les antennes entre les antennes entre elles. Les distances entre les antennes peuvent être énormes, jusqu'à atteindre la taille de la Terre voire plus si une des antennes est placée en orbite, comme le télescope de 10 m russe RadioAstron. La résolution d'un interféromètre est identique à celle d'un télescope unique dont le diamètre serait la distance entre les deux antennes les plus éloignées. Un télescope serait impossible à construire en un seul tenant, voir les illustrations page 12.

Quelques exemples de résolution : l'œil a une résolution d'une minute d'arc (on pourra distinguer 2 ballons de football côté-à-côte à 1 km de distance). Un télescope optique a une résolution d'une seconde d'arc (60 fois mieux que l'œil, donc il distingue les 2 ballons jusqu'à 60 km de distance ou 2 dôs à 1 km). FAST a une résolution un peu mauvaise que l'œil : trois minutes d'arc. Il ne peut séparer les 2 ballons qu'à 300 m (soit moins que sa taille !).

Certains interféromètres peuvent voir des détails minuscules. On mesure leur résolution en fraction de seconde d'arc, en millièmes ou même en millionièmes de seconde d'arc. À cette résolution extrême, ils pourraient voir une balle de ping-pong sur la Lune. 10

Introduction

Pour observer le ciel, on doit capturer les messages qu'il nous envoie (voir TUIMP 4-3). Le plus connu des messagers est la lumière, dont seule une petite partie est captée par l'œil (la lumière dite « visible », celle des couleurs de l'arc en ciel). Mais il y a beaucoup d'autres types de lumière dont une découverte à la toute fin du XIX^e siècle et largement utilisée depuis : les ondes radio.

Le premier à être détectée pour la première fois en 1942 par le physicien britannique James Hey. Cette découverte resta secrète car les Alliés savaient que leurs avions, s'ils avaient le soleil derrière eux, ne seraient pas détectés par les radars allemands. Ces radars allemands (dits Würzburg) ont été ensuite utilisés pour faire les premiers pas de la radioastronomie en Europe. 6

Antenne d'un radar Würzburg

L'émission du Soleil a été détectée pour la première fois en 1942 par le physicien britannique James Hey. Cette découverte resta secrète car les Alliés savaient que leurs avions, s'ils avaient le soleil derrière eux, ne seraient pas détectés par les radars allemands. Ces radars allemands (dits Würzburg) ont été ensuite utilisés pour faire les premiers pas de la radioastronomie en Europe. 6