

Observation des pulsars avec les précurseurs de SKA

**LPC2E, CNRS Orléans
Obs Paris & Nançay**

Ismaël Cognard
Gilles Theureau

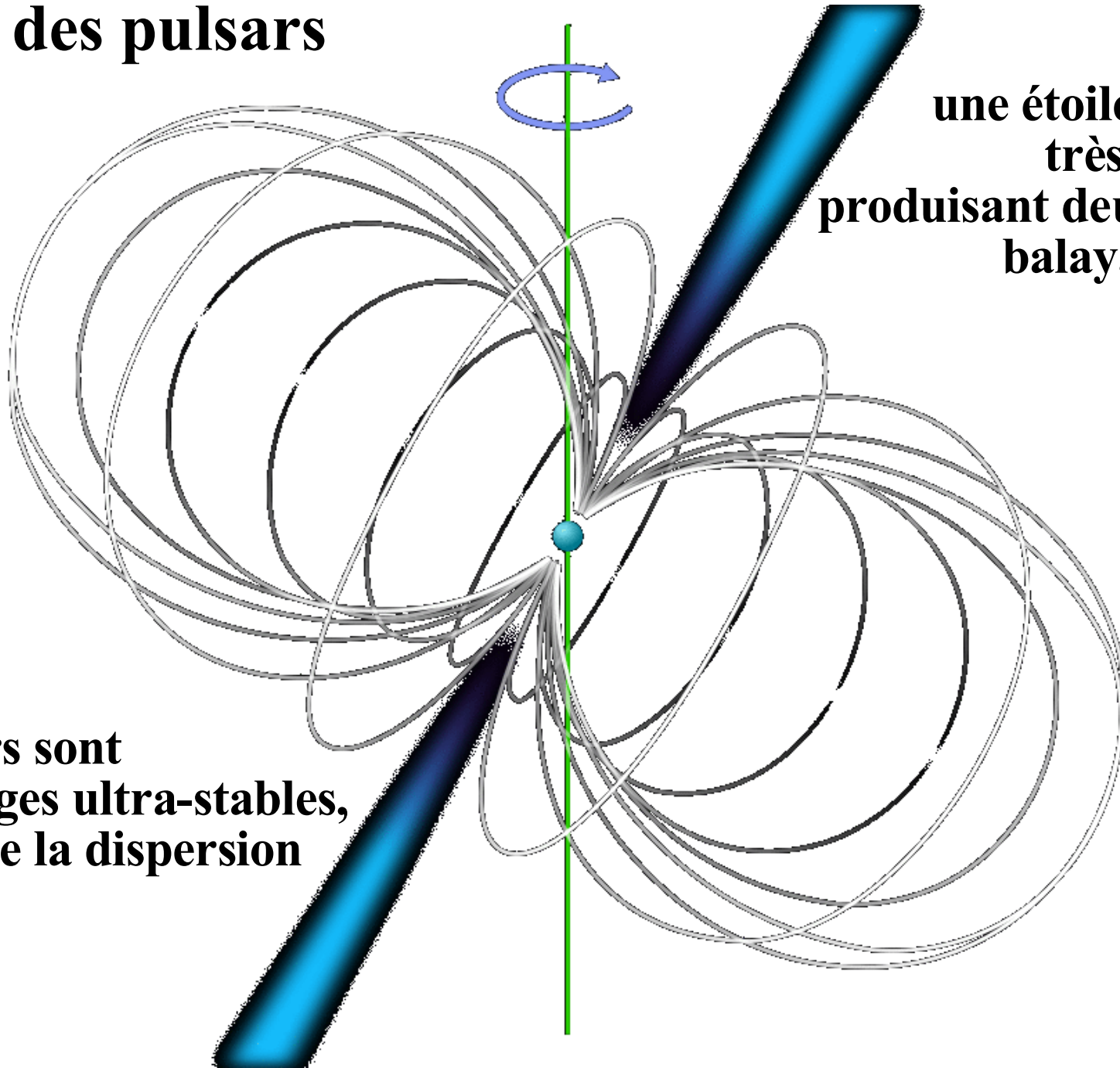
Plan

**Pulsars :
Recherche et mesures
Précurseurs SKA
LOFAR
LEAP
ASKAP
MeerKAT**



Etude des pulsars

les pulsars sont
des horloges ultra-stables,
affectés de la dispersion

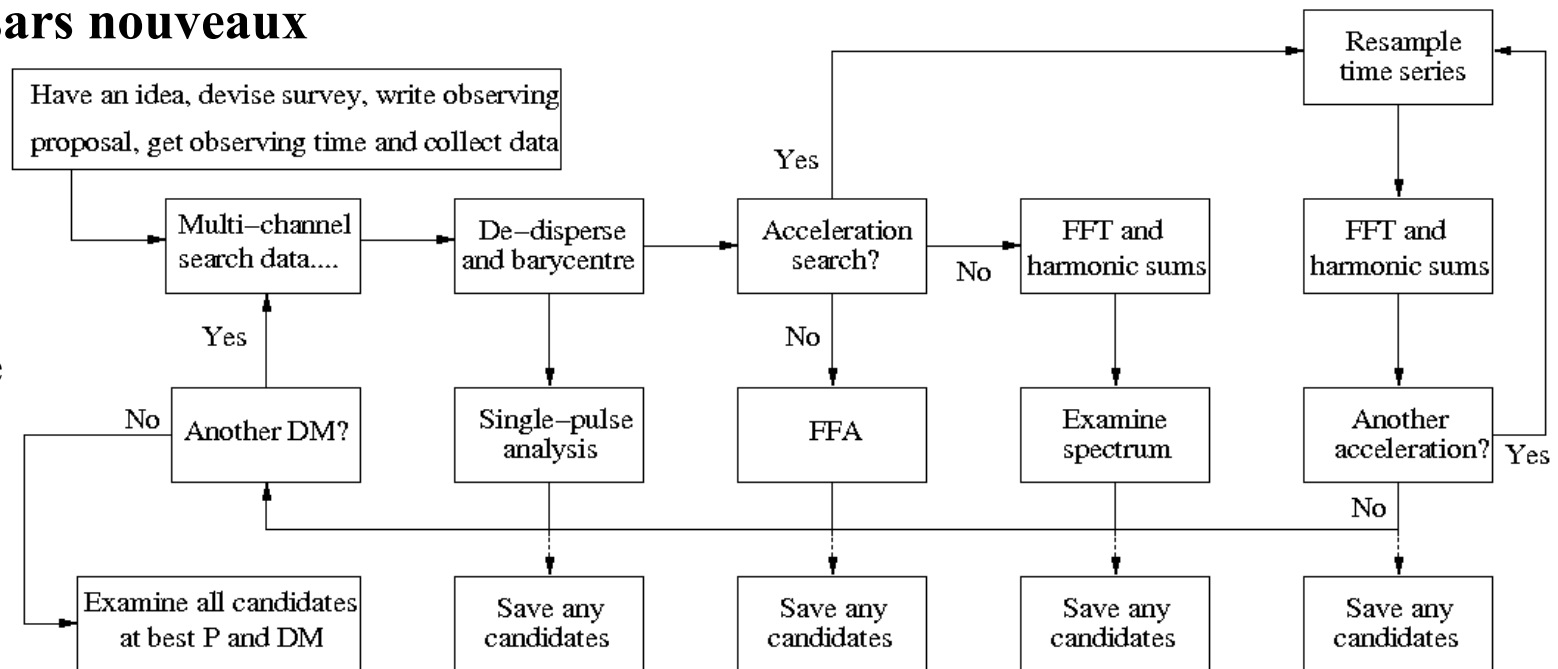


une étoile à neutrons
très magnétisée
produisant deux faisceaux
balayant la Terre

Deux activités principales

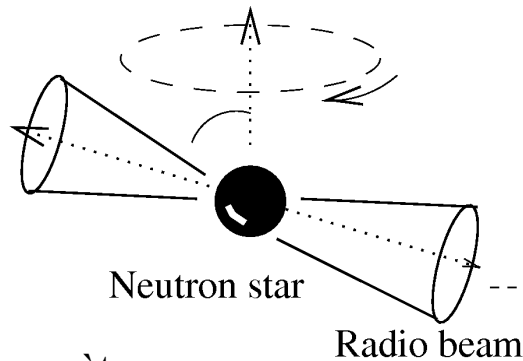
Recherche de pulsars nouveaux

instrumentation à
batterie de filtres
gros volume de stockage
et calcul

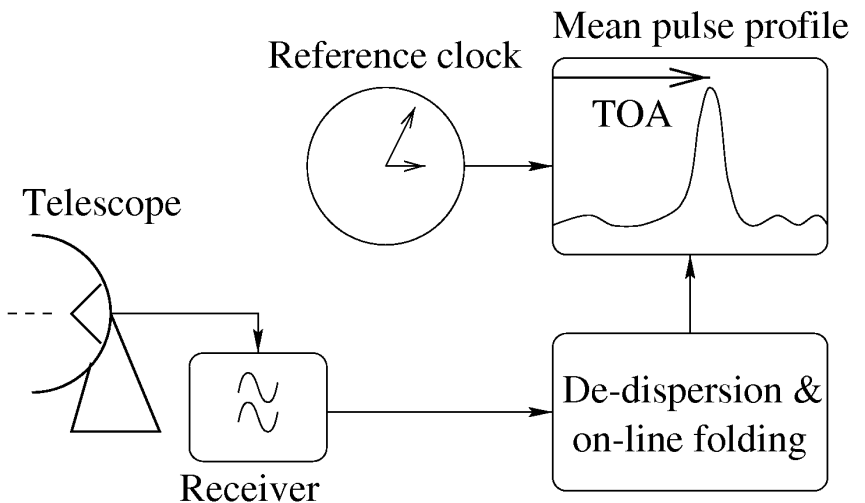


Mesures de temps d'arrivée

Rotation axis



dédispersion cohérente
modèle de propagation + paramètres



Des justifications scientifiques spécifiques

Recherche de pulsars nouveaux

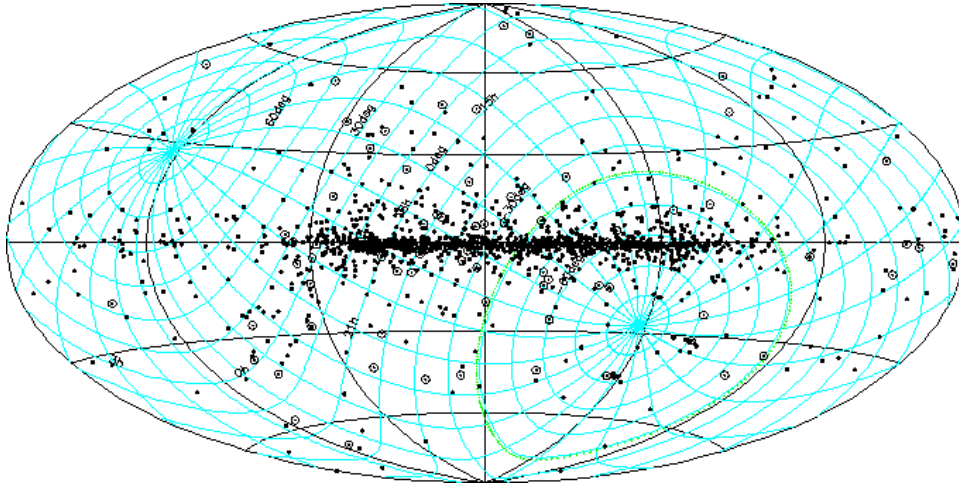
étude de population des pulsars/étoiles à neutrons
fraction de RRATs, d'intermittents, de nulling
association avec SNR, PWNe, ...
étoffer les réseaux de pulsars ultra-stables
processus d'émission
par l'étude multi-longueur d'ondes

Mesures de temps d'arrivée

contraindre un fond d'ondes gravitationnelles d'origine cosmologique
avec un ensemble de pulsars ultra-stables
discrimination des différentes théories de la Gravitation
par l'étude des systèmes doubles d'étoiles à neutrons
équation d'état de la matière
par la mesure des masses et suivi de la rotation
sondage du milieu interstellaire

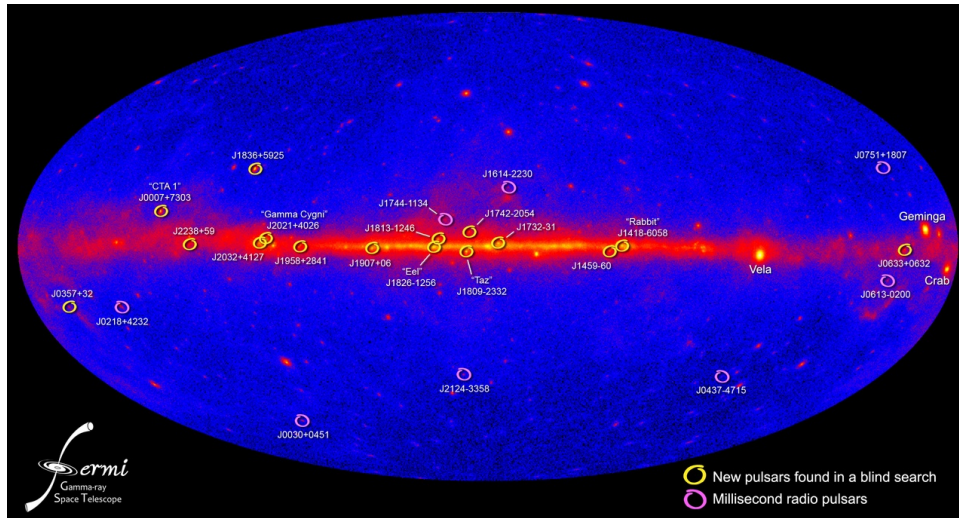
Aujourd'hui

Recherche de pulsars nouveaux



1800 pulsars radio

qqz dizaines associations SNR/PWNe



50 pulsars haute energie

Parkes, Arecibo, FERMI, ...

Aujourd'hui

Mesures de temps d'arrivée

~8 NS-NS

~20 NS-WD

20 msPSRs

à mieux que $1 \mu\text{s}$

2 msPSRs

à mieux que 100ns

PSR J1909-3744 à Nançay

rms 109ns

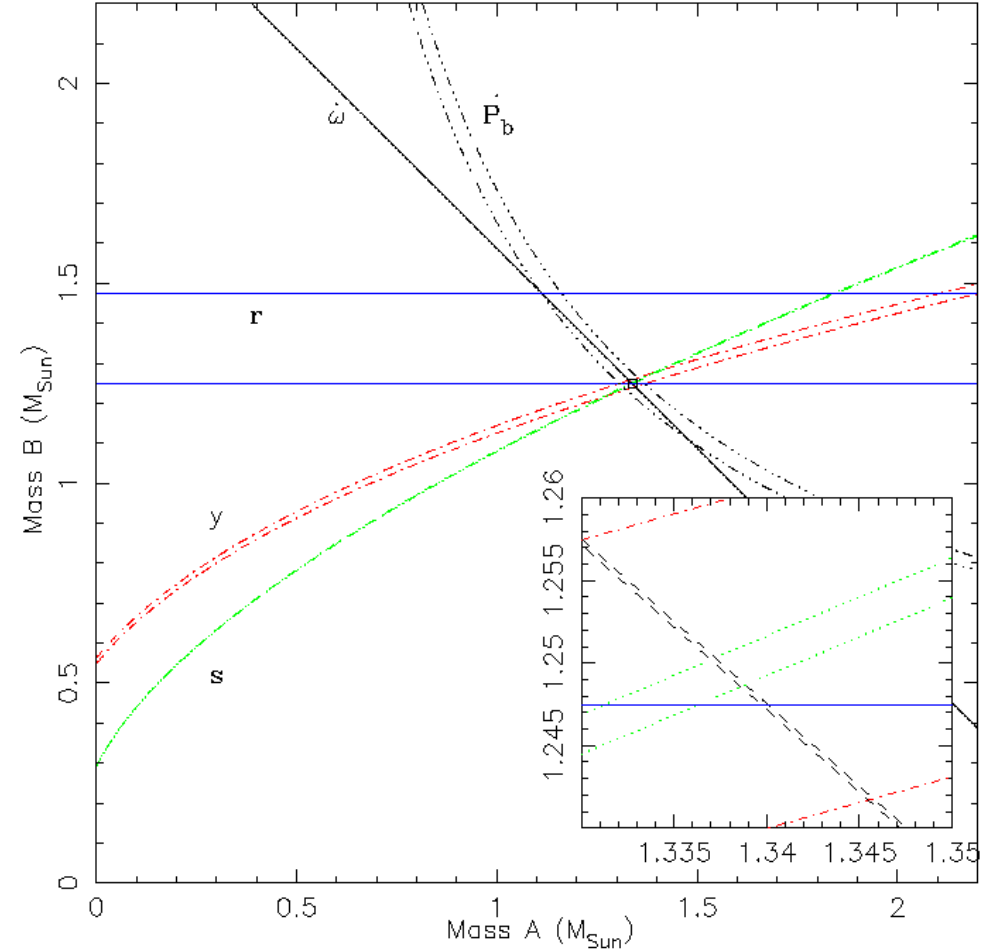
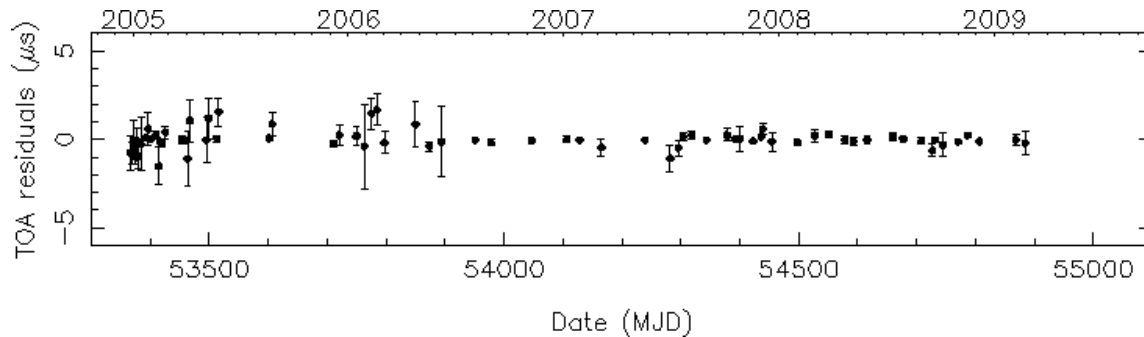


diagramme masse-masse
PSR J0737-3039 à Nançay

Besoins

Recherche de pulsars nouveaux

davantage de msPSRs ultra-stables
caractériser les RRATs et les intermittents
davantage de NS/NS
au moins un NS/BH
une étoile à quark

Mesures de temps d'arrivée

nécessité d'avoir 20 msPSRs
suivis à 100 ns
modélisation fine de la turbulence interstellaire
dédispersion cohérente sur ~ 1 GHz de bande

Avec quels moyens ?

Recherche de pulsars nouveaux

- un radiotélescope
 - un grand nombre de beams
 - sur un grand champ de vue
 - un maximum de bande passante
- une capacité de calcul importante

Mesures de temps d'arrivée

- un radiotélescope
 - un seul beam
 - un maximum de sensibilité
 - un maximum de bande passante
- une instrumentation très spécifique

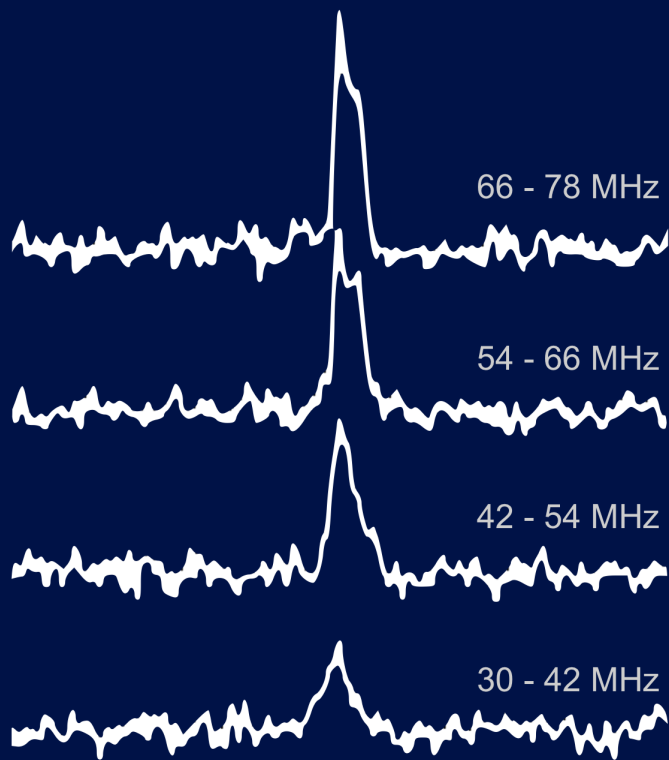
LOFAR

LOW Frequency ARray

Première détection de pulsar

Pulsar First Light for the LOFAR Low-Band Antennas

PSR B1919+21 simultaneously from 30-78MHz



Recherche de nouveaux pulsars

~1000 pulsars faibles

dans l'environnement local

(a petite luminosité mJy.kpc^2)

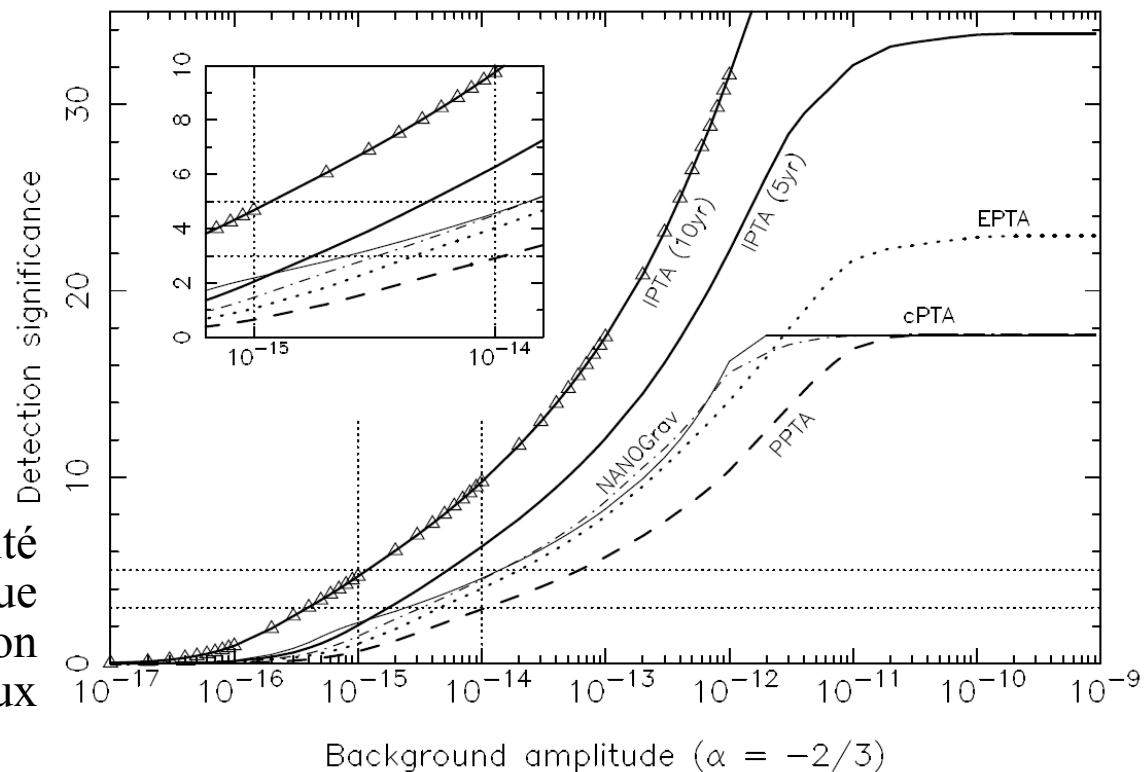
LEAP

la collaboration EPTA (European Pulsar Timing Array)
fédère les observations 'pulsar' faites aux radiotélescopes
de Cagliari, Effelsberg, Jodrell Bank, Nançay et Westerbork

LEAP (Large European Array for Pulsars)
faire l'addition cohérente des signaux 'pulsar'
reçus simultanément aux différents radiotélescopes européens

Mesures de temps d'arrivée
avec une précision $\sim 100\text{ns}$

Détectabilité
du fond cosmologique
pour 5 ans d'observation
avec les différents réseaux



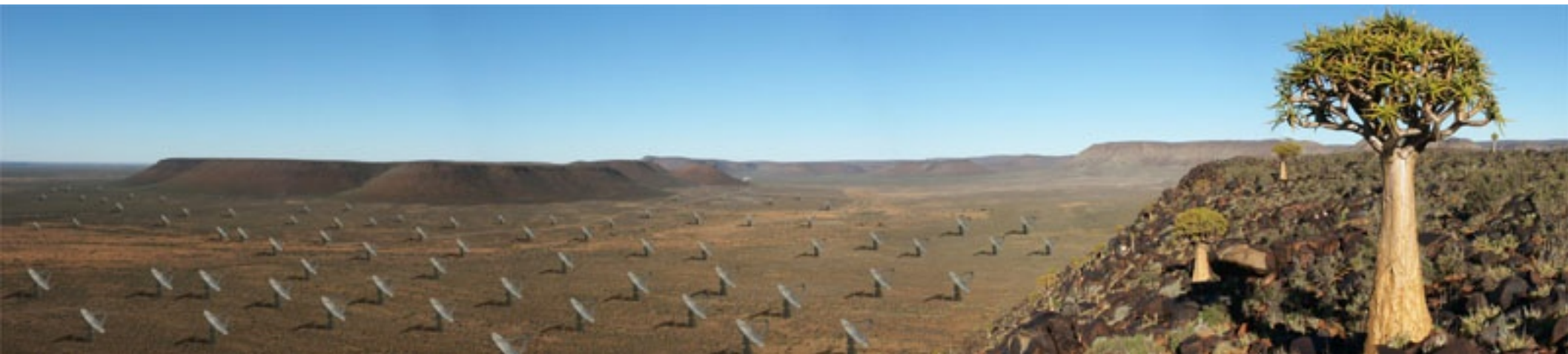
ASKAP

36 antennes 12m, 4000m²,
FOV 30 sq degrees,
phased array
Bande 300 MHz, Résolution 30"



MeerKAT

80 antennes 12m, 8000m²,
FOV 1 sq degrees,
single pixel
Bande 1 GHz, Resolution 6-80"



ASKAP

Programme de recherche de pulsars sur tout le ciel visible

(Johnston et al. 'Science with the ASKAP')

100 jours pour 30000 degrés²

soit 150 minutes pour chaque 30 degrés²

5-10ms d'échantillonnage (pb avec enregistrement des données)

de même sensibilité que le Parkes MultiBeam Survey

qui était limité au plan galactique

10 fois plus sensible que la précédente recherche

faite à Parkes sur tout le ciel

~1600 pulsars de période ≥ 40 ms

MeerKAT

Bien mieux adapté à la **mesure précise de temps d'arrivée**

Appels à projets d'observation en cours