

<http://nebula.obs-nancay.fr/Contexte-scientifique.html>



Contexte scientifique

Date de mise en ligne : jeudi 9 avril 2015

NEBuLA

Les recherches en radioastronomie nécessitent l'utilisation de bandes de fréquence de largeur croissante, d'une part pour augmenter significativement la sensibilité des mesures en bande intégrée et d'autre part pour la recherche et l'étude de raies spectrales multiples ou de décalage doppler inconnu.

Les récepteurs modernes des radiotélescopes couvrent maintenant des bandes assez larges (2,5 GHz pour les deux cornets récepteurs du radiotélescope de Nançay (NRT)) mais en pratique, les backends numériques ont des bandes spectrales de largeurs encore insuffisantes.

Comme il est maintenant possible d'augmenter significativement les bandes couvertes et de remplacer une partie des récepteurs analogiques traditionnels par des systèmes numériques, nous projetons de développer un système moderne permettant d'équiper l'interféromètre prototype PAON-4 et NRT de cartes de digitalisation déportées.

Les programmes scientifiques concernés sont principalement :

- l'étude de l'Energie Noire
- les programmes utilisant le NRT en mode spectroscopique à large bande
- et l'instrumentation Pulsars du NRT.

Afin d'étudier en détail l'accélération de l'expansion de l'Univers et la densité d'énergie cosmologique appelée Energie Noire qui en serait la cause, nous prévoyons d'étudier les Oscillations Baryoniques Acoustiques (BAO) à 21cm.

- Les BAO sont dues aux oscillations acoustiques du plasma photons-baryons antérieures au découplage ; elles ont été mises en évidence dans les anisotropies du fond diffus (Mauskopf et al. 2000 and Larson et al. 2011) et se traduisent par une modulation de la distribution des galaxies (par ex. mesurée à partir du survey optique WiggleZ, Parkinson et al. 2012). L'observation radio de l'émission à 21 cm de l'hydrogène neutre est une voie complémentaire prometteuse pour déterminer la distribution de matière jusqu'à des redshifts de 3 (Ansari et al. 2012). La méthode a été proposée par Chang et al. 2008 et Peterson et al. 2009, et se base sur la détection de l'émission cumulée des galaxies situées dans des grands volumes élémentaires d'Univers.
- Avec nos collègues américains (Carnegie Mellon University, Pittsburg), canadiens (CITA) et chinois (NAOC) nous développons une collaboration internationale pour la construction d'un interféromètre dédié à l'observation par intensity mapping à 21cm des BAO à $0.3 < z < 3$, et qui sera installé en Chine (<http://tianlai.bao.ac.cn/>). Afin de préparer ce projet, et pour évaluer les performances d'un interféromètre utilisant des paraboles de 5m de diamètre pour un relevé cosmologique à 21 cm, nous avons démarré le projet PAON en 2012. L'interféromètre PAON-4 utilisera des paraboles étudiées et réalisées à l'Observatoire de Paris, et la chaîne de réception et d'analyse développée au LAL et au CEA. Il sera installé à Nançay à l'automne 2013, pour réaliser une campagne de tests immédiatement après installation.

En ce qui concerne l'utilisation à large bande du NRT, nous avons développé un spectromètre numérique à large bande offrant une bande de 480MHz, et un très grand nombre de canaux de fréquence (millions), permettant le développement d'algorithmes d'élimination des parasites, au bénéfice des programmes scientifiques suivants :

- L'étude de la densité cosmologique de gaz froid dans l'univers local,
- la recherche de la contrepartie radio des Gamma Ray Bursts,
- le monitoring des blazars, en particulier ceux suivis par HESS, en préparation du programme CTA
- la détection de la cross-corrélation des structures cosmiques à 21cm, démontrant la méthode de l'intensity mapping avec le NRT
- la surveillance du spectre électro-magnétique.

L'analyseur spectral WIBAR est basé sur l'utilisation d'une carte de l'Université de Berkeley et d'un ensemble de PC assurant le calcul des spectres et certains traitements sur GPU (Borsenberger et al. 2013).

Les programmes ci-dessus sont fortement dépendant des capacités large bande du récepteur numérique, et en particulier de la stabilité de la bande, qui est affectée entre autres par le transport des signaux analogiques de moyenne fréquence entre le chariot récepteur et le laboratoire. La digitalisation des données plus en amont dans la chaîne de réception permettrait d'améliorer la situation en réduisant les problèmes d'ondes stationnaires, et permettrait d'envisager l'élargissement de la bande spectrale analysée à moyen terme.

Cette démarche vers une bande instantanée élargie, et des meilleures performances instrumentales se retrouve au niveau des instruments du réseau interférométrique européen EVN, dont nous nous rapprochons avec l'équipement prochain du NRT d'un accès au temps atomique via RENATER grâce à l'EQUIPEX REFIMEVE+ (<http://www.refimeve.fr/>), et avec l'acquisition d'un terminal VLBI compatible avec l'EVN.

Pour l'observation des pulsars au radiotélescope de Nançay, l'instrumentation numérique dédiée permet d'atteindre aujourd'hui une bande analysée de 512 MHz. Cela contribue en partie à l'obtention d'excellents résultats lors des mesures de temps d'arrivée dans l'EPTA (van Haasteren et al, MNRAS 414, 3117, 2011). **Néanmoins, l'amélioration à moyen terme des capacités d'observation nécessite, entre autre, l'utilisation de bandes plus larges. Cela nécessite d'envisager pour le NRT un autre mode de transport des signaux, actuellement limité à 480 MHz. Ce nouveau numériseur permettrait d'étudier le prochain saut en largeur de bande (1 - 1,8 GHz, puis 1 - 2,5 GHz).**