

# Techniques de lutte contre les interférences radioélectriques en radioastronomie décimétrique, centimétrique et décimétrique

---

*Rodolphe Weber<sub>J</sub>\* , Pierre Colom<sub>J</sub>\*\* , Alain Kerdraon<sub>J</sub>\*\* , Alain Lecacheux<sub>J</sub>\*\**

*\*Polytech'Orléans, LESI, Université d'Orléans  
12 rue de Blois, BP 6744, 45067 Orléans cedex 2  
rodolphe.weber@univ-orleans.fr*

*\*\* LESIA, Observatoire de Paris/CNRS,  
5 Place Jules Janssen, 92195 Meudon, France  
{pierre.colom, alain.kerdraon, alain.lecacheux}@obspm.fr*

---

## **Résumé**

Depuis plusieurs années, les techniques instrumentales en radioastronomie doivent faire face à deux évolutions antagonistes. D'une part, l'explosion des moyens de télécommunications a généré une pollution radioélectrique croissante qui a entraîné une réduction du nombre et de la taille des bandes spectrales susceptibles de fournir des observations de qualité. D'autre part, l'évolution des besoins scientifiques nécessitent et va nécessiter d'observer des bandes de plus en plus larges avec des sensibilités de plus en plus importantes. Pour pouvoir se réappropriier pleinement le domaine spectral, la radioastronomie doit donc adapter son instrumentation et ses outils logiciels à ces nouvelles conditions. A court terme, l'objectif est de continuer à observer ce qui était auparavant observable et à terme, de pouvoir observer même hors des bandes protégées.

*Mots clés : Radioastronomie, interférences radioélectriques, traitement du signal temps réel*

---

## **Des conditions de pollution radioélectrique variées ...**

Les conditions d'observations et de pollution radioélectrique étant très différentes suivant les bandes. A titre d'exemple, en décimétrique la nature très brillante des objets observés, les effets ionosphériques et le type de modulations présentes posent une problématique très différente de celle rencontrée en décimétrique où les sources sont faibles et les brouilleurs plus localisés.

## **Des récepteurs de nouvelle génération...**

Nous aborderons ensuite les aspects instrumentaux. A ce titre, il apparaît qu'une des limitations des possibilités de traitements des interférences est due à la faible dynamique des récepteurs (1-bit de quantification est théoriquement suffisant si le signal observé a essentiellement les caractéristiques d'un bruit blanc, et les récepteurs, jusqu'à très récemment, codaient le signal sur quelques bits). En effet, en présence de brouilleurs les non-linéarités induites par cette faible dynamique satureront complètement les observations, empêchant toute exploitation ultérieure [1]. L'objectif est donc d'atteindre des dynamiques supérieures à 70 dB. Dans ce cadre, nous décrivons un récepteur numérique développé à la station de radioastronomie de Nançay capable d'absorber ce type de dynamique [2,3,4].

## Des techniques de traitement du signal en temps réel...

Cependant, ne pas être aveuglé n'est qu'une condition nécessaire. Pour continuer à observer en environnement radioélectrique hostile, il faut également développer des algorithmes capables de nettoyer en temps réel les signaux reçus. De nombreux concepts ont déjà été envisagés par différents auteurs [4]. La plus part de ces concepts ont fait l'objet de simulation ponctuelle et ils sont fondés sur des techniques de filtrage statistique, de modélisation paramétrique, d'analyse temps-fréquence ou de filtrage spatial. D'un point de vue opérationnel, deux techniques vont essentiellement être mise en oeuvre sur des instruments existants ou à venir : d'une part, des techniques de masquage temps-fréquence et d'autre part des techniques de filtrage spatial. Ainsi, nous expliciterons les concepts de traitement des interférences proposés pour le projet LOFAR (LOW Frequency ARray) , pour le projet FASR (Frequency Agiler Solar Radiotelescope) ainsi que quelques développements envisagés sur le site de la station de radioastronomie de Nançay [5,6,7,8,9].

## Conclusion

A plus long terme, il est clair que des projets d'instruments tels que *LOFAR (Low Frequency Array)* et *SKA (Square Kilometer Array)* intégreront nombre de ces techniques, plus d'autres encore à développer. Cependant, ces aspects techniques ne doivent pas faire oublier que l'action la plus efficace, lorsqu'elle aboutit, reste la régulation du spectre et l'attribution de bandes protégées à la radioastronomie.

## Références bibliographiques

1. R. Weber, C.Faye, *Coarsely Quantized Spectral Estimation of radio Astronomic Sources in Highly Corruptive Environments*, Chapter 7 of Signal Analysis and Prediction, Prochazka et al., Birkhauser Boston Ed. , 1998
2. R. Weber, L. Denis, S. Bretteil, *DSP enabled radio astronomy in highly corruptive environment*, DSPenabledRadio, Eurasip colloquium, Edimburgh, sept.2003
3. C. Rosolen, A. Lecacheux, E. Gerard, V. Clerc, L. Denis, *High dynamic range, Interferences Tolerant, Digital Receivers for Radioastronomy: Results and Projects at Paris and Nançay Observatory*, in The Universe at Low Radio Frequencies, *Proceedings of IAU Symposium 199*, (held 30 Nov - 4 Dec 1999, Pune, India), Edited by A. Pramesh Rao, G. Swarup, and Gopal-Krishna, (2002),p 506.
4. Lecacheux, A., Rosolen, C., Clerc, V., Kleewein, P., Rucker, H. O., Boudjada, M. and Van Driel, W., *Digital Techniques for Ground Based Low Frequency Radio Astronomy*, 1998, *Proc.SPIE*, **3357**, 533
5. P. A. Fridman, W. A. Baan *RFI mitigation methods in radio astronomy*, Astronomy and astrophysic 378, pp. 327-344, 2001
6. P. Ravier, R. Weber, *Détecteur robuste de signaux cyclostationnaires : application à la suppression d'interférences en radioastronomie*, 18ème Colloque GRETSI, Toulouse, tome 2, pp. 403- 406,Septembre 2001
7. P. Zarka and al. , *Ground-based high sensitivity radio astronomy at decameter wavelengths*, "Planetary Radio Emissions IV" (Graz, 9/1996), H.O. Rucker et al. Eds., Austrian Ac\*ad. Sci. press, Vienna, p. 101-127, 1997.
8. H de Lassus, A. Lecacheux, *Automatic recognition of Low Frequency Radio Planetary Signals*, in *Proceedings of "4th International Workshop on Radio Emissions from Planetary Magnetospheres"*, Graz, Sept. 1996.
9. P. Picard, D. Aubry, E. Gerard, I. Thomas, *A short pulse blanker for wide band radio spectroscopy*, In Proc. XXVII th General Assembly of the International Union of Radio Science, Maastricht, Hollande, August 2002.