

Compte-rendu

Auteur : J. E Campagne
PAON/General/16-04-2012

Présents :

- Irfu/SPP : Ch. Magneville
- LAL : R. Ansari, J. E Campagne, D. Charlet, M. Moniez, Cl. Pailler, M. Taurigna, F. Wicek
- Meudon : J.M Martin, F. Rigaud
- Nançay : C. Dumez-Viou, S. Garnier, J. Pezzani, S. Torchinsky

Diffusion : partenaires projets

Objet : Réunion générale des partenaires (dite de « lancement »)

1 Introduction

Suite aux décisions positives de la part des Conseils Scientifiques du LAL et de l'Observatoire de Paris, le programme d'installation de paraboles sur le site de Nançay est officiellement lancé. Il a été accepté que ce programme portera désormais l'acronyme PAON pour Paraboles À l'Observatoire de Nançay, avec en additif le nombre de paraboles : ex. PAON-2, PAON-4, etc.

Cette réunion, la première qui rassemble l'ensemble des partenaires du projet mentionnés dans les différents documents soumis aux CS, est donc la réunion dite de « lancement » communément nommée « kick-off ».

L'ordre du jour est reporté sur la Figure 1 et l'ensemble des présentations sont téléchargeables sur le lien <http://indico2.lal.in2p3.fr/indico/conferenceDisplay.py?confId=1801>.

Paraboles à l'Observatoire de Nançay: lancement		
Monday 16 April 2012 from 08:00 to 18:00 (Europe/Paris) at LAL (Salle Bleue)		
Monday 16 April 2012		
10:00 - 10:35	Introduction & Organisation 35'	Speakers: Jean-Eric Campagne (LAL-IN2P3-CNRS and Univ. Paris 11) , Jean-Michel Martin (Obs. de Paris/Meudon GEPI)
10:35 - 10:55	Contexte scientifique 20'	Speakers: Reza ANSARI (LAL-Univ.ParisSud , IN2P3-CNRS) , Christophe Magneville (IRFU, CEA (Saclay)) , Jean-Michel MARTIN (Obs. Paris/Meudon GEPI)
10:55 - 11:15	Phases du projet 20'	Speaker: Jean-Eric Campagne (LAL-IN2P3-CNRS and Univ. Paris 11)
11:15 - 11:35	Mécanique (2-paraboles) 20'	Speaker: François Rigaud (Obs. Paris Meudon GEPI)
11:35 - 11:55	Electronique/DAQ (2-paraboles) 20'	Speaker: Daniel Charlet (LAL)
11:55 - 12:25	Considération sur le site 30'	Speaker: Jean-Michel Martin (Obs. Paris/Meudon GEPI)
14:00 - 14:20	Phase 4/6 paraboles: Introduction 20'	Speaker: Jean-Eric Campagne (LAL-IN2P3-CNRS and Univ. Paris 11)
14:20 - 15:20	Discussion 1h00'	

Figure 1 Ordre du jour <http://indico2.lal.in2p3.fr/indico/conferenceDisplay.py?confId=1801>

2 Organisation (J.E Campagne)

2.1 Organigramme

L'organisation du programme PAON va s'appuyer sur l'organigramme suivant :

1. **Un groupe d'Animation Scientifique** co-dirigé par R. Ansari, Ch. Magneville et J.M Martin
2. **Deux co-PI :**
 - a. J.E Campagne dont la tâche principale est de superviser les affaires de mécanique et d'électronique/contrôle-cmd ;
 - b. J.M Martin supervise plus spécialement les relations du projet vis-à-vis de la station de Nançay et des autres expériences sur le site.
3. Les deux co-PI s'appuient sur **deux ingénieurs-projets :**
 - a. D. Charlet coordonne les développements sur l'électronique analogique, digitale, contrôle-commande et softwares associés (signal et commande) ;
 - b. F. Rigaud coordonne les développements sur la mécanique et l'implantation sur le site de Nançay.

La communication officielle vis-à vis de l'extérieur passe par l'intermédiaire les deux co-PI.

Des compétences ont déjà été dégagées au regard des actions déjà menées depuis 2007 date des débuts de la collaboration BAORadio, et désormais elles sont appelées des WP (pour Work Package) à savoir :

- Electronique Analogique : Ph. Abbon ;
- Electronique Digitale : Th. Caceres, D. Charlet, C. Dumez-Viou, Ch. Flouzat et une personne du LAL qui rejoindra le projet ultérieurement ;
- Software DAQ Signal : Cl. Paillet, M. Taurigna, et B. Mansoux dont les tâches administratives ne lui permettront pas de dégager beaucoup de temps pour le projet ;
- Contrôle-Commande et réseaux divers : P. Cornebise, F. Wicek ;
- Logistique & liaison avec la station : S. Garnier, S. Torchinsky
- Calcul et Compatibilité et Electromagnétiques : J. Pezzani.

Il est bien entendu que primo des personnes peuvent participer à plusieurs WP, secundo les WP peuvent évoluer en nombre et en qualification ainsi que des personnes non encore partenaires peuvent rejoindre le projet.

2.2 Documents

PAON va donc impliquer essentiellement 3 sites géographiquement distants. La possibilité de réunir fréquemment l'ensemble des partenaires n'est *a priori* pas simple à mettre en place, ne serait-ce pour faire coïncider les agendas des uns et des autres. C'est pourquoi, il a été présenté et accepté la possibilité d'éditer des documents de trois types :

1. Les **Notes** qui sont de type « note de service » à savoir par exemple « un transfert de matériel », « une passation de dossier » ;
2. Les **Comptes-rendus** de réunion qui présentent succinctement de quoi il a été discuté, avec qui, et quelles sont les actions prises. Il est à noter que le présent CR est plus étoffé que pourrait l'être une réunion discutant d'un point technique spécialisé.
3. Les **MEMOs** qui sont plus à visée de rédaction d'un point spécifique entre « experts », et les correspondances officielles demandant une documentation.

Chaque document devra comporter :

- une référence du type: PAON/<tag>/JJ.MM.YY, le tag étant choisi pour éclairer la teneur du document ;
- auteur(s) et selon le cas une liste de présents ;
- une liste de destinataires avec par défaut la mention « partenaires projets ». On peut déjà imaginer des cas de figure d'ajout de destinataires inhabituels dès lors qu'il faudra demander des autorisations lors de l'implantation sur Nançay, et dans le cadre de transfert de matériel entre les différents sites des partenaires.

Sans être trop caricatural ce qui est demandé dans ces documents ne relève pas des rapports de revues de projets spatiaux. Le but principal est l'échange d'information entre les partenaires, une « mémoire » du projet qui servira pour les présentations et rapports aux autorités de tutelles, et des « ébauches de rédaction » en vue de papiers scientifiques et/ou techniques. Jusqu'à preuve du contraire la langue utilisée sera le Français. Pour des documents à destination des collaborateurs étrangers il est clair que l'Anglais s'imposera.

2.3 Archivage

La diffusion des documents cités dans la section précédente ainsi que d'autres (ex. rapports aux CS...) qu'il convient de garder, se fera à travers un « repository » ouvert en lecture à l'ensemble des partenaires et en écriture à la demande. Deux facilités sont à l'étude (SVN, Wiki) et les partenaires seront informés dès la mise en service.

Les présentations de réunions gérées par Indico seront gardées sur à l'adresse du groupe BAO du LAL : <http://indico2.lal.in2p3.fr/indico/categoryDisplay.py?categId=109>. Pour les autres présentations (de réunions ou non) seront archivées par le système décrit dans le paragraphe précédent.

3 Contexte Scientifique (R. Ansari)

Le programme PAON s'inscrit dans le cadre du travail de Recherches et Développements pour aboutir à une mesure des oscillations BAO-HI et leur cartographie 3D. Si le programme BAORadio a été initié par Jeff Peterson (USA) avec une mise en fonction sur site de 2 grands cylindres instrumentés, le projet (nommé désormais « TIANLAI ») prend d'une part une situation géographique située en Chine, et d'autre part voit une implication grandissante des acteurs chinois coordonnés par Xuelei Chen.

Xuelei Chen a obtenu un financement conséquent (~1M\$) pour construire un instrument en Chine (site non arrêté à ce moment) à base de cylindres. Les collaborateurs chinois ont selon toute vraisemblance la possibilité de mener à bien ce projet, mais semblent également ouverts (ou contraints) à coopérer. A la suite d'un certain nombre de réunions et d'échanges entre les partenaires de TAINLAI (USA, France, Australie, Chine), l'option « paraboles » n'est pas exclue mais la démonstration doit en être faite de l'adéquation avec les objectifs scientifiques. L'édition d'un TDR sous la responsabilité de J. Peterson a été décidée à la dernière réunion-téléconférence du 4/04/2012.

Il est à mettre au crédit des équipes françaises d'avoir poussé cette voie alternative mais il semble que peu d'aide nous soit donnée pour un « démonstrateur » d'interféromètre à base de paraboles de type « transit » dans l'état actuel des choses.

Une rapide mise en perspective de PAON vis-à-vis de FAN, HI-Cluster et plus généralement de SKA a été donnée. En particulier, l'idée d'instrumenter le RT à des fins de cartographie

BAO est toujours d'actualité bien que les défis d'un projet à plusieurs centaines de récepteurs sont ambitieux.

Donc, PAON s'inscrit au niveau d'une « Etape 0 » vers l'objectif TIANLAI. L' « Etape 1 » envisage l'équipement de 32 à 48 feeds (ex. 16 paraboles) qui permettrait la mise en évidence de corrélations entre des mesures optiques et la détection HI. Cette étape pourrait être envisageable à Nançay ou au GBT. L' « Etape 2 » qui présente une complexité déjà significative avec 256 feeds d'équipés (ex. réseau de 11x11 paraboles) permettrait une première mesure BAO HI pour des z compris entre 0.7 et 1. L' « Etape 3 » avec 1000 feeds environ aboutirait à la cartographie HI pour des z compris entre 0.5 et 2, mais cette étape relève actuellement de défis majeurs.

4 Phases de PAON (J.E Campagne)

PAON va se décliner au moins en deux grandes étapes chronologiquement distinctes :

1. PAON-2 : phase à deux paraboles dite de « qualification » qui enclenchera en cas de succès, à savoir les mesures de T_{sys} et du lobe, une phase
2. PAON-4 comportant 3 ou 4 paraboles de diamètre compris entre 4 et 5 m, ou bien PAON-6 comportant 6 paraboles de 3m de diamètre.

La réunion a d'ailleurs été organisée autour de ces 2 phases, et il est unanimement reconnu que PAON-2 est très importante. Il est envisagé pour PAON-4 (ou plus) une campagne de mesures sur plusieurs mois au cours de l'année 2013. Donc PAON-2 a pour objectif de donner un feu vert avant la fin de l'année 2012 et le plus tôt sera le mieux bien entendu.

PAON-2 utilisera sauf changement de spécifications (nb : le matériel listé ci-après est déjà acquis et ne rentre pas dans le financement débloqués par les 2 Conseils Scientifiques) :

1. 2 paraboles de $\varnothing 3\text{m}$ de la société RF HAMDesign (<http://www.rfhamdesign.com/index.html>);
2. 2 montures de la même société, 1-axe pour l'« élévation », résolution en pointé de l'ordre de 1° , à commande type « raquette » manipulable *in situ* ;
3. 2 exemplaires d'un feed dessiné par J. Pezzani & F. Rigaud, usinés en partie par les Ateliers « Mousset » sous la supervision technique de M. Vimont de Nançay, et actuellement sur le point d'être assemblés à Meudon ;
4. 2 jeux de 4 barres en fibre pour faire la liaison parabole-feed ;
5. Des attaches feed-barres et barres-parabole, un pied, et un système de montage (re)dessinés par F. Rigaud (voir Sec. 5) ;
6. Une électronique et software DAQ existants sauf pour les LNA qui sont en cours de fabrication (voir Sec. 6).

Pour l'étape PAON-4 voir la Section 8.

5 PAON-2 Mécanique (F. Rigaud)

Un jeu complet des points 1, 2 & 4 ci-dessus a été transféré du LAL à Meudon le 12/04/2012, et en retour le matériel pour monter un pied a été livré au LAL. Une revue des points 1, 3,4 & 5 mentionnés à la section précédente a été détaillée.

Un outil CAO de visualisation a été présenté. Moyennant installation du logiciel gratuit eDrawing¹ (<http://www.edrawingsviewer.fr/>) ce dernier 1) permet simplement de faire des présentations plus illustrative que des figures figées, et 2) peut réellement servir à juger un détail de conception (même si en pratique cela relève plus de spécialistes).

Coté « feed », l'usinage est terminé et les dernières pièces ont été réceptionnées juste après la réunion par M. Vimont de Nançay. Ces pièces vont être acheminées à Meudon pour assemblage (plutôt collage) final. **Ensuite, à Nançay il est proposé par J. Pezzani une mesure d'adaptation et de couplage entre voies (cf. 2 polarisations orthogonales sont prévues) et pour estimation de leur diagramme de rayonnement.**

Pour ce qui concerne le « pied » et plus largement la « base » d'une parabole, une conception simple, démontable a été refaite et une réalisation à l'aide d'éléments essentiellement de récupération été effectuée à Meudon. Une discussion s'est engagée à propos des fixations au sol compte tenu non seulement de la façon dont seront opérées les prises de données nécessitant de laisser en place les paraboles durant plusieurs jours, mais aussi de la résistance en cas de mauvais temps sachant qu'il n'y aurait pas de hangar à proximité. Compte tenu de ces éléments et de manque d'information (ex. temps de démontage/remontage...) **il est décidé de procéder à un montage à blanc de l'ensemble d'une parabole à Meudon et de procéder à l'évaluation des moyens de fixation, des opérations de démontage, remontage et (re)pointage (mise en station).**

L'accrochage du feed moyennant des barres de fibre et des liaisons feed-barres et barres-parabole a été détaillée, ainsi qu'un système de pré-positionnement du feed. Le réglage de la position de ce dernier a été discuté, il fait partie des paramètres de la mise en service d'une parabole (« commissioning »). **La conception actuelle réalisée d'ici peu à Meudon sera mise à l'épreuve sur « le montage à blanc » mentionné au paragraphe précédent.**

6 PAON-2 Electronique (D. Charlet)

6.1 Chaîne de traitement du signal

S'il est entendu que la quasi-totalité des éléments de la chaîne d'acquisition permettant le traitement du signal pour les canaux de PAON-2 (voire PAON-4, 6) existent il n'en reste pas moins qu'il y a des points à éclaircir et à finaliser déjà pour PAON-2.

Dans le même esprit du test électrique du feed mentionné à la Section 5, l'ensemble feed-LNA (en cours de réalisation à l'Irfu/SPP) devra être testé pour vérifier la stabilité de l'ampli sur l'impédance du feed et mesurer la transmission et la température de bruit de l'ensemble. **Ce point devra être clarifié une fois les LNA fabriqués.**

Le point qui fait discussion et qui va mobiliser notre attention concerne ce que l'on peut baptiser la « mise en boîte » (packaging) de l'électronique. La partie LNA est déjà intégrée à la conception du feed donc on n'y revient pas pour le moment. La partie « Ampli » doit être à proximité de chaque antenne, une solution « boîte » *ad hoc* de conception « maison » pourrait être envisagée. Enfin la partie « digitale » (carte ADC, mélangeur, LO, DISCLOCK) représentant environ 1m³ de matériel, avec la contrainte d'une intervention humaine ponctuelle mais à fréquence indéfinie pour reconfiguration, pose des problèmes *a priori* de CEM. Plusieurs solutions ont été avancées dont celle de F. Rigaud qui propose l'étude de

¹ Installation possible sous Windows & Mac

boîtes "totalement" étanches, et "totalement" ventilées en interne si cela chauffe. Mais cette option n'est pas arrêtée pour le moment et demande plus ample investigation car la discussion a évoqué de « grandes boîtes » plus ou moins étanches (cf. intempéries), plus ou moins ventilées (cf. humidité), voire d'un hébergement dans le container EMBRACE... **Pour fixer les paramètres pertinents comme la description du matériel, l'encombrement hors tout, la puissance dissipée, les entrées-sorties, les intervalles des points de fonctionnement (cf. plage de température), les cas d'utilisation..., il est décidé que J. Pezzani coordonne un groupe spécifique de travail avec comme appuis D. Charlet qui se charge de collecter tous les paramètres nécessaires. Le cahier des charges ainsi obtenu servira par exemple soit pour une conception de « boîtes » par F. Rigaud, soit pour une discussion vis-à-vis des expériences sur la station de Nançay, et possiblement à un protocole de tests de mesure CEM.**

6.2 Chaîne Software Signal « on-line »

Le traitement on-line du calcul des visibilité, moyennes etc se fait sur des PCs « musclés ». La question en suspend concerne la mise à disposition pour PAON des 3 serveurs BAO-LAL actuellement en usage sur FAN tout en sachant que l'on a budgété 5000€ de matériel informatique pour PAON. **Ce point sera à éclaircir avec C. Dumez-Viou.**

6.3 Contrôle-Commande

Comme mentionné à la Section 4, PAON-2 utilisera les moteurs 1-axe d'élévation à commande simple de type « raquette » à savoir à l'aide de boutons poussoir. **Il est demandé à F. Wicek en charge de ce matériel acheté chez RF HAMDesign de préciser l'amplitude du mouvement en élévation (cf. x degrés par rapport à la verticale).** Ce point a été soulevé lors de la discussion sur la procédure de mise en service de la parabole et plus précisément de la position du feed nécessitant le serrage/desserrage de vis au niveau de la fixation feed-barres (Sec. 5).

Concernant la qualité de réception et traitement de la chaîne « Signal », il est décidé que tout appareil procédant de la manipulation à distance des moteurs devra être conditionné soit dans un local, soit dans une « boîte » à part. Ceci que cela soit pour PAON-2 ou bien pour les évolutions futures (non définies à ce jour) de la partie contrôle-commande.

6.4 Réseaux

Un point a été fait sur les réseaux connectant l'électronique de proximité (Analogique & Digitale) aux ordinateurs de traitement. Essentiellement cela concerne une ligne « puissance » dont la valeur est à préciser, et un toron de fibres optiques. Cet aspect est fortement relié à l'emplacement que prendront les paraboles (voir Sec. 7) car il pourrait se faire que l'infrastructure existante suffise. **D. Charlet et J. M Martin feront le point ensemble des besoins et s'il y a lieu de faire intervenir P. Cornebise et F. Wicek.**

7 Considérations sur le site (J.M Martin)

Il est rappelé qu'en urgence pour les Conseil Scientifiques, une implantation « artistique » à coté du radome d'EMBRACE a été présentée. Ceci ne présume en rien l'emplacement définitif.

Pour aller plus loin que la simple vue artistique, il est clair que **des points doivent être clarifiés et notifiés par écrit** (coordination par J.M Martin) avant de faire des demandes à Nançay et à ses utilisateurs. On peut citer par exemple :

- Nombres et distances entre les paraboles (cf. dimension du terrain hors tout);
- Zone du Ciel pointée (cf. interaction avec les arbres environnant) ;
- Compatibilité Electromagnétique avec les autres utilisateurs de la station (voir Sec. 6.1) comme par exemple EMBRACE, RadioHéliographe...
- Utilisation d'infrastructures locales :
 - réseaux (puissance/Ethernet fibre optique, cf. Sec. 6.4) ;
 - local à PCs pour le traitement en ligne (cf. Sec. 6.2) ;
 - métrologie de type « géomètre »
 - pour repérer le site au sein de la station à l'aide de mires IGN, ceci pouvant être utile s'il est envisager de faire interférer le réseau de paraboles avec le NRT,
 - et pour l'alignement des paraboles par rapport à l'axe N-S au moment du « commissionning ».
- Etc.

8 Suite à PAON-2 : PAON-4/6

La session de l'après-midi a été consacrée essentiellement à un « brainstorming » sur l'évolution au-delà de PAON-2 qui pour mémoire utilisera 2 paraboles de 3m de diamètre.

8.1 Introduction (J.E Campagne)

Il est présenté que l'utilisation de plusieurs (4 voire 6) antennes de 3m de diamètre équipées par des montures bi-axes (élévation et azimut) est une évolution possible sans risque économique et en des délais maîtrisés. Malheureusement, l'entreprise RF HAMDesign ayant eu pour projet de fabriquer un kit de paraboles de 4.5m de diamètre début 2011, y a renoncé faute de demande du marché alors que leur version 3m se vend très bien.

Aller au-delà de 3m demande donc de trouver soit un fournisseur (sans doute hors-UE) soit de les fabriquer soi-même. La première option a été décrite en prenant pour exemple des paraboles de 4.9m de diamètre (16 feet) de la société COMSTAR². Le poids passant de quelques 30kg à 300kg par parabole pose un sérieux problème pas forcément insurmontable mais sans doute hors budget. Idem pour la monture dont l'adéquation avec la parabole serait à revoir. S'il faut changer de fournisseur également pour la monture alors cela entraîne mécaniquement des délais de recherche de fournisseur, de qualification, et d'intégration au niveau du contrôle commande. Il est rappelé que ces grandes antennes commerciales sont réalisées pour la réception satellite en région faiblement illuminée.

8.2 Discussion

La discussion proprement dite a pris plusieurs pistes de réflexion. Il se dégage des axes d'étude à mener en parallèle aux développements de PAON-2, en particulier :

- Une étude des scénarii de mesures physiques avec les 2 paraboles de 3m, des paraboles de plus grande taille avec une monture 1-axe. La question qui se pose est en quelque sorte : a-t'on besoin d'aller au-delà de 3m de diamètre pour faire la démonstration d'un interféromètre type « transit », qui dans le cas de succès

² Société mentionnée par J. Peterson dont dit il a demandé une offre commerciale pour 100 paraboles de type ZR-16HD (Heavy Duty) dont le réseau maillé est plus dense que pour la simple ZR-16. Le cout unitaire est de 4200USD même pour une livraison à Pékin (Beijing).

permettrait de faire changer d'axe de développement le projet TIANLAI (cf. Sec. 3) ? Sachant que l' « Etape 1 » engagerait des financements au-delà de ceux de PAON-4/6. R. Ansari serait le coordinateur de cette étude cruciale.

- Une étude qualifiée « d'ébauche » de solutions de confection de base et pieds (ou fixation au sol au sens large) accommodant des paraboles de 5m de diamètre (commerciale ou non) intégrant les contraintes de bruit de sol (cf. distance minimale entre le point le bord le plus bas de la parabole et le sol), les contraintes de poids, la résistance au vent, etc. Cette étude sera menée par F. Rigaud.
- Une étude « ébauche », toujours par F. Rigaud, pourrait également être envisagée concernant la réalisation « à la maison » de paraboles de taille supérieure à 3m dont l'élément réflecteur est soit à base de grillage soit à base de tôles formées. Cette étude inclurait des spécifications propres à PAON (cf. qualité de surface du réflecteur) qui ne font pas forcément partie des paramètres de base de paraboles commerciales de réception satellite.