



## Projet PAON, produit et gestion.

Le projet BAO radio permettra d'effectuer la mesure des Oscillations Acoustiques Baryoniques. Grâce l'instrument BAO radio, ces oscillations à l'origine de variations de la distribution de masse à très grande échelle dans l'univers, seront mesurées en radioastronomie. Le projet PAON consiste en un interféromètre composé quatre antennes motorisées paraboliques de 5 mètres de diamètre et en l'analyse du signal reçu. Il s'agit d'un prototype destiné à évaluer et à mettre au point le projet d'instrument BAO-Radio.

Le projet d'interféromètre PAON est réalisé en collaboration avec  
l'IRFU, CEA  
le LAL, IN2P3  
l'Observatoire de Paris-Meudon-Nançay,  
l'USN  
le LESIA  
et le GEPI.

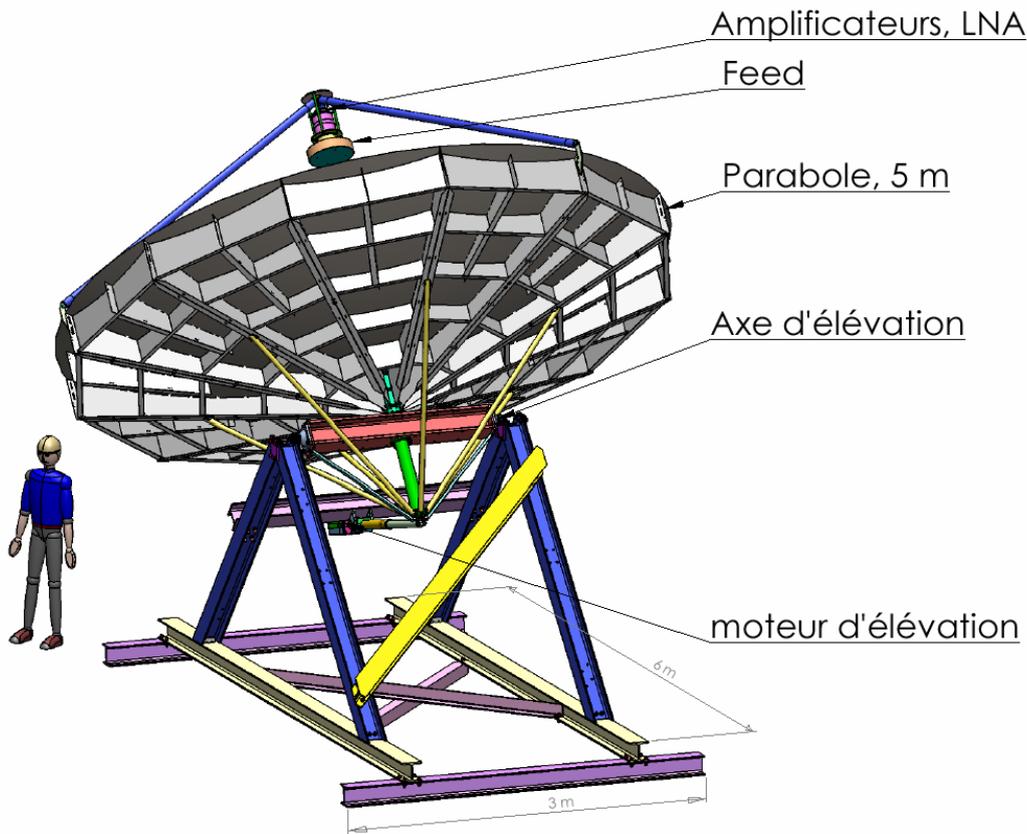
PAON signifie « PARaboles à l'Observatoire de Nançay ».

*Le projet PAON-4.*



Rendu virtuel de l'instrument PAON-4,  
situé à l'Est de Embrace à Nançay.

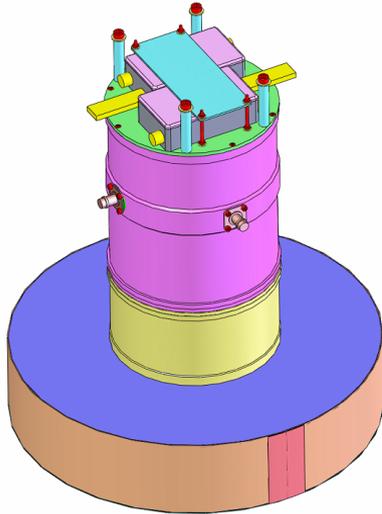
Le projet de prototype PAON-4 est destiné à évaluer la faisabilité et les moyens à mettre en œuvre pour la cartographie des BAO. Il est constitué de quatre antennes à pointage motorisées en élévation de 5 m.



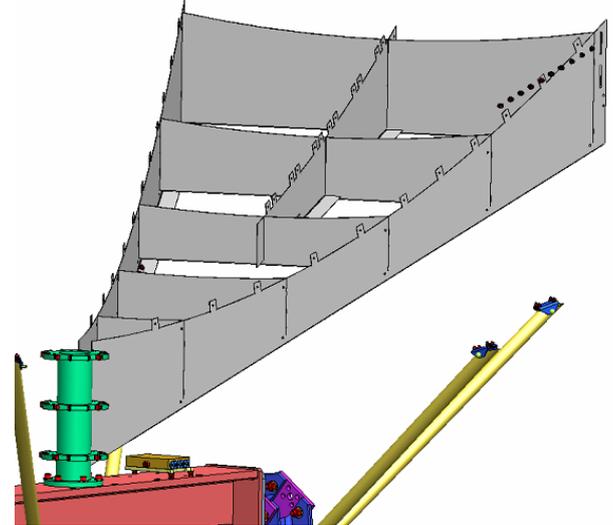
*Principales caractéristiques d'une antenne PAON-4 :*

Lambda /50 @ 21 cm	Elévation motorisée.	Durée de vie :
Réflecteur 5 m	Azimut fixe, obs. en transit	10 ans
F/D : 0,4	15°N à 38°S	

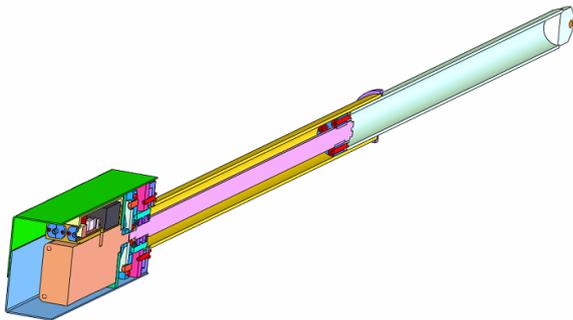
*Les études mécaniques sont achevées :*



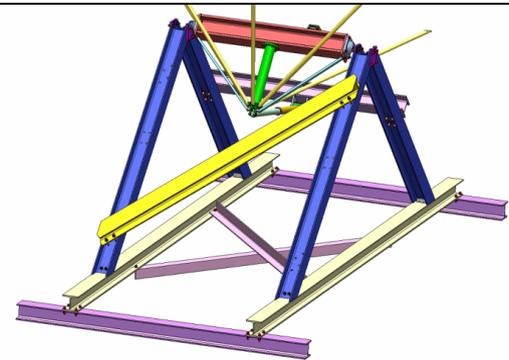
Ensemble du récepteur



Secteur 1/12° de parabole



Vérin électrique



Structure

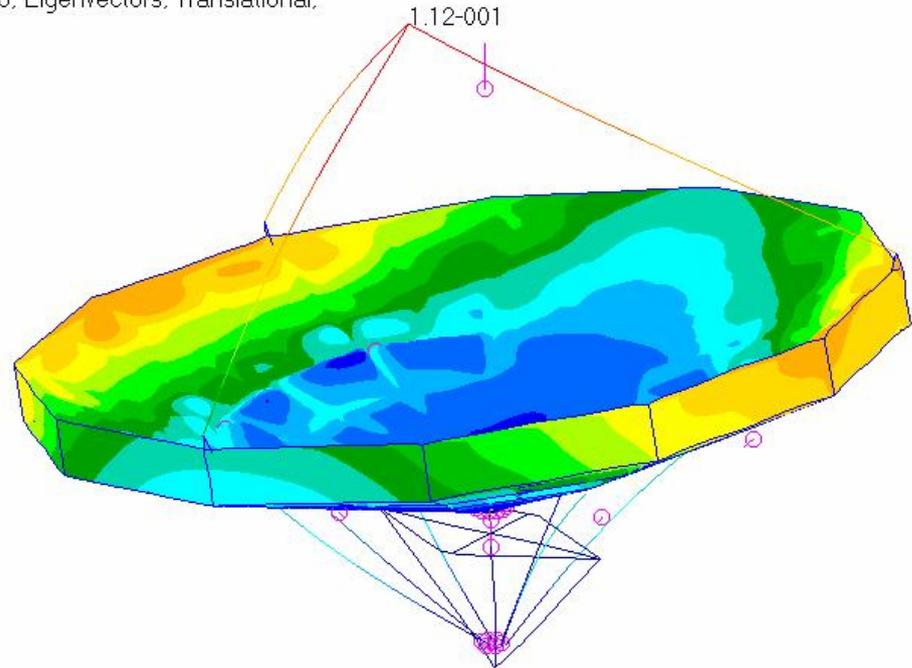
Masse d'une antenne : 2 tonnes.

## Résistance aux sollicitations dynamiques :

Patran 2012 30-Nov-12 17:08:23

Fringe: SC1:DEFAULT, A3:Mode 3 : Freq. = 20.336, Eigenvectors, Translational, Magnitude, (NON-LAYERED)

Deform: SC1:DEFAULT, A3:Mode 3 : Freq. = 20.336, Eigenvectors, Translational.



Calcul par éléments finis,  
1ère fréquence propre sollicitée : 20 Hz.

*Fabrication en cours:*



## Objectif :

Mouvement :	Vitesse maximale du vent en observation :	Couple max. obs. (gradient de vent) :
Vit. et durée max. : 10 min	30 Km/h	375 N.m
Précision : 0,3°		

## Interface hardware et de dialogue :

Hardware : Lan IPv4, 100BASE-TX	Protocole : http	Un serveur www / antenne	Format : html pour l'interface interactive	Format : Texte pour log et commande
---------------------------------------	---------------------	-----------------------------	---	---

## Contrôle commande distribué, un serveur WWW sur chaque antenne.

### PAON-4, états et commandes :

<a href="#">Etat de la parabole</a>	<a href="#">Commande de la parabole</a>	<a href="#">Mise a l'heure</a>	<a href="#">CSV. Titre</a>	<a href="#">CSV. Data</a>	<a href="#">Reboot</a> <a href="#">Dump</a> <a href="#">Dir</a>	Upload File: <input type="text"/> Parcourir... <input type="button" value="Envoyer"/>
-------------------------------------	---	--------------------------------	----------------------------	---------------------------	---	---



Date :Sun Jan 1 00:00:00 1900 TimeStamp-1

Capteurs :

temp. moteur (celsius)	temp. chl (celsius)	Azimet (Y, deg.)	Inclinaison (X, deg.)	Moteur	Sens moteur
24.288	26.153	0.005	0.068	moteur off	moteur sens -



Commande de la parabole.

Go to

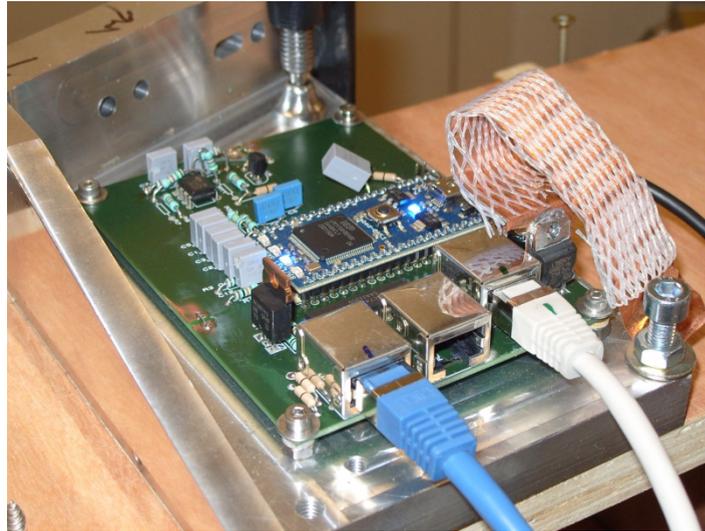
Aller :

Capture d'écran Firefox connecté sur le serveur d'une parabole. **This is not a simulation.**

## *Moteur et capteurs :*

Moteur :  
triphasé asynchrone secteur  
90 W

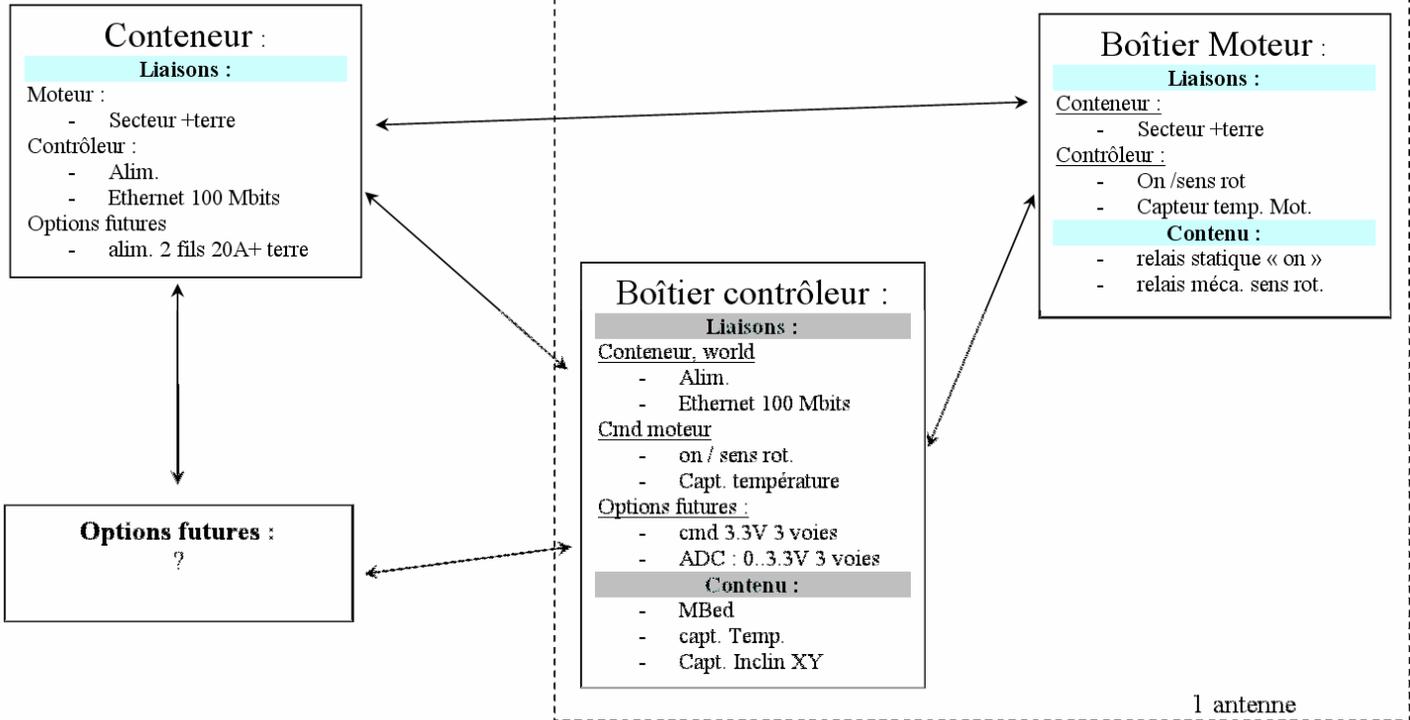
Capteur de position :  
inclinomètre analogique  
(mesure absolue)



« The brain », Arm7 cortex M3 (C++), accéléromètre 2 axes, en tests

Performances obtenues sur maquette de test :

- Capteur **0,02** ° par sur-échantillonnage. BP : 3 Hertz.
- Précision d'inclinaison : **0,05**° soit 1/6 de la spécification.



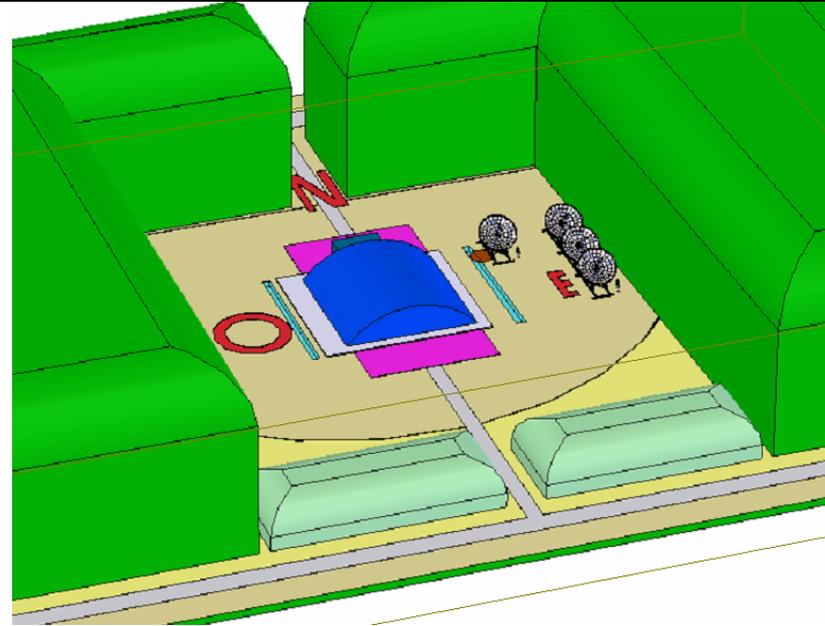
Longueur des liaisons vers le conteneur: 50 m

Mesure du bruit avec Jacques Pezzani fin février.

*Intégration sur site :*  
Intégration prévue à Nançay en septembre 2013.

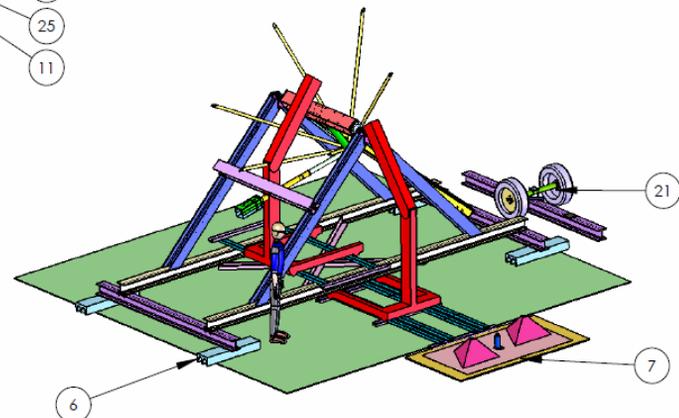
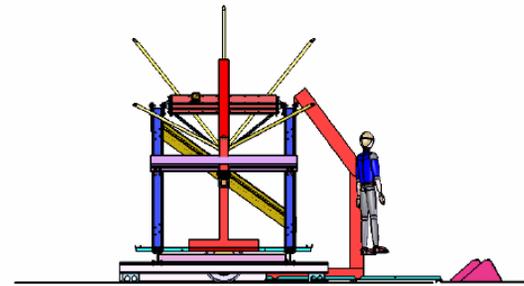
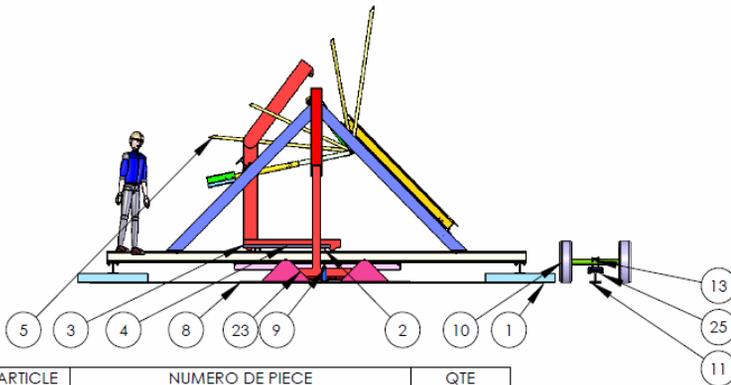


Implantation située à l'Est du radome Embrace à l'USN



**Installation dans la clairière du radome Embrace,  
Les arbres et bosquets sont représentés en vert.**

Les positions d'implantation des paraboles sont toujours inconnues!



6

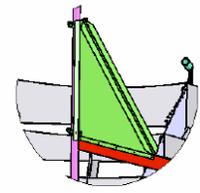
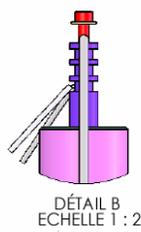
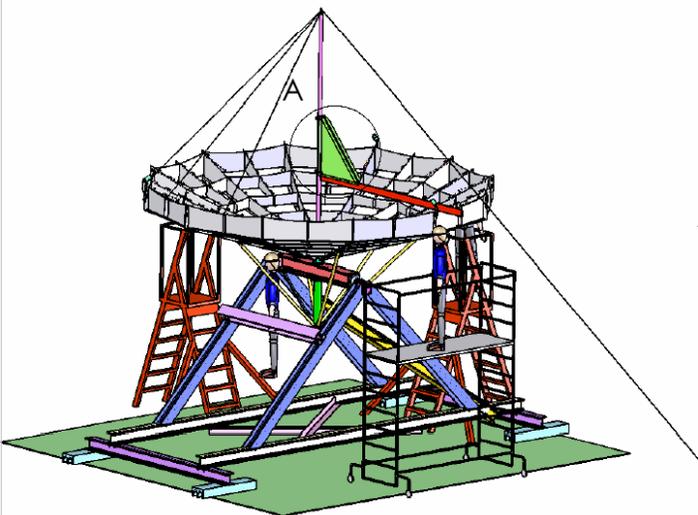
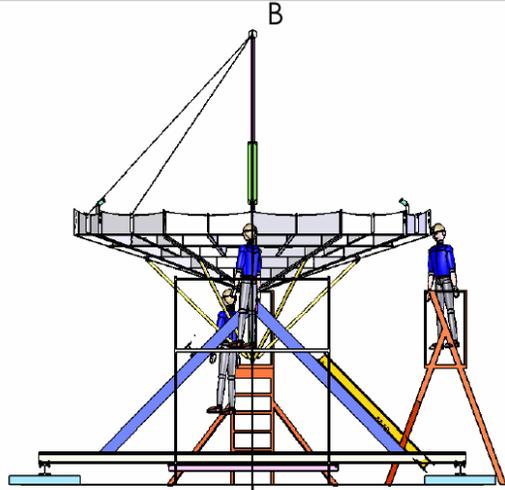
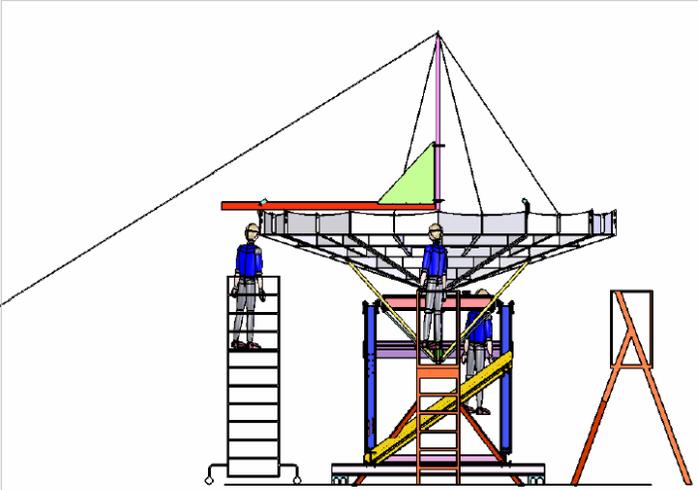
lundi 4 février 2013 15:07:29, création

A

Date	Nom	Modification	Vers.	
			A	
Rugosité : Ra 6.3		Traitement :	Tolérance générale: J613-j613	
Masse : Kg		Protection :	Arêtes cassées: 0.25 à 45°	
Qté :	4	Matière :	François Rigaud François.Rigaud@obspm.fr 01.45.07.76.44	
Désignation :		22-12-01_ens_manutention_montage_poutre	unité en mm 	
		PAON	GEPI, LAL CEA	22-RDME-12-01
<small>Imprimé le jeudi 7 février 2013 16:13:08 SolidWorks 2011</small>				

Moyens de manutention pour l'installation de la structure. **Le repère 6, c'est du béton.**

L'ingénieur **Hygiène et Sécurité** de l'observatoire de Paris a été consulté



lundi 4 février 2013 14:53:42, création

Qté : 4 ensembles	Matière :	<b>François Rigaud</b> ✉ <a href="mailto:Francois.Rigaud@obspm.fr">Francois.Rigaud@obspm.fr</a> ☎ 01.45.07.76.44	Unité en mm 
Désignation :		22-12-02_ens_manutenion_montage_parabole	A3H Ech. 1:50
		PAON	GEPI, LAL, CEA
		22-RDME-12-02	

Imprimé le mercredi 20 février 2013 16:26:59 SolidWorks 2011

Moyens nécessaires pour l'installation du réflecteur et du Feed.  
L'ingénieur **Hygiène et Sécurité** de l'observatoire de Paris a été consulté

# Situation et progression du projet: Volume restant en FTE.

Etudes et calculs

Réalisation intégration  
déploiement

Gestion, communication et réunion	
1	
Définition du besoin	
0	
Parabole et récepteur, études	
0	
Mécanique	
0	3
Contrôle / commande :	
0	0,2
Electronique	
0	0,1
Approvisionnement	
	0,2
Gestion de sous-traitance, appel d'offre	
	1
Gestion et communication	
0	1
Intégration	
0	2
Total	
1 mois	8 mois

## Budget utilisé au 01-11-2012

	PAON- 4	PAON-2		crtl/cmd	fab st	composants	matière	divers
Sermeca	0	1440	pièces		1440			
Pouchard tubes	97,5	97,5	matière				195	
Otelo	0	340,76	accessoires			340,76		
Fisher scientific	0	172,64	matière				172,64	
Leboutte	459,83	459,83	accessoires			919,66 €		
Radiospares	0	151,9	électronique			151,9		
Castorama	68,48		accessoires			68,48		
Loxam	0	125	location					125
Abix 23-11-2012	272,12		électronique	272,12				
Beta layout PCB 27-11-2012	296,88		électronique	296,88				
emile maurin 06-10-2012	806,27		accessoires			806,27		
Farnell 06-10-2012	588,69		électronique	588,69				
Farnell 12-12-2012	93,9		électronique	93,9				
Farnel 23-11-2012	847,73		électronique	847,73				
Hpc 06-10-2012	283,56		accessoires			283,56		
oriental motor 06-10-2012	1032		électronique	1032				
otelo 06-10-2012	442		accessoires			442		
otelo 26-11-2012	497,26		accessoires			497,26		
promomeca 06-10-2012	98,85		accessoires			98,85		
Skiffi 06-10-2012	479,821		accessoires			479,821		
tridistribution 06-10-2012	492,02		accessoires			492,02		
tubecarbon 06-10-2012	1568		matière				1568	
almet tube 31-10-2012	441,68		matière				441,68	
alcobra 20-11-2012	351		Matière				351	
almet 08-11-2012	194,2		Matière				194,2	
bafa 08-11-2012	41,16		Matière				41,16	
bafa 14-11-2012	41,16		Matière				41,16	
fim inox 08-11-2012	518,06		Matière				518,06	
pouchard 08-11-2012	384,87		Matière				384,87	

pouchard 13-12-2012	188,07		Matière				188,07	
Thyssen 08-11-2012	330		Matière				330	
				crtl/cmd	fab st	composants	Matière	Divers
<b>Total PAON 4 au 12-02-2013</b>	<b>10915</b>	<b>Total PAON-2 2788</b>		<b>3131,32</b>	<b>1440</b>	<b>4580,58</b>	<b>4425,84</b>	<b>125</b>

### *Budget PAON-4:*

	Prix	Livraison	Commentaires	Entreprise retenue
Report			PAON-4	10 915
Structure				
Arcelor Mital	11800	Incluse	poutres décapées, apprêt peinture	11800
Tolerie				
still laser	10325			10325
Traitement anti-corrosion				
Kanigen	1728	Inclus		1728
Grillage				
<a href="mailto:mpg.clerly@orange.fr">mpg.clerly@orange.fr</a>	1257			1257
location manutention				
chariot télescopique	197	Inclus		197
divers, estimation sans devis				
logistique, missions		Estimation		1500
la matière et la visserie mag. du GEPI:		Estimation		1000
Outillage		Estimation		1000
boulonnerie caisse etc		Estimation		500
Location géomètre, pige		Estimation		1000
			Total restant 01-11-2012	41 222

**Soit un total PAON-2 et PAON-4 de 44 010 Euros ht**

Ce qui n'était pas prévu au budget PAON-4 : PAON-2 soit 2788 Euros

Ressource LAL : 27 K.Euros + Observatoire de Paris-Meudon-Nançay : 15,6 K.Euros soit 42,6 K.Euros

# Mannpower de l'observatoire de Paris liée aux antennes :

Etudes et calculs	Réalisation intégration déploiement
Gestion, communication et réunion	
2	
Définition du besoin	
1	
Parabole et récepteur, études	
2	
Mécanique	
4	5
Contrôle / commande :	
1	1
Electronique	
1	1
Approvisionnement	
	2
Gestion de sous-traitance, appel d'offre	
	1
Gestion et communication	
	2
Intégration	
1	2
Total	
12 mois	14 mois

L'organigramme Observatoire de Paris-Meudon-Nançay de PAON-4 :

Jacques Pezzani, USN Définition radio des antennes	Jean-Jacques Bousquet, GEPI Monteur
Pierre Colom, LESIA Définition du besoin scientifique	Jean-Michel Martin, GEPI CO-PI
Thierry Melse, GEPI Responsable de l'atelier	Pascale Hammès, GEPI Gestionnaire comptable et commande
Samuel Garnier, USN Responsable des moyens de terrain	Jean-Laurent Dournaux, GEPI Calculs de résistance
Sébastien Blanc, GEPI Monteur	François Rigaud, GEPI Etude méca., élec., soft., Système, déploiement manag.

**Extraits :** Il est important de nous équiper d'un tel interféromètre à Nançay car :

- il faut **démontrer le bon fonctionnement d'antennes** conçues à Meudon et à Nançay, avec l'électronique radio et d'acquisition développé à Orsay et à Saclay. De plus, **il faut réaliser une conception d'antennes économiques et de bonne qualité tant au niveau mécanique qu'au niveau radio-électrique** : les antennes de télécommunication disponibles à un coût raisonnable ne semblent pas adaptées à ces projets (par ex. en ce qui concerne les précisions de pointage des moteurs du commerce, et pour la qualité de surface/rigidité des antennes devant supporter nos cornets focaux).
- **l'interféromètre installé à Nançay devra fonctionner 2-3 ans** après validation technique, pour un programme de détection de l'émission à 21cm dans des galaxies proches (projet test de corrélation de données radio et optiques). **Il aura ensuite d'autres fonctions, pour l'enseignement de l'interférométrie** aux étudiants de l'université, dans le cadre des TP que nous proposons déjà en radioastronomie, et pour des tests interférométriques avec le NRT (Nançay Radio Telescope) de 300m, et le suivi à long terme de quelques radio-sources fortes avec les récepteurs modernes que nous développons.
- **la participation scientifique et technique de l'Observatoire de Paris est très importante** : cela permet aux équipes de l'Observatoire (GEPI, USN, LESIA) de proposer une participation tant scientifique (radioastronomie) que technique, et de démontrer les capacités de réalisation technique.

**Le but est de construire 4 antennes de 5m diamètre**, incluant les montures à 1 seul mouvement, les cornets récepteurs au foyer et leurs supports. Les supports en béton+poutrelles seront installés sous la responsabilité de l'USN et de F.Rigaud.

- la conception orientée vers une simplification de toutes les étapes de fabrication et montage.
- La conception doit tenir compte d'impératifs de résistance aux éléments (vent). Des calculs de structure seront nécessaires.
- Un objectif secondaire sera de rester en dessous d'un coût unitaire ~10 k€par antenne (mécanique, cornet, support). A budget constant en 2012, **si l'objectif est de réaliser 4 antennes, cette quantité sera modulée en fonction des possibilités humaines et financières**. Il est nécessaire d'avoir au minimum 2 antennes pour réaliser de l'interférométrie. Si en 2013 le nombre d'antennes réalisées est insuffisant, de nouveaux budgets seront demandés.

*Contexte quelques PI du LAL insistent depuis des mois pour l'utilisation de parabole HAM-Design*

**From : Frank Postmus, [www.rfhamdesign.com](http://www.rfhamdesign.com)**

Dear François, Thank you for your information and request

First of all the info from Jean-Eric is fine, but the product: 4M5 DISH KIT is not ready complete, this also means the info which is available are estimations values !

We can sent you some answers regarding your request now from the info we do have, but they can change and change until the product 4M5 Dish Kit is a complete consumer product regarding your request, answer between your questions

- focal length : The 4M5 Dish which will be available has a F/D of 0.45 Focal length will be: 2025 mm

- **efficiency at L band** (1 to 1.5 GHz) : Eff **should be** close to 0.65

- dish surface accuracy : This depends on how end user works, this mesh will be placed, just as the 3 meter dish by the end user  
The ribs are curved within  $\pm 2$ mm

- dish material (dimension of the wire mesh) Mesh: 6.2mm sq and wire 0.3mm

- survival wind, at zenith and at 45° tilt angle : **We must calculate** but would almost the same as in park place

- survival mass of ice or snow at zenithal angle : **Not known**, and also very difficult to calculate, **we expect 2\* the weight of the dish** would be no problem Dish weight should be around 75 - 85 Kg

- life expectancy (no salt corrosion, location near Bourges, in the center of France)

All is made high quality of aluminum, nuts and bolts are made of rustfree material

- mechanical interface between feed supporting feet and dish Has yet to be designed, but we expect the same as at the 3 meter dish, a 4-leg dish feed support

- mechanical interface between dish and mount is under development

In addition can you provide a drawing of the 4.5m dish, large scale? We do not have a drawing of the dish available yet

- **Source météo France : Pluviométrie à Bourges en Janvier : 56 mm.**

**80 Kg \*2 = 160 Kg Surface = 15,9 m<sup>2</sup> 1000 Kg/m<sup>3</sup> -> Épaisseur max. de glace : 10 mm**

**Donc si il gèle pendant 5 jours, c'est mort et PAON-4 sera au point vers décembre**