



7^{ème}
Rencontre Spatial Radioamateur



 **Electrolab**

HACKERSPACE @NANTERRE

EME 23cm

Association Dimension Parabole
Radio Club F4KLO – AL REF 75





Association Dimension Parabole Radio Club F4KLO



F4KLO

04-03-2024 Mon 08:42:33



Diamètre 10m
f/D 0,43
Gain théorique 40 dB
Source septum
Polarisation circulaire
Rx / Tx 1296 MHz
Lobe principal 1,5°
Rx 1420,4 raie H

Opérations à distance

L'EME : Les fondamentaux

L'EME consiste 'simplement' à utiliser la Lune comme réflecteur passif.

- Le signal va traverser l'atmosphère, parcourir 400000Km aller, être réfléchi sur la surface lunaire, et revenir !
- Dans notre cas, nous avons privilégié la bande 23cm qui est la plus proche de la bande H1 (21cm).
- L'atténuation de parcours sur 23cm est d'environ 271dB, donc nous comptons beaucoup sur les propriétés de l'antenne pour réussir ce challenge.

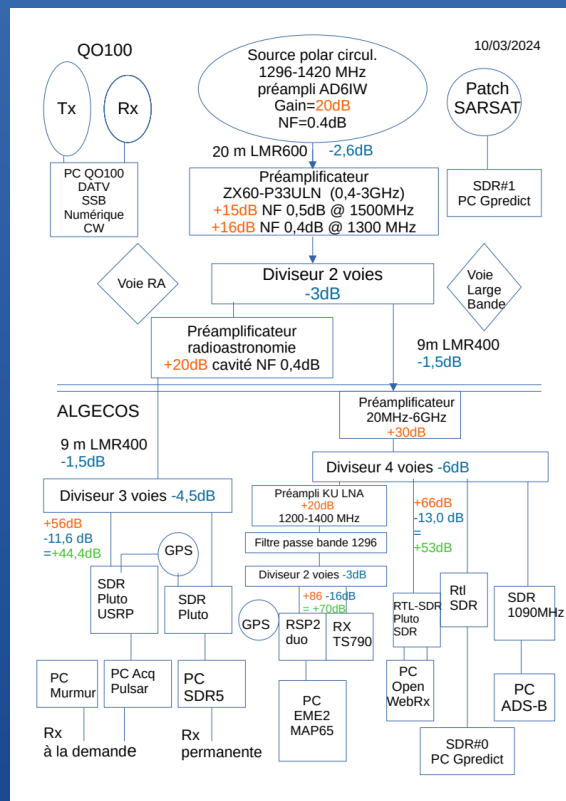
Une antenne hors-norme

- Avec ses 10m de diamètre, le radiotélescope de La Villette n'a rien à envier aux plus grandes antennes utilisées par les radio-amateurs dans la bande 23cm (A part DWINGELOO !).
- Une des particularité du radiotélescope est sa monture équatoriale qui n'est pas utilisée dans le milieu amateur.
- En EME, et dans la bande 23cm, la polarisation utilisée est circulaire, donc nous avons remplacé la source d'origine par une source 'septum' (ce qui a été réalisé en octobre 2023).

La chaîne de réception

- La chaîne de réception est complètement intégrée à l'ensemble de réception du radiotélescope.
- Des filtres spécifiques, et un préamplificateur spécial sont réservés à l'EME.
- La réception EME comporte 2 voies :
 - Une voie large bande (90KHz).
 - Une voie bande étroite (2,7KHz).
- En émission une ligne coaxiale spéciale relie la sortie de l'amplificateur linéaire à la source septum.

Schéma de réception



Quelques détails

- Le préamplificateur AD6IW est situé directement sur la source septum car tout dB perdu à ce niveau ne pourra pas être récupéré.
- Le second préamplificateur (ZX-60) est situé dans l'armoire de réception.
- Après un nouveau préamplificateur, nous arrivons à un séparateur 4 voies dont une des voies est spécifique à l'EME.
- Cette voie contient un nouveau préamplificateur (KU-LNA) qui va alimenter les deux voies (bandes large et étroite).
- La voie large bande va vers un SDR RSP2DUO qui servira à alimenter le logiciel MAP-65 via le programme RSPduoEME de G4EEV.
- La voie bande étroite est constituée par un TS-790 suivi d'un interface MicroKeyer et enfin du logiciel WSJT-X

Détails autour de la large bande

- Le logiciel RSPduoEME a été écrit par G4EEV dans le but d'utiliser la polarisation adaptative, mais dans notre cas, nous utilisons une polarisation circulaire.
- L'utilisation d'un RSP2duo n'est pas nécessaire dans notre cas, mais le logiciel de G4EEV ne sait pas utiliser un simple RSP2.
- Nous pourrions écrire un logiciel similaire à RSP2duoEME pour n'utiliser qu'un RSP2 avec une seule polarisation, mais cela n'a pas encore été réalisé.
- Les logiciels RSP2duoEME et MAP-65 ont été configurés pour n'utiliser qu'une seule polarisation, ce qui est tout à fait possible.

Utilité de la large bande

- Sur la bande 23cm, le mode Q65-60C est utilisé très fréquemment.
- Une émission Q65-60C n'occupe pas plus de 400Hz de largeur de bande.
- Dans ces conditions, la bande 23cm devient réellement gigantesque, et il est impossible de retrouver un correspondant.
- Une pratique fréquente consiste à utiliser un autre canal pour convenir d'une fréquence à utiliser.
- Ce canal est souvent le chat HB9Q. Mais on est à la limite de la triche !

La solution MAP-65

- Comme les émissions se font essentiellement entre 1296,000MHz et 1296,100MHz, K1JT a eu l'idée de créer un logiciel capable de décoder n'importe quel signal dans une bande de 96KHz de large.
- Pour cela, il faut un sdr capable d'échantillonner suffisamment rapidement (96000 ech/s) les signaux reçus.
- Différentes solutions sont possibles, mais la première à été l'utilisation de LINRAD, de récepteurs IQ+ (sur 2m et 70cm).
- Récemment G4EEV a écrit un programme gérant un RSP2duo pour alimenter MAP-65. C'est la solution que nous avons retenu.

Utilité de MAP-65

- Map-65 est capable de décoder n'importe quel signal JT-65 ou Q-65 dans cette bande de 90KHz de large.
- Il n'est donc plus nécessaire de s'échanger la fréquence avant tout QSO.
- MAP-65 est un véritable récepteur panoramique ayant une largeur de bande limitée, mais largement suffisante.
- Il est étrange que peu d'OMs utilisent ce logiciel à ce jour.
- Le logiciel QMAP vient de sortir, il remplacera certainement MAP-65 dans un avenir proche.

Les servitudes

- Pour réaliser un QSO via la Lune nous avons besoin d'autres programmes :
 - Choisir le bon moment pour contacter une station, nous utilisons Moon-Sked de GM4JJJ.
 - Positionner l'antenne dans la bonne direction, l'équipe de F4KLO a écrit un programme spécifique : planet.
 - Compenser l'effet doppler de la Lune, nous utilisons MAP.py que l'équipe a écrit.
- Mais voyons en détail chaque brique de ce puzzle logiciel.

La prévision avec Moonsked

- Une condition essentielle à la réussite d'un QSO EME est que les 2 stations doivent voir la Lune en même temps.
- Pour 2 stations européennes c'est assez fréquent, mais si vous voulez contacter l'Australie ou la Nouvelle Zélande, la fenêtre de temps est beaucoup plus courte...
- David (GM4JJJ) a écrit ce logiciel que je trouve incontournable.
- Aujourd'hui David est SK, mais il a rendu public son logiciel en donnant accès à son générateur de clé, merci à lui.

Positionner l'antenne vers la Lune

- Se diriger vers la Lune n'est pas aussi simple qu'il paraît car une monture équatoriale est prévue pour compenser la rotation de la terre.
- Malheureusement, la Lune fait un tour de la terre en 27 jours.
- Ce fait que la lune semble se déplacer sur la voûte celeste, on dit qu'elle a un mouvement propre.
- Si on ne compense pas ce mouvement propre, la Lune sort du lobe de l'antenne au bout de 30 à 45mn.
- Notre logiciel 'planet' met à jour la position de la Lune toutes les 15mn pour éviter ce problème.

Le couteau suisse : MAP.py

- Map.py reçoit les informations de doppler d'un pipeline écrit par MAP-65.
- Ce pipeline contient les informations de fréquence utilisée (MégaHertz, mais aussi kiloHertz), et également les information de Doppler (aussi bien doppler propre, que celui du correspondant).
- Toutes ces informations sont traitées pour générer les commandes de fréquences à envoyer à TS-790 via son CAT.
- Comme le TS-790 a un pas de 10Hz, la nouvelle fréquence n'est envoyée que si elle diffère de la précédente de 10Hz.

MAP.py (la suite)

- MAP.py assure aussi la mise sous tension du P.A. (si besoin) ainsi que sa mise hors tension en fin de programme.
- Comme le pipeline de MAP-65 contient aussi les informations de position de la Lune (Azimut et Elévation) nous pourrions envoyer les commandes de position à la place de planet.
- Vu que pour cela, il faut faire un changement de repère (coordonnées altazimutales vers coordonnées équatoriales) ceci n'a pas été encore fait, mais c'est prévu dans un avenir proche de manière à simplifier l'utilisation de la parabole.

L'EME à F4KLO

- Avant le remplacement de la source, nous ne pouvions faire que de l'écoute, il était impossible de passer en émission.
- Après le remplacement de la source par une source septum, puis l'installation des câbles, il ne nous est resté que 5 jours pour assembler une station complète avant l'ARRL EME qui s'est déroulé les 25 et 26 Novembre 2023.
- Merci à F1CJN de nous avoir prêté son P.A. de 400W sur 23cm.
- Le challenge a été réussi, et nous avons mis en service la station EME le 24 Novembre !

Les premiers QSO EME

- La station a été assemblée rapidement, et nous n'avions pas toutes les commandes disponibles à distance.
- Par exemple, il était impossible de changer la fréquence du transceiver TS-790.
- Les premiers QSO ont été réalisés à distance, et de nombreux correspondants nous ont appelés pour contacter un nouvel indicatif.
- Dès le départ, les reports ont été très forts et le plus fort de tous a été HB9Q a qui nous avons passé un report de +8 (voit plus loin).

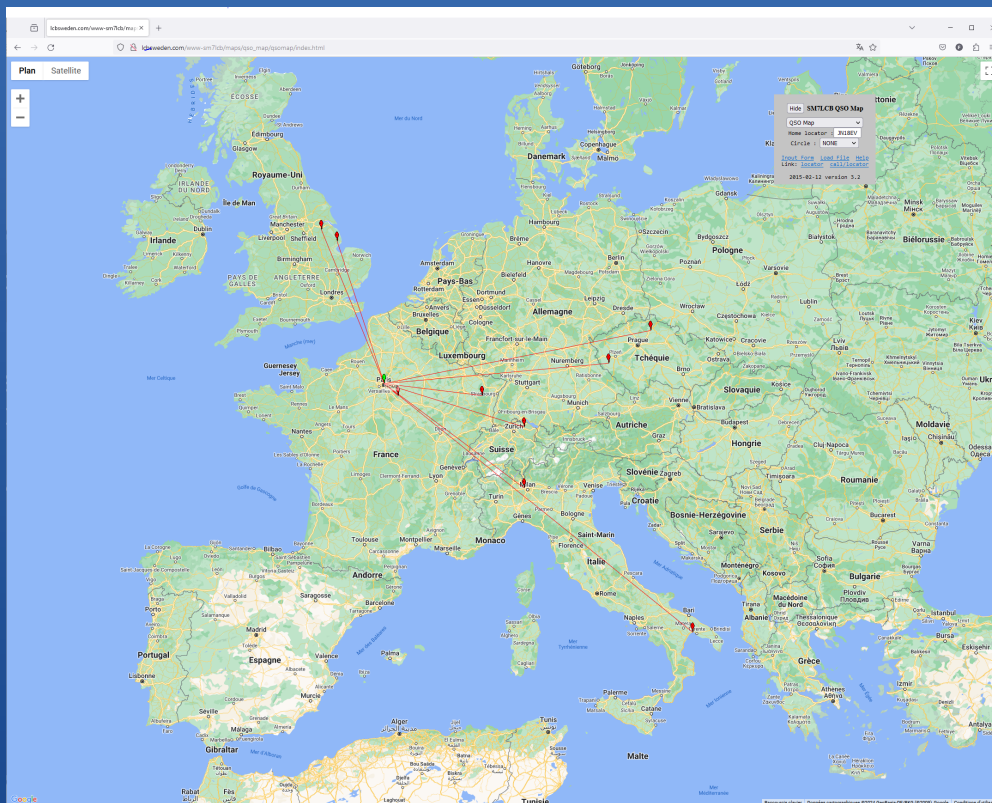
Les reports en EME

- Avec les modes numériques, le report est calculé automatiquement par le logiciel de K1JT à partir du nombre de bits en erreur.
- 0dB signifie autant de bruit que de signal (ce qui est déjà un signal fort !), et -10dB que le signal est 10 fois plus faible que le bruit. Le tout dans une bande passante de 2500Hz
- Les modes JT-65 et Q65 permettent un décodage 'assuré' jusqu'à -24dB. De son côté le Q65 peut donner des décodages jusqu'à -28dB.

Résultats des premiers essais

- Au cours de la soirée du 24 Novembre, nous n'avons contacté que des stations européennes, mais les reports étaient beaucoup plus forts que ce que nous avons entendu avec l'ancienne source.
- En plus de HB9Q, la majorité des stations avaient un signal reçu entre 0 dB et -10 dB ce qui était très encourageant pour le contest qui avait lieu le lendemain.
- Page suivante : la carte des stations contactées avant le contest.

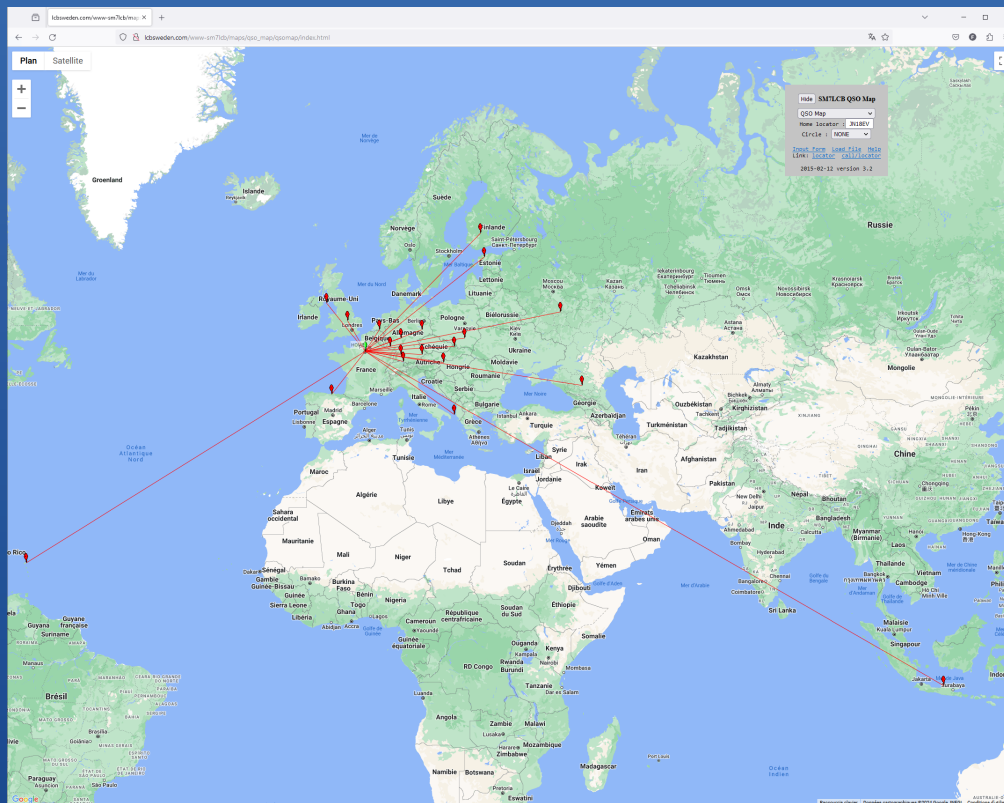
Carte des QSO du 24/11



Informations récentes

- Depuis l'ARRL-EME, nous avons réalisé des QSO, mais relativement peu car nous rencontrons des problèmes avec la liaison coaxiale utilisée en émission.
- Bref, la réception est bonne, mais nous avons des problèmes à émettre !
- Nul doute que l'équipe va tout faire pour réparer ce problème.
- Page suivante : carte des QSO réalisés depuis l'ARRL-EME.

Carte des QSO récents





Radio Club F4KLO

Parc de la Villette, Paris 19è



F4KLO

04-03-2024 Mon 08:42:33



- Blog <http://radiotelescope-lavillette.fr>
- Chaîne Twitch TV https://www.twitch.tv/dimension_parabole
- site « temps réel » <http://f4klo.ampr.org/>
- Liste de contact liste@radiotelescope-lavillette.fr

