

CR Mesures durant Eclipse de lune du 21 Février 2008

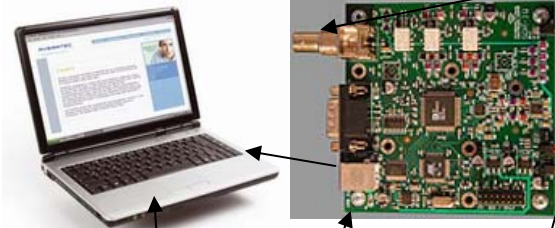
V0 du 24/02/2008 – V1 du 15 Août 2008

- La station de mesure F6KSX
- Calibration sur soleil
- Les mesures (CR partiel en attendant le traitement des données brutes)
 - Données brutes – principe de traitement
 - Variation de la température de brillance
- Bilan des mesures
- Conclusion

La station de mesure F6KSX - AAV

- Antenne parabolique diamètre 3.3m – Polarisation linéaire verticale
- Bande de fréquence : X (10368 MHz = bande radioamateur)
- Température de bruit système : 125 K (référencé sur ciel froid)
- Transposition en FI 28 MHz pour acquisition et traitement

Traitement et acquisition large-bande



FI : Fréquence intermédiaire plus facile à véhiculer et à traiter



Poursuite angulaire automatique



Calibration sur le soleil (1/3)

- La référence est faite sur le ciel froid. Le niveau relevé est d'environ -62.0dB. Le niveau est stable sur la durée de la mesure (env 35 mn).
- Après référence, l'antenne est pointée sur le soleil. La densité de bruit en sortie de la chaîne de réception a fortement augmentée pour atteindre -47.8dB. L'antenne est ensuite dépointée et stoppée sur la future position du soleil (Transit). Puis la mesure est renouvelée deux fois.
- L'excès de bruit solaire est donc d'env 14.2 dB. Une simulation faite avec l'outil EME System prévoit un excès de bruit d'env. 14.2 dB (Y Factor) pour un flux solaire de 280 sfu (ou $280 \cdot 10^{-22} \text{w/m}^2/\text{Hz}$ - données observatoire Learmonth pour le 20/02/08).

EME System - EME Calculator - homev6.dat

File About

F1EHN

Tx Power Output 50 W Rx to Feed Loss 0.2 dB Default values Print

Tx to Feed Loss 0.5 dB Rx Noise Figure 1 dB

Antenna Gain 47 dBi Rx Bandwidth 250 Hz Frequency 10368 MHz

Simulated antenna

Antenna temperature 40 K Antenna aperture .7 Deg

Radiosources

Noise source
Input Solar Flux (sfu)

Cold sky (cs)
Cold sky (leo area)

Calculation
 K
 dBm/Hz

Results

Sky temp. (cs) 5 K

System Noise (cs) 132.2 K

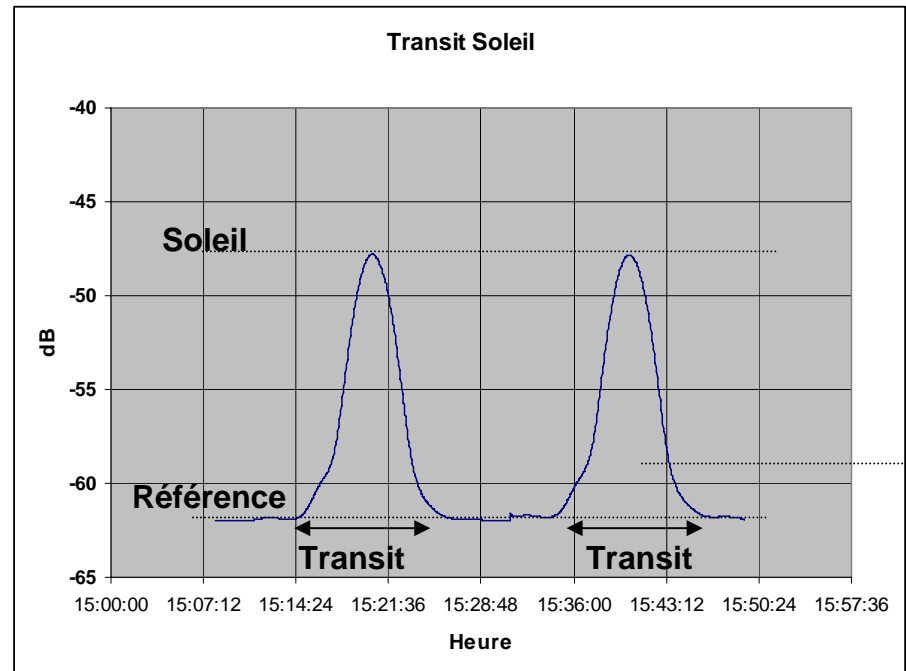
Tot. radiated flux 280 Sfu

Tot. Radio Noise 3514.8 K

Y Factor 14.24 dB

G / Tsys 25.7 dB

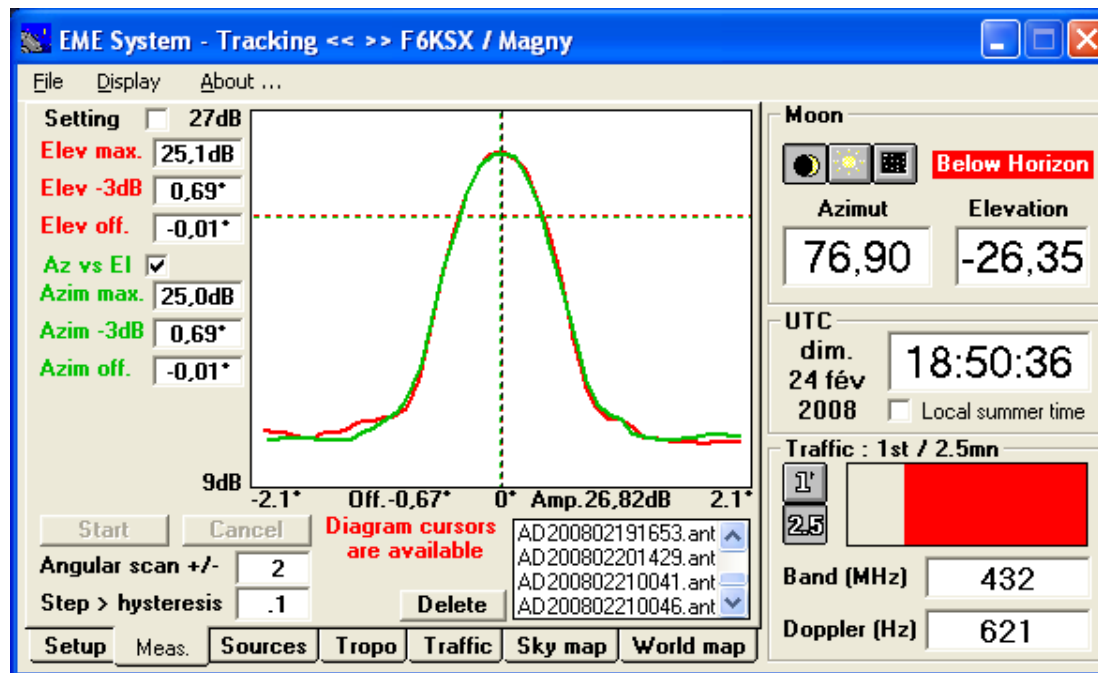
Help EME Budget Noise Measurement



Eclipse de lune du 21 Février 2008

Calibration sur le soleil (2/3)

- A l'aide d'EME System, un balayage est effectué autour de la position du soleil. La mesure débute par l'axe d'élévation (axe azimut en poursuite) puis inversement.
- Cette mesure permet de relever l'angle d'ouverture de l'antenne et de corriger son pointage si nécessaire.
- On constate que l'erreur de pointage est quasiment nulle (inf ou identique à la résolution angulaire de 0.022°).
- Les angles d'ouverture de $0.69^\circ/0.69^\circ$ sont conformes au gain (ou directivité) attendu de 47 dB à 10.3 GHz.
- L'antenne est donc opérationnelle pour effectuer les mesures sur la lune lors de l'éclipse.



Calibration sur le soleil (3/3)

■ Justification des résultats :

Soit T = Température, k = cste Boltzmann, $cs \Rightarrow$ ciel froid, $sun \Rightarrow$ soleil, $sys \Rightarrow$ system,
 $F=10.368\text{MHz}$, $\lambda \Rightarrow$ longueur d'onde = $c/F \Rightarrow \lambda=0.029\text{m}$, Bw = Bande passante, NF =
Noise figure.

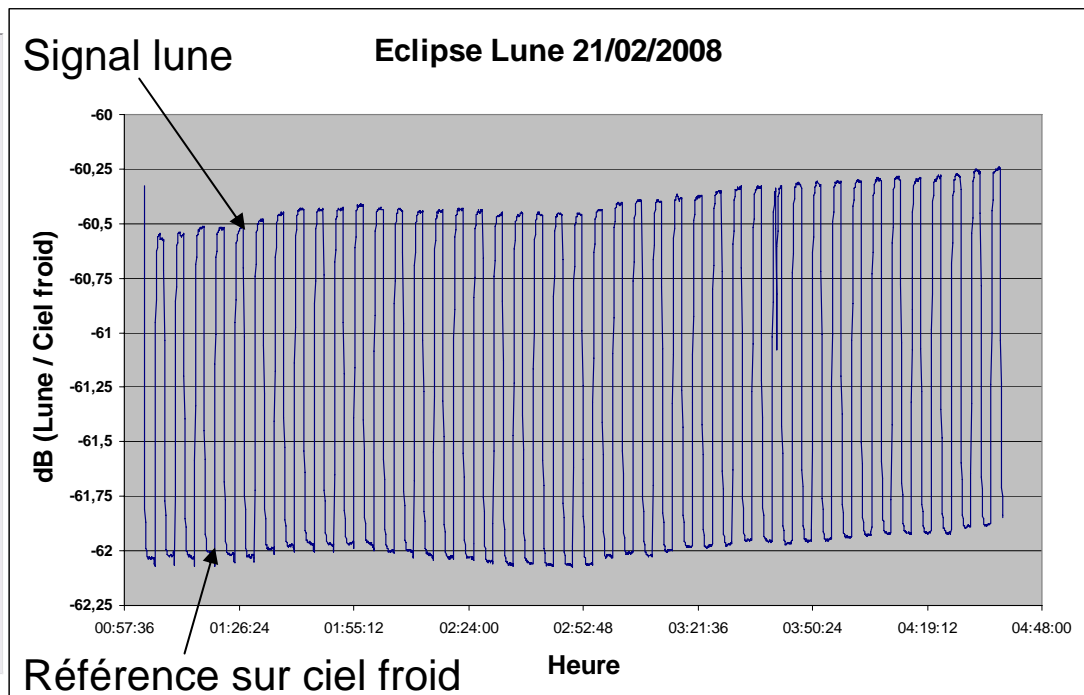
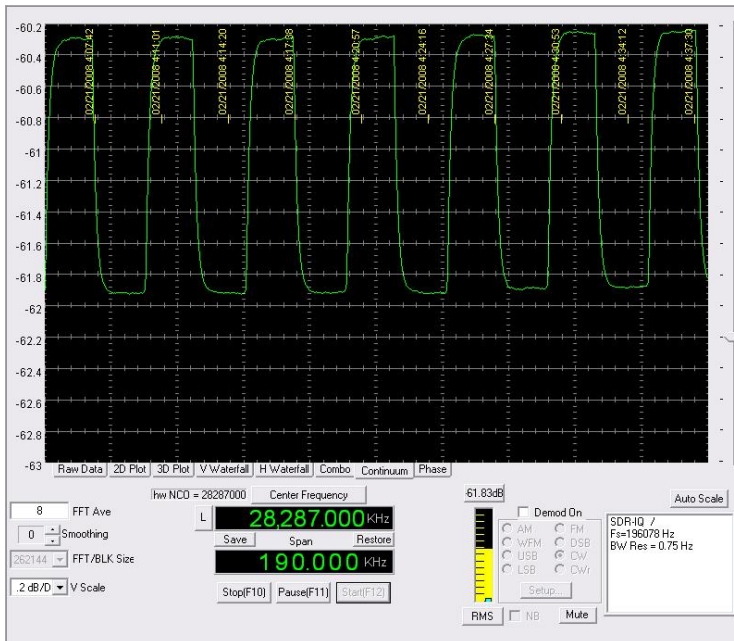
- Antenne : $D=3.3\text{m}$, $\text{Gain}=47\text{dBi} \Rightarrow G=50.000$, $A_{\text{eff}} = G \cdot \lambda^2 / 4\pi = 3.34\text{m}^2$
- Diagramme : $\text{Ouv}=0.7^\circ$ (mesure),
- $T_{\text{ant_cs}} = 40\text{K}$ ($T_{\text{ciel}} \sim 5\text{K}$, $T_{\text{lobes}}=35\text{K}$ estimés d'après mesures
(prépondérance lobes et spillover)
- $T_{\text{sys_cs}} = 130\text{K} \Rightarrow (T_{\text{ant_cs}} + (L_r - 1) \cdot 290\text{K}) + L_r T_r$ avec $L_r = 1.047$ (0.2dB)
et $T_r = 75\text{K}$ ($NF = 1\text{dB}$) (\Rightarrow Température système référencé sur ciel froid)

- Soleil : Flux = 280 sfu d'après IPS Learmonth
- $T_{\text{ant_sun}} = \text{Flux} \cdot A_{\text{eff}} / (2 \cdot k) = 3388\text{K}$ pour une polarisation

- La mesure est de la forme $(S+B)/B$ avec
 - $S = k \cdot T_{\text{ant_sun}} \cdot Bw$
 - $B = k \cdot T_{\text{sys_cs}} \cdot Bw$ } Bande de fréquence identique pour les 2 mesures
de la forme $P_{\text{bruit}} = k \cdot T \cdot Bw$
 - Excès de bruit solaire = $(T_{\text{ant_sun}} / T_{\text{sys_cs}}) + 1 = 27.4$ **soit 14.3 dB**

Mesures durant éclipse (données brutes)

- L'enregistrement des données durant l'éclipse s'est déroulé en continu de 01:02 à 04:38 UTC.
- L'antenne était pointée automatiquement (tracking EME System) alternativement en direction de la lune ou du ciel froid (proche Nord Galactique). La période étant de 5 mn, 2.5mn sur la lune, 2.5mn sur ciel froid. Le niveau relatif de signal a été enregistré dans une bande passante de 190 KHz. Un échantillon (moyenne) est enregistré toutes les 3 secondes dans un fichier CSV.
- On constate une dérive lente pour l'instant non expliquée. Il y a eu une présence humaine importante avec beaucoup de mouvement autour de l'antenne et dans le local radio où se trouve une partie de la station. Bonne ambiance mais pas forcément compatible de mesures sereines.
- Les figures ci-dessous présentent les données brutes. Il est nécessaire de supprimer les commutations entre source (env 1.5mn) et de n'exploiter que la fin fin de période stable.



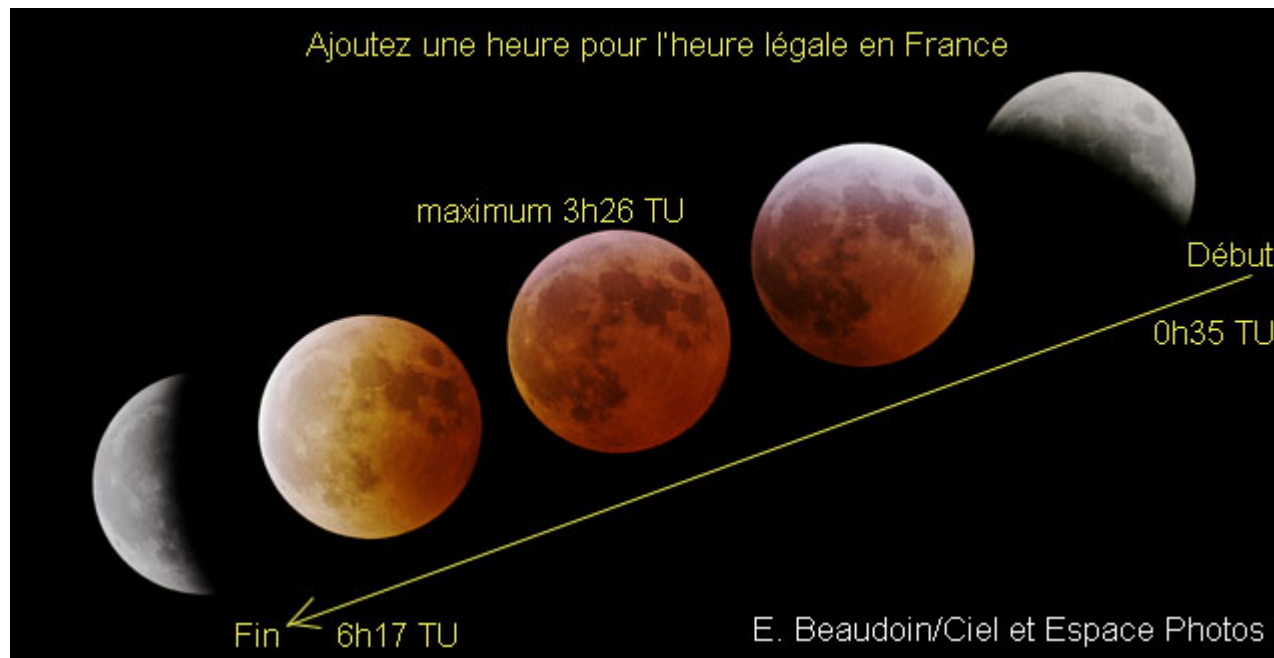
Variation de la température Système

- La température système est composée de la température d'antenne et de la température du récepteur.
- La température d'antenne comprend les composantes parasites de l'antenne (lobes secondaires, spill-over, pertes...) ainsi que la composante de signal correspondant à la température de brillance de la lune.
- Rappel : $T_{\text{system}} = 130 \text{ K}$ (référence ciel froid). Le signal maximal est de 1.5 dB au dessus de la référence. On peut donc en déduire la température d'antenne pointée sur la lune :
 - $T_{\text{ant_moon}} = 1.412 * 130\text{K} = 184\text{K}$
- On peut donc en déduire la température de brillance de la lune en prenant en compte le rapport des angles solides de la lune ($6 \cdot 10^{-5} \text{ rd}^2$) et de l'ouverture de l'antenne ($W_a = 4 * \text{PI} / G = 25 \cdot 10^{-5} \text{ rd}^2$). Le rapport d'angle solide entre l'antenne et la lune est de l'ordre de 25/6.
 - La température de brillance de la lune est donc de $(184-130) * (25/6)$ soit 225 K

Analyse des données brutes en cours

Variation de la température brillance de la lune

Analyse des données brutes en cours



Eclipse de lune du 21 Février 2008

Bilan des mesures

Analyse des données brutes en cours



Eclipse de lune du 21 Février 2008

Conclusions

- Le signal relevé sur la lune (excès de bruit lunaire) est très proche du niveau attendu.
- Bonne ambiance autour de la station malgré une météo défavorable pour l'observation visuelle.
- Les contraintes sont similaires à l'astronomie car le but est de détecter des signaux ou analyser leurs fluctuations à la limite des possibilités des équipements en présence d'un environnement difficile (radioélectrique, électronique, corps chauds (290K) par rapport au ciel froid (qq K).
- Cet essai montre qu'un progrès est nécessaire pour effectuer des mesures nécessitant une grande précision et stabilité. Cela explique en grande partie les difficultés rencontrées. De plus, d'autres perturbations pouvaient provenir de l'environnement proche, telles que :
 - Présence de nombreux corps chauds (env 300K) (grands nombres de personnes évoluant autour de l'antenne) par rapport à un ciel froid (qq K). (équivalent à des lumières parasites - fuites, réflexions parasites - en astro)
 - Présence de nombreux appareils électroniques comme « brouilleurs potentiels » : appareils photos, flashes, téléphones mobiles. (équivalent à un éclairage publique proche en astro)
 - Nombreuses « entrée / sortie » du local provoquant des variations de température du local abritant les moyens de mesures.
 - Aucune correction de pointage (Au moment de l'essai, l'écart angulaire en fonction de la position de l'antenne en élévation n'avait pas été mis en évidence – voir CR des essais de vérification angulaire de Mai 2008)
- Cet essai a permis aux participants de prendre contact avec la radioastronomie mais en a aussi montré la difficulté de sa pratique et la nécessité d'améliorer la sensibilité radio de l'équipement et de réduire sa sensibilité à l'environnement.
- Au-delà de la radioastronomie, c'est le premier essai commun et la première rencontre entre l'ARRL et l'AAV. Souhaitons qu'il y en ait beaucoup d'autres....