

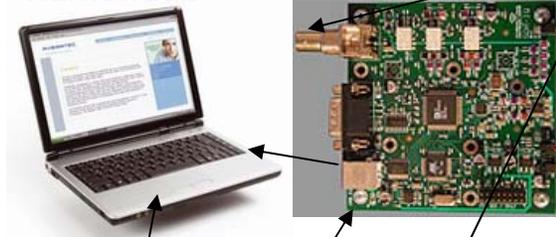
CR Mesures durant Eclipse partielle du soleil, le 1^{er} Août 2008 V0 du 23/08/2008

- La station de mesure F6KSX - AAV
- Vérification de la station
- Justification des résultats des mesures de flux solaire
- L'éclipse partielle de soleil
- Les mesures
 - Données brutes
 - Correction
 - Variation du signal reçu
- 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 numérique



FI : Fréquence intermédiaire plus facile à véhiculer et à traiter



Poursuite angulaire automatique



Eclipse partielle de soleil du 1 Août 2008

Vérification sur le soleil (1/3)

- La référence est faite sur le ciel froid. Le niveau relevé est d'environ -61.9dB. Très proche des dernières mesures effectuées en Mai (-62.0 dB).
- 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 -47.7dB.
- 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 San Vito pour le 01/08/08). Voir justification en page 3/3

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

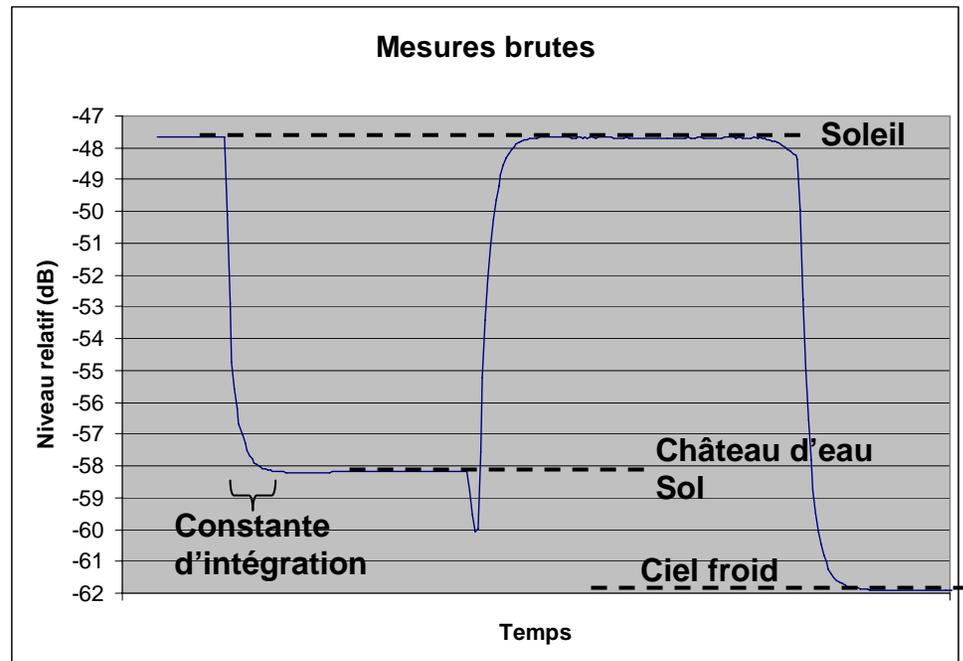
Tot. radiated flux 280 Sfu

Tot. Radio Noise 3514.8 K

Y Factor 14.24 dB

G / Tsys 25.7 dB

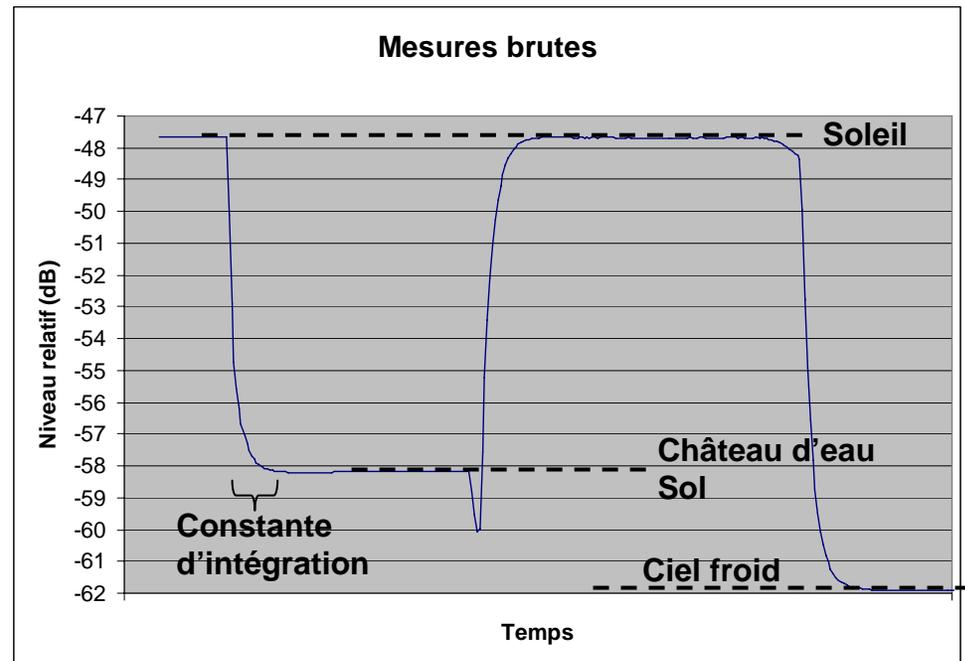
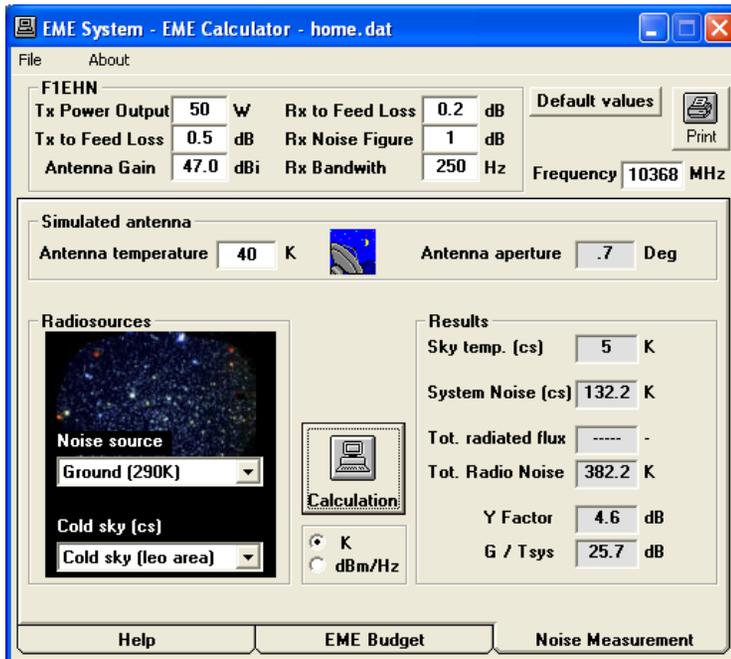
Help EME Budget Noise Measurement



Eclipse partielle de soleil du 1 Août 2008

Vérification sur le sol (2/3)

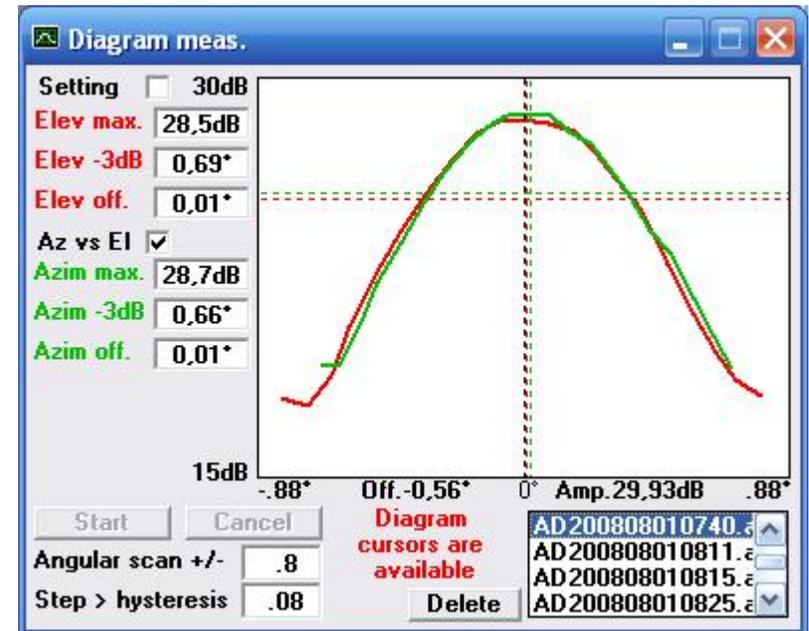
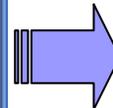
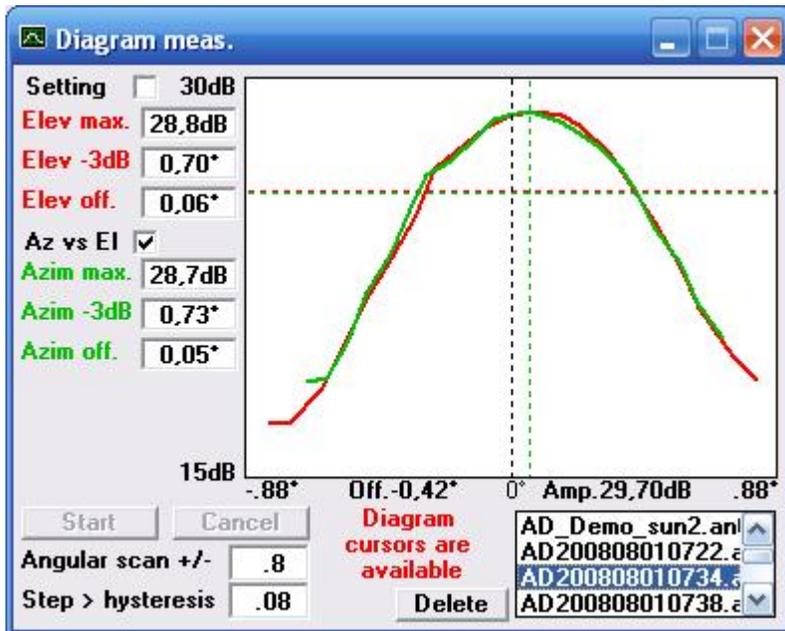
- La référence est faite sur le ciel froid. Le niveau relevé est d'environ -61.9dB.
- Après référence, l'antenne est pointée en direction du sol et du château d'eau des Moulons. La densité de bruit en sortie de la chaîne de réception a fortement augmentée pour atteindre -58.1dB.
- L'excès de bruit de sol est donc de 3.8 dB. Une simulation faite avec l'outil EME System prévoit un excès de bruit de 4.6 dB (Y Factor). Par expérience, cette mesure doit être répétée pour trouver un point proche de la température ambiante. Cela dépend fortement de l'état de surface du corps visé. L'écart peut provenir de la méconnaissance du site. Mesure à renouveler.



Eclipse partielle de soleil du 1 Août 2008

Vérification - Alignement sur le soleil (3/3)

- 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°). **remarque => voir mesures brutes
- L'angle d'ouverture de 0.69° à mi-puissance est conforme au gain (ou directivité) attendu de 47 dB à 10.3 GHz.



Justification des mesures de flux solaire

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 : $\text{Ouv}=0.69^\circ$ (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 secondaires 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 $T_r = 75\text{K}$ ($N_f = 1\text{dB}$) (\Rightarrow Température système référencé sur ciel froid)

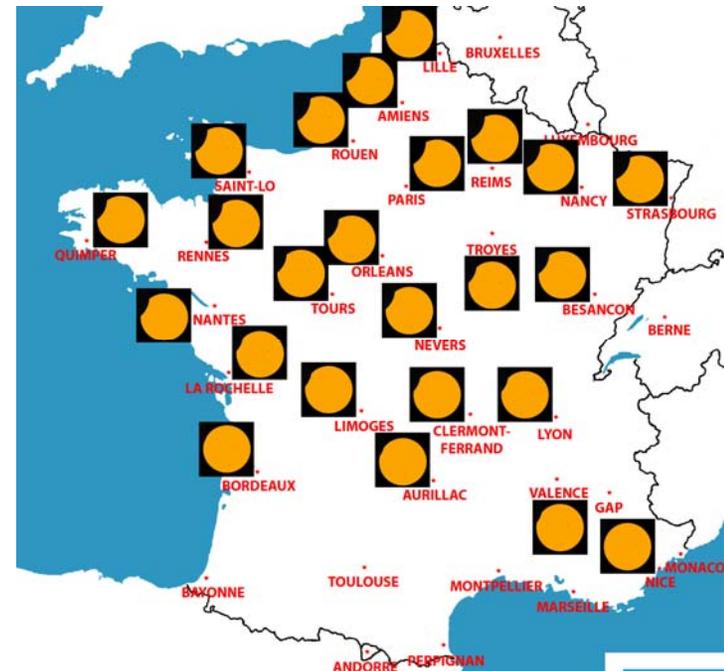
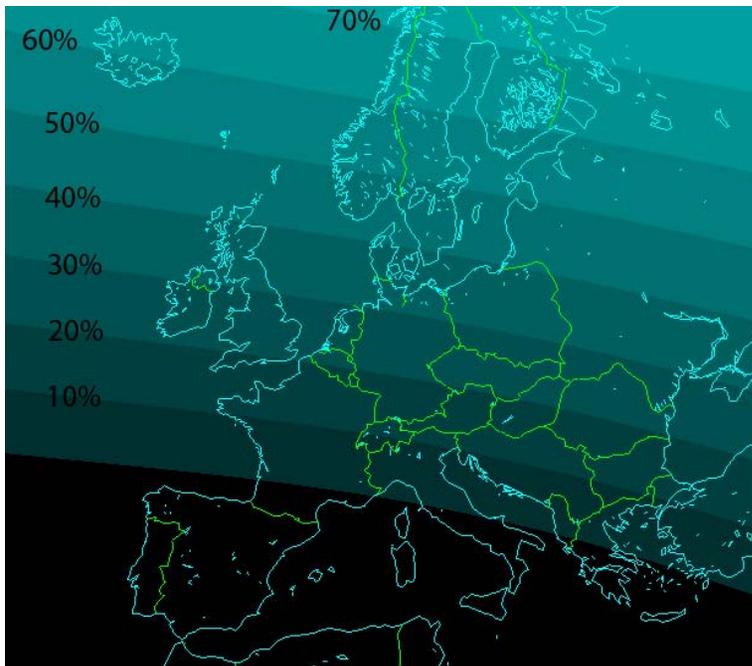
- Soleil : Flux = 280 sfu d'après observatoire
- $T_{\text{ant_sun}} = \text{Flux} \cdot A_{\text{eff}} / (2 \cdot k) = 3388\text{K}$ pour une polarisation

- La mesure de signal reçu 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 Bw identique pour les 2 mesures
- Excès de bruit solaire = $(T_{\text{ant_sun}} / T_{\text{sys_cs}}) + 1 = 27.4$ **soit 14.3 dB**

L'éclipse partielle de soleil

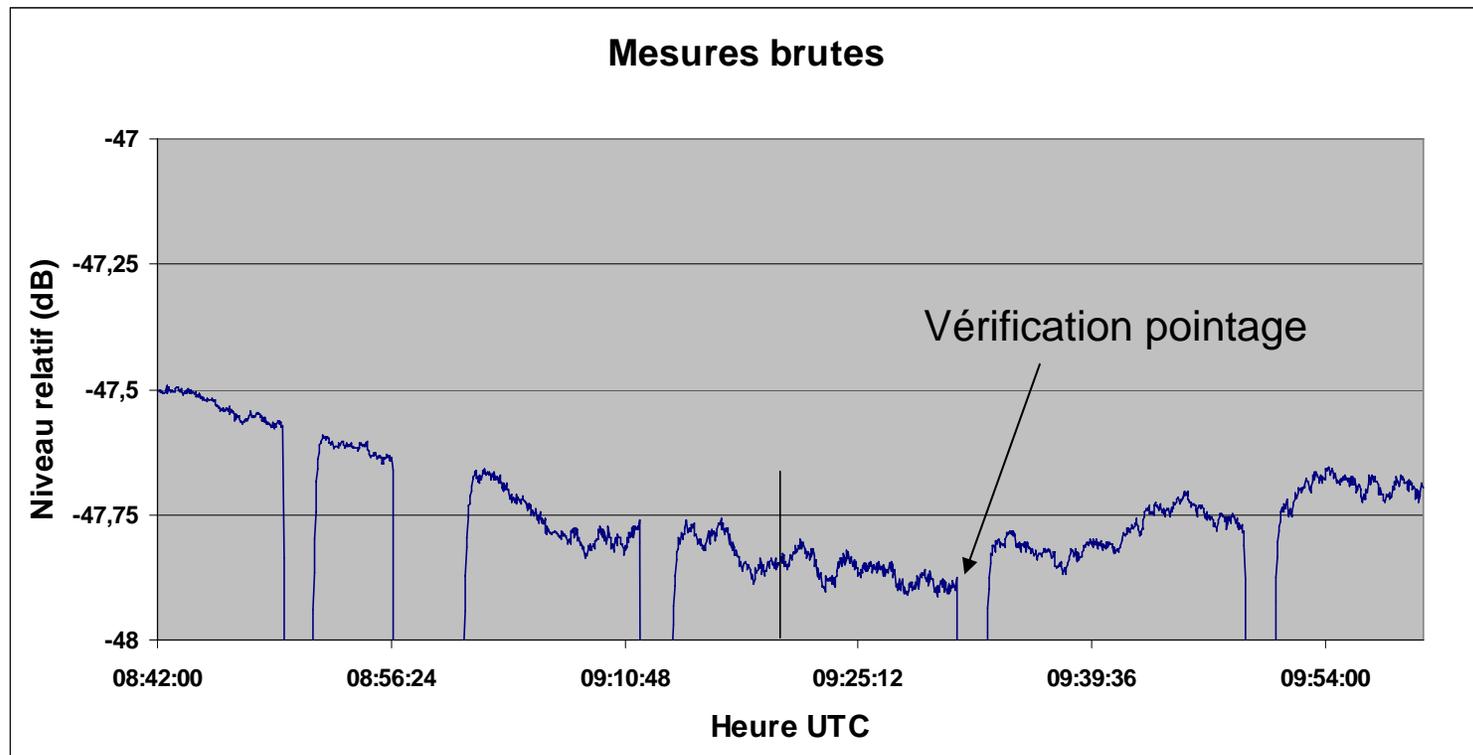
Ville	Premier contact			Milieu de l'éclipse			Dernier contact		
	UT	P (°)	h (°)	UT	h (°)	Grandeur	UT	P (°)	h (°)
Paris	08:41:54	351	40	09:20:47	46	0,15	10:00:55	55	51

- L'éclipse partielle s'est déroulée de 08:42 à 10:00 UTC en Ile de France avec un maximum attendu à 9:21 UTC.
- Les cartes ci-dessous montrent la visibilité de l'éclipse en fonction de la position géographique d'observation. En Ile de France, le disque lunaire cache 15% du diamètre du disque solaire au moment du maximum.



Mesures durant l'éclipse (données brutes 1/2)

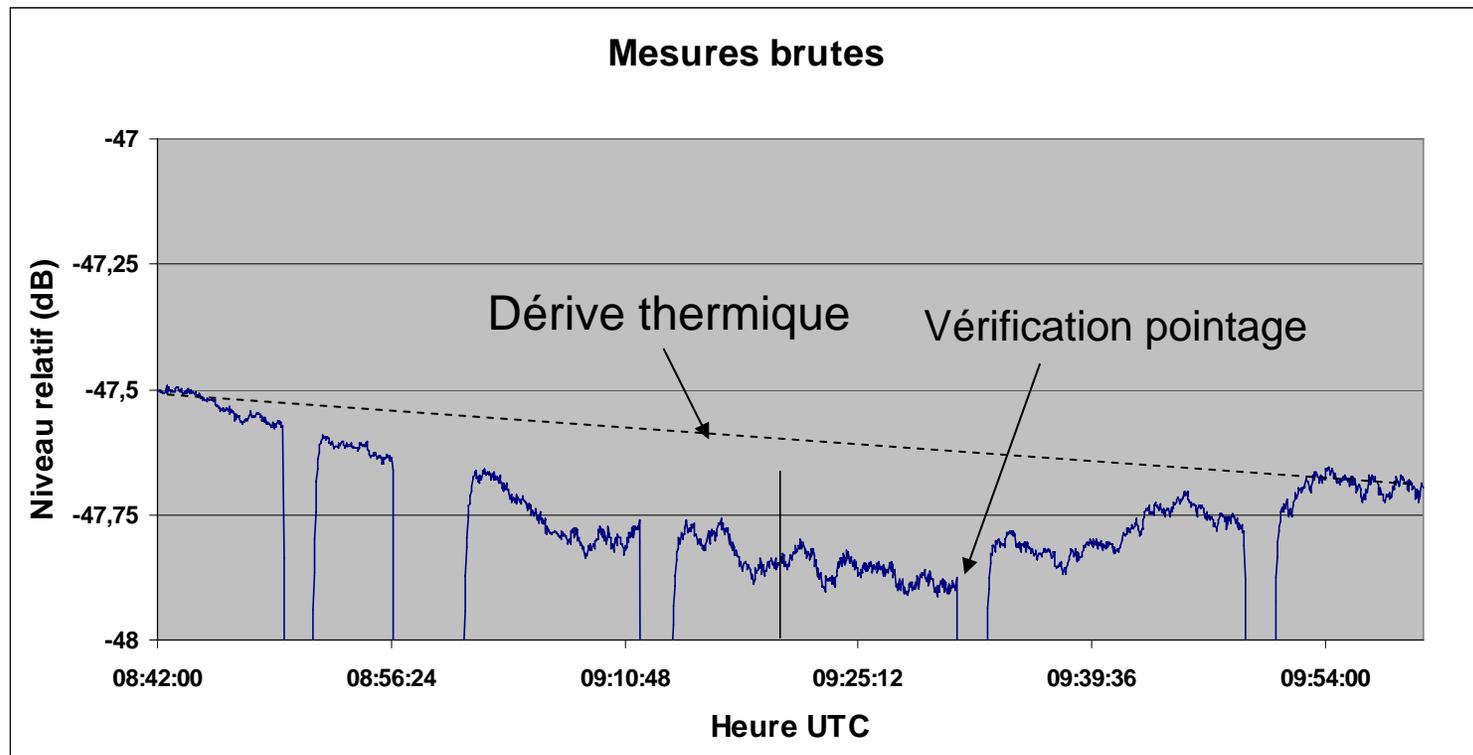
- L'enregistrement des données durant l'éclipse partielle s'est déroulé en continu de 08:42 à 10:00 UTC soit la durée de l'éclipse partielle du 1^{er} au dernier contact.
- L'antenne est pointée automatiquement (tracking EME System) en direction du soleil. Une vérification et correction du pointage est effectuée environ toutes les 10mn. 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.
- La figure ci-dessous présente les données brutes. Il est nécessaire de supprimer les opérations de vérification et de corriger la dérive entre le début et la fin de l'essai.



Eclipse partielle de soleil du 1 Août 2008

Mesures durant l'éclipse (données brutes 2/2)

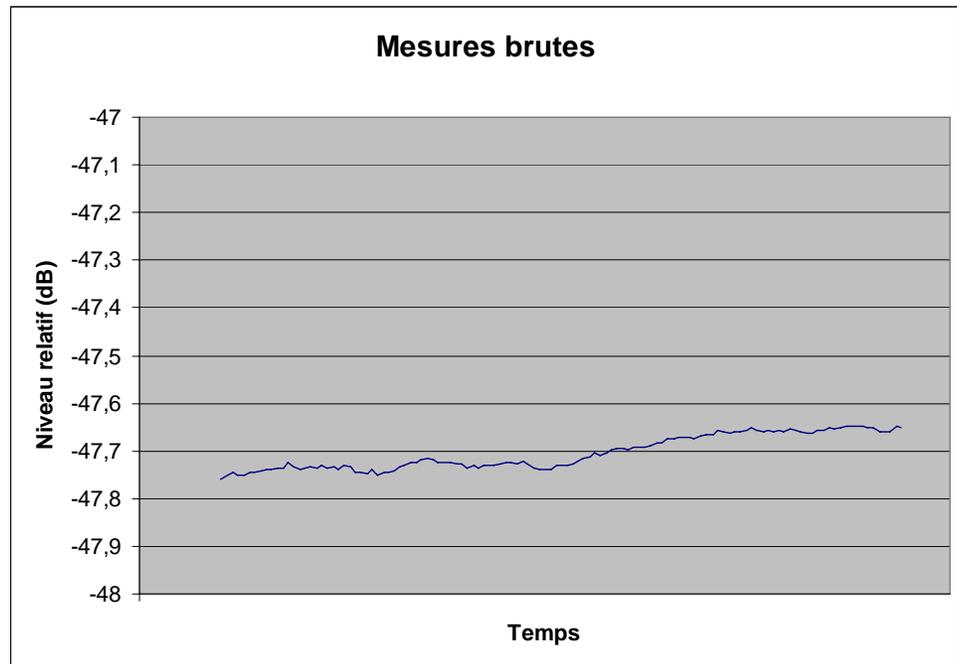
- ** Les vérifications de pointage avait pour but de corriger une dérive angulaire constatée aux débuts des essais. En fait, cette dérive n'était pas imputable à la station mais à l'opérateur (J-Jacques) en laissant la station en poursuite sur la Lune (fonction habituelle) et non sur le soleil.
- Toutefois, Jacques a eu la bonne idée de vérifier et a découvert l'erreur au 1/3 de l'essai. Nous avons quand même maintenu les points de vérification mais plus constaté de dérive.
- Une dérive thermique a été mise en évidence (voir page suivante)



Eclipse partielle de soleil du 1 Août 2008

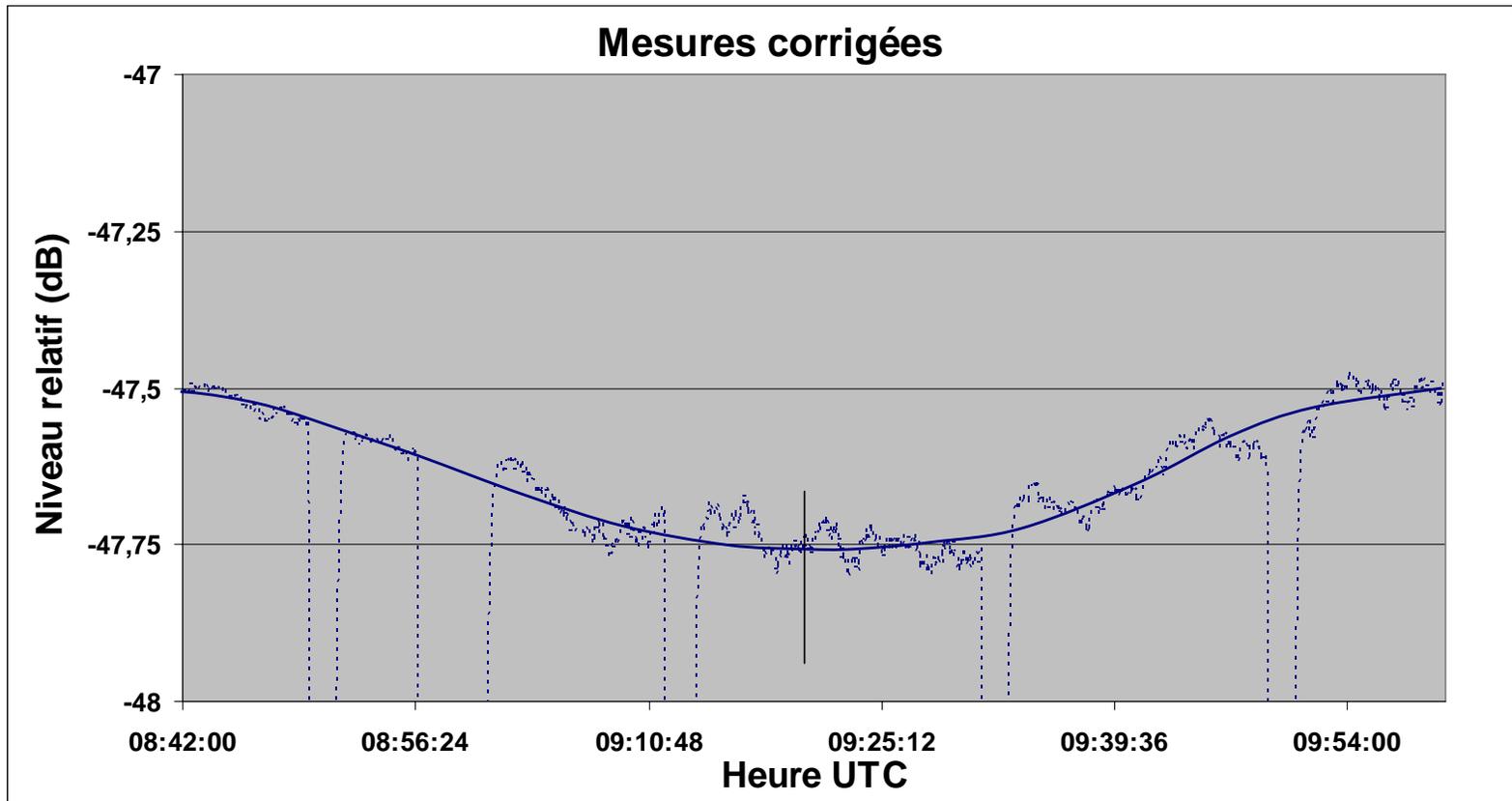
Correction de la dérive thermique

- Lors de l'essai, nous avons constaté un fort échauffement de la parabole. Une dérive liée à une déformation mécanique est possible mais difficile à estimer.
- Le coffret électronique abritant le récepteur et ses alimentations a été ouvert à la fin de l'essai. La courbe ci-dessous représente la variation de signal lors de l'ouverture du coffret sur une durée de 6mn. Cette variation est de l'ordre de 0.1 dB.
- Cette dérive provient de la variation de gain de la chaîne de réception en fonction de la température. Actuellement elle n'est pas compensée.
- La dérive constatée lors de l'essai semble donc imputable à l'échauffement de la chaîne de réception.
- Pour cet essai, la mesure va être compensée mais il faudrait prévoir soit une mesure de la température dans le coffret, soit une compensation électronique, soit une régulation de température. A suivre.



Variation du signal reçu 1/2

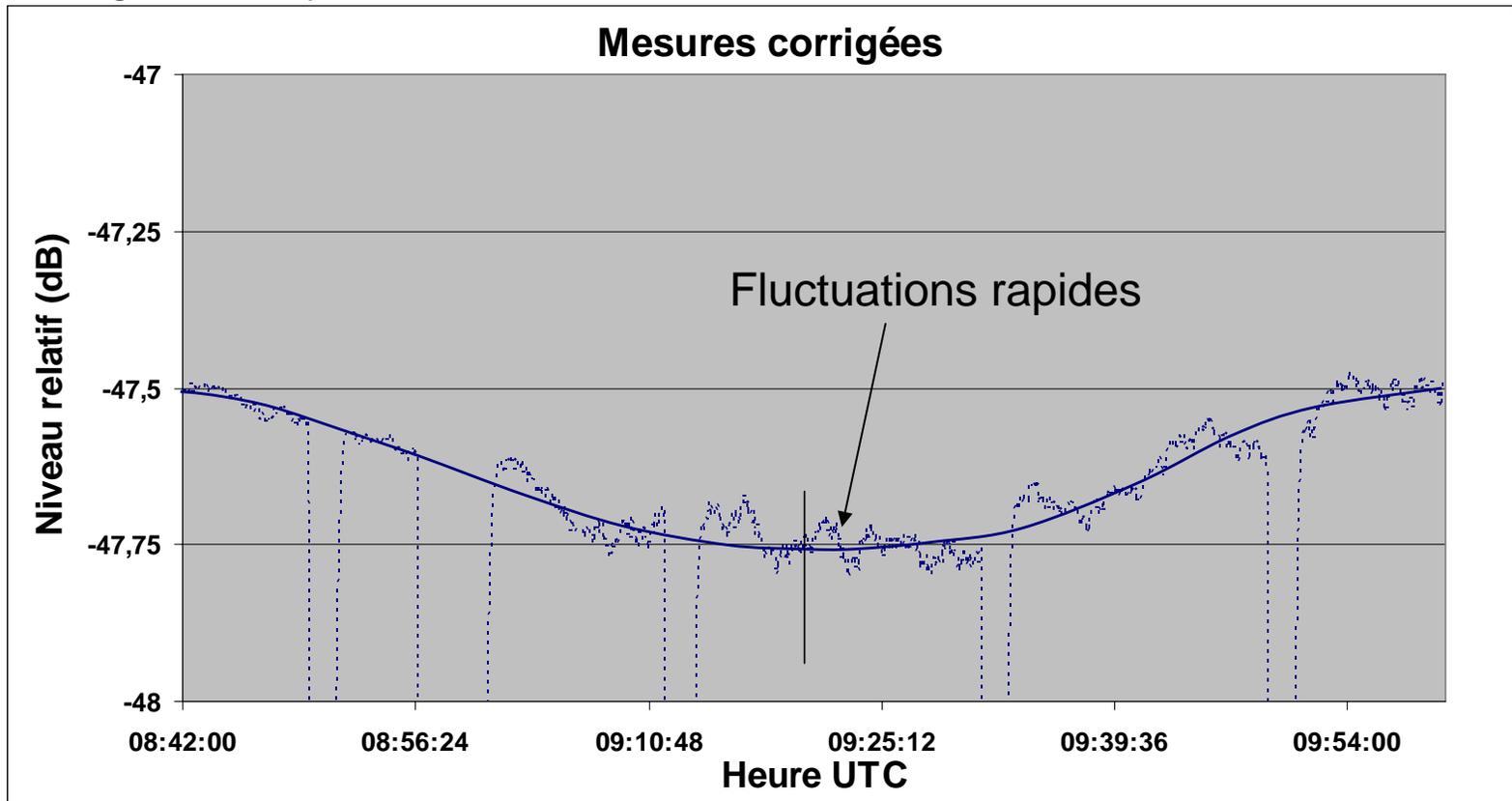
- La température système est composée de la température d'antenne et de la température du récepteur.
- La variation de la température du récepteur a été compensée par traitement.
- La variation de la température d'antenne représente donc la variation du signal reçu provoquée par l'interception du disque lunaire passant devant le disque solaire.
- La figure ci-dessous montre la variation après correction. On peut estimer cette variation de signal reçu à -0.26 dB soit de l'ordre de 6%.



Eclipse partielle de soleil du 1 Août 2008

Variation du signal reçu 2/2

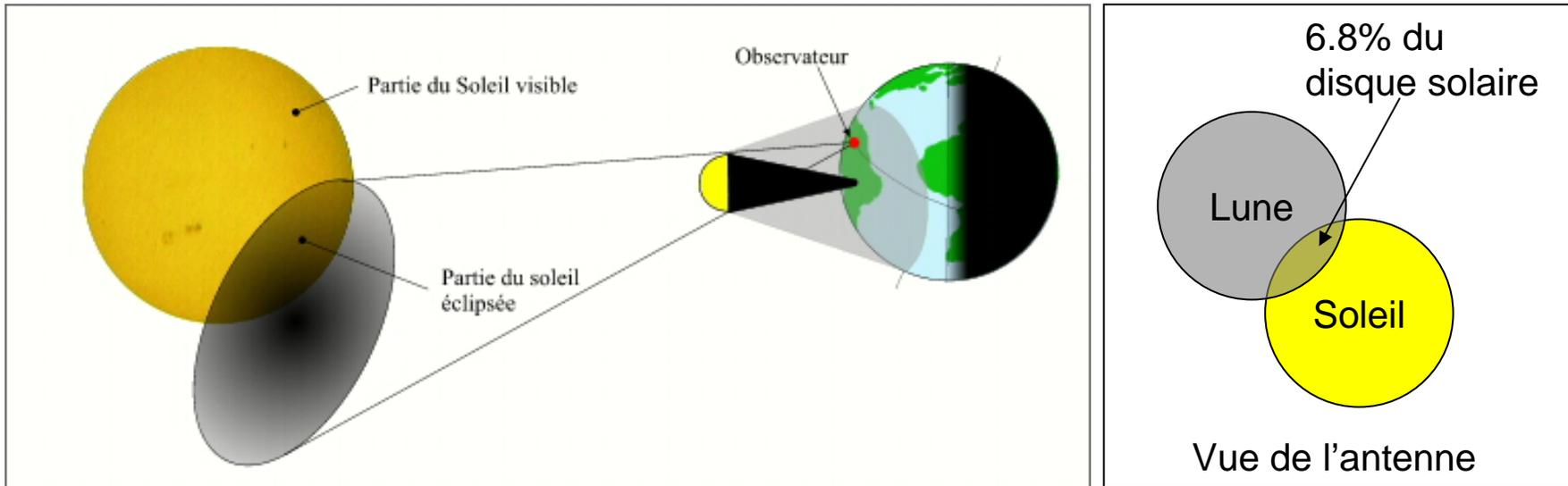
- La variation du signal reçu est également entachée de fluctuations rapides. Ces fluctuations ont plusieurs origines :
 - La stabilité de la poursuite angulaire. Les fluctuations angulaires sont de l'ordre de 0.05° crête à crête soit environ 1/10 du lobe d'antenne.
 - La fluctuation de la mesure du signal reçu dépendant de la bande passante du récepteur et de la constante de temps d'intégration utilisée.
 - Signaux radio provenant de stations radioamateurs ? Bande non dédiée radioastronomie.



Eclipse partielle de soleil du 1 Août 2008

Bilan des mesures

- La figure ci-dessous montre l'interception du flux solaire par le disque lunaire au moment de l'éclipse partielle. Dans notre cas, le disque lunaire intercepte la surface solaire jusqu'à 15% du diamètre solaire. Le calcul de la surface solaire interceptée au moment du maximum donne un ratio de 6.8%.
- Après correction et analyse, la mesure montre une diminution de l'ordre de 6% du flux solaire au maximum de l'éclipse.



Conclusions

- La variation du flux solaire relevée est proche du résultat attendu.
- Des corrections ont du être apportées aux mesures brutes :
 - Rattrapage angulaire dû à une erreur de manipulation
 - Dérive thermique de l'ensemble réception
 - Fluctuations rapides du signal
- Toutefois, il faut rappeler que ces essais sont effectués à l'aide de la station radioamateur et non un équipement prévu pour la radioastronomie. Les améliorations à apporter sont :
 - Récepteur à plus large bande : prévu avec le nouveau récepteur numérique
 - Dérive thermique : à quantifier avec le nouveau récepteur, mais à corriger.
 - Améliorer la stabilité de l'asservissement angulaire.
- La participation était réduite au minimum mais il a été possible de faire 2 essais radio et astro simultanément quand le ciel l'a autorisé (visibilité perturbée en astro sans influence apparente pour la radio-astro).

Conclusions

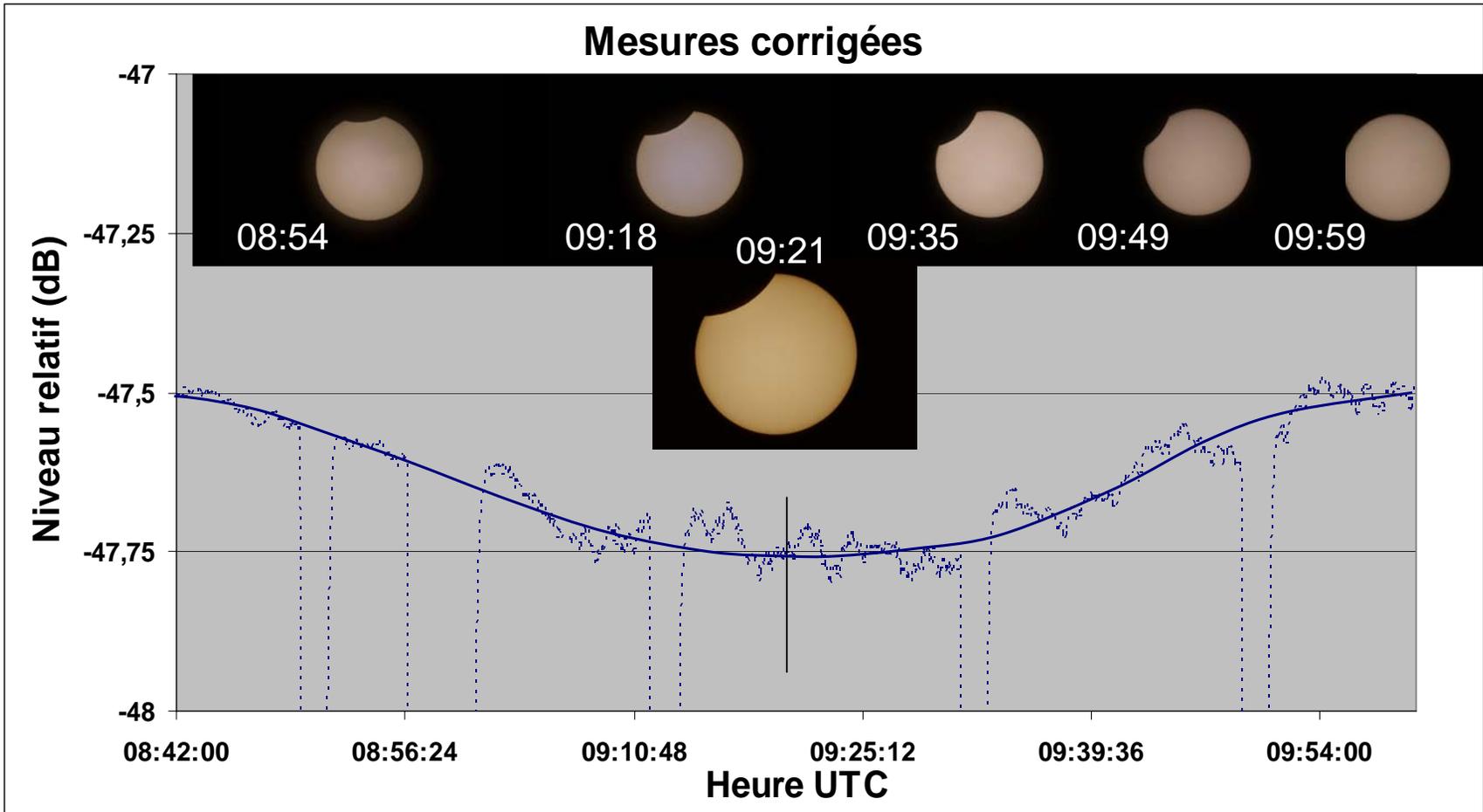
- Quelques résultats en astronomie. Télescope mise en œuvre par Fabrice. Au max de l'éclipse... 9h21 UTC.



Eclipse partielle de soleil du 1 Août 2008

Conclusions

- Astronomie & Radioastronomie



Eclipse partielle de soleil du 1 Août 2008