

Interférométrie – Transit solaire @ 21cm – Nouveau CR, 02/10/2021

Essais du 04/09/2021

Rappel :

Pour mémoire, le 1^{er} résultat de ces essais en interférométrie a été publié sur la liste RA via le message <https://groups.io/g/radioastronomie-amateur/message/1645>

Ce résultat concluait à une erreur de mesure liée à une erreur de pointage entre les 2 antennes pointées au méridien et à la nécessité d'assurer un pointage plus précis des antennes.

J'ai eu la chance de pouvoir montrer ce 1^{er} résultat à un expert du domaine qui semblait très surpris par cette conclusion.

J'ai donc réfléchi, pris ses remarques en compte et cela m'a amené à analyser plus précisément mes données et à trouver une nouvelle interprétation à ce résultat.

Nouvelles interprétations à valider !

Configuration :

- 2 antennes disc-yagi : gain 20 dBi
- Espacement (ligne de base) : $B = 16$ m
- Voir [Photos de la configuration d'essais](#)
- Fréquence : 1423.5 MHz
- ULNA AD6IW. Voir photo à l'arrière de la yagi.
- FE F1EHN + B210 + Bw = 4 MHz
- GNR 3.8 sous W10 pro 64 bits
- Corrélateur basé sur un développement "Simple Correlator"
https://github.com/ccera-astro/simple_correlator

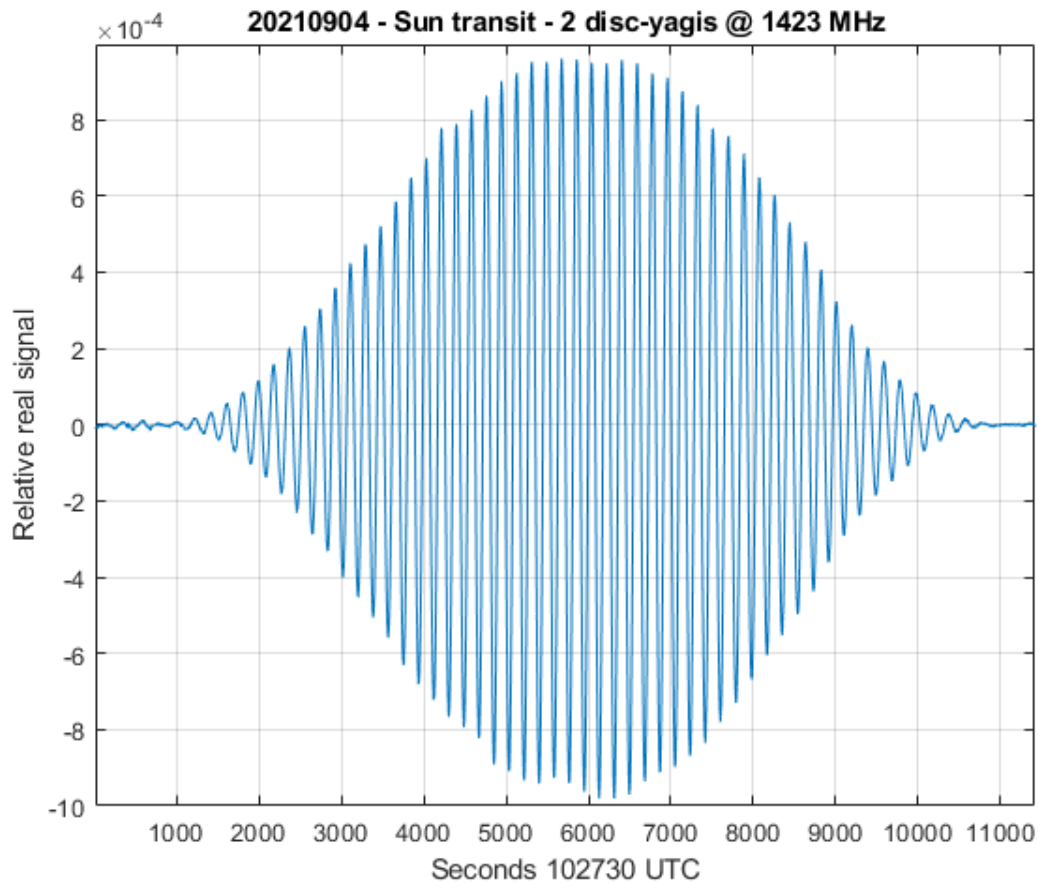
Antenne disc-yagi : <https://groups.io/g/radioastronomie-amateur/message/1583>



Nouveau CR des mesures effectuées le 4/09/2021

Interférométrie :

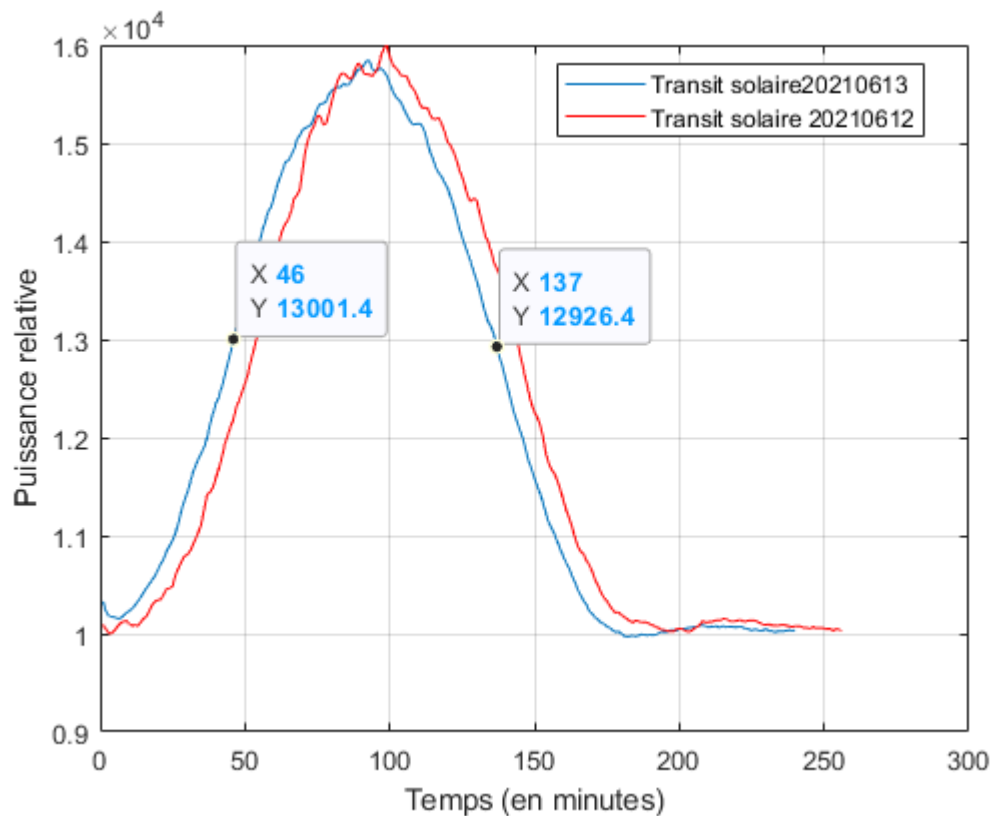
Les résultats bruts d'acquisition n'ont bien sûr pas évolué. Par contre leurs interprétations en sont différentes.



La mesure révèle un léger aplatissement de la courbe au moment du transit solaire au méridien. Cet aplatissement proviendrait de la convolution des ouvertures (beams) des antennes yagi avec le disque solaire. La courbe observée correspondrait donc à :

<— 1/2 beam de l'antenne —> + <— Diamètre radio du soleil à 21cm —> + <— 1/2 beam de l'antenne —>

Afin de vérifier ce résultat, l'ouverture de l'antenne yagi est calculée à partir de la mesure en espace libre d'un transit solaire à 21cm effectuée les 12 et 13 Juin 2021 avec la même configuration.



A mi-puissance, la durée du transit solaire est de 91 min soit 1.517h

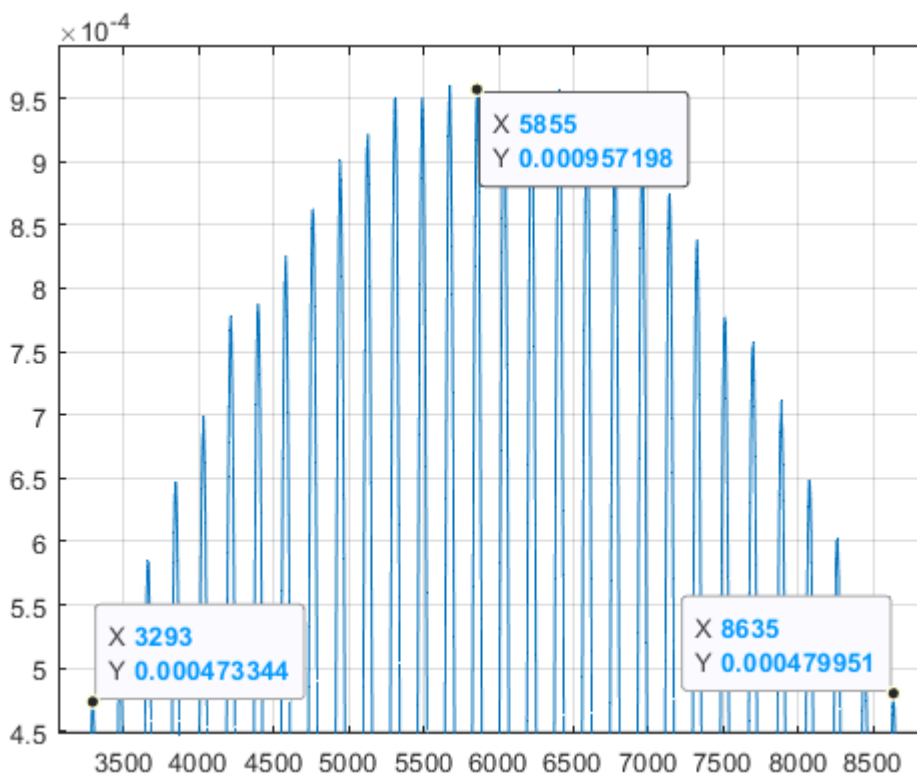
La déclinaison du soleil est approx. 23° à cette date. Le défilement angulaire du soleil devant l'antenne est donc de 15°/h * cos(23°) soit 13.8°/h

Ce qui permet de déduire HPBW* = 13.8*1.517 = 20.94° (soit approximativement les 21° attendus).

*HPBW = Ouverture angulaire à mi-puissance

A 21cm , le disque solaire présente un diamètre de l'ordre de 0.6°.

La figure ci-dessous montre la largeur à mi-puissance des franges d'interférométrie.

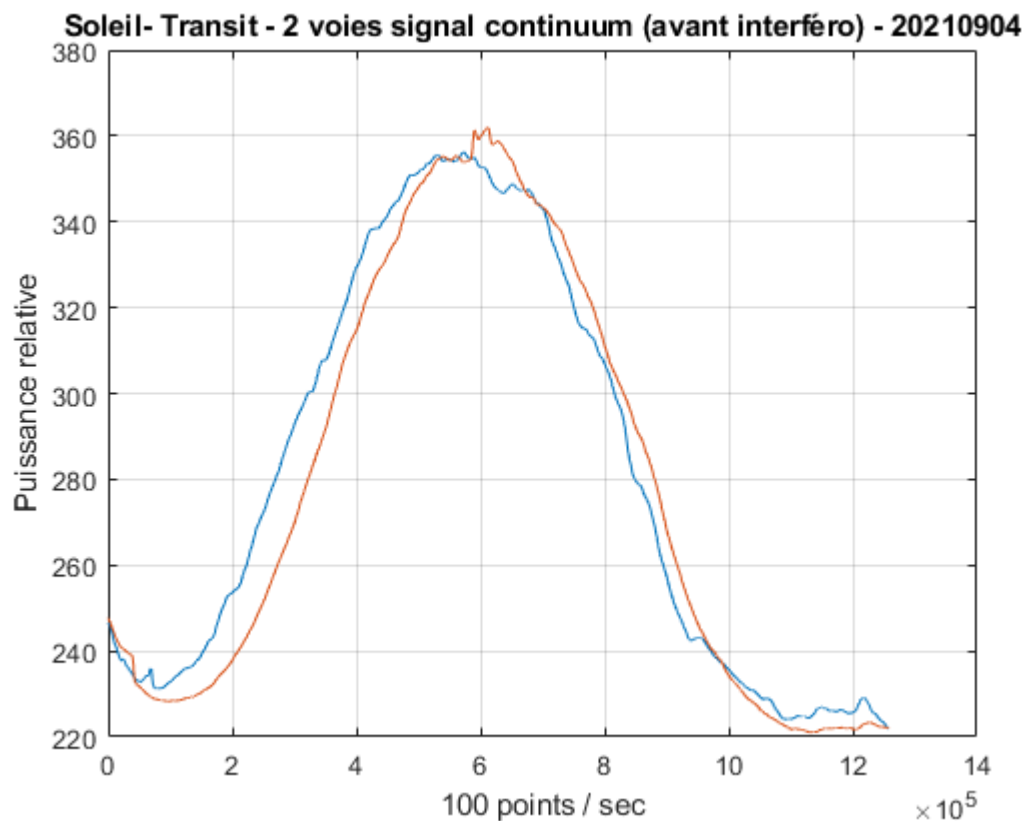


La largeur totale, à mi-hauteur, est de 8635-3293 soit 5342s soit 1.484h. Le 4/9/2021, la déclinaison du soleil est de l'ordre de 7° , ce qui donne un déplacement angulaire de $14.888^\circ/h$. La largeur totale à mi-puissance est alors de $1.484 * 14.888$ soit 22.1° .

On retrouve bien une largeur de la figure de franges supérieure à l'ouverture des antennes. Toutefois, cette largeur de 22.1° est légèrement supérieure à celle attendue de 21.6°

Continuum

La mesure montre un décalage temporel entre les détections des 2 antennes espacées de 16.5m.

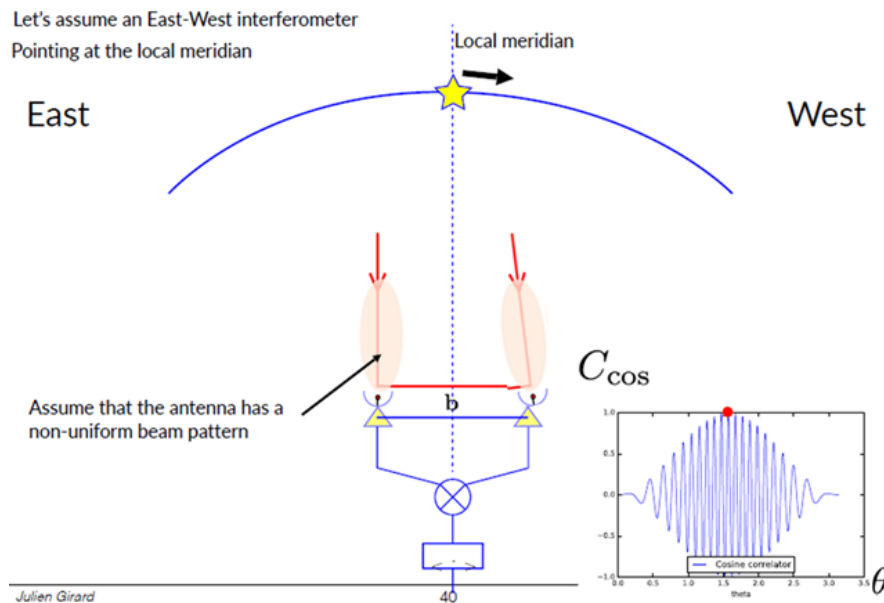


Ce décalage présenté au départ comme provenant d'un écart de pointage angulaire des antennes proviendrait majoritairement du retard amené par la longueur de la ligne de base séparant les 2 antennes.

Il est difficile de faire une analyse plus précise car on peut constater que la mesure est perturbée. En effet le flanc droit de la courbe bleue montre de fortes ondulations. Ces ondulations, imputées à une instabilité due au vent dans un 1^{er} temps, sont plus probablement dues à des réflexions parasites du flux solaire sur le réflecteur parabolique supportant l'antenne 1. Ces ondulations pourraient être assimilées à des franges d'interférence.

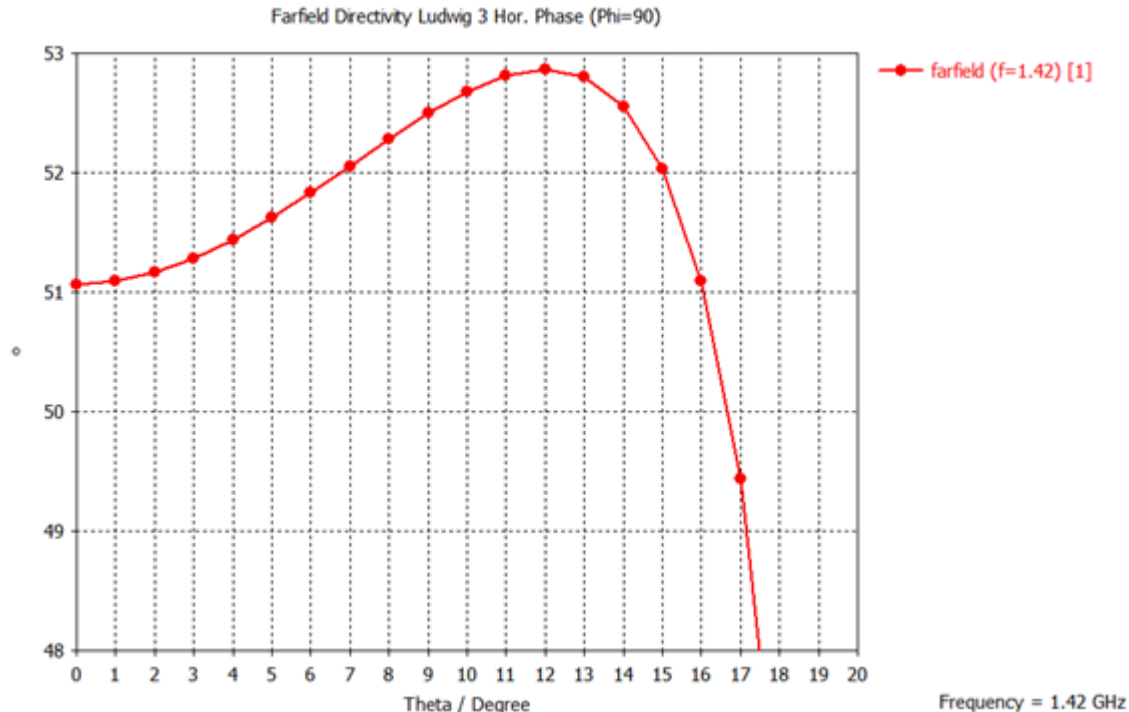
Influence de l'écart de pointage

La figure ci-dessous montre un écart de pointage entre antenne dans une configuration interféromètre classique à 2 antennes.



L'influence sur la longueur de ligne de base est très faible (écart lié au déplacement du centre de phase de l'antenne). Par contre, ce dépointage introduit une erreur de phase dans l'ouverture de l'antenne selon le dépointage effectif.

Michel F6DZK m'a communiqué le diagramme de phase de l'ouverture de l'antenne disc-yagi.



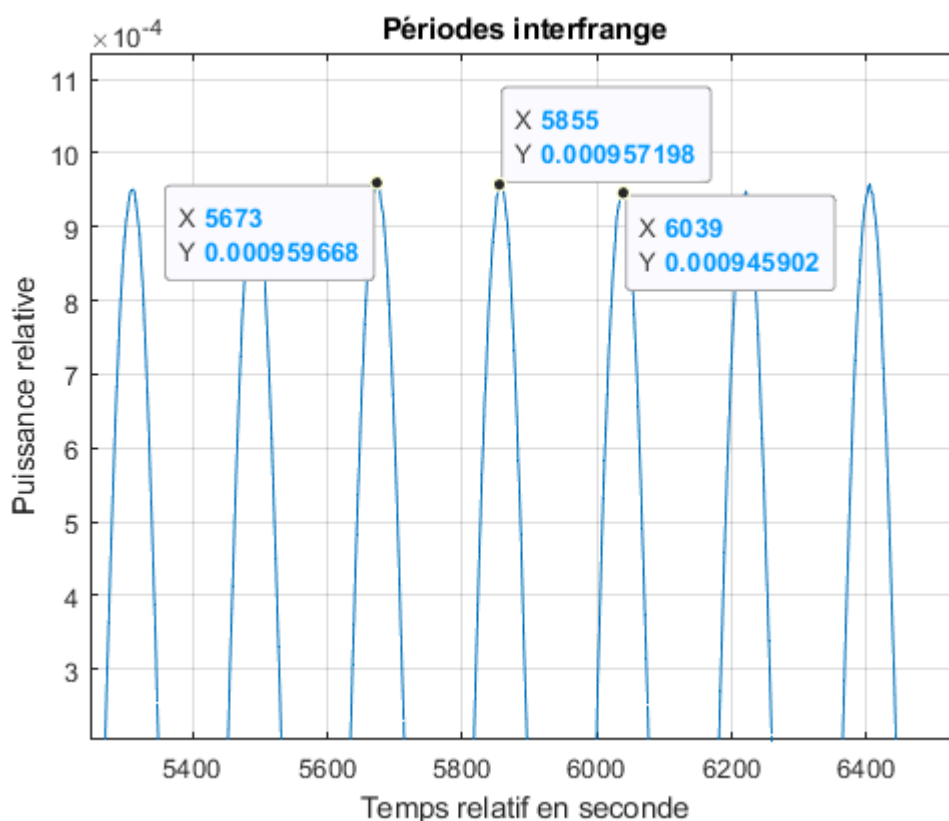
On constate que la phase varie très peu dans l'ouverture de l'antenne. La présence d'une erreur de pointage pour ce type d'antenne n'a donc, pour moi, peu d'effet sur la performance de l'interféromètre (ce qui modifie également ma conclusion précédente par rapport à la précision de pointage). De plus cette erreur est stable. Elle sera compensée lors de la calibration des erreurs de phase de la chaîne de réception. Un faible écart de pointage par rapport à l'ouverture serait donc

acceptable par rapport à l'objectif de mesure de frange au moment du transit** au méridien. A vérifier lors d'un prochain test.

** la principale mesure lors du transit au méridien est la durée de l'interfranges qui permet de déterminer la déclinaison de la source observée, connaissant la longueur de la ligne de base de l'interféromètre. Ce principe de mesure tolère donc également une légère erreur de pointage en élévation.

Analyse de la mesure de transit solaire du 04/09/2021

La figure ci-dessous montre les périodes d'interfranges au moment du transit solaire au méridien.



La période moyenne mesurée fsm est de 183 secondes relevée entre pics.

Pour mémoire, une source de déclinaison $\delta=0^\circ$ se déplace angulairement de $15^\circ/h$.

L'espacement des franges est donné par le ratio $\lambda / \text{Baseline}$ soit $0.211 / 16 = 0.0132 \text{ rd}$ ou 0.756°

Une source de déclinaison 0° met donc $0.756/15$ soit $0.0503h$ pour traverser une période de frange.

Soit $\text{fsd0} = 0.0503 * 3600 = 181.3$ secondes

L'écart entre la période mesurée fsm et la période de franges théorique pour une source dans le plan équatorial fsd0 est lié à la déclinaison δ de la source observée.

Sachant que $\cos(\delta) = \text{fsd0} / \text{fsm} = 181.3 / 183 = 0.991$ on en déduit

La déclinaison de la source observée : $\delta = \arccos(0.991) = 7.7^\circ$

La déclinaison du soleil le 9/4/2021 était de 7° .

Pour améliorer la précision de mesure, il faudrait connaître la longueur de la base avec une meilleure précision et des points de mesure plus fréquents.

Photos de la configuration d'essais

Antenne n°2 au 1^{er} plan. Antenne n°1 fixée sur le bord réflecteur parabolique



Ligne de base : 16 m



LNA AD61W à l'arrière d'une antenne

