

Transmissions par faisceau laser F5BLC F1FHP

Ces activités sont encore très marginales, mais très riches en expérimentations et pour nous Radioamateurs, pleines d'espoir. Par la recherche de nouvelles techniques de radio-communications, notre rôle est là, tout à fait représenté.

Cette technique fait aussi appel à l'optique, la topographie, la météo, la mécanique, l'optoélectronique, l'électronique, l'informatique, et ont un champ d'application très vaste et ouvert.

Attention cependant dans la manipulation des lasers, utiliser toutes les précautions nécessaires, pour l'opérateur et les OM's présents, dans le shack, mais aussi en veillant à la sécurité sur le trajet du faisceau, a proximité, une puissance inférieure à 5 mW, est largement suffisante pour causer des dégâts irréversibles à nos yeux.

Nos essais, F5BLC et moi-même F1FHP, ont commencé il y a un an.

Notre première liaison unilatérale en CW avec un laser de moins de 1 mW, a été réussie le 25/10/2003 sur 15 km.

Nous avons fait évoluer nos équipements depuis, et nous travaillons continuellement à l'amélioration aussi bien des récepteurs ; recherches de photodiodes plus performantes, refroidissement de celles-ci, amélioration de la visée... que sur les émetteurs ; optique de collimation, pointage, diodes laser, drivers et modulateurs...



Un des récepteurs utilisés, identiques pour les deux stations. Des adaptateurs permettent de monter la tête de réception, soit directement à la place de l'oculaire, ou sur celui-ci. Le trépied doit être stable et robuste. La visée se fait par des chercheurs réticulés et éclairés. Un amplificateur BF complète l'ensemble. L'alimentation est fournie par une petite batterie de 12 volts.

Un des émetteurs phonie AM diode laser rouge CWM de F1FHP.

Une optique « Beam-Expendeur » est ici utilisée pour garder le faisceau parallèle le plus longtemps possible. Le driver de la diode Laser et le modulateur sont dans la tête du pied.

Des réglages micrométriques sont indispensables sur les réglages de site et d'azimut, le pointage est de l'ordre du milli-radian.



Les tentatives de liaison utilisant les ondes lumineuses se font bien sûr en visée optique directe, mais des expérimentations se font en Rain Scatter, Cloud Scatter, Atmosphérique Back Scatter et par échos sur le relief, variable en fonction de l'Albédo.

Dans la nuit du 09 au 10/02/2004, de 20 h 30 à 23 h 30, un peu dans la précipitation, mais il fallait profiter d'une météo pas exceptionnelle, mais très favorable, nous avons avec F5BLC, aidé par F1TWO, tenté et réalisé une liaison bilatérale CW côté F5BLC et phonie AM côté F1FHP par faisceau Laser rouge CWM < 5 mW des deux côtés, QRG 447 THZ (1 THZ = 1000 GHZ) 670 nm, sur 46.100 km très exactement.

Le circuit retenu pour cette liaison, était la Chapelle de Rieupeyroux en JN14CH et un site en vue directe sur le Causse lotois quelque part entre la vallée du Lot et du Célé, en JN04UL.



La Chapelle vue
Depuis JN04UL au
téléobjectif

Vue vers le Lot
Depuis JN14CH



Ces sites avaient été choisis d'une part pour leurs situations en vision directe, mais aussi pour un trajet où la pollution lumineuse est quasi absente. Cette dernière condition améliore le rapport signal/bruit.



F1FHP en JN04UL
L'équipement est
En rapport avec le
WX (froid)

C'est le noir
Total, la pollution
Lumineuse est
Absente



Nous avons bénéficié d'une météo idéale : vent nul, ciel très clair, pas de brumes y compris de vallées, 5 à 1° en milieu de nuit, 35 % d'humidité en début de nuit, lever de Lune 23 h 01, quelques turbulences causées par des masses d'air de températures différentes en début de nuit, ces conditions s'améliorant par la suite, lorsqu'une plus grande homogénéité s'installe. L'air était très pur sur le trajet, la scintillation très faible.

Après quelques tâtonnements pour aligner nos Lasers, la liaison d'une grande qualité dura plusieurs heures, en l'absence de QSB, avec des signaux forts, peu de bruit de fond, et F5BLC a noté une excellente qualité de modulation AM, confondant même celle de la voie de service en FM.

Ces résultats nous confortent dans nos travaux et donnent à penser que même avec des puissances ne dépassant pas 5 mW, il y a de réelles possibilités de liaison à grandes distances. Les facteurs les plus importants dans une tentative, étant la météo et l'alignement des stations.

L'équipement était le suivant :

RX : type K3PGP photodiode BPW34 télescope 90 mm focale 1250 mm, des deux côtés.

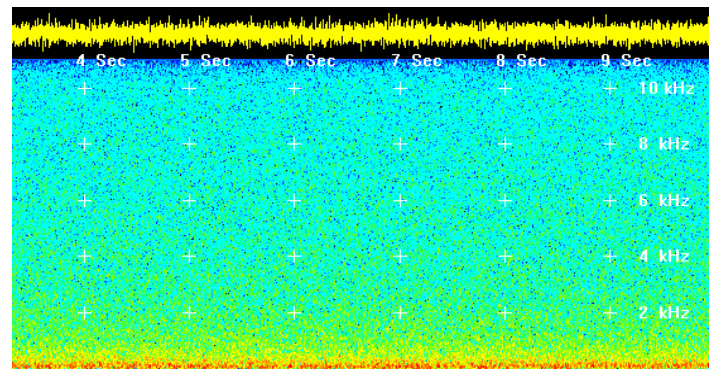
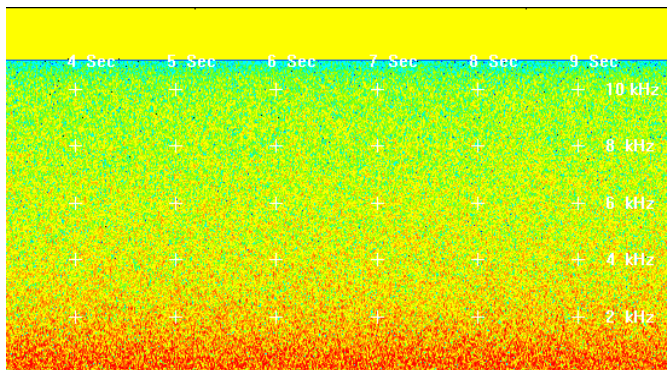
TX : F5BLC Laser rouge CMW < 5 mW modulation AM CW.

TX : F1FHP Laser rouge CMW < 5 mW modulation AM phonie.

Profitant des enseignements des ces différentes expériences, nous allons améliorer nos équipements, F5BLC construit son TX phonie, et en attendant la fonte des neiges pour accéder aux points hauts (les trajets sont déjà prévus), pour tenter les 70, puis les plus de 100 km, nous continuons à travailler.

Pour trouver les bons trajets, ils ne sont pas si nombreux en vue optique directe, nous procédons par repérage sur site (photos et GPS), relevés sur des cartes 1/25000 ou CD IGN (Carto-Explorateur), et Radio-Mobile. Il est très important, pour des raisons évidentes, d'avoir des résultats très précis. Nous utilisons les fonctions « Liens Radio » et « Observations » de Radio-Mobile qui fournissent de très bonnes approximations, à conditions de bien les interpréter.

On peut, en examinant le spectre du bruit de fond capté par la diode placée derrière le télescope, faire des estimations et des mesures. Ci-dessous, les spectres le jour à gauche, la nuit à droite. La diode PIN BPW34 était au foyer du télescope, la sortie BF de la tête, était reliée à la carte son du PC, et le logiciel utilisé : Spectrogram.



Les ondes électromagnétiques visibles, du rouge dans le bas de la gamme, au violet vers le haut, entre l'infra - rouge et l'ultra – violet, approximativement de 700 à 450 nm, sont propices à de nombreuses et passionnantes expérimentations.

La lumière émise par un laser est dite cohérente, c'est un rayonnement électromagnétique parfaitement défini en fréquence et en phase sur tout son trajet.

La modulation la plus simple à réaliser, est la modulation d'amplitude.

Il suffit de moduler le courant dans la plage de fonctionnement correspondant à l'effet laser. Les autres types de modulations sont également possibles.

Les diodes laser CWM (Continue Wave Mode), peuvent fonctionner en continue.

Les diodes laser PWM (Pulsed Wave Mode), ne sont utilisables qu'en fonctionnement par impulsions.

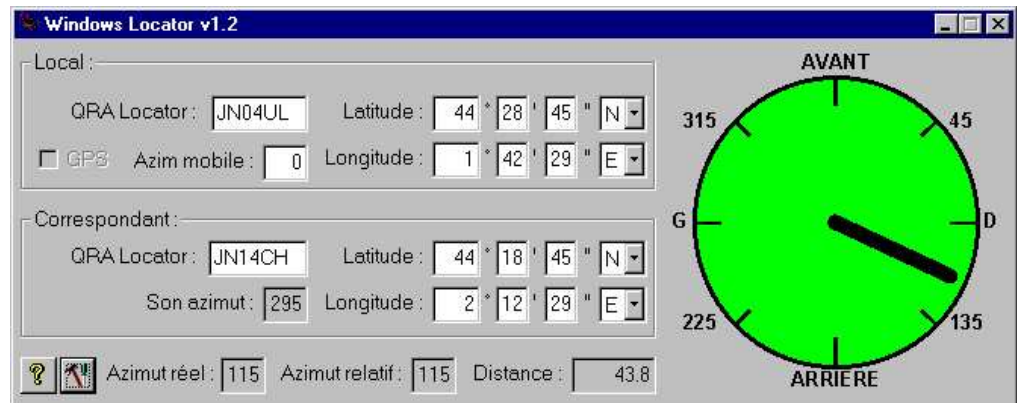
Le principe de la réception, consiste recevoir le maximum de photons issus du flux laser sur une photo-diode. La conversion de l'énergie absorbée par le capteur, est directement convertie sous forme de courant, contrairement aux pré-amplis SHF.

L'antenne, est l'optique qui doit concentrer le maximum de lumière sur le capteur d'une surface de quelques mm carré. Plus cette dernière est petite, plus le rapport signal/bruit est favorable, mais plus l'alignement est délicat.

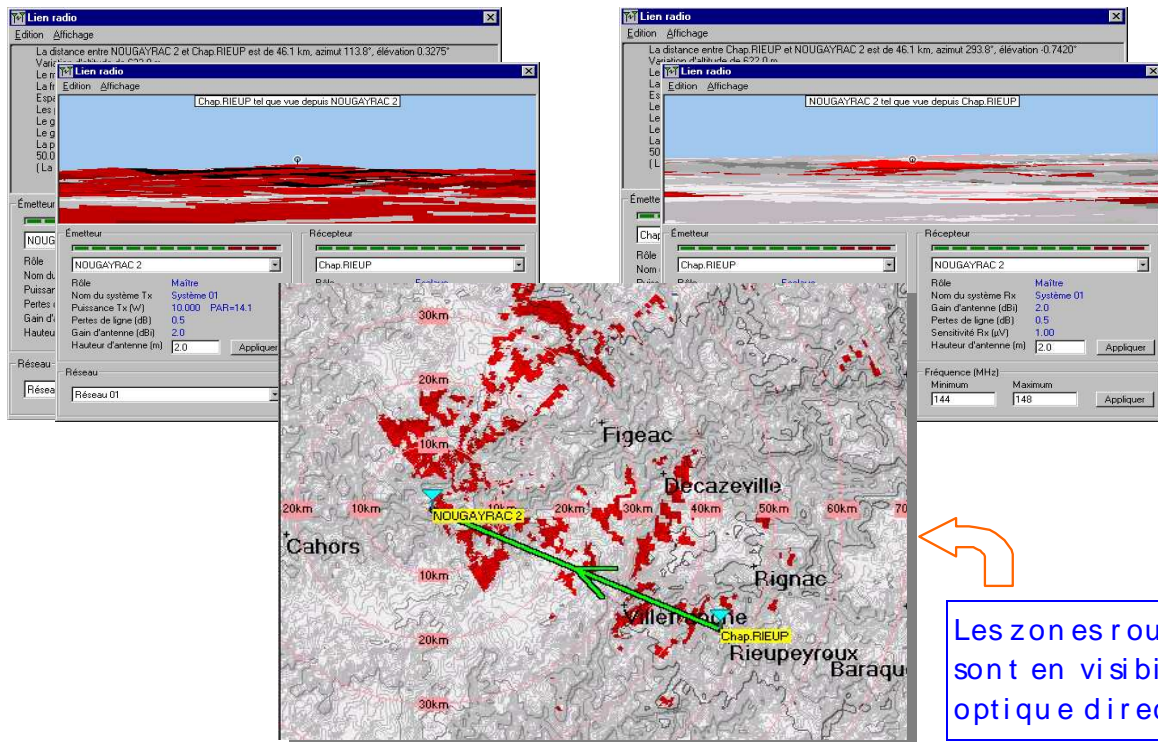
Plus le diamètre utile de l'ouverture est grand, plus le gain est élevé. Lorsqu'on double le diamètre de l'ouverture on multiplie la surface de captation par quatre.

Point Haut : Chapelle de Rieupeyrroux en JN14CH par 002°13.5'2.4" E
dépt : 12 44°19'005" N Alt. 808 m.
Point Bas : Nougayrac en JN 04 UL par 001°42'003" E
dépt : 46 44°29'01.5" N Alt. 375 m.
Visée PH vers PB : Azimut 293.8 Site -0.7420°
Visée PB vers PH : Azimut 113.8 Site 0.3275°
Distance : 46.100 km
Résultats issus de Radio-Mobile, recoupés par le GPS.

Les indications de Winloc avec comme source de position ; le QRA locator sont très proches.



Fenêtr es d es simulation s avec Radio-Mobile



Les zones rouge sont en visibilité optique directe