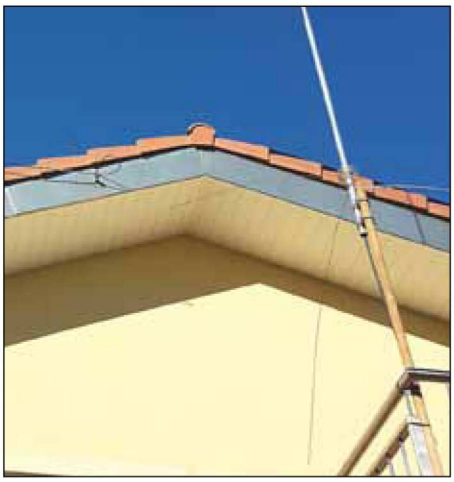
Un filtre réjecteur 50 MHz pour protéger le VDSL

Yves Oesch HB9DTX *(yves@yvesoesch.ch)*



Vue de la ligne aérienne arrivant au faîte du toit et l'antenne verticale 50 MHz toute proche

Mon installation 50 MHz est modeste, avec une simple antenne verticale. Néanmoins en période de propagation sporadique-E, il est possible de faire de jolies liaisons en Europe avec une cinquantaine de watts.

Je préfère trafiquer en SSB, mais j'ai constaté déjà l'année passée et surtout cette année que le nombre de station avait fortement diminué. Il s'avère que de très nombreux opérateurs se sont tournés vers le mode FT-8. Plutôt que d'appeler dans le vide, j'ai branché une interface sur un PC et j'ai expérimenté avec ce mode. C'est vrai qu'il y a beaucoup de monde. Sur 144 MHz aussi d'ailleurs !

Par contre j'ai rapidement constaté que les périodes de 15 secondes de transmission continue de ce mode sur 50 MHz perturbaient beaucoup mon modem VDSL par lequel je me connecte à internet. Même en réduisant la puissance à 10 W, le modem se déconnectait … et il lui fallait jusqu'à 10 minutes pour se reconnecter ! Autant dire qu'une soirée de trafic se payait cher au niveau de l'ambiance familiale... En plus c'était gênant de ne pas avoir accès a des sites comme le DX cluster ou PSK reporter en parallèle du trafic radio.

En SSB, même avec 100 W je n'avais jamais constaté ce phénomène auparavant. Les pauses de paroles permettaient probablement à quelques bits de synchronisation de passer et de maintenir le lien VDSL sans décrochage. Il me fallait donc absolument trouver une solution pour protéger le modem de cette interférence. Il faut savoir que le signal VDSL arrive chez moi par voie aérienne (paire torsadée) et elle passe à 3 m environ de l'antenne 50 MHz. C'est chaud !

J'ai commencé par installer un nombre impressionnant de ferrites «clap» autour de tous les câbles du modem (VDSL, ethernet, alimentation DC). J'ai aussi essayé de débrancher les raccordements Ethernet qui vont dans toutes les pièces de la maison pour ne conserver que le Wi-Fi. J'ai même fait fonctionner le modem sur une batterie pour être sûr que la perturbation n'entrait pas par le réseau 230 V et le bloc d'alimentation. Rien n'y fit. Le modem décrochait toujours après quelques trames de FT-8 à basse puissance.

Il fallait donc trouver une autre solution pour bloquer le signal 50 MHz et l'empêcher de perturber le modem. En fouillant sur internet, je suis tombé sur un post décrivant un filtre LC série, placé en parallèle de la ligne de téléphone pour court-circuiter le signal radio à l'entrée du modem (**http://www.rowetel.com/?p=6896**). La bande incriminée dans ce cas était le 40 m. Le post se termine en proposant d'utiliser un stub quart d'onde ouvert en lieu et place d'une bobine à haut facteur de qualité et d'un condensateur.

Toutes les ferrites utilisées à divers endroits de l'installation, sans succès

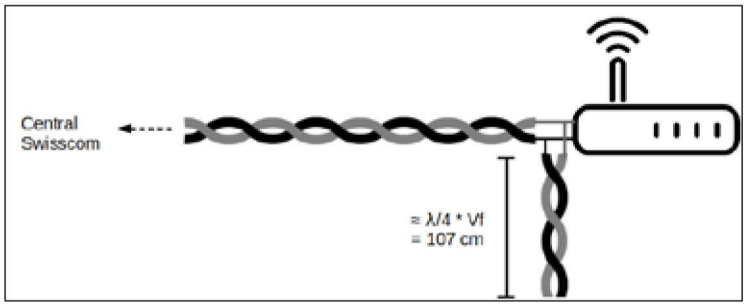


Schéma de principe du tronçon quart d'onde ouvert

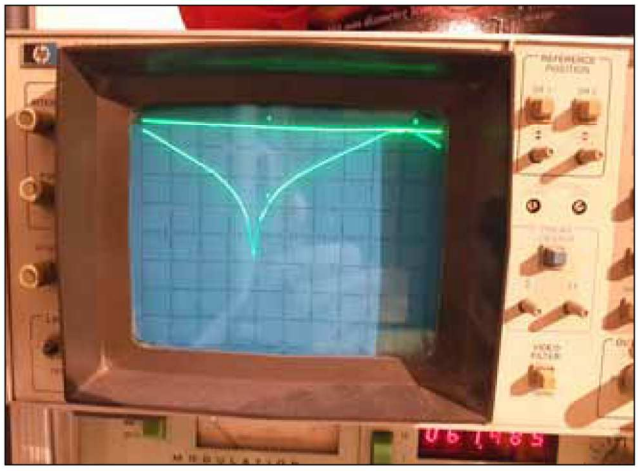
Je suis donc parti sur cette approche qui me paraissait élégante et intéressante. Un tronçon de ligne de transmission de longueur électrique quart d'onde est à brancher en parallèle de la ligne de téléphone / VDSL, le plus près possible du modem comme sur le schéma ci-dessus. Comme il est en circuit ouvert à son extrémité libre, il représente un court-circuit pour le 50 MHz au niveau du modem.

J'ai utilisé un tronçon de câble Ethernet catégorie 5, duquel je n'utilise qu'une des 4 paires torsadées, les autres restant non connectées. Le quart d'onde sur 50 MHz fait 1.5 m. Mais il faut tenir compte du coefficient de vélocité de ces câbles. Ce coefficient représente la vitesse des signaux dans le câble par rapport à la vitesse de la lumière dans le vide. Selon wikipedia, il est au minimum de 64 % pour du câble catégorie 5. Mais aucune valeur maximale n'est donnée. De plus cette valeur n'est pas forcément bien définie pour un tronçon de câble de récupération et de provenance inconnue. Il faut donc procéder par approximations successives, en commençant avec un câble légèrement trop long. Je l'ai donc taillé, petit bout par petit bout, jusqu'à avoir la résonance sur 50 MHz, en utilisant un antique analyseur de réseau scalaire. Astuce: l'utilisation de résistances série de 560 Ω dans chacun des ports de l'analyseur permettent de travailler à 600 Ω d'impédance environ, et de maintenir un facteur de

qualité du stub lors de la mesure assez haut, pour avoir avoir un notch assez étroit ce qui facilite le réglage. Toute autre méthode de mesure conviendrait également (grid-dip, mini-VNA, voir même générateur et oscilloscope rapide). Idéalement il faut faire la mesure en incluant les longueurs de fils nécessaires pour le raccordement jusqu'au modem, y compris le connecteur RJ-11.

Le stub en cours de réglage à l'analyseur de réseau.

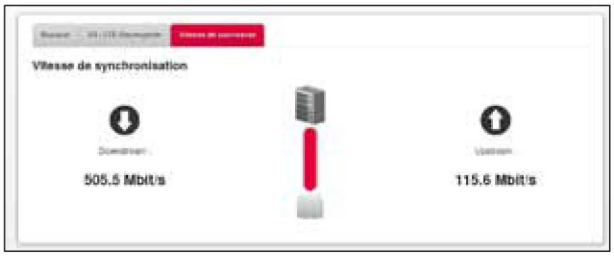
Restes de câbles après réglage fin.



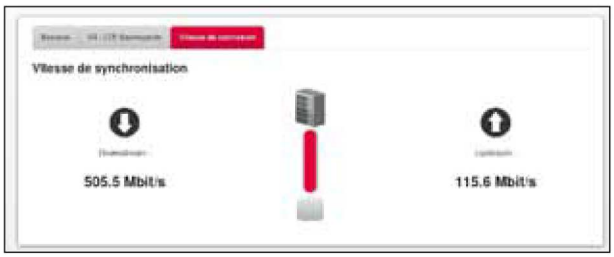
La courbe de réponse en transmission sur l'analyseur. Le réglage n'est pas encore terminé, le pic est légèrement en dessous du marqueur 50 MHz.

Le résultat est bon. Le modem ne décroche plus, même en faisant de longues sessions de FT-8. Le prix à payer est une basse du débit de la connexion VDSL. Sans filtre, le modem mesure 505 Mbps (download) / 115 Mbps (upload), et avec le filtre les débits tombent à 370 / 90 Mbps. En l'occurrence, vu que mon abonnement limite de toute façon le débit utile à 50 / 10 Mbps, il n'y a aucune baisse de performance constatée par les utilisateurs. Même pour des journées complètes de télétravail avec visioconférences, la liaison internet reste largement suffisante.

Connexion à Internet



Mesure de débit VDSL brut, sans filtre notch



Mesure de débit avec stub quart d'onde 50 MHz en parallèle sur la ligne

Chaque installation VDSL est unique. Les longueurs des différents tronçons de câbles, les types de câbles utilisés (parallèle ou torsadé), les impédances ,... sont différents de cas en cas. La technique proposée dans cet article s'adapte probablement à toute bande de fréquence qui pourrait poser problème. A noter que plus la bande de fréquence à protéger est basse, plus le tronçon de câble «stub» sera long. Cette solution ne sera sans doute pas optimale sur 160 m ! Un circuit LC serait ici nettement plus adapté.

Test in situ avant installation définitive. Le câble noir est la ligne téléphonique venant de Swisscom et le stub blanc est branché en parallèle.

Au final voici une solution assez élégante, pour résoudre un problème pratique à un prix imbattable, qui ne nécessite ni énergie, ni software pour fonctionner, donc peu susceptible de tomber en panne. En plus elle peut facilement être adaptée en fonction de la bande de fréquence qui pose problème dans une configuration donnée. C'est l'idéal, non ? ■