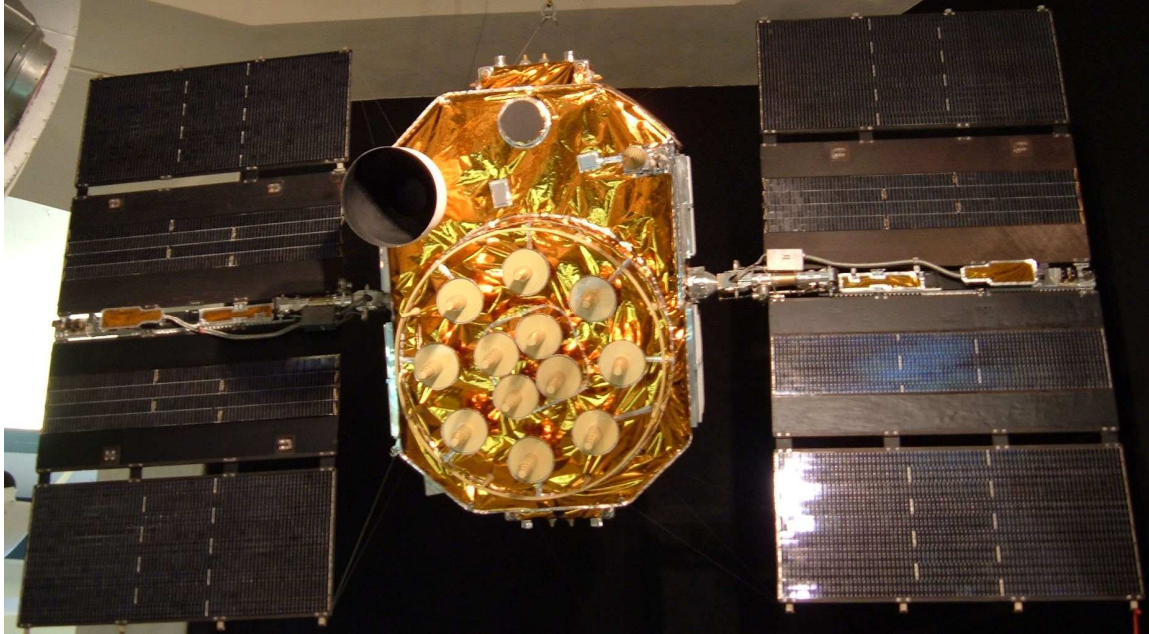


# MESURE D' ECART DE FREQUENCE à FAIBLE DELTA F.

autre titre possible: pourquoi faire simple, alors que l'on peut faire compliqué

ou comment utiliser 100 000 Euro de matériel au lieu de 5 Euro pour un mélangeur

**(méthode span 0 sans arches)**



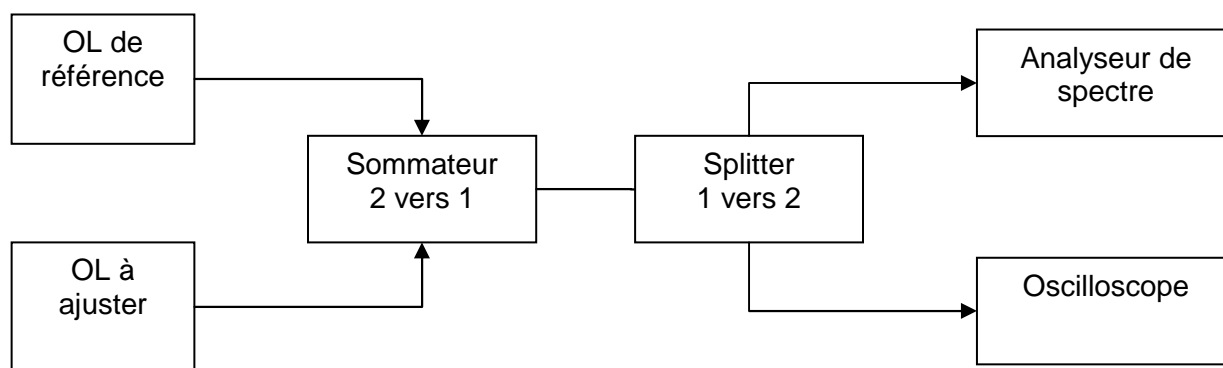
*(vue d'un satellite GPS)*

Ce document a pour but de montrer qu'il est possible avec des moyens relativement modestes de mesurer, contrôler, l'écart entre 2 signaux. Il s'applique particulièrement pour des signaux de référence 10MHz, 5MHz, habituellement utilisés dans les générateurs RF, analyseurs de spectre et autres appareils de mesure.

#### Appareils requis :

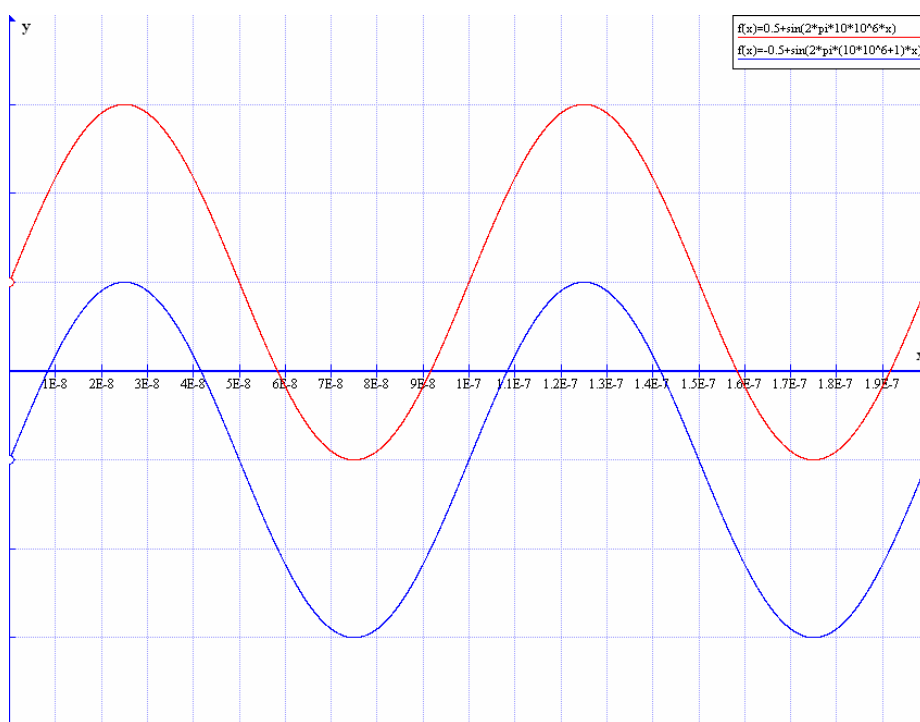
- oscilloscope 2 voies,
- analyseur de spectre synthétisé,
- source 10MHz GPS-DO,
- sommateur 2 entrées / 1 sortie,
- splitter 1 entrées / 2 sorties,
- quelques câbles coaxiaux BNC et adaptateurs divers.

#### Synoptique du banc de mesure à mettre en œuvre :



Au préalable, l'oscilloscope et l'analyseur devront être mis en service suffisamment longtemps avant utilisation (warm up time), et vérifiés en linéarité horizontale (particulièrement l'analyseur).

#### Représentation temporelle des 2 signaux :



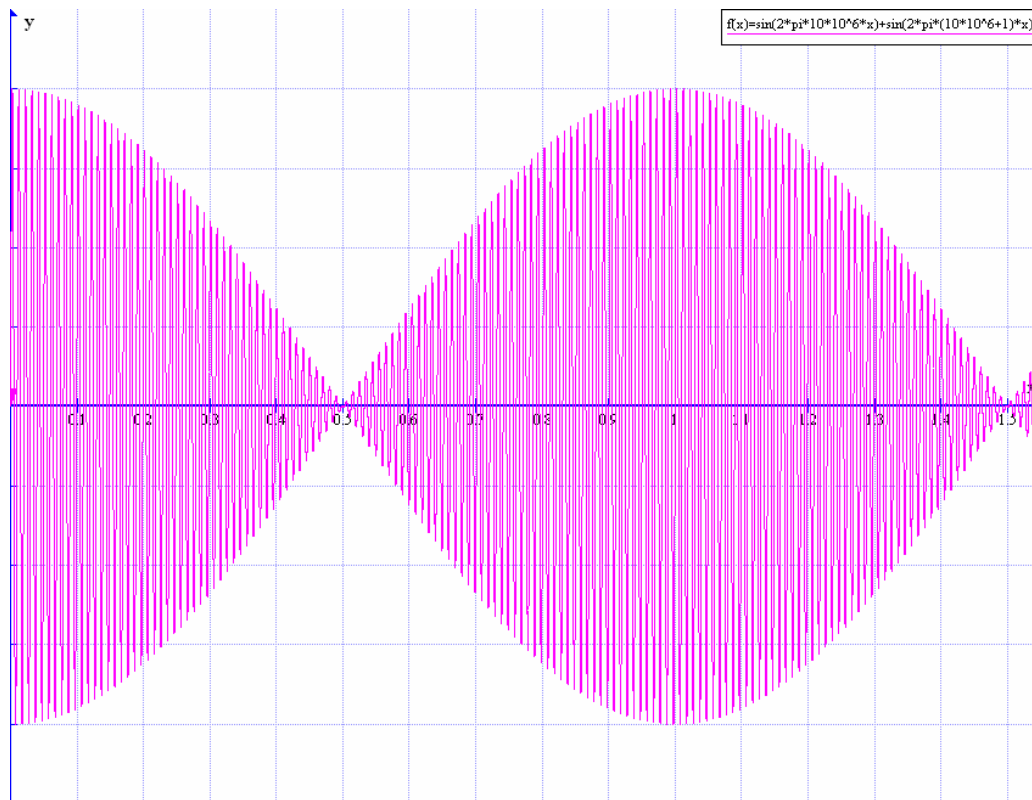
en rouge : F1,  
signal à 10MHz

en bleu : F2,  
signal à 10MHz  
+ 1Hz.

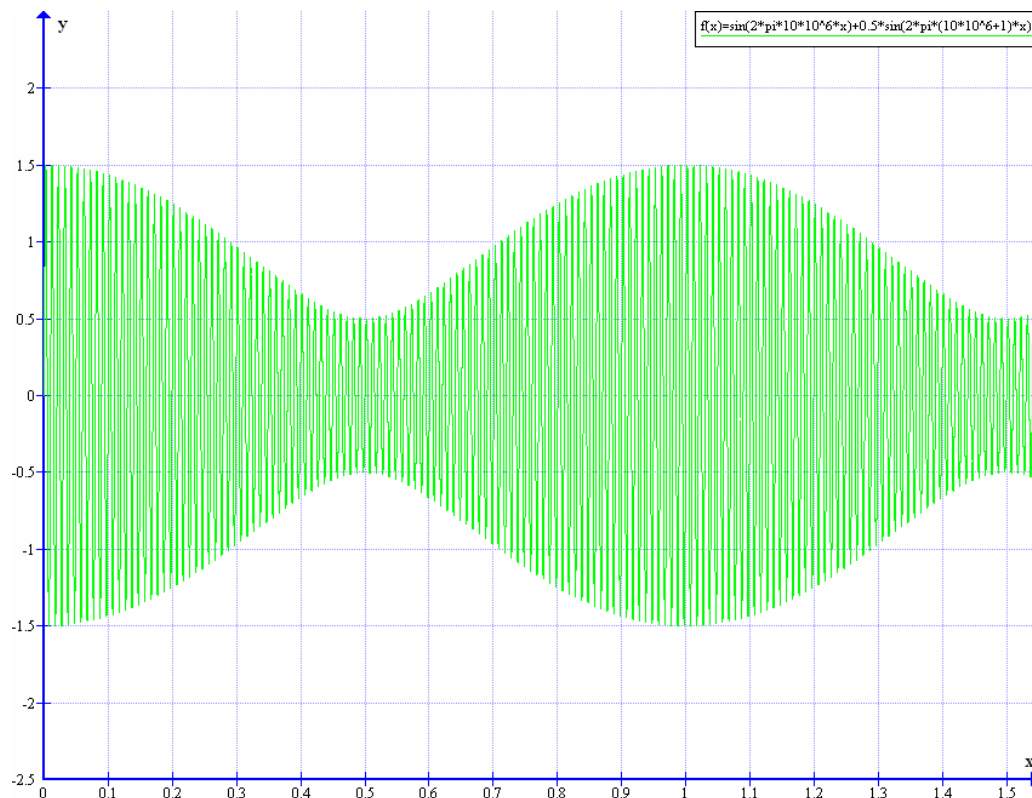
configuration : oscilloscope déclenché sur F1 (référence).

A ce stade, impossible de mesurer **précisément** la fréquence de ces 2 signaux. Par contre, un phénomène intéressant nous indique s'il y a écart de fréquence en positif ou en négatif. En effet, dans cet exemple, la courbe en **bleu** se déplacera très légèrement de la droite vers la gauche (la période  $T_2=1/F_2$  est plus petite que  $T_1=1/F_1$ ).

Représentation temporelle de la somme des 2 signaux :



si les 2 signaux ne sont pas tout à fait égaux en amplitude, l'oscillogramme sera le suivant :



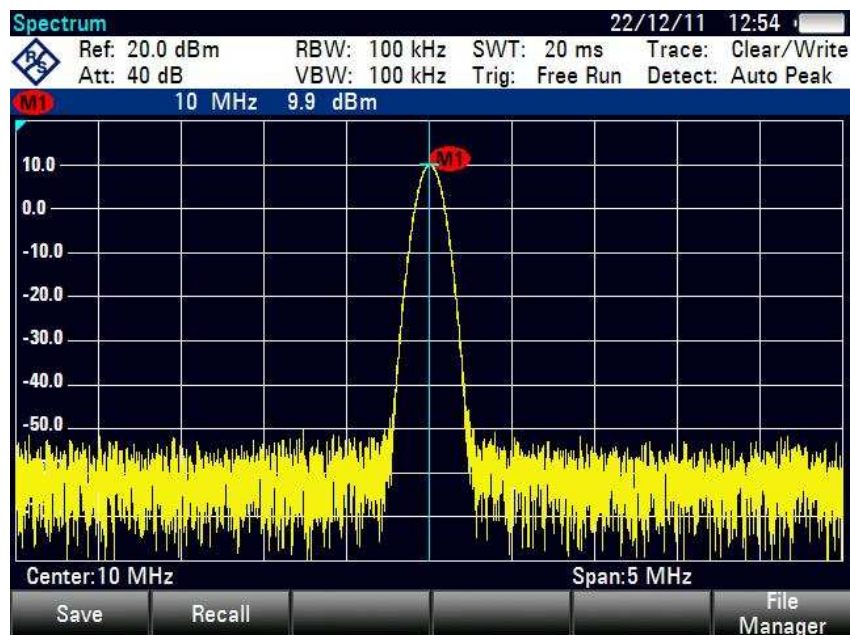
Ces 2 oscillogrammes montrent des similitudes avec la modulation d'amplitude, et c'est justement ce que nous allons exploiter en analyse spectrale, dans un mode de fonctionnement particulier.

### Représentation spectrale de 2 signaux :

configuration:

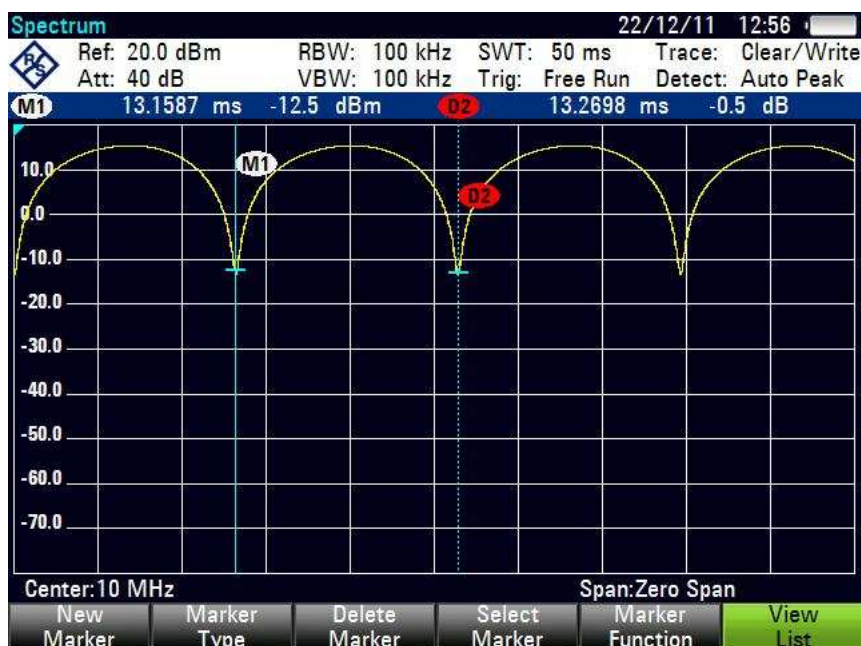
<b>Center freq</b>	10 MHz	<b>RBw, VBw</b>	Auto
<b>Ref level</b>	20dBm	<b>Sweep</b>	Auto
<b>Span</b>	5 MHz	<b>Log ampl</b>	10 dB/div

**info:** les 2 signaux ont chacun un niveau d'environ 10 à 13 dBm.



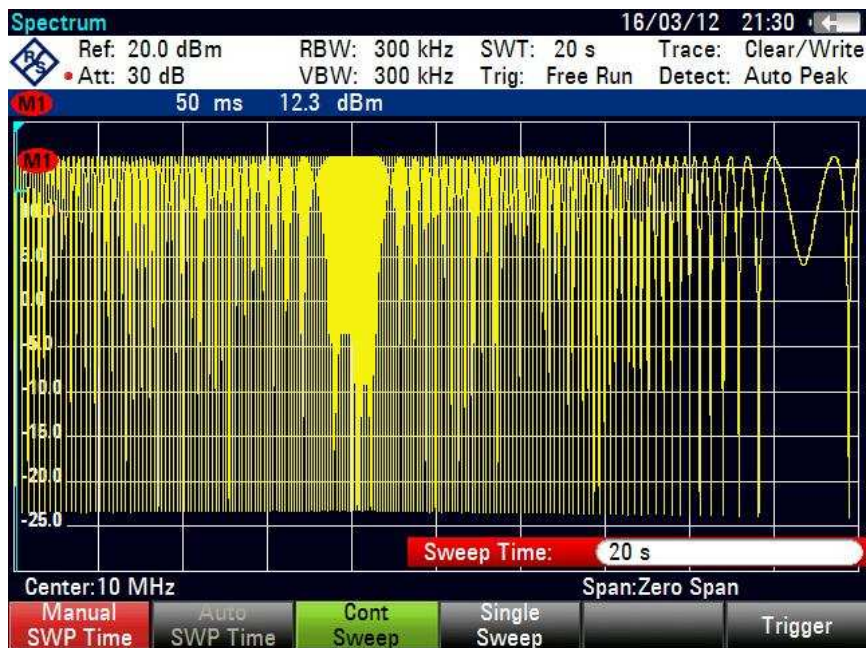
Cette représentation n'apporte rien de particulier, si ce n'est de pouvoir observer une variation de l'amplitude de la raie. Cette variation est très intéressante, et c'est dans le mode span 0Hz que nous pouvons mesurer l'écart de fréquence entre les 2 signaux. Le fait qu'ils ne soient pas identiques en fréquence crée des arches au rythme de cet écart.

### Représentation en span 0Hz de 2 signaux :



Cette courbe a été obtenue juste après le démarrage à froid d'une source 10 MHz rubidium. On en déduit que le delta F est de 75 Hz .

Avec un sweep time de 20s, 1mn après la mise en route :

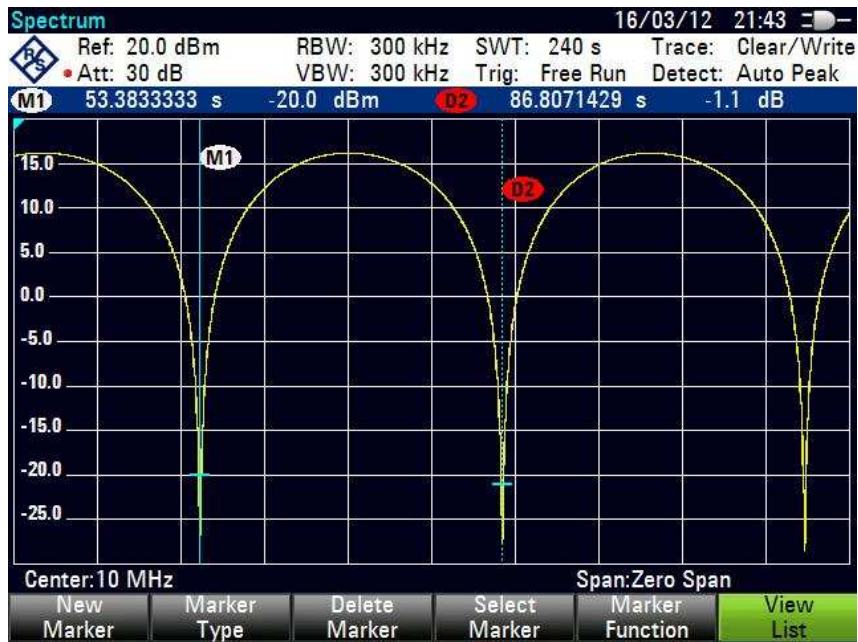


Suivant le type d'oscillateur, le rubidium se verrouille 2 à 3mn après la mise sous tension. On observe une allure particulière qui indique que le verrouillage vient de s'effectuer :





Au bout d'1/4 d'heure, l'écart est de 11,52 mHz (0,01152Hz). Sweep time=240s :



Et au bout d'1 heure, l'écart n'est plus mesurable par cette méthode. Sweep time=600s :



Cette méthode se limite à la capacité de l'analyseur à avoir un span temporel long (ici 600s => 10min). Ceci permet d'apprécier un écart de 1,6mHz.