

Tests sur le bruit de phase généré par la distribution LO en sortie de démodulation

Glenn Cougoulat

LAPP / Annecy

13/03/03



LAPP Chemin de Bellevue - BP 110 74941 Annecy-le-Vieux CEDEX - FRANCE

Tel : (33) (0)4 50 09 16 00 -- Fax : (33) (0)4 50 27 94 95

n° TVA intracommunautaire FR 40180089013/ETP.CNRS

1	Contexte	3
2	Tests	4
2.1	Schématique de mesure.....	4
2.1.1	Comment mesurer le bruit de phase ?.....	4
2.1.2	Banc de test	4
2.2	Référence sans la carte LO.....	5
2.3	Tests sans PP900 : Déphaseur en tension	5
2.4	Tests changements Alimentation +/- 6V.....	6
2.5	Tests modifications des conditions de travail CLC520	6
2.6	Tests sur les résistances de polarisation du CLC520	6
2.7	Tests modification de l'intégrateur boucle de retour	7
2.8	Tests Changement des gains de la boucle de retour	7
2.9	Tests chaîne directe	7
2.10	Tests chaîne directe avec commande stabilisée	7
2.11	Découplage de l'offset	7
2.12	Tests avec filtre passe bas sur la sortie LO	8
2.12.1	Filtre	8
2.12.2	Résultats.....	10

1 CONTEXTE

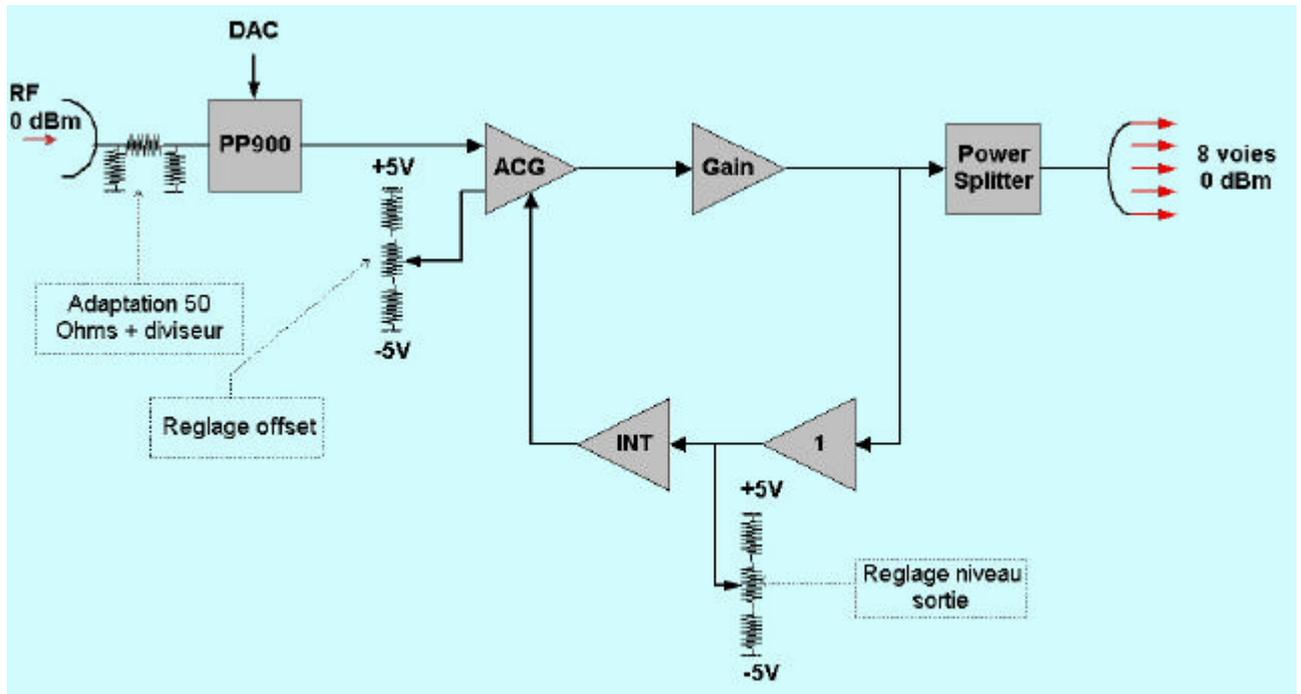


figure 1 : Architecture de la carte LO

Le principe de la carte LO consiste en :

1 Entrée RF 0 dBm @ 6.25 MHz / Sortie RF sur 8 voies 0 dBm @ 6.25 MHz avec une plage de déphasage de 180 ° pilotée en tension. L'asservissement de la tension de sortie s'effectuant par l'intermédiaire d'un amplificateur à contrôle de gain. L'architecture est décrite sur la figure 1.

2 TESTS

Pour effectuer ces tests nous avons utilisé une approche de type CEM, c'est à dire par l'extinction des sources potentiels de bruit afin de connaître l'élément perturbateur. C'est une méthode comparative entre la mesure sans Carte LO et en la rajoutant, le but étant d'annihiler le bruit ramené par cette carte sur la démodulation

2.1 Schématique de mesure

2.1.1 Comment mesurer le bruit de phase ?

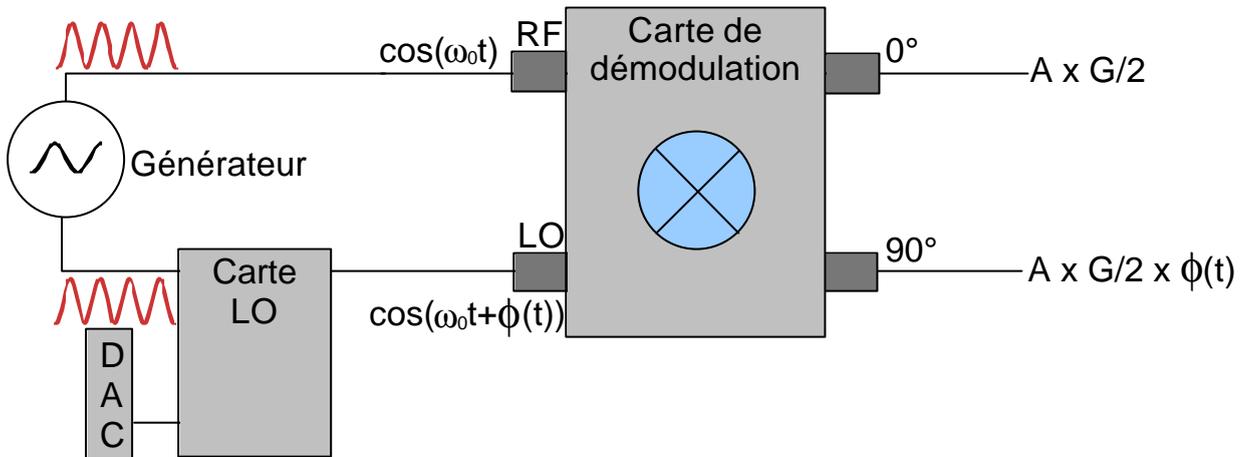


figure 2 : Principe de mesure du bruit de phase

2.1.2 Banc de test

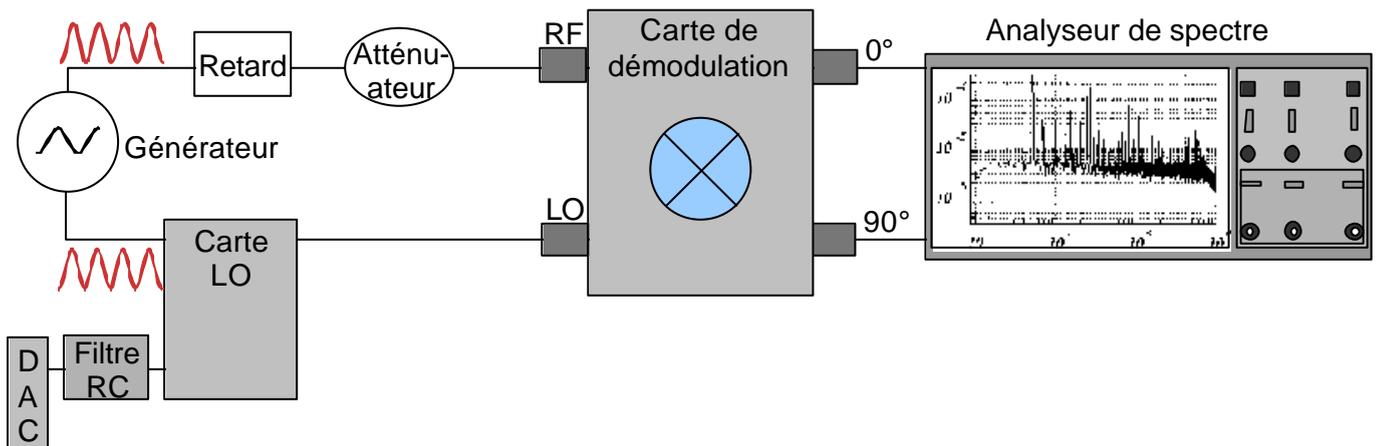


figure 3 : Banc de test électronique de la mesure du bruit de phase

2.2 Référence sans la carte LO

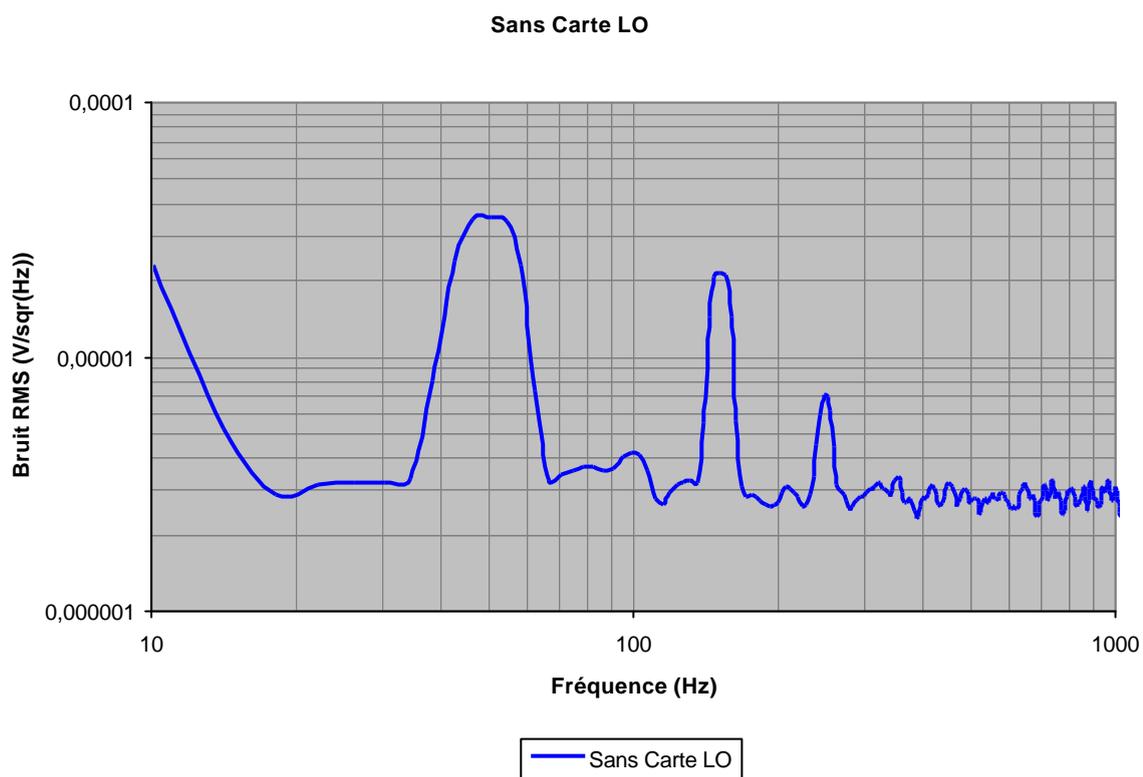


figure 4 : Spectre mesuré du bruit de phase sans carte LO

2.3 Tests sans PP900 : Déphaseur en tension

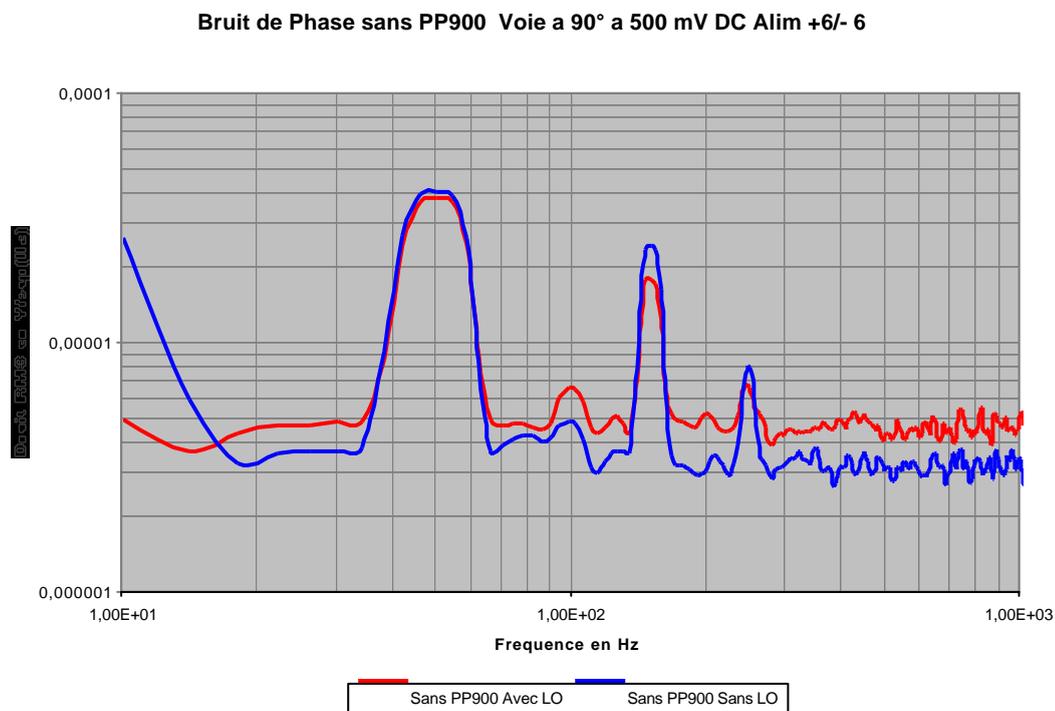


figure 5 : Comparatif des niveaux de bruit de phase sans le déphaseur de la carte LO

Conclusion : D'après la figure 5 le Déphaseur n'est pas l'élément qui introduit le bruit de phase.

2.4 Tests changements Alimentation +/- 6V

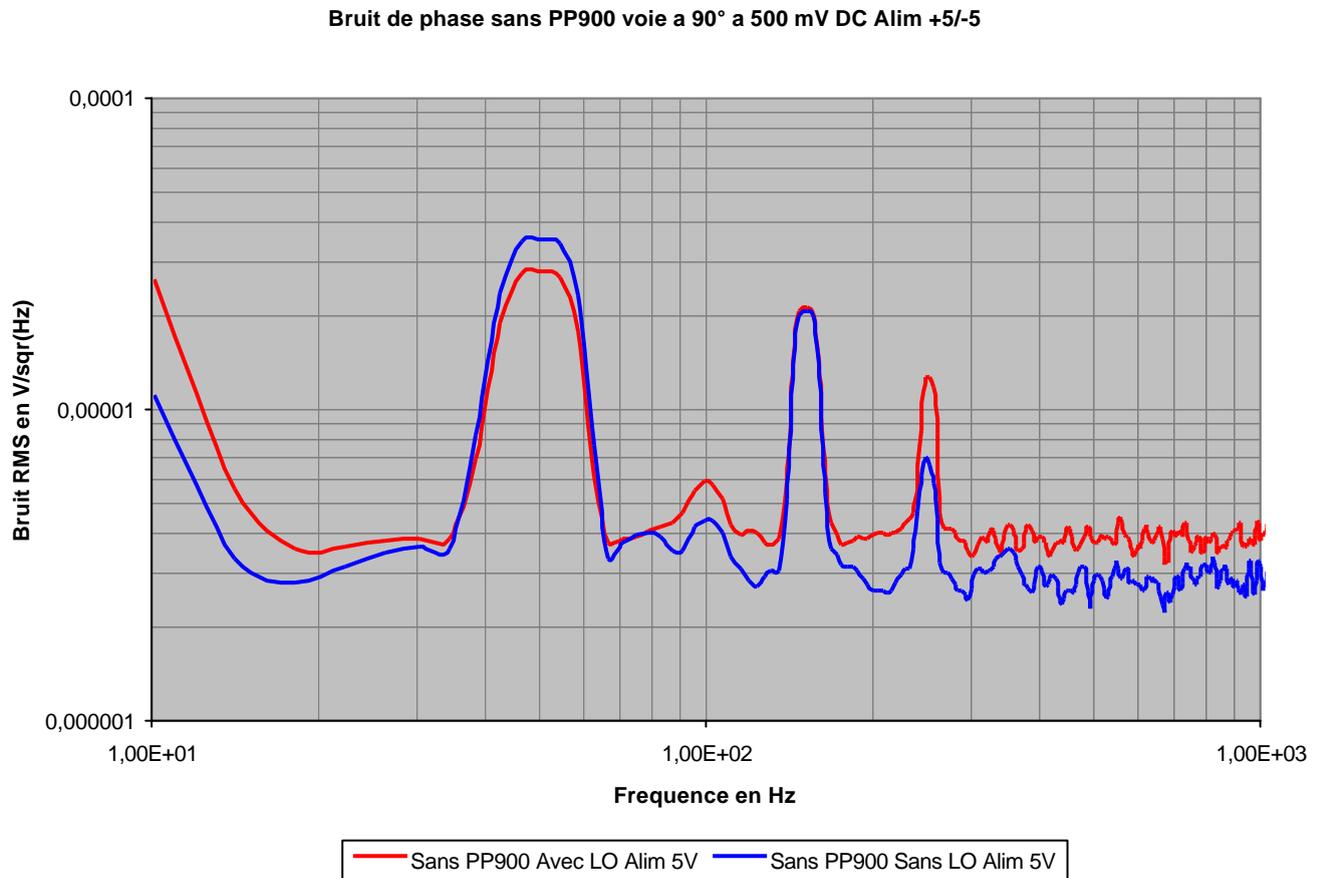


figure 6 : Comparatif des niveaux de bruit de phase avec une alimentation de la carte LO +/- 5V

Conclusion : D'après la figure 6, les tensions d'alimentations non naturelles +/- 6V que l'on utilise pour avoir le maximum de dynamique n'influent pas sur le bruit de phase en sortie de la carte de démodulation.

2.5 Tests modifications des conditions de travail CLC520

Ce test consiste à changer les conditions de fonctionnement du CLC520 par le changement des gains de l'amplificateur de chaîne directe derrière (AD811) afin de soulager l'amplificateur ou de le faire plus travailler. Si n cherche à soulager le CLC520 par un gain 10 de l'AD811 soit un gain de 1.5 linéaire pour le CLC520 le bruit de phase monte nettement, le constat est le même si on augmente le gain du CLC520 jusqu'à 8. La plage « idéale » reste un gain moyen de 5 i.e. un gain de +7 dB pour l'amplificateur derrière.

2.6 Tests sur les résistances de polarisation du CLC520

Nous utilisons en typique les résistances de polarisation R_g (178 Ω) et R_f (1k Ω) du CLC520 (cf. datasheet national). Ces résistances ont une influence sur le gain maximum que l'on peut obtenir sur l'amplificateur à contrôle de gain et sur le bruit en amplitude. Les différents tests ont balayé les couples de valeurs R_g et R_f correspondant au gain désiré. R_g : 35 Ω \rightarrow 1k Ω et R_f : 200 Ω \rightarrow

10k Ω . Tous les changements de ces valeurs ont soit eut aucune influence soit dégradé très fortement le bruit en sortie de la carte de démodulation.

Conclusion : Les résistances de polarisation utilisés en typique n'ont pas d'influence sur le bruit de phase.

2.7 Tests modification de l'intégrateur boucle de retour

Le système d'asservissement est basé sur des variations lentes du niveau de sortie, pour cela nous utilisons une capacité d'intégration très grande ($C = 470 \mu\text{F}$). Afin de savoir si le jit de phase provenait de cette constante de temps, nous avons changé la capacité par une condensateur de $1 \mu\text{F}$.

Conclusion : Aucun changement notable.

2.8 Tests Changement des gains de la boucle de retour

L'intégrateur de sortie étant suivi par un amplificateur basse fréquence (LT1028) qui adapte la tension de commande du CLC520, nous avons changé les gains de celui ci.

Les différents gains de cet amplificateur ne changent pas le niveau de bruit de phase en sortie.

Conclusion : Ce n'est pas l'amplificateur de la boucle de retour.

2.9 Tests chaîne directe

Ce test consiste à ouvrir la boucle d'asservissement et de contrôler le gain de l'amplificateur à contrôle de gain par une tension externe (Alimentation de laboratoire). Nous allons pouvoir vérifier si le bruit de phase provient de la structure de la boucle ou bien d'un élément particulier.

Les courbes n'ont pas permis de distinguer de différences sur le bruit de phase, les possibilités restantes sur le « coupable » sont le CLC520, l'AD811 de chaîne directe ou la structure même du routage de la carte. Des tests comportant uniquement un AD811 dans une « boîte » fournissant une LO à 0 dBm montrent que l'AD811 n'apporte pas de bruit de phase en sortie seul.

Conclusion : la boucle de retour n'est pas responsable de l'ajout de bruit de phase en sortie de la carte de démodulation.

2.10 Tests chaîne directe avec commande stabilisée

Idem test précédent mais avec une référence en tension comme commande de l'amplificateur à contrôle de gain.

Conclusion : Même résultats que précédemment.

2.11 Découplage de l'offset

Sur l'amplificateur à contrôle de gain, nous utilisons une commande de l'offset de sortie sur la patte V-. Dans ce test nous utilisons une forte capacité non polarisée ($10\mu\text{F}$) puis nous mettons le réglage à la masse, comme cela nous découplons les possibles perturbations introduites sur le CLC520.

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de changement sur les résultats.

2.12 Tests avec filtre passe bas sur la sortie LO

Nous avons mesuré les niveaux des différentes harmoniques en sortie de la carte LO à -40 dBm. Cependant lors d'un test avec une LO générée par un amplificateur seul et un niveau d'harmonique à -20 dBm, le niveau de bruit de phase a considérablement augmenté. Nous avons donc décidé d'appliquer un filtrage passe-bas avec une pente très forte.

2.12.1 Filtre

Pour faire ce test, j'ai utilisé une synthèse de type Tchebychev pour un filtre passif de fréquence de coupure de 7 MHz et d'ordre 6.

Le filtre est le suivant :

Il est adapté 50 Ohms en entrée et sortie.

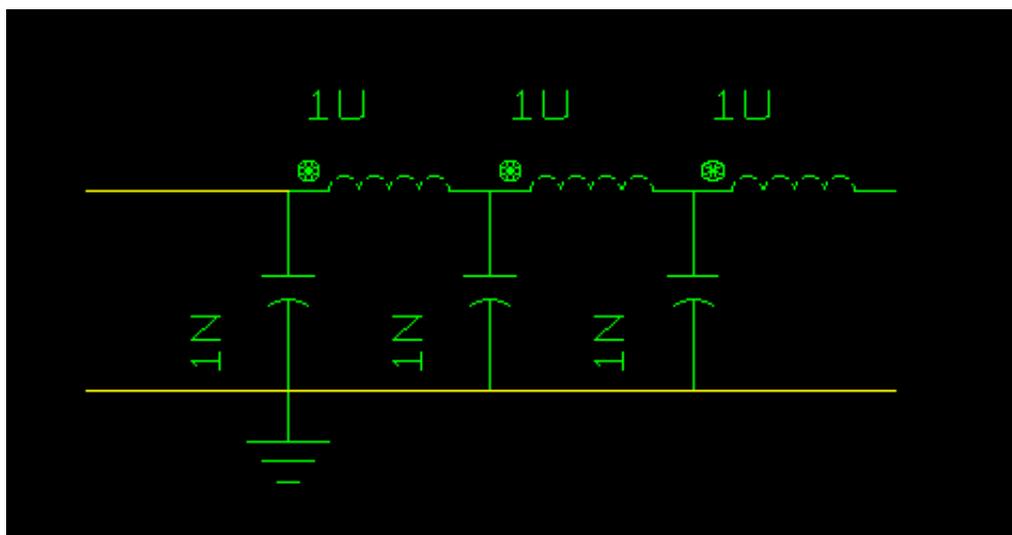
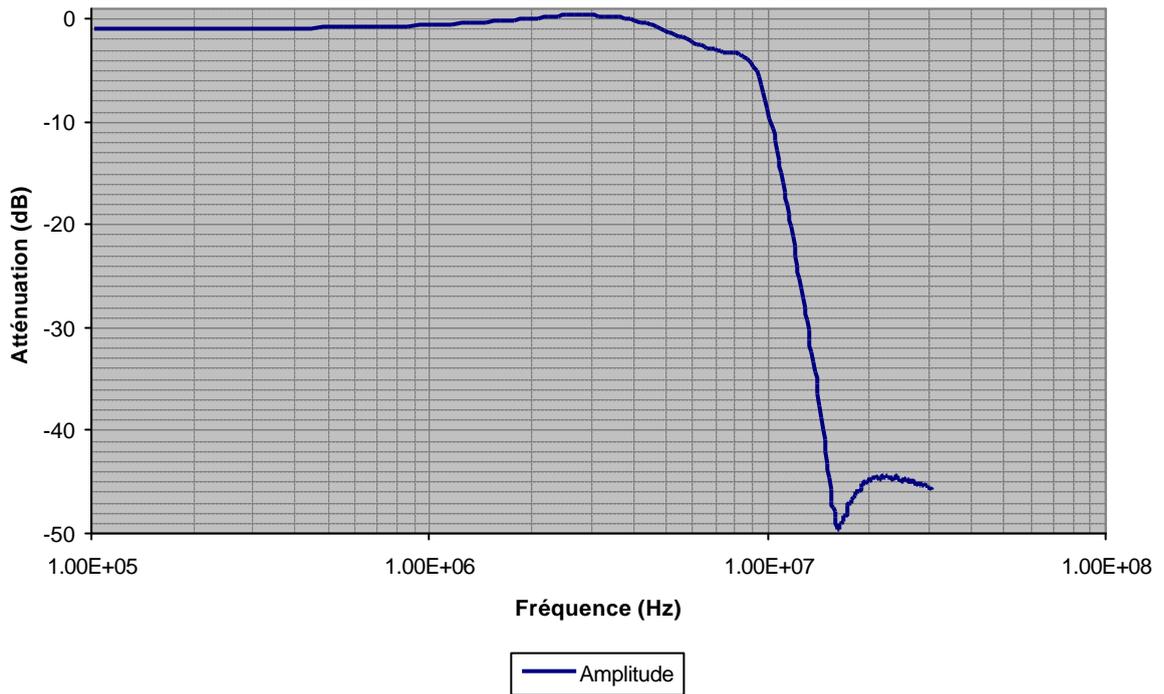


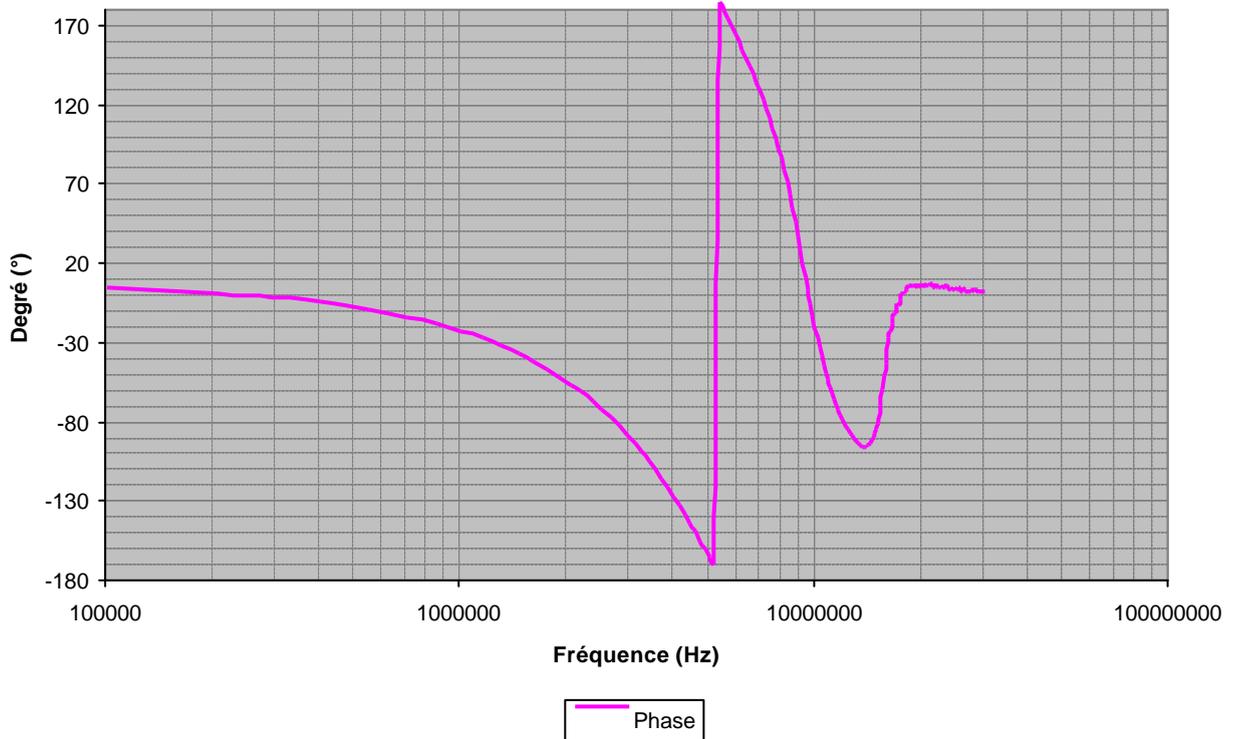
figure 7 : Filtre de Tchebychev ordre 6

Le gabarit obtenu est le suivant :

Filtre ordre 6 Fc = 7 MHz Amplitude



Filtre ordre 6 Fc = 7 MHz Phase



On remarque que l'atténuation à 6.25 MHz est de -2 dB et à 12.5 MHz environ -30 dB, on retombe bien sur l'ordre 6. Il suffit d'adapter le gain de l'AD811 de sortie afin de soulager le CLC520, c'est à dire le monter à au moins un gain linéaire de 3.

2.12.2 Résultats

Grâce à l'ajout de ce filtre en sortie de la carte LO, on remarque qu'il n'y a presque plus de 2Ω résiduel.

On obtient les courbes suivantes :

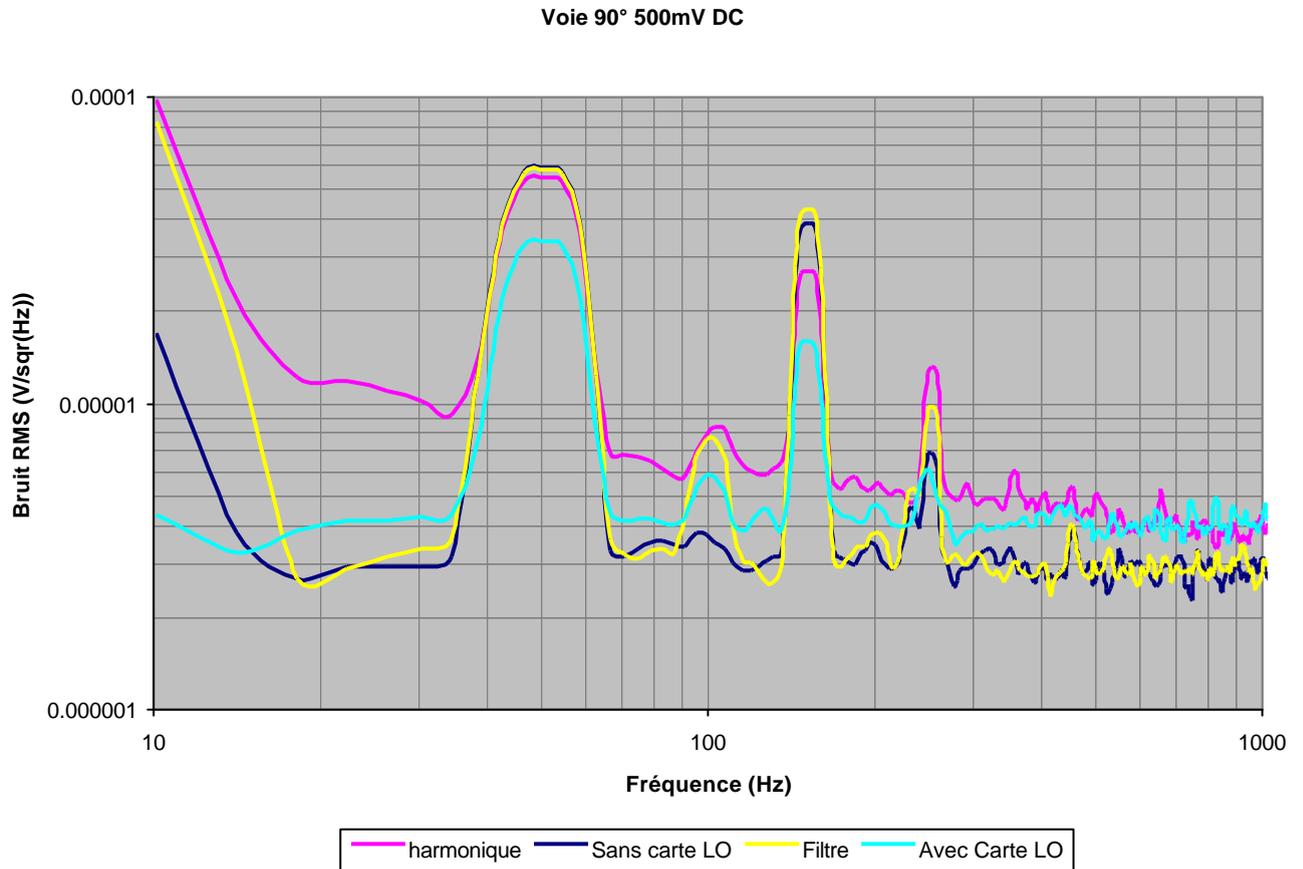


figure 8 : Comparatif des bruits de phase avec le filtre de Tchebychev

La courbe Rose « harmonique » correspond à l'utilisation de la carte LO auquel il ne reste qu'un seul amplificateur (sans l'amplificateur à contrôle de gain, cela le met hors de cause pour l'ajout de bruit de phase).

La courbe bleu foncé « Sans carte LO » correspond à notre référence c'est à dire sans carte LO qui est identique aux précédentes courbes.

La courbe bleu ciel « Avec Carte LO » correspond à la mesure précédente avec la carte LO.

La courbe jaune « Filtre » correspond à l'ajout du filtre de Tchebychev en sortie de la carte LO.

Conclusion : On arrive à éliminer le bruit de phase en sortie de la carte de démodulation. Reste à déterminer d'où provient cette non linéarité de la carte LO.