



HAL
open science

Synthèse optique d'ondes hyperfréquences et millimétriques à très bas bruit de phase : résultats préliminaires

Gwennaël Danion, François Bondu, Goulc'Hen Loas, Ludovic Frein, Cyril Hamel, Anthony Carré, Steve Bouhier, Marc Vallet, Marc Brunel, Antoine Rolland, et al.

► To cite this version:

Gwennaël Danion, François Bondu, Goulc'Hen Loas, Ludovic Frein, Cyril Hamel, et al.. Synthèse optique d'ondes hyperfréquences et millimétriques à très bas bruit de phase : résultats préliminaires. Optique 2015, Jul 2015, Rennes, France. . hal-01491862v1

HAL Id: hal-01491862

<https://hal.science/hal-01491862v1>

Submitted on 10 Nov 2015 (v1), last revised 21 Mar 2017 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SYNTHÈSE OPTIQUE D'ONDES HYPERFRÉQUENCES ET MILLIMÉTRIQUES À TRÈS BAS BRUIT DE PHASE : RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

G. Danion¹, F. Bondu¹, G. Loas¹, L. Frein¹, C. Hamel¹, A. Carré¹, S. Bouhier¹, M. Vallet¹, M. Brunel¹, A. Rolland¹, M. Alouini¹,
Brillet², J.-P. Coulon², F. Cleva², M. Merzougi²,
A. Beck³, G. Ducournau³, J.-F. Lampin³, M. Zakoune³, C. Coinon³, X. Wallart³, E. Peytavit³, A. Tahsin³,
G. Pillet⁴, L. Morvan⁴, G. Baili⁴ et J. Bourderionnet⁴

[1]. Institut de Physique de Rennes, UMR 6251 Université de Rennes 1 – CNRS

[2]. ARTEMIS, Observatoire de la côte d'Azur, UMR 7250 Université de Nice Sophia Antipolis – CNRS

[3]. Institut d'Electronique de Microélectronique et de Nanotechnologie, UMR 8520 Université de Lille 1 – CNRS

[4]. Thales Research and Technology, Palaiseau

Introduction

- Génération optique d'ondes millimétrique et submillimétrique par photomélange
- Accordabilité en fréquence du DC au térahertz par pas d'1,5 GHz
- Densité spectrale de bruit phase à 10 kHz de la porteuse d'une onde à 9 GHz limité par l'appareil de mesure
- bancs transportables (banc laser, banc de stabilisation, électronique)

Cavité ULE, stabilisation des fréquences laser et des puissances, laser biaxe bi-fréquences, photodiode UTC

- Applications potentielles :
- spectroscopie haute résolution
 - système radar
 - télécommunication
 - radio astronomie millimétrique

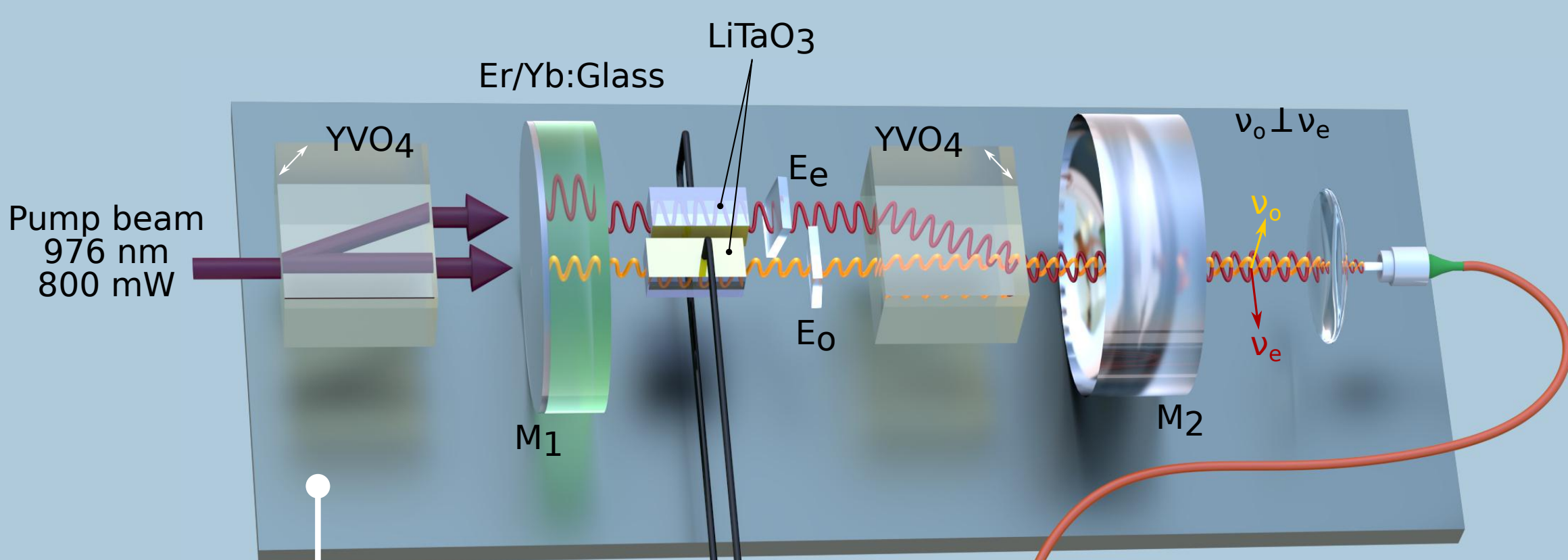
Principe

Transférer la stabilité dimensionnelle de la cavité sur la stabilité du battement

$$\delta\nu_1 = \frac{\delta L_{\text{cavité}}}{L_{\text{cavité}}} \nu_1$$

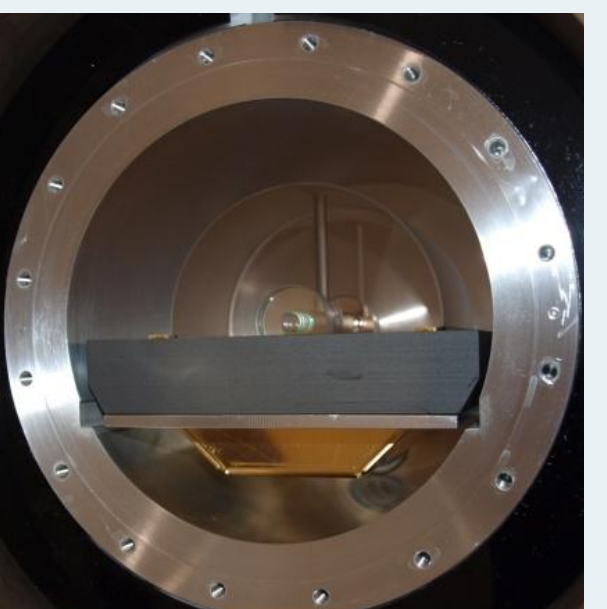
$$\delta\nu_2 = \frac{\delta L_{\text{cavité}}}{L_{\text{cavité}}} \nu_2$$

$$\delta(\nu_1 - \nu_2) = (\nu_1 - \nu_2) \frac{\delta L_{\text{cavité}}}{L_{\text{cavité}}}$$



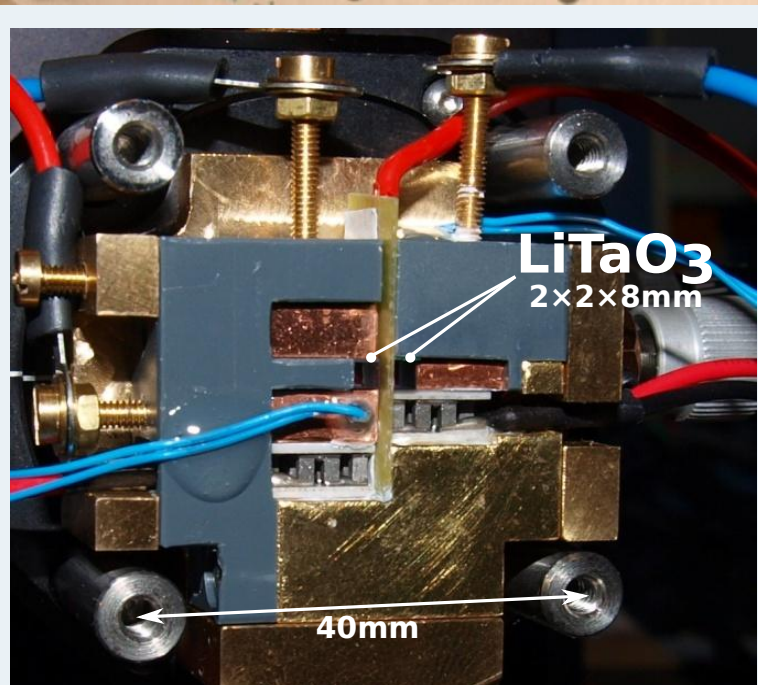
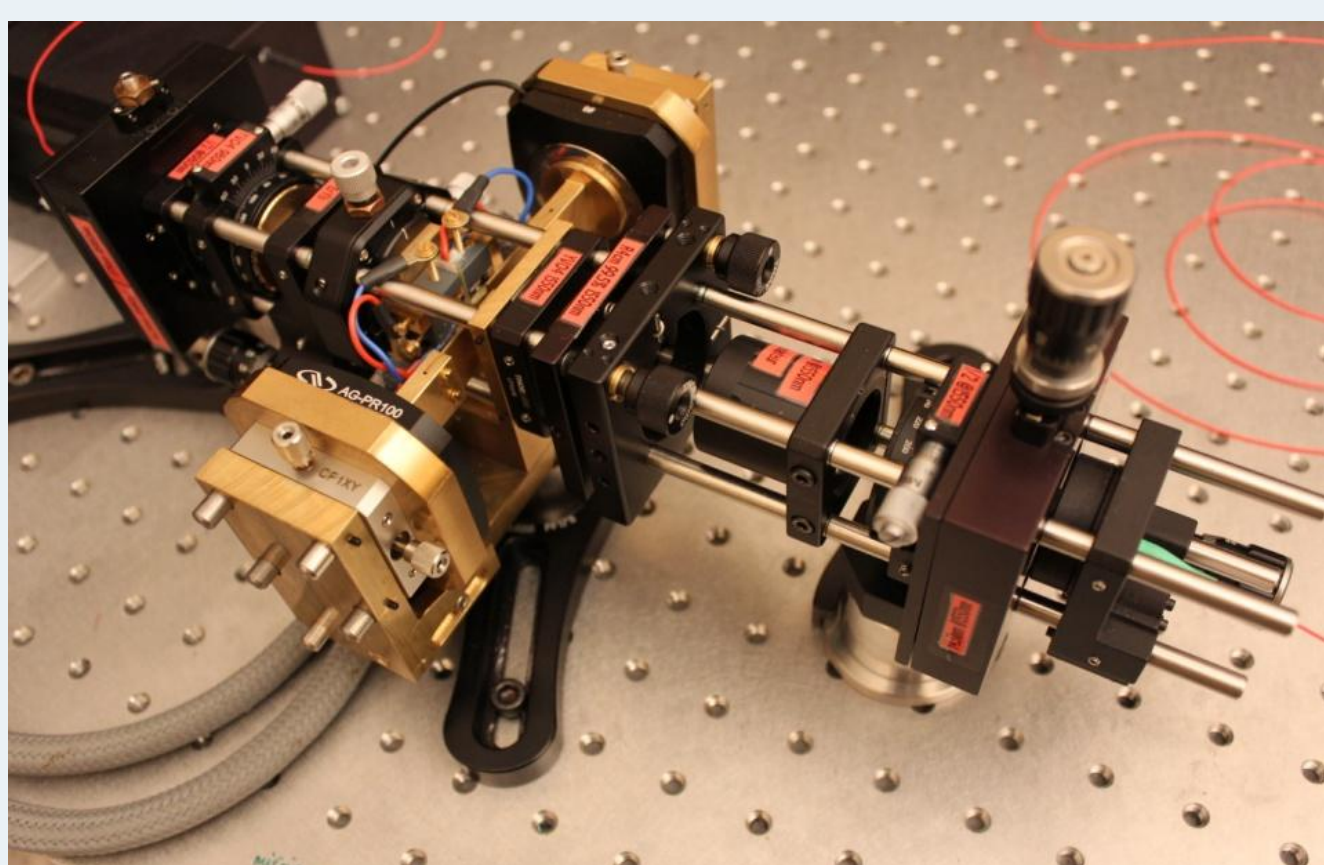
Cavité ULE

- Faible expansion : coefficient d'expansion quelques ppb à température ambiante
- sous vide : isolations thermique et acoustique (10⁻⁸ mbar)
- Bruits sismique et d'accélération réduits à des niveaux négligeables



L = 10 cm
ISL = 1,5 GHz
F = 100 000

Laser biaxe bi-fréquence



P_{out} = 6 mW par axe
λ = 1550 nm
5 MHz par min de dérive sans asservissement
Largeur de raie de 800 Hz

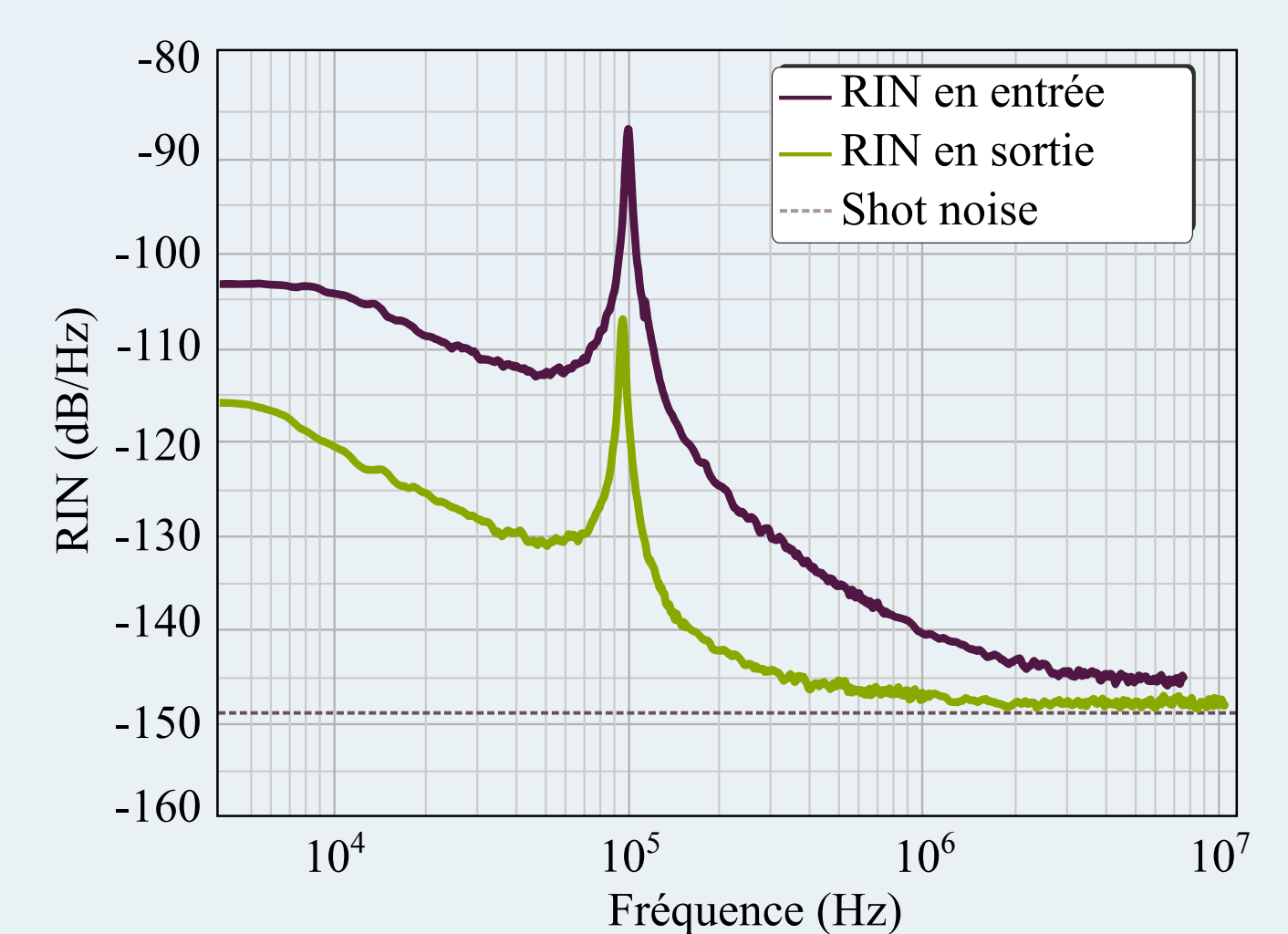
→ Accordabilité par pas d'1,7 GHz (ISL)

→ Continue avec deux cristaux de LiTaO₃ par effet électro-optique (1,1 MHz/V) et thermo-optique (600 MHz/°C)

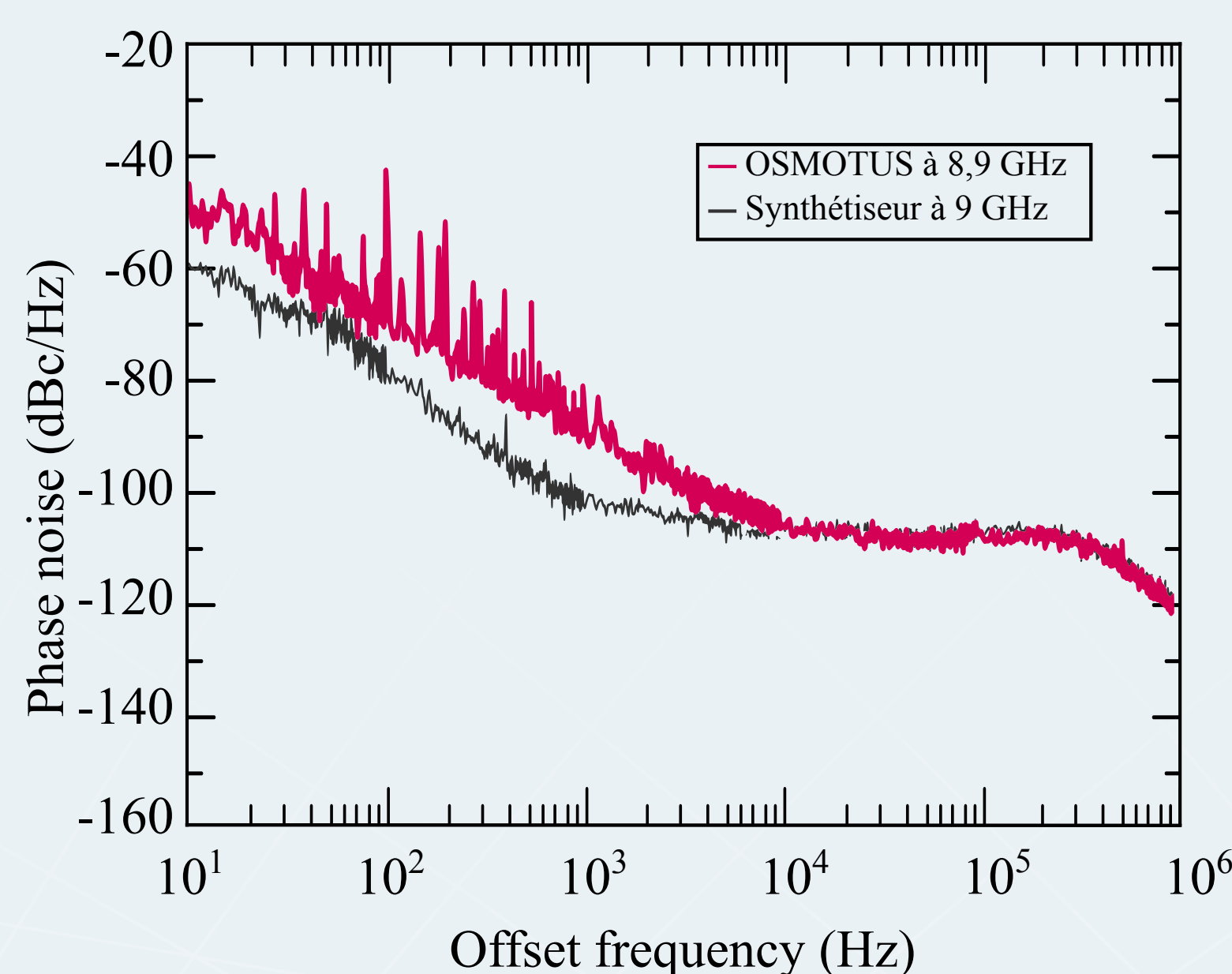
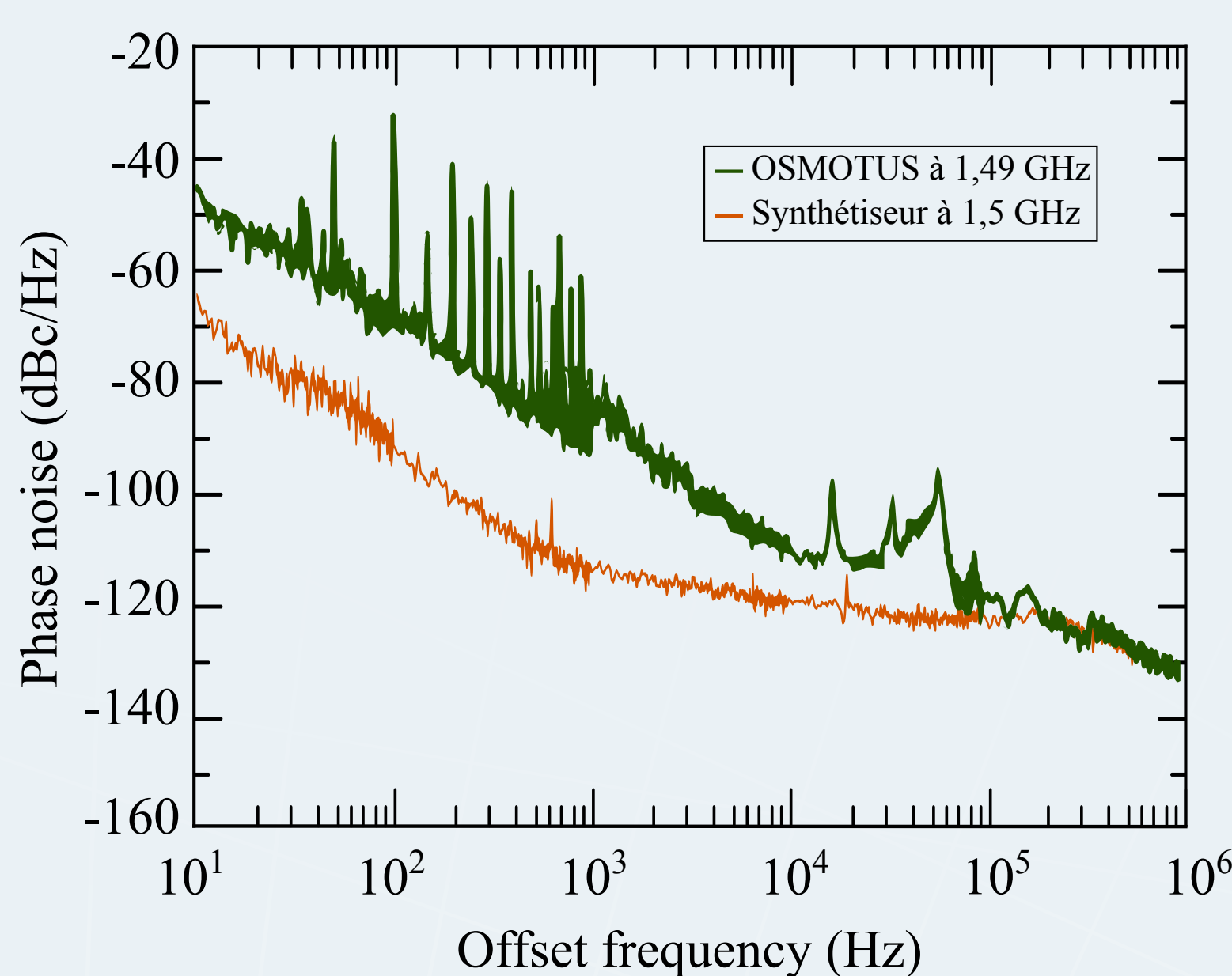
→ Accordabilité continue et indépendante entre les 2 axes sur 1 THz

Système amplificateur

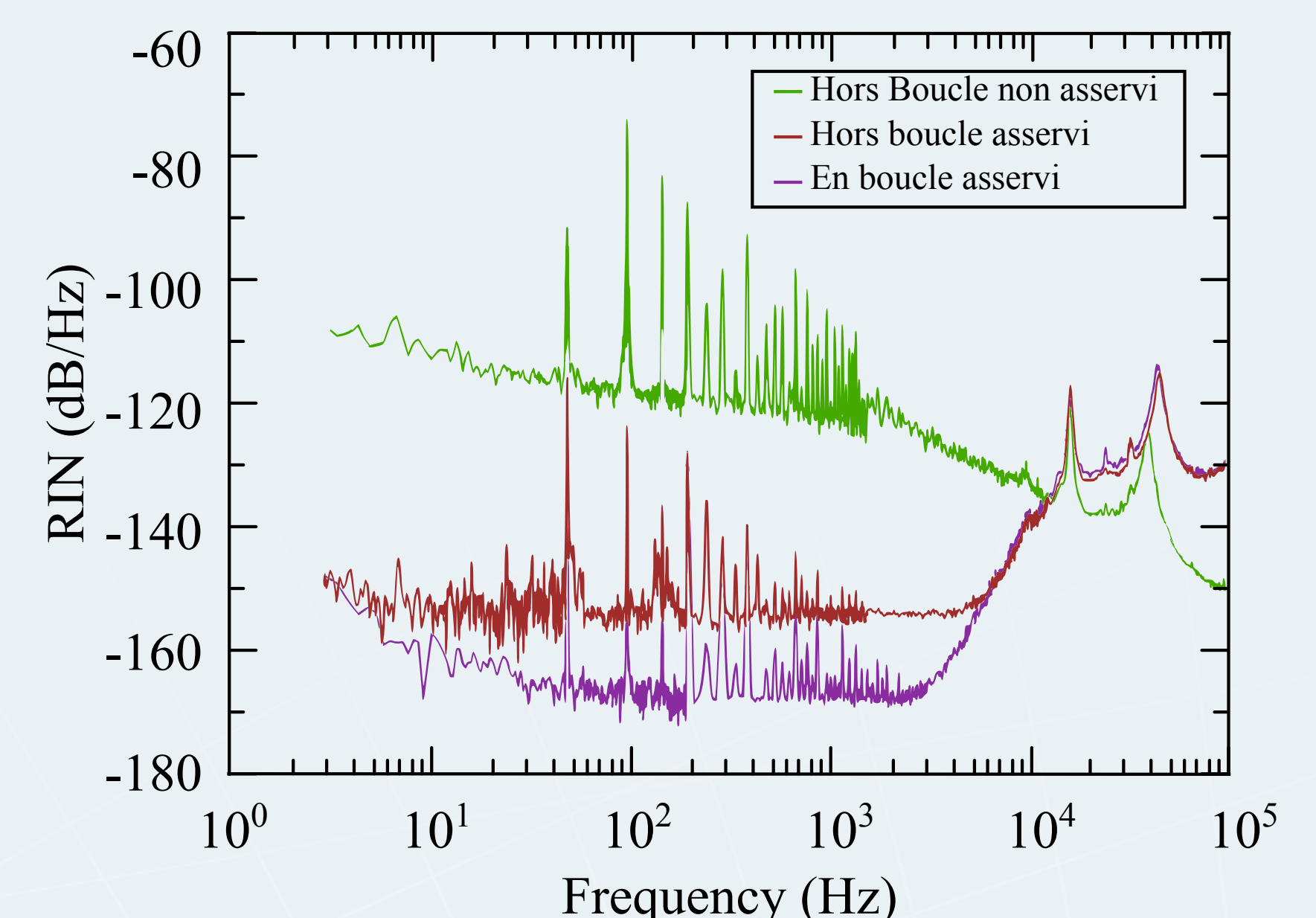
- 70 mW par axe de polarisation
- Actionneur pour une stabilisation de puissance
- Réduction passive du RIN (20 dB sur les oscillations de relaxation)



Performances en bruit de phase



Performances en RIN



Conclusion

- Bruit de phase de -110 dBc/Hz à 10 kHz d'une porteuse à 9 GHz, meilleur qu'un synthétiseur électronique commercial
- RIN de -150 dB/Hz sur 2 kHz
- Pas de dégradation du bruit de phase lorsque la fréquence de la porteuse augmente
- Bruit limité par une modulation résiduelle. Des modifications sont en cours.
- Deux dispositifs sont développés qui permettront de réduire le seuil de bruit de mesure
- Bruit de phase attendu -150 dBc/Hz à 10 kHz pour une porteuse allant de 1 GHz à 1 THz.

Références

- G. Danion et al, Optic Express, vol 22, n°15, p.17673-17678, 2014
- G. Danion et al, Optics Express, vol.39, n°14, p.4249-4242, 2014