



**HAL**  
open science

## Design et caractérisation des photorécepteurs à quadrants pour l'AIVT de l'instrument spatial LISA

Sara Bruhier, Jean-Pierre Coulon, Nicoleta Dinu-Jaeger, Dominique Huet, Michel Lintz, Mourad Merzougui, Marco Nardello, Thibaud Friess, Anthony Pouzolles, Imene Thiellement

### ► To cite this version:

Sara Bruhier, Jean-Pierre Coulon, Nicoleta Dinu-Jaeger, Dominique Huet, Michel Lintz, et al.. Design et caractérisation des photorécepteurs à quadrants pour l'AIVT de l'instrument spatial LISA. Optique Nice 2022, Jul 2022, Nice, France. , 2022. hal-03772904

**HAL Id: hal-03772904**

**<https://hal.science/hal-03772904v1>**

Submitted on 8 Sep 2022

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



# Design et caractérisation des photorécepteurs à quadrants pour l'AIVT de l'instrument spatial LISA

S. Bruhier, J-P. Coulon, N. Dinu-Jaeger, D. Huet, M. Lintz, M. Merzougui, M. Nardello  
T. Friess, A. Pouzolles, I. Thiellement  
ARTEMIS, UCA, OCA, CNRS, Observatoire de la Côte d'Azur, 06304 Nice, France

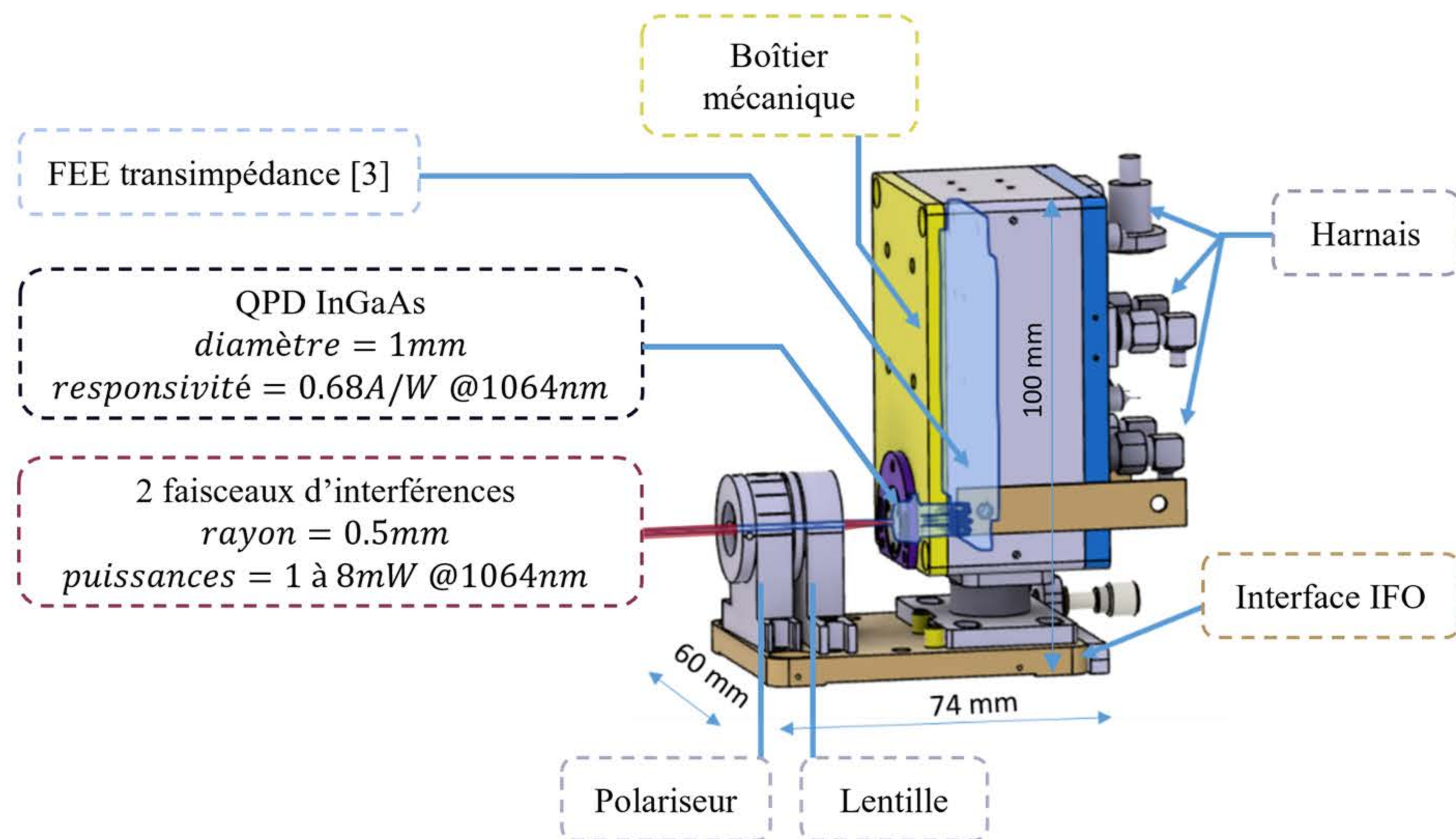
## INTRODUCTION

LISA est une mission internationale de l'Agence Spatiale Européenne dont le lancement est prévu pour 2034. L'instrument LISA [1] effectuera ses observations d'ondes gravitationnelles dans la bande de fréquences [0.1mHz, 1Hz] et il complètera les mesures issues des détecteurs terrestres Virgo et LIGO [2].

Un premier banc d'interférométrie hétérodyne a été conçu sous le nom de démonstrateur interférométrique (IFO). Il représente le premier instrument de haute métrologie de la catégorie des OGSE (Optical Ground Support Equipment), destinés à évaluer les performances de l'instrument LISA pendant les phases d'Assemblage Intégration Validation et Test (AIVT) du cœur de l'instrument LISA. Une première version du banc métallique (MIFO) vérifie les caractéristiques fonctionnelles des sous-systèmes (ex : injecteurs, photorécepteurs, phasemètre). Cette contribution présente la conception, la réalisation et les tests des huit photorécepteurs à quadrants (QPR) installés sur ce premier OGSE, effectués par le laboratoire ARTEMIS.

## DESIGN DU PHOTORECEPTEUR

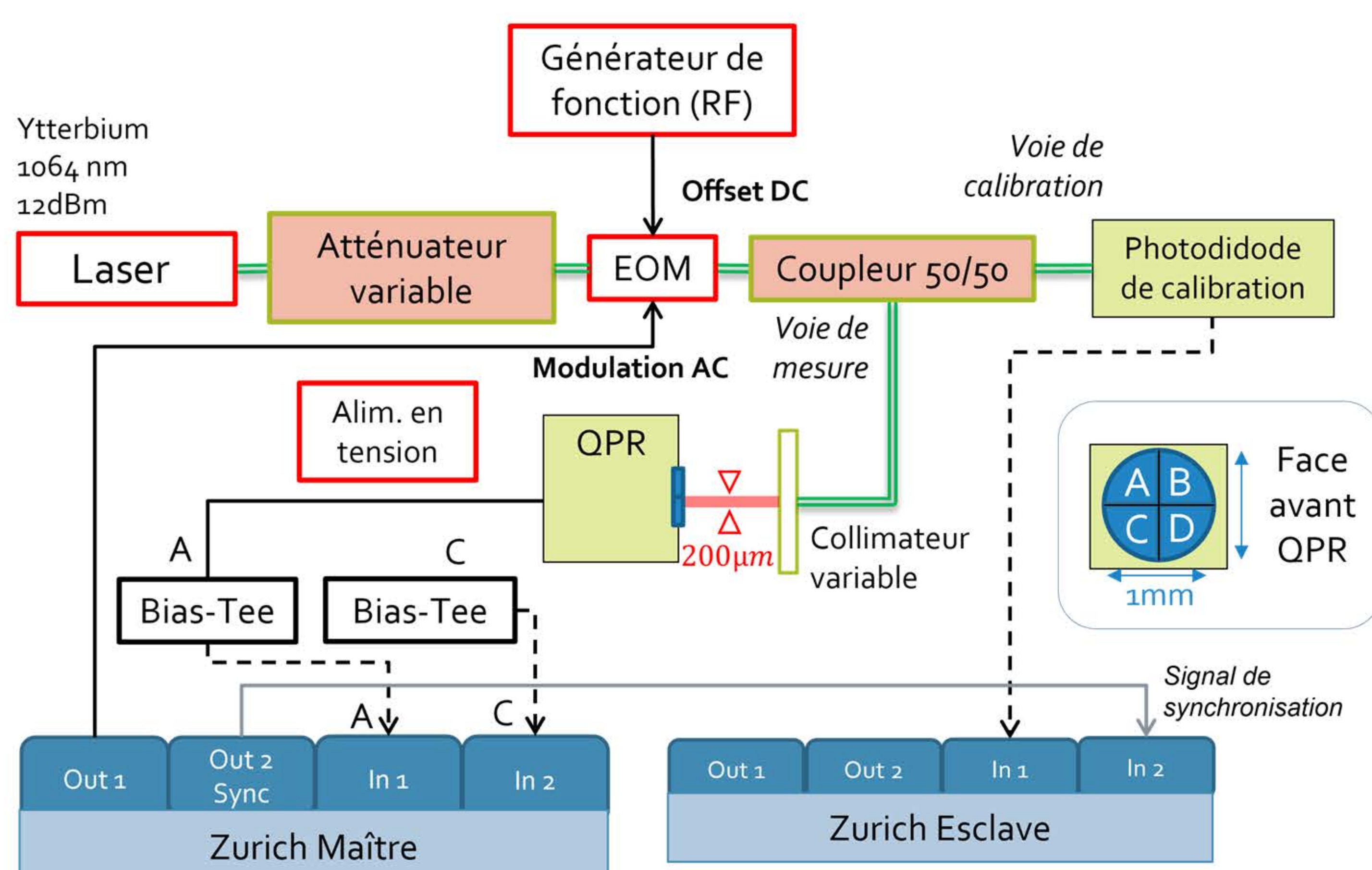
Sur le banc IFO, le QPR est l'un des éléments fondamentaux dans la chaîne de mesure électro-optique. Il permet de transformer le signal optique en signal électrique amplifié. Le signal interférométrique capté par la photodiode à quadrants (QPD) se situe dans la bande fréquentielle des battements hétérodynes LISA de 5 à 25MHz.



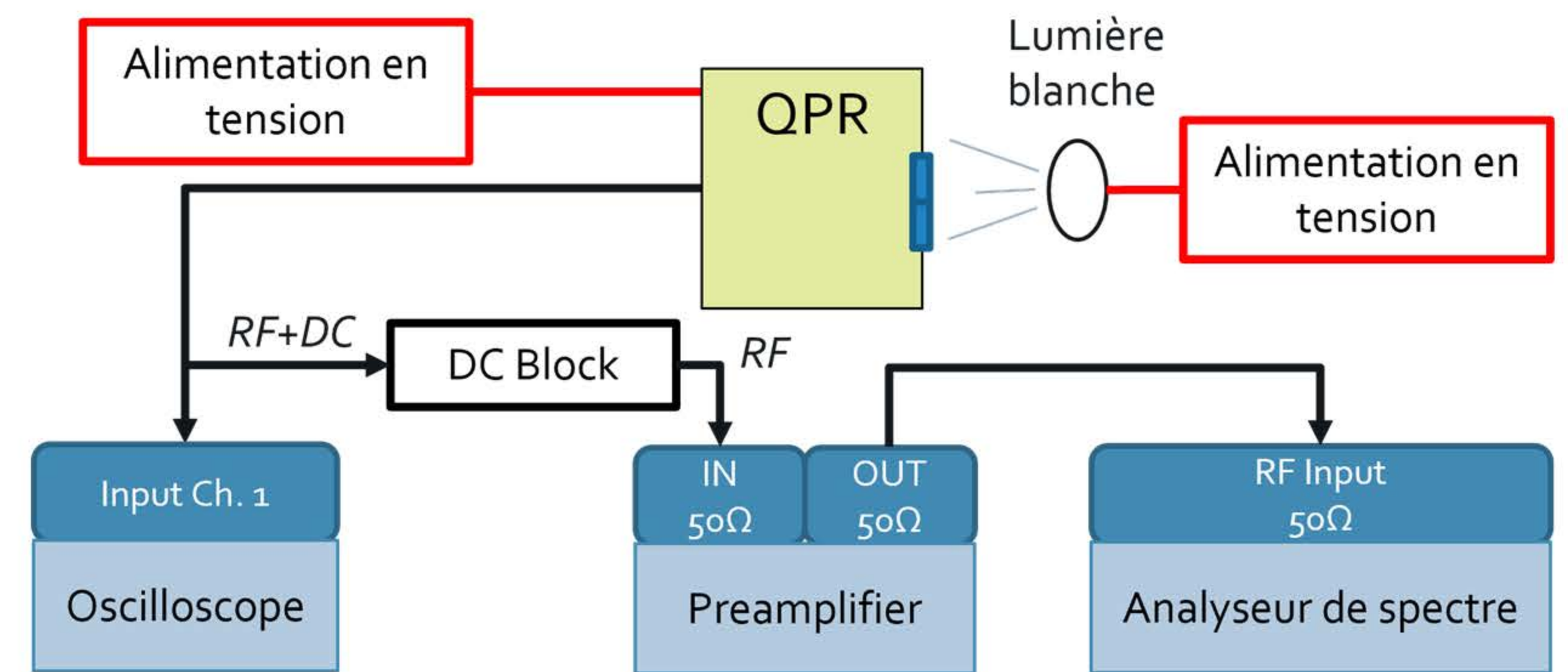
- Dissipation thermique < 25mW/voie
- Alignement QPD // faisceau à ~10μm
- Retard câbles coaxiaux RGD316 < 0.41ps.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>

## BANCS DE CARACTERISATION ELECTRO-OPTIQUE

**Objectif 1 :** Analyse des signaux AC et DC des QPRs en amplitude et phase avec un signal modulé par un modulateur électro-optique (EOM) simulant le signal interférométrique du banc IFO

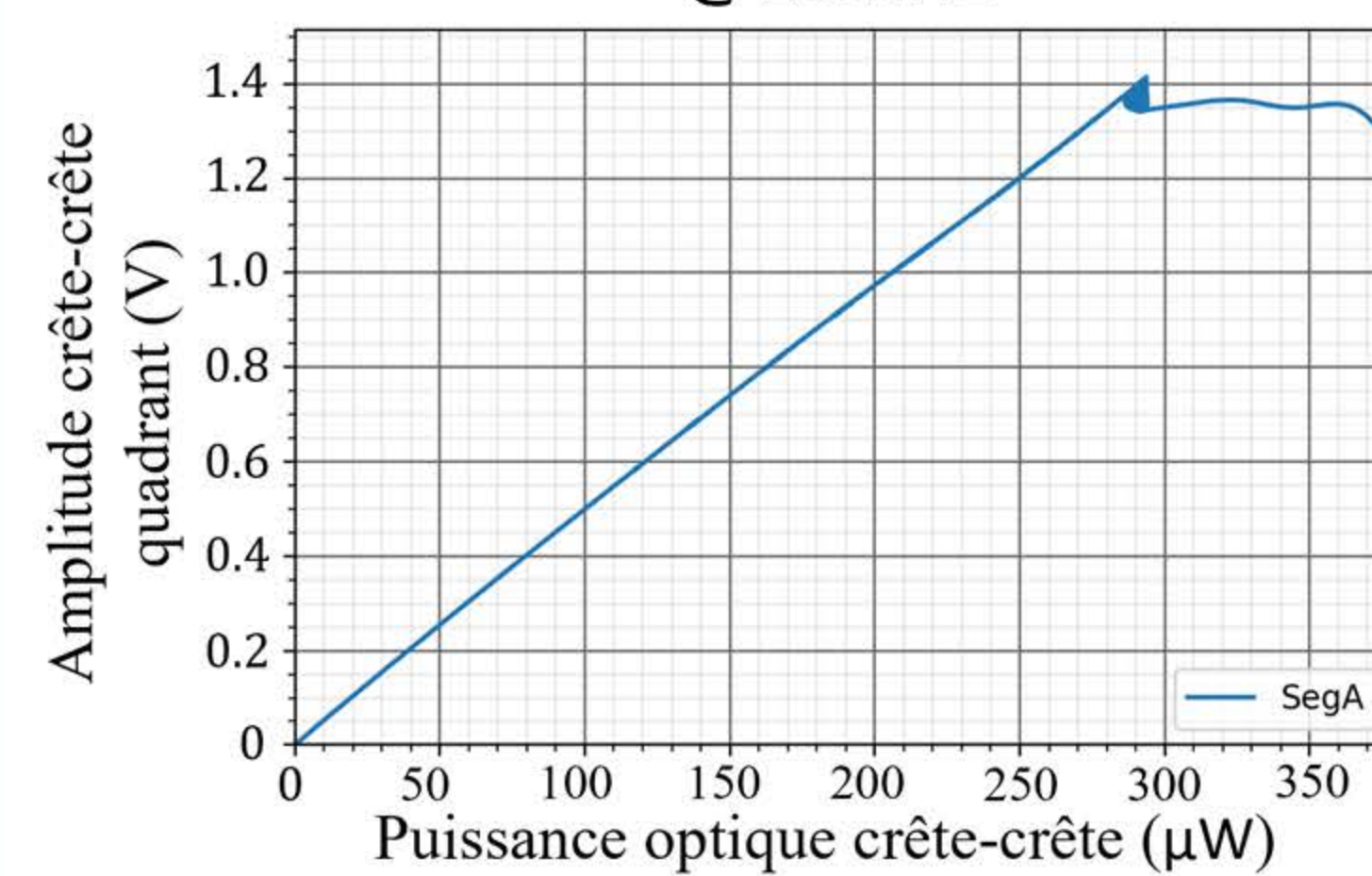


## Objectif 2 : Mesure de bruit en lumière blanche

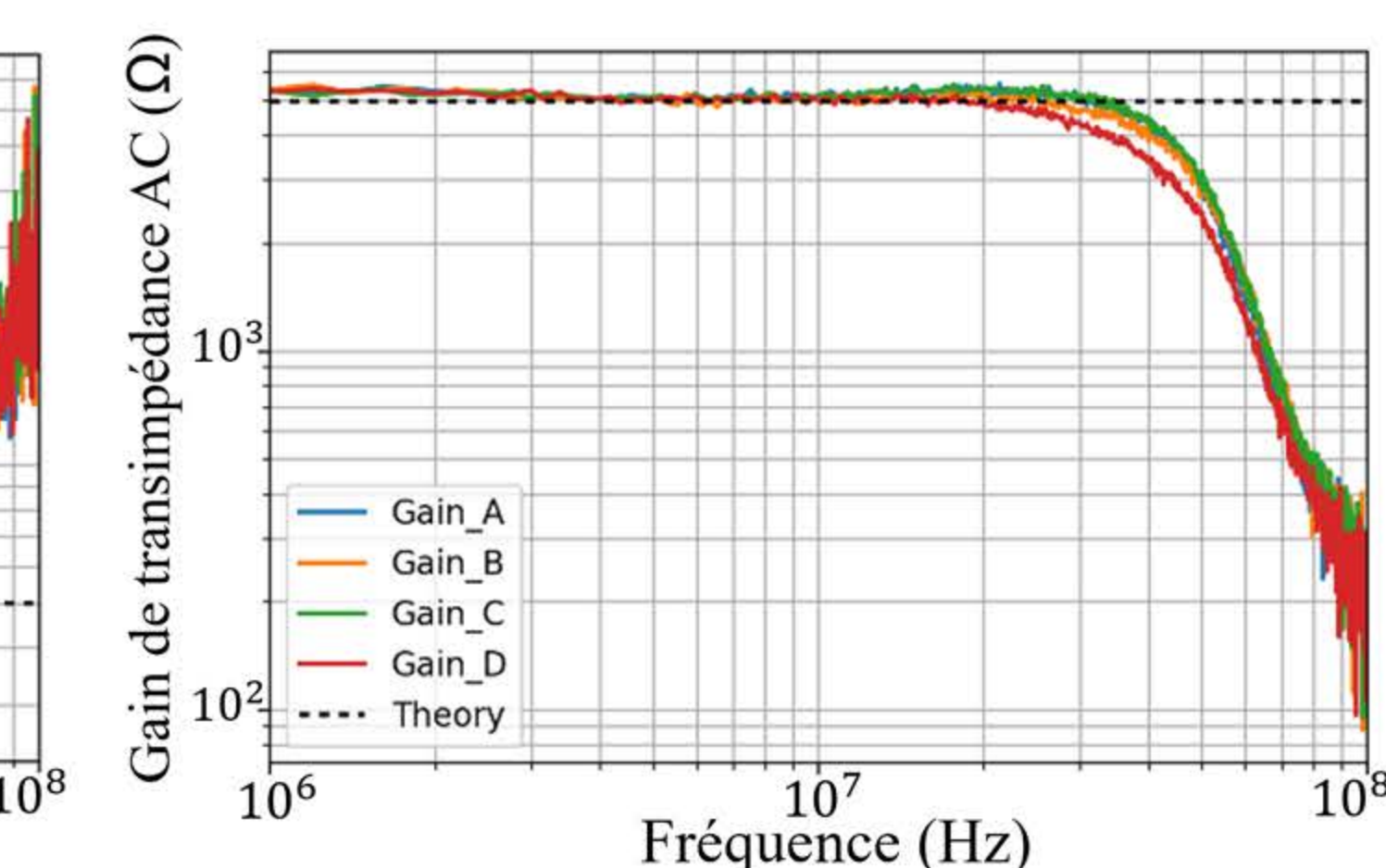
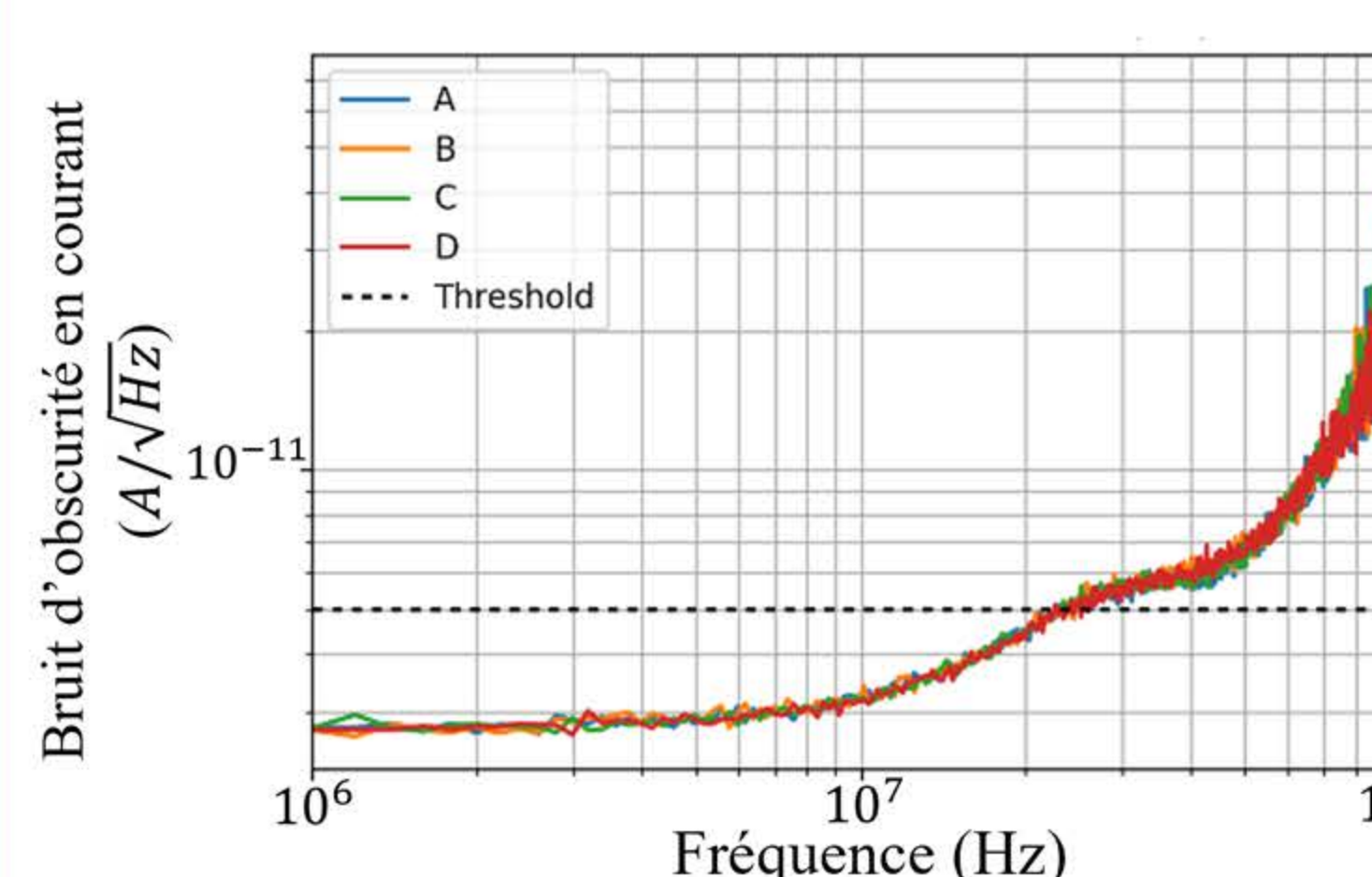
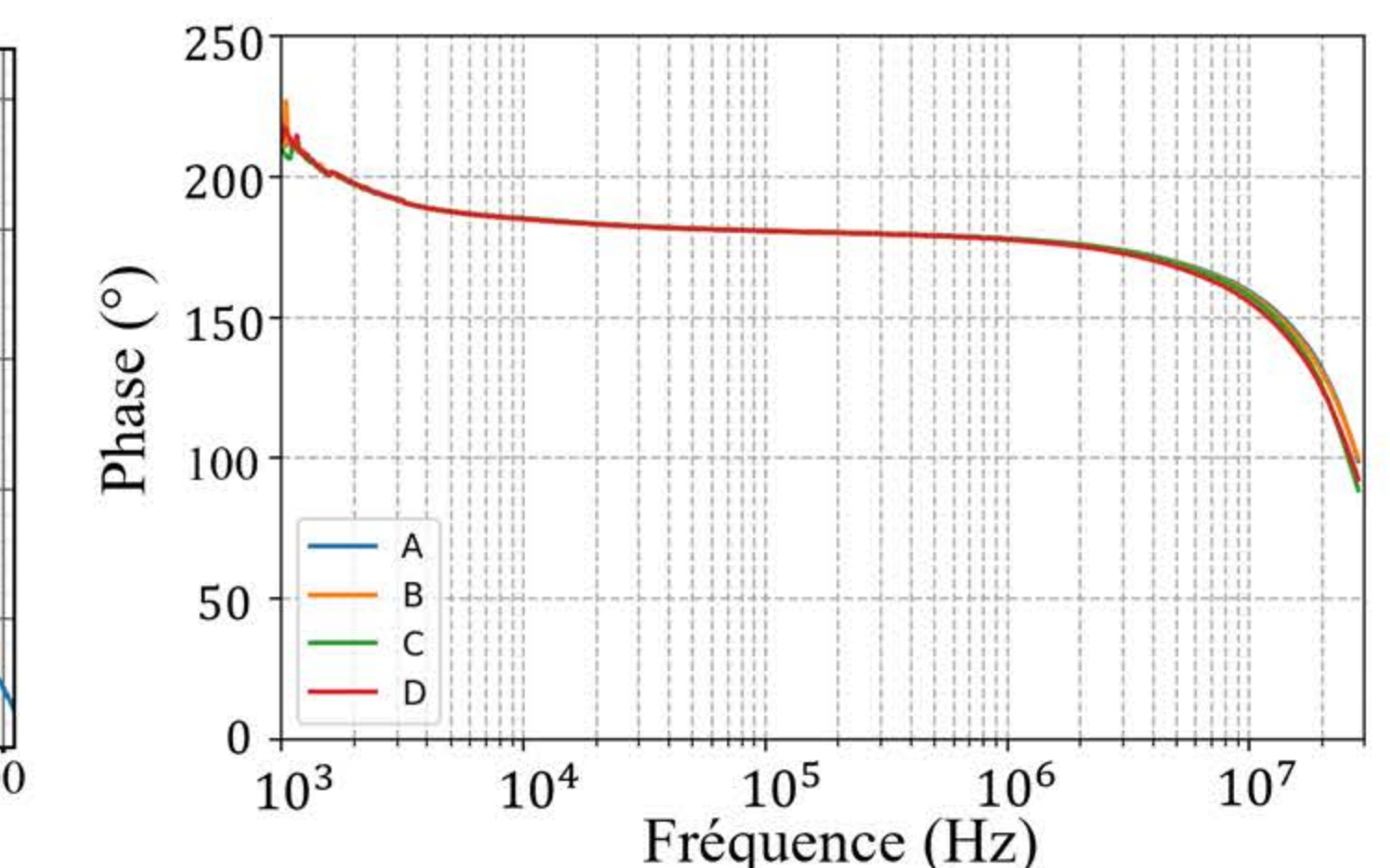
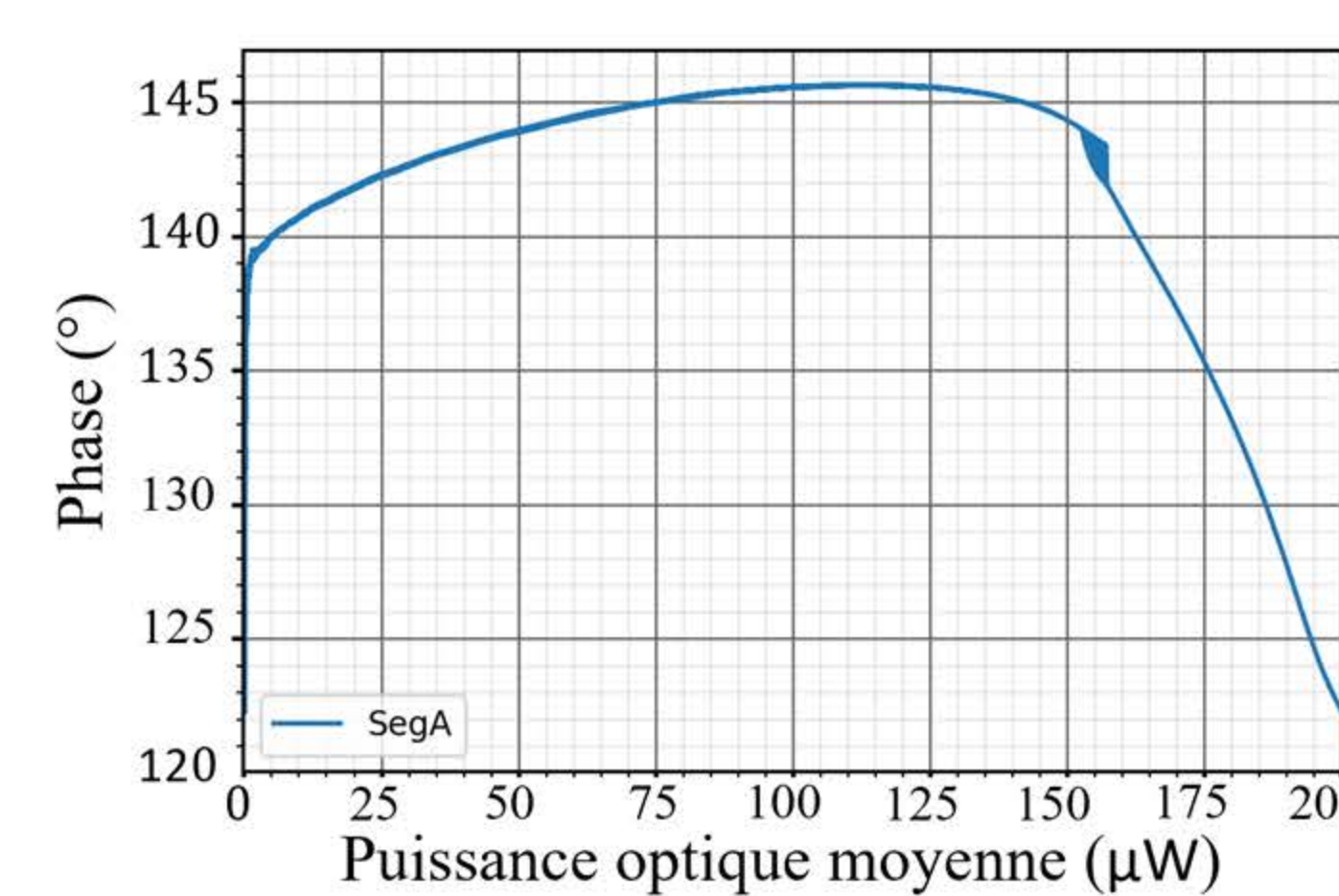
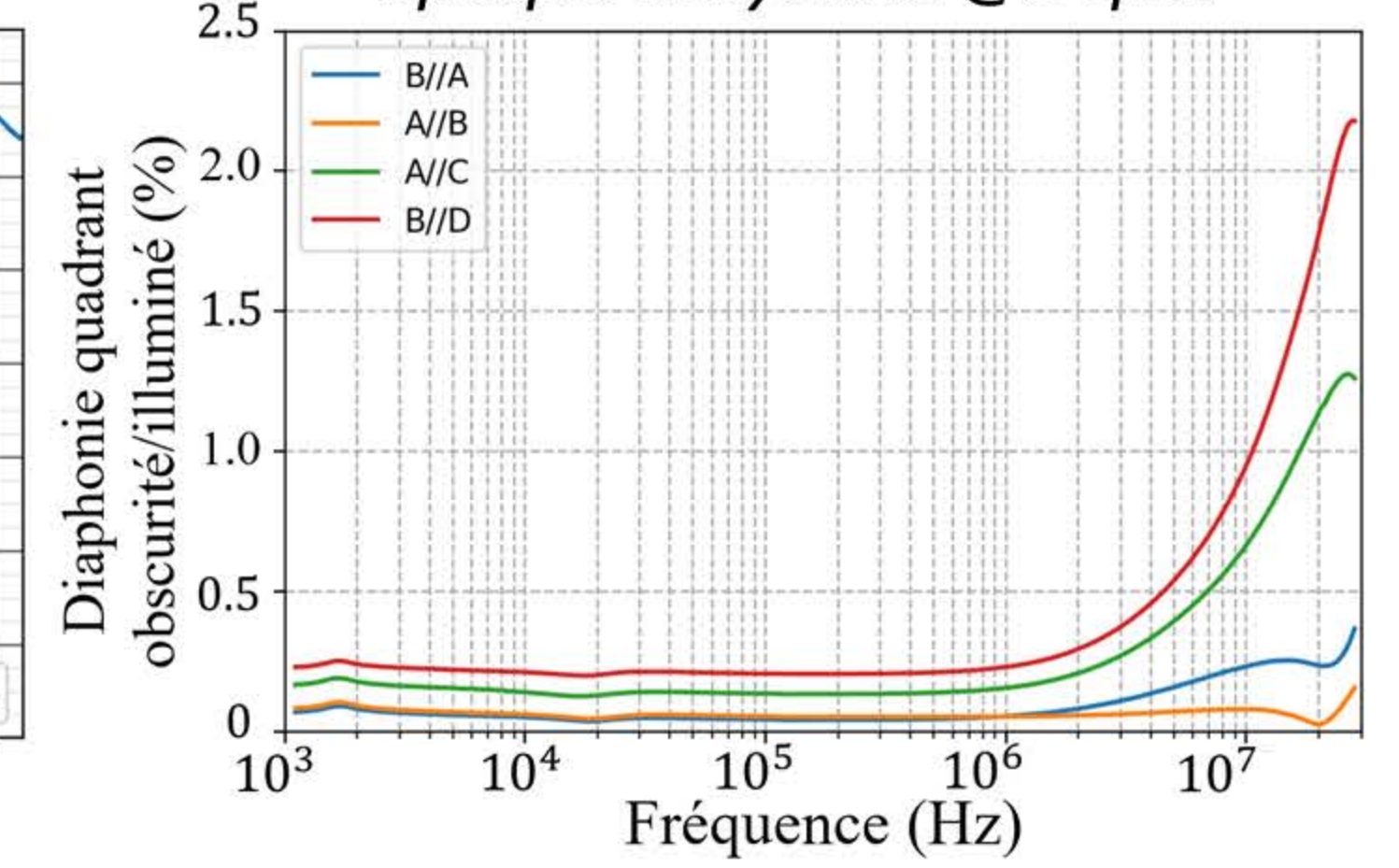


## RESULTATS

*Balayage en puissance optique, fréquence de modulation optique @15MHz*



*Balayage en fréquence de modulation optique, puissance optique moyenne @94μW*



## CONCLUSION

- ~ Réponse linéaire amplitude AC jusqu'à 280μW sur un objectif de 688μW
- ✓ Niveau de diaphonie entre quadrants < 2.5%
- ✓ Variation de phase < 6° en régime linéaire, phase uniforme entre 4 voies
- ✓ Niveau de bruit < 4pA/√Hz sur [5,25]MHz
- ✓ Gain en transimpédance plat et uniforme entre 4 voies jusque 20MHz

Après installation sur le banc MIFO, les huit QPRs ont satisfait les spécifications requises, ce qui a permis leur alignement et la réalisation des tests interférométriques fonctionnels sous vide primaire.

Une seconde version en Zerodur (ZIFO), permettant de valider les performances, est en cours de réalisation. Les tests de performance sur ce banc, sous vide secondaire, seront effectués à partir de septembre 2022.

## REFERENCES

- [1] P. Amaro-Seoane et al., Disponible sur: <http://arxiv.org/abs/1702.00786>.
- [2] T. Accadia et al., J. Instrum., vol. 7, no 3, 2012, doi: 10.1088/1748-0221/7/03/P03012.
- [3] Barranco, G. F., & Heinzl, G. (2021). A DC-Coupled, HBT-Based Transimpedance Amplifier for the LISA Quadrant Photoreceivers. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 57(5), 2899–2904. <https://doi.org/10.1109/TAES.2021.3068437>

## REMERCIEMENTS

L'équipe d'ARTEMIS remercie le CNES pour le financement des travaux relatifs à la réalisation des QPRs, le CNRS et l'OCA pour le financement des instruments de mesure.