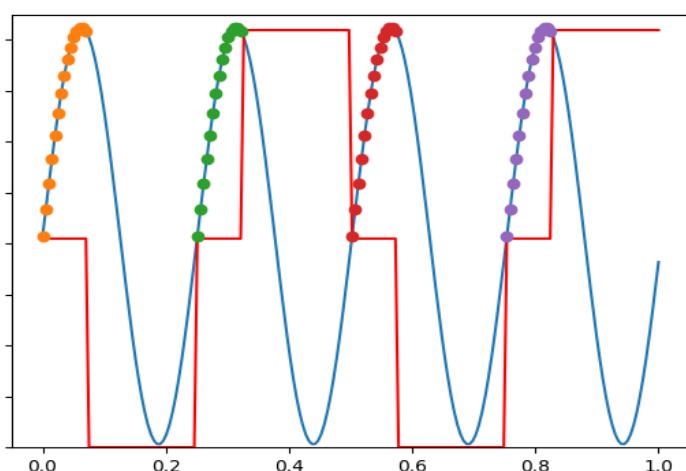
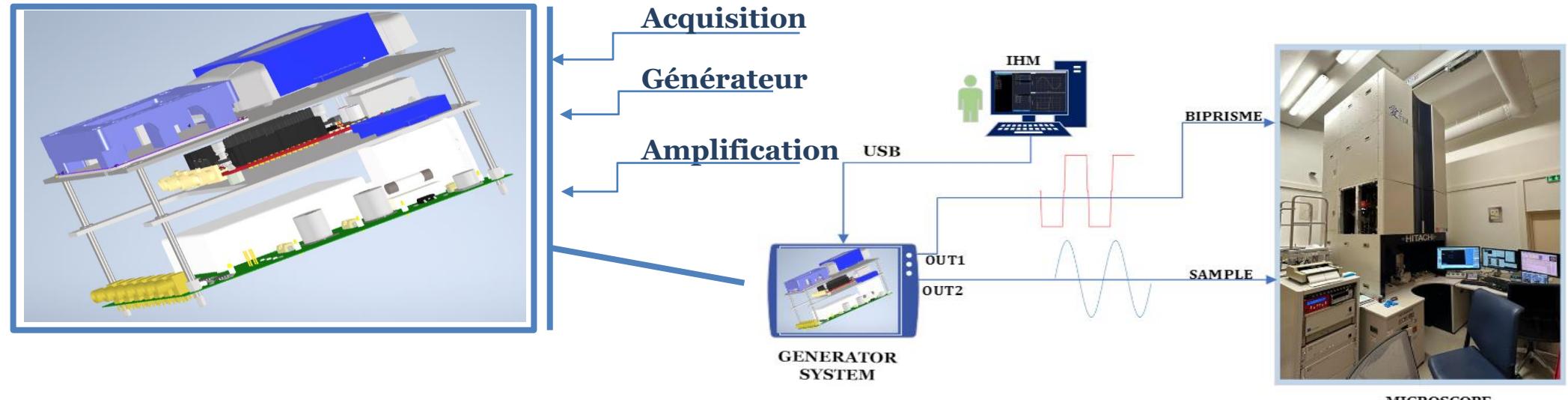


Ce projet consiste en un générateur multi-voies de signaux électriques programmables et synchronisés.

Le groupe I3EM développe l'observation quantitative des champs électrique et magnétique à l'échelle du nanomètre sur des nanosystèmes variés par holographie électronique (technique interférométrique de microscopie électronique en transmission – MET). Aujourd'hui, ces études se sont centrées sur le couplage entre les observations par holographie et l'excitation électrique *in situ* des systèmes. Il est désormais possible d'étudier la répartition des charges électriques dans des objets polarisés électriquement tels que des nanocondensateurs de type MOS ou à base de matériaux ferroélectriques.

Ce générateur est conçu pour être intégré dans l'instrumentation du microscope I2TEM

- Prototype d'instrumentation intégralement programmable selon les besoins de l'expérience scientifique.
- Remplace plusieurs instruments complexes.
- Encombrement réduit (160\*100\*100mm).



### Cartographies locales des propriétés électriques résolues en temps

L'idée est d'exciter par un signal électrique particulier le biprisme électrostatique situé au niveau du canon du microscope afin de brouiller de manière répétée et contrôlée les franges interférométriques, tout en excitant l'échantillon électriquement. Il faut ainsi créer deux signaux électriques parfaitement synchronisés, pouvant être décalés l'un par rapport à l'autre, avec des formes différentes. Pour atteindre des fréquences élevées, et donc une meilleure résolution temporelle, il est nécessaire d'installer le système d'injection des signaux dans le microscope, au plus près de la colonne.

Le signal sinusoïdal est appliqué à l'échantillon, tandis que le signal carré, avec une zone de gating, est injecté sur le biprisme. Ces 2 signaux parfaitement synchronisés, permettent d'observer en permanence le comportement de l'échantillon dans une zone précise du sinus, déterminée par la zone de gating. La zone d'observation est ajustable en paramétrant la phase et le duty cycle du signal Gating sur l'interface graphique utilisateur.

Le cœur du projet repose sur l'exploitation de carte Redpitaya ou Eclypse Z7 regroupant :

- un Soc-FPGA & ARM-Cortex-A9
- 2 sorties 125Ms/s  $\pm 1V$  ;
- 2 entrées 125Ms/s  $\pm 20V$ ;



- ou
- un Soc-FPGA & ARM-Cortex-A9
  - 2 sorties 100Ms/s  $\pm 1,25V$  ou  $\pm 5V$  ;
  - 2 entrées 100Ms/s  $\pm 25V$ ;

Nous utilisons que les ressources matérielles de la carte (Bare-Metal) et nous programmons entièrement le FPGA et le ARM-Cortex-A9 pour répondre aux exigences spécifiques du projet.

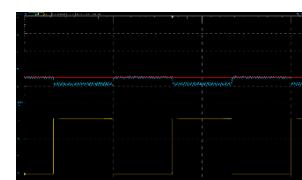
Développement d'une interface graphique utilisateur permettant de saisir les paramètres des signaux souhaités sur les 2 voies du générateur.

Langages de programmation : C, VHDL, Python.

### Differences:

#### Diaphonie

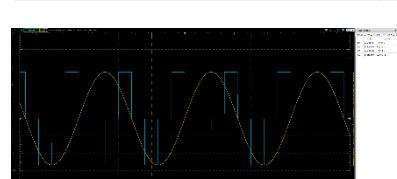
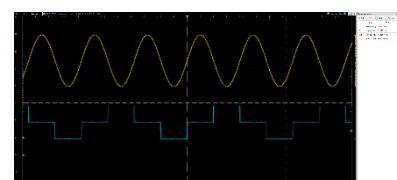
Redpitaya



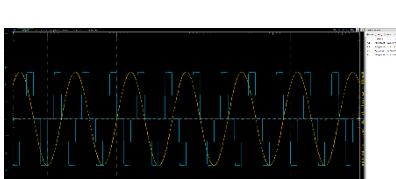
Eclypse Z7



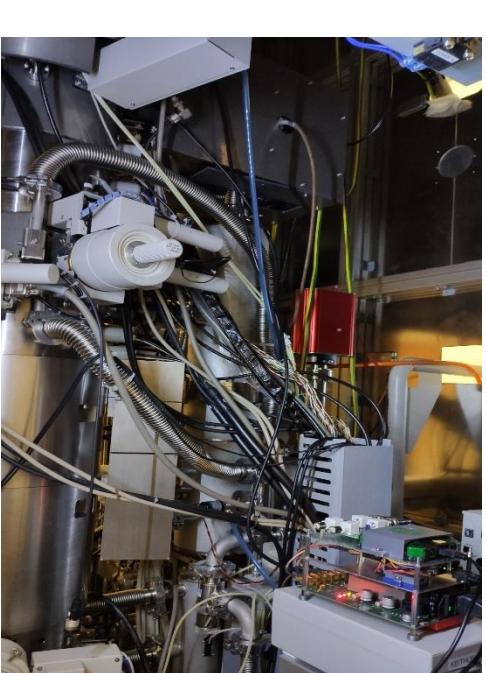
#### Bruit Basse fréquence



#### Bruit Haute fréquence

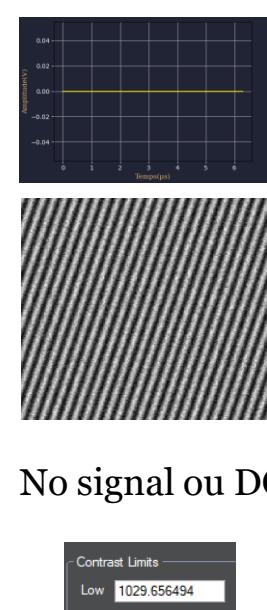


En retirant l'offset de la carte redpitaya on remarque que le bruit diminue sur les hautes fréquences:



Installation sur l'I2TEM

### Variation de zone de gating pour l'obtention de franges en holographie



Les premiers résultats sont très concluants : les franges d'interférence sont présentes à partir de 10 % de gating.

La visibilité normalisée par rapport à la valeur sans signal suit une loi linéaire en fonction du pourcentage de gating pour des fréquences entre 100 Hz et 1 MHz.

Il est donc possible d'étudier le comportement de l'échantillon dans une zone précise du signal d'excitation, avec une résolution temporelle déterminée par le gating, et actuellement pouvant atteindre 100 ns.

### Visibilité normalisée en fonction de la valeur de gating pour différentes fréquences

