



Systeme d'analyse et controle des photodiodes

equipe du LAPP

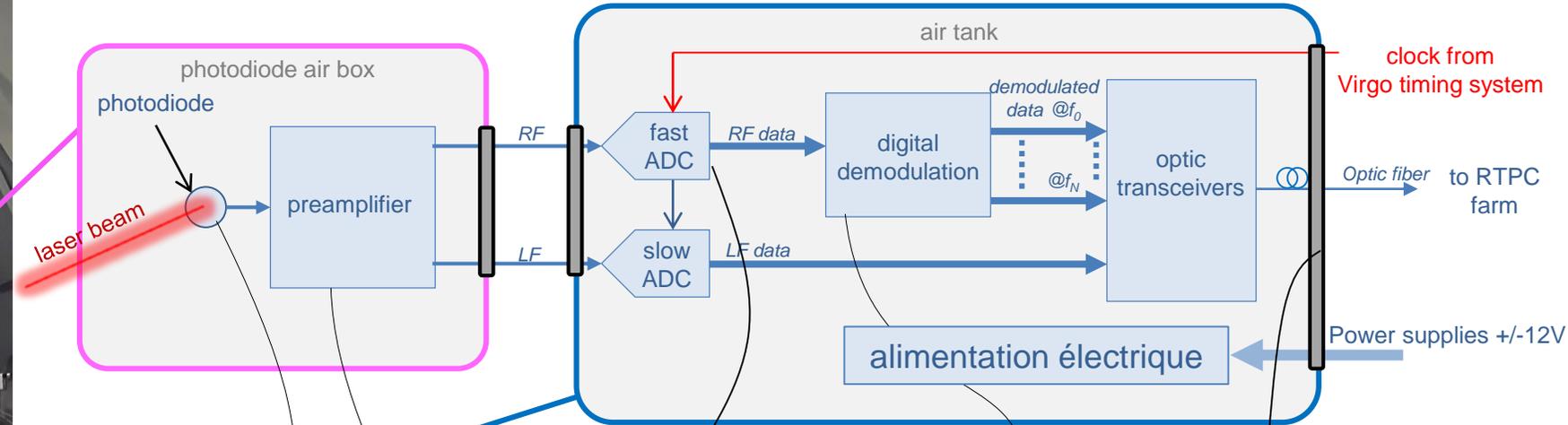
François Frappez - Nicolas Letendre

05/03/2024



Chaîne d'acquisition actuelle

chaîne de lecture d'un faisceau laser



conversion
optique →
électrique

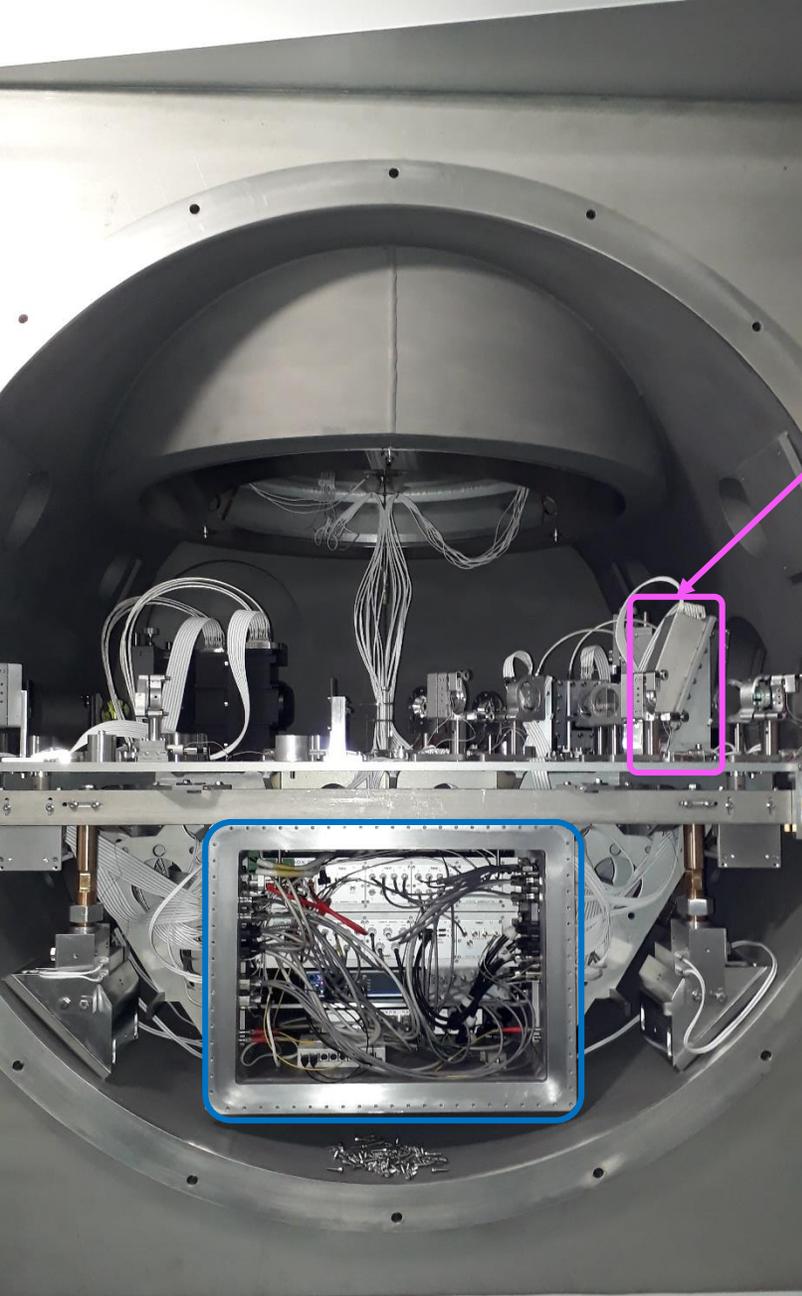
conversion
analogique → numérique
400MHz

calculs
numériques

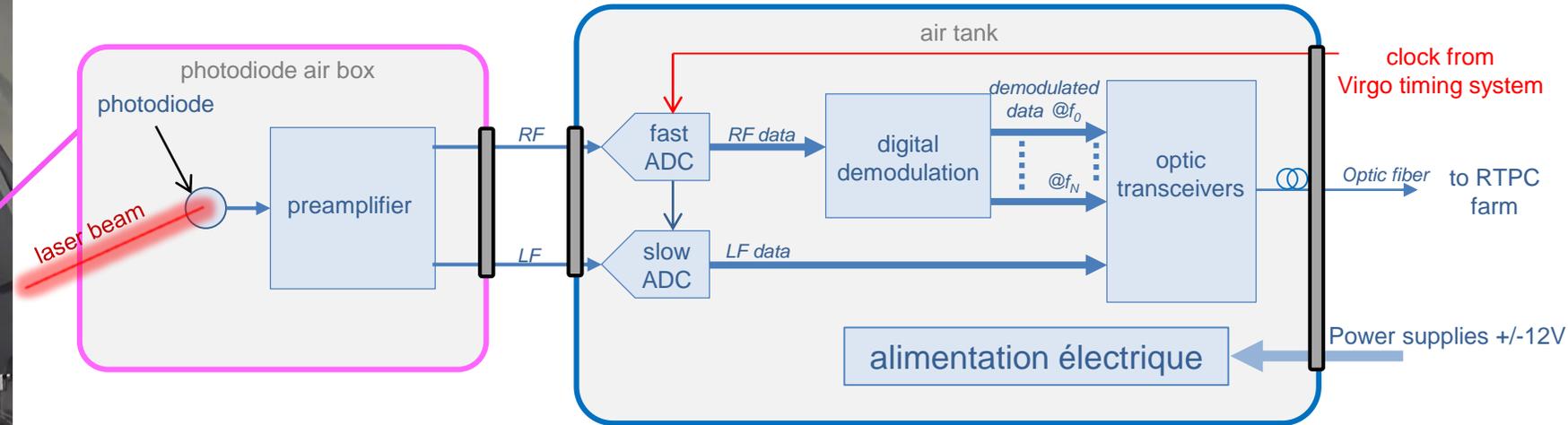
interface
air/vidé

Amplification et
mise en forme
du signal électrique

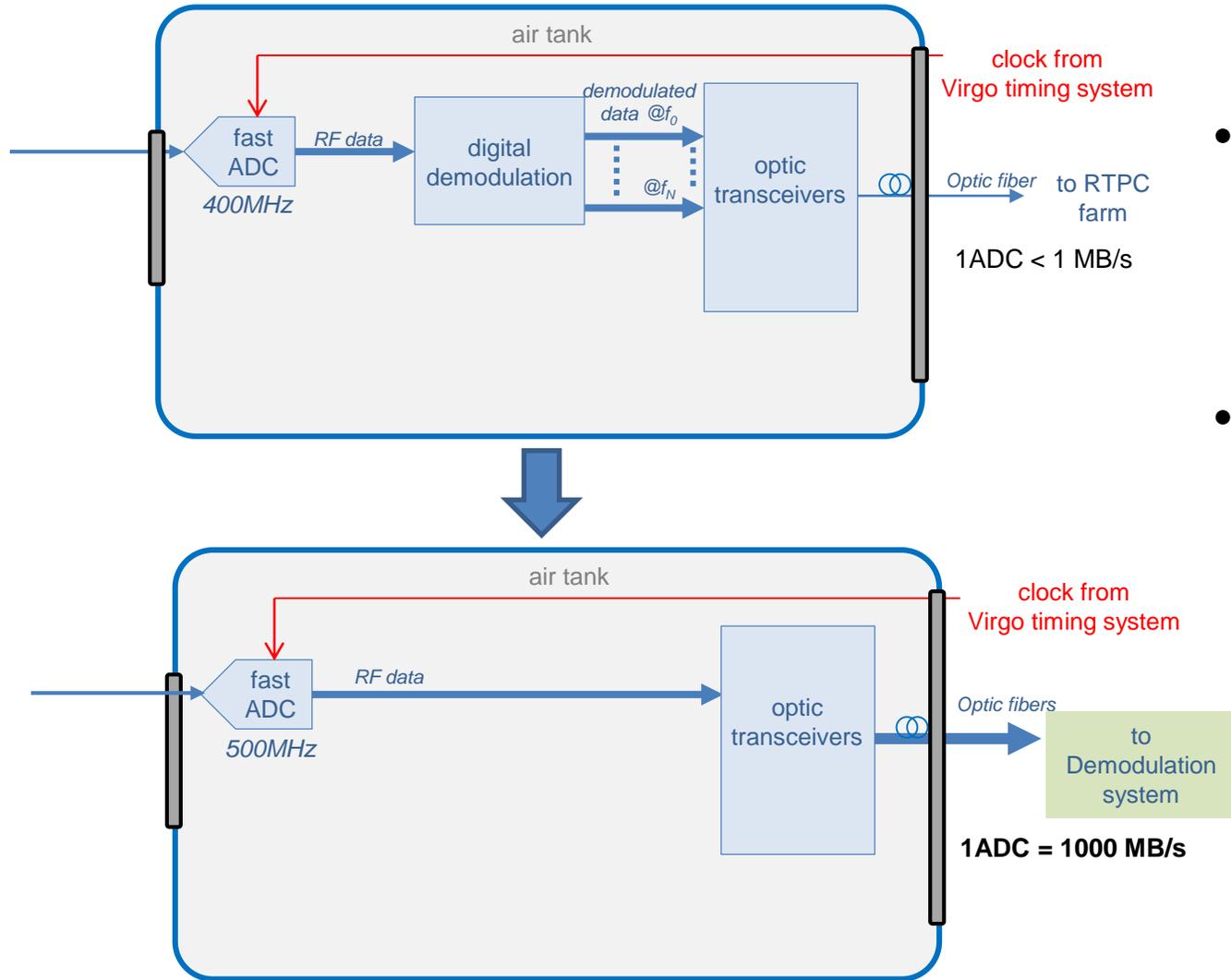




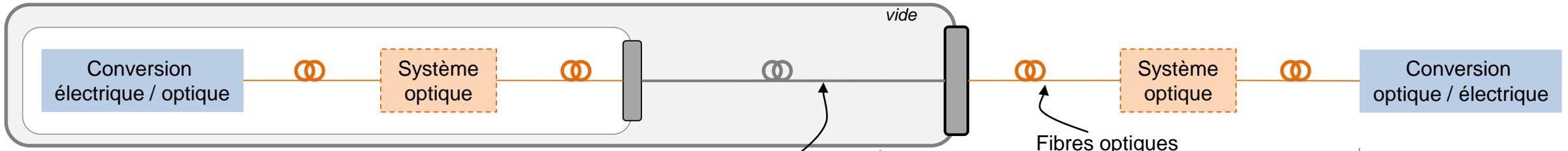
chaîne de lecture d'un faisceau laser



- Démodulation numérique: Puissance de calcul limitée, dissipation de chaleur, peu évolutif
- Distribution d'horloge: longs câbles cuivre => atténuation du signal, bruit de phase, CEM
- Bruits sur les chaînes analogiques?



- **Démodulation numérique externe:**
 - plus de puissance de calcul
 - évolutif
 - moins de dissipation thermique « sous vide »
- **Défis techniques:**
 - débit de données à sortir x1000 (sur Virgo: 25 ADCs / banc optique)
 - Conception de la liaison optique (coût; Connecteurs, etc..)
 - Dissipation thermique...
 - traitement des données



Conversion électrique / optique

1 ADC → (10Gb) 1 fibre

12 ADC → (12x10Gb) ruban 12 fibre

4 ADC → (4x10Gb) 1 fibre

8x40Gb → 400G 1 fibre

Système optique (gauche)

x fibres 1 fibre

Mux longueur ondes
CWDM (~18 canaux max)
DWDM (~40 canaux max)

Fibres optiques sous vide

Multimode (100m)

Monomode (+km)

Fibres optiques sous air

1 fibre

24 fibres

Système optique (droite)

1 fibre x fibres

Demux longueur ondes

Conversion optique / électrique

1 fibre

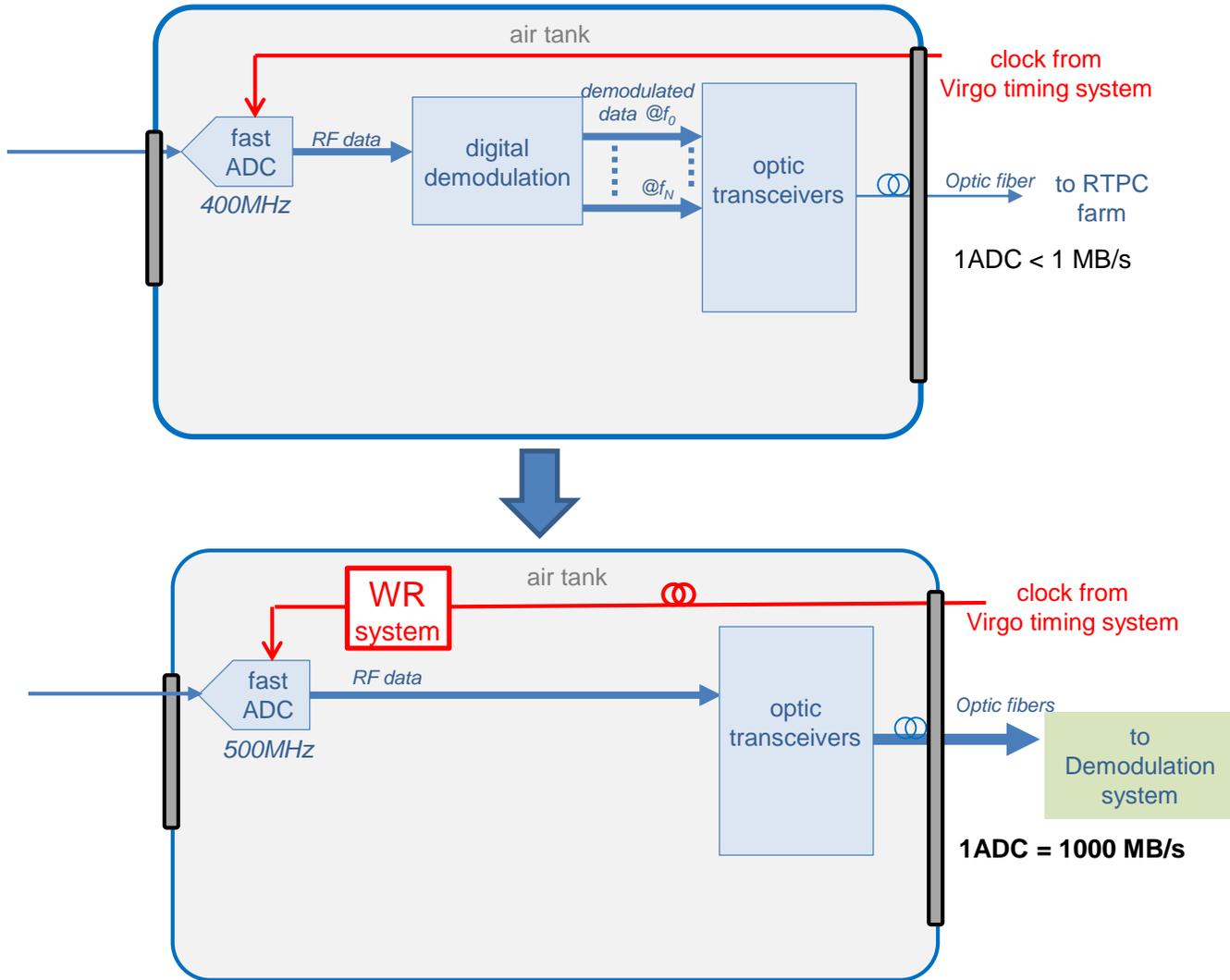
12 fibre

1 fibre

1 fibre

- Plusieurs configurations possibles, fonction de:
 - encombrement
 - dissipation
 - coût
- Dépendance des technos réseaux – Attention à l’obsolescence rapide

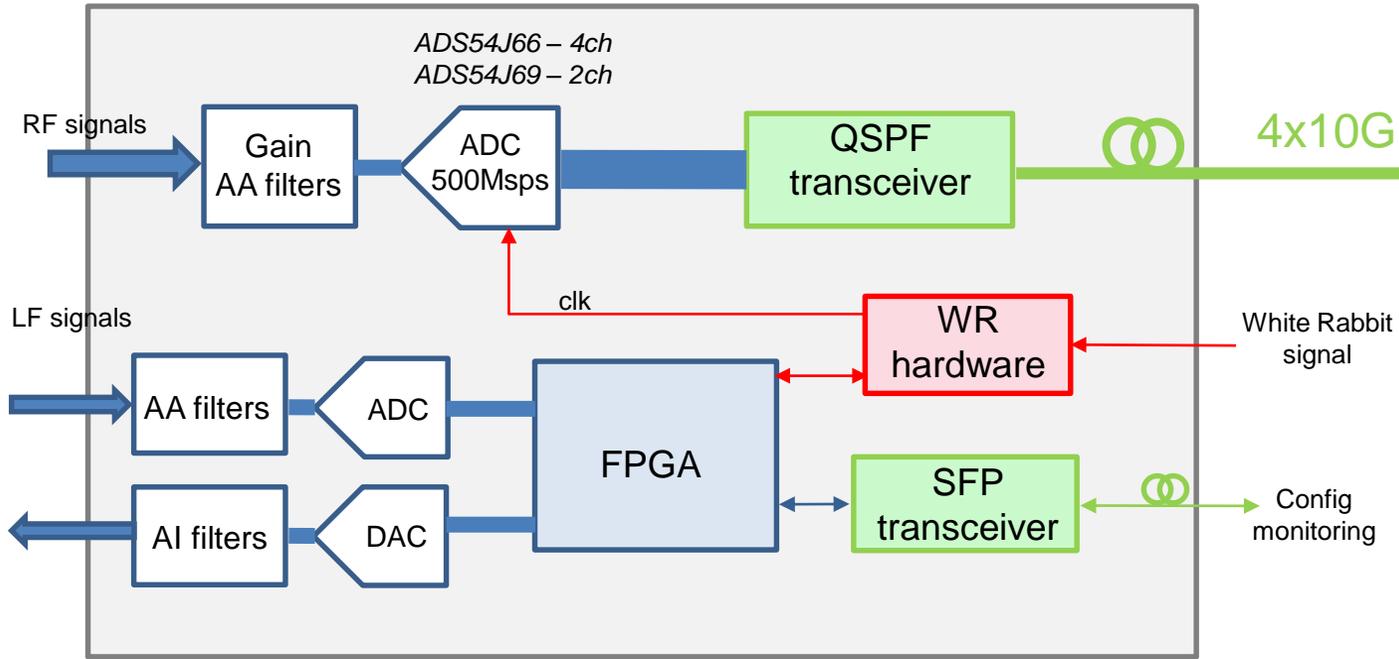
→ Etude au LAPP de plusieurs scénarios possibles pour Virgo post O5



L'horloge distribuée est LA référence pour la démodulation des signaux

Actuellement sur Virgo:
 Distribution d'une horloge à 100MHz en liaison cuivre + IRIGB pour le temps
 → Sensibilité aux perturbations CEM

A l'étude:
 Liaison optique avec le protocole White Rabbit
 → Collaboration et design d'IJCLab



Conception d'une carte de test:

- ADC 500Mps
- transmission directe par fibres optiques
- Timing basé sur WR
- Test de chaines ADC et DAC « Low Frequencies »

Démodulation numériques

- Sur FPGA Intel Agilex
- Autres possibilités: CPU, GPU...

Liaison optique:

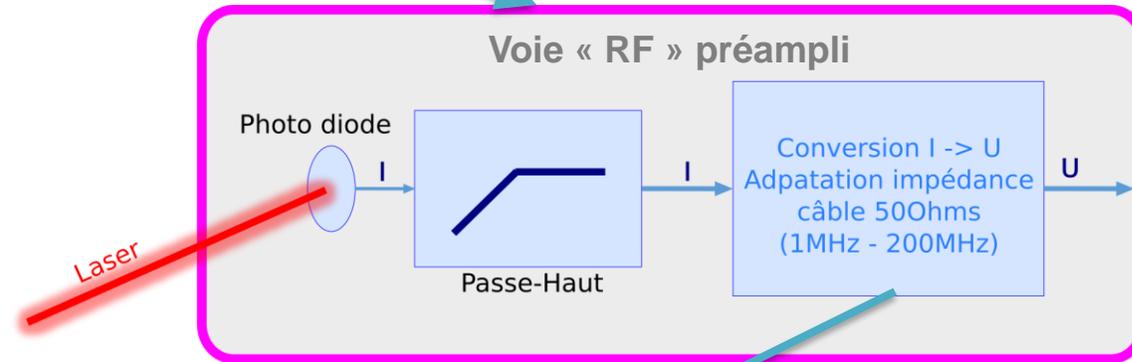
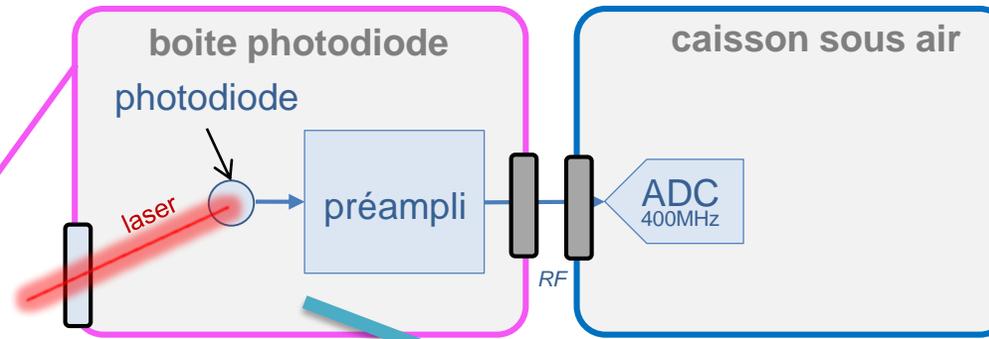
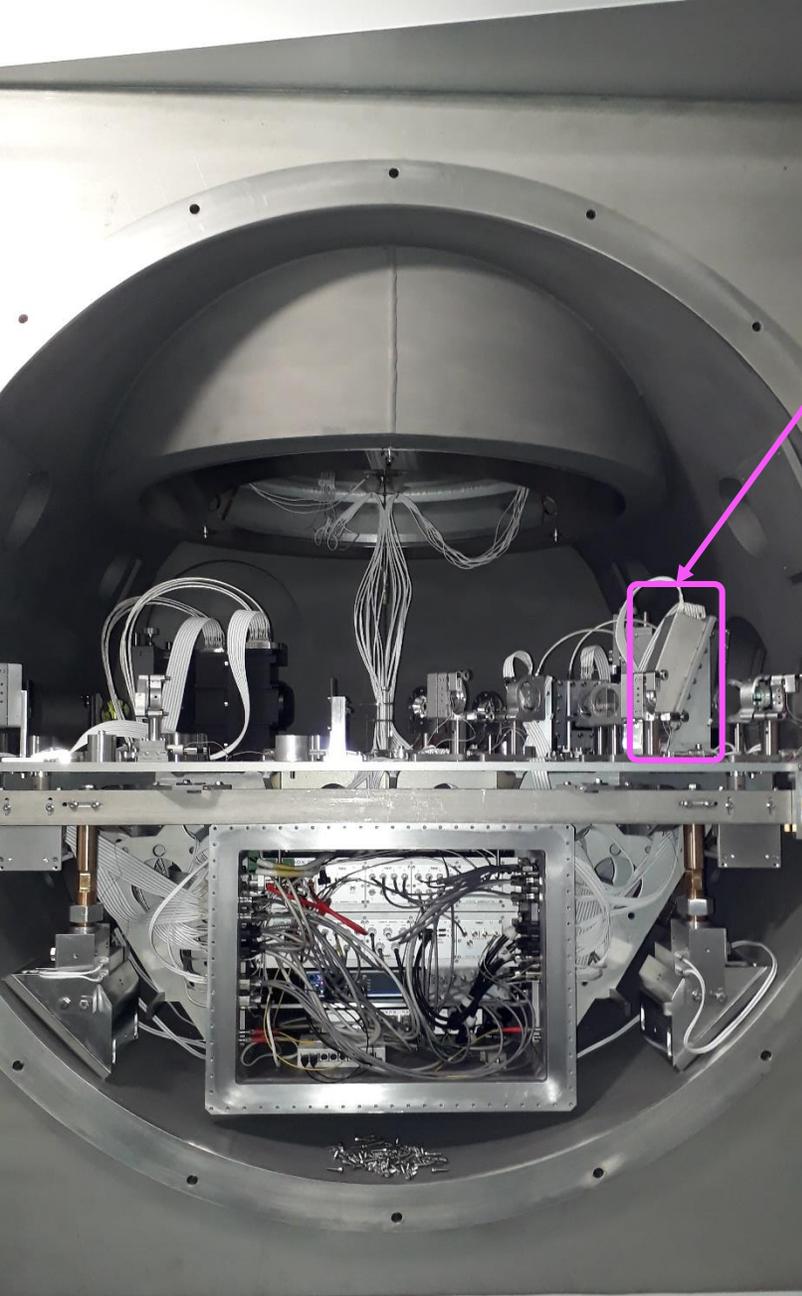
- Test CWDM pour la liaison config/monitoring
- Tests 4x10G et 200G en prévision

Carte prévue pour mi-2024

Résumé actions principales

- Preamplis photodiodes
 - Photodiode détection faible bruit voie « Audio » avec TIA « haute tension »;
-> En attente validations finales in situ.
 - Voie RF faible gain;
-> Prototypage réalisé.
- R&D DAQbox
 - Mezzanines DAC et ADC.
-> Conceptions réalisées, en attente du prototypage.

Préamplis photodiodes: Voie RF



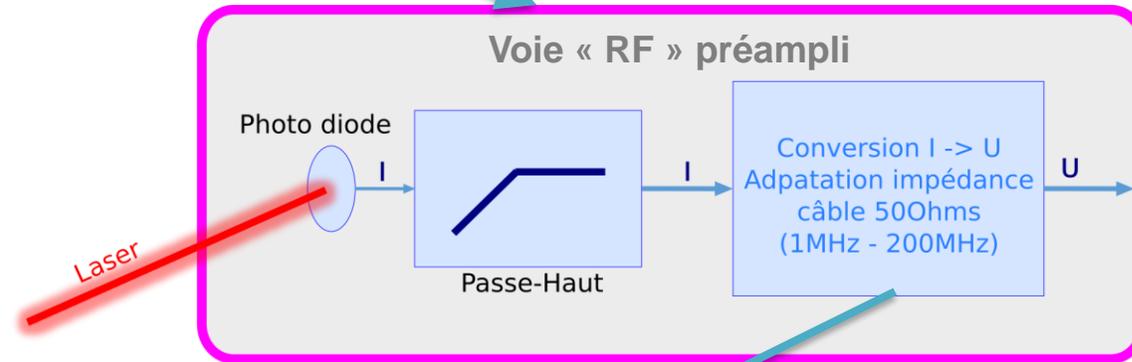
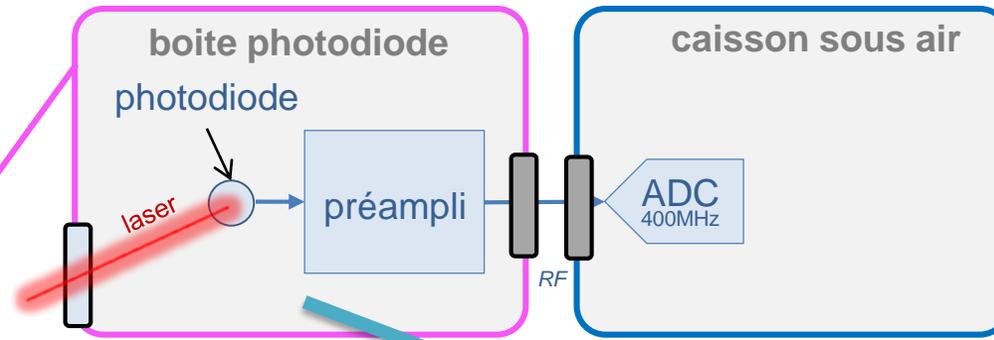
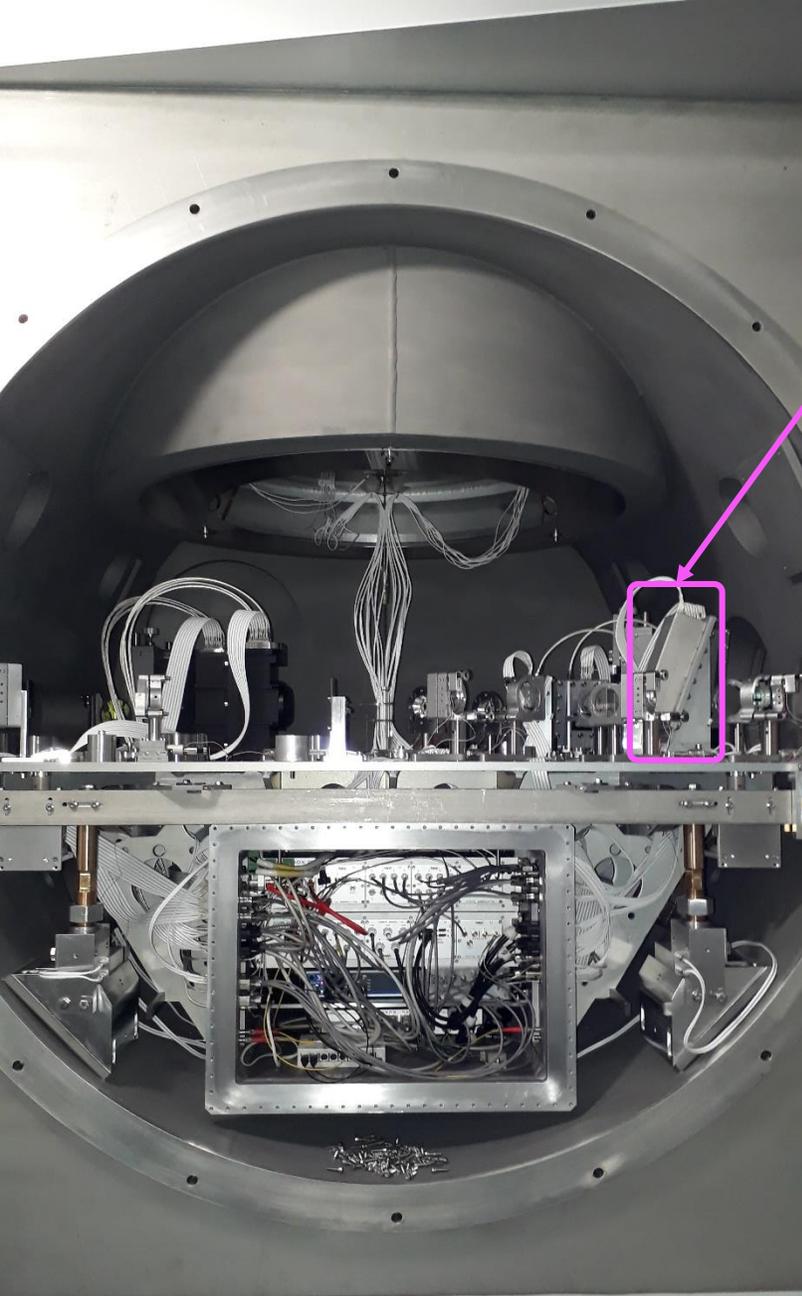
Solution actuelle

Low Noise Amplifier du commerce

-> Performances en bruit excellentes
mais gain (fixe) >20dB

-> saturation sur signaux RF « forts », besoin
de « dumper » du signal laser.

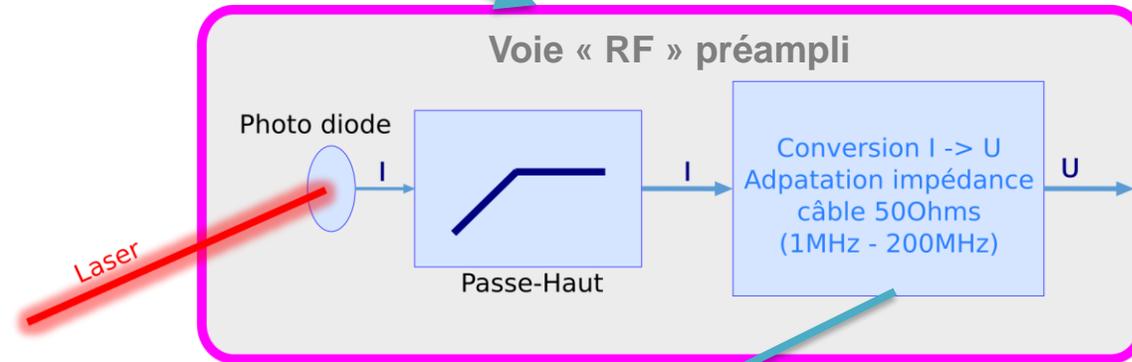
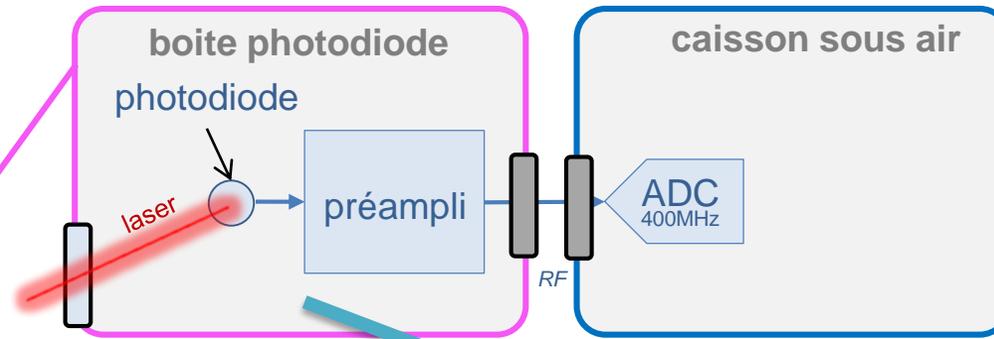
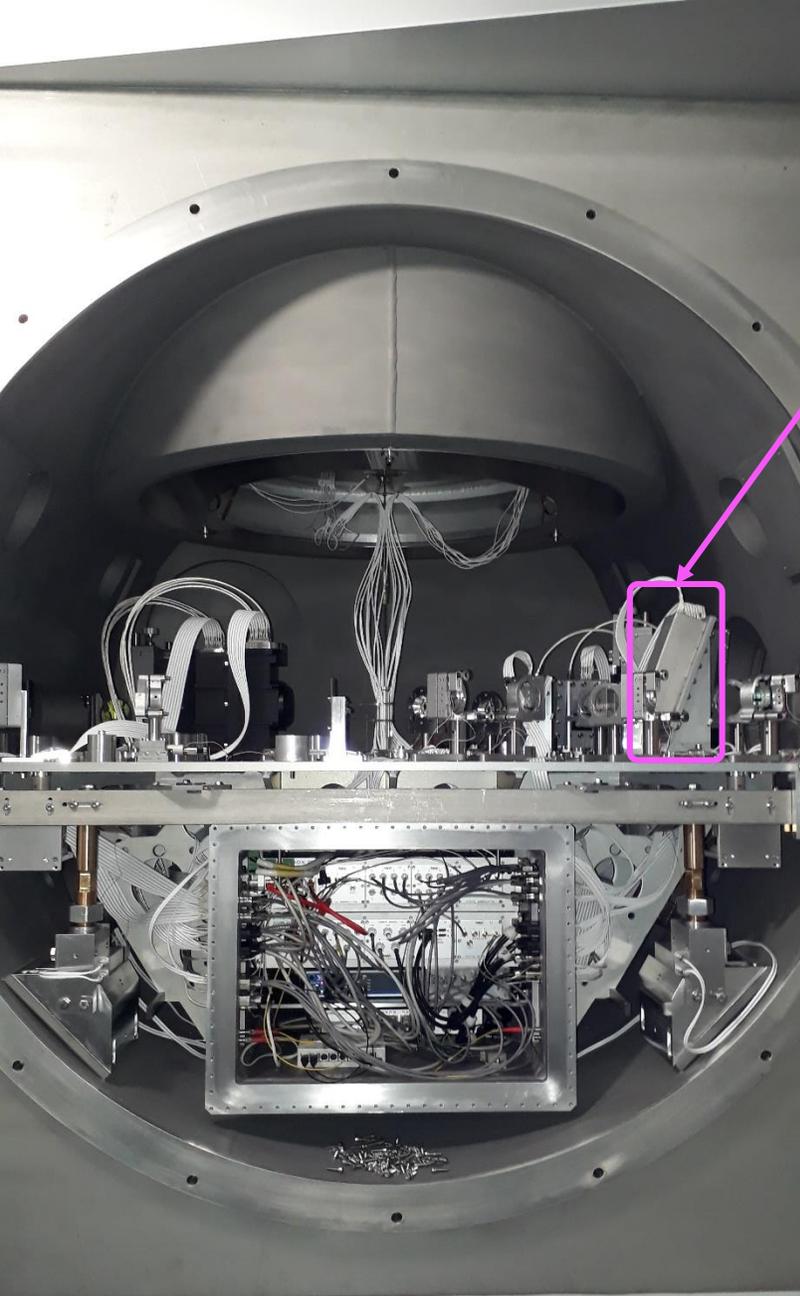
Préamplis photodiodes: Voie RF



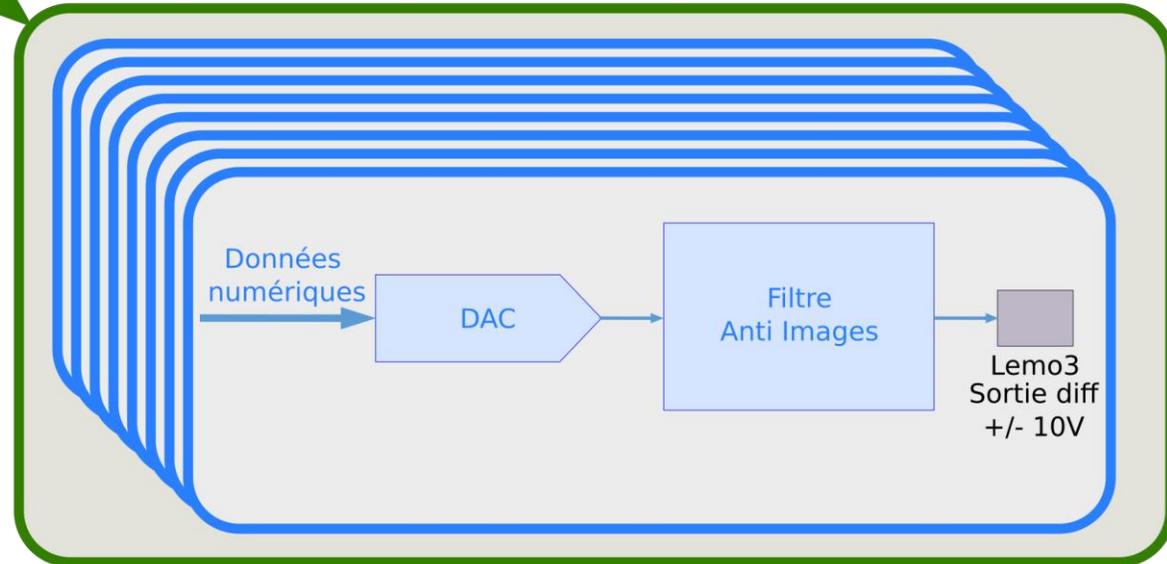
Prototype réalisé sur base d'une architecture Current Feedback Amplifier

- > Gain ajustable (à l'assemblage) entre 0 et 12dB;
- > Bruit électronique augmenté mais optimisation P. Laser.

Préamplis photodiodes: Voie RF



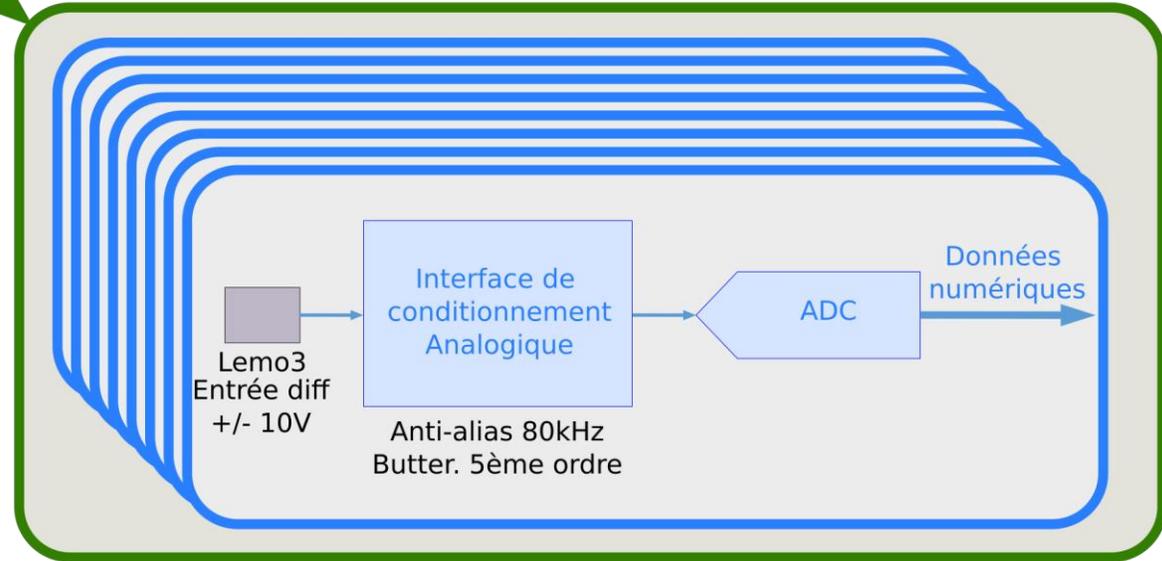
- Finalisation tests/caractérisation en cours;
- Attente tests in situ pour validation finale.



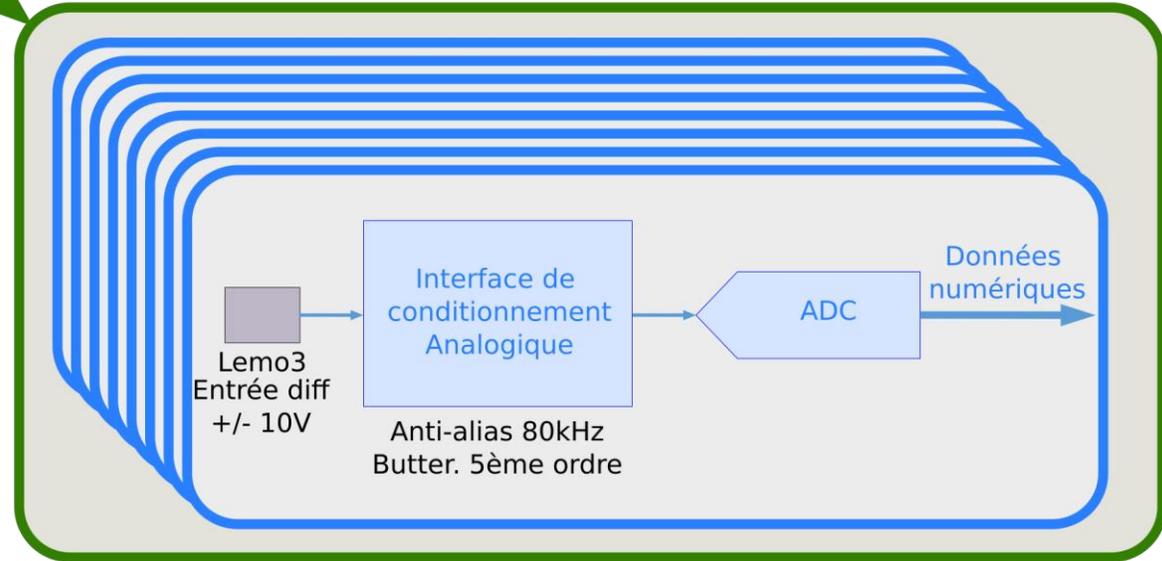
- Analyse de marché des (nouveaux) DAC existants;
- Etude/Optimisation interface analogique;

Choix de références restreint. Candidat retenu DAC11001A de chez TI.

- Gains en performances attendus faibles ou inexistants
- Intérêt de rationalisation et de mutualisation entre besoins versions 20kHz -> 400kHz avec une seule ref.



- Analyse de marché des (nouveaux) ADC existants;
- Etude/Optimisation interface analogique;



**Version actuelle
(simus confirmées par mesures)**

Bruit ADC (LTC2878-18): 56 μ Vrms
 Bruit Conditionnement: 14.2 μ Vrms
 Impédance d'entrée 2kOhms
 THD, précision: ?
 Anti-aliasing: ordre 5 à 80kHz

**Version R&D
(simus)**

Bruit ADC (AD463024): 37 μ Vrms
 Bruit Conditionnement: 9.5 μ Vrms
 Impédance d'entrée: >10MOhms
 THD, précision: ? (meilleur)
 Anti-aliasing: ordre 4 à 80kHz



- Amélioration de bruit attendue: 30%;
- Impédance d'entrée 10MOhms vs 2kOhm.

- Besoins/contraintes utilisateurs à prendre en compte?

Questions?