



μQUANS

**Quelques considérations électroniques utiles
à la réalisation industrielle des stations du
réseau métrologique fibré REFIMEVE+**

Cédric MAJEK

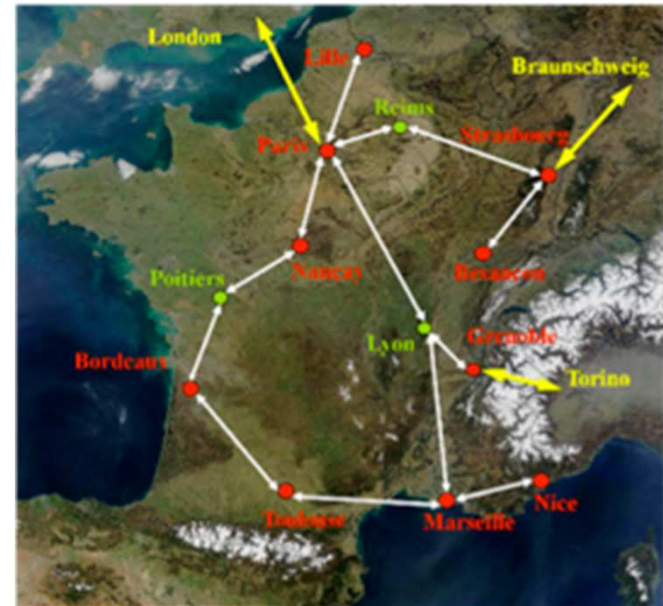
Workshop Electronique T/F – 29/01/2018



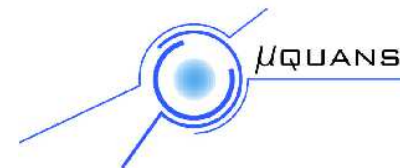


Contexte

- **Objectif** : transfert longue distance d'une fréquence optique ultra-stable sur un réseau Internet
- Plus de 10 ans de recherche menée :



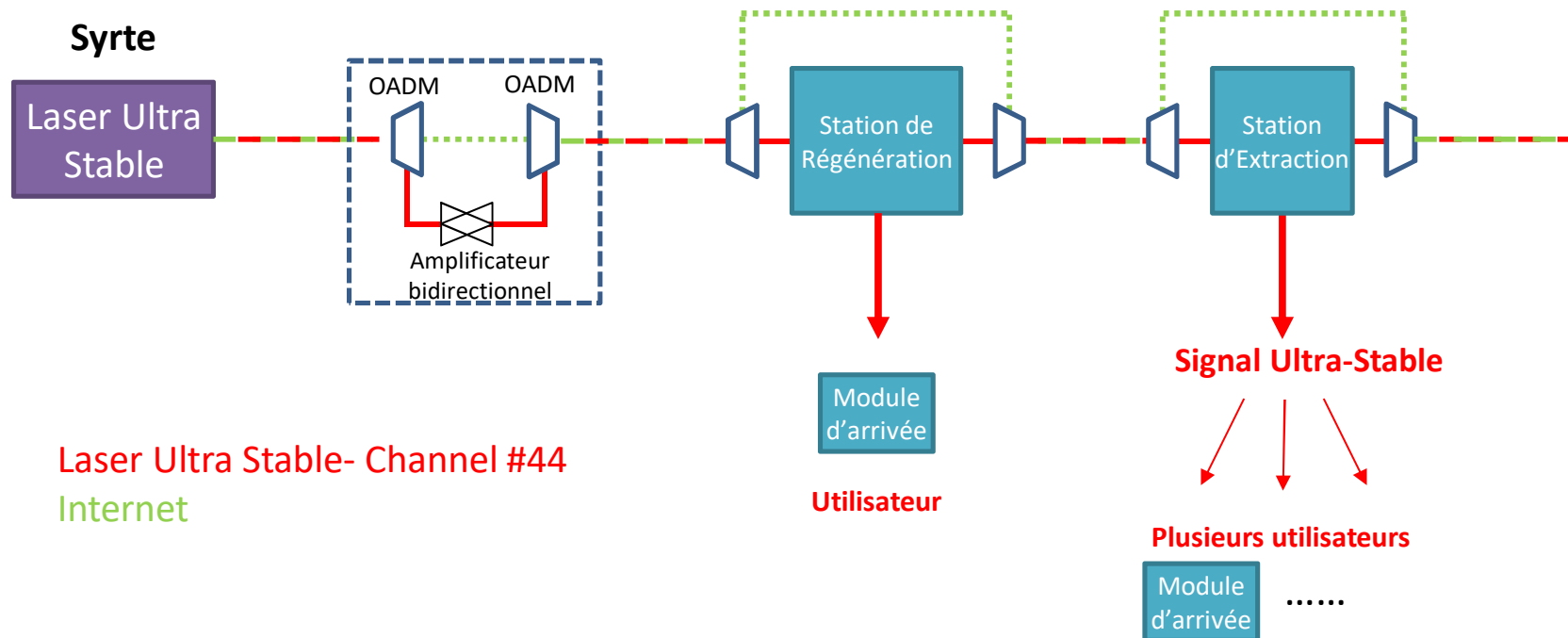
- 2015 : Consortium de trois entreprises françaises



- Transfert de savoir-faire entre l'équipe REFIMEVE+ et le consortium

Déploiement industriel du réseau

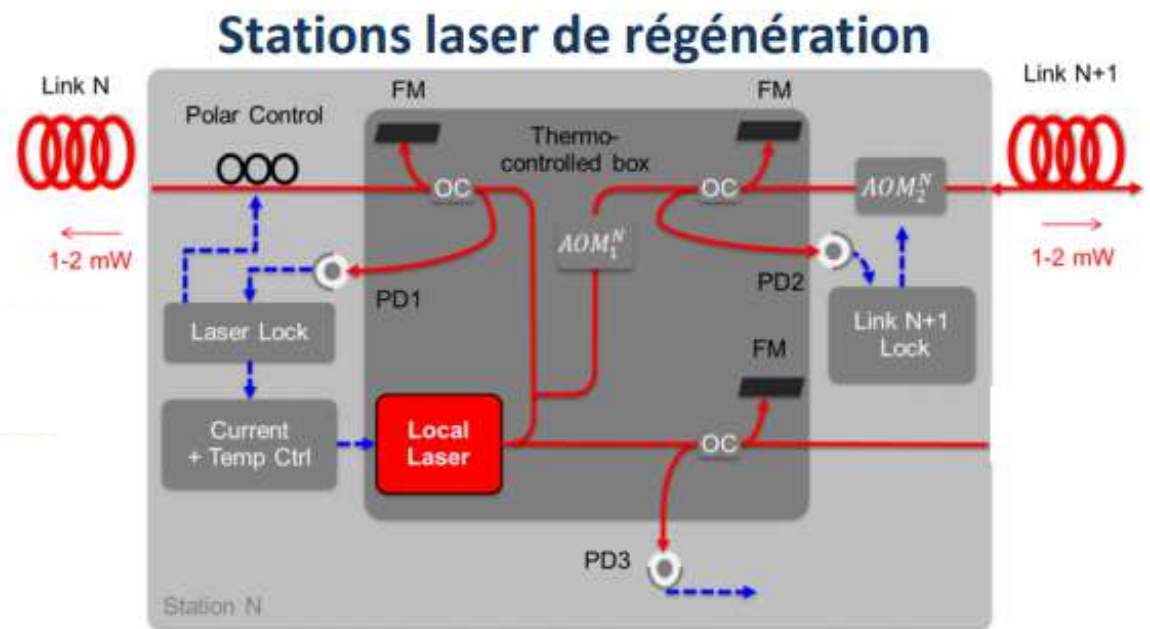
- Réalisation, installation, supervision et maintenance du réseau REFIMEVE+ pour assurer le transfert du signal métrologique ainsi que sa stabilité et exactitude



Station de régénération

- Les SR doivent remplir les fonctions suivantes :

- Amplifier et de filtrer le signal reçu du lien précédent
- Injecter le signal ultra-stable dans le tronçon de lien suivant
- Compenser activement le bruit de propagation sur ce lien
- Délivrer un signal optique utile à l'utilisateur

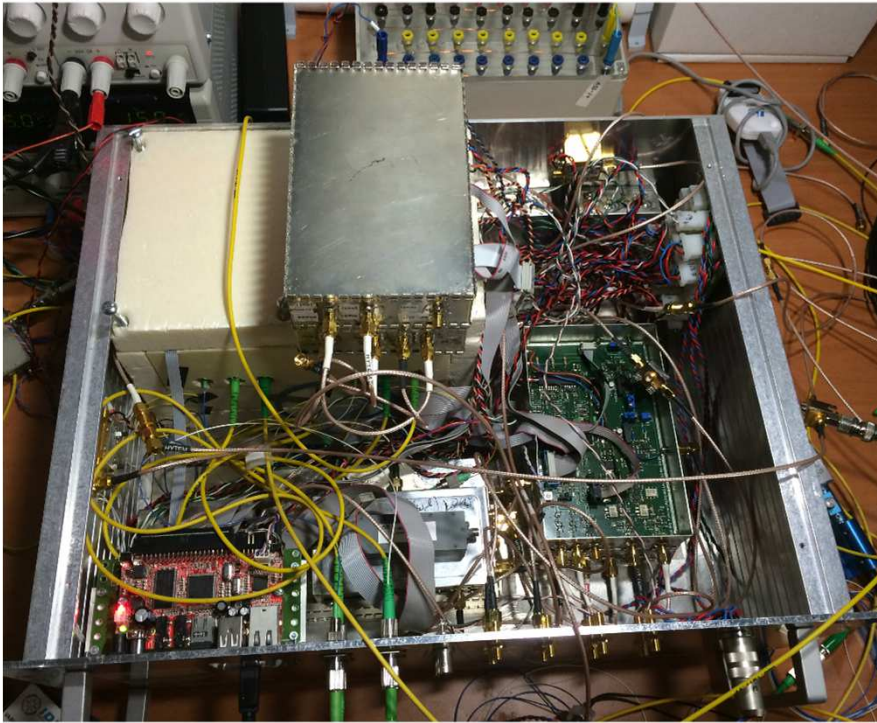


Source :

http://www.refimeve.fr/images/stories/Mes_uploads/Presentation_AG_EC.pdf

Développement d'une électronique bas bruit aux performances reconfigurables à distance

Stratégie d'intégration retenue

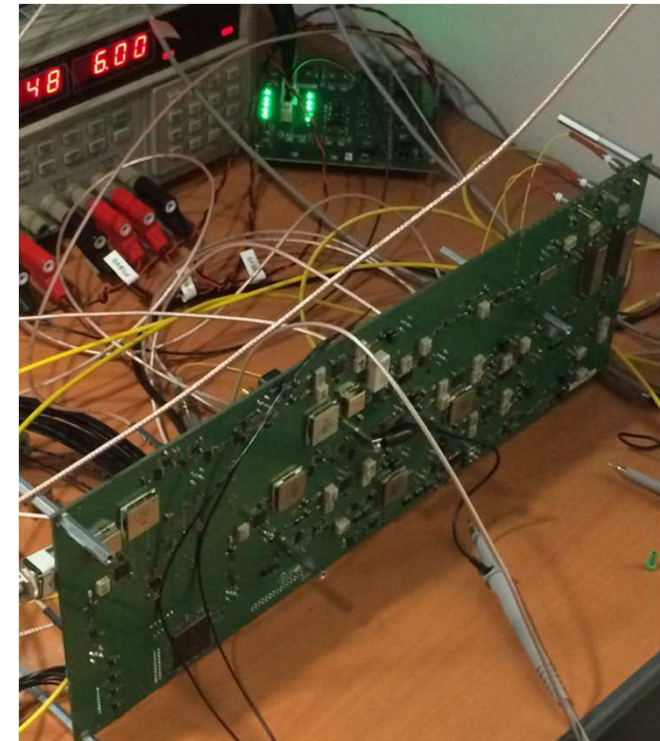


Source : <http://www.refimeve.fr>

- **Prototype académique :**
 - Transfert technologique (architecture générale, schéma électronique)
 - Approche multi-cartes
- **Industrialisation :**
 - Maintenir les performances tout en optimisant la fiabilité, le coût, le temps d'intégration.
- **Solution retenue :**
 - Intégration maximale sur un minimum de cartes
 - 4 cartes :
 - SYRLINKS -> 2
 - MUQUANS -> 2

Electronique Syrlinks

- **Carte électronique développée (16x40cm²)**
 - Asservissement de la diode laser et correction de bruit de phase du lien
 - Pilotage d'un contrôleur de polarisation actif
 - Contrôle et monitoring à distance de plusieurs paramètres
 - Filtres et amplificateurs RF
 -
- **Problématique :**
 - Cohabiter analogique/numérique/RF ⇔ Faible Bruit
- **Solutions:**
 - Électronique bas bruit
 - Multicouches : plusieurs plans de masse
 - Placement des parties numériques vs RF
 - Génération des alimentations séparées
 - ...



Source : <http://www.refimeve.fr>

Driver diode laser Muquans

- **Spécifications :**

- Bruit en courant :

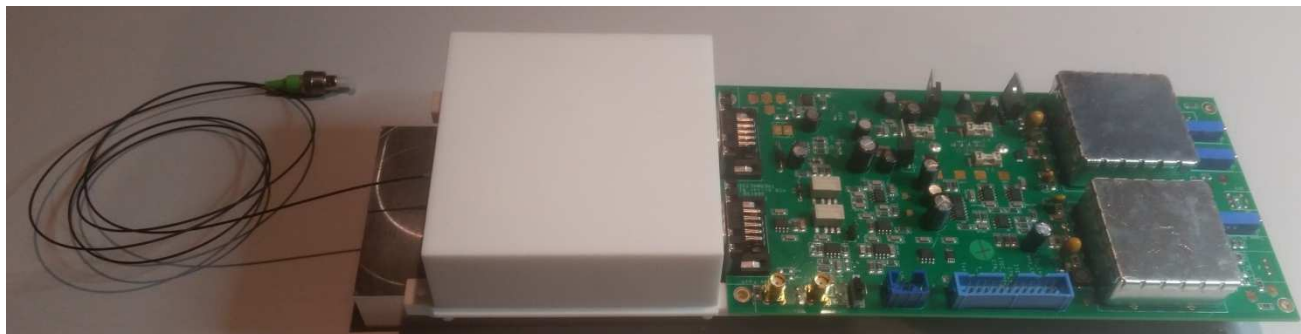
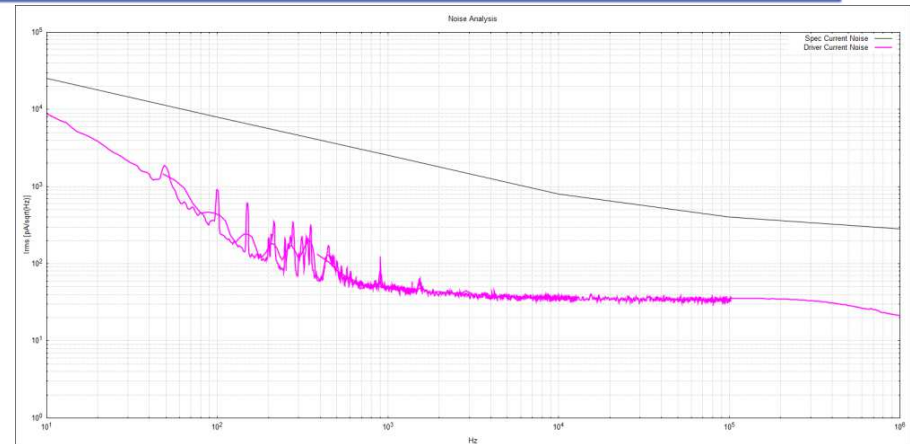
1kHz	25nA/vHz
10kHz	800pA/vHz
100kHz	400pA/vHz
1MHz	283pA/vHz

- Température : stabilisation à 1mK

- **Solutions :**

- Courant \leftrightarrow sacrifier la tension d'alimentation


- Température : thermalisation locale






Contraintes thermiques

- **Exigences :**

- Vibration interdite dans le rack => Pas de ventilateur
- Élévation de la température ⇔ Impact Fiabilité / Sécurité (CE) 
 - Source de chaleur : Circuits numériques, Thermalisation des blocs optiques

- **Solutions :**

- Améliorer le rendement
 - Electronique hachée ⇔ CEM
 - Fréquence de découpage la plus élevée possible, blindage local, filtrage + régulation proche
 - Ampli RF à haut rendement
- Aération du rack ⇔ CEM + Sécurité (CE) 

CONCLUSION

- **PARIS-LILLE :**
 - 1^{er} lien industriel opérationnel



En collaboration avec **Syrlinks**

