



# Avancées du projet



O. Lopez

E. Cantin

N. Quintin

G. Santarelli

A. Amy-Klein

M. Tonnes

C. Chardonnet

P.-E. Pottie

## 1. Avancées récentes du réseau REFIMEVE+

- Etat des lieux du déploiement
- Description d'un lien optique
- Cœur du réseau

## 2. Arrivée dans les laboratoires partenaires

- Etapes du déploiement d'un lien
- Ce qu'il faut faire au laboratoire

## Novembre 2014

Lien Paris-Strasbourg

(Juin 2015 Lien SYRTE-LPL-NPL)

→ Comparaison d'horloges

*Lisdat et al., Nat Com, 2016*

*Guéna et al., Metrologia, 2017*

*Delva et al., Nat Com, 2017*

## Juillet 2017

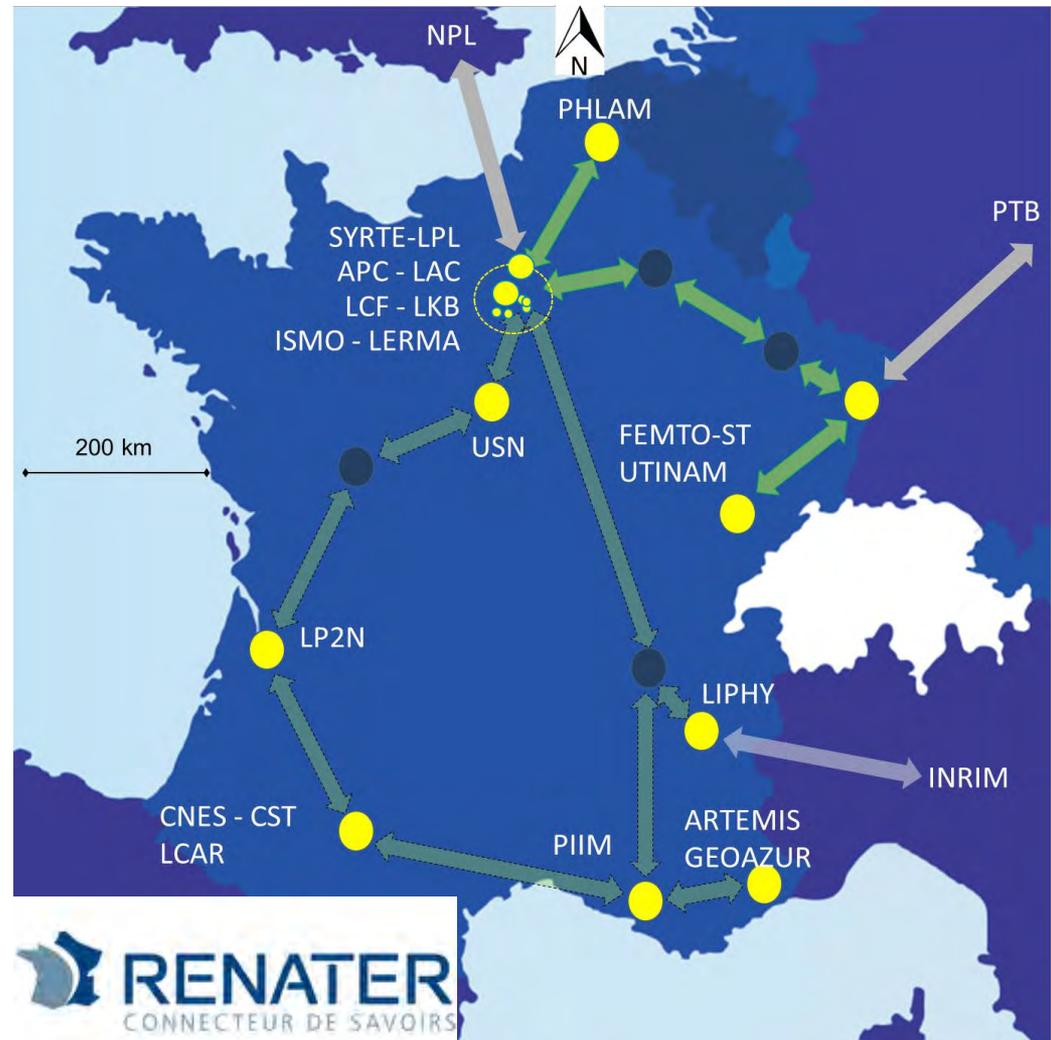
Lien Paris-Lille (*Applied Optics, 2018*)

## Décembre 2017

Cœur du réseau

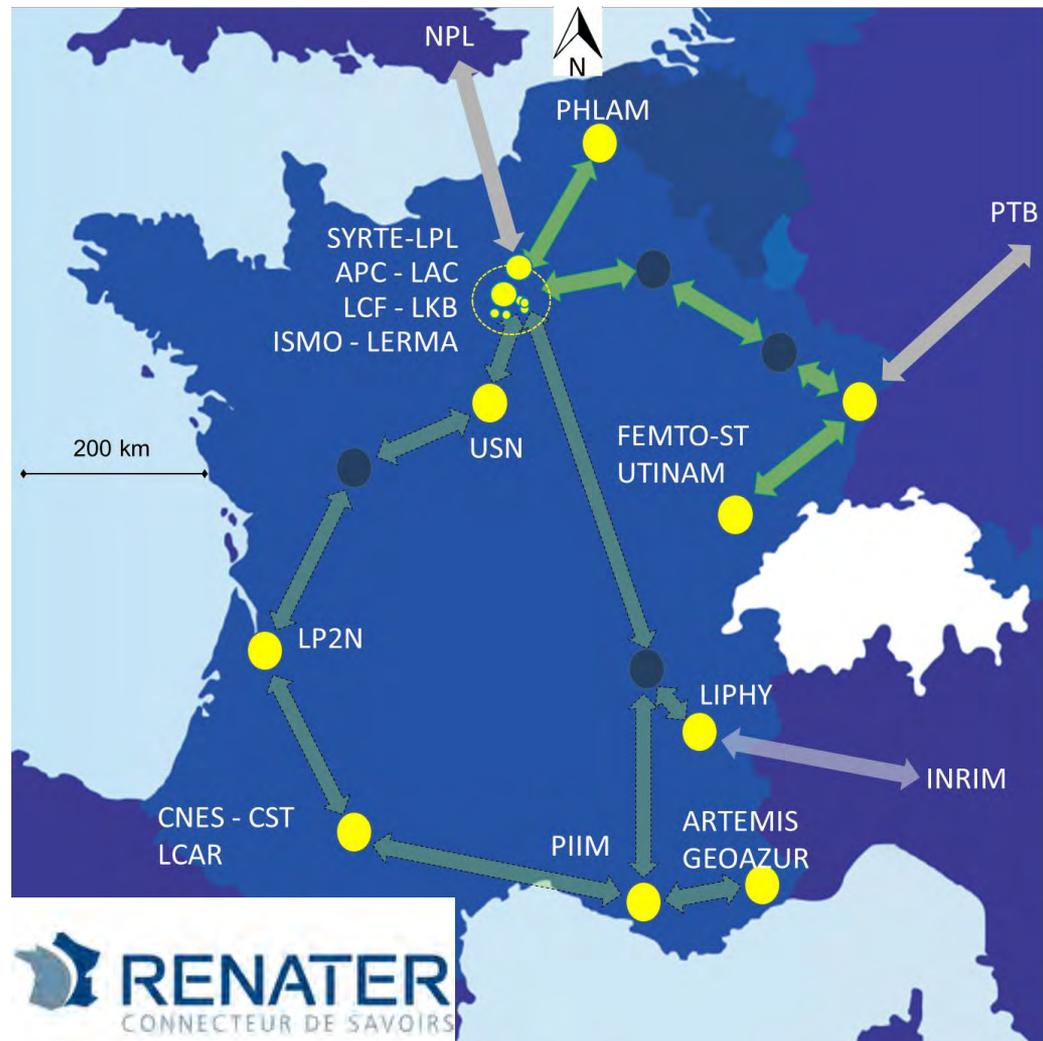
## Janvier 2018

Lien Strasbourg-Besançon



## Calendrier prévisionnel

Liens optiques	Période prévisionnelle
Île de France	<b>Fin 2018 – en cours</b>
Paris - Lille	<b>Opérationnel</b>
Strasbourg - Besançon	<b>Opérationnel</b>
Paris - Bordeaux	Mi 2019
Bordeaux - Toulouse	Fin 2019
Toulouse - Marseille	Début 2019
Paris – Lyon - Grenoble	<b>Fin 2018 – en cours</b>
Paris - Marseille	<b>Fin 2018</b>
Marseille - Nice	Fin 2019



## Actuellement:

- **Industrialisation** du projet
- **Supervision** globale du réseau en développement et test

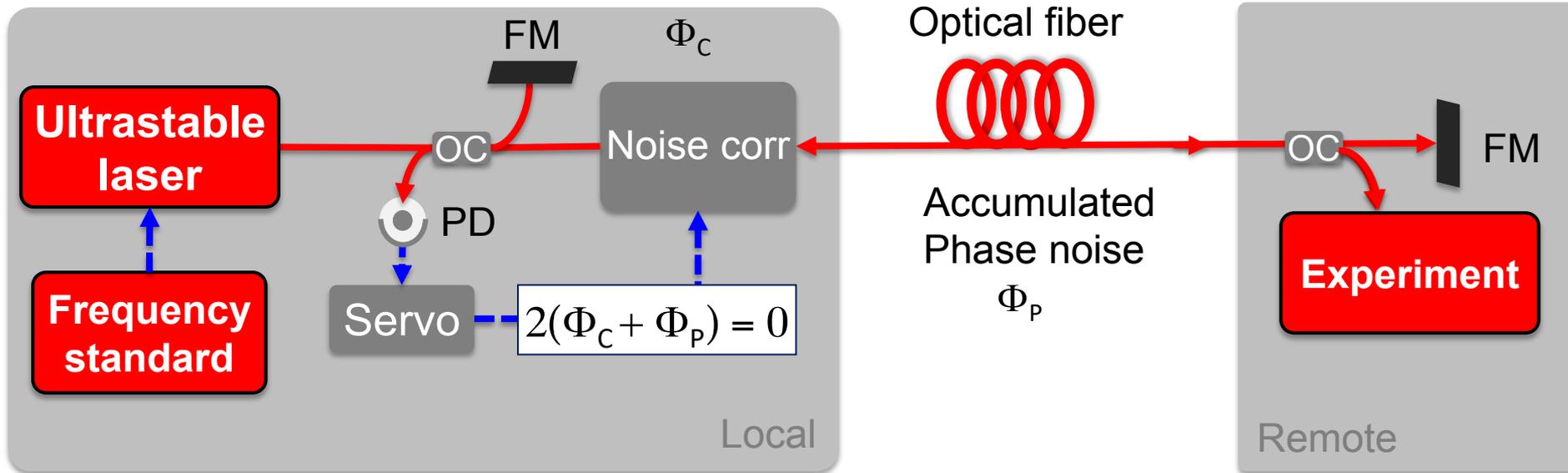
- **Finalisation** du « cœur » de réseau

- ← • **Comparaisons d'horloges** fréquentes
- **Service** de validation et traitement scientifique des données en développement

Fabiola  
MuQuans

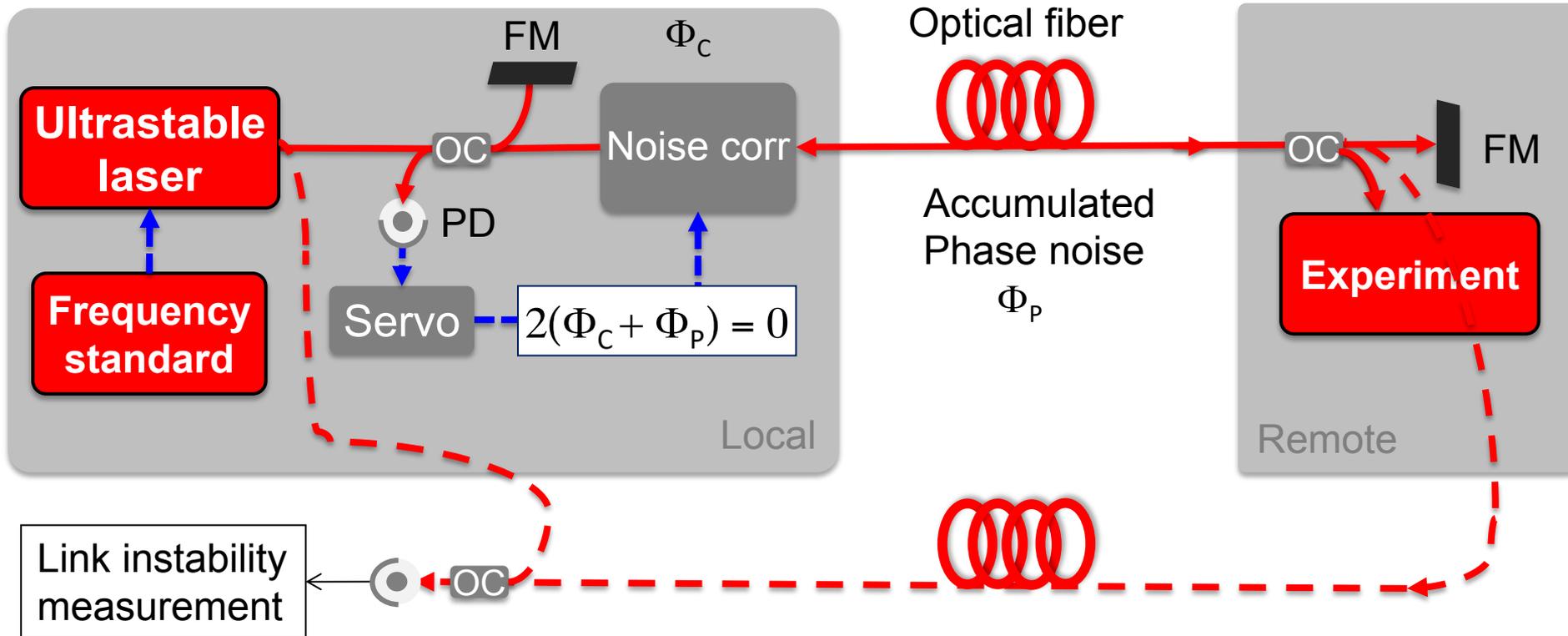
Paul Eric

## Compensation du bruit de la fibre



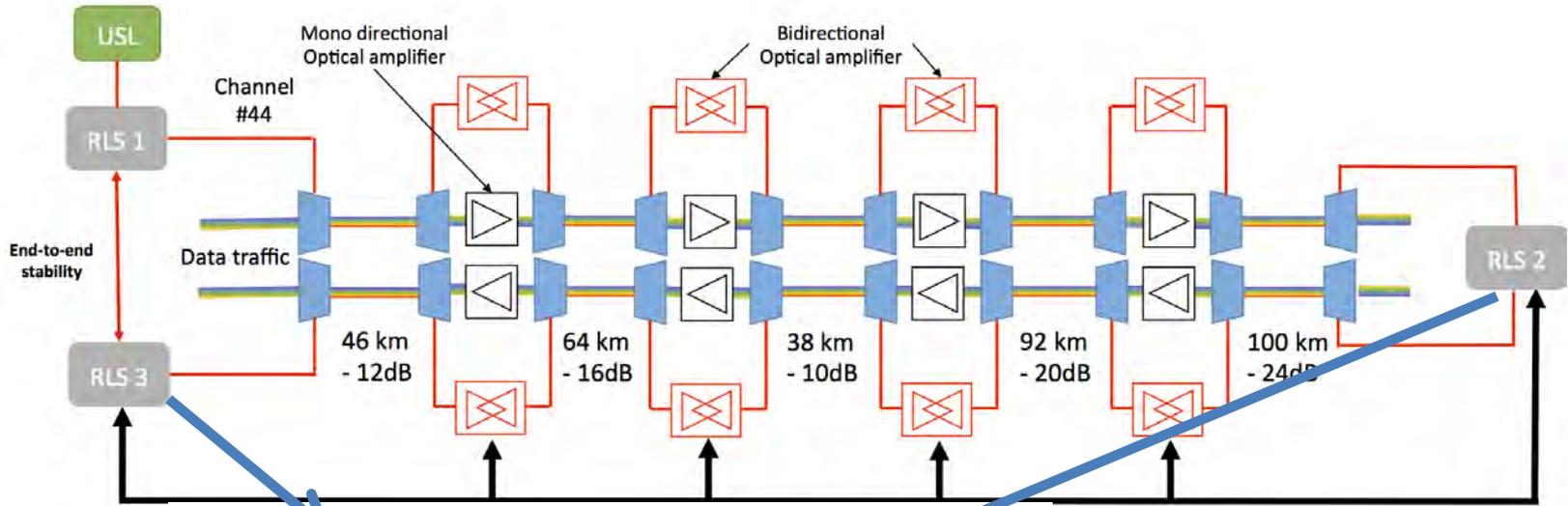
- Aller / retour dans la fibre pour compenser → bidirectionnel

## Compensation du bruit de la fibre

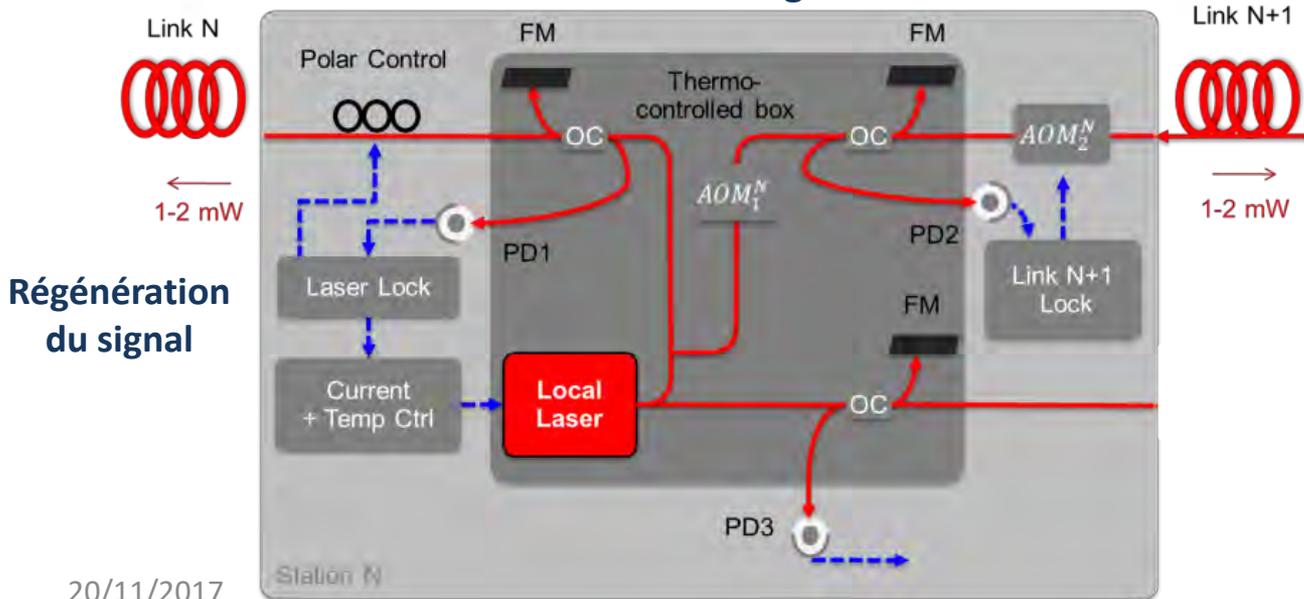


- Aller / retour dans la fibre pour compenser → bidirectionnel
- Battement signal avant et après dissémination → End to End

# Description d'un lien optique (2/3)



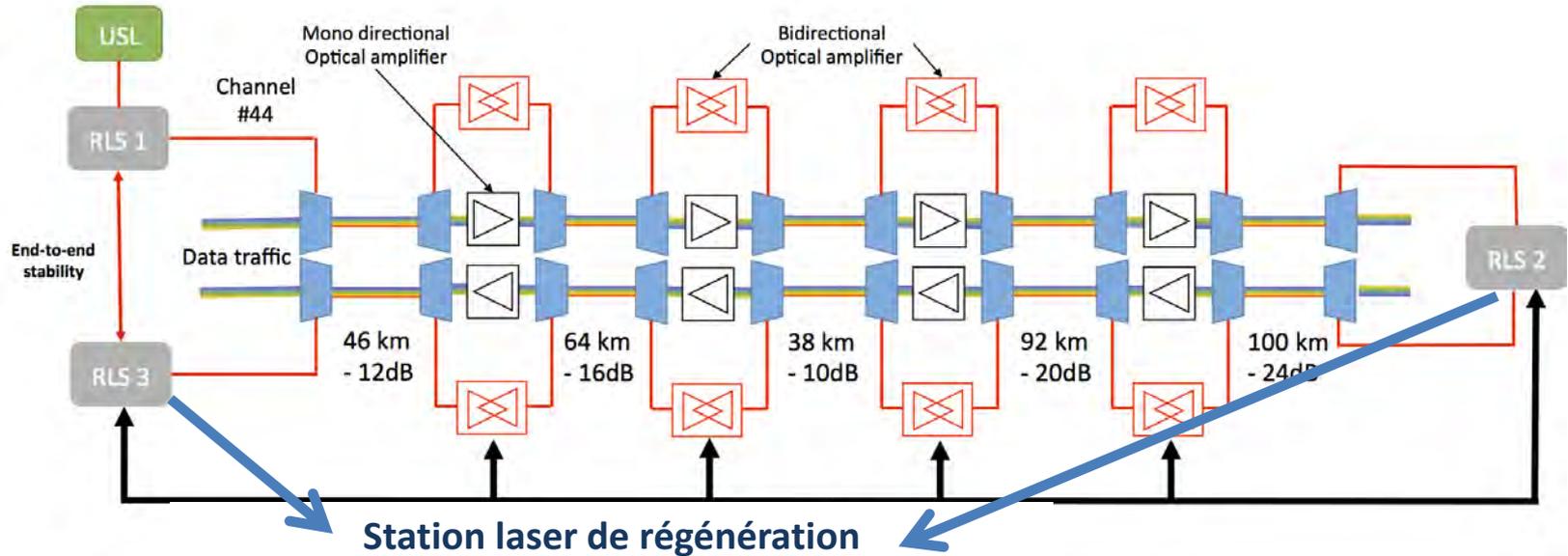
**Station laser de régénération**



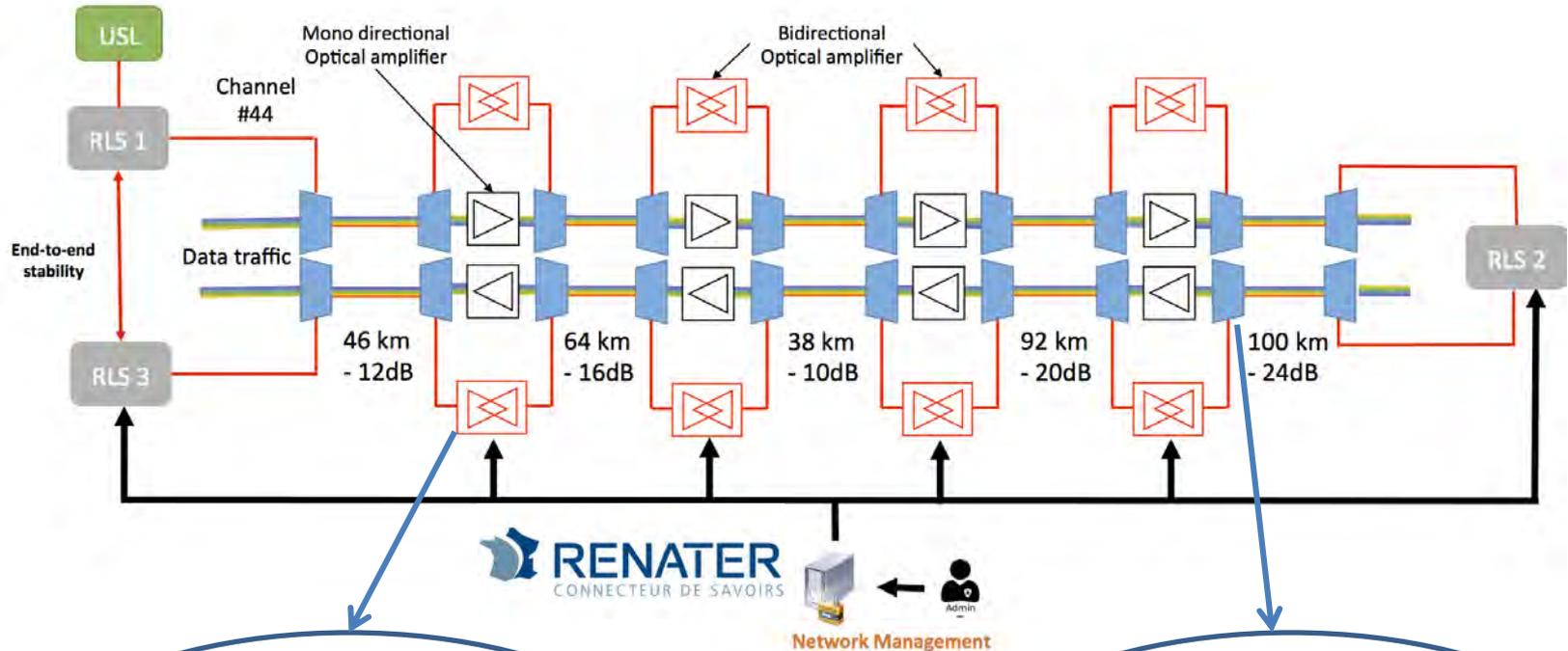
**Compensation du bruit du lien**

- **Contrôle à distance**
- **Automatisation**
- **Rejection du bruit de l'oscillateur RF**

# Description d'un lien optique (2/3)



- Contrôle à distance
- Automatisation
- Rejection du bruit de l'oscillateur RF



## Multiplexage optique

OADM = Optical Add / Drop Multiplexer

→ Canal #44 à 1542,14 nm

**Infractive**  
Vitalisez votre réseau



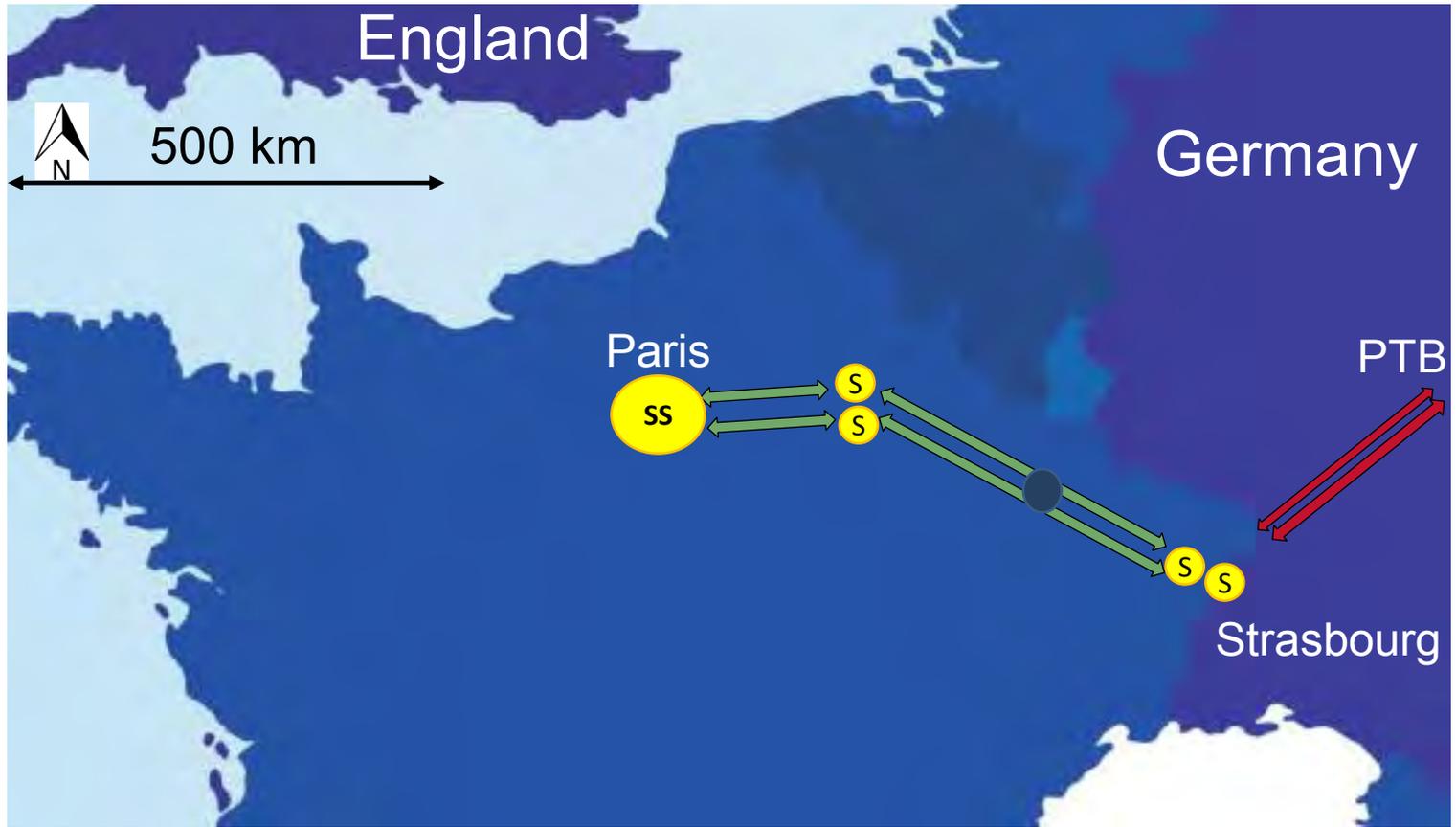
## Configuration bidirectionnelle

Amplificateur bidirectionnel dédié au projet

**KEOPSYS**  
THE LIGHT TOUCH

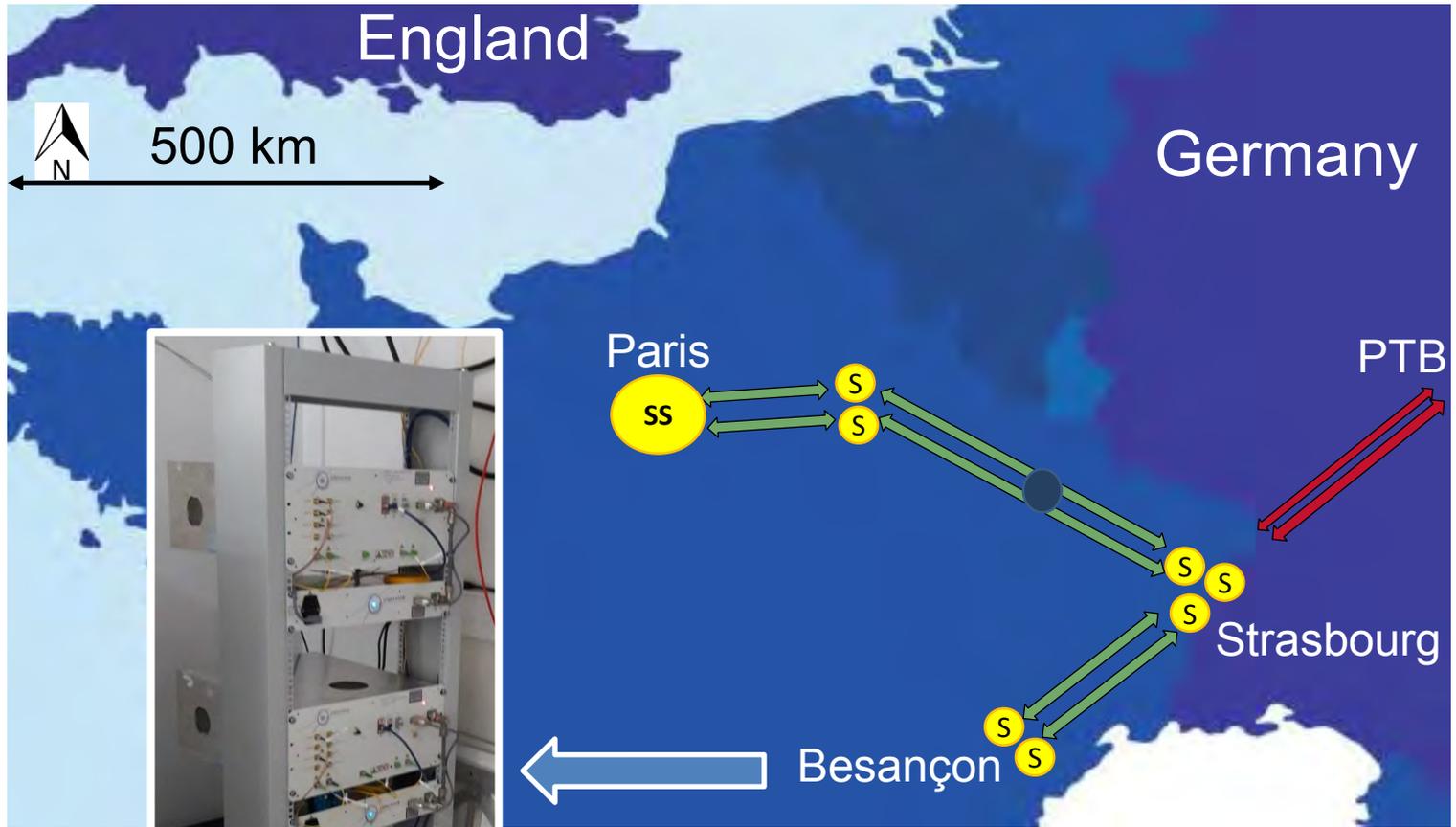


# Paris - Strasbourg - Besançon

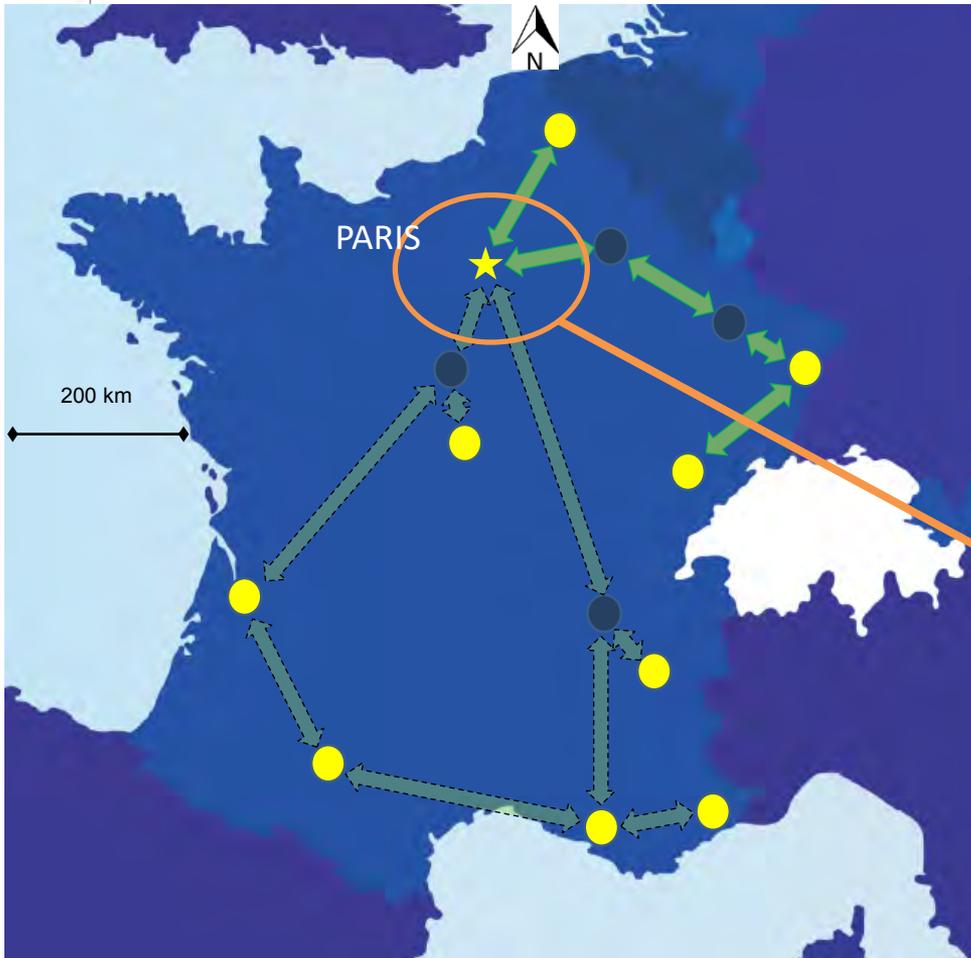


Comparaison à Strasbourg  
SYRTE - PTB  
SYRTE - FEMTO-ST

# Paris – Strasbourg - Besançon

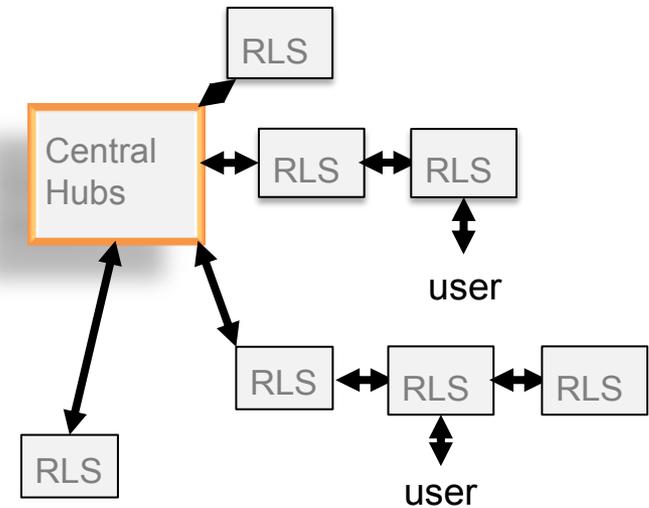


Comparaison à Strasbourg  
 SYRTE - PTB  
 SYRTE - FEMTO-ST



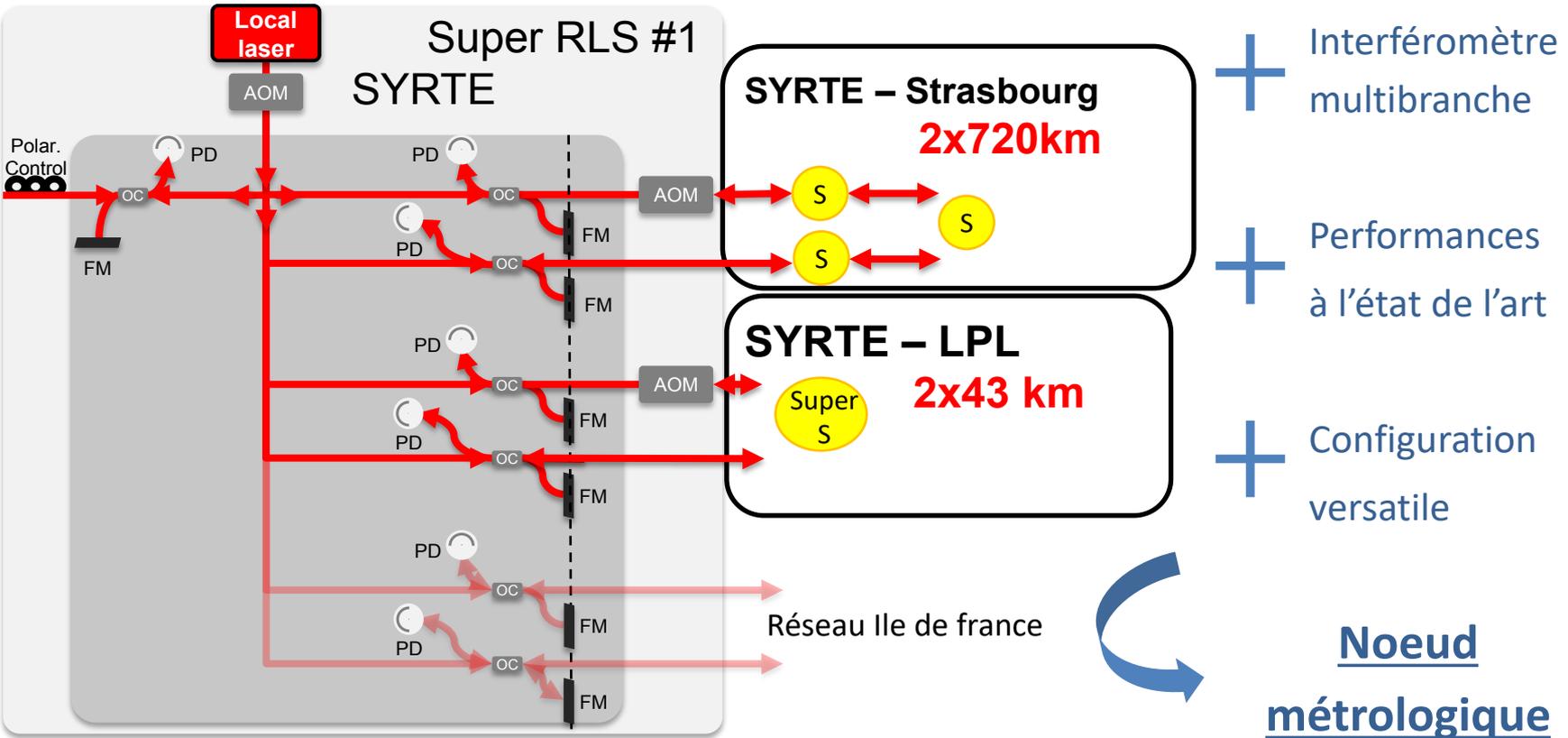
**Hub central** nécessaire pour une dissémination vers plus de 2 liens

## Hub configuration



# Hub central = Super-station

- Conception basée sur celle des stations de régénération: Asservissements + contrôle à distance+ automatisation + ... → Mêmes avantages que les RLS



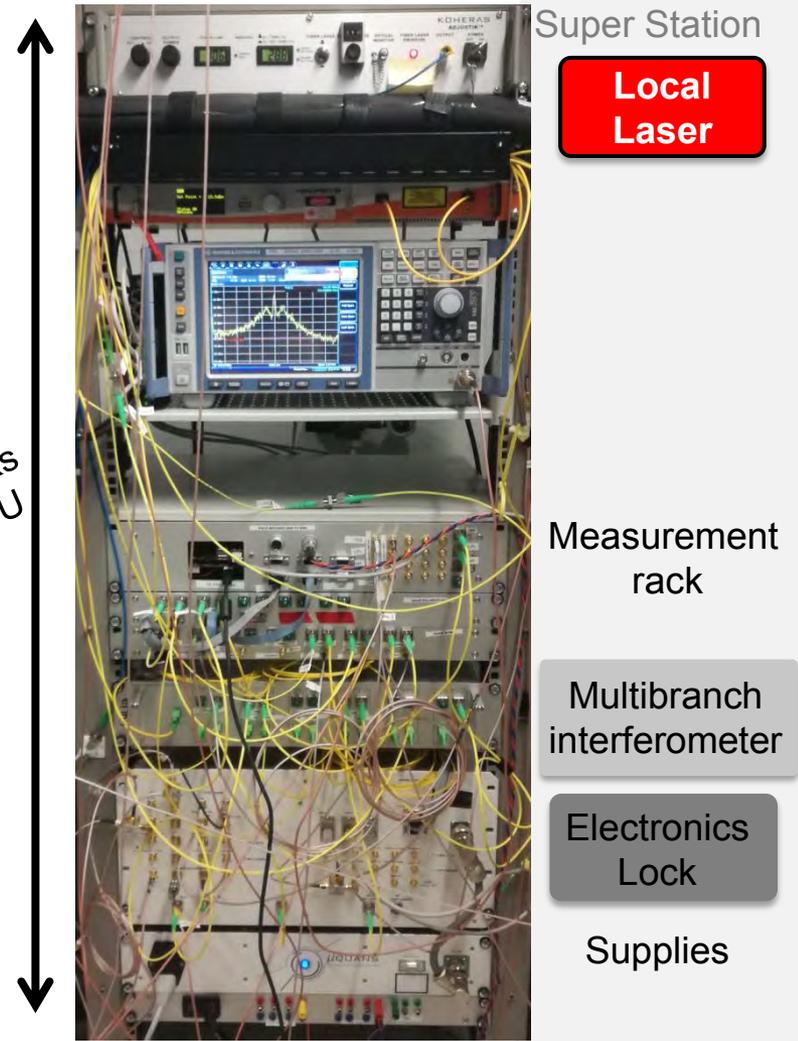
- + Interféromètre multibranche
- + Performances à l'état de l'art
- + Configuration versatile

**Noeud métrologique**

# Développement de 3 Super-stations

- **3 Super-stations développées avec 2 réalisations différentes**
  - Départ principal au SYRTE
  - Départ national à TeleHouse
  - Intermédiaire au LPL
  
- Développement et réalisation par le LPL et SYRTE
  
- Interféromètre développé avec l'entreprise KYLIA et cartes électroniques avec SYRLINKS
  
- Super-station SYRTE: installée en Décembre 2017 et opérationnelle 1 jour après son installation

Racks  
30 U



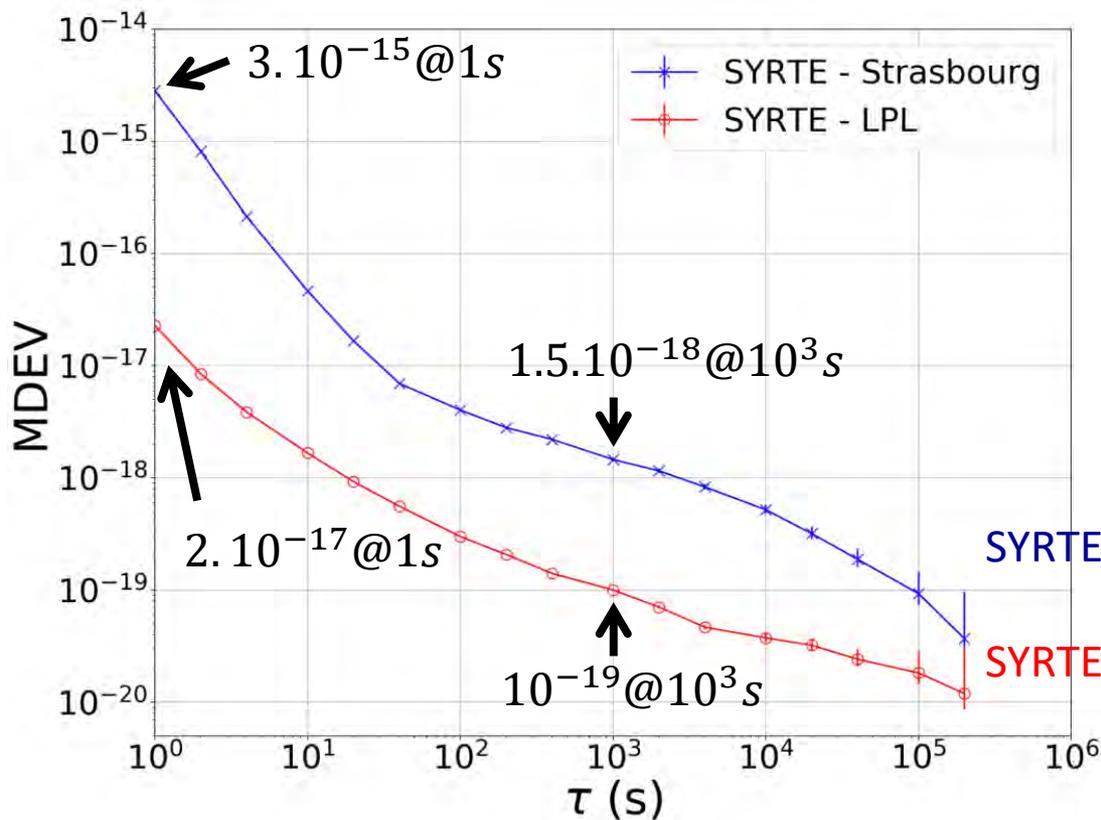
→ Robuste et fiable depuis début 2018

**Disponibilité du signal (liens+comb+cavité) sur 61 jours (du 10-03-2018 au 10-05-2018)**

SYRTE – Univ. Strasbourg  
Disponibilité de **92.2%**!

SYRTE – LPL  
Disponibilité de **95.3%**!

Du  
23-03-2018  
to  
02-04-2018



Dead Time Free Counter K+K  
Lambda counting  
1s gate time

**Exactitude:**  
SYRTE – Strasbourg:  $3.2 \times 10^{-19}$

SYRTE – LPL:  $2.3 \times 10^{-20}$

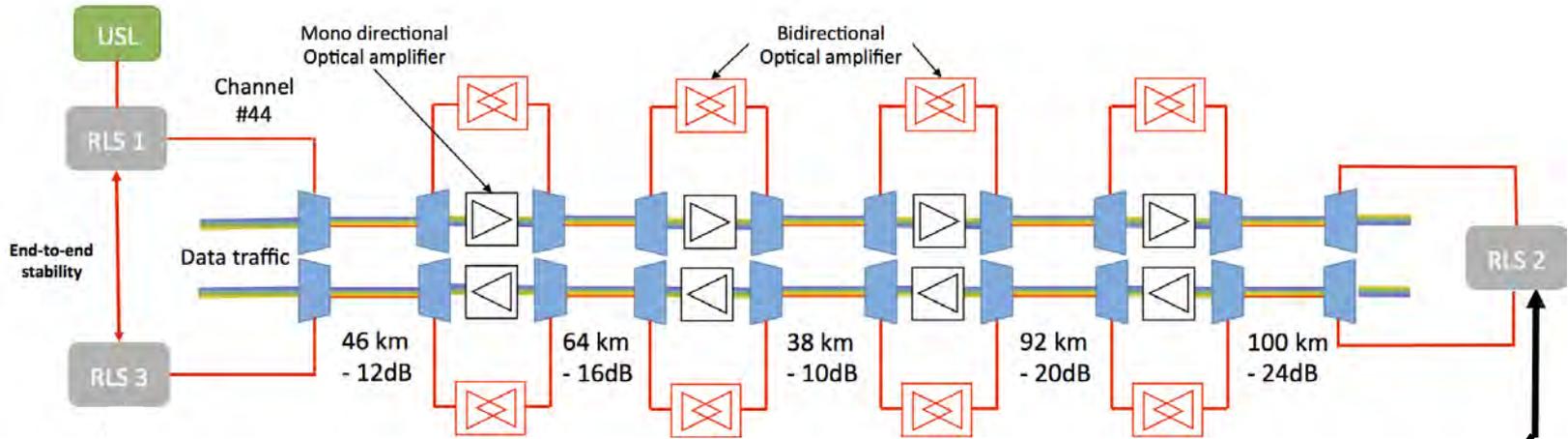
1. Avancées récentes du réseau REFIMEVE+
  - Etat des lieux du déploiement
  
2. Arrivée dans les laboratoires partenaires
  - Etapes du déploiement d'un lien
  - Ce qu'il faut faire au laboratoire

RENATER

1. Disponibilité de la fibre optique
2. Disponibilité des OADM's et de la supervision

MUQUANS

3. Déploiement des équipements sur site et mise en service du lien optique
4. Optimisation des performances
5. Exploitation du signal par les laboratoires partenaires



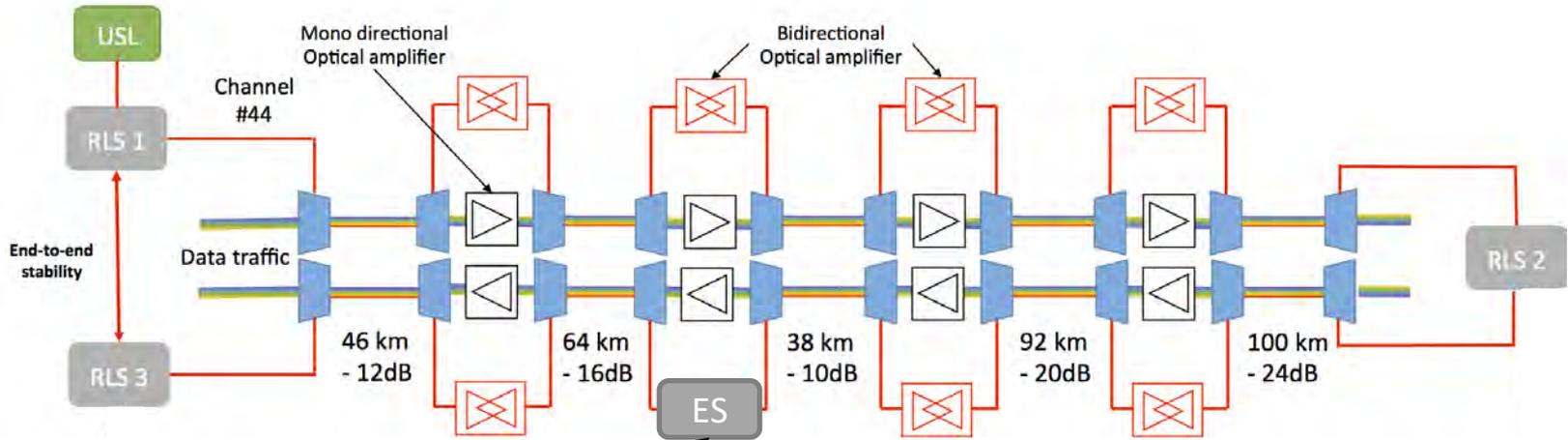
Station laser de régénération



Sortie vers l'utilisateur

Module Utilisateur

Laboratoire partenaire

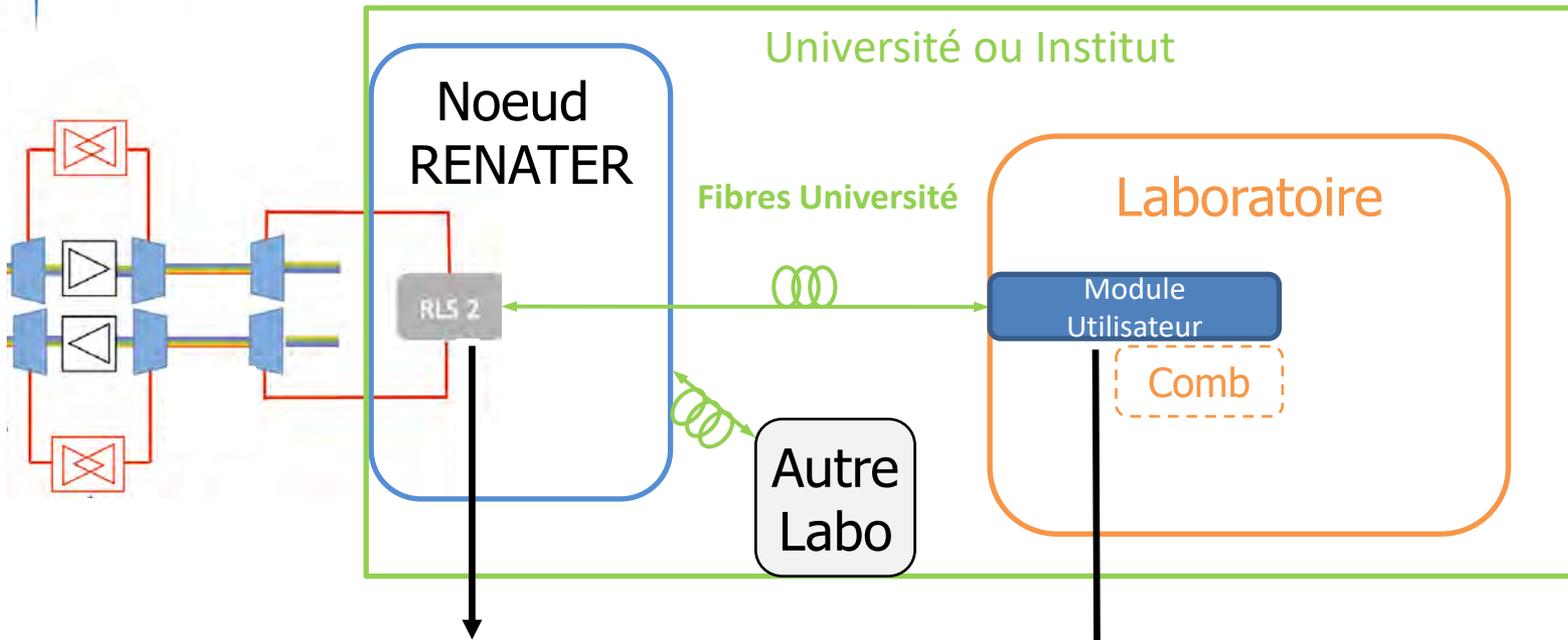


Station d'extraction

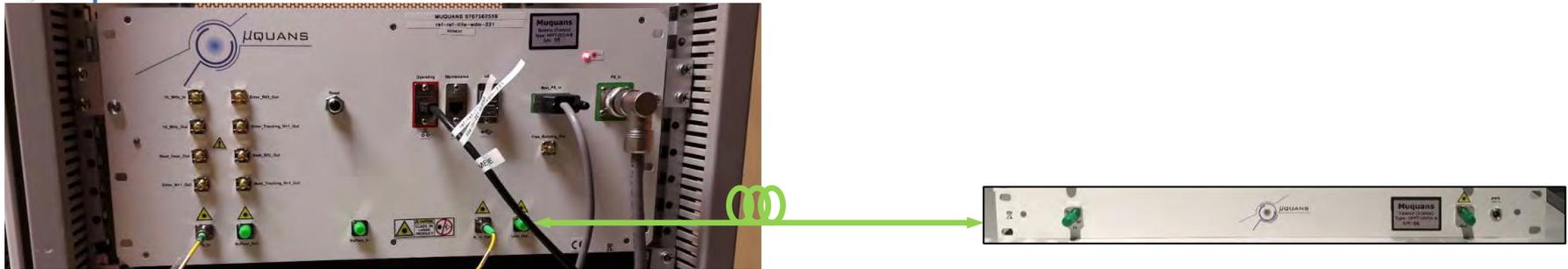


Sortie vers l'utilisateur

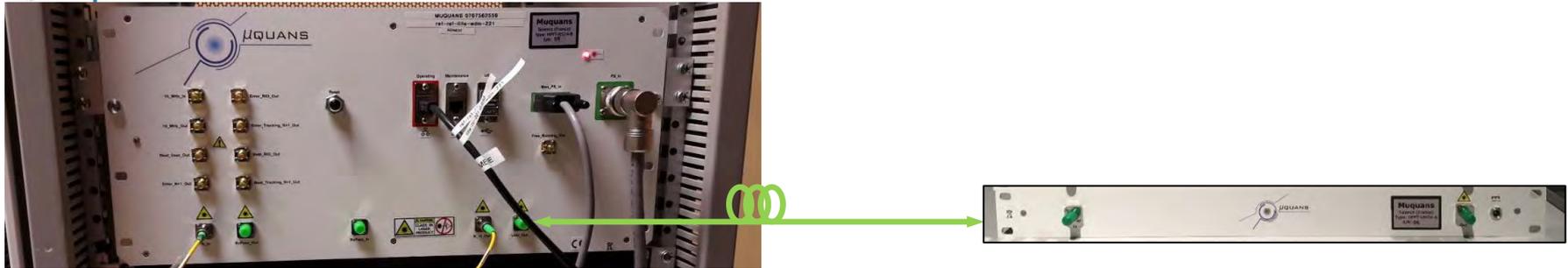
Laboratoire partenaire



**Les stations et modules utilisateur sont fournis par REFIMEVE+**



1. S'assurer de la disponibilité d'une **baie (ou espace 30U consécutif)** dans le nœud RENATER.
  - Elle est à choisir en collaboration avec REFIMEVE+, RENATER et le Service Informatique sur place.
  
2. S'assurer de la disponibilité d'une **fibre monomode** (connecteurs FC/APC si possible) reliant le nœud au laboratoire.
  - Cette fibre peut être dédiée au projet ou partagée avec les données de l'université.
  
3. S'assurer de la disponibilité d'un **espace 5U** dans la salle du laboratoire



1. S'assurer de la disponibilité d'une **baie (ou espace 30U consécutif)** dans le nœud RENATER.
  - Elle est à choisir en collaboration avec REFIMEVE+, RENATER et le Service Informatique sur place.
  
2. S'assurer de la disponibilité d'une **fibre monomode** (connecteurs FC/APC si possible) reliant le nœud au laboratoire.
  - Cette fibre peut être dédiée au projet ou partagée avec les données de l'université.
  
3. S'assurer de la disponibilité d'un **espace 5U** dans la salle du laboratoire
  - ↳ Voir « Fiche technique pour l'hébergement de matériel scientifique du projet REFIMEVE+ » sur [refimeve.fr](http://refimeve.fr)

- ✓ **Industrialisation** du projet
- ✓ **Nord-Est** du réseau déployé
- ✓ **Cœur** du réseau bientôt opérationnel (superstations)
  
- **Supervision globale** en développement
- De nombreux déploiements courant 2019
  
- **Arrivée du signal**  
**S'assurer** de la mise à disposition **des baies** dans le nœud et dans le labo et **d'une fibre** les connectant.

## Merci !