

# CABRI



LPL : **Yacine CHELOUAH**, Mamadou FAYE, Frédéric DU-BURCK, Vincent RONCIN  
*Equipe Métrologie Transportable*

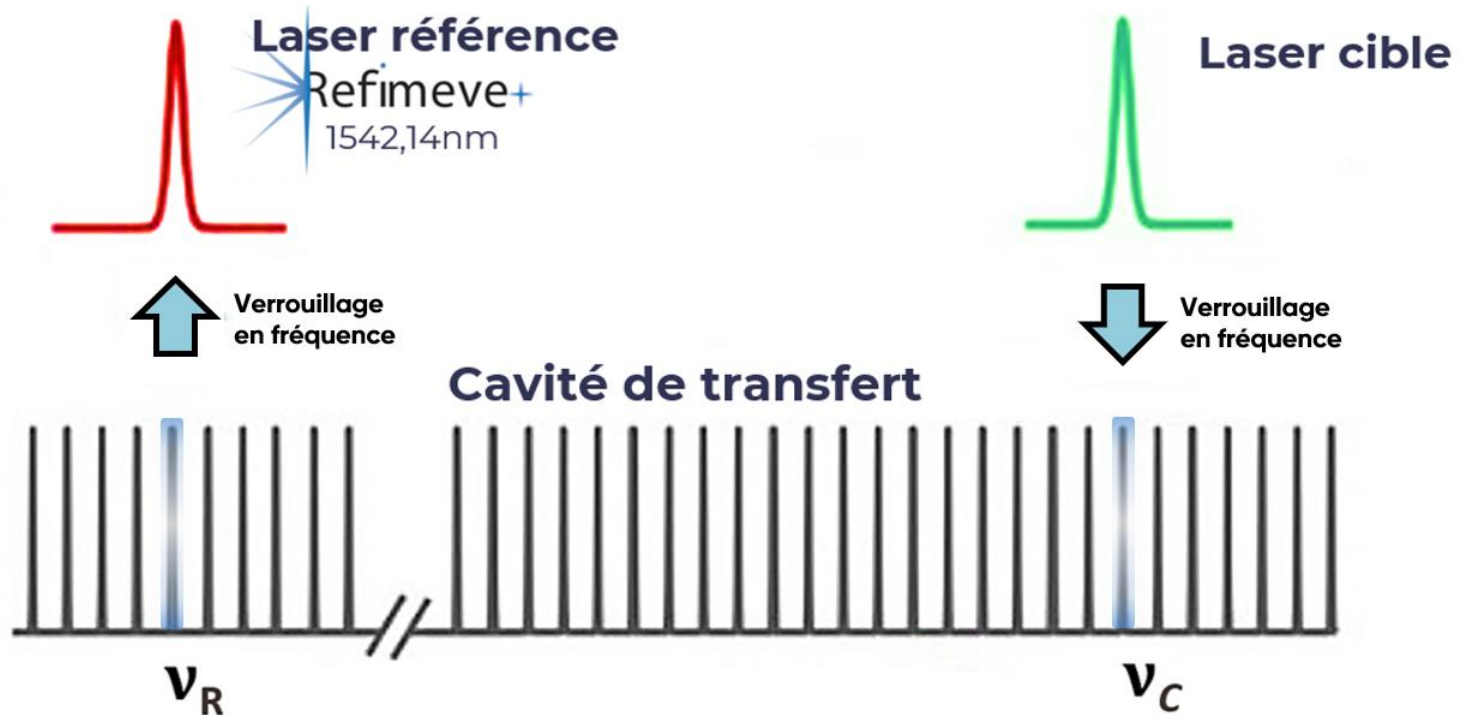
EXAIL : Laurent LABLONDE, Ronan LE MASSON, Thierry ROBIN

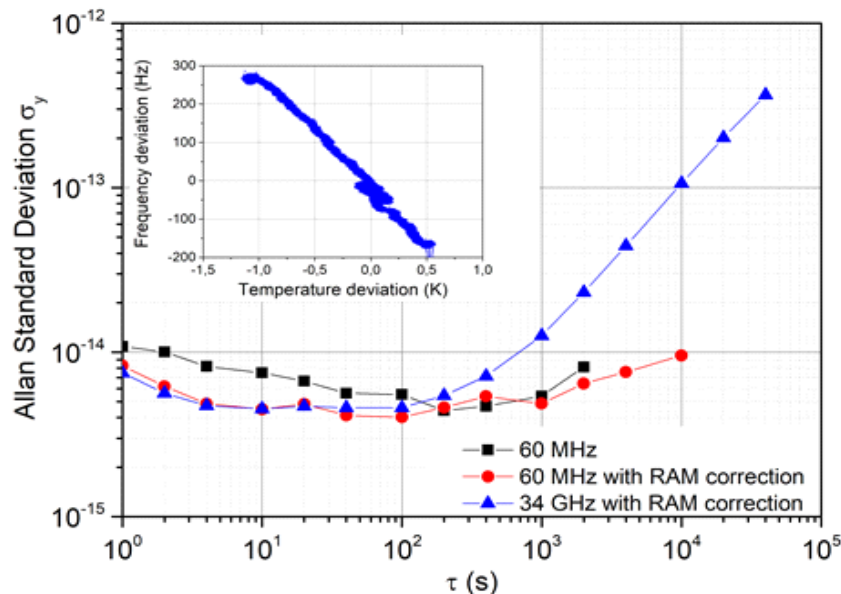
# Cavité Fabry-Perot à réseaux de Bragg pour le transfert de stabilité en fréquence sur une large bande spectrale

- Projet sur 18 mois
- Budget : 30k€ + 18 mois IR
- Entreprise partenaire : Exail Lannion (PSD)

- Demande en sources laser stables
  - Recherche fondamentale
  - Technologie industrielle
  - Spectroscopie de haute résolution
  - Synchronisation d'instruments
  - Détection cohérente ultra-sensible
  - **Développement des technologies quantiques**
    - manipulation cohérente des états quantiques de systèmes atomiques (horloges atomiques, sources de photons uniques et qbits)
  
- Besoin de dispositifs compacts, autonomes et transportables

# Principe du transfert de stabilité en fréquence





■ Stabilité de  $5.10^{-15}$

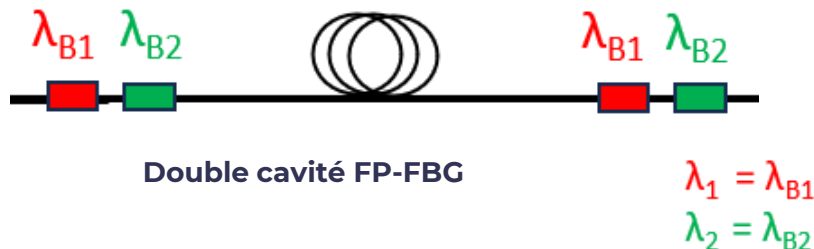
## ■ Limites et contraintes :

- Sensibilité à la température
- Stabilité de la température ambiante
- Transfert limité à 100 nm
- Montage volumineux

## ■ Nouveau dispositif

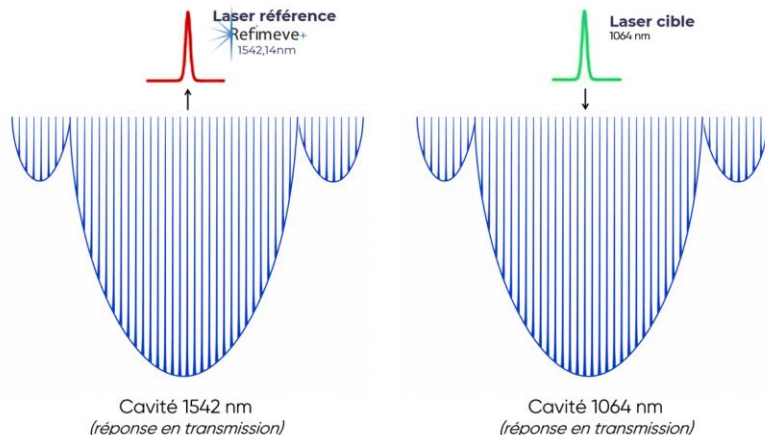
- Transfert lointain avec le même niveau de stabilité
- Dispositif de stabilisation adapté (limitations des perturbations externes, meilleure stabilité thermique)
- Compacité
- Autonomie
- Transportabilité

# Transfert avec des cavités à réseaux de Bragg

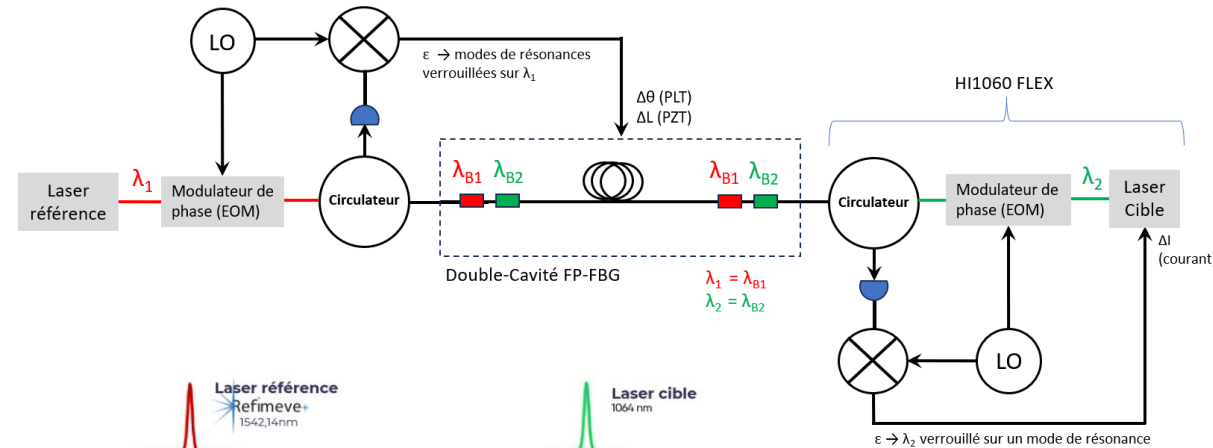


2 cavités Fabry-Perot à réseaux de Bragg imbriquées au sein d'une même fibre monomode  
**Corning HI1060 FLEX**

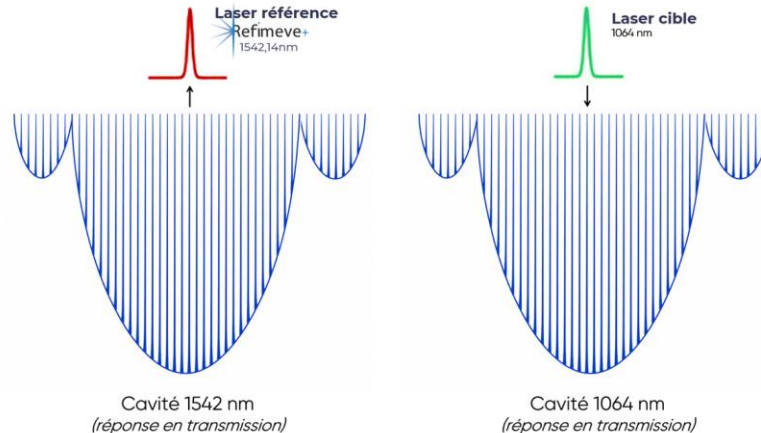
→ Transfert sur **500nm**



- La **cavité 1** est verrouillée sur REFIMEVE+ ( $V_R = 1542,14 \text{ nm}$ )
- Le laser cible Rio ( $v_c = 1063,18 \text{ nm}$ ) est verrouillé sur la **cavité 2**

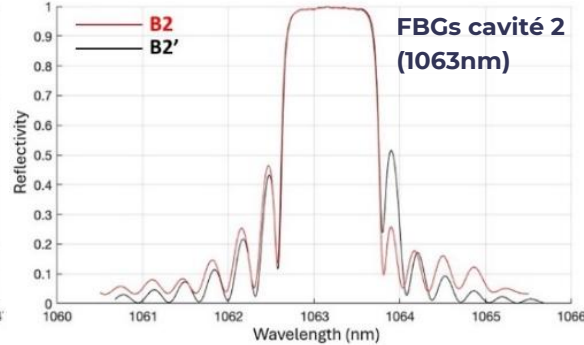
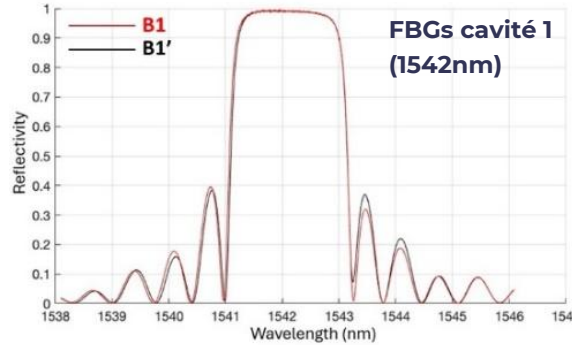


- Asservissement par méthode PDH
- Mesure de stabilité par battement



- La **cavité 1** est verrouillée sur REFIMEVE+ ( $v_R = 1542,14 \text{ nm}$ )
- Le laser cible Rio ( $v_C = 1063,18 \text{ nm}$ ) est verrouillé sur la **cavité 2**

# Caractérisation de la double FP-FBG



- $\lambda_{\text{cavité1}} = 1542,14 \text{ nm}$
- $\lambda_{\text{cavité2}} = 1063,18 \text{ nm}$
- Biréfringence :  $3,8 \cdot 10^{-7}$
- Écart de longueur  $\Delta L \approx 4 \mu\text{m}$

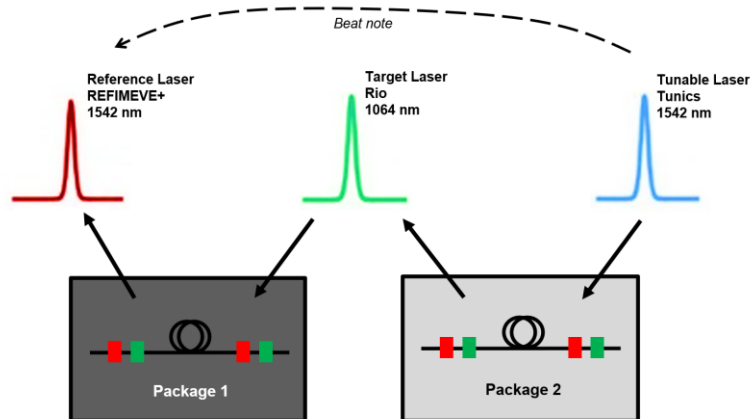
- Les deux cavités ont des caractéristiques identiques

|               | Caractérisation double cavité |        |            |        |
|---------------|-------------------------------|--------|------------|--------|
|               | 1542 nm                       |        | 1064 nm    |        |
|               | Simulation                    | Mesure | Simulation | Mesure |
| ISL (kHz)     | 690                           | 680    | 690        | 680    |
| Largeur (kHz) | 20                            | 17     | 26         | 21     |
| Contraste (%) | 64                            | 61     | 60         | 55     |



- Conception de 2 dispositifs de transfert identiques

(Double FP-FBG + Packaging)



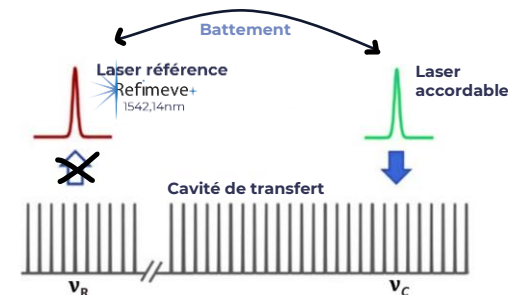
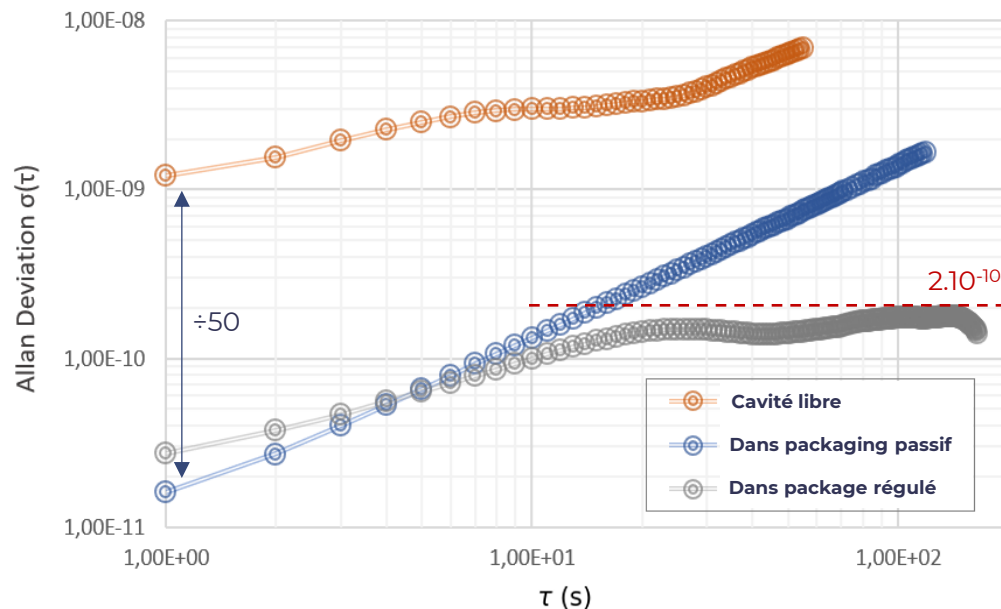
→ Caractérisation métrologique du transfert de 1,5  $\mu\text{m}$  à 1  $\mu\text{m}$

→ Comparaison entre les 2 packages

- Méthode Aller-retour

# Stabilité de la cavité avec/sans packaging

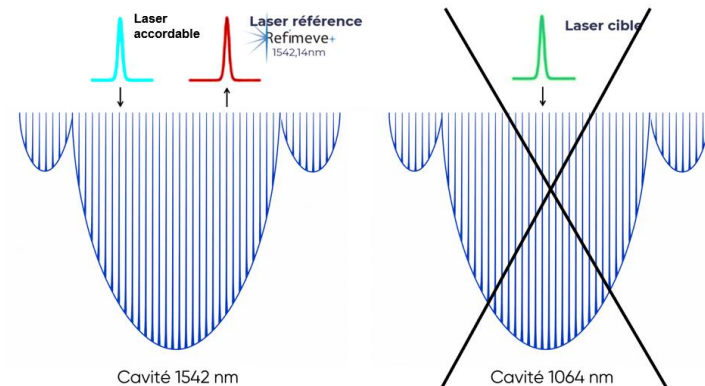
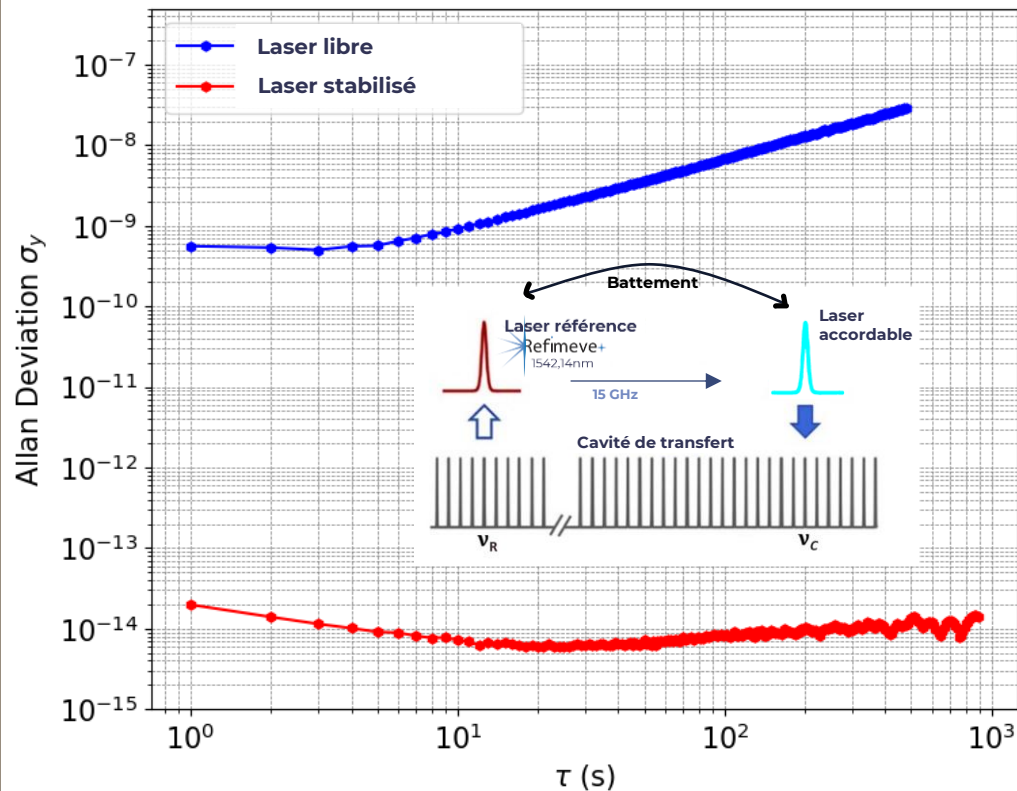
## Stabilité en fréquence de la cavité



- La stabilité de la cavité est **améliorée d'un facteur 50** avec le packaging passif
- La cavité se stabilise à  **$2,10 \cdot 10^{-10}$**  avec le package régulé
  - Conversion en stabilité thermique :

$$4,10 \cdot 10^{-4} \text{ K}$$

# Caractérisation du transfert proche



## ■ Transfer sur 15 GHz

- Stabilité à 1s:  **$2.10^{-14}$**
- Stabilité plancher :  **$5.10^{-15}$**

- Prochaine étape :
  - Caractérisation du transfert lointain (vers 1064nm)

# Transfert de stabilité en fréquence sur une large bande spectrale

