

Spectroscopie moyen infrarouge déportée à base de fibres creuses anti-résonantes



S. Le Méhauté¹, L. Bodiou¹, X. Insou^{1,4}, J. Charrier¹, T. Chartier¹, A. Aboucha², L. Provino², D. Méchin², L. Quéstel³, S. Claudot^{2,4}, M. Thual¹

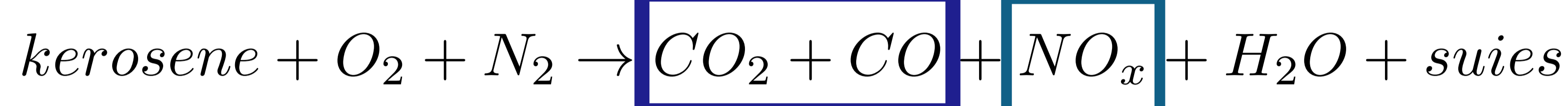


Me trouver sur :



Contexte

- émissions des avions de ligne nocives sur la santé humaine (NOx) et effet sur le dérèglement climatique
- **mesure en vol** : possibilité d'un contrôle de consommation de carburant et surveillance vieillissement moteur



émissions en vol et efficacité de combustion

émissions au sol, impact sur la santé humaine, vieillissement prématuré du moteur

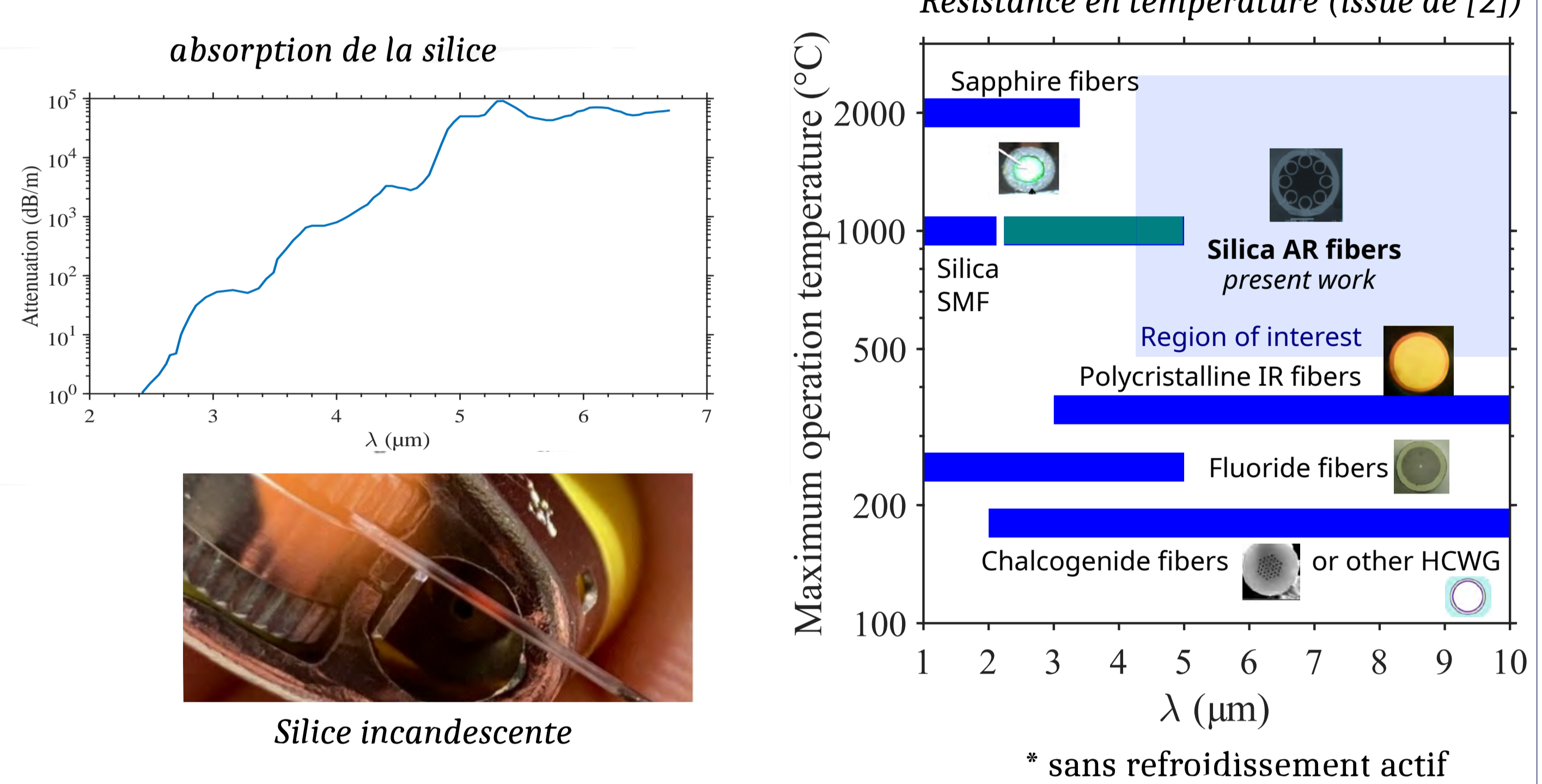


Objectifs

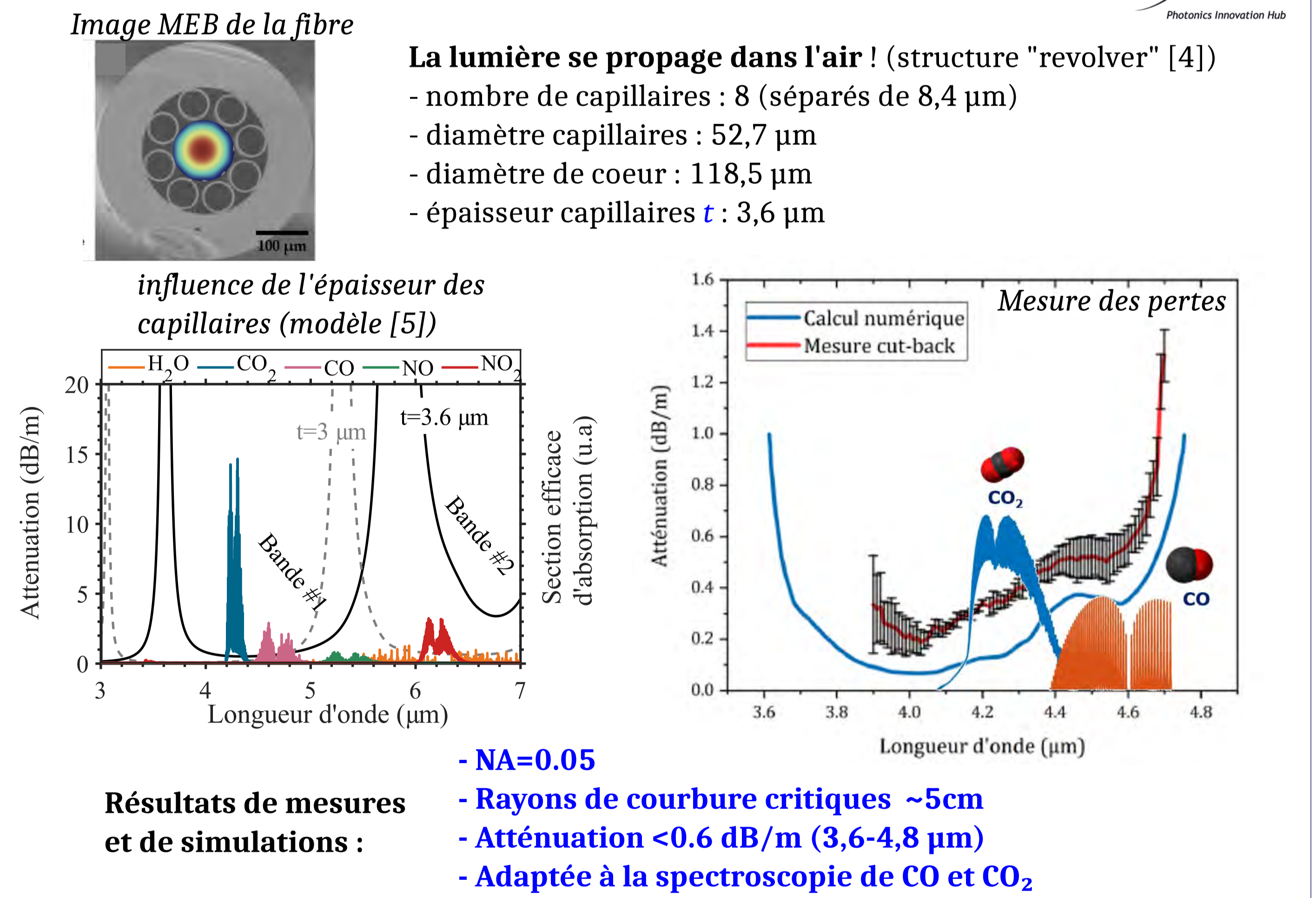
- Mieux caractériser les gaz d'échappement
- **Système optique de détection des gaz de combustion en conditions sévères (moyen-IR 3-6 μm)**
- Capteur robuste en température, vibrations et pollution, grande durée de vie → **utilisation de fibres optiques pour le déport du signal**



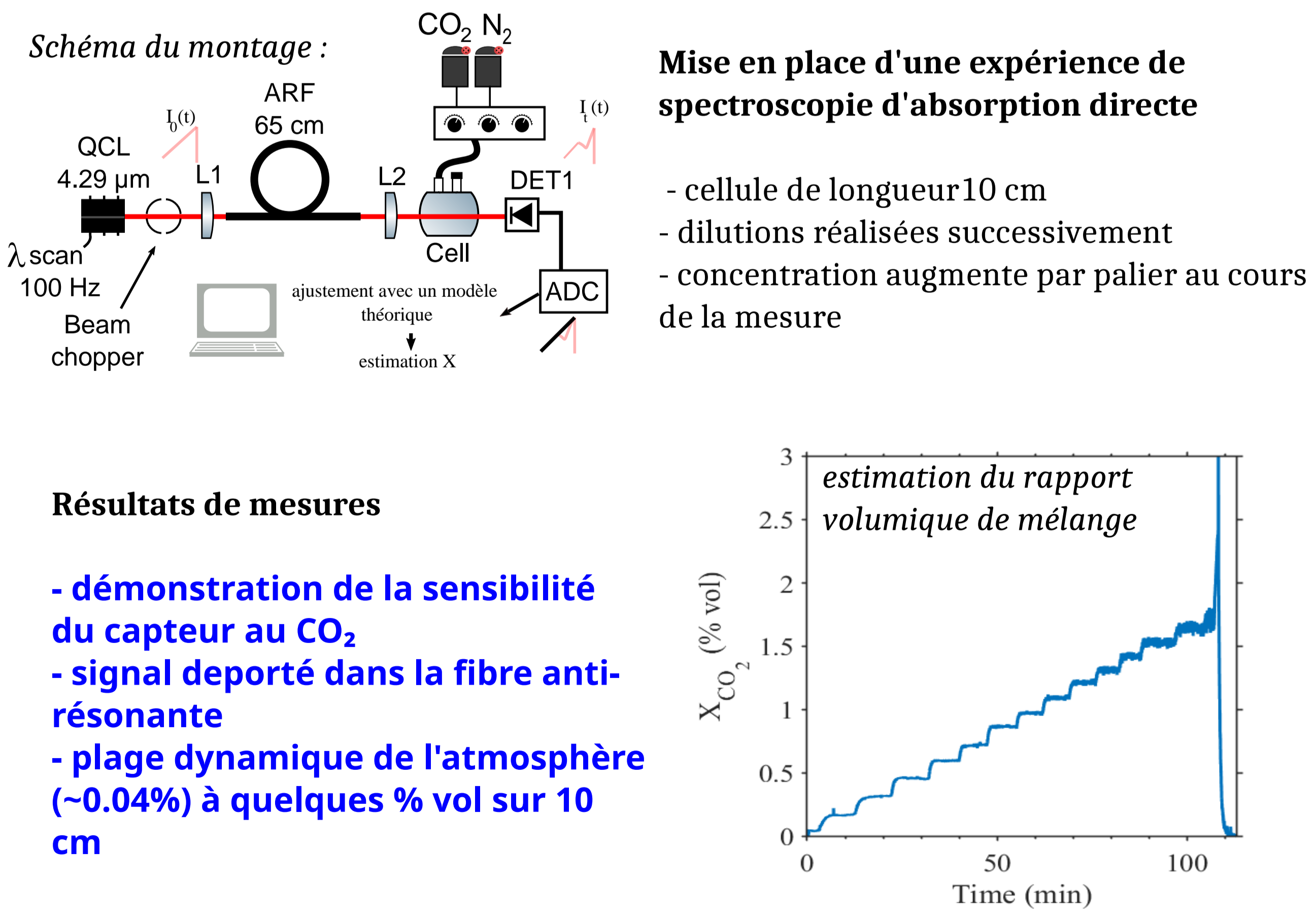
Quelle fibre pour transmettre dans le moyen-IR et résister à des températures élevées (>500°C)



Fibres creuses anti-résonantes en silice



Mesure du dioxyde de carbone @ 4,3 μm



Conclusion

- Design, tirage et caractérisation d'une fibre anti-résonante : pertes linéiques voisines de l'état de l'art dans la gamme 4-4,6 μm (<0,6 dB/m)
- Intégration de la fibre au sein d'un capteur laser dédié à la mesure du CO₂ à 4,3 μm
- Demonstration de la sensibilité de ce capteur au CO₂ (spectroscopie d'absorption directe)

Perspectives

- Caractérisation capteur CO₂ : limite de détectabilité, précision et exactitude, plage de linéarité, etc...
- Mesure d'autres espèces (notamment CO), implémentation WMS @ 4,58 μm
- Vers une fibre capable de transmettre jusqu'à 5 μm (mesure NO)
- Tests exhaustifs en environnement sévère (courbure, température)

Références

[1] Dutz, Franz J., et al. "High-temperature profile monitoring in gas turbine exhaust-gas diffusers with six-point fiber-optic sensor array." International Journal of Turbomachinery, Propulsion and Power 5.4 (2020): 25.
 [2] V. Artyushenko, A. Bocharnikov, T. Sakharova, and I. Usenov, "Mid-infrared fiber optics for 1–18 μm range : Ir-fibers and waveguides for laser power delivery and spectral sensing," Optik & Photonik, vol. 9, no. 4, pp. 35–39, 2014.
 [3] D. Liu, Q.Wu, C. Mei, J. Yuan, X. Xin, A. K. Mallik, F.Wei, W. Han, R. Kumar, C. Yu et al., "Hollow core fiber based interferometer for high-temperature (1000° C) measurement," Journal of Lightwave Technology, vol. 36, no. 9, pp. 1583–1590, 2018.
 [4] I. A. Bufetov, A. F. Kosolapov, A. D. Pryamikov, A. V. Gladyshev, A. N. Kolyadin, A. A. Krylov, Y. P. Yatsenko, and A. S. Biriukov, "Revolver hollow core optical fibers," Fibers, vol. 6, no. 2, p. 39, 2018.
 [5] M. Bache, M. S. Habib, C. Markos, and J. Lægsgaard, "Poor-man's model of hollow-core anti-resonant fibers," JOSA B, vol. 36, no. 1, pp. 69–80, 2019.