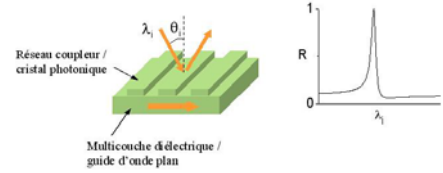


• **Objectif:**

- réaliser des filtres performants à 1550nm et 850nm, présentant une largeur spectrale de l'ordre du dixième de nanomètre, fonctionnant en incidence oblique, indépendamment de la polarisation
- démontrer l'intérêt des réseaux résonnants pour atteindre ces performances ultimes et ouvrir une nouvelle voie au filtrage optique en espace libre, habituellement réalisé avec des Fabry-Pérot.
- explorer les possibilités offertes par les réseaux résonnants en terme d'accordabilité

réseau résonnant: structure hybride composée d'un empilement diélectrique jouant le rôle de guide d'onde plan, sur lequel est gravé une structuration périodique sub-longueur d'onde jouant les rôles de réseau coupleur et de cristal photonique.



• **Etat de l'art au démarrage du projet:**

- peu de réalisations expérimentales, et uniquement pour des filtres fonctionnant en incidence normale, avec une faible tolérance angulaire
- existence de solutions théoriques permettant d'atteindre l'objectif, mais avec des structurations périodiques complexes, à la limite des performances technologiques actuelles

• **Approche: quatre phases couplées** → **conception - fabrication - caractérisation - modélisation**

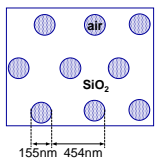
➤ **CONCEPTION** de filtres répondant aux contraintes énoncées (méthode numérique rigoureuse: méthode modale de Fourier)

- Choix des épaisseurs de l'empilement (3 couches: anti-reflet, modes guidés)

Matériaux: SiO₂ / Ta₂O₅ à 1550nm et SiO₂ / Si₃N₄ à 850 nm

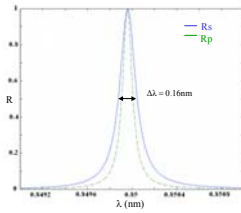
- Choix du motif en fonction des propriétés désirées

À 850nm

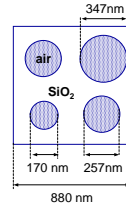


Profondeur des trous: 113nm

Indépendance à la polarisation Incidence oblique (15°)

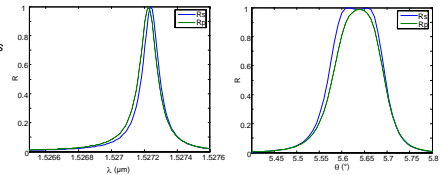


À 1550nm



Profondeur des trous: 220nm

Indépendance à la polarisation Incidence oblique (6°) Tolérance angulaire optimisée



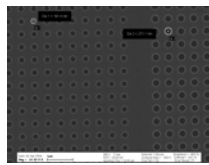
➤ **FABRICATION** des filtres conçus: lithographie électronique

trous petits + composants larges (1 mm de côté)

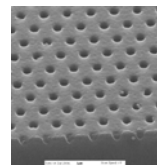
→ *processus de fabrication spécifique et délicat*

- Dépôt PMMA
- Ecriture e-beam
(raith 150 à 850nm, Leica EBPG5HR-100kEv à 1550nm)
- Développement PMMA
- Gravure SiO₂

À 850nm

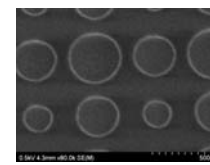


PMMA développé

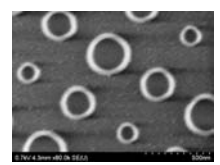


SiO₂ gravé

À 1550nm



PMMA développé

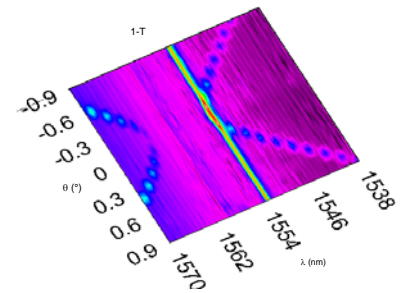
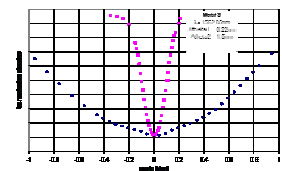
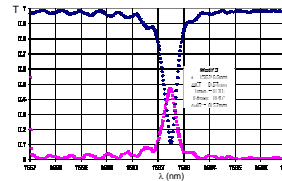


SiO₂ gravé

➤ **CARACTERISATION** optique et géométrique des composants fabriqués à 1550nm

Observations :

- forme des profils spectral et angulaire conforme à celle attendue
- largeurs angulaires et spectrales multipliées par deux par rapport à la théorie
- transmission à la résonance de 11% au lieu de 0 en théorie
causes possibles: divergence du faisceau (tolérance angulaire faible) taille finie du composant pertes par diffusion (inhomogénéité des trous)
- longueur d'onde de centrage décalée
incertitude de mesure sur les indices et les épaisseurs des couches de ± 1%
→ *incertitude de 10nm sur la longueur d'onde de centrage*
- différence entre les diamètres des trous mesurés et demandés de l'ordre de 30nm
→ *quasiment aucune influence sur les propriétés du filtre*



➤ **Etudes en cours et à venir**

- MODELISATION** afin d'identifier les sources de dégradation du filtre
prise en compte des réalités expérimentales : taille finie du composant, irrégularité du motif, faisceau gaussien, rugosité, inhomogénéité de la gravure...
- Montage du banc de caractérisation à 850 nm et du banc de caractérisation en incidence oblique à 1550 nm
- Poursuite de l'étude sur l'accordabilité