

NRTW 2026

National Reliability Technology Workshop

Mercredi 1^{er} & jeudi 2 avril 2026 | Grenoble

Quel est le niveau de maîtrise de la fiabilité électronique des nouvelles technologies de la photonique ?

Laurent MENDIZABAL, Dr

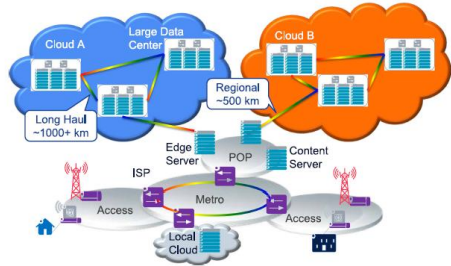
Ingénieur R&D - Fiabilité Composants Photoniques et Systèmes, CEA-Leti

Organisé par :



Financé par :





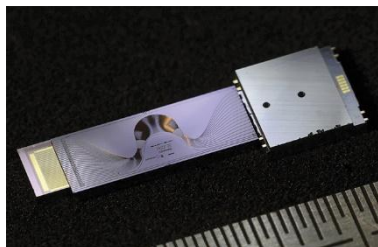
From Winzer & Neilson, IEEE JLT, 35, 5, 2017

Telecom optiques

- Transport
- Metro
- Access

Datacom

- Liaison courte distance
- Monomode (ex. datacom)
- Multimode (ex. embarqué)



Credits: Y.LEE/CEA

Capteurs optique

- Capteurs à fibre
- Capteurs PhoSi (ex. photo-acoustique)

3D sensing and LIDAR
Automotive, robot, drone and smartphone

Alternative computing
Neuromorphic, reservoir and quantum

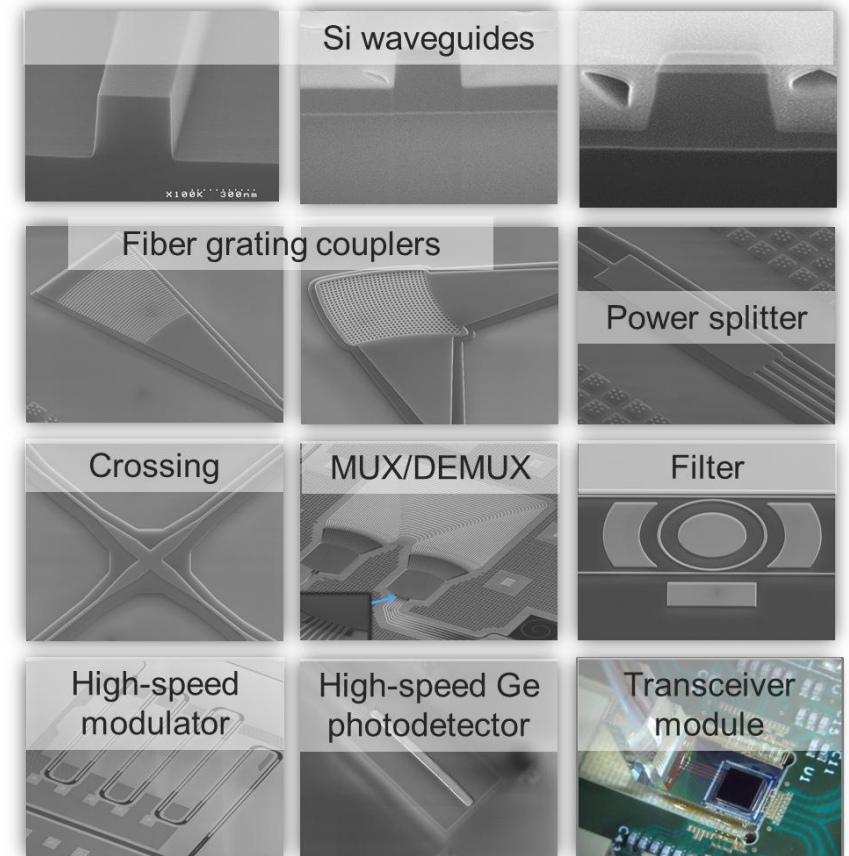
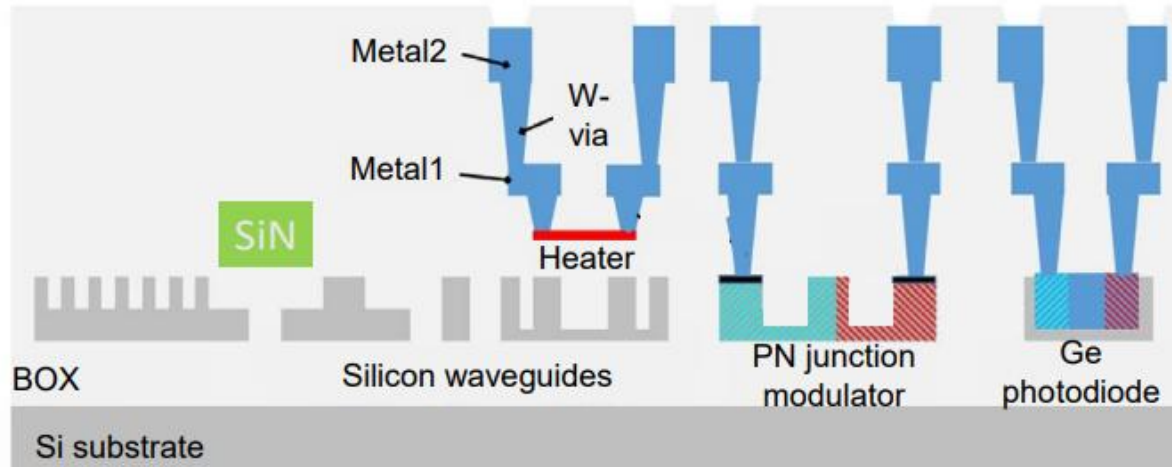
Computer communication
High Performance Computing, ONoC



Plateforme photonique

- Guides d'onde Si et SiN
- Essentiel des devices passifs
- Éléments de couplage optique (réseaux de couplage, coupleurs par la tranche)
- Modulateurs (jonction PN, Mach Zehnder, résonateur en anneau)
- Photodiodes germanium

Plateformes 200 et 300mm

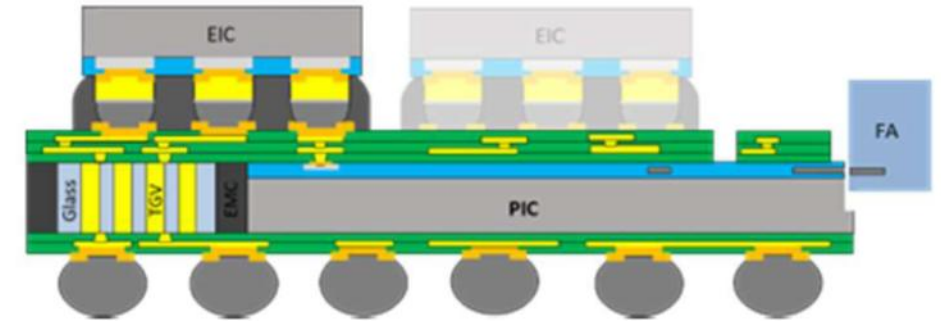


Packaging avancé

=> Possibilité de rapprocher l'électronique de calcul du circuit photonique

- Diminution de la latence,
- débit plus élevé
- Meilleure efficacité énergétique

=> Co-Packaged Optics



Single die incoming samples

Multi-Die molded Rebuilt Dies (FOWLP)

Wafer level Overmolding

Single die technology

Routing

Front-side Cu damascene

Back-side RDL co-integration (Pitch 20µm) with UBM & BUMP

Superconductive traces

Connecting Interconnections

Bumping (Ø70µm) Balling (Ø300µm)

Copper pillars (Ø10µm)

SnAg Copper bumps (Ø10µm)

In Balls (<Ø5 µm)

Hybrid bonding

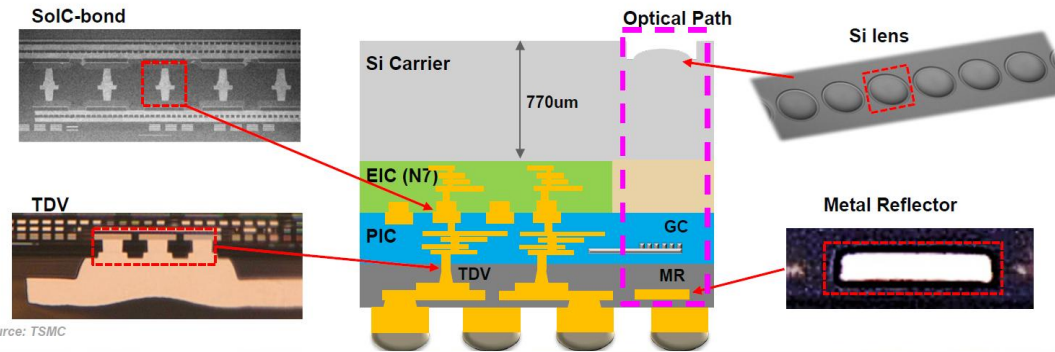
TSV (Through Silicon Vias) Intraconnections

TSV last power (thick Cu-liner)

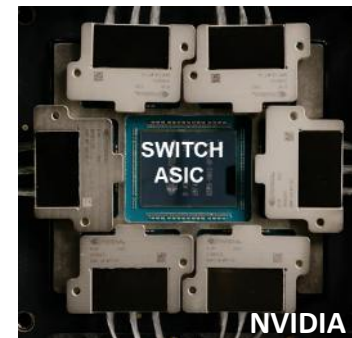
TSV last process AR 0,5 → 5

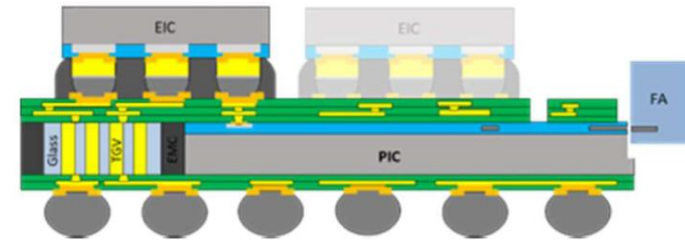
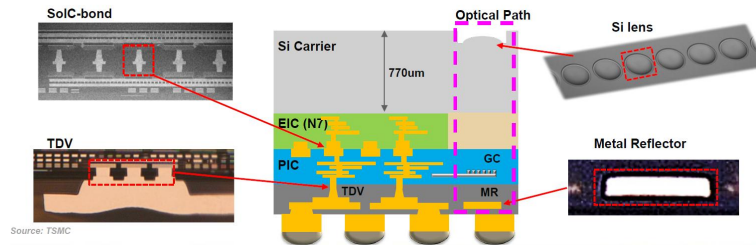
TSV mid Process Ø10µm

High Density TSV Ø1µm



2025 OCP APAC Summit
 Keynote: "Advanced CPO Integrated by CoWoS and COUPE", Shang Y. Hou (TSMC)





En termes de fiabilité, des questions se posent :

Liées aux mécanismes de défaillances

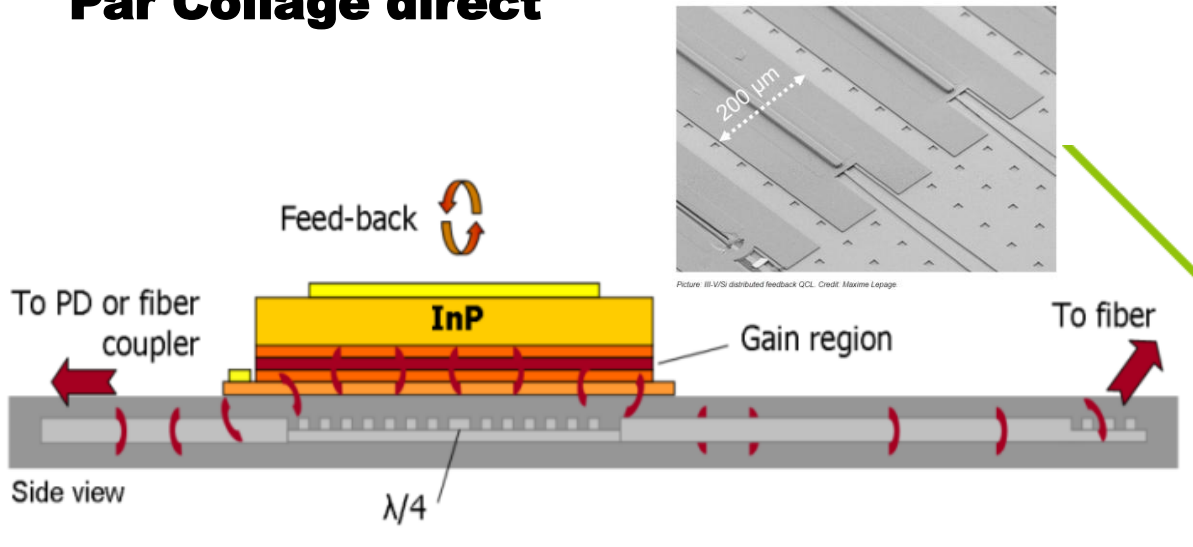
- Assemblage potentiellement hétérogène => quel comportement thermomécanique
- Quid de la dissipation thermique ?
- De la testabilité ?
- ...

Liées à la méthodologie

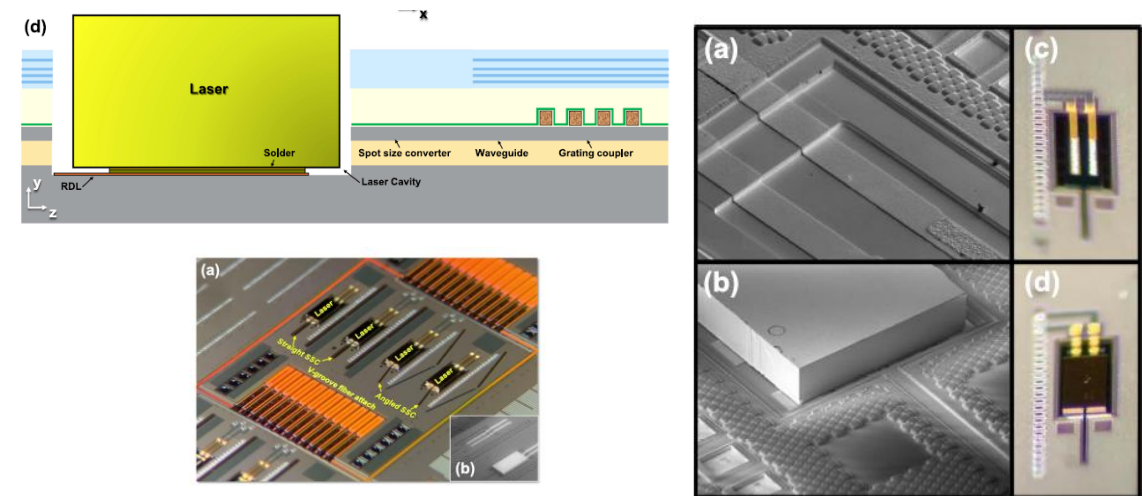
- Composant ou système ?
- Quelles méthodologies appliquer ?
- Simulation ?

Intégration laser sur silicium : 2 voies

Par Collage direct



Par assemblage



3D Integrated Laser Attach Technology on a 300-mm Monolithic CMOS Silicon Photonics Platform (IEEE 2023)

Ici aussi, des questions quant à la fiabilité

- Assemblage hétérogène → comportement thermomécanique ?
- Maitrise de la thermique ?
- Testabilité ?



Intérêt pour des sources non intégrées

Source laser ⇔ élément majeur du système

Source non intégrée :

- Maîtrise de la thermique
- Maturité packaging → gestion de la thermomécanique
- Selon les applications, possibilité de maintenance/réparabilité

Durées de vie attendues longues (potentiellement de 10 à 20 ans)

Demande une maîtrise importante :

- Mécanismes de défaillances
- Evolution paramétrique dans le temps



En résumé :

Les composants photoniques évoluent, amenant de nouveaux questionnement en terme de fiabilité

- Mécanismes d'usure / défaillance d'assemblages hétérogènes
- Méthodologies d'étude de vieillissement d'éléments potentiellement interdépendants...
- Maitrise de la fiabilité sur des durées de vie longues

Multiplication des applications => nécessité de maitrise de la fiabilité dans des environnements potentiellement sévères (spatial, humide, salin, très haute températures...)

NRTW 2026

National Reliability Technology Workshop

Mercredi 1^{er} & jeudi 2 avril 2026 | Grenoble

merci pour votre écoute !

Organisé par :



Financé par :

