



RENCONTRE RIBER - 60 ANS DE PERFORMANCE

**VERS UNE NOUVELLE ÈRE DES  
SEMI-CONDUCTEURS**

## Un industriel français leader mondial dans la filière des semiconducteurs



- 60 ans d'expérience en Ultra Haut Vide / 120 employés en France, USA et Chine - Savoirs faire internalisés
- 40 Millions d'euros de CA - 90 % à l'export
- La plus large gamme de systèmes et de services du marché - 800 équipements de recherche et de production opérationnels
- Partenaire des meilleurs laboratoires de recherche et des industriels de pointe des semiconducteurs



# Positionnement de Ribier dans son écosystème (RF & Photonique)



**RIBER**

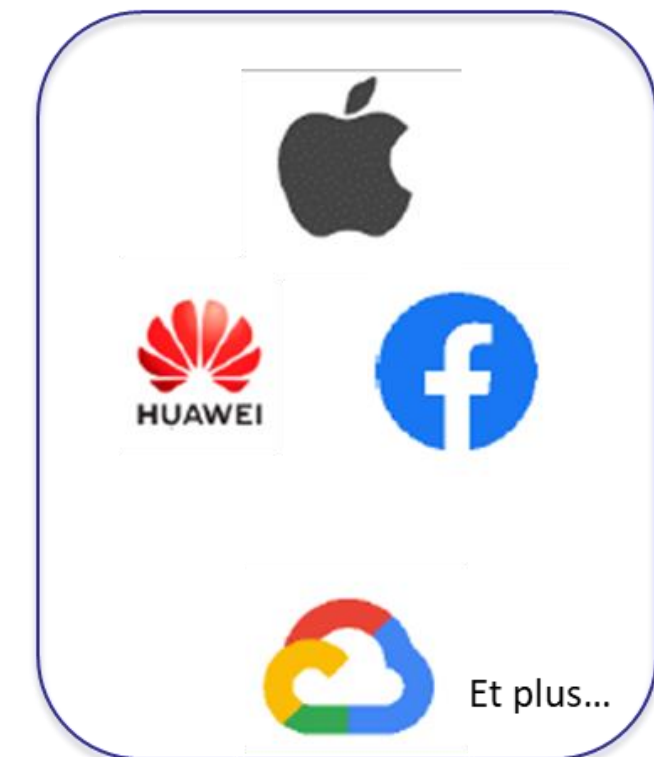
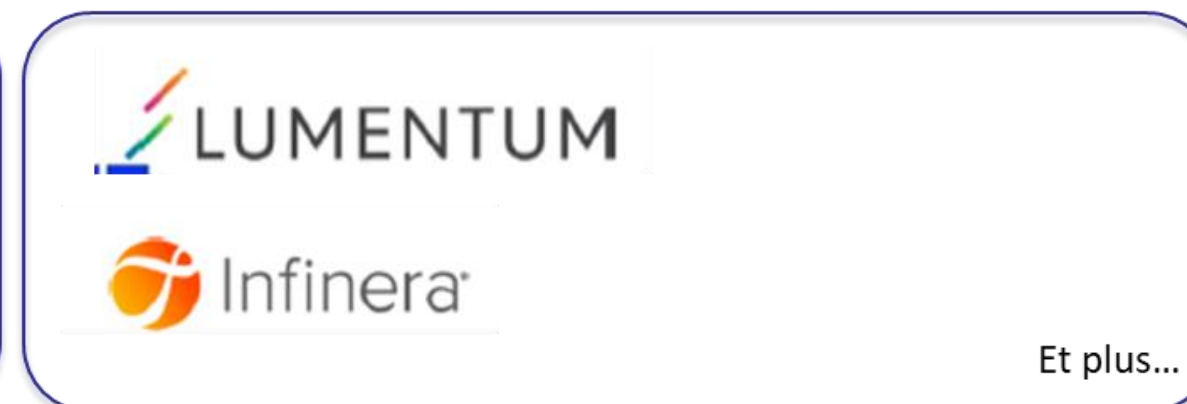
**Substrat**

**Epitaxie**

Processing / Front end  
Manufacturing

Packaging / Back end  
Manufacturing

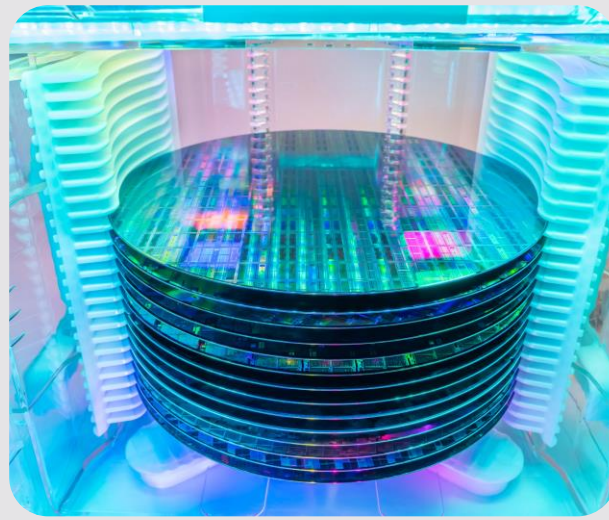
**Système**



# Des équipements Riber en amont de la chaine de valeur



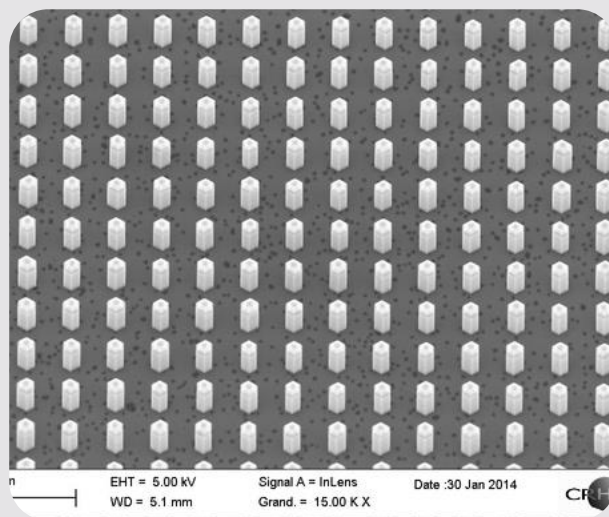
**Production**



**Composant**

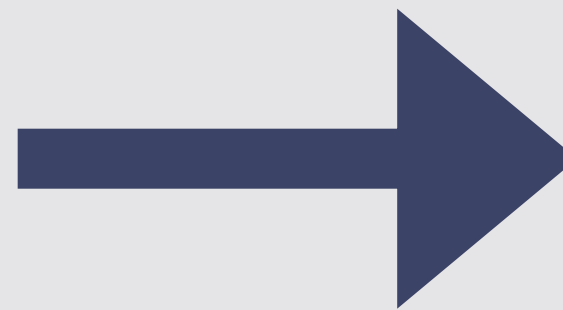
**Dispositifs**

**Recherche**



**Nano - Structures**

**Dispositifs Innovants**



**Datacom /  
Télécom**



**Défense / Sécurité /  
Spatial**

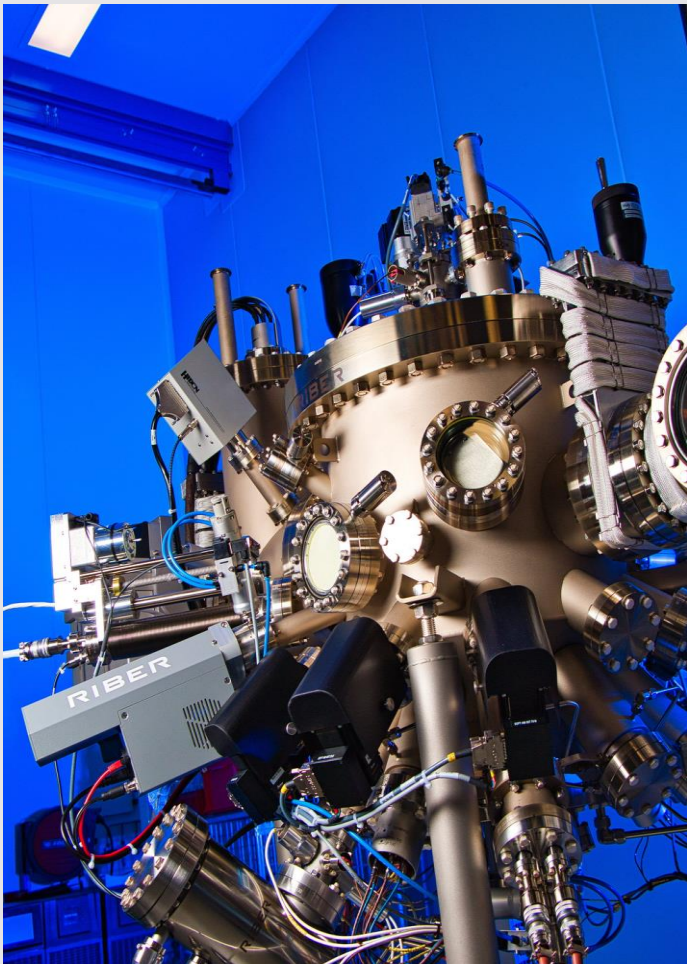


**Santé /  
Environnement**

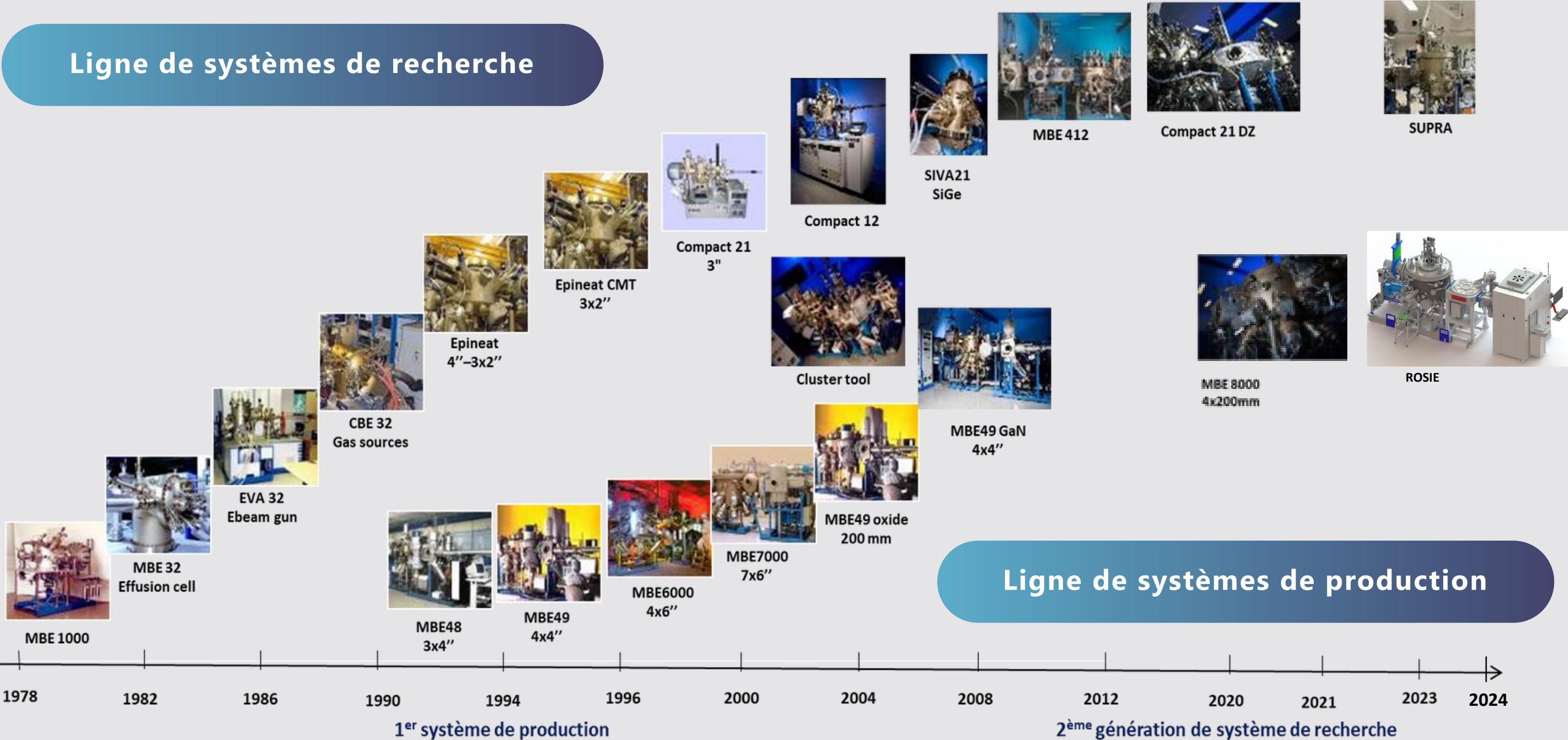


**Automobile**

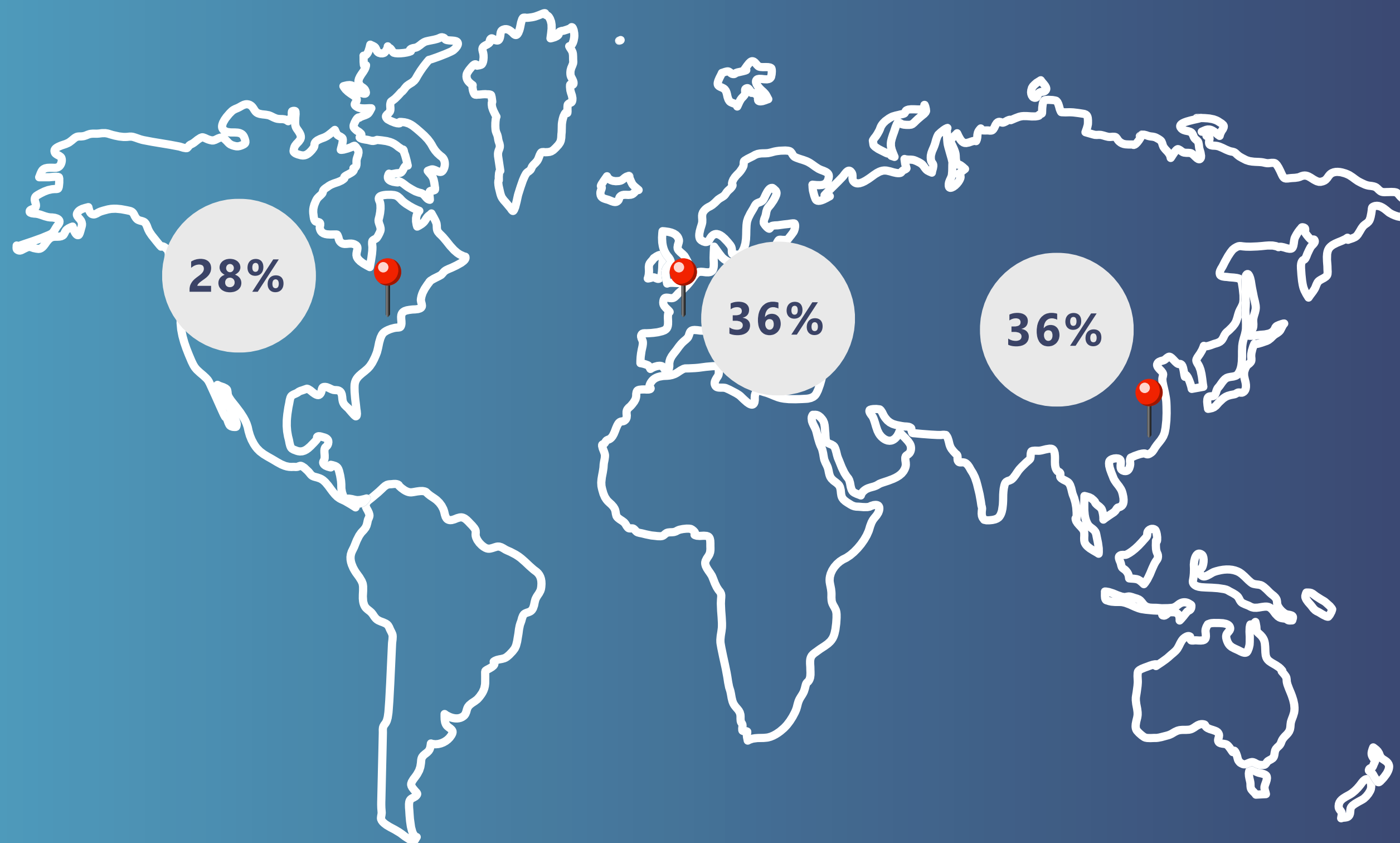
# De la recherche à la production



## Ligne de systèmes de recherche



## Une clientèle mondiale





Vers une nouvelle ère des semi-conducteurs

## **LES PARTENARIATS MAJEURS**

# Les collaborations, une composante de l'ADN de Riber



Développements & caractérisation de produits – design systèmes, composants, instrumentations in situ

**Joint development  
program 2019-2021  
phase 2 en cours**



Croissance d'oxydes  
complexes  
pour la prochaine  
génération de mémoires

**Partenariat  
2019-2025**

**cnrs**



Croissance de matériaux  
GaN avec source plasma -  
application réseaux 6G

**Laboratoire commun  
2021-2027**



Outils in-situ pour le contrôle en  
temps réel des paramètres de  
croissance

Croissance de matériaux  
topologiques  
/ supraconducteurs

**Doctorant CIFRE  
2022-2025**

**Université de Montpellier**



Croissance de matériaux  
III-Sb sur substrats de  
Silicium et de Germanium  
pour la photonique



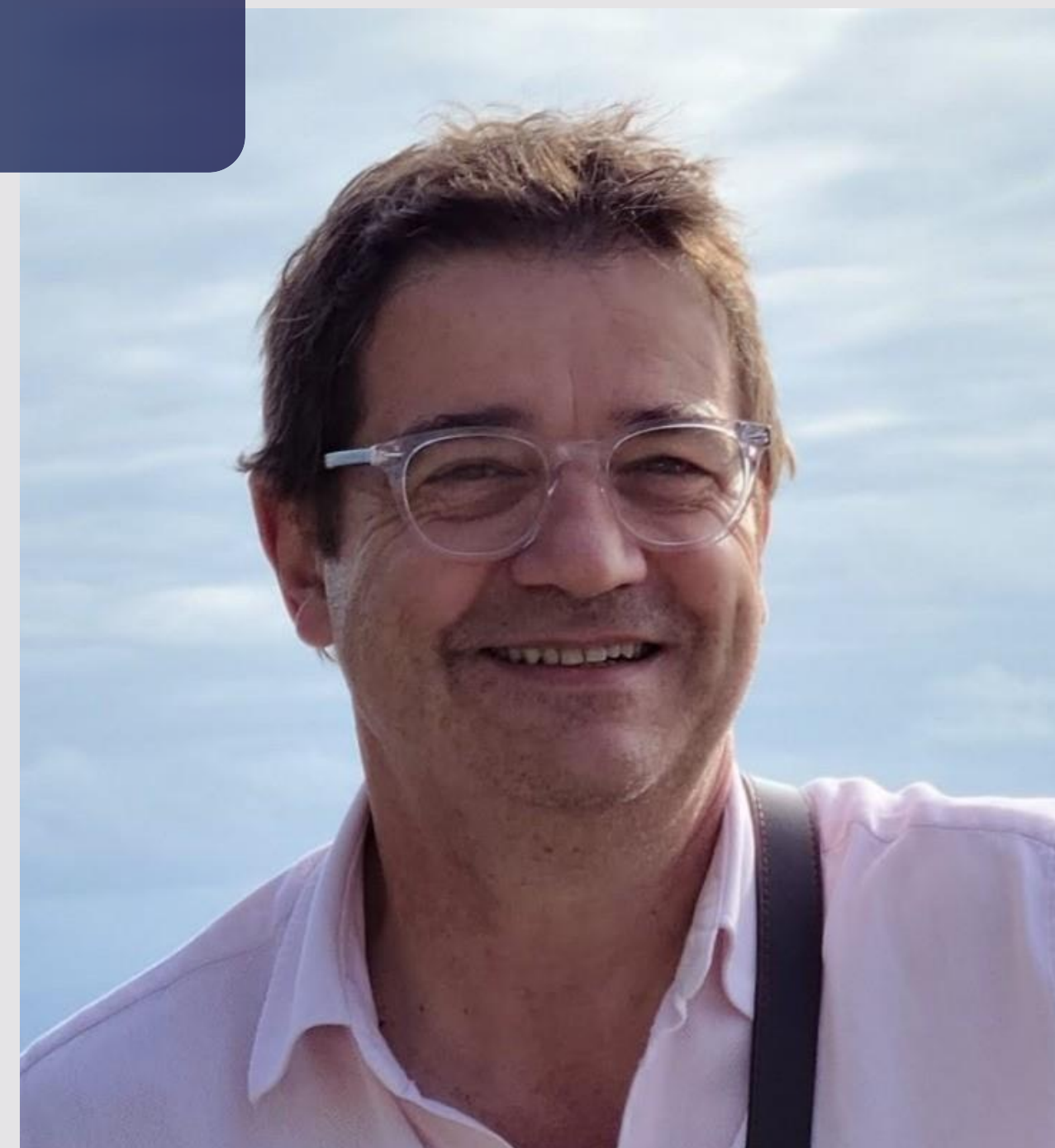
Intervention du Professeur Eric TOURNIÉ

Université de Montpellier - Institut Universitaire de  
France



## Intervention du Professeur Eric TOURNIE

- Eric Tournié est Professeur à l'UFR Sciences de l'Université de Montpellier et dans le groupe « Composants à nanostructures pour le moyen infra-rouge » de l'Institut d'Electronique (UMR CNRS 5214).
- Spécialiste des semiconducteurs III-V, en particulier des antimoniures (III-Sbs), et des composants optoélectroniques, son projet vise à développer des circuits intégrés photoniques actifs pour les capteurs sur puce et, avec un objectif plus amont, de nouvelles nanostructures pour les technologies quantiques.
- Dans le cadre de ce RDV, Eric va présenter un résumé des axes de la recherche MBE en France, le parcours entre la recherche, la mise au point d'un objet et son industrialisation et par conséquent l'importance de la relation industriel – chercheur et présentera son DREAM MBE.





UNIVERSITÉ DE  
MONTPELLIER

**Epitaxie, recherche, formation**

**Eric Tournié**

**Université de Montpellier, France**

**Institut d'Electronique et des Systèmes (IES), UMR CNRS 5214  
et**

**Institut Universitaire de France (IUF), France**

[eric.tournie@umontpellier.fr](mailto:eric.tournie@umontpellier.fr)

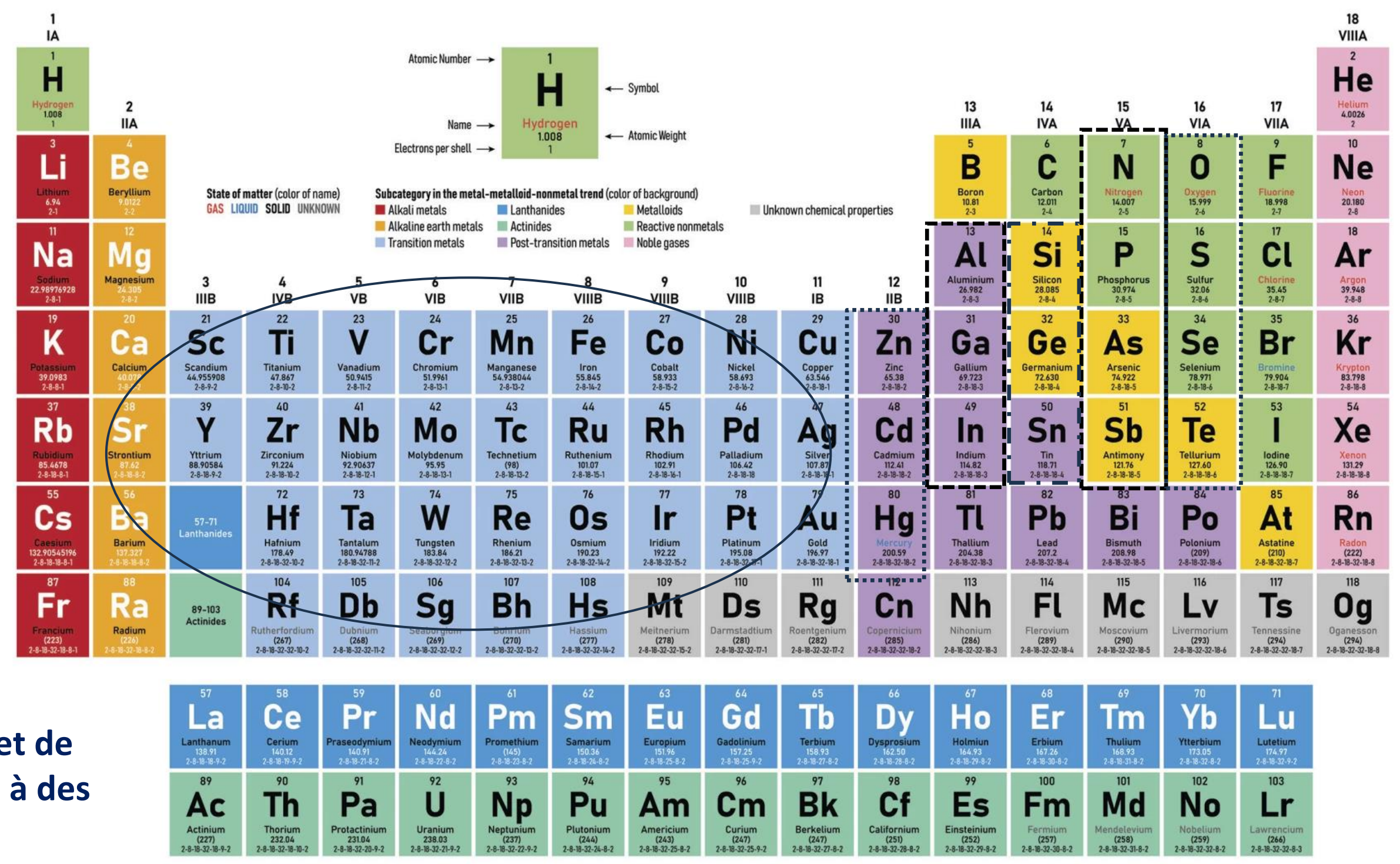
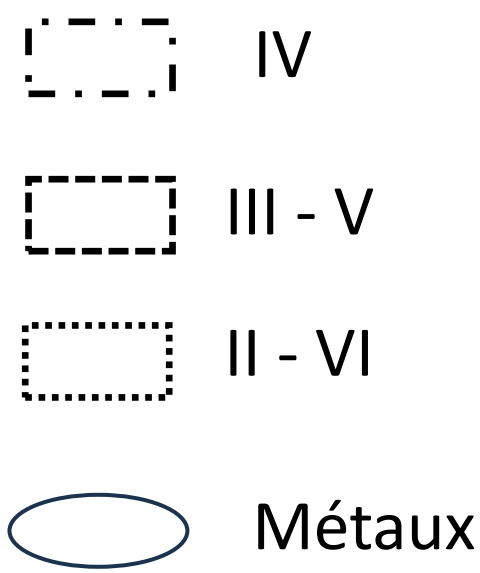


**institut  
universitaire  
de France**



• A la base....

# Periodic Table of the Elements



Chaque filière de matériaux permet de développer des composants dédiés à des applications particulières



# MBE en France

**IEMN** : III-P, III-As, 2D  
*Microélectronique*

**Inventée chez Bell Labs, USA, fin des années 60.**  
**France : Thomson-CSF, maintenant Thales R&T, mi 70.**

- **Thales** : III-As, III-Sb : *micro/opto-électronique*
- **Nokia** : III-P : *télécom*
- **ALMAE** : III-P : *télécom*
- **3S Photonics** : III-P : *télécom*
- **C2N** : III-As, III-N, 2D, oxides : *micro/opto-électronique, quantique*
- **LAF** : métaux : *spintronique, quantique*

**FOTON** : III-P  
*Télécom*  
*Photovoltaïque*

**IJL** : métaux : *spintronique*

**INL** : III-P, oxydes : *télécom, microélectronique*

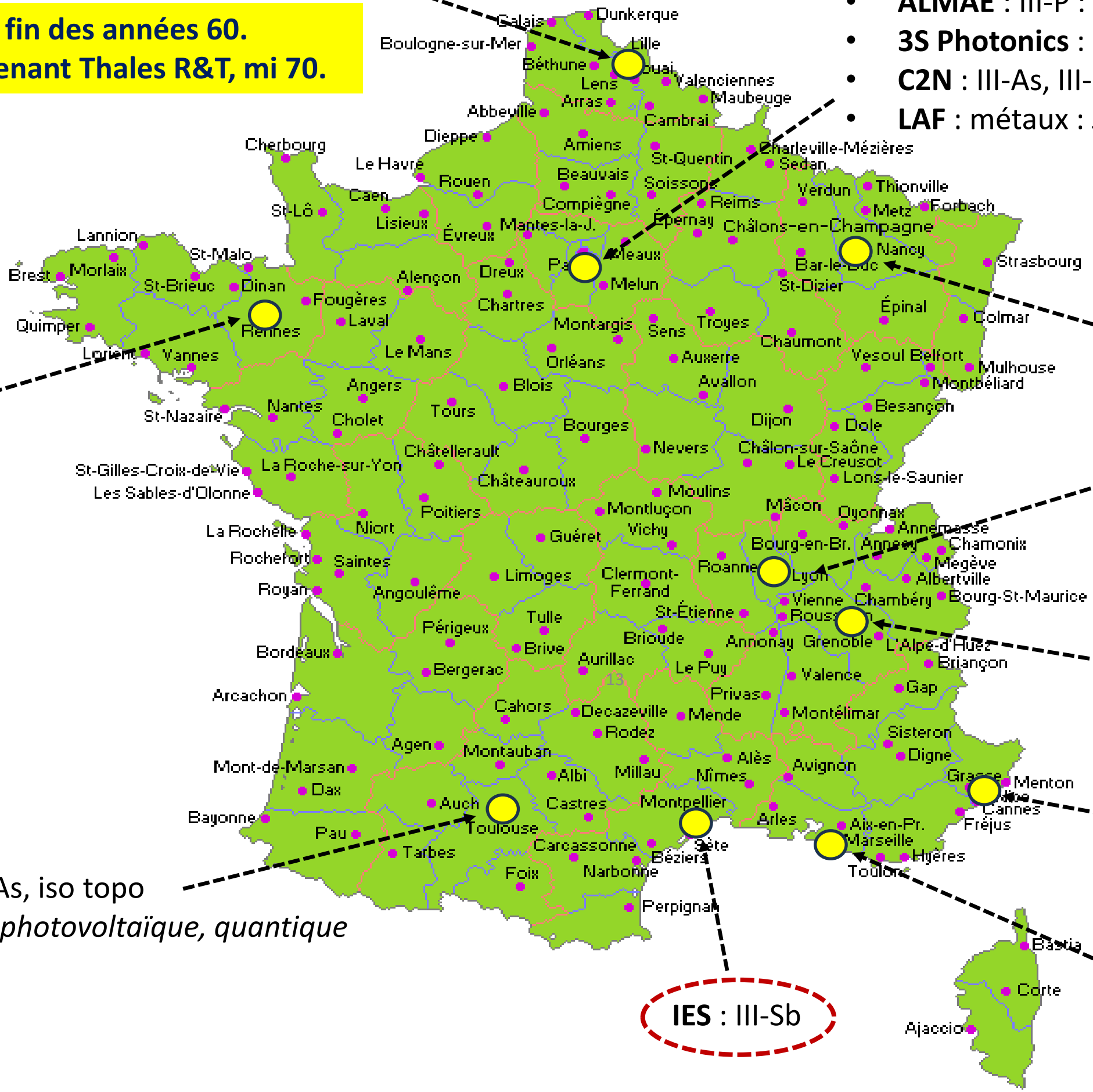
**Inst. Néel, CEA** : III-N, II-VI, 2D, oxydes  
*LEDs, électronique de puissance, quantique*

**CRHEA** : III-N, 2D  
*LEDs, microélectronique, quantique*

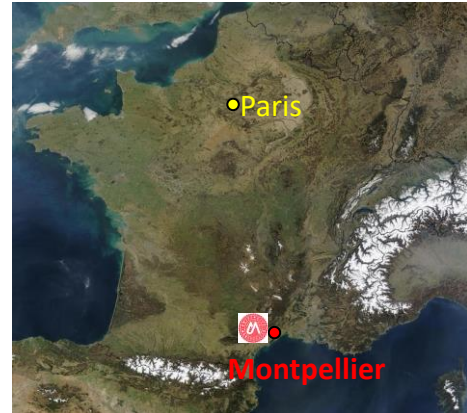
**IM2NP** : SiGe : *microélectronique*

**LAAS** : III-As, iso topo  
*Micro/opto-électronique, photovoltaïque, quantique*

**IES** : III-Sb



# IES, Université de Montpellier, France



## Université de Montpellier:

- Fondation : 1220 (faculté de médecine)
- 55000 étudiants
- Médecine, droit, STAPS, biologie, physique, électronique, informatique, environnement, économie,...



UNIVERSITÉ DE  
MONTPELLIER



## IES: Institut d'Electronique et des Systèmes, UMR CNRS 5214

9 équipes (~200 personnes)

Acoustique, Radiations, Capteurs, Photovoltaïque, Fiabilité

Spectroscopie THz, Photonique THz

**Composants à nanostructure pour le moyen infra-rouge (nanoMIR)**

Nombreux champs applicatifs  
du MIR



Environment protection



Greenhouse gases  
emission monitoring



Modern agriculture



Automotive



Special applications



Medicine



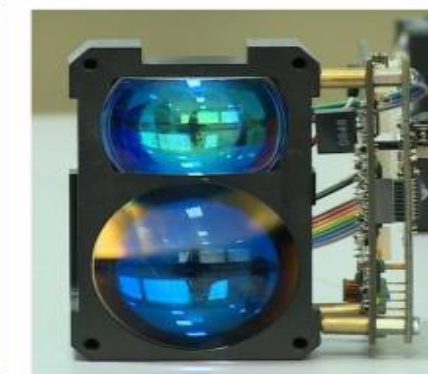
Security and safety



Defense



Internet of Things



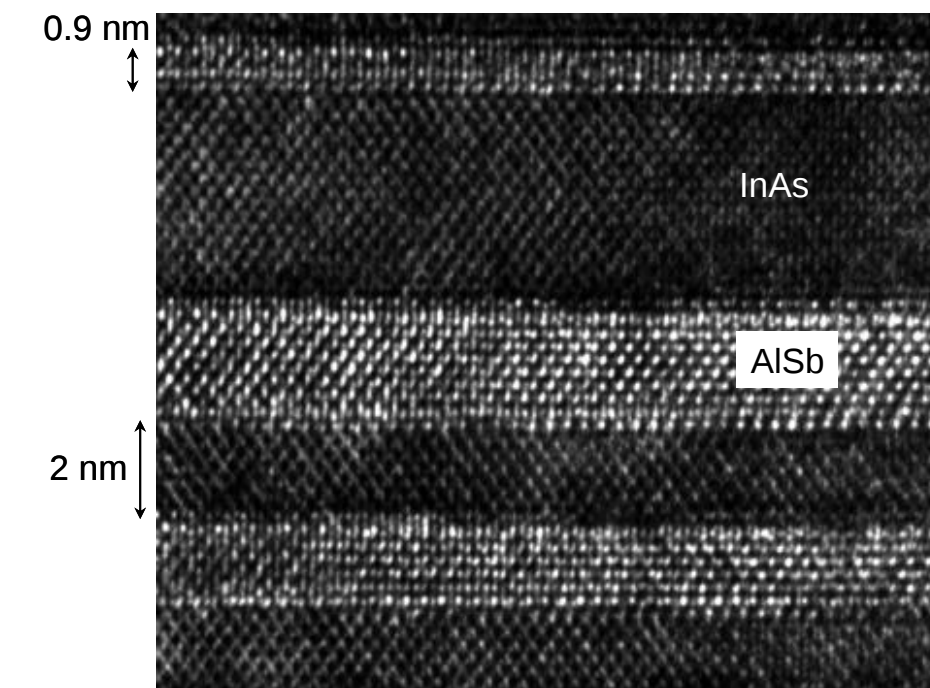
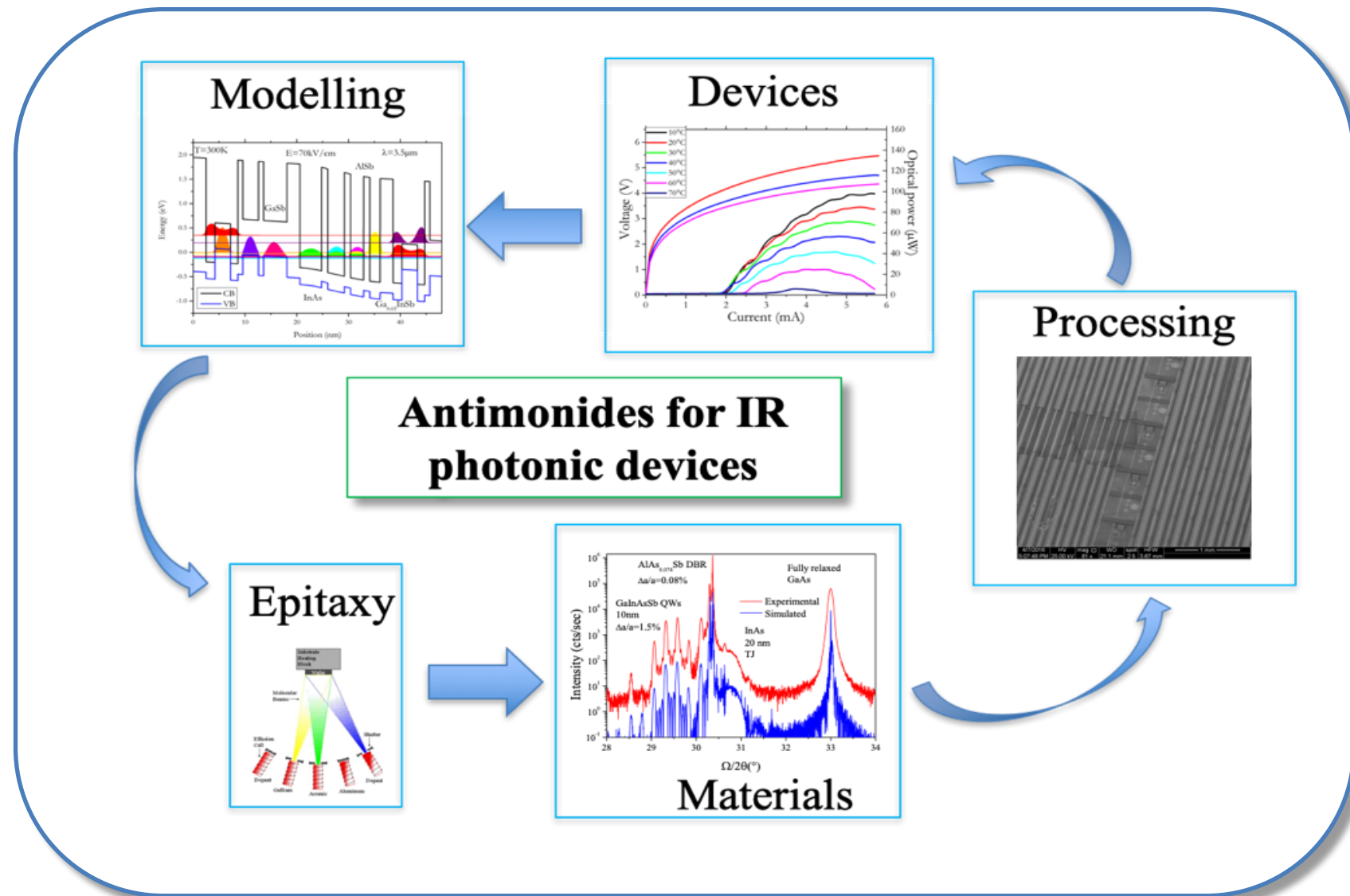
FSO Communication

# Our research group

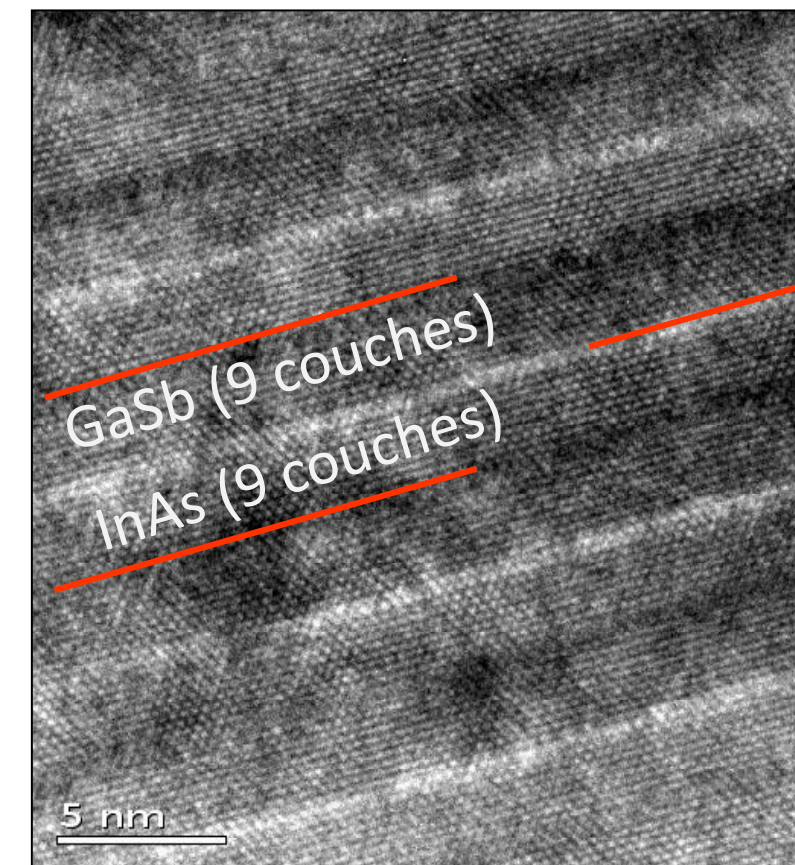
nanoMIR

[nanomir.edu.umontpellier.fr](http://nanomir.edu.umontpellier.fr)

- ~ 15 permanents
- ~ 15 docs & post docs



TEM image : Anne Ponchet, CEMES, Toulouse

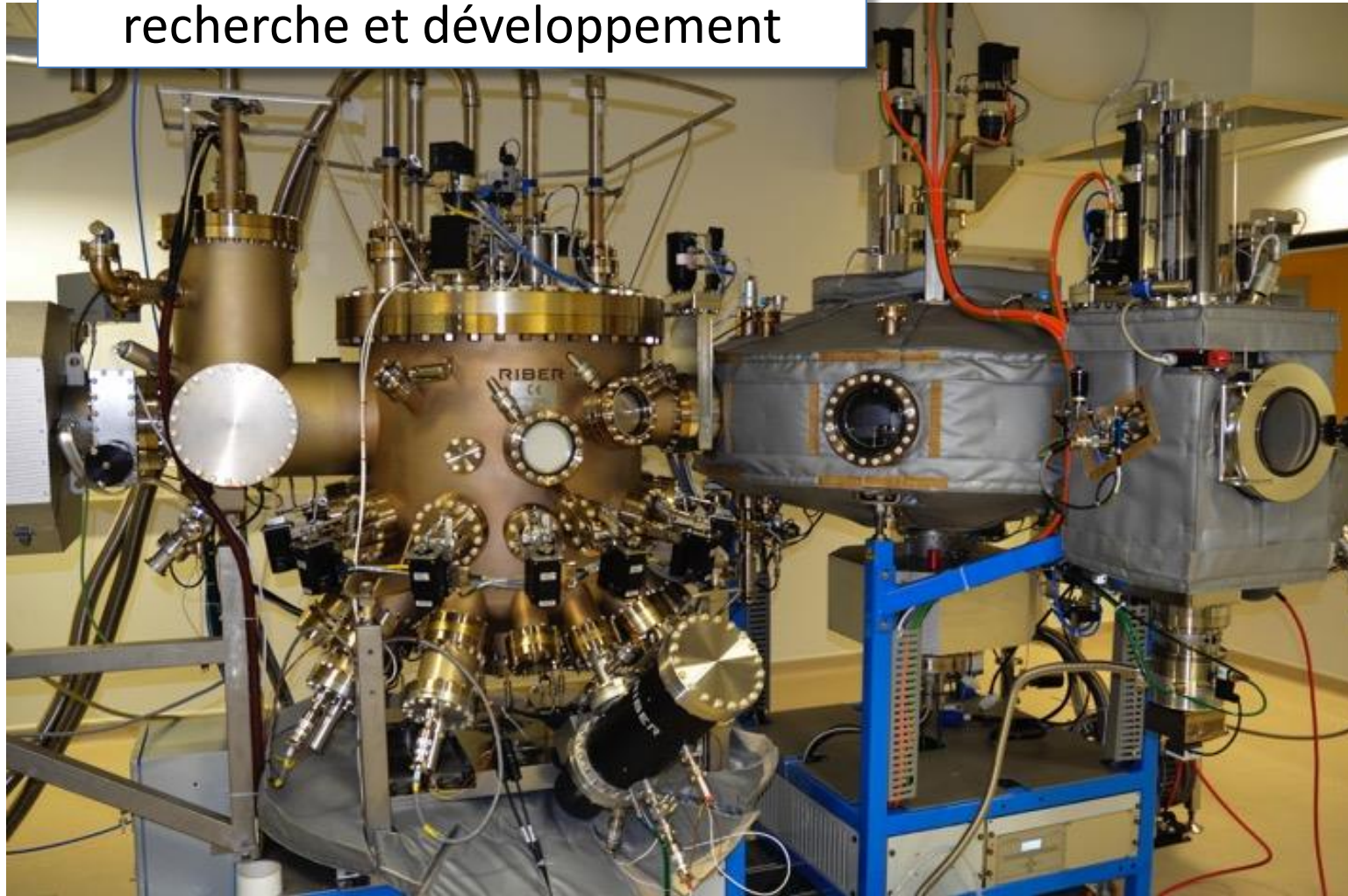


Contrôle des performances des composants par un contrôle de l'épitaxie **au niveau « couche atomique »**

1 couche atomique ~ diamètre d'un cheveu/100 000 !!!

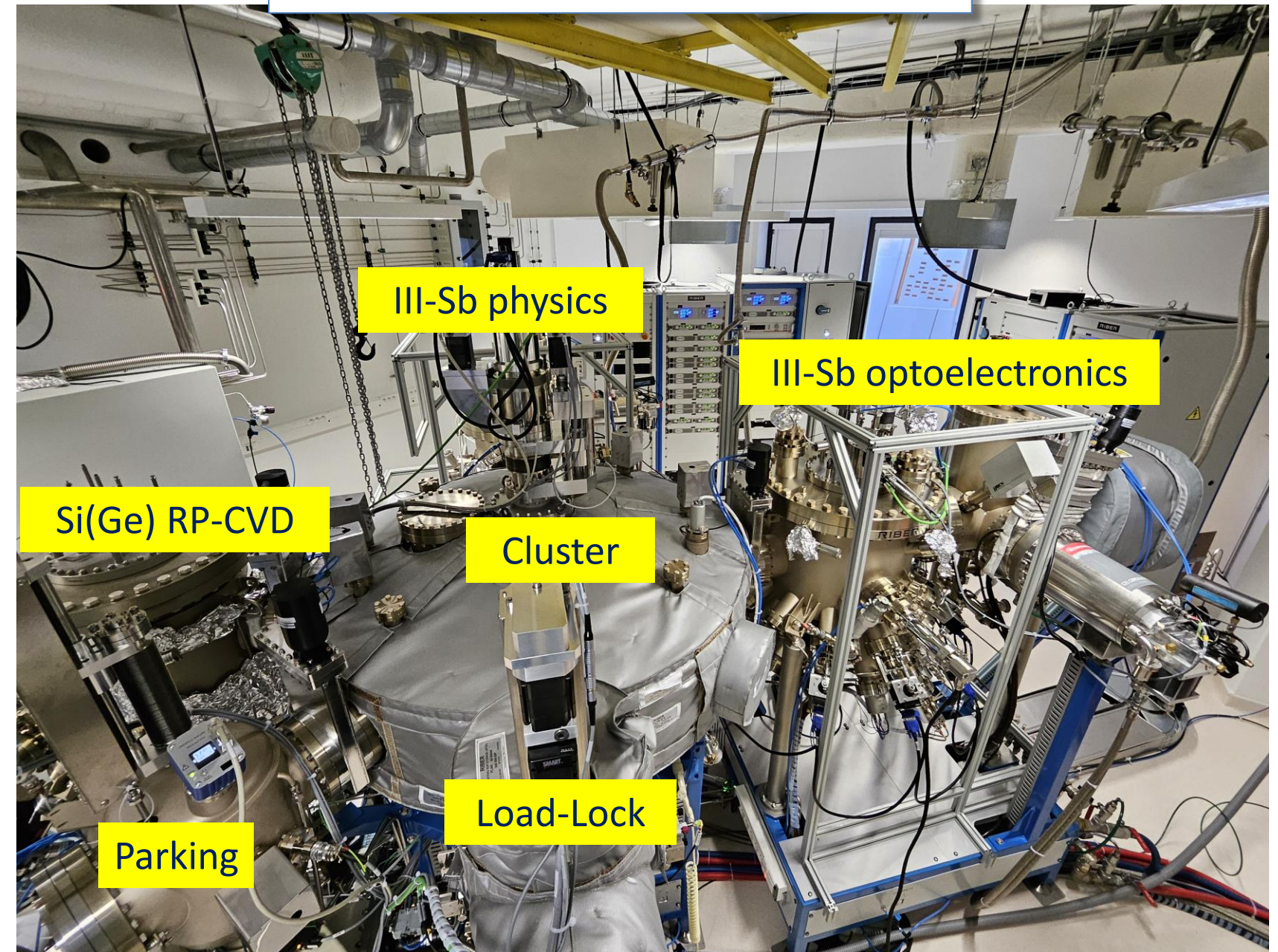
# Molecular Beam Epitaxy clean room (200 m<sup>2</sup>) : le cœur du groupe !

RIBER 412 solid-source : 4''  
recherche et développement

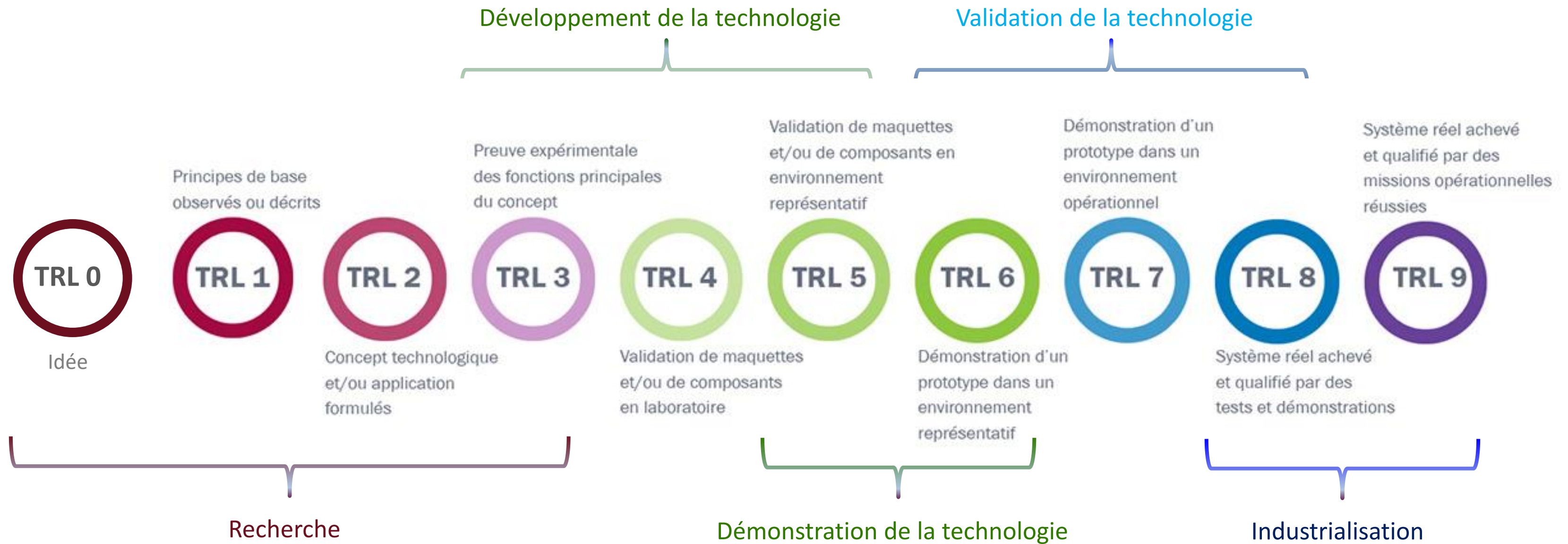


RIBER C21E solid-source : 3''  
recherche

RIBER DZ multichambre : 3''  
recherche multi-matériaux

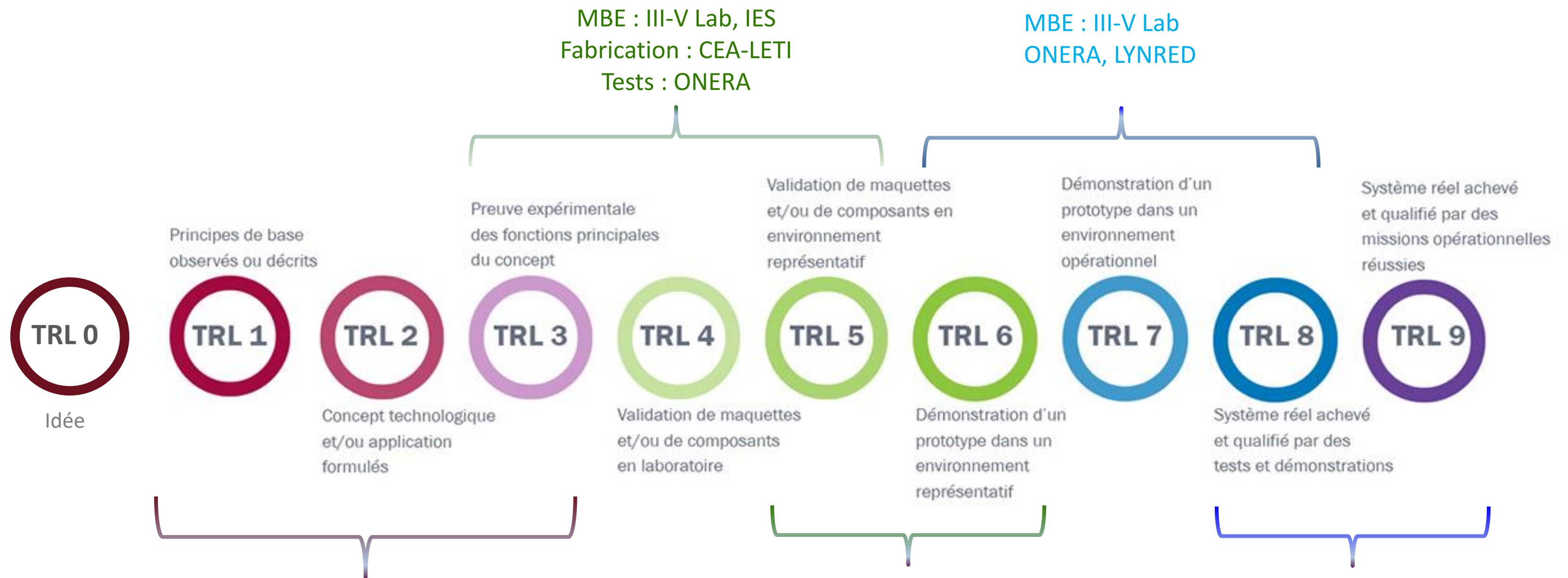


# Continuum recherche – innovation: *Technology Readiness Level*



# Continuum recherche - innovation : nouveaux photodétecteurs pour imagerie infra-rouge

Consortium: IES, LP-ENS, ILV, III-V Lab, CEA-LETI, ONERA, LYNRED établi depuis ~20 ans. Financement DGA et ANR.



Catalogue LYNRED depuis 2021  
MBE : III-V Lab, LYNRED

# Interaction recherche – industrie : relation à double sens

## Laboratoire

- Idées
- Compétences
- Briques technologiques
- Connaissance (très) partielle des besoins industriels

Proposition de  
développement en commun

## Industrie

Les laboratoires ont besoin des industriels pour :

- identifier les champs applicatifs les plus pertinents,
- définir les objectifs de performance des composants,
- avoir des étalons de comparaison,
- évaluer la fiabilité.

## Industrie

- Besoins identifiés
- Volonté de défricher un domaine

Recherche de compétences

## Laboratoire

Les industriels s'appuient aussi sur les publications académiques pour leurs développements :

Message de IQE : *Their work on ..... helped lay the groundwork for establishing a commercial growth process at MBE foundries to support the fast growing demand for....*

## Exemples de collaboration recherche – industrie

**Riber (F)**

Doctorants CIFRE



- Tests composants MBE
- Mise au point process

**Lynred (F)**

Projets DGA/ANR

Doctorants CIFRE et CIFRE Défense



Développement d'une filière technologique



**III-V Lab : Nokia/Thales/CEA-LETI (F)**

Projets ANR et Europe

Doctorants CIFRE



- Démonstrateurs
- Développement des connaissances
- Développement des compétences :
  - 4 ingénieurs formés à l'IES
  - 2 en cours d'embauche

**MIRSENSE (F)**

Transfert de technologie

Transfert de personnel

Doctorants CIFRE



- Fourniture de matériau
- Développement de la technologie transférée

# Quelques enjeux pour demain

## Matériaux

- Hybridation des filières pour combiner les propriétés  
(ex: projet France 2030: « *Hybrid Antimonide Technologies* (HYBAT) »)
- Design matériaux et hétérostructures par IA
- .....

## Equipement MBE

- Réduction temps d'arrêt (rechargement cellules sans casser vide, etc.)
- Hybridation avec autres technologies d'épitaxie
- Compatibilité avec fonderies silicium
- .....

## Software

- Auto-écriture de la recette croissance à partir du dessin de la structure
- Auto-ajustement des croissances en fonction de mesures *in situ*
- .....

## Environnement

- Réduire consommation électrique, y compris fluides cryogéniques
- Recycler matériaux perdus
- .....

**RIBER**



Vers une nouvelle ère des semi-conducteurs

**RIBER ACTEUR DE SON ECOSYSTEME**

# Riber, acteur de son écosystème industriel



Riber, société française à vocation mondiale

Partenaires des chercheurs mais aussi des industriels

Fournisseur de technologies clés au sein de ses écosystèmes que sont la microélectronique et la photonique

Membres d'associations professionnelles et de hubs, au niveau français et européen

**Membre EPIC depuis  
2021**



**Membre et partenaire  
des pôles de  
compétitivité**



**Participe aux travaux  
de Photonics 21**

**Partenariat industrie  
photonique - UE**





Intervention de Mr. Carlos LEE

Directeur Général EPIC - European Photonics  
Industry Consortium



## Intervention de Mr . Carlos LEE

- Carlos Lee est Directeur Général d'EPIC, l'association industrielle qui promeut le développement durable des organisations travaillant dans le domaine de la photonique en Europe.
- L'EPIC promeut un écosystème photonique dynamique en entretenant un réseau solide et en jouant le rôle de catalyseur et de facilitateur pour les avancées technologiques et commerciales. L'EPIC publie des rapports sur le marché et la technologie, organise des ateliers techniques et des tables rondes B2B, coordonne les propositions de financement de l'UE, la défense des intérêts et le lobbying, les activités d'éducation et de formation, les normes et les feuilles de route, les pavillons dans les expositions.
- Carlos possède une solide expérience dans le domaine de la microélectronique, acquise à travers plusieurs postes de direction au sein de l'association internationale SEMI.

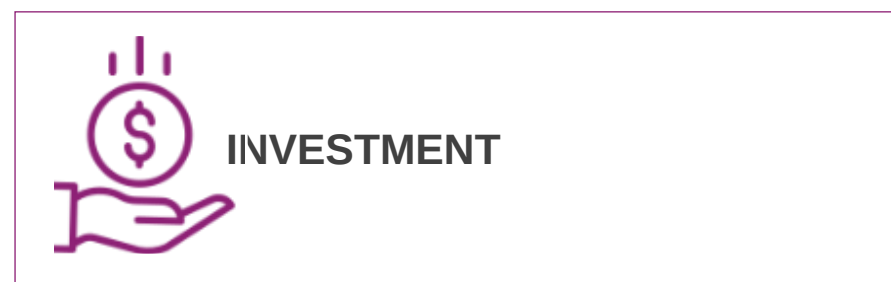
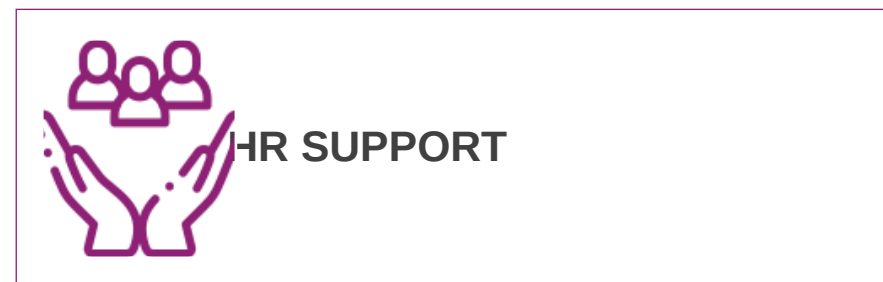
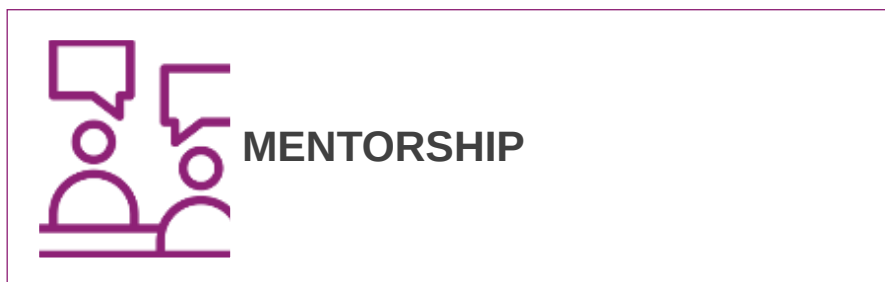
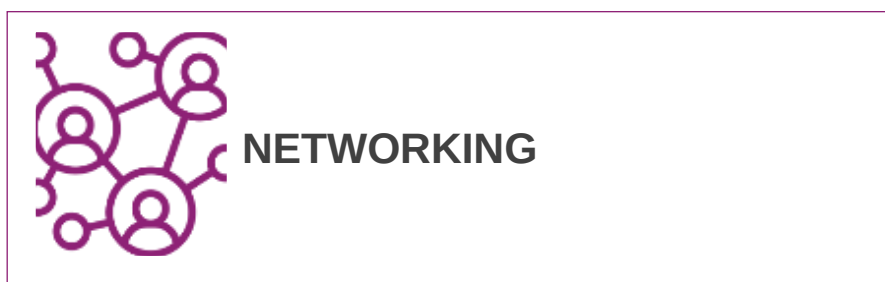
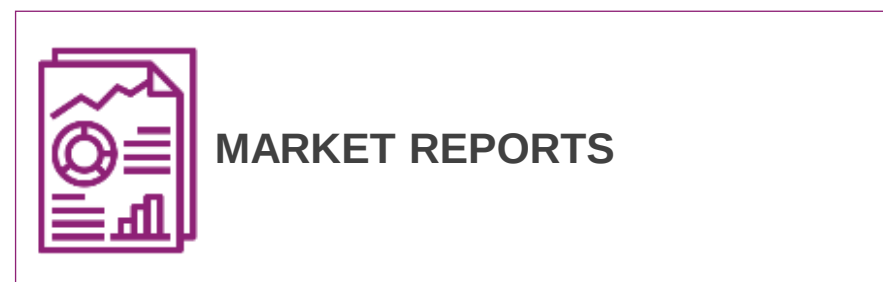
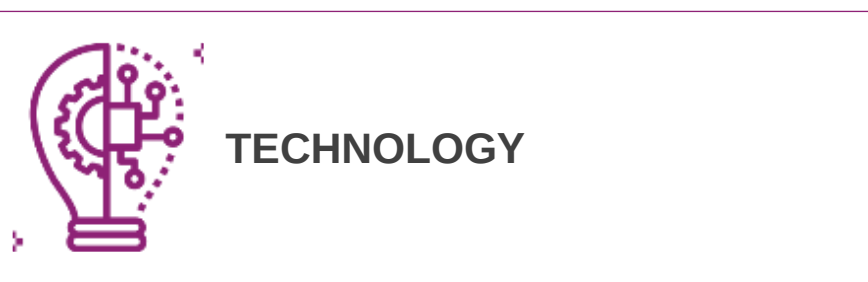


# Integrating Photonics into Semiconductor Industry

*Carlos LEE, Director General  
EPIC – European Photonics Industry Consortium*



# European Photonics Industry Consortium



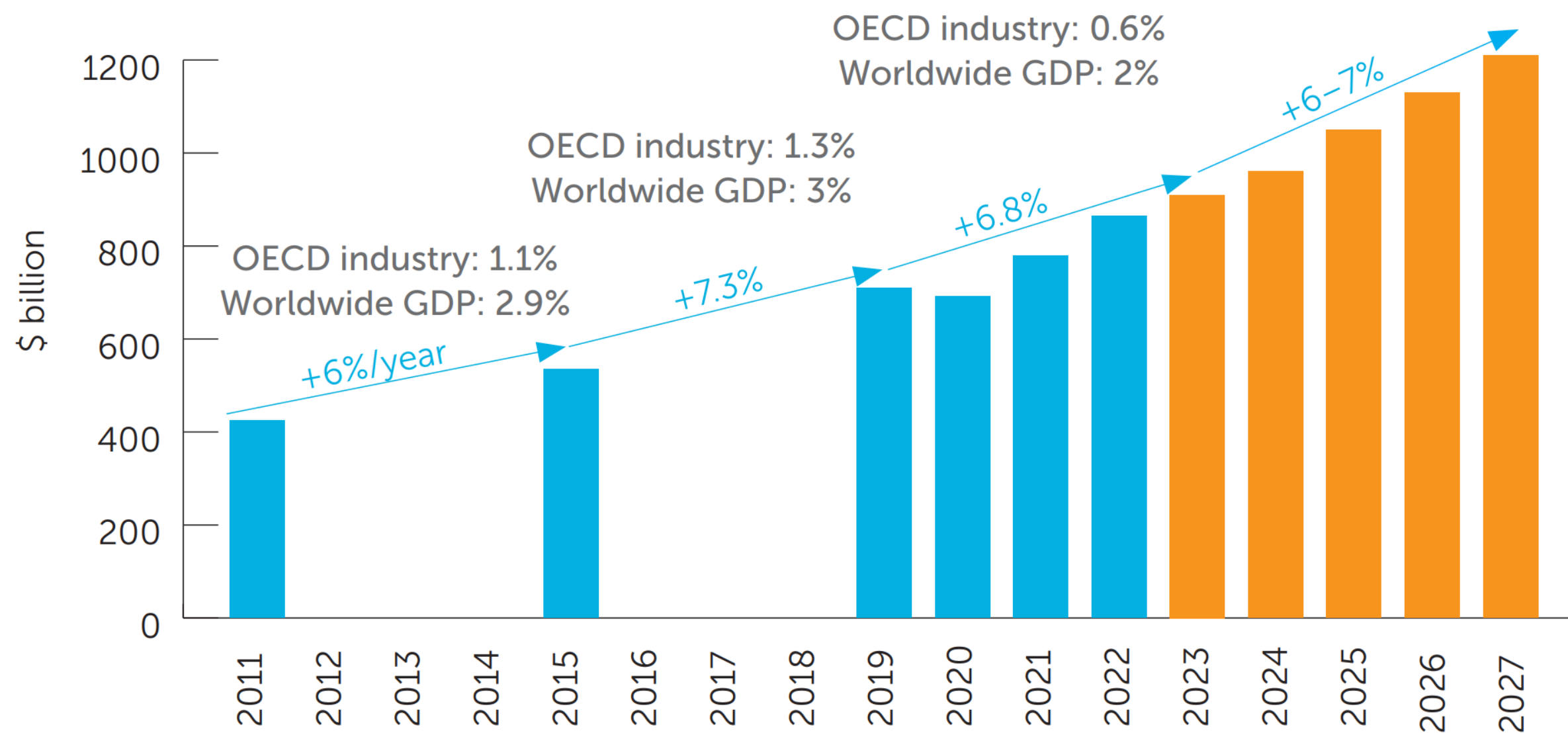
# Photonics

*Harnessing light is one of our oldest technologies and has played a pivotal role in science and the development of human history.*



## Photonics Worldwide

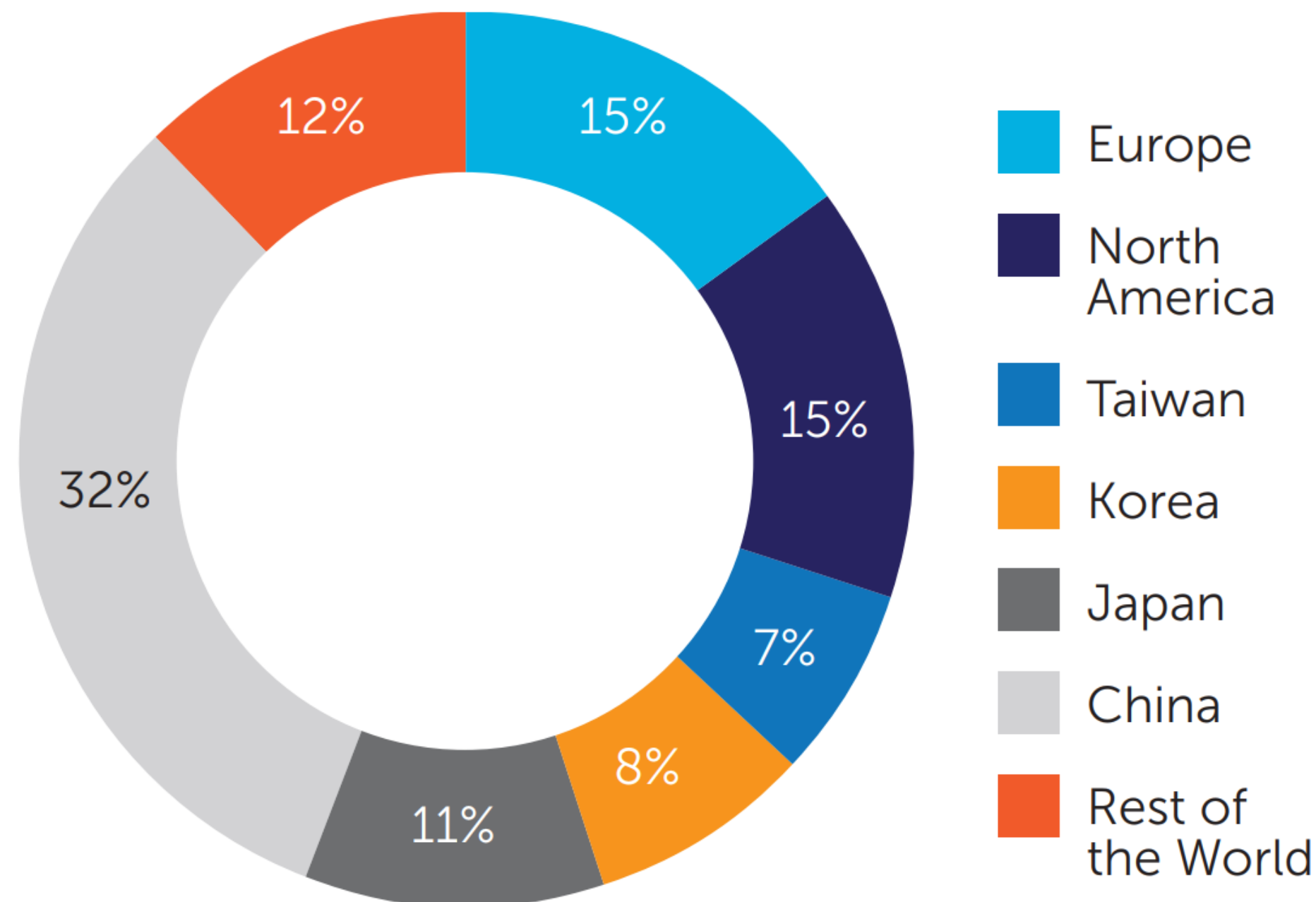
- The global photonics market was valued at \$865B (€820B) in 2022. It is expected to reach around **\$1.2T** (**€1.1T**) by 2027



Source: Tematys/Photonics21

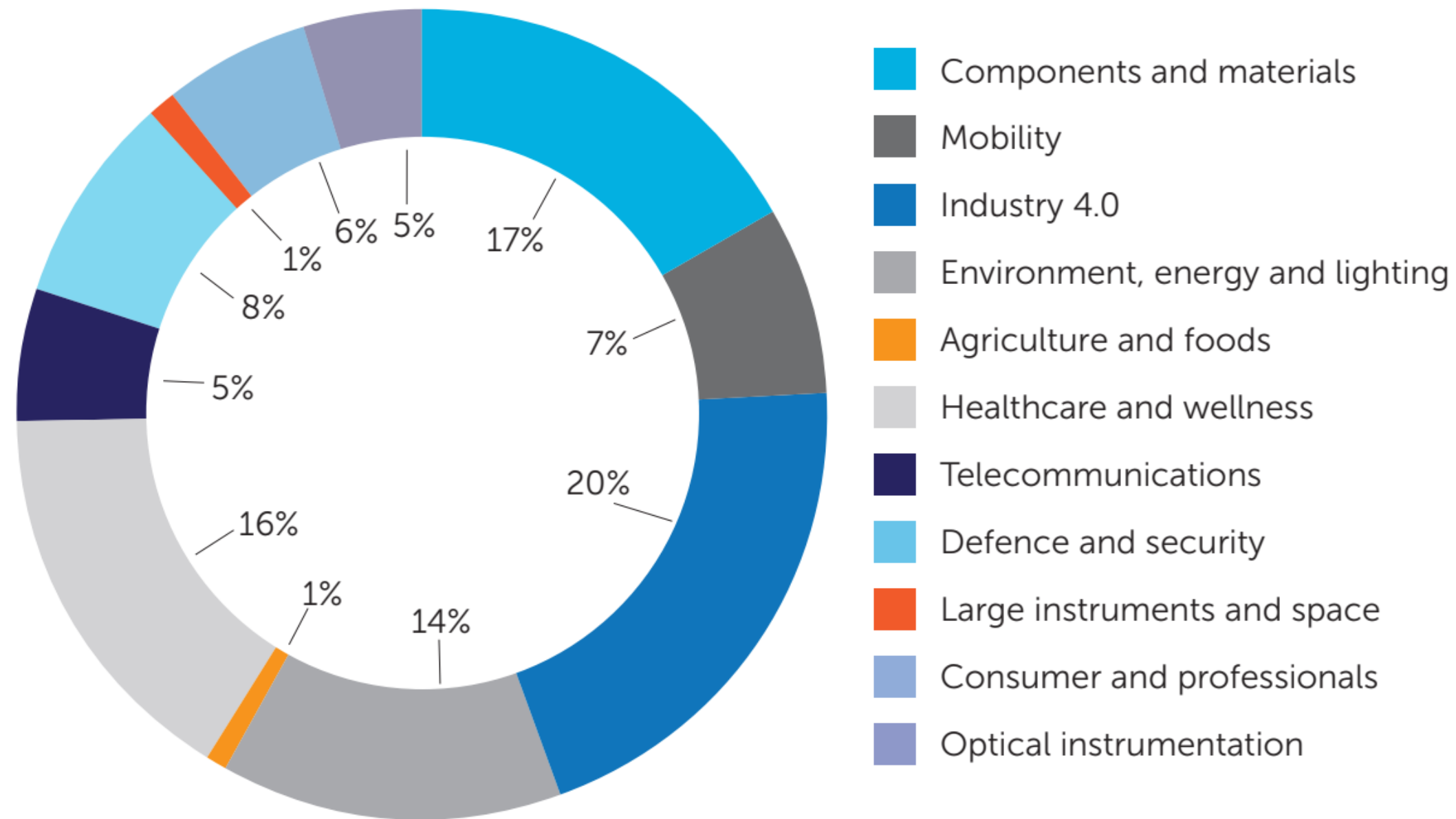
## European Share

- As of 2022, the share of Europe in global photonics market was estimated at **15%**
- The Asian photonics industry is dominated by displays, PV, and LED production
- Europe leads in optical components and customization

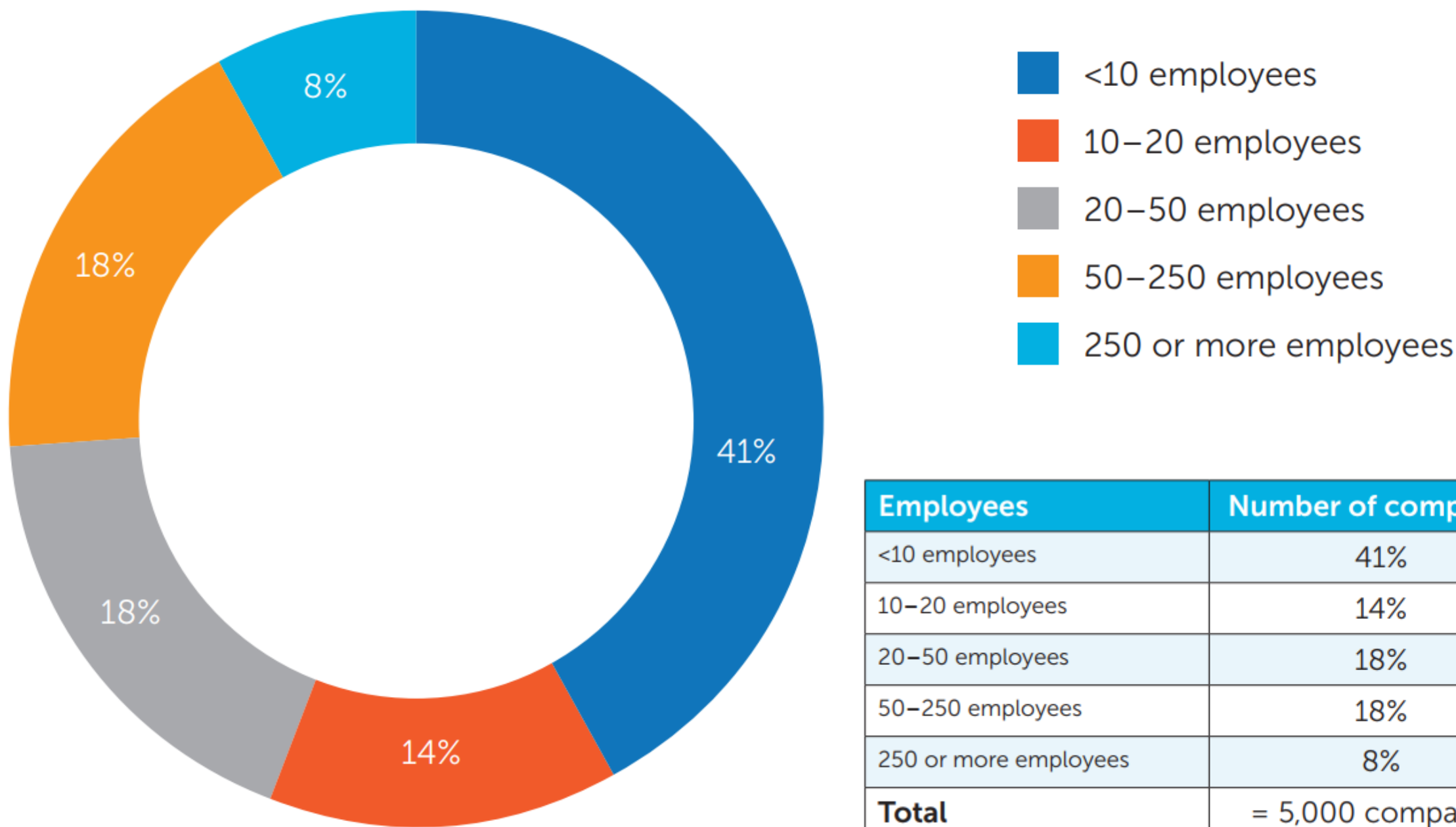


# Photonics in Europe by sector

European Photonics Production (2022) = €124.6 Billion



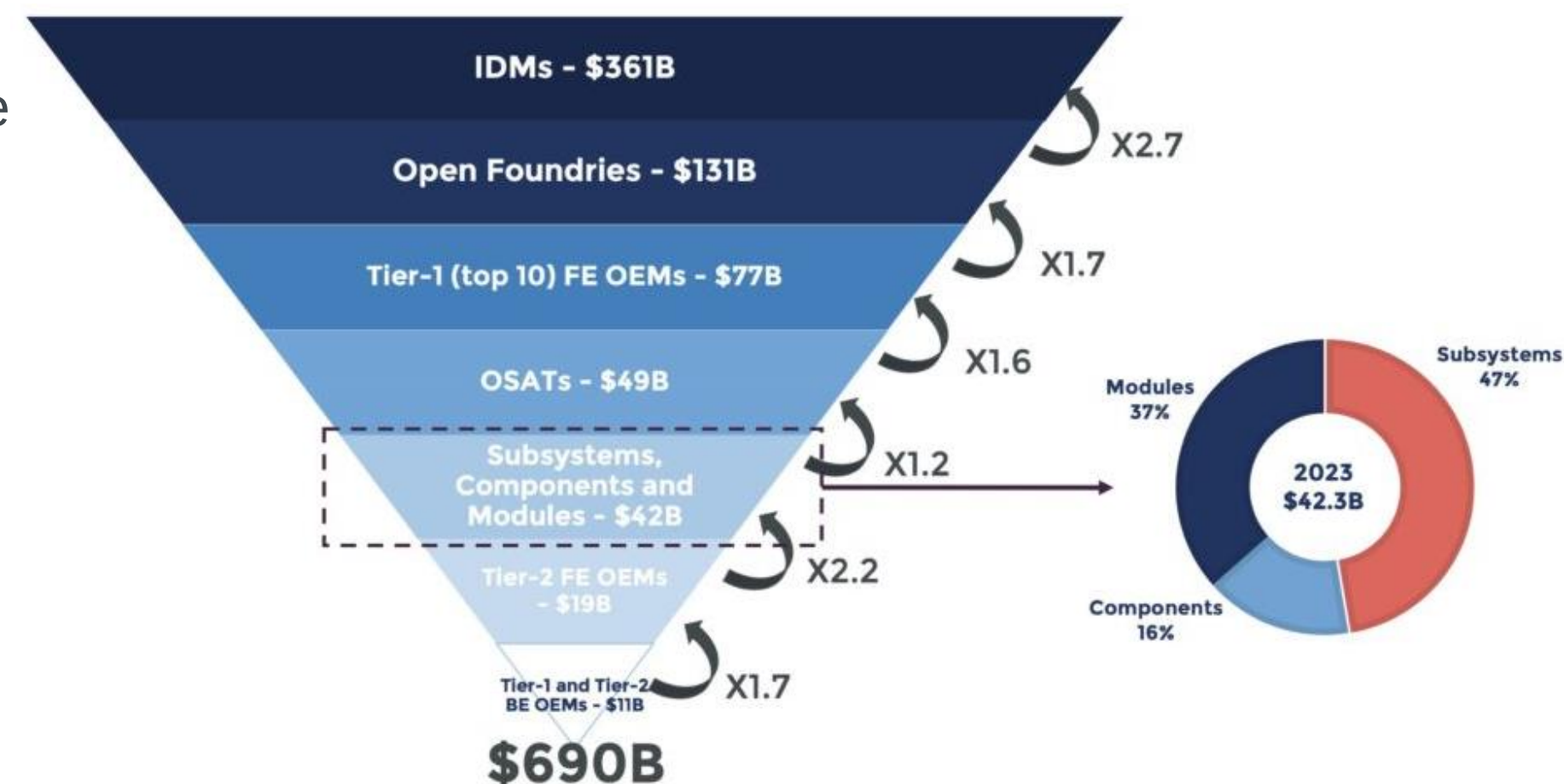
# European Photonics companies by number of employees



Source: Tematys/Photonics21

## And if we look at the semiconductor industry in Europe

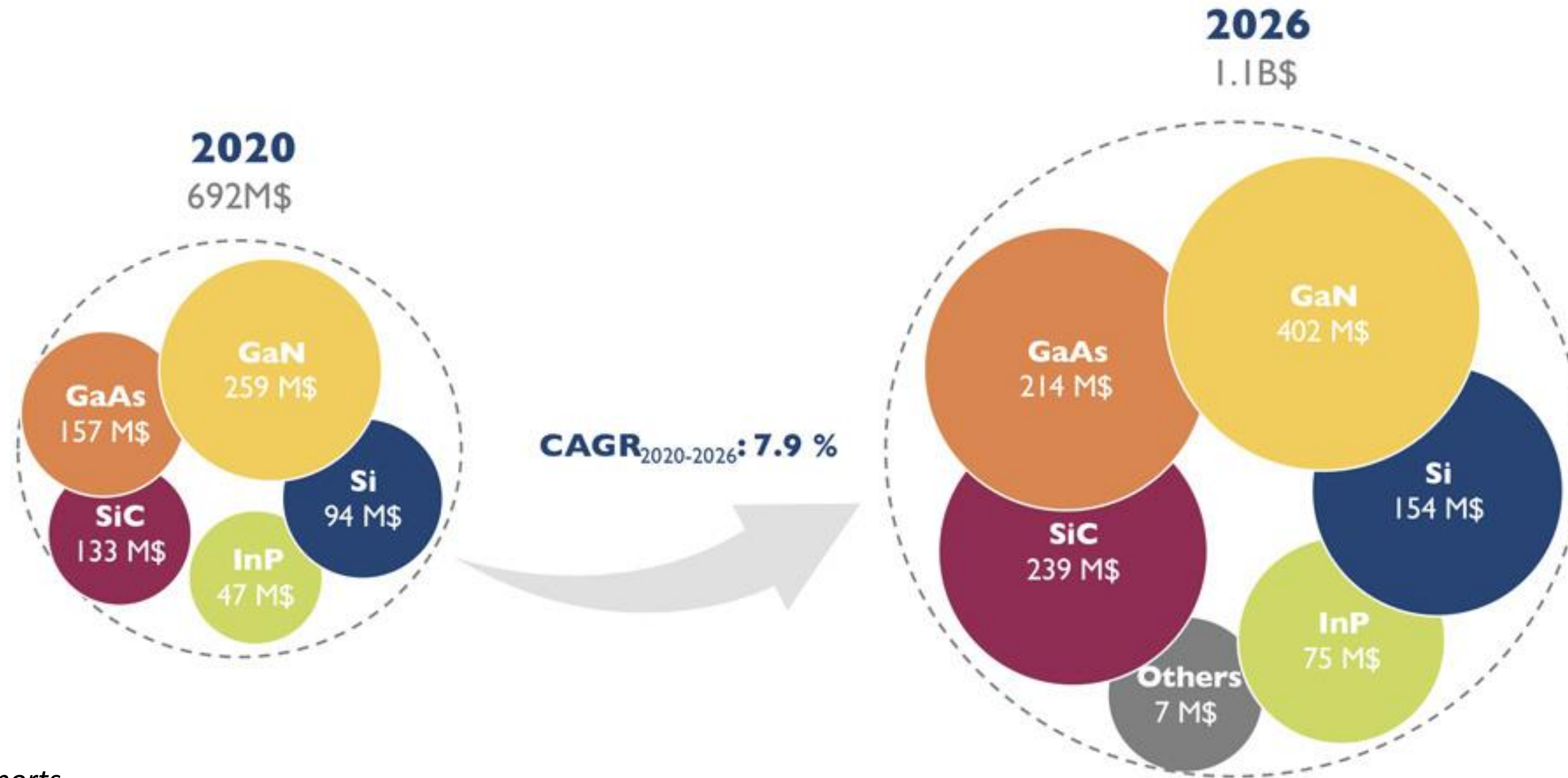
- Chipmakers in Europe are falling behind in global manufacturing – accounting for less than 10% of industry revenues – but European companies are world leaders in producing manufacturing equipment and its associated supply chain.
- In 2023, **European suppliers** represented **8% of the \$30 billion global market for the production of semiconductor devices. But at the equipment level, they accounted for 28% of the \$30 billion market worldwide** and 34% of the total \$20 billion subsystem market.



|                                                                                                          |                                   | Silicon                                                                                                      | SiC                                                                                                            | GaAs                                                                                                          | GaN active layer<br>X Substrate                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                                               |                                                                                                                | InP                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| APPLICATIONS                                                                                             |                                   | <br>Si active layer<br>Si | <br>SiC active layer<br>SiC | <br>X active layer<br>GaAs | <br>GaN active layer<br>Sapphire | <br>GaN active layer<br>SiC | <br>GaN active layer<br>Si | <br>GaN active layer<br>GaN | <br>X active layer<br>InP |
| <br>Laser diode         | EELs                              |                                                                                                              |                                                                                                                | AIXTRON<br>Veeco<br>RIBER                                                                                     |                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                                               |                                                                                                                | AIXTRON<br>Veeco<br>RIBER                                                                                    |
|                                                                                                          | VCSELs                            |                                                                                                              |                                                                                                                |                                                                                                               |                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                                               |                                                                                                                |                                                                                                              |
| <br>LEDs              |                                   |                                                                                                              |                                                                                                                | AIXTRON<br>Veeco<br>RIBER                                                                                     | AMEC<br>Veeco<br>AIXTRON<br>RIBER<br>TAIYO NIPPON SANCO                                                             |                                                                                                                |                                                                                                               |                                                                                                                |                                                                                                              |
| <br>RF Electronics    |                                   |                                                                                                              |                                                                                                                |                                                                                                               |                                                                                                                     | AIXTRON<br>Veeco<br>epiluvac                                                                                   |                                                                                                               |                                                                                                                |                                                                                                              |
| <br>Power Electronics | NAURA<br>LPE<br>APPLIED MATERIALS | AIXTRON<br>TEL<br>NuFLARE<br>LPE<br>epiluvac                                                                 |                                                                                                                | AIXTRON<br>Veeco                                                                                              |                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                                               |                                                                                                                |                                                                                                              |

*Source: Yole Group reports*

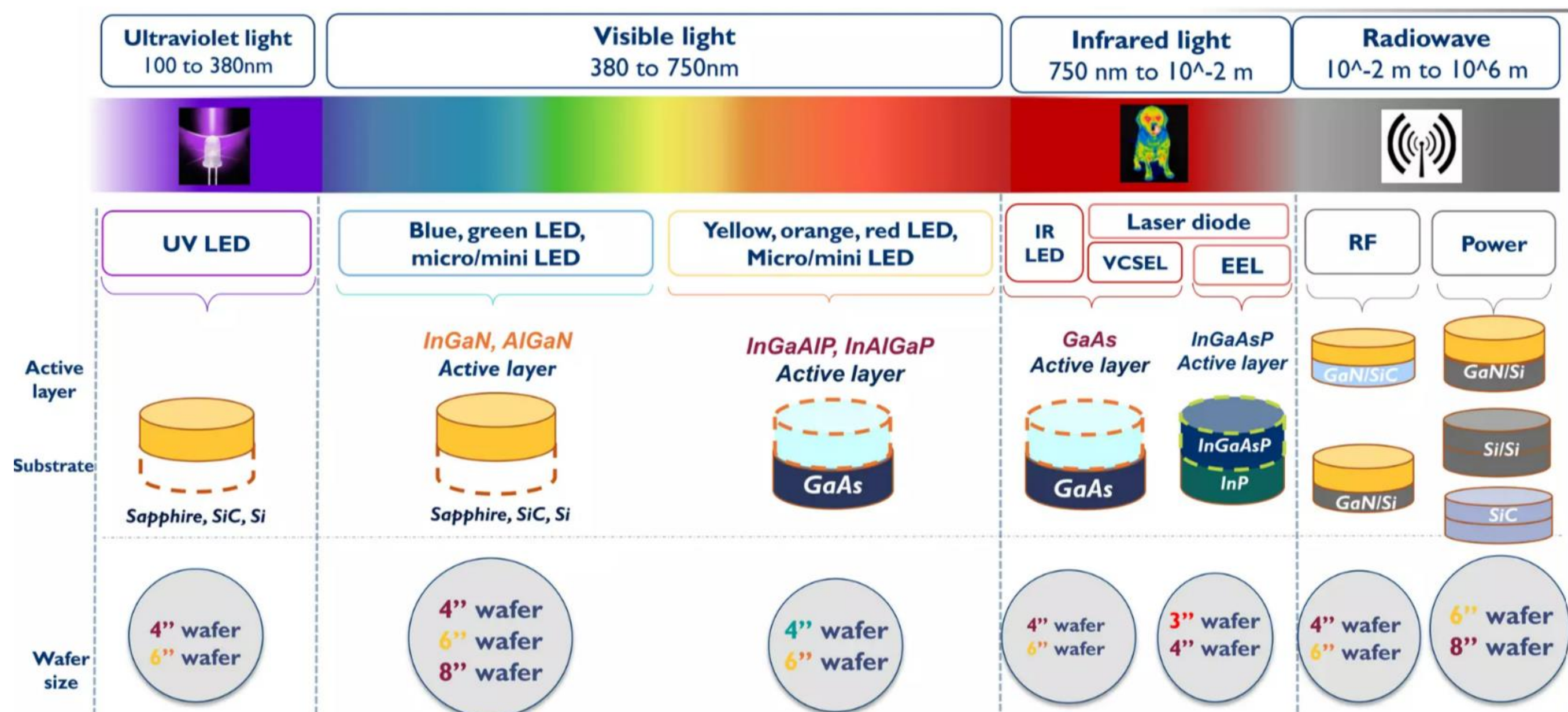
# Epitaxy equipment market by epi-materials



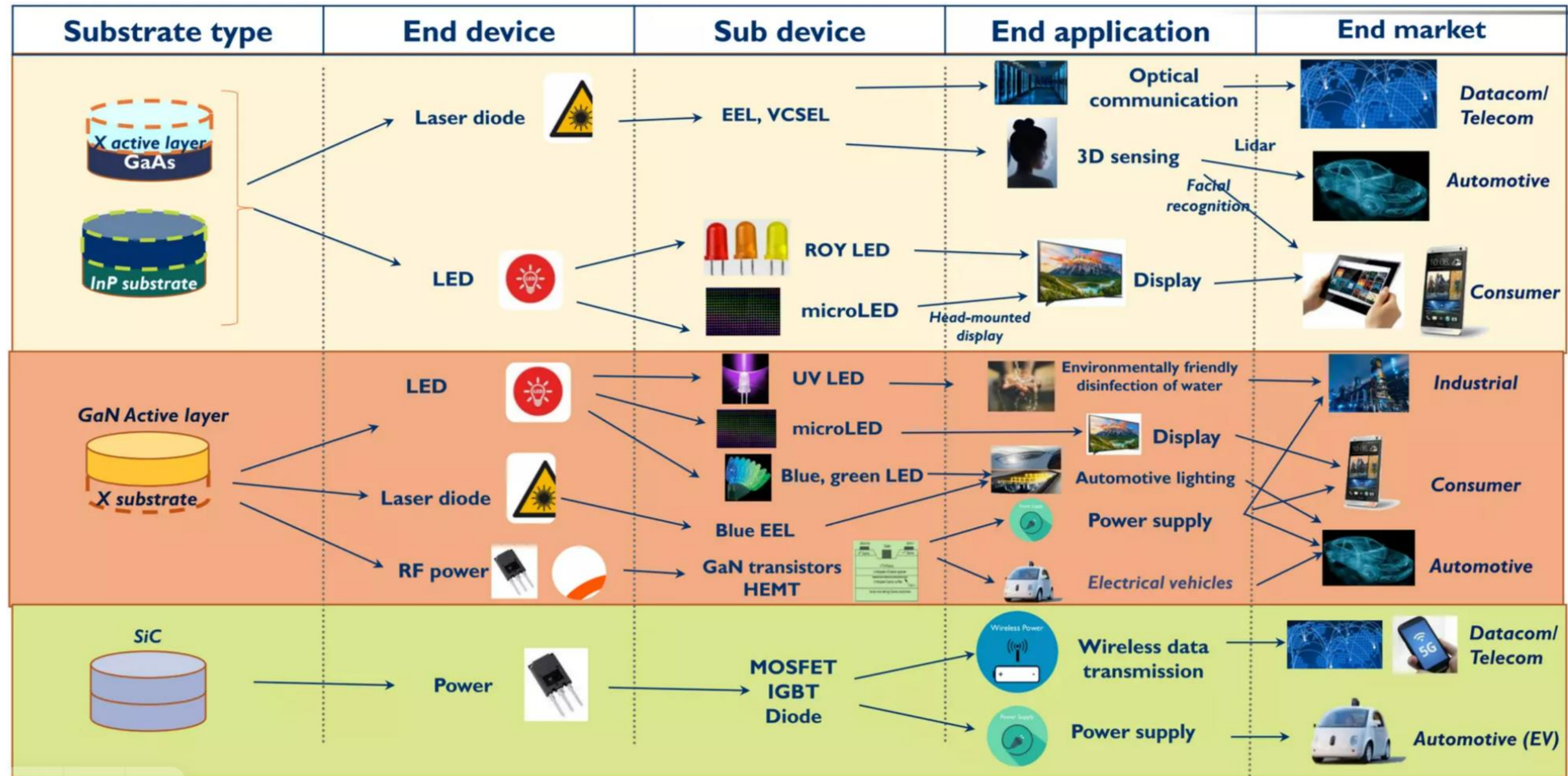
Source: Yole Group reports

## Applications of epitaxial materials in Photonics

- In fact, epitaxially grown materials are used to emit or detect light in every spectral range

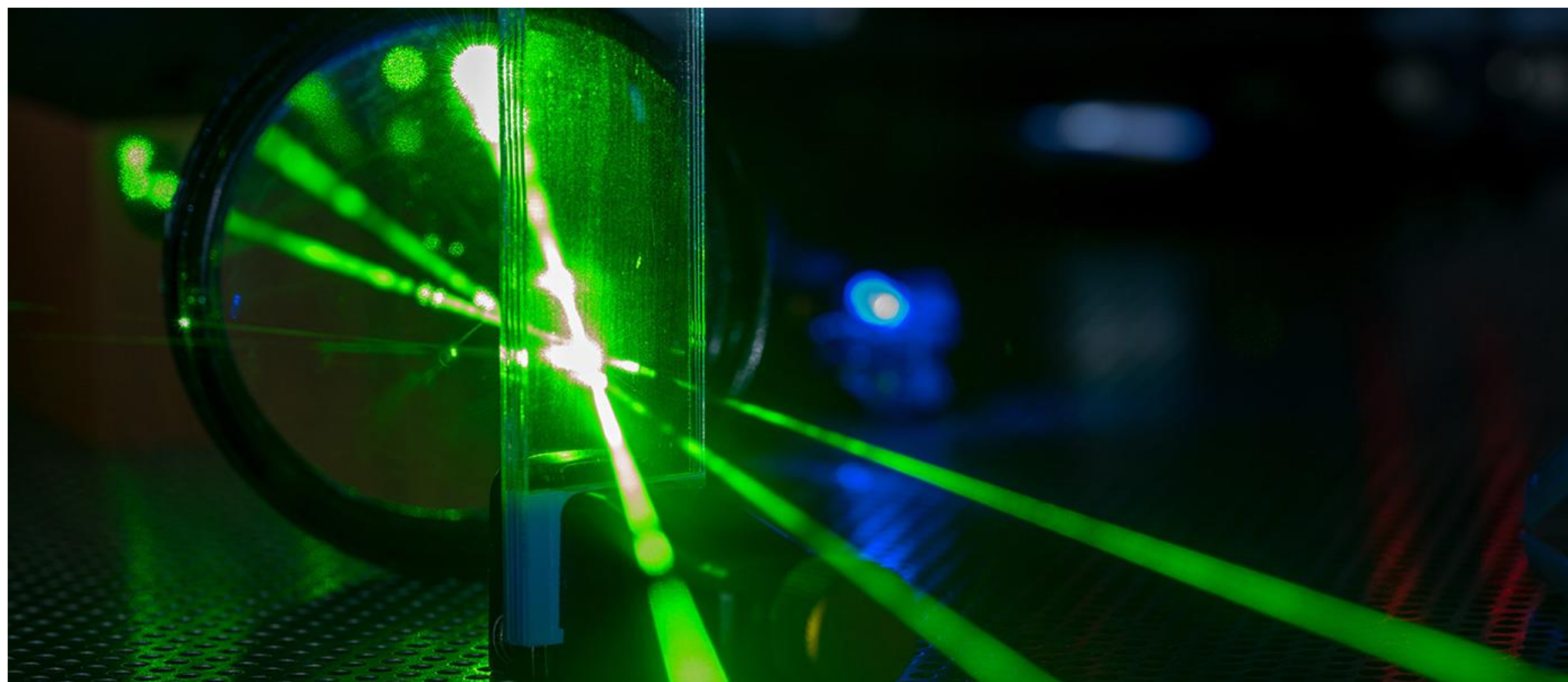


## Applications of epitaxial materials in Photonics



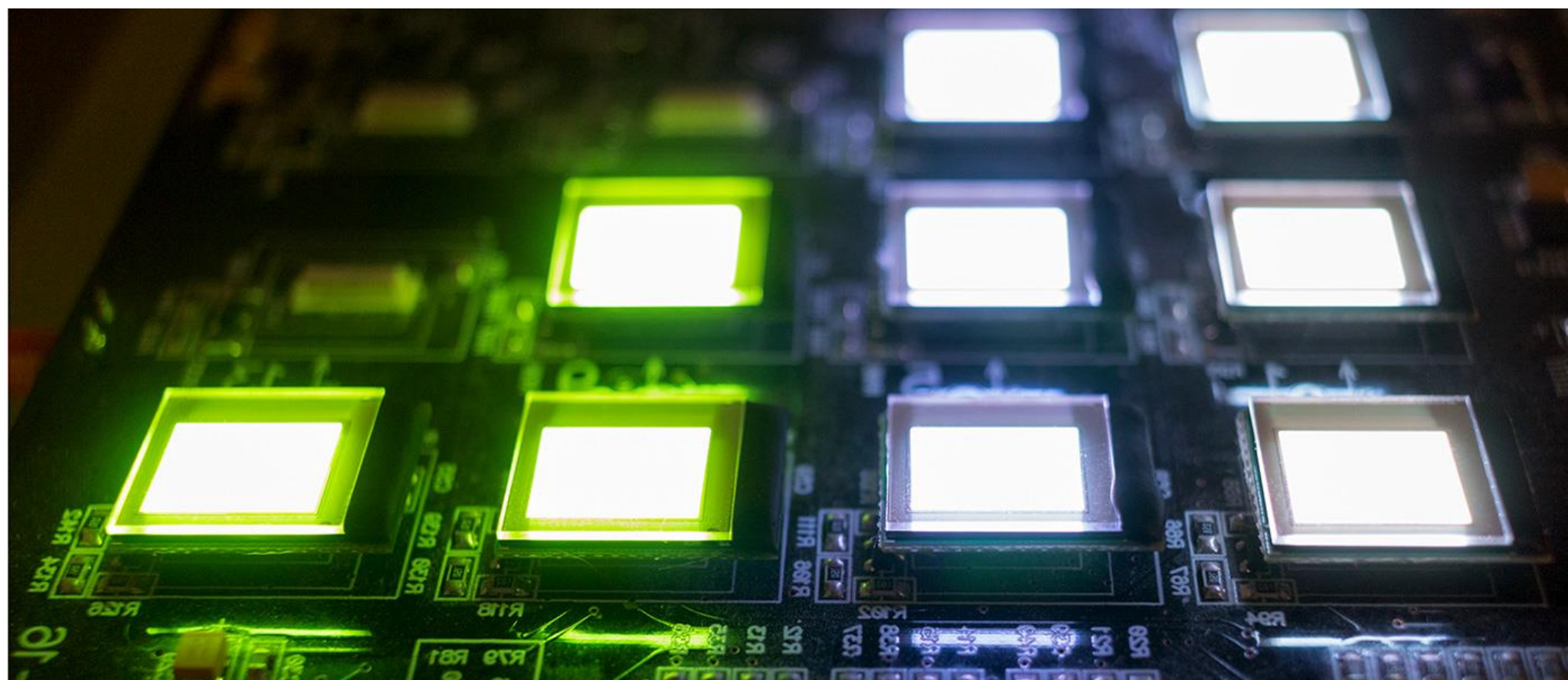
Source: Yole Group reports

## Lasers: Datacenters, 3D sensing, Medical, LiDARs & Quantum



In the 60's, invention of the solid-state laser initiated the surge of laser in everyday life. Nowadays, these laser are the key tool for modern technology, used in various applications such as laser cutting, welding, DNA sequencing, metrology or defense applications. In the past years, QCLs pushed forward solid-state laser solutions with high brightness and extreme spectral narrowness of the emitted light. Emitting in the mid to far IR spectrum, this type of semiconductor laser can be used in a variety of highly sensitive detectors.

## Displays: MicroLEDs, OLED



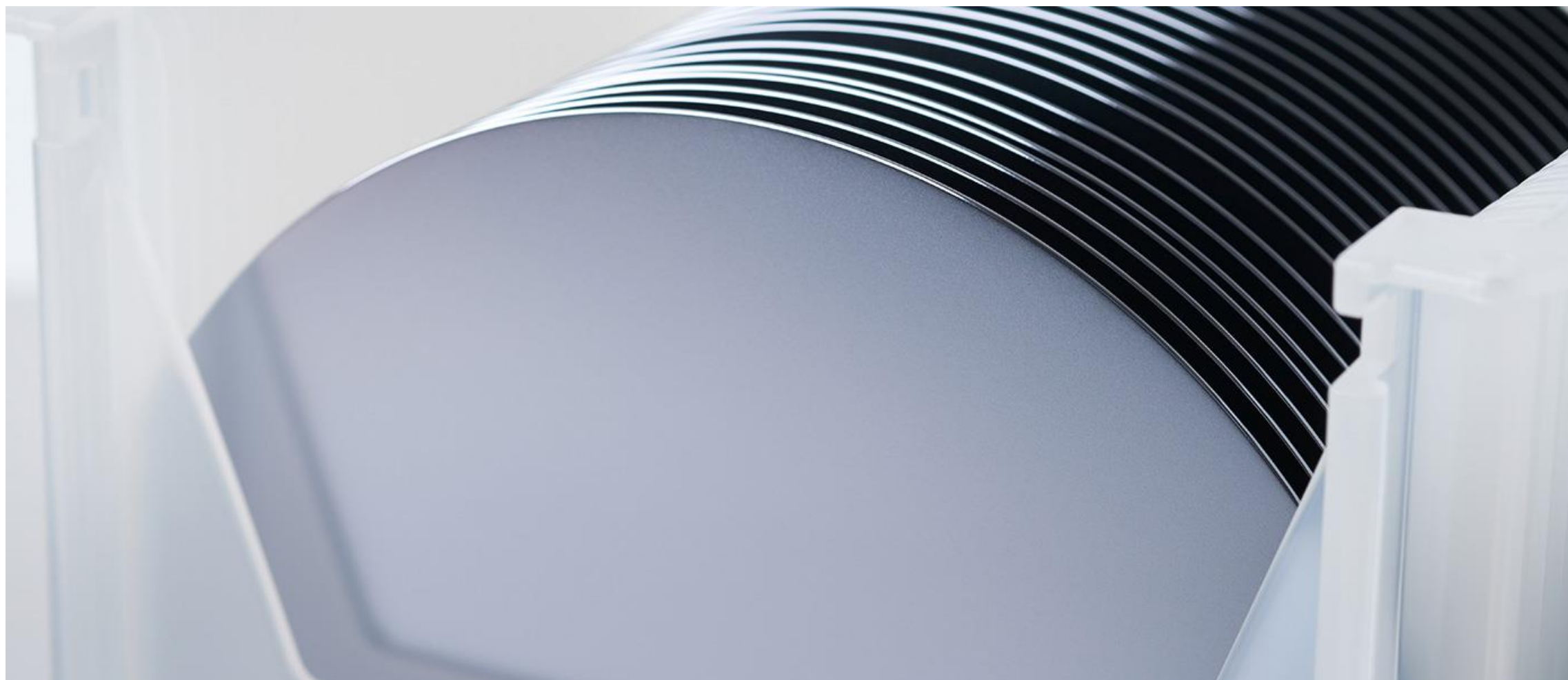
In the OLED technology, enabling electroluminescent flexible layers made of a thin film of organic compounds, challenges are now well established. Environmentally friendly, OLED display screens consume less power, offer wider angle visibility and deliver much brighter images than previous generations. First used for developing small screens (mobile phones, radios, notebooks, etc.), the OLED technology has gradually diversified with the manufacturing of flexible large screens and lighting (light sheets). As a new disruptive technology, MicroLEDs is a booming field where MBE has a major role to play.

## IR Detectors: Defense, Surveillance, Safety



Well-established IR detectors are based on CdHgTe (Mercury Cadmium Telluride, MCT) technology. MCT infrared detectors, enables to locate warm objects in night environments: binoculars, photo cameras, cameras for night vision, surveillance or detection in both civil and military fields widely use this type of detector. Most infrared detectors providing high quality are made from MBE epitaxial wafers, the only ones giving the necessary precision.

## Passivation of: Lasers, MicroLEDs, and others



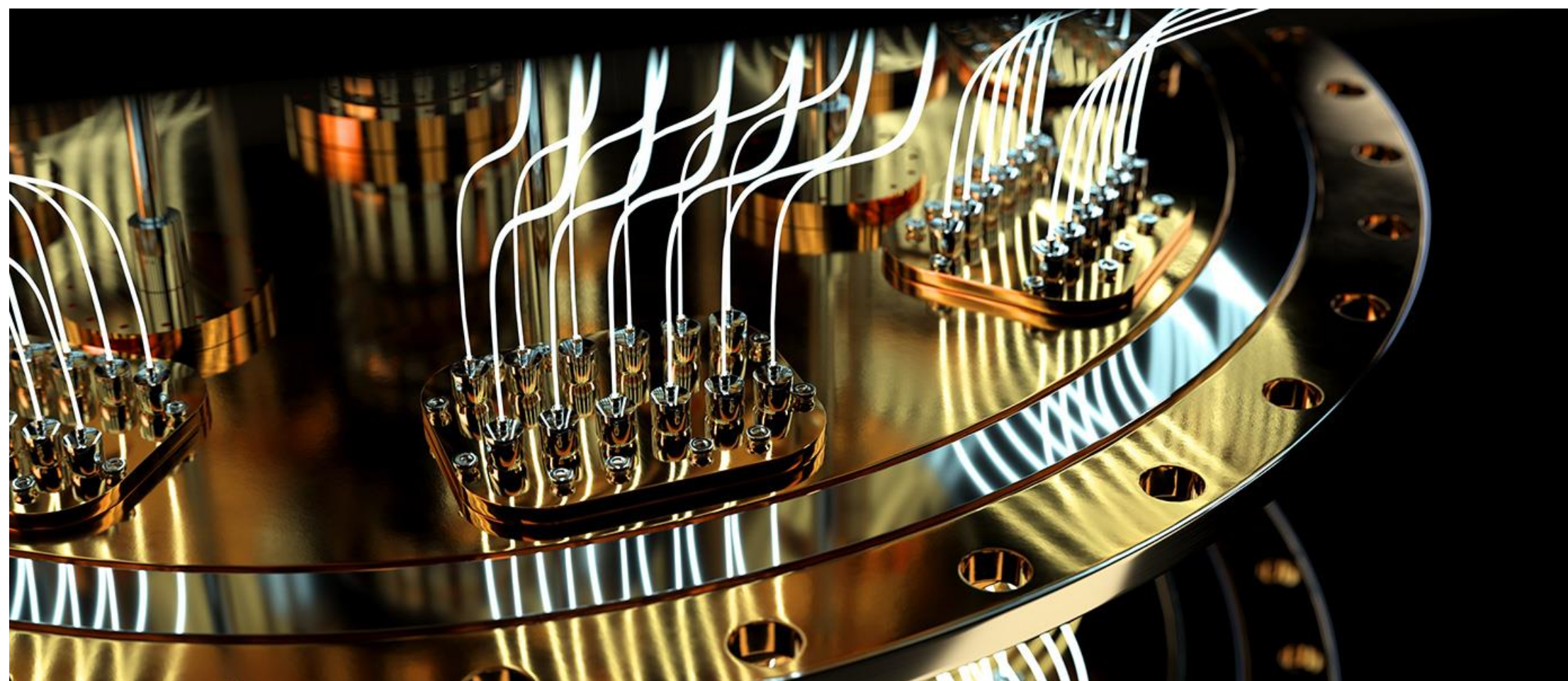
Passivation is a key step for several compounds semiconductor process. Inactivating the surface of the component enables to keep its properties safe and limit future defects generation, by avoiding unwanted oxidation, before further processing steps.

## Solar: III-V on Si, CIGS, perovskites



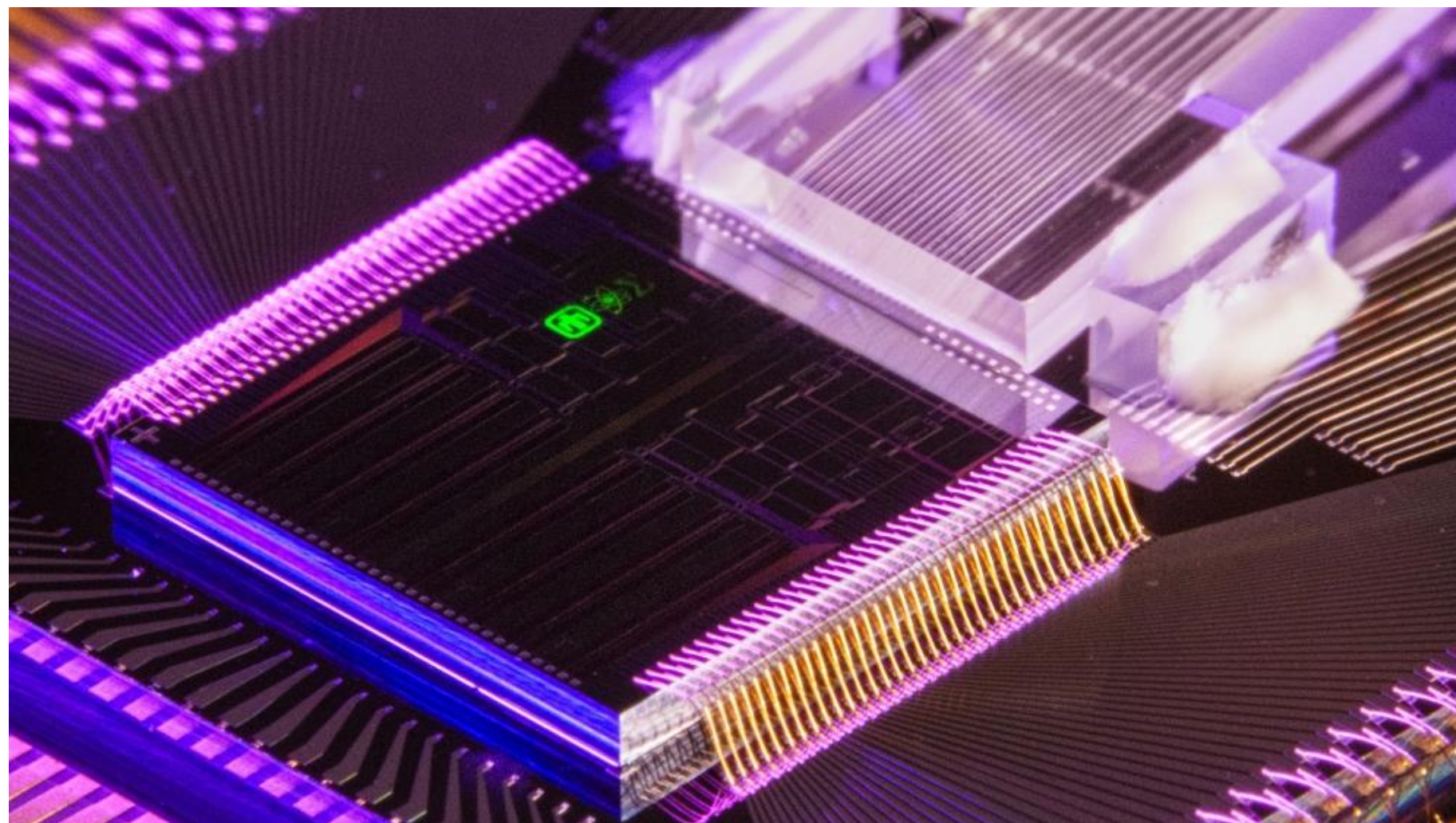
Silicon photovoltaics is no longer the only alternative on the solar energy market. Thin-film technologies, such as copper indium gallium (di)selenide (CIGS), III-V materials or perovskites structures have rapidly increased their market share. They promise a new era for photovoltaics, when the cost of energy produced by these thin-film cells is cost-competitive with traditional power generation. One of the key steps in the manufacture of a thin-film cell is the deposition of a high-quality semiconductor layer.

## Emerging materials: Topological & 2D materials, functional oxides, superconductors, quantum materials



Semiconductor material research boundaries are far from being reached. Epitaxy allows for advanced information transport with high speed & ultra-low losses (topological insulators), very low thickness & heat management (2D materials), higher breakdown voltage ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ), improved reliability and mechanical resistance, easier integration in existing production lines and standards.

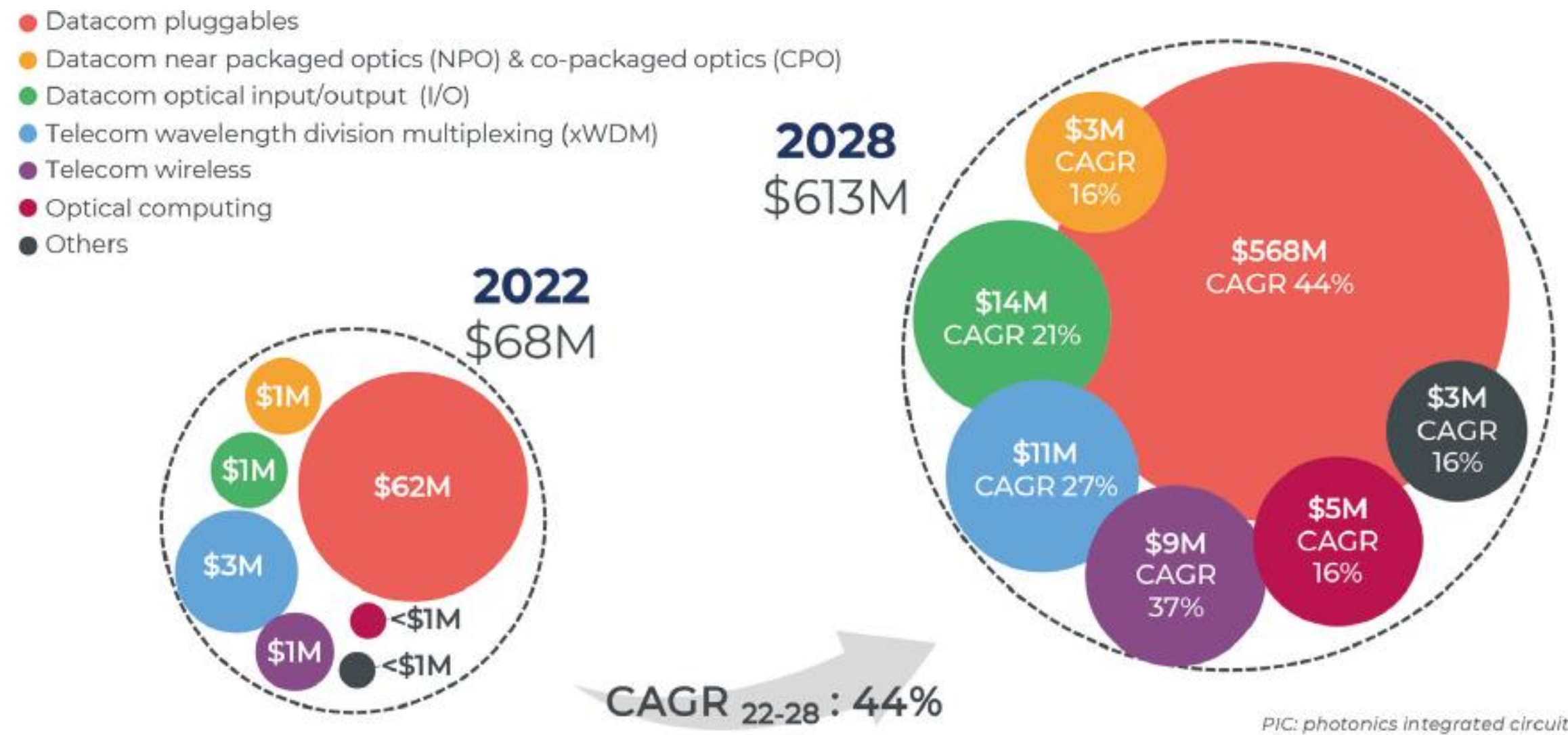
## Last, but no least: Integrated Photonics



Integrated photonics provides a route to commoditize photonics at larger volumes and lower costs. The main products of integrated photonics today are transceivers for telecom and datacom applications. But this field is booming with applications. And the success of it depends on the epitaxial materials and integration of III-V materials on Si substrates.

## Integrated photonics market forecast:

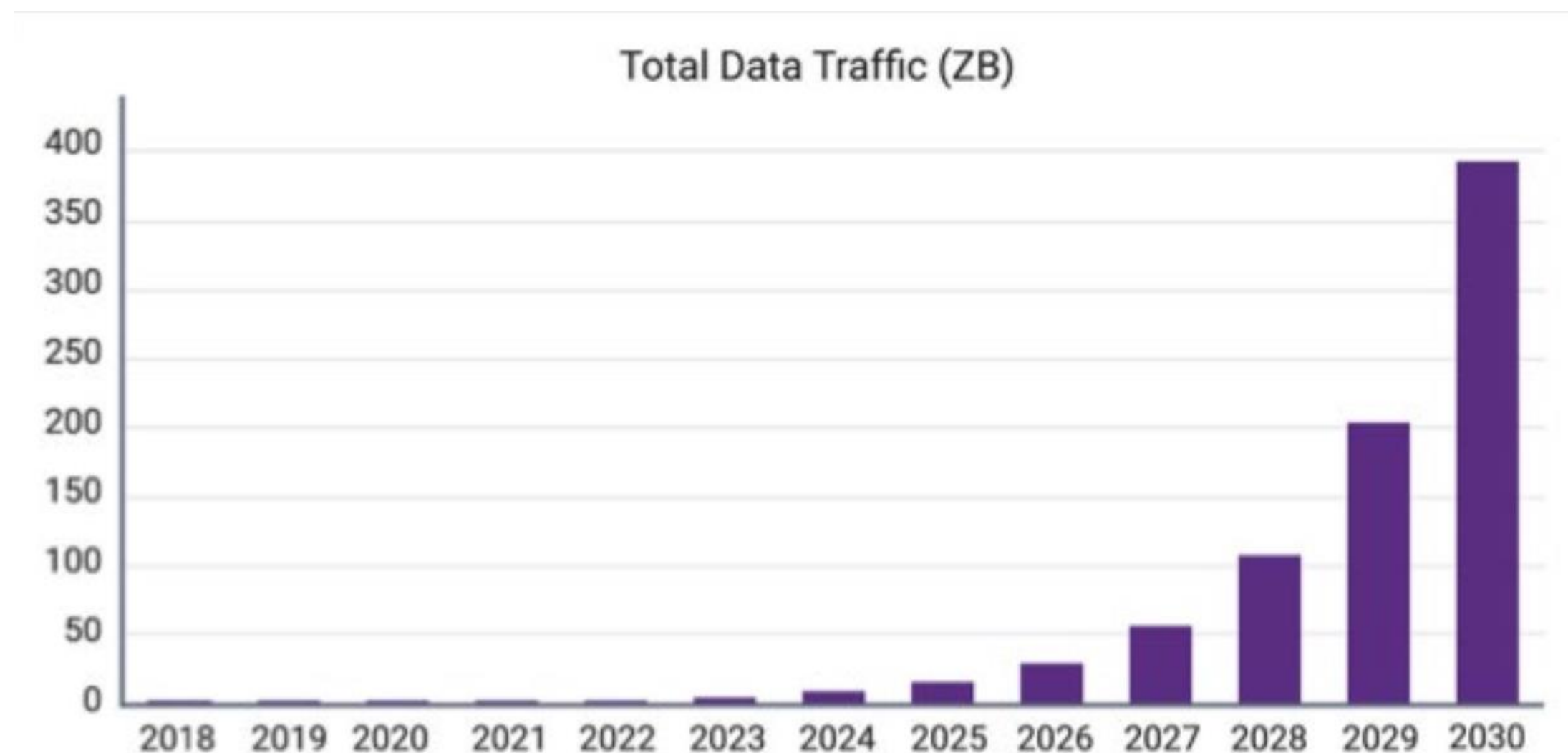
Source: Yole group



The silicon photonics industrial landscape is forming around diverse players - major **IDMs** (Intel, Cisco, Marvell, Broadcom, Nvidia, IBM, etc.), **design houses**, **foundries** (GlobalFoundries, Tower Semiconductor, imec, TSMC, etc.) and **equipment suppliers** (ASML, Aixtron, Riber, etc.).

# New main driver for Integrated Photonics is AI:

- Data communication rates are growing **exponentially**
- Traditional internet traffic is quickly becoming overshadowed by intra and inter-data center traffic patterns which are **driven by the rapid adoption of AI**



*Total data center traffic. "Impact of AI on Electronics and Semiconductor Industries", IBS, April 2020.*

## End-users / System Integrators



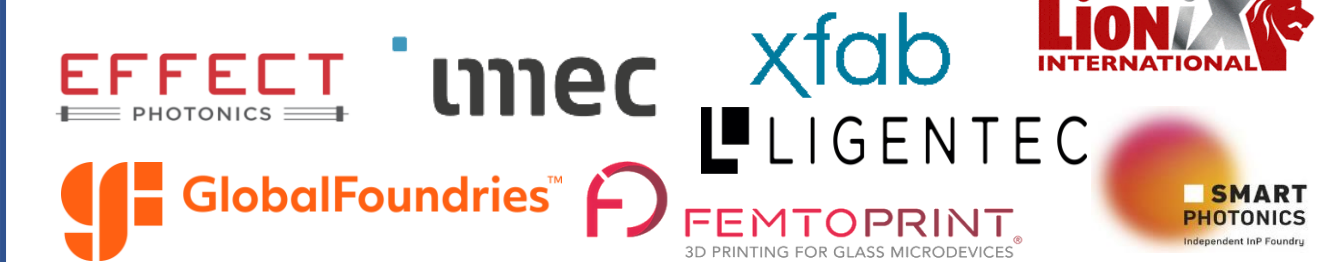
## NPOs



## Software and Design



## Contract manufacturing / Foundry



## Packaging / Testing



## Equipment / Tools



## Materials / Platforms



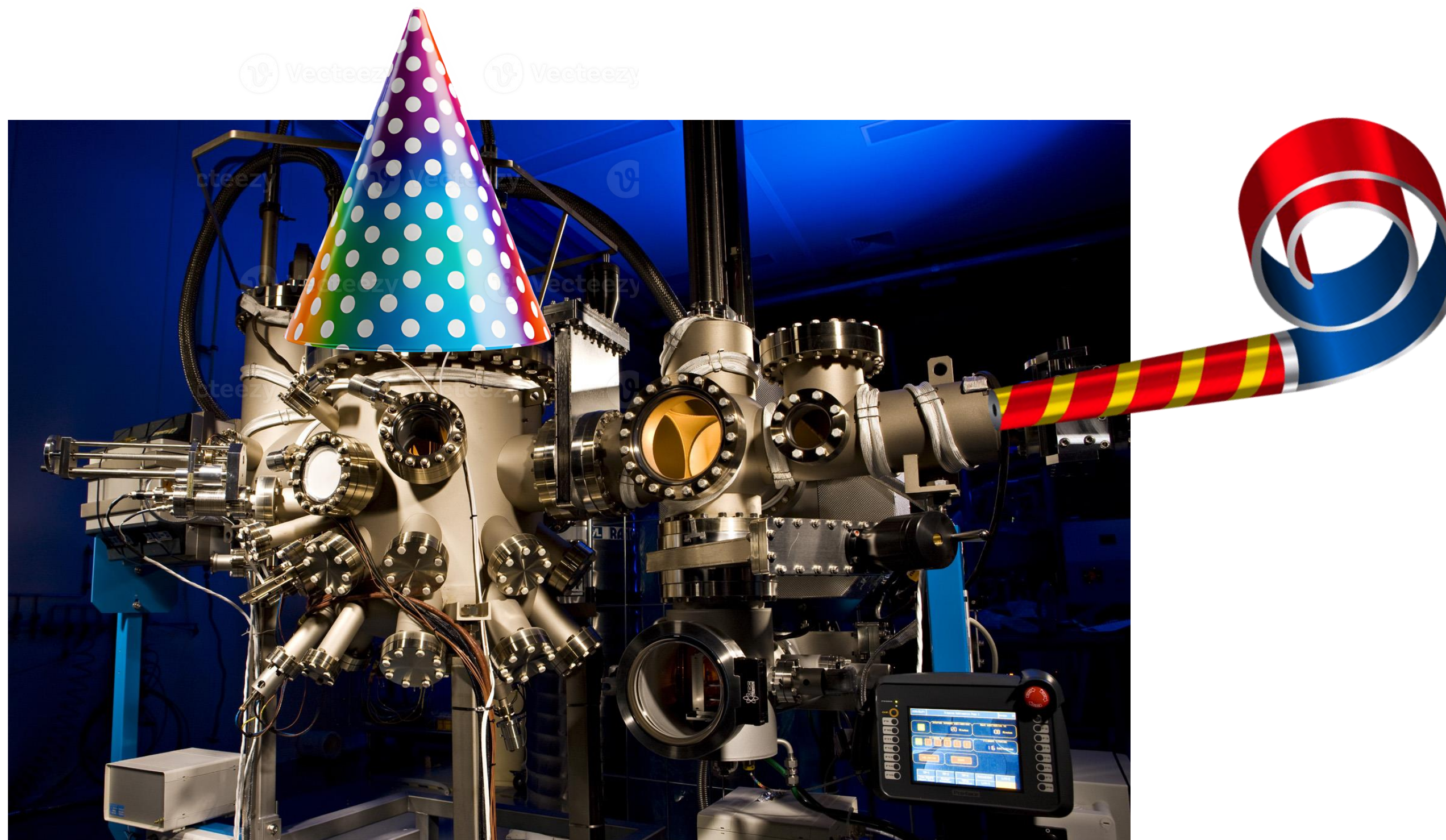
## R&D



## Components / Modules



# Bon Anniversaire, **RIBER!!!** 🎉





Vers une nouvelle ère des semi-conducteurs

## **LES STRATÉGIES RIBER**

# Trois programmes stratégiques



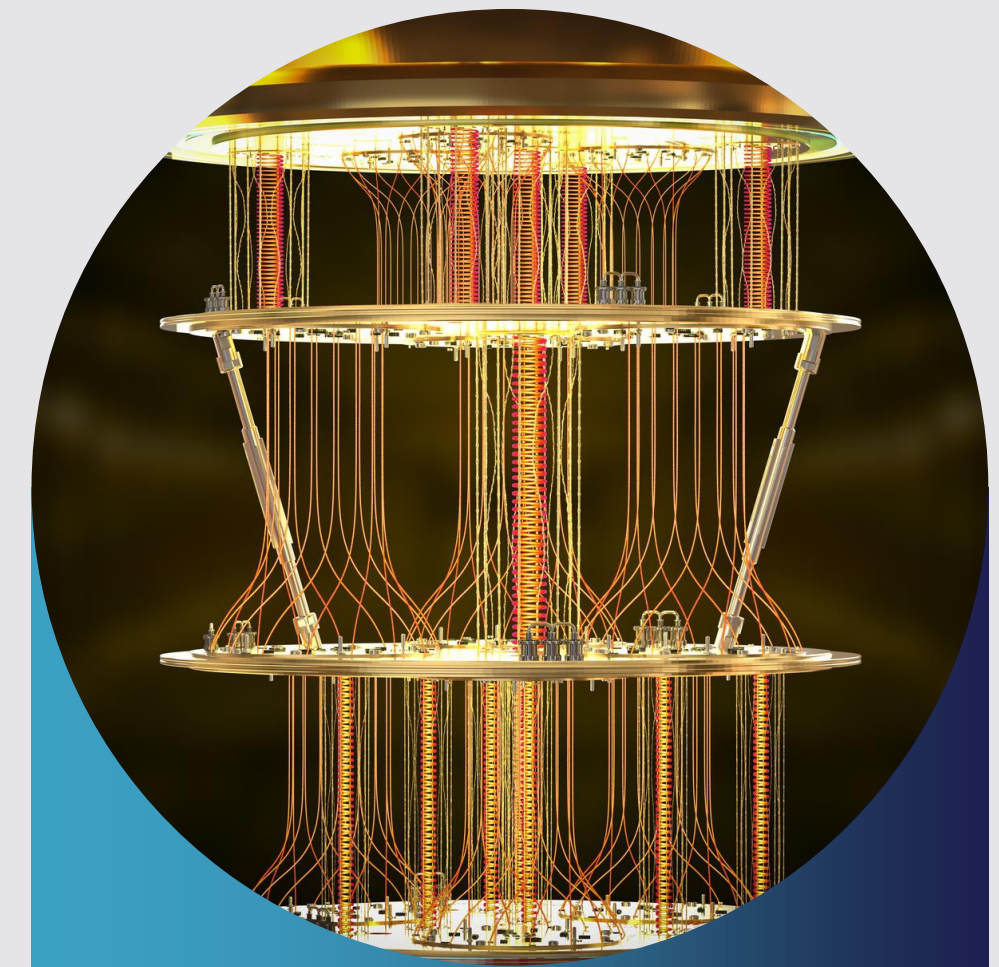
**Renforcer notre  
technologie MBE**

**2025**



**S'intégrer dans  
les Fabs Si**

**2025-2027**

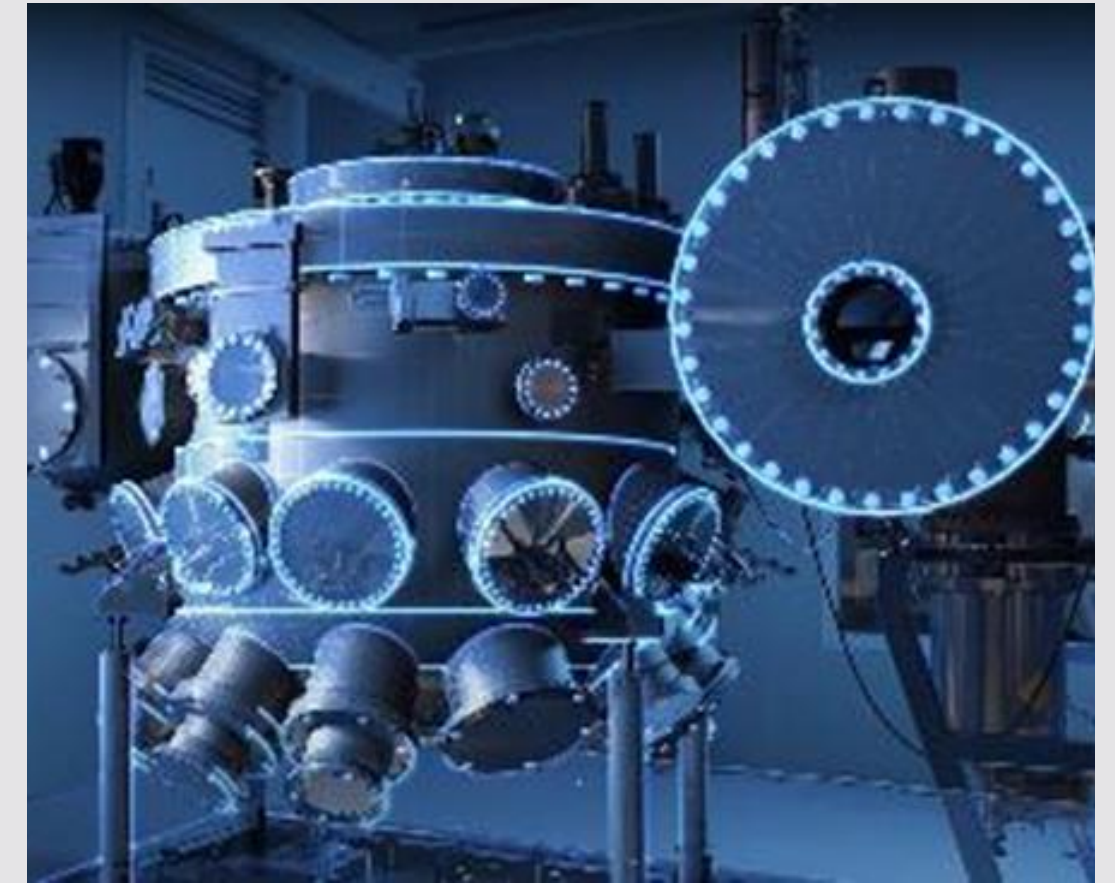
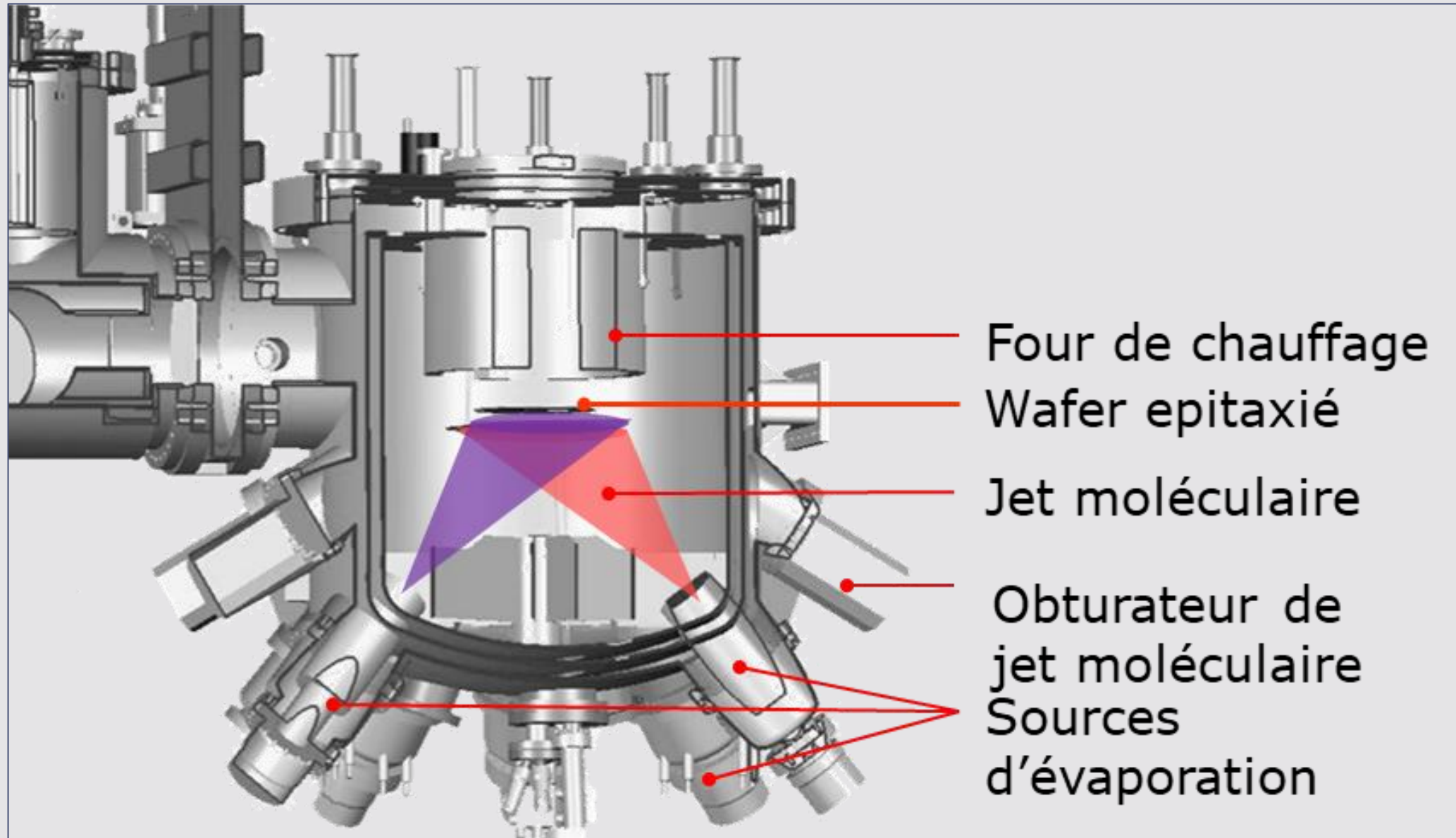


**Innover dans les  
matériaux  
quantiques**

**2025 et au-delà**

## Contexte

Qu'est ce que la MBE (Molecular Beam Epitaxy) ?



➤ UHV, matériaux ultra-purs, interfaces parfaites



**Renforcer notre technologie MBE**

**Contrôle process**

**&**

**Hybridation**

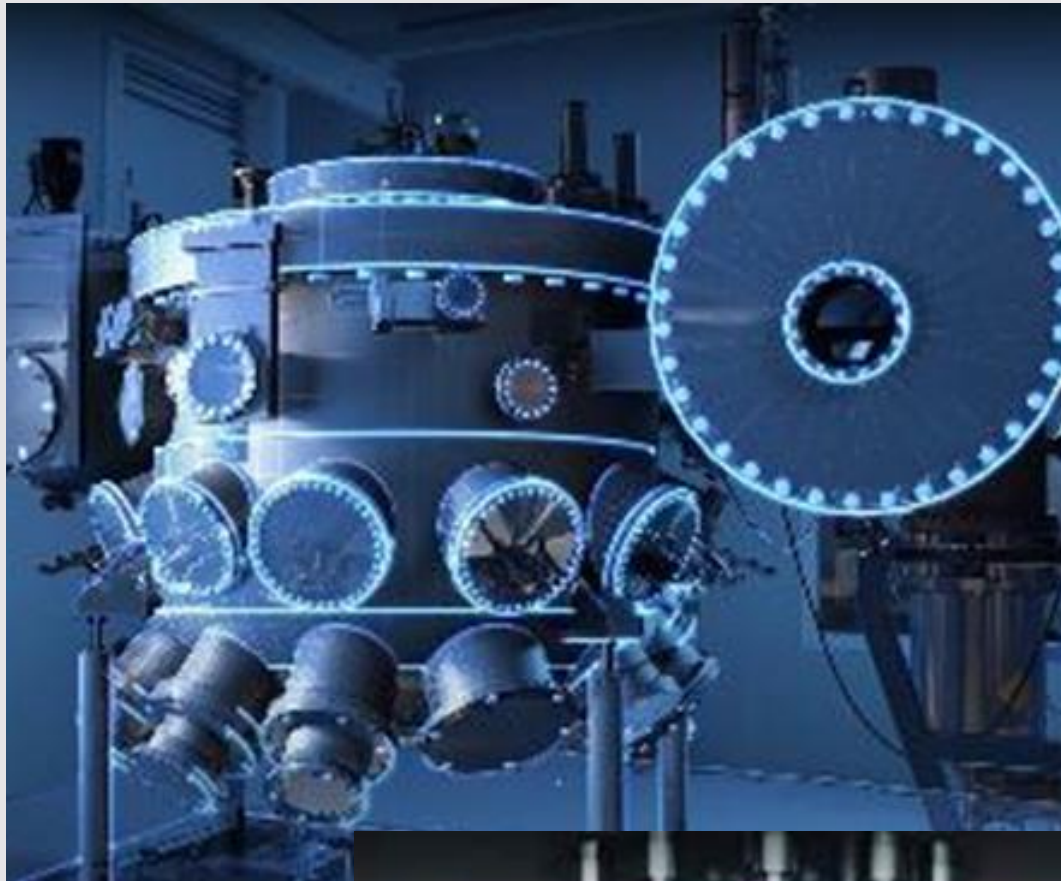


## Contexte



## Contexte

Qu'est ce que la MBE (Molecular Beam Epitaxy) ?



## Puissance, richesse, performance de la technologie MBE

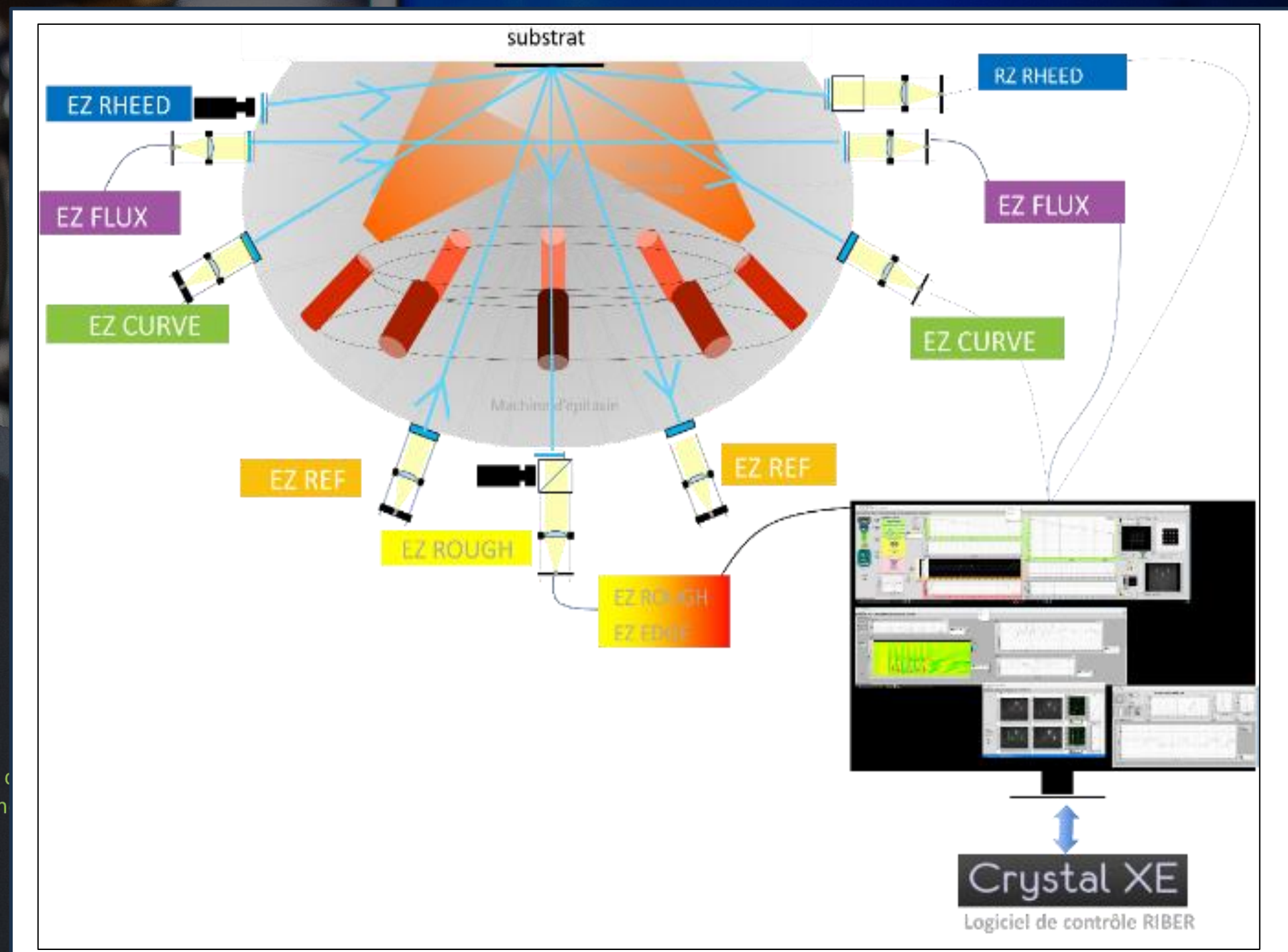
La MBE se caractérise par un environnement sans contaminants obtenu grâce à la maîtrise de l'ultra haut vide. Ceci pour permettre un dépôt contrôlé à la monocouche atomique (3 Angstrom) afin de réaliser des nanostructure avec un control parfait des interfaces.

Réalisation d'une nanostructure :

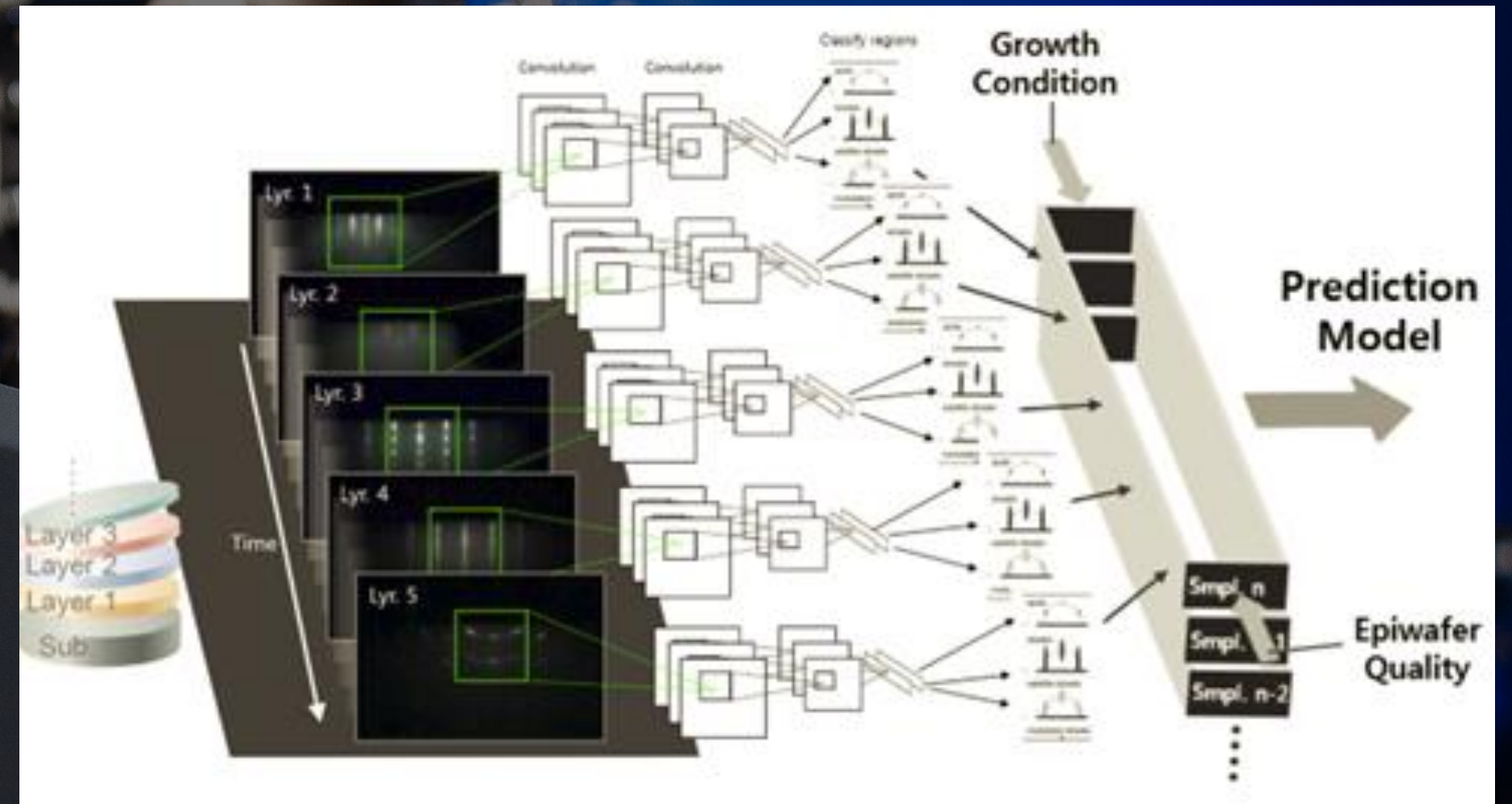
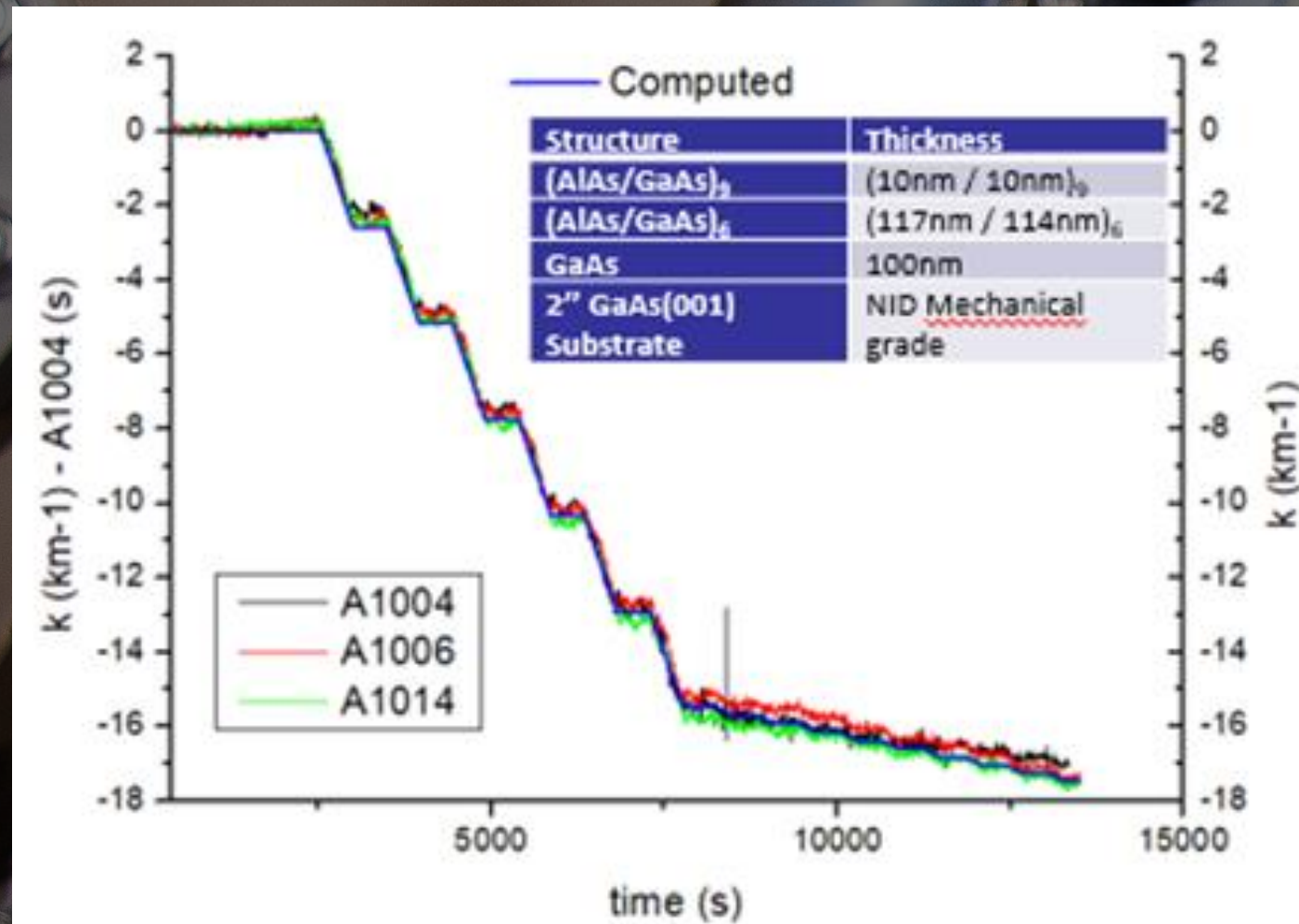
- 1- Sur un substrat chauffé
- 2- Des matériaux solide ultra purs sont disposés dans des cellules orientées en direction du substrat. Ces matériaux sont chauffés à haute température pour permettre leur sublimation.
- 3- Les conditions UHV en plus de la géométrie de l'équipement, envoient les atomes directement sur la surface du substrat. Les atomes vont se 'coller' sur la surface et former une 'couche' atomique.
- 4- Tout atome n'atteignant pas la surface du substrat est piégé sur une surface froide entourant l'équipement afin de ne pas contaminer la couche suivante.
- 5- Le type d'empilement des couches et les matériaux utilisés permettent de réaliser des nanostructures émettant de la lumière 'photonique' ou des électrons (électronique)



# Des instruments in-situ: pour contrôler en temps réel le process



# Des instruments in-situ: pour démarrer la brique du machine learning



# Développer les potentiels au moyen de l'hybridation

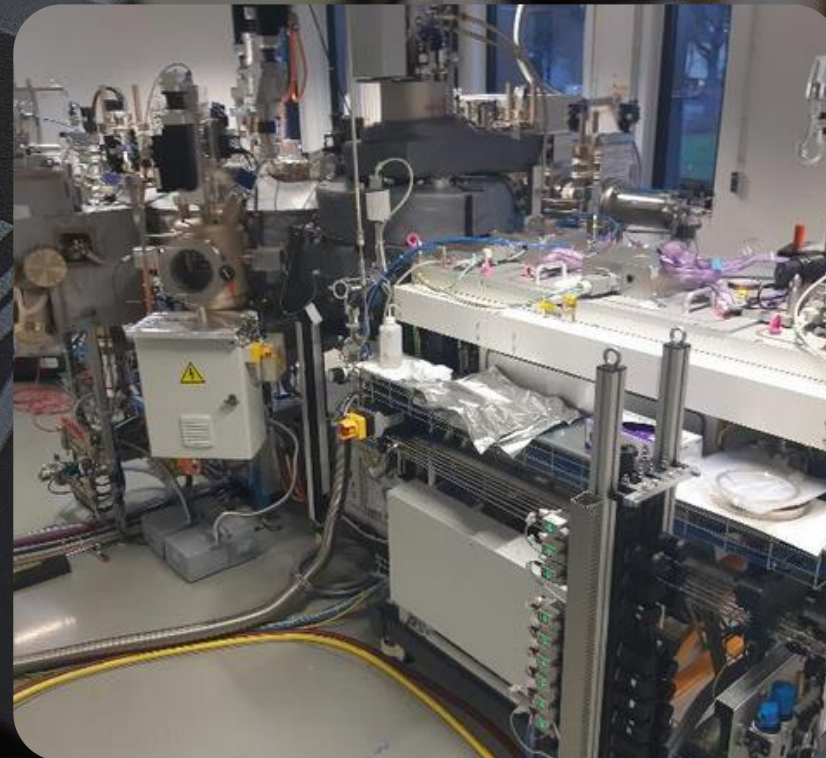
Modularité

Flexibilité

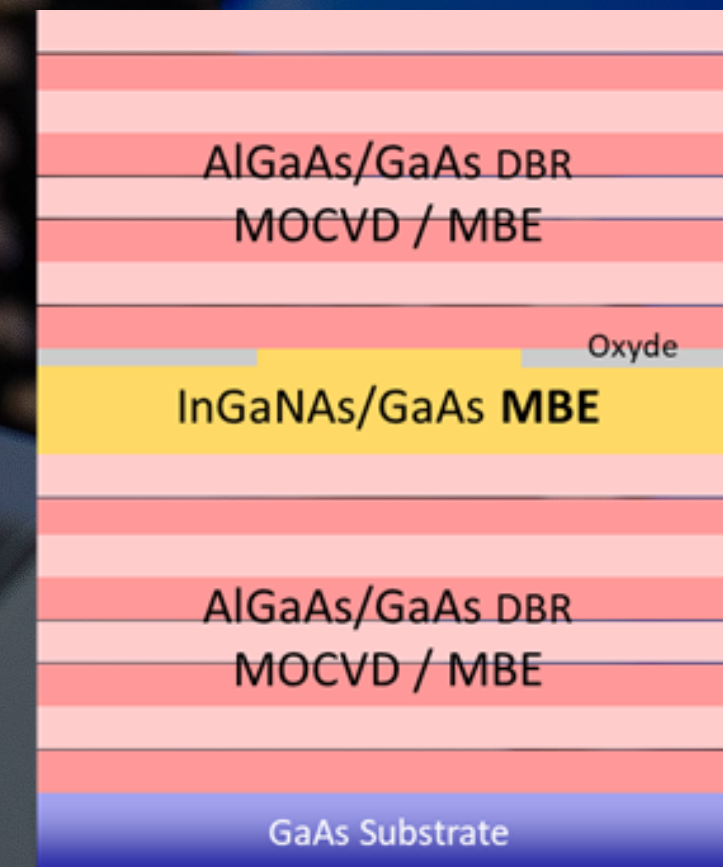
Versatilité



MBE + RPCVD



MBE + Sputtering



← Zone active - MBE



# S'intégrer dans les Fabs Si

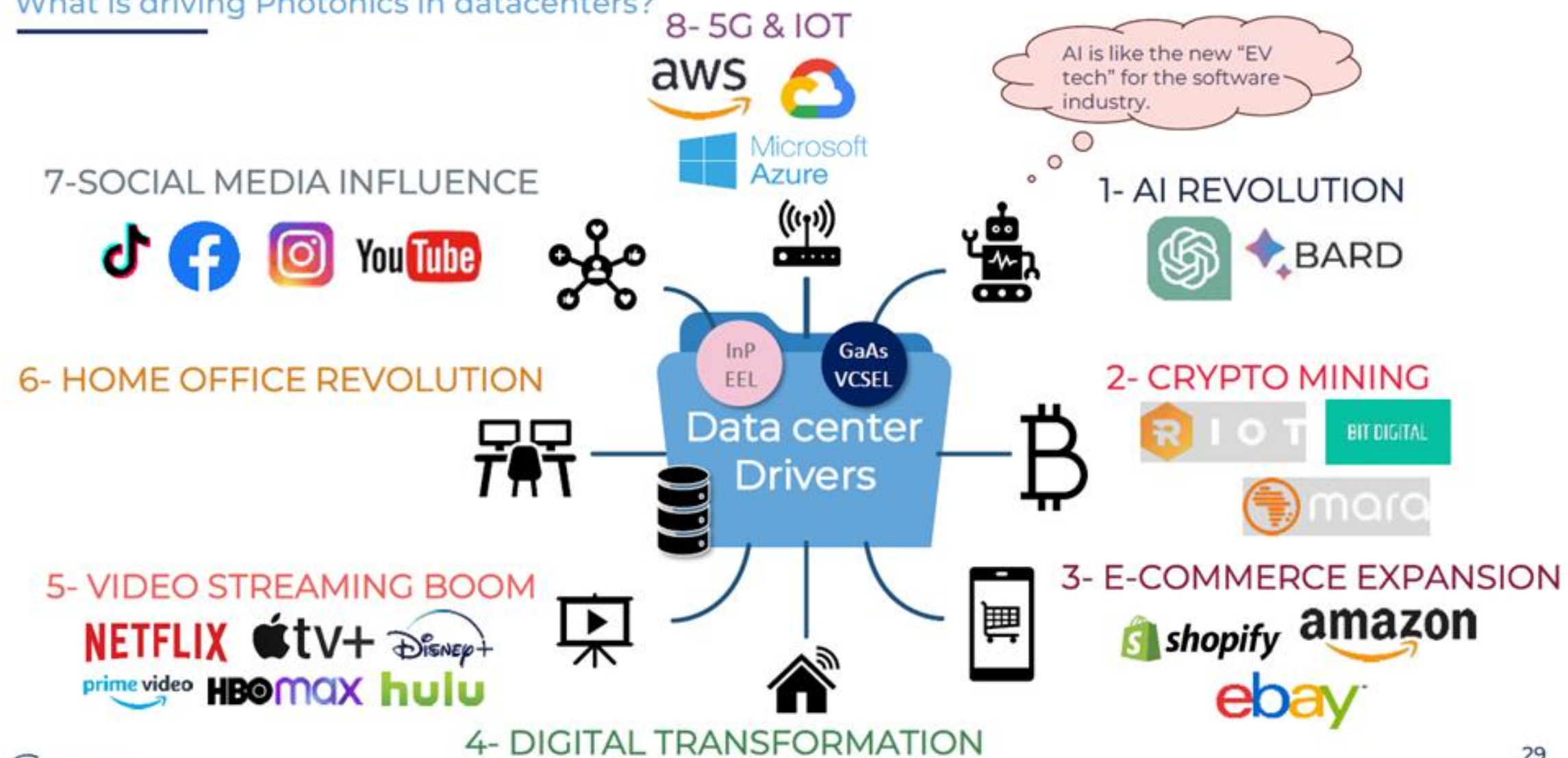


# Contexte

## Accroissement des flux de données

### GLOBAL TRENDS DRIVING DATACOM MARKET

What is driving Photonics in datacenters?



## Contexte

Accroissement des flux de données

Pour répondre à ces besoins, il faut :

- Moins de latence
- Plus d'intelligence
- Moins de consommation énergétique
- Moins cher



Les échanges d'information deviennent optiques

- Utilise la lumière – fibre optique
- Garde substrat de Silicium



Un agrégat de différents matériaux sur une base Silicium

- la photonique intégrée sur Silicium



# Contexte

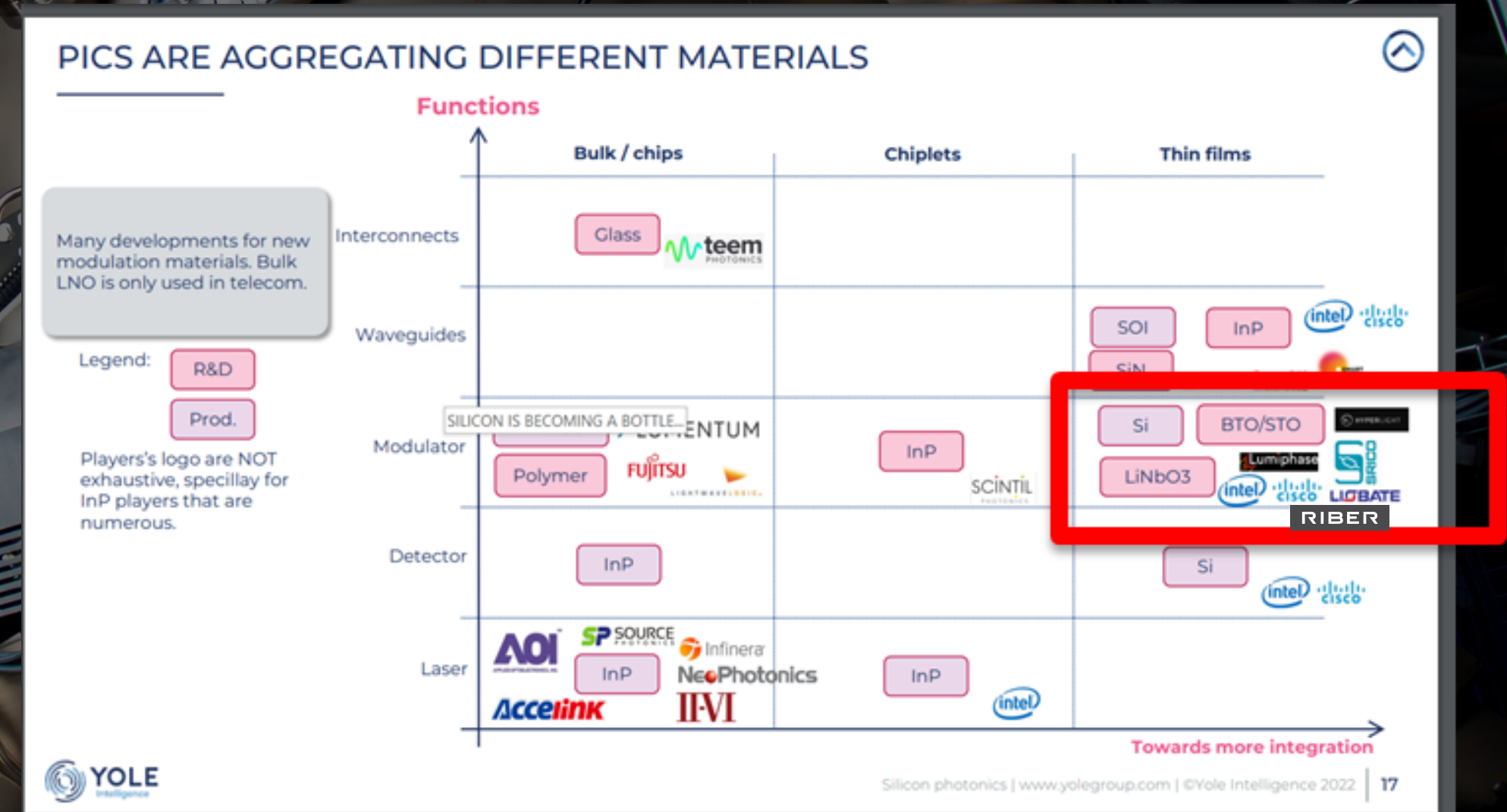
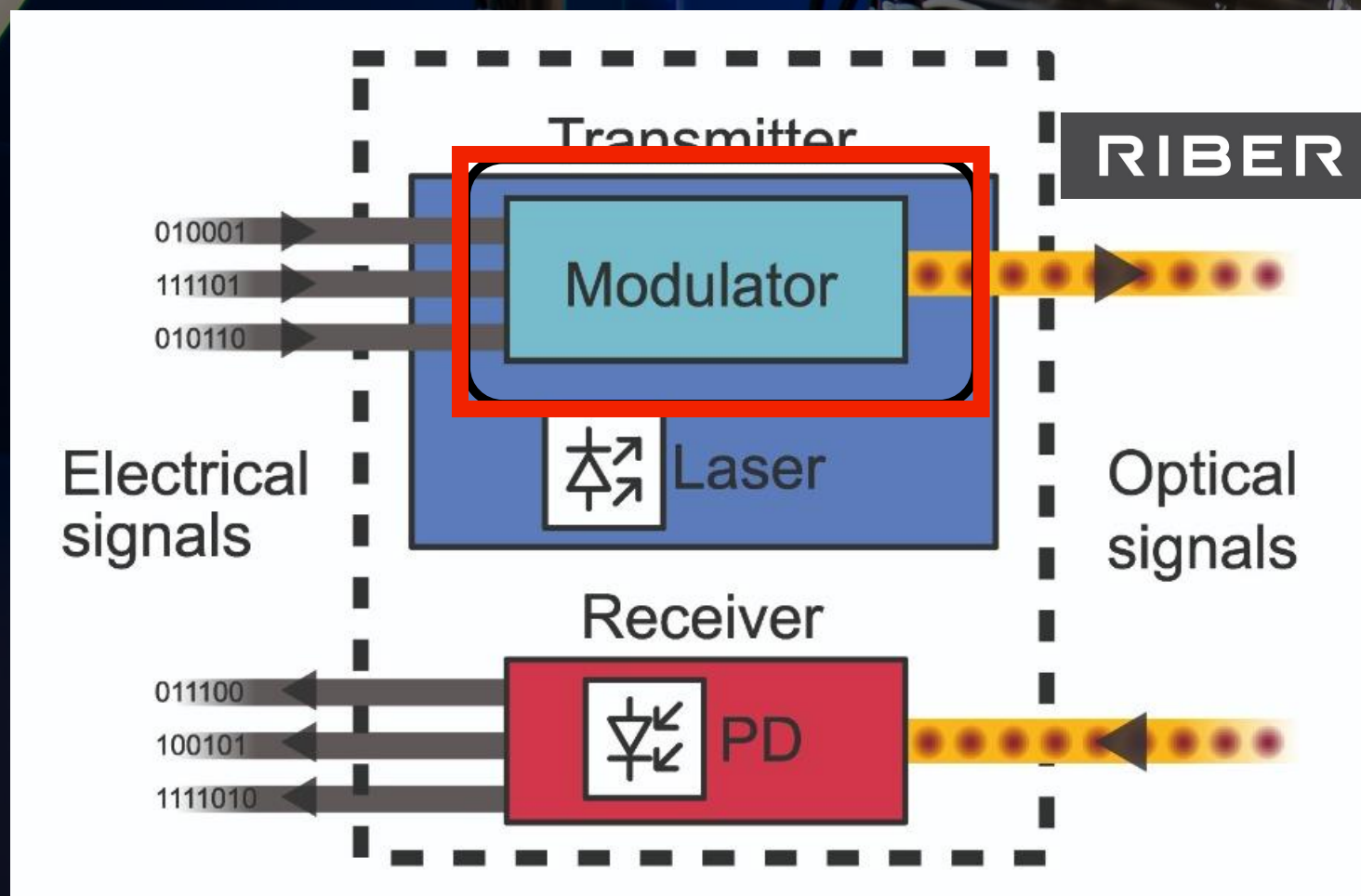
Un composant clé dans les échanges de données:

## Le transceiver

| MARKETS      |               | Telecom & Infrastructure                                                              |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | Cons        |
|--------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|              |               | Fiber optics datacom                                                                  | Fiber optics telecom                                                                  | Wireless                                                                              | Computing                                                                             |             |
| APPLICATIONS |               | Communication                                                                         |                                                                                       |                                                                                       | Processing                                                                            |             |
| END SYSTEMS  |               | Servers                                                                               |                                                                                       | 5G base stations                                                                      | Servers, HPC, Quantum                                                                 | Wear smartv |
|              | Transceivers  |  |  |  |  |             |
|              | Interconnects |  |                                                                                       |                                                                                       |  |             |

## Contexte

Ce composant doit devenir plus performant, plus rapide et moins cher. Il devient optique, et est constitué de plusieurs briques d'éléments actifs :  
Laser| **Modulateur** | Detecteur



Plusieurs choix possibles de matériaux pour réaliser la partie modulation

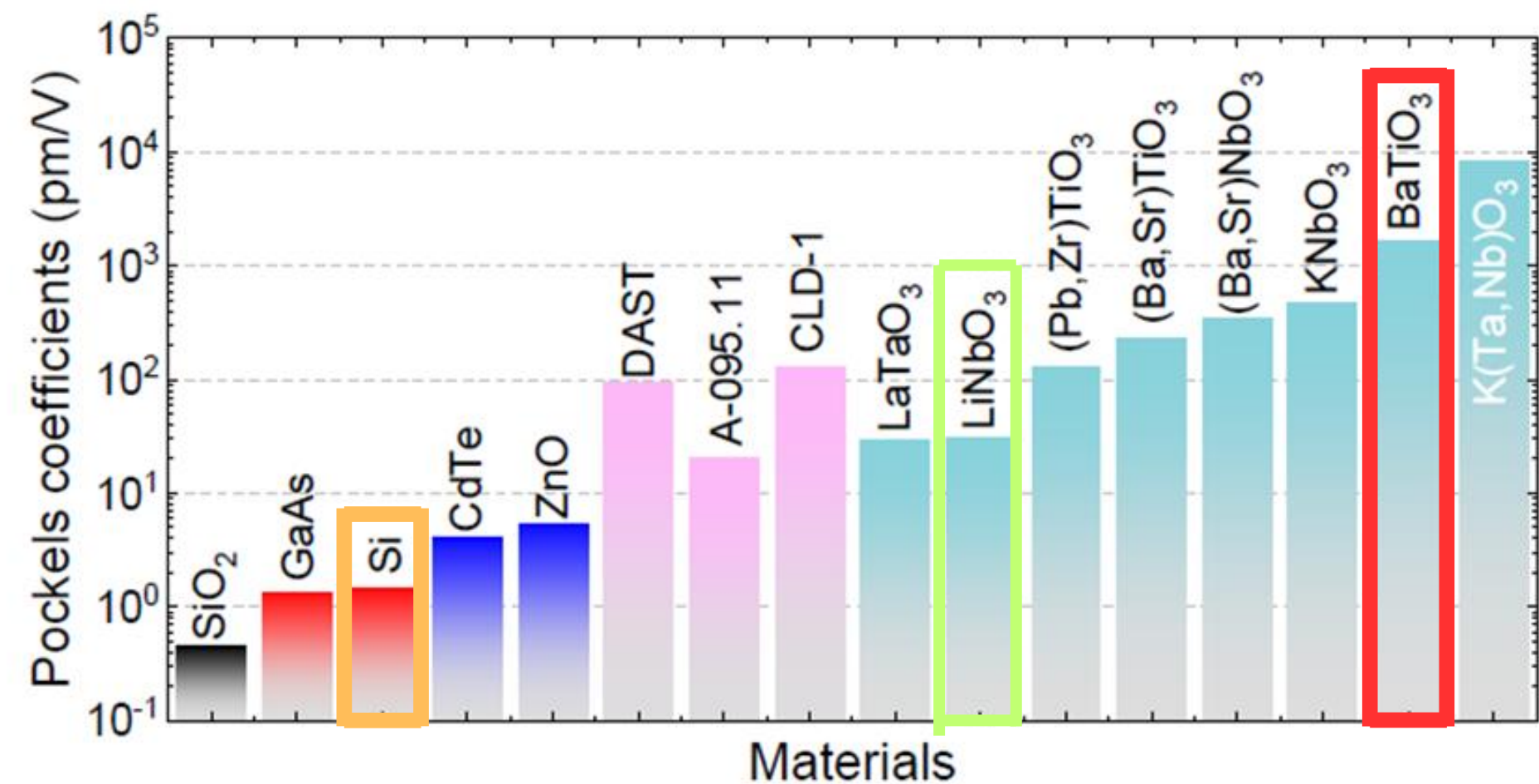
# Contexte

## Le modulateur electro-optique

- BTO : meilleur matériau qui allie performances et faible consommation énergétique

## La MBE

- La meilleure technique pour réaliser ce matériau



## Literature review & strategy towards BTO “production”

|                         | MBE                                | ALD                            | CVD                             | PLD                   | RFS                           |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| FWHM BTO <sub>002</sub> | < 0.4°                             | < 1°                           | < 0.7°                          | < 0.4°                | < 2°                          |
| Pockels coefficients    | > 800 pm/V [1]                     | < 30 pm/V [2]                  | > 400 pm/V [3]<br>< 10 pm/V [4] | < 35 pm/V [4]         | < 40 pm/V [4]                 |
| Purity                  | Elemental                          | Precursors                     | Precursors                      | Target                | Target                        |
| Si integration          | Interface control,<br>STO template | Native oxide<br>removal        | Interfacial reactions           | Interfacial reactions | Interfacial reactions         |
| Epitaxial process       | Source oxidation                   | Need PDA                       | Flux stability                  | Ablation & particles  | Polycrystalline<br>inclusions |
| Cost & maintenance      | UHV, solid sources                 | Precursors, low<br>temperature | Precursors,<br>Pressure         | Laser, target         | target                        |
| Wafer size              | 12" (8" @ imec)                    | 12"                            | 12"                             | 12" (8" @ imec)       | 12"                           |

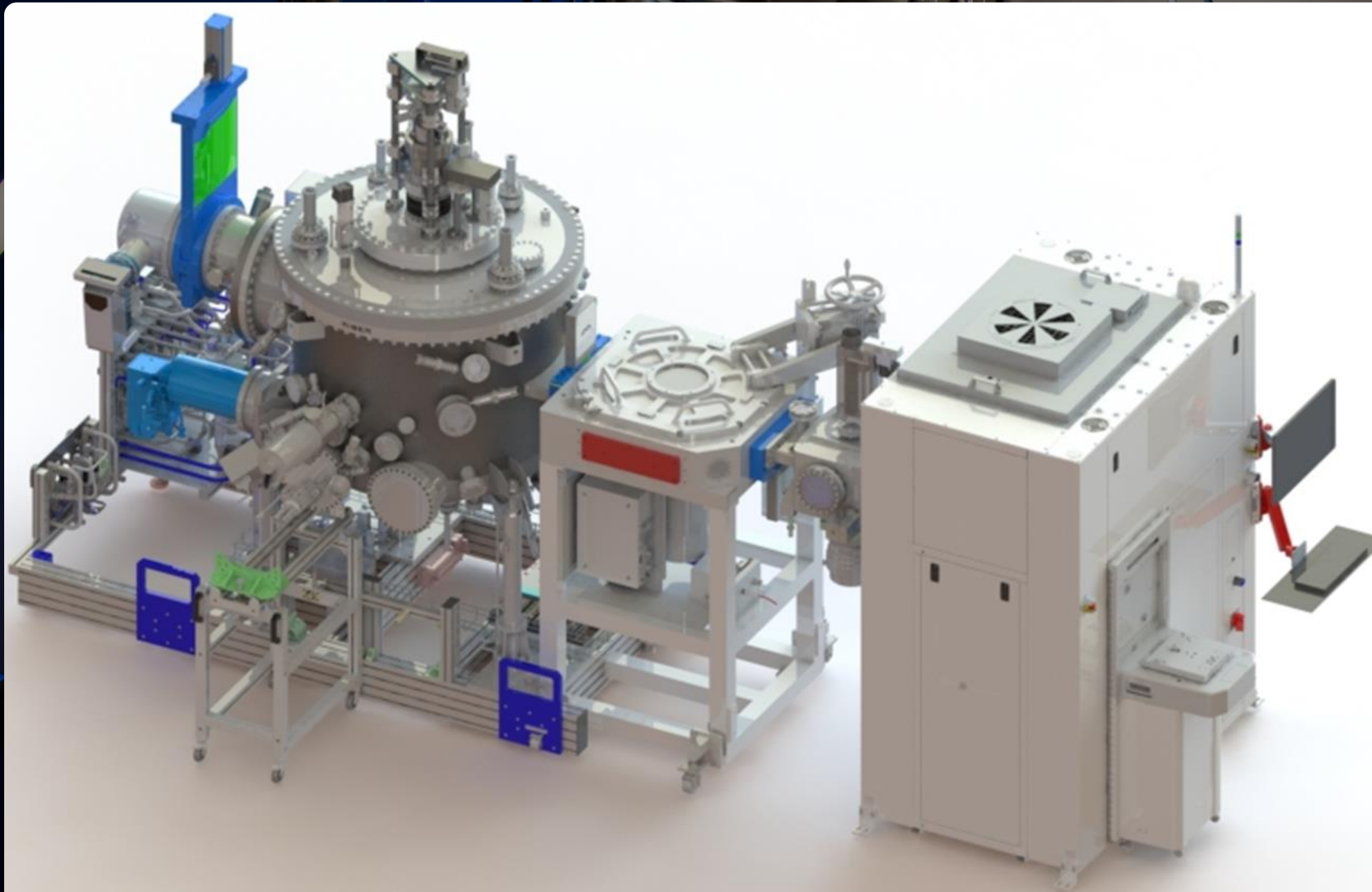
[1] Nature Materials 18, 42 (2019) [3] Optics Lett. 30(3), 254 (2005)  
[2] J. Appl. Phys. 126, 064101 (2019) [4] Nanotechnology 28, 075706 (2017)

■ MBE approach preferred for its Si integration, best crystal quality and EO performances

# S'intégrer dans les Fabs Si

## Intégrer la technologie MBE dans les Fabs Silicium

Projet **ROSIE** : Riber Oxide Silicon Epitaxy



Croissance de BTO sur  
300 mm Silicium



## Perspectives

Les fonctions d'un électro-modulateur - c'est un élément qui permet de moduler la lumière pour transmettre l'information- Dans tout système de communication optique il faut moduler la lumière : les marchés sont multiples !

### BTO – TF-EOM CMOS fab compatible



#### Datacom

- High-speed transceivers
- Co-packaged optics
- Optical switches



#### Telecom

- Coherent transponders
- ROADMs
- RF over fiber
- Inter-satellite communication



#### Computing

- New architectures and topologies
- New computing paradigms



#### Sensing

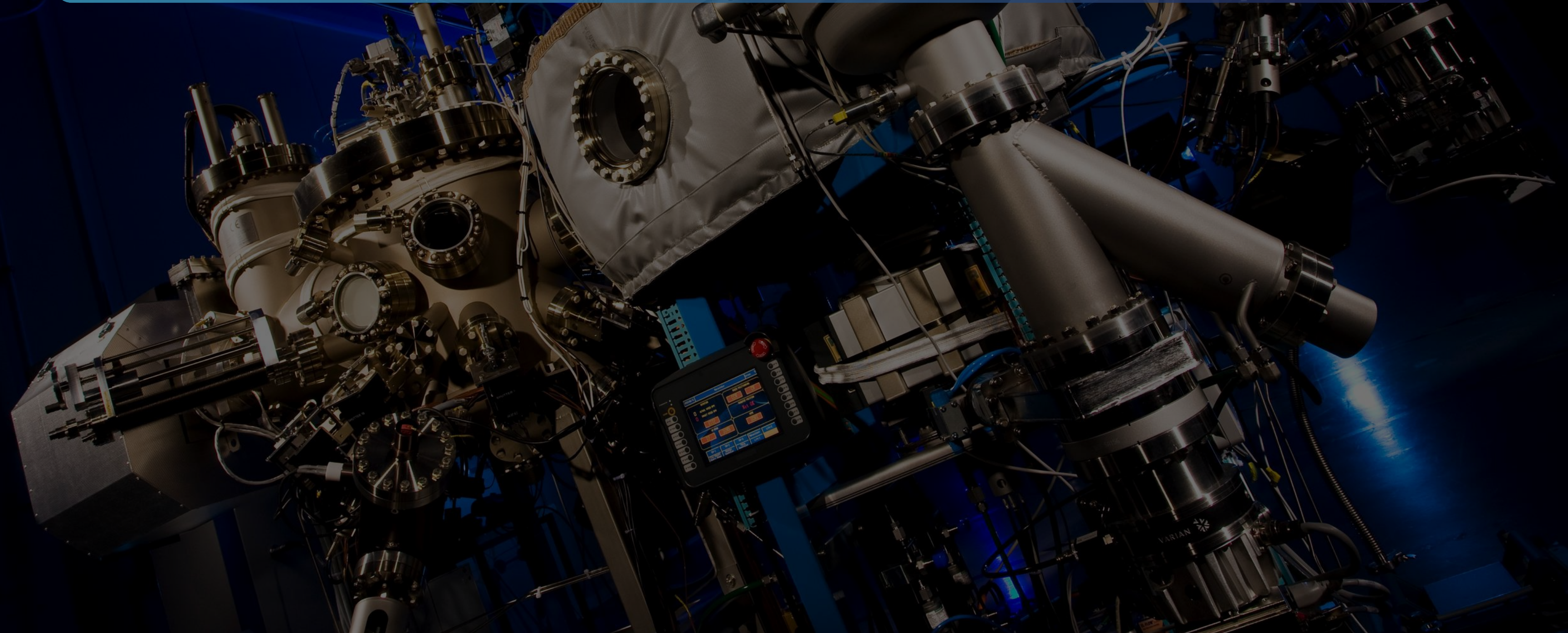
- Autonomous driving
- 3D scene imaging
- Beam steering
- Molecular fingerprint



#### Quantum Computing

- Photon manipulation
- Single photon manipulation
- Single photon routing

# Innover dans les matériaux quantiques



# Contexte

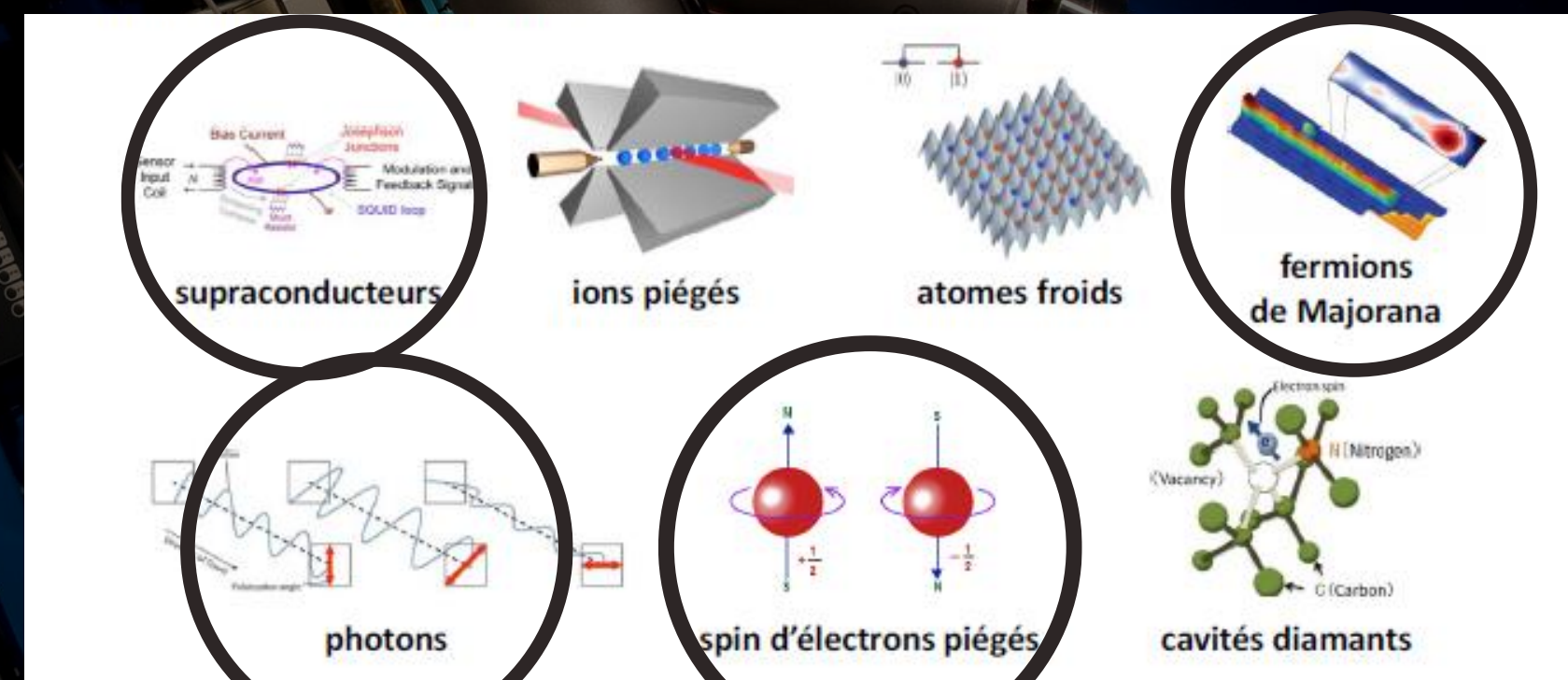
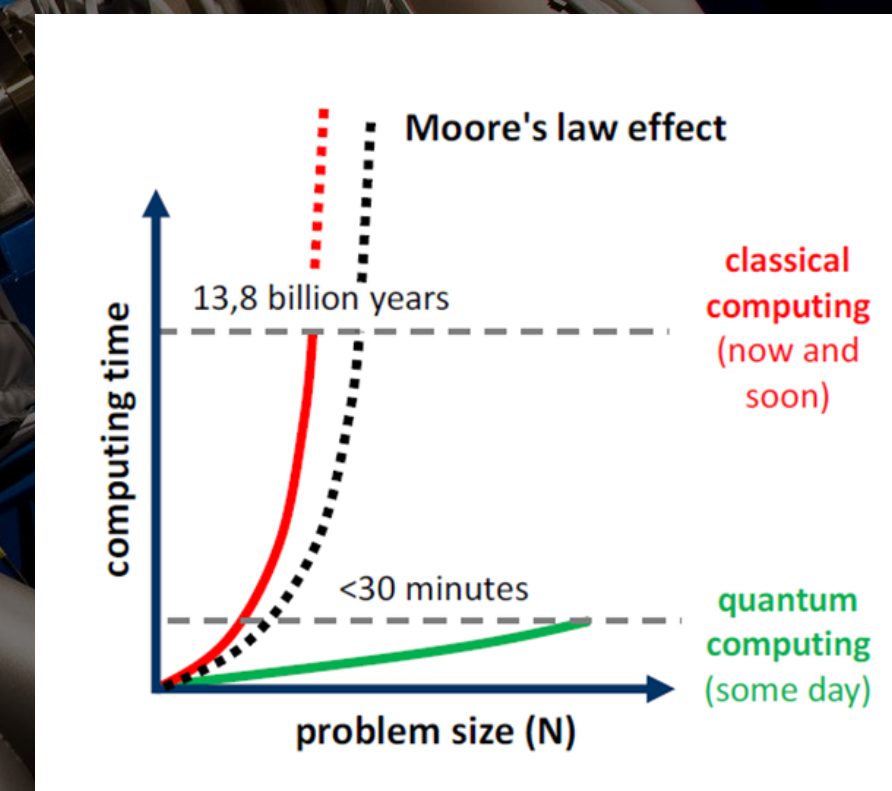
## Nouvelles technologies du quantique

Un sujet majeur de recherche à l'échelle modiale, un domaine d'excellence en France

L'ensemble de la filière qui s'intéresse à un **nouveau mode de transmission** de l'information pour la prochaine génération de processeurs:

**Utiliser des Qubits (quantum bits) à la place des bits traditionnels**

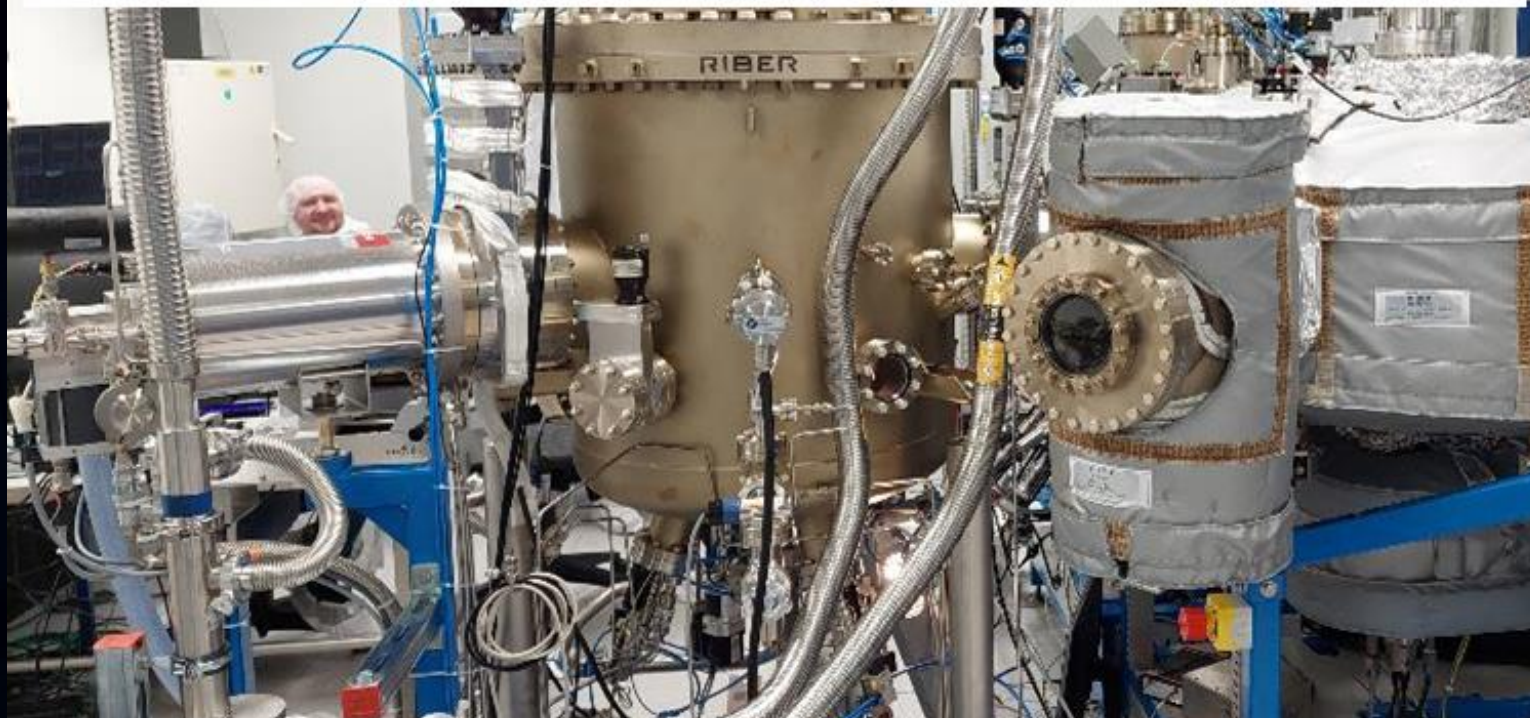
Comment obtenir ces Qubits ?



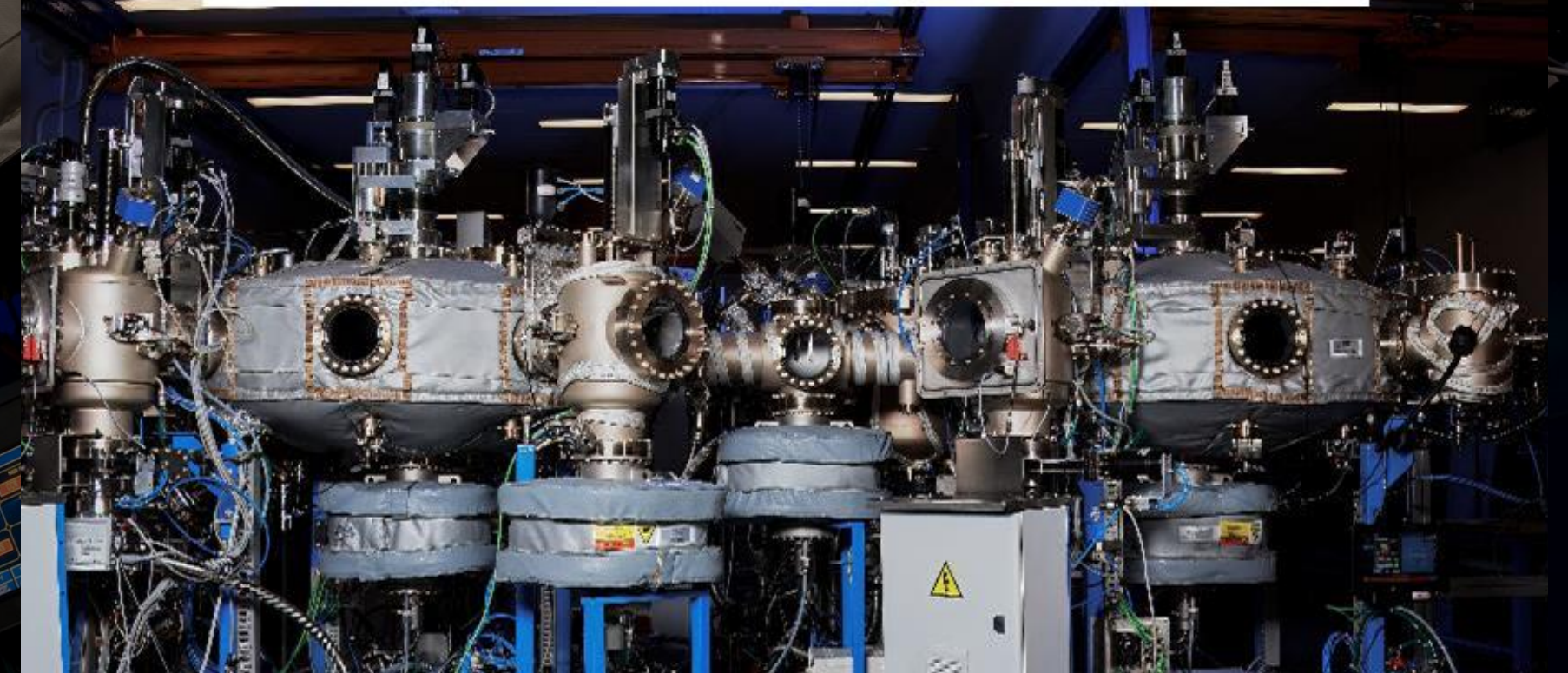
# Intégration de nouveaux matériaux

Des plateformes hybrides à forte valeur ajoutée

Plateforme quantique - Qubit topologique  
Chambre de depot a froid à  $-150^{\circ}\text{C}$  de matériaux supraconducteur  
Projet EPICENTRE - Plateforme automatisée



Plateforme quantique - Qubit topologique  
Double plateforme automatisée

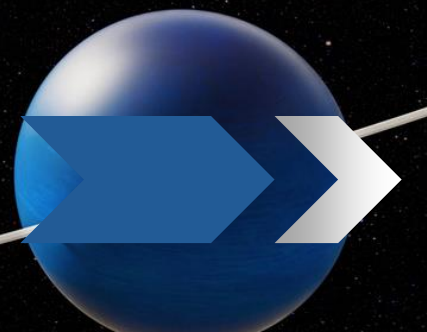


# Vers une nouvelle ère pour Riber!

Des leviers technologiques identifiés

Des besoins de marchés affirmés

Un potentiel de développement à transformer et à industrialiser





# MERCI !

Address

**31 Rue Casimir Périer, 95870 Bezons**

Contact

**+33 (0)1 39 96 65 00**

Email

**[info@riber.fr](mailto:info@riber.fr)**

LinkedIn

**[@Riber](#)**

**RIBER**