

# Séminaire Feuille de Route Photonique

9 octobre 2017, Ministère de l'Économie et des Finances

*Les technologies de la lumière  
au service de la société*



# Groupes Marchés



# Environnement

Benoit d'Humières, Tematys

# Périmètre



Économies et production



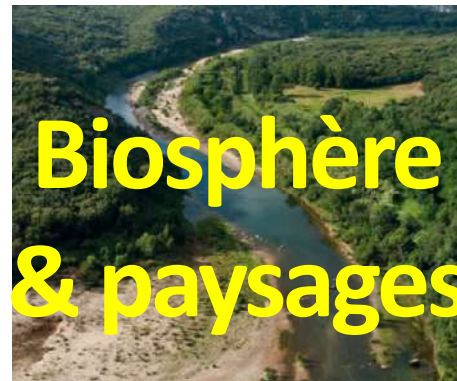
Traitement, usages et  
préservation des ressources



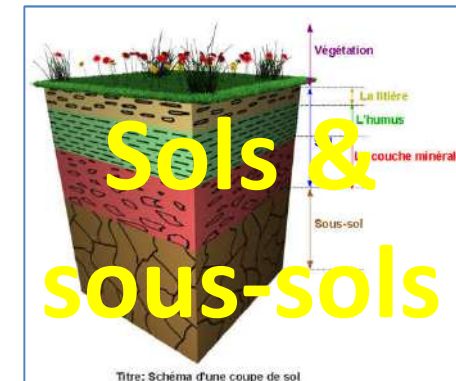
Économie circulaire



Atmosphère, air  
extérieur et intérieur



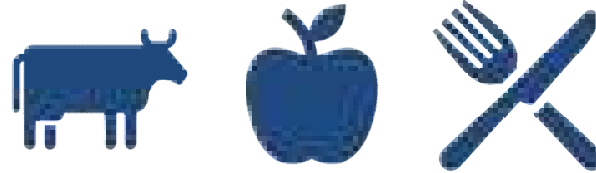
Monitoring et préservation



Monitoring, dépollution,  
préservation des ressources

# Messages Clés

- Problématiques multiparamètres : scientifique technique, économique, sociale, réglementaire...
- Peu de certitudes sur les causes et les conséquences – débats idéologiques
- La réglementation structure le marché
- Grandes surfaces/volumes – données diffuses (sur site) – Analyses et interprétations complexes



# Agriculture & Agro-alimentaire

Jacques Cochard, Tematys

# Périmètre



## Semences

Adaptation des variétés  
Qualité des semences



## Exploitation

Prédiction des rendements  
Monitoring de la croissance  
Détection des maladies  
Urban Farming



## Récolte & Tri

Contrôle de la Maturité  
Tri, Calibrage



## Transformation

Contrôle intrants  
Contrôle Procédés  
Contrôle installations  
Procédés optiques



## QA / QC

Contrôle Qualité  
Microbiologie  
Détection Contaminants



## Contrôle Retail

Conformité produit,  
sortie d'usine  
Conformité réception  
lieu de vente



# Messages Clés

- Démographie, Disponibilité terres arables, Contamination des sols et des eaux, Changement climatique → Nouvelles méthodes de cultures en plein champ, urban farming.
- Forte Variabilité de la production agricole liée aux sols, climats, variétés végétales → Monitoring complexe pour optimisation des rendements et de la valorisation future.
- Pression réglementaire sur effluents, Economie dans les flux matière → « Dry Factory », Automation.
- Coût de l'énergie (cuisson, congélation) → Optimiser des méthodes empiriques de contrôle des procédés et de contrôle d'entrée.
- Pression des consommateurs, des concurrents, Risques en terme d'images → Garantir la conformité, la qualité organoleptique et sanitaire au consommateur, qui devient lui-même agent de contrôle.





# Eclairage stationnaire

Patrick Mottier, expert

# Périmètre

La photonique pour voir !



Depuis l'invention de l'éclairage artificiel, les produits et les techniques n'ont cessé de se diversifier pour répondre aux besoins de plus en plus spécifiques du marché. La rupture technologique de la LED a accéléré le mouvement.

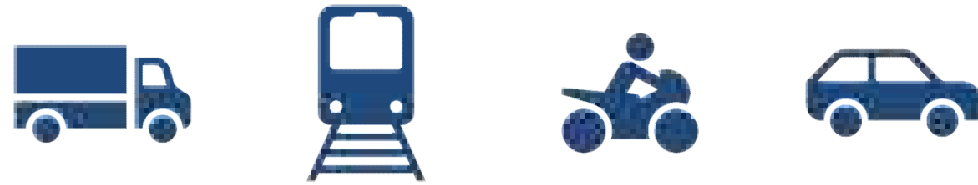


- Eclairage extérieur : voiries, parcs, stades, parkings, tunnels, zones industrielles et portuaires...
- Eclairage des locaux tertiaires (bureaux...), des centres commerciaux, des boutiques...
- Éclairage des bâtiments industriels & logistiques
- Eclairage des hôpitaux et centres de santé, écoles, salles de spectacles...
- Eclairage résidentiel
- Eclairage scénique et artistique
- Décoration lumineuse, objets lumière et connectés
- Eclairage horticole, élevages, fermes urbaines...
- Lumière et santé (luminothérapie, rythmes circadiens...)
- *Eclairage des transports : automobile, aéronautique et ferroviaire... → Groupe de travail « Mobilité »*
- *Affichage, signalisation lumineuse → Non traité*



# Messages Clés

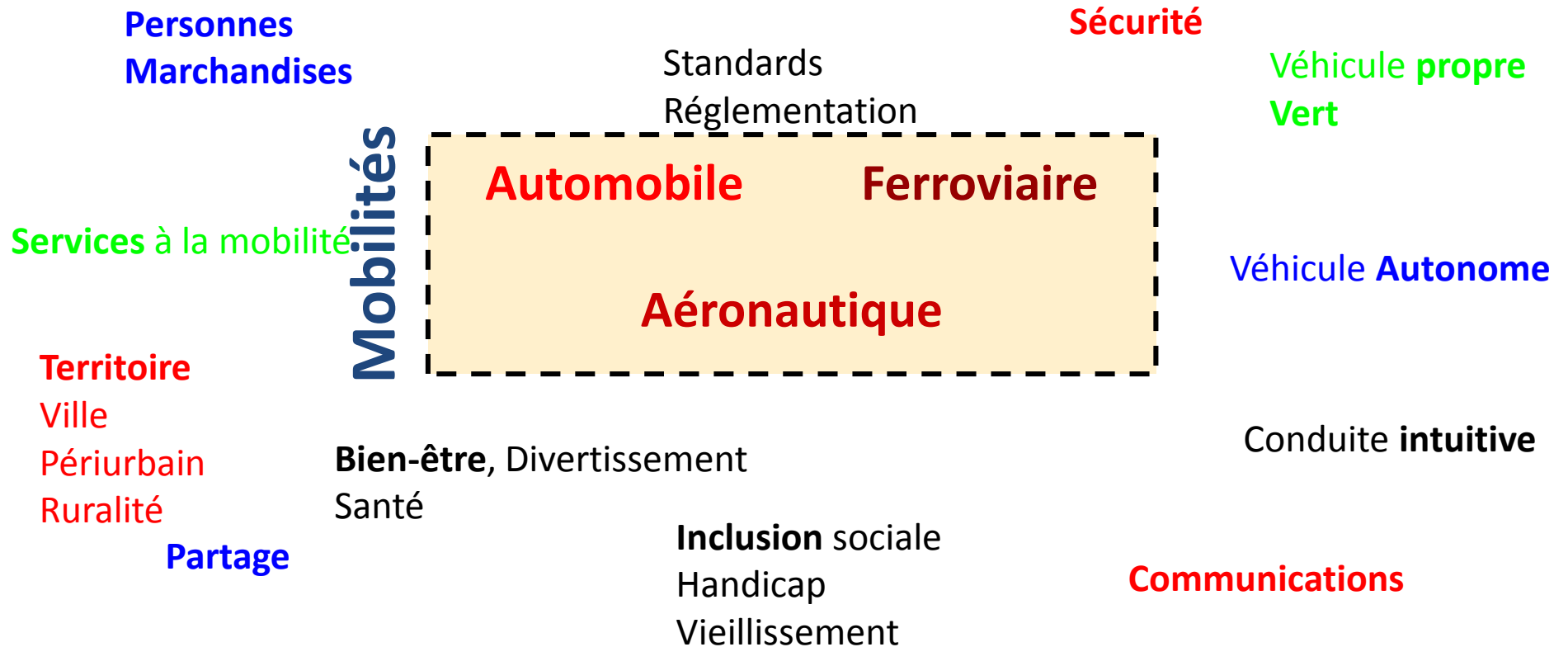
- Fonctionnalités enrichies
  - Eclairage au juste besoin (luminosité ambiante, présence...)
  - Spectres des luminaires adaptés, voire adaptables
  - Plus d'intégration (nouvelles formes, plus discret, embarqué dans les meubles, les parois, ... )
  - Capteurs environnementaux
- Durabilité et recyclabilité
- Entrée de l'intelligence dans le système d'éclairage : le Smart Lighting
- Le système d'éclairage devient un réseau communicant : LiFi
- ...



# Mobilité

Eneka Idiart Barsoum, Valéo

# Périmètre



# Messages clés

- Secteur en **forte mutation**

**Accélération:** time-to-market type consumer

Mondialisation: **Asie**

**Digitalisation:** nouveaux acteurs, **services**, modèles économiques

- Renforcement de l'**intermodalité** et de l'**intégration**

Du vélo, fauteuil roulant au train, tram, drone, ...

**Personnes / Marchandises**

**Accès à la mobilité, territoire, métropoles**

# Messages clés

- **Chaînes de valeur complètes** en France  
**Equipementiers et constructeurs** de premier plan mondial  
PME photoniques répondant aux besoins  
**R&D** académique de bon niveau
- **Opportunités et Menaces**  
**Forte** croissance  
Sourcing **mondial**  
Marchés de grands **volumes**



# Usine du Futur

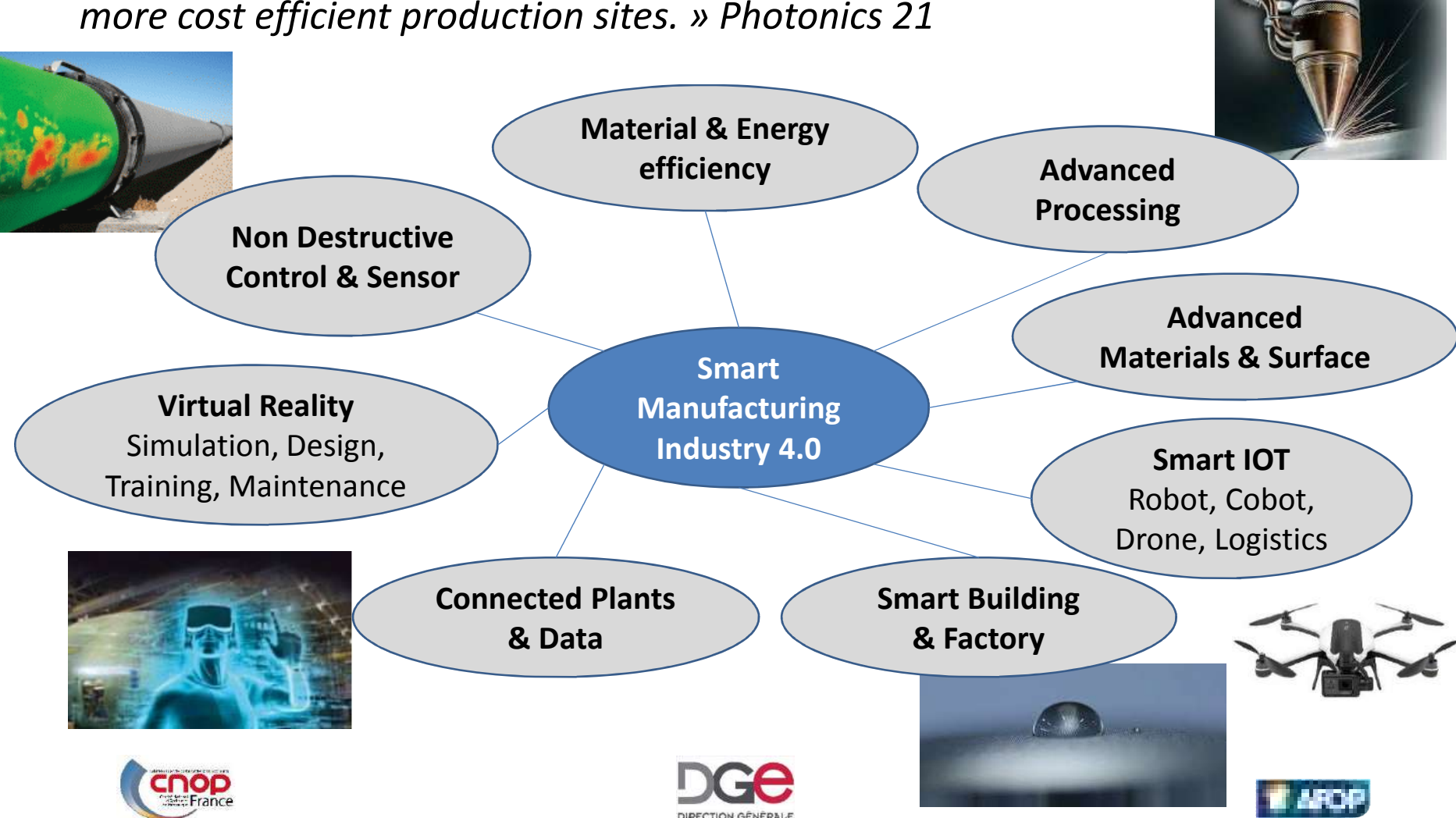
Karl Gedda, Opticsvalley

John Lopez, Club Lasers et Procédés



# Périmètre de l'Usine du Futur

« Photonics enables the digitalization of the plants, and the rise of sustainable processes for mass customization including smart IOT for safer, greener and more cost efficient production sites. » Photonics 21



# Chaîne de valeur & Messages clés

## FORCES

Excellente dynamique de recherche & de création de start-up ou de nouveaux produits sur toute la chaîne de valeur

Large tissu de PME tourné à l'export

## FAIBLESSES

Caractère transverse de la photonique  
Chaîne de production fractionnée  
Carence de leader industriel & ETI  
Carence de systémiers & intégrateurs  
Carence de plateformes d'applications  
Carence de formation photonique dans les filières généralistes

Capteurs  
Réalité virtuelle ou

Digitalisation / Photonique Production / Usine Connectée / IOT

Capteurs  
CND  
LIDAR

## OPPORTUNITES

La photonique est au cœur du numérique et regroupe un ensemble de technologies: production, vision, CND, réalité virtuelle ou augmentée, IOT ...  
L'effervescence autour de l'UdF conduit à une modernisation des processus & outils de production prenant en compte le développement durable

## MENACES

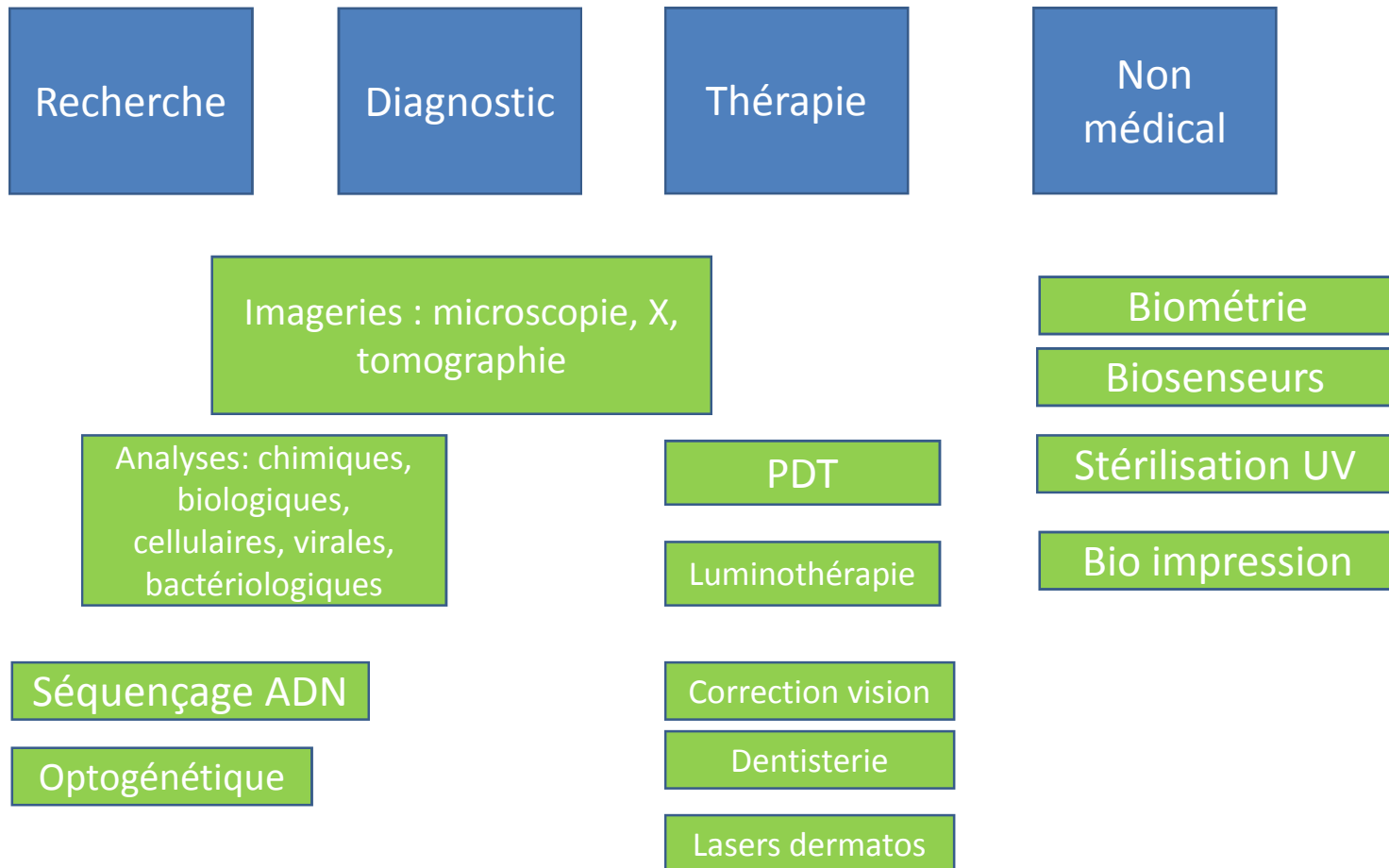
Le terme photonique est méconnu du grand public et apparaît peu dans le discours politique  
Des PME en sous- investissement en termes d'outils de production parfois  
Dynamisme chine & pays émergents



Médical & Vivant

Thierry Georges, Oxxius

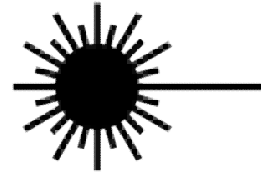
# Périmètre



# Messages Clés

- Gros marché (70 Md€)
  - Leader du segment des lentilles ophtalmiques (Essilor)
- Segment biophotonique en forte croissance (>10%/an)
  - Vieillissement des populations des pays riches,
  - Médecine personnalisée
  - Accès à la santé des pays moins riches,
  - Nouvelles pandémies liées à notre mode de vie (diabète, voyages...)

# Groupes technologiques



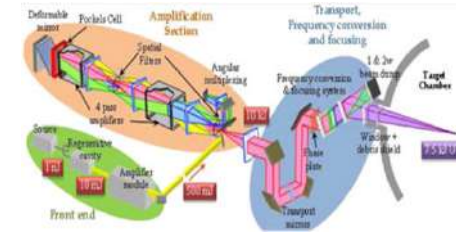
Laser

Philippe Métivier, Eolite

# Un panorama «lasers» très éclectique

## Très grande variété de lasers (technologies & performances) :

- Continu / Impulsionnel ns / Ultrafast ps & fs
- Faible puissance (<1W) / Moyenne puissance (>10W) / Forte puissance (> KW)
- un spectre allant de l'Ultraviolet profond à l'Infrarouge lointain



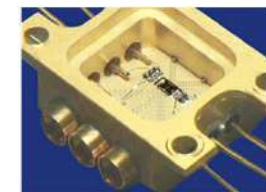
## 3 grands niveaux dans la chaine alimentaire :

Des acteurs dans la chaine alimentaire avec des problématiques spécifiques:

- Les solutions lasers: machine industrielle, équipement médical, matériel de défense, instrumentation...  
*ES Laser, Laser Cheval, BEAM, Cilas, Quantel Médical, Leosphère, Muquans, Sagem, Thales ...*
- Les sources lasers: *Amplitude, Keopsys, Oxixus, Quantel, Thales laser, ALS, Mirsense ...*
- Les composants et technologies: *Xfiber, Cristal laser, IDIL, le Verre fluoré, ISP, Cailabs, Qua Lasers) ...*

## 3 grands types d'acteurs :

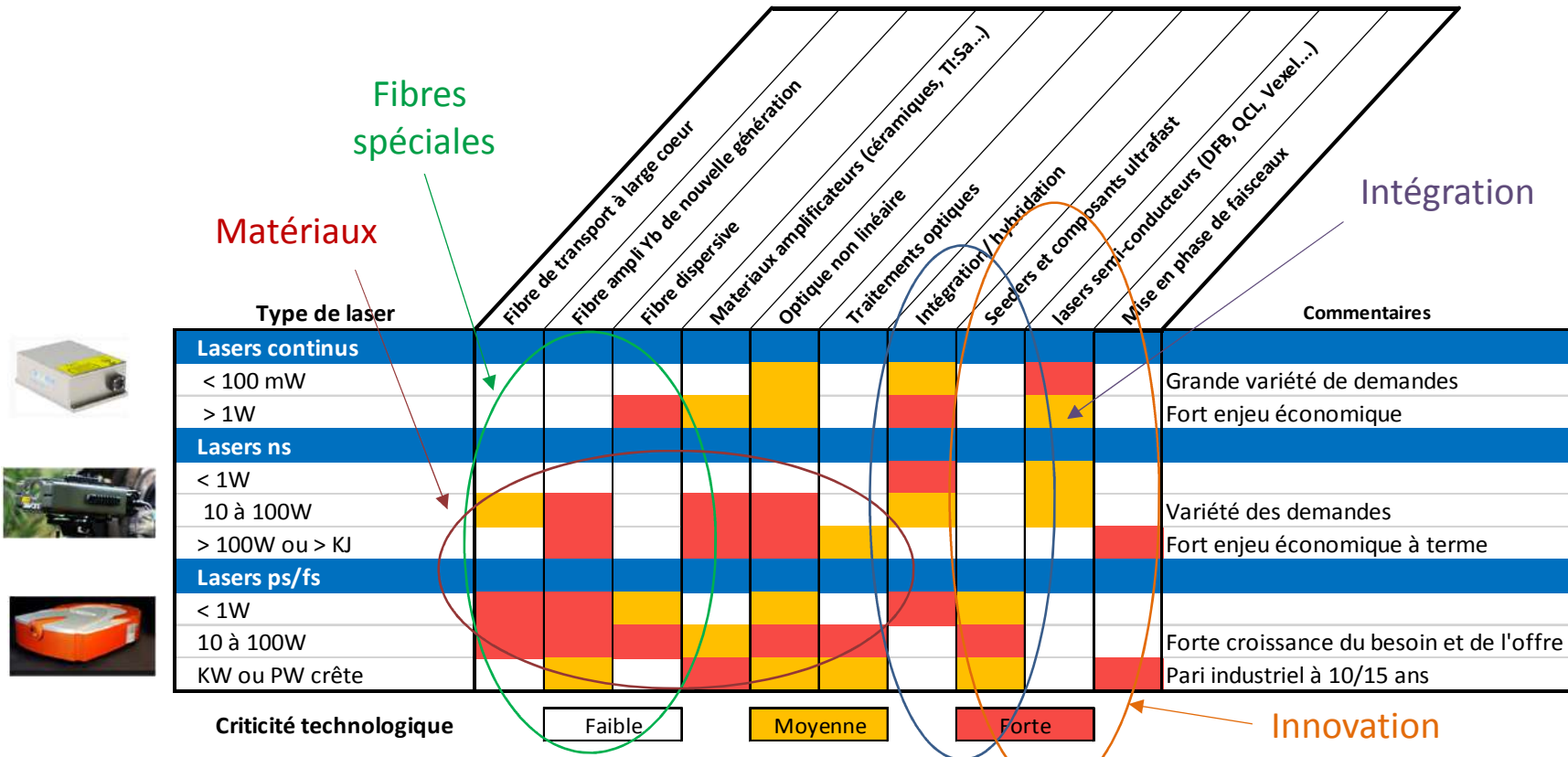
- Les entreprises: en très grande majorité des PME et TPE (**spécifiquement Français**)
  - Les laboratoires institutionnels : IOGS, XLIM, PHLAM, CEA, Femto ST, L'X ...
  - Les plateformes technologiques : Photonics Bretagne, Alphanov, IREPA ...
- Des acteurs industriels qui « verticalisent » de plus en plus pour se différencier et augmenter leur valeur ajoutée.



**« Aujourd'hui, ce ne sont pas tant les sources lasers qui manquent, que la façon d'utiliser au mieux leurs performances dans des systèmes »**



# Synthèse des technologies clés



## Axes principaux:

- Les technologies fibres (dopées et non-dopées)
- Les matériaux pour l'amplification et pour l'optique non linéaire (conversion en longueur d'ondes)
- Un fort enjeu d'intégration et d'hybridation des fonctions pour une meilleure optimisation volume/prix/performance.
- La mise en forme, le transport et le déplacement dynamique des faisceaux (fonction, vitesse, précision, contrôle...)
- A horizon 2025 la très haute puissance crête à haute cadence



# Vision

Christophe Lacroix, i2S

# Périmètre

La Vision pour Mesurer /  
Détecter / Identifier / Contrôler  
/ Diagnostiquer / ...!



Depuis l'invention des CCD, La Vision ne cesse de se diffuser dans toutes les filières de l'activité humaine en contribuant à la digitalisation ou à l'automatisation de celles ci.

- **Technologies de captation multiples sur l'ensemble du spectre:**

CCD / CMOS/ Linéaire / C.I.S / I.R. / THZ / 3D....

**Matures et Stables**

- **Mises en œuvre variées par mixage technologique (Capteurs, Optique, Eclairages, Traitements):**  
Fluorescence / O.C.T. / Multispectral / Spectroscopie par Imagerie / Spectroscopie Raman / Imagerie de Phase / 3D, .....

**Fort taux de R&D et potentiel d'Innovation.**

- **Usages Applicatifs très Diversifiés:**

Contrôle Non Destructif (Industrie / Agro / Aéro / ...)

Reconnaissance (formes, visages, empreintes, ...)

Diagnostic Médical

Surveillance, Détection.

Métrie, Instrumentation Scientifique

Digitalisation (3D, Documents, œuvres d'art)

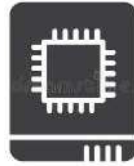
....

**Plus de données, Plus vite, Plus d'intelligence**

# Messages Clés

## On assiste à la triple tendance suivante:

- Les barrières d'entrées à la mise en œuvre des technologies « souches » Imageurs / Vision ne cessent de s'abaisser.
- Les réalisations qui en sont faites sont, à l'inverse, de plus en plus sophistiquées et complexes dans l'hybridation des techniques mises en œuvre pour un champs applicatif ne cessant de s'élargir et de se spécialiser.  
→ Effort R&D plus lourd.
- L'accès industriel aux capteurs est menacé par l'effet de concentrations des acteurs du silicium, provoquant une moindre diversité et des problématiques de MOQ importantes, pour des niches applicatives à forte valeur ajoutée mais à volumes limités.  
→ nécessité de maintenir une capacité d'innovation applicative et d'usage.



# Semi conducteur & Intégration

Laurent Fulbert, CEA LETI

# Périmètre



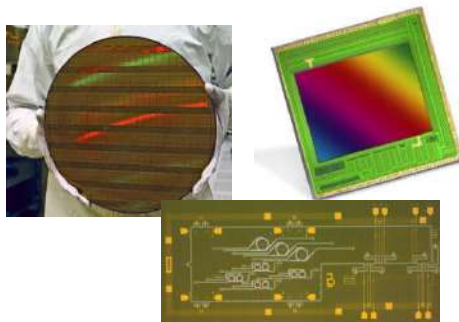
## Fabrication de composants photoniques utilisant des technologies dérivées de la microélectronique:

- À partir de wafers (2'' → 300mm)
- Permettant la miniaturisation et l'intégration de fonctions optiques
- Facilitant l'intégration avec les fonctions électroniques (fonctions analogiques de proximité, pré-traitement)

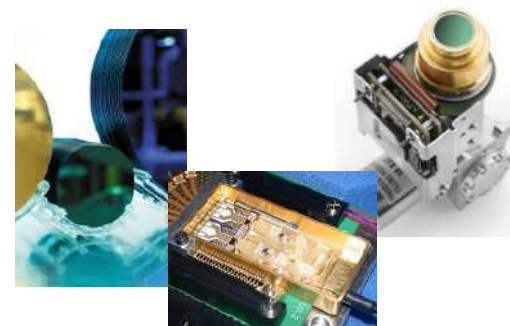
## Plusieurs types de technologies et de composants

- Du composant élémentaire (eg. Laser, LED, Modulateur, bolomètre) au circuit complexe (eg. Transceiver, Microdisplay, Imageurs, capteur intelligent)
- Un spectre allant des rayons X au THz

## Décomposition en 2 grandes familles



Silicium



III-V, II-VI et diélectriques

# Messages Clés

## **Substrats et matériaux semiconducteurs:**

- La maîtrise de cette compétence est critique pour tout l'écosystème

## **Intégration de matériaux « non-CMOS » optiquement actifs sur silicium :**

- Développement et pérennisation de filières innovantes
- Accès à la technologie pour les faibles/moyens volumes

## **Intégration de fonctions optiques et électroniques, packaging**

- Enjeu de miniaturisation, de performance et de fonctionnalité
- Problématique de fabrication et d'assemblage (automatisation)

## **Test et caractérisation :**

- Automatisation de test sur wafer ou après la mise en module



# Optique / Opto mécanique

Denis Levailant, expert  
Paul Sauvageot, ISP System



# Périmètre

- Conception, fabrication et contrôle de :

<b>Optique</b>	<b>Optomécanique</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Composant<ul style="list-style-type: none"><li>• Astronomie</li><li>• Spatial</li><li>• Conventionnel</li><li>• Ophtalmique</li></ul></li><li>• Matériaux<ul style="list-style-type: none"><li>• Verres</li><li>• Cristaux</li><li>• Polymères</li><li>• Céramiques</li><li>• Métaux</li></ul></li><li>• Traitements<ul style="list-style-type: none"><li>• PVD</li><li>• Sol-Gel</li><li>• Micro-structuration</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Composant<ul style="list-style-type: none"><li>• Monture</li><li>• Micro-positionnement</li><li>• Rotule</li><li>• Déplacements</li></ul></li><li>• Optique active (réflectives et réfractives)</li><li>• Assemblage<ul style="list-style-type: none"><li>• Collage</li><li>• Brasure</li><li>• Packaging</li><li>• Par écrou</li><li>• Sertissage</li></ul></li><li>• Moyens d'assemblage et de contrôle</li><li>• Miniaturisation</li><li>• Conditionnement</li></ul>

# Messages Clés

- Forces :
  - Ingénierie et réalisation de systèmes optiques complexes
  - Micro-positionnement
  - Optiques adaptatives (toutes applications confondues)
  - Optiques Free Form
- Tendances & Opportunités
  - Optique active réfractive
  - Fabrication additive de mécanique de précision
  - Optique Free Form pour des fonctions complexes
  - Micro-/nano-structuration des surfaces
  - Miniaturisation
  - Refroidissement des optiques
  - Moyens de production pour l'assemblage et le contrôle