



**OUEST  
VALORISATION**  
Ressources d'innovation

**PHOTONIQUE :**  
LUMIÈRE SUR UNE  
TECHNOLOGIE D'AVENIR

Juin 2019





**D**epuis 2009, la Commission Européenne considère la photonique comme l'une des 6 Technologies Clés pour l'Europe (KET - Key European Technology) identifiant ce secteur comme prometteur et très innovant. En effet, les technologies liées à la photonique sont nombreuses, elles touchent tous les domaines d'applications et favorisent des cycles d'innovation rapides grâce à une forte intensité de recherche.

### L'une des 6 technologies clés pour l'Europe

Mais qu'est-ce que la photonique ? A la fois science et technologie, la photonique étudie la production, la manipulation, l'émission, la collecte, la transmission ou encore l'amplification de la lumière. Jusqu'en 1960, les sciences de la lumière étaient regroupées sous l'appellation « optique » mais l'arrivée des lasers et de la fibre ont ouvert le champ des possibles et la science de la lumière va donc devenir la science du photon.

### De la vie quotidienne à la recherche de pointe, la photonique est partout

Nous pouvons maintenant retrouver la photonique dans les ordinateurs, les smartphones, les voitures ou encore les dispositifs médicaux, rendant cette technologie transverse et indispensable.

### Seuls 20 % du potentiel et des bénéfices exploités

On estime que seulement 20% du potentiel et des bénéfices liés aux technologies de la lumière sont exploités. L'évolution constante de ce domaine scientifique interdisciplinaire est notamment permise grâce aux nombreuses initiatives portées par la recherche publique.

### Vers la photonique de demain

En connexion avec les besoins du marché, la SATT Ouest Valorisation sélectionne et accompagne des projets ambitieux qui participeront au développement de la photonique de demain. C'est donc avec un très grand plaisir que nous vous présentons ce dossier thématique, une lecture qui vous permettra de cerner les enjeux de cette technologie d'avenir.

Très bonne lecture.

**Bruno Westeel**  
Responsable marketing & communication  
SATT Ouest Valorisation

# SOMMAIRE

#1

Infographie  
La photonique au cœur  
de l'innovation technologique  
*Page 4*

#2

Un marché en pleine expansion  
*Page 6*

#3

Un domaine scientifique interdisciplinaire  
*Page 8*

#4

Focus  
Photonics Bretagne  
*Page 12*

#5

Les offres technologiques  
de la SATT Ouest Valorisation  
*Page 14*

#6

Les plates-formes technologiques  
*Page 26*

#7

Qui sommes-nous ?  
La SATT Ouest Valorisation  
*Page 32*

Vos contacts  
*Page 36*

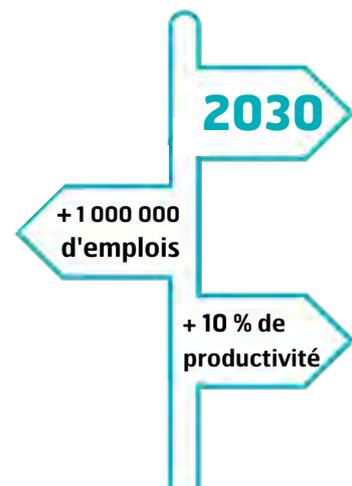
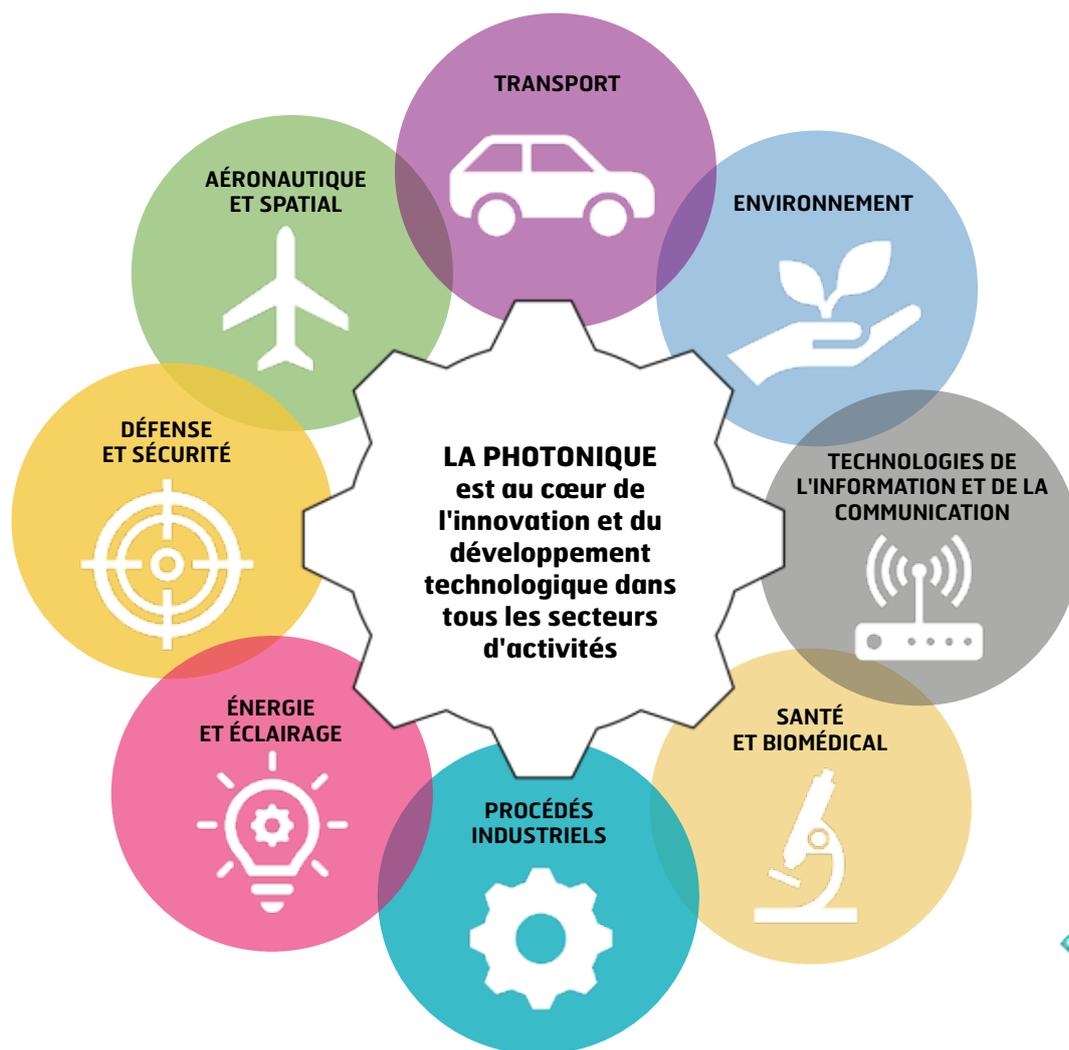
Rédactrice :



**Nathalie Gréal**  
Chargée de marketing  
SATT Ouest Valorisation

# LA PHOTONIQUE AU COEUR DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

## La science des photons se cache derrière de nombreuses technologies de notre quotidien



**2030** Le leadership européen Photonics 21 prévoit :



Une véritable **économie circulaire**

**Zéro temps d'arrêt** dans une économie de terabit

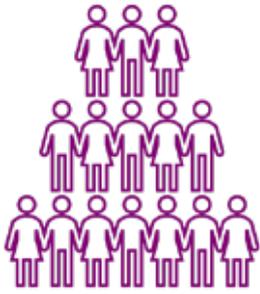
La photonique comme **science phare pour l'innovation**

Un **diagnostic instantané** des principales maladies

Une nourriture de **qualité** de la ferme à l'assiette

Des transports routiers sans accidents ni embouteillages





**19 000** nouveaux emplois créés dans l'industrie européenne de la photonique

**42 000** nouveaux emplois pourraient être créés d'ici 2020

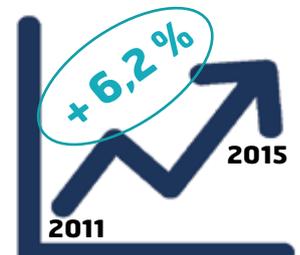
**300 000** personnes en Europe directement employées dans le secteur de la photonique

## La production photonique européenne a augmenté de plus de 62 % au cours des 10 dernières années

L'Europe : 2ème producteur mondial de produits photoniques

Le marché européen de la photonique représente 69 milliards d'euros par an

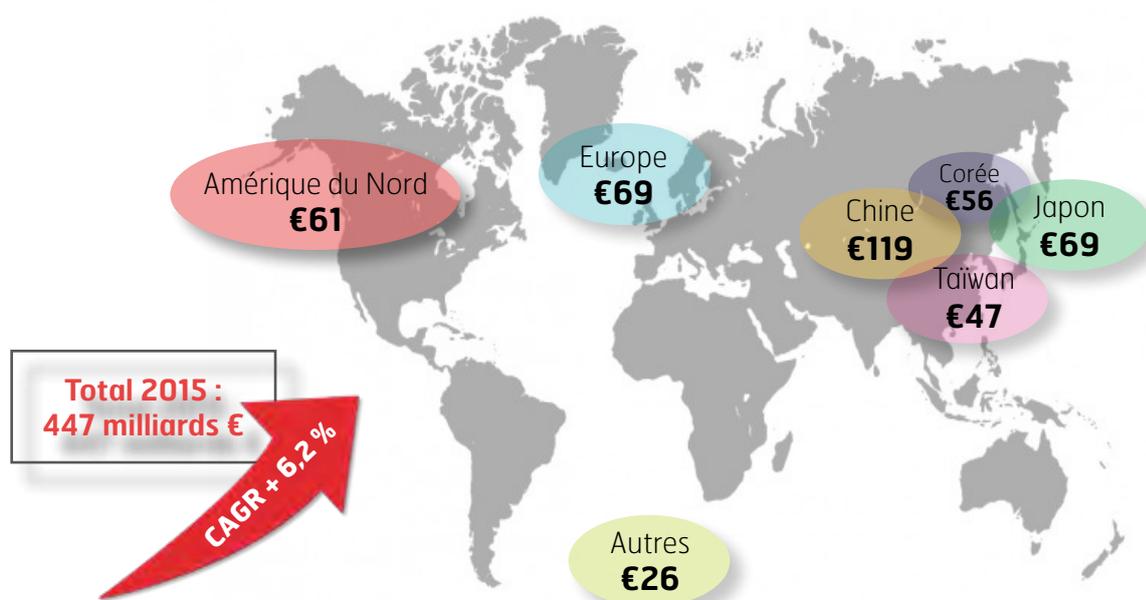
Le marché mondial de la photonique devrait atteindre 615 milliards d'euros en 2020



# UN MARCHÉ EN PLEINE EXPANSION

Le marché mondial de la photonique devrait atteindre 979,9 milliards de dollars d'ici 2024<sup>1</sup>. Les perspectives de croissance du marché peuvent s'expliquer grâce aux innovations rapides du secteur pour le développement de produits et services nourrissant des marchés en forte croissance, et d'autre part grâce aux opportunités qui émergent sur de nouveaux marchés.

## Volume de production en milliards d'euros (2015)



En 2015 le marché mondial des produits photoniques représentait 447 milliards d'euros<sup>2</sup>, montrant ainsi une progression de 6,2% entre 2011 et 2015 (taux de croissance annuel composé).

La Chine qui détient 26,6% de la production mondiale est donc le premier pays producteur. La part de marché de l'industrie européenne atteint elle 15,5%, soit 69,2 milliards d'euros, ce qui la classe en deuxième position devant le Japon et les Etats-Unis. L'Europe a subi l'avancée rapide des activités de recherche chinoises sur plusieurs segments de la photonique, notamment dans le photovoltaïque.

La France est très bien située dans le paysage européen puisqu'elle est deuxième derrière l'Allemagne. La R&D amont du secteur photonique français est très performante, à travers ses organismes de recherche, pôles de compétitivité, clusters technologiques, et start-ups<sup>3</sup>. Avec un volume de production de 8,1 milliards

d'euros en 2015, la France détient 12,5% du total de la production européenne, affichant un taux de croissance de 2,2% depuis 2011 (hors photovoltaïque : 2,9%<sup>4</sup>).

Les principaux secteurs de la production photonique en France sont les suivants :

- **Défense et sécurité** : Thalès, dont le siège social se trouve en France est le principal producteur de photonique pour la défense et la sécurité en Europe. Ses usines de production sont principalement situées en France et au Royaume-Uni. Safran est également un producteur important dans ce secteur.
- **Communications optiques** : Nokia, l'un des leaders mondiaux des systèmes de réseaux optiques, possède d'importantes activités de production en France. Cela s'explique notamment par le rachat d'Alcatel-Lucent (NB. les câbles à fibres optiques ne sont pas inclus dans le rapport Photonics21).

<sup>1</sup> Grand View Research, 2016, <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-photonics-market>

<sup>2</sup> Optech Consulting, Photonics21, 2017, [https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Market-Research-Report\\_Photonics21\\_Internet.pdf](https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Market-Research-Report_Photonics21_Internet.pdf)

<sup>3</sup> Étude sur le secteur de la photonique, 2015, <https://www.entreprises.gouv.fr/secteurs-professionnels/etude-sur-secteur-la-photonique>

<sup>4</sup> Optech Consulting, Photonics21, 2017, [https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Market-Research-Report\\_Photonics21\\_Internet.pdf](https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Market-Research-Report_Photonics21_Internet.pdf)

- **Mesure et traitement des images** : ce segment comprend les capteurs photoélectriques binaires et autres, les systèmes de traitement d'images et les spectromètres. Les principaux fabricants incluent Schneider Electric et plus de 25 sociétés fabriquant des systèmes de traitement d'images identifiées en France.
- **Médical et vivant** : Essilor est le leader mondial des verres de lunettes et des lentilles de contact et exploite sa production en France et dans de nombreux pays. Les autres sociétés du secteur des technologies médicales et des sciences de la vie en France comprennent les sociétés japonaises Horiba Medical et Mauna Kea Technologies.
- **Composants et systèmes optiques** : la France héberge une grande partie de la production de composants optiques destinés aux applications industrielles, militaires et scientifiques. Les autres produits du secteur comprennent les composants optoélectroniques et les lasers. Les fabricants incluent Thalès, Safran et Cilas.
- **Eclairage** : la France accueille la production de lampes conventionnelles. La baisse du marché n'a pas été compensée par l'arrivée de nouveaux produits.
- **Production industrielle** : les produits comprennent des systèmes laser pour le découpage, le soudage, le marquage et la fabrication additive.

### Photonics France : écosystème de la filière au niveau national

Créée en 2018, la Fédération Française de la Photonique, Photonics France, est née de la fusion de l'AFOP, le syndicat professionnel de l'Optique Photonique et du CNOP, le Comité National d'Optique et de Photonique. Avec plus de 130 membres dont plusieurs grandes entreprises, ETI, TPE/PME, start-up, clusters, pôles de compétitivité, société savante et club, l'écosystème qui constitue Photonics France assure une représentativité incontestable de la filière photonique française. Grâce aux échanges réalisés entre de nombreux acteurs, une feuille de route a été établie et doit permettre de favoriser les dialogues au sein même de la filière et promouvoir cette organisation au niveau national et international.



# UN DOMAINE SCIENTIFIQUE INTERDISCIPLINAIRE

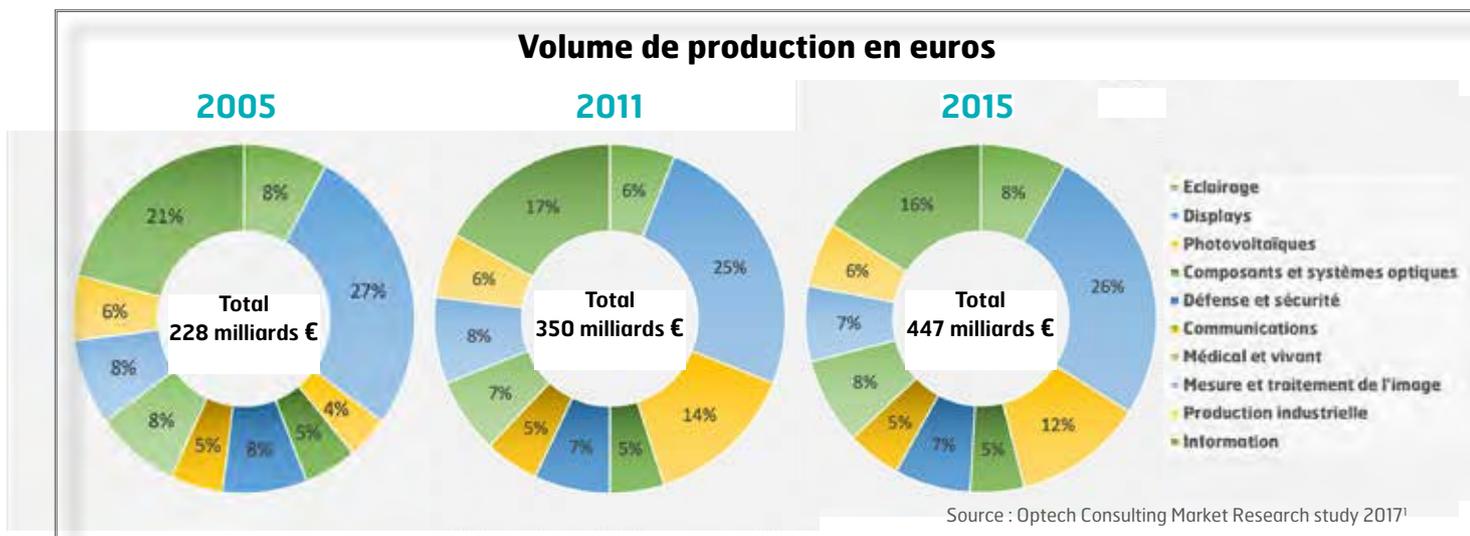
La transversalité est l'une des caractéristiques principales de cette industrie. Ecrans, caméras, capteurs, phares de voiture, microscopes... la photonique est partout et aura un impact de plus en plus fort sur notre vie quotidienne.



La transformation digitale, l'industrie 4.0, les objets connectés sont au cœur des préoccupations des entreprises et sont autant de sujets pour la filière photonique. Les innovations sont donc nombreuses et prometteuses dans tous les secteurs d'activités.

Les technologies photoniques ont une longueur d'avance sur des technologies concurrentes de par leur rapidité, leur précision et l'économie d'énergie qu'elles permettent. Dans une société où les exigences industrielles sont de plus en plus spécifiques, la photonique permet d'atteindre des niveaux importants de performances. Grâce à elle, l'innovation est favorisée dans d'autres secteurs tels que la santé, la sécurité, la mobilité, l'agriculture ou encore l'industrie.

**Volume de production en euros**



<sup>1</sup> Optech Consulting, Photonics21, 2017, [https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Market-Research-Report\\_Photonics21\\_Internet.pdf](https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Market-Research-Report_Photonics21_Internet.pdf)

Photonics France a pu identifier les technologies clés par marché d'application et établir un croisement des technologies et des marchés<sup>2</sup>.

### Technologies clés :

- **Environnement** : imagerie - Lasers - Optique et micro-optique - Analyse spectrale - Biocapteurs - Sources UV (LED), RX, Gamma - Instruments avancés.
- **Agriculture et industrie agro-alimentaire** : sources UV et RX de puissance, spectroscopie, imagerie.
- **Médical et vivant** : lasers - optique et micro-optique - analyse spectrale - biocapteur
- **Usine du futur** : lasers pour la production et le contrôle, sources toutes longueurs d'ondes, technologies de mise en forme et de transport de lumière, imagerie, spectroscopie, technologies de contrôle non destructif, capteurs à base photonique.
- **Eclairage stationnaire** : spectre à façon (couleurs / IRC), spectres asservis - Capteurs intégrables dans le luminaire - Électronique et logiciels embarqués - Optique à façon
- **Transport et mobilité** : lasers, Capteurs photoniques intégrés, LEDs, LIDARs, Fibres optiques et capteurs à fibres.

TECHNOLOGIES	MARCHÉS					
	Médical et vivant	Environnement	Agri-Agro	Eclairage stationnaire	Transport et mobilité	Usine du futur
Imageurs et vision	Microscopie Endoscopie Diagnostics Réalité augmentée	Surveillance sols et végétation Bioluminescence Surveillance des mers/océans	Contrôle sanitaire Contrôle intrants Tri post-récolte	Détection et comptage de personnes	ADAS (imageurs CMOS et infrarouge)	Contrôle non destructif Contrôle dimensionnel Contrôle d'aspect Scan produits
Lasers	Chirurgie, PDT Endoscopie Imagerie photo-acoustique Ophtalmologie Systèmes d'analyses (cytomètres, séquenceurs, etc.)	Lidars (vent, atmosphère, sol...) Détection/ Mesure de pollution Détection/ Mesure de gaz	Phénotypage	Détection et comptage de personnes	Voiture autonome (LIDAR)	Contrôle dimensionnel Logistique (scan) Traitement (soudage, découpe...)
Optique et opto-mécanique	Instruments médicaux Dispositifs médicaux Réalité augmentée	Instrumentation d'analyse (gaz, liquides, solides)	Capteurs embarqués	Optique pour l'éclairage optique "freeform"	Phares Matrices LEDs LIDAR MEMS Optique pour l'éclairage	Contrôle industriel pièces optiques (assemblage et alignement)
Nanophotonique et intégration	Biocapteurs OCT	Détection de pathogènes Monitoring contamination	Microspectromètre	Combinaison capteur/éclairage	Capteurs multifonctions bas coût	

<sup>2</sup> Feuille de route Photonics France, 2018, <http://www.photonics-france.org/2018.06.20%20-%20SYNTHESE%20FDR%20de%20la%20Photonique.pdf>

## UNE INDUSTRIE ENCORE DISCRÈTE

L'industrie de la photonique englobe un large éventail d'applications, boostées par des niches exigeant une évolution continue de produits. Malgré cela, elle peine encore à se faire connaître et certains secteurs d'activité ne perçoivent pas le potentiel qu'offrent ces technologies.

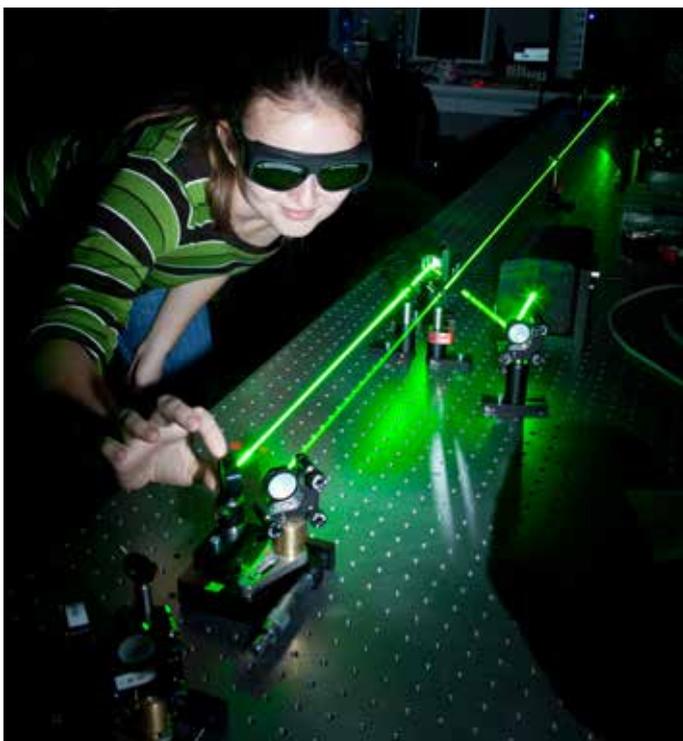
« Ce sont des technologies diffusantes : on les retrouve partout, dans les écrans, les LED, les capteurs, les voitures, avions, trains, appareils médicaux... Et pourtant nous ne sommes pas connus ! »<sup>1</sup> Ivan Testart, directeur de Photonics France.

Dans son étude publiée en 2015, la DGE a mis en avant plusieurs enjeux clés pour la filière française :

- **Améliorer le financement et la rentabilité des entreprises** qui ne parviennent pas encore à croître à la vitesse requise sur des marchés très dynamiques. Cette difficulté réside notamment (mais pas que) dans le faible apport de capitaux externes privés, la faible rentabilité des capitaux investis ou encore la non exploitation de gisements de brevets inexploités.
- **Réduire le time-to-market et favoriser la stratégie de diversification** des PME et startups. Une fois leur position consolidée sur le marché, l'ouverture à de nouvelles applications leur permettrait une meilleure répartition des risques.

- **Mettre en place des politiques de soutien différenciées** selon les marchés ciblés : marchés de haute technicité (défense, sécurité, spatial...), marchés structurels de croissance (environnement, médical...), marchés d'opportunités (procédés industriels, instrumentation scientifique...) et marchés de volume (automobile, électronique grand public, éclairage stationnaire). Les acteurs doivent donc prendre en compte les déterminants de chacun de ces marchés : prix, rentabilité, personnalisation, technicité...
- **Poursuivre la structuration de la filière nationale** afin de rayonner à l'international et répondre aux attentes en termes de compétitivité et d'emploi.

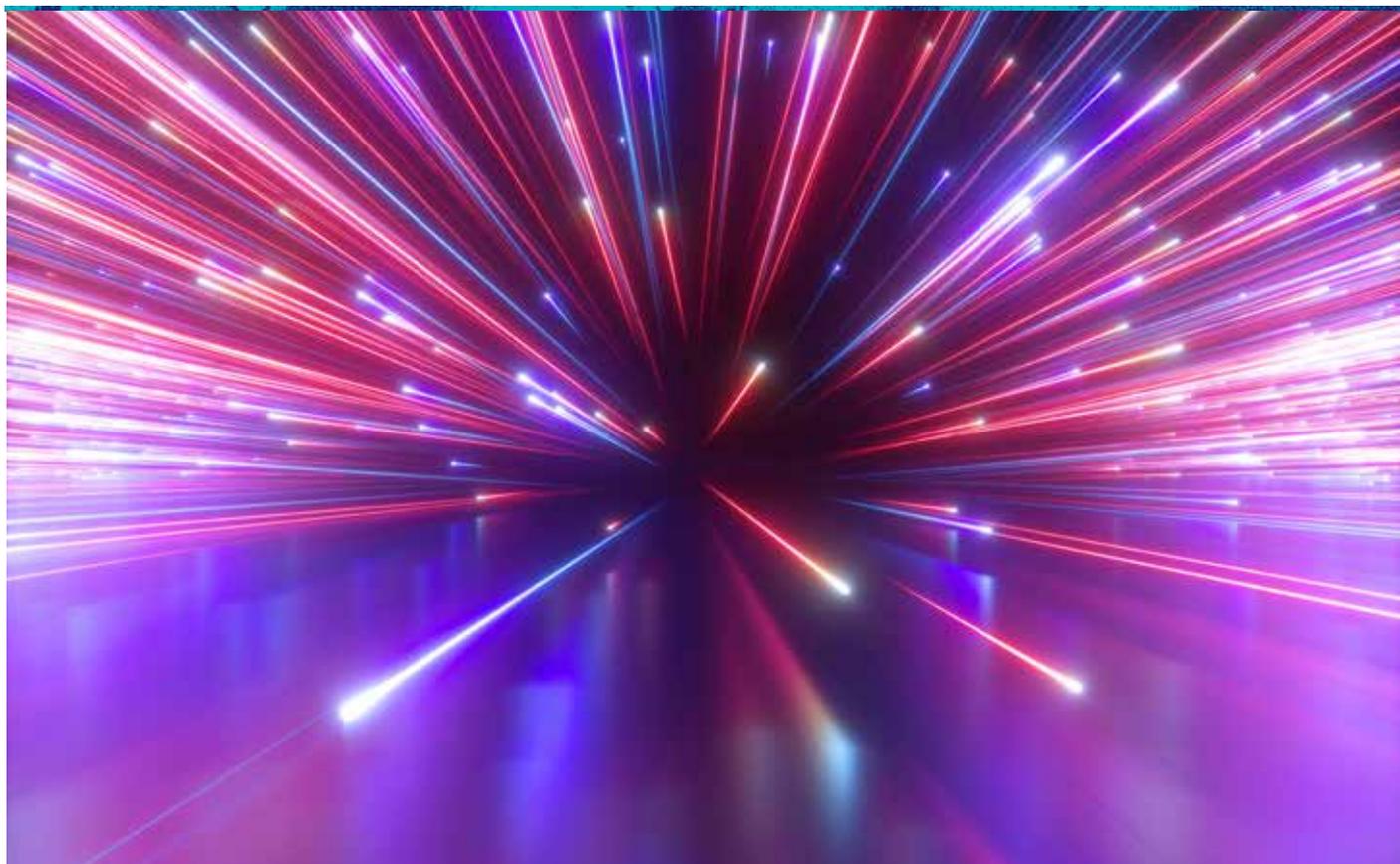
Il y a donc une démarche d'évangélisation à entreprendre afin de démontrer le potentiel marché, de former de nouveaux talents ou encore d'accélérer le transfert de technologies.



Un des points clés pour améliorer la compétitivité est d'étudier les tendances communes à tous les domaines de photoniques que sont :

- L'intégration pour rendre les systèmes plus petits, plus robustes, compatibles avec de nombreuses interfaces pouvant être volumineuses
- La modularisation et les plateformes permettant d'avoir des modules photoniques plug-and-play développés sur des normes communes
- La R&D interdisciplinaire
- La fertilisation croisée d'un domaine d'application à un autre.

<sup>1</sup> L'usine nouvelle, 2018, <https://www.usinenouvelle.com/editorial/nous-voulons-rendre-la-photonique-francaise-plus-visible-lance-ivan-testart-directeur-de-photonics-france.N703184>



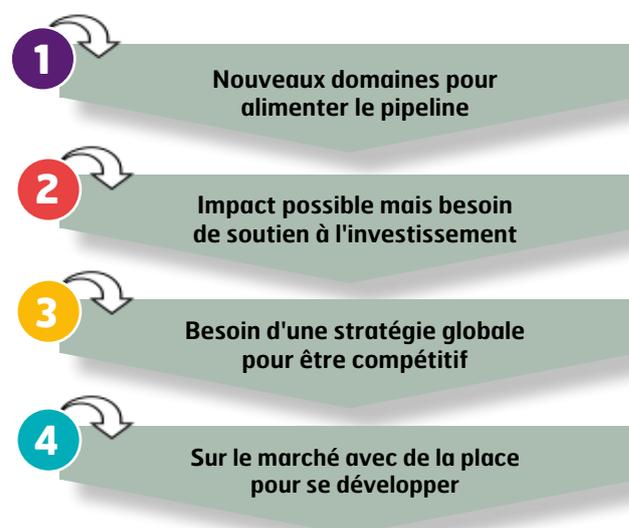
## ... OÙ LE POTENTIEL R&D PEUT ÊTRE MAXIMISÉ

Il est difficile d'établir une carte des technologies photoniques futures et de mesurer leur impact car mêmes si certains domaines semblent matures ils ont toujours un fort potentiel de développement. Photonics21, la plate-forme européenne de la photonique, a tenté de classer les technologies de la photonique dans quatre catégories :

- 1** La recherche en photonique avec un potentiel de conversion en innovations
- 2** Les technologies photoniques qui seront des briques essentielles à des marchés futurs mais qui ont un CRL (Commercial Readiness Level) encore trop bas
- 3** Les produits photoniques différenciants qui sont déjà disponibles mais dont le marché manque de maturité
- 4** Les technologies photoniques qui sont primordiales au développement des marchés actuels les plus importants

Ainsi, les investissements en R&D et la recherche académique vont favoriser l'émergence de nouveaux projets et accélérer l'innovation photonique. Demain, les systèmes devront être plus compacts, plus rapides, moins chers, plus fiables et pourront adresser de nouvelles applications encore insoupçonnées.

Une recherche à tous les niveaux permettra de fournir d'importantes innovations pour l'Europe de demain<sup>2</sup>.



<sup>2</sup> Photonics21, VDI Technologiezentrum GmbH, Europe's age of light! - Photonics21, <https://www.photonics21.org/download/news/2017/Photonics21-Vision-Paper-Final.pdf>

# PHOTONICS BRETAGNE

**Photonics Bretagne est un Hub d'Innovation en Photonique qui se décline en deux activités : d'une part, un cluster composé d'industriels, de centres de recherche et de formation, de structures d'accompagnement, et, d'autre part, une plateforme technologique.**

L'association soutient l'innovation et le développement de la filière photonique bretonne et de ses membres (aujourd'hui plus de 100 adhérents), et accompagne les industriels et centres de recherches bretons dans l'utilisation et l'intégration des technologies photoniques (fibres optiques, laser, LED, imageurs, capteurs,...).

Parallèlement, Photonics Bretagne développe, produit et commercialise, sous la marque Perfos®, des fibres optiques spéciales (fibres optiques microstructurées) et conçoit à façon des préformes, capillaires, tapers et composants fibrés divers. Elle possède également une activité dans le domaine de la biophotonique.

Par ailleurs, labellisée Centre de Ressources Technologiques, la structure propose de multi-

ples services tels que des études de marchés, des études scientifiques et de modélisation, du consulting en photonique, de la réalisation de preuve de concept...

Enfin, Photonics Bretagne est porteur du projet Photonics Park à Lannion, permettant ainsi une évolution de sa plateforme technologique vers un centre R&D photonique d'envergure internationale, aux compétences élargies.



## " La photonique est partout et personne ne le sait. "

**ALAIN CHARDON,**  
**PhD et business development manager,**  
**Photonics Bretagne**

### **Qu'est ce que la photonique ?**

Le terme photonique vient du mot photon, grain de lumière. La photonique regroupe les sciences et les technologies de la lumière, c'est-à-dire les moyens de la générer, de la manipuler et de la détecter. Ces technologies sont les fibres optiques, les lasers et les LED, les imageurs, les capteurs utilisant ces technologies, le photovoltaïque, les écrans, etc.

### **Certains disent que le 21e siècle dépendra de la photonique autant que l'électronique au 20e siècle...**

Je partage complètement ce point de vue. Les technologies photoniques se substituent déjà aux technologies électroniques classiques dans beaucoup de domaines. Plus rapides, plus précises, plus performantes, elles seront les technologies indispensables de la transformation digitale, de l'internet des objets, de l'intelligence artificielle, de la mobilité autonome, de la médecine, de l'agriculture de précision, de l'industrie... De nouveaux usages se développent chaque année.

### **Quelle avancée technologique vous a le plus marqué dans ce domaine ?**

Ce qui me frappe, c'est la multitude des nouveaux usages de la photonique, notamment dans le domaine du grand public. Par exemple, les smartphones peuvent aujourd'hui embarquer plusieurs caméras et lasers dans des volumes extrêmement réduits.

### **Comment promouvoir la photonique auprès du plus grand nombre, et particulièrement des décideurs ?**

C'est un des gros enjeux de la filière. La photonique est partout et personne ne le sait. Cela passe par de la vulgarisation et de la promotion, notamment dans les salons et évènements des domaines des filières applicatives, c'est-à-dire quasiment tous les domaines d'activités, mais également au niveau des formations, car c'est un secteur en croissance, et qui génère de l'emploi. En France, la filière est plutôt bien structurée avec une association professionnelle nationale, Photonics



France, 6 pôles de compétitivité qui ont un ou plusieurs domaines d'activité stratégiques liés à la photonique et nous, Photonics Bretagne, représentant la filière photonique bretonne. Cela permet, en particulier, à la filière d'exercer régulièrement du lobbying auprès des politiques et institutions françaises et européennes. Mais c'est un travail de longue haleine.

### **Comment Photonics Bretagne contribue au développement de la filière ?**

Notre association est reconnue comme l'une des plus dynamiques et actives en France, au service du développement de la filière. Avec une équipe de 15 collaborateurs, notre structure est unique car elle regroupe à la fois un cluster et une plateforme technologique. Cela nous permet d'être présents sur les évènements et salons bretons, d'organiser ou co-organiser nos propres évènements thématiques, d'accompagner efficacement par la veille et le conseil technologique les entreprises régionales dans le choix et le déploiement des technologies photoniques, notamment celles développées par nos adhérents. Forts de cette double compétence, nous sommes également innovants dans le domaine de la fibre et des capteurs à fibres optiques, en particulier dans celui de la biophotonique. Nous sommes à la fois promoteur, testeur, utilisateur et créateur de nouveaux produits dans le domaine.

# LES OFFRES DE TECHNOLOGIES DE LA SATT OUEST VALORISATION

Comme vous avez pu le lire tout au long de ce dossier, le marché de la photonique est plus que jamais à la conquête d'innovations toujours plus performantes et intelligentes. Les enjeux environnementaux et sociaux liés à ce secteur sont très forts et nécessitent donc une recherche continue en matière d'innovation.

La SATT Ouest Valorisation investit dans la détection, la protection et la maturation de projets qui peuvent répondre aux besoins du marché. Voici quelques technologies issues de son portefeuille liées à la photonique.

## Méthode de diagnostic des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin

Les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (MICI), incluant la maladie de Crohn (MC) et la rectocolite hémorragique (RCH), représentent un véritable enjeu de santé publique car leurs fréquences sont en augmentation constantes depuis les années 1950 et ces pathologies affectent une population jeune (âge moyen du diagnostic entre 20 et 30 ans). De nos jours, les mécanismes physiopathologiques restent encore à préciser, et d'un point de vue clinique le diagnostic différenciant la MC et la RCH et leur évolution restent difficiles à prédire. Ceci est particulièrement vrai au début de la maladie et dans les formes précoces où les symptômes sont peu nombreux et atypiques.

L'équipe de recherche a développé un nouveau score endomicroscopique de diagnostic différentiel des MICI, en combinant 8 paramètres issus de l'analyse quantitative des analyses endomicroscopiques.

### SES BÉNÉFICES

- Automatisation du calcul de score
- Solution intégrée dans un système d'endomicroscopie confocal
- Diagnostic direct

### SES APPLICATIONS

- Diagnostic des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin

### INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**STADE DE DEVELOPPEMENT :** Prototype  
TRL4 - Validation de la preuve de concept  
IN VIVO - Preuve de concept

**LABORATOIRE DE RECHERCHE :** UMR\_S 1235 - TENS

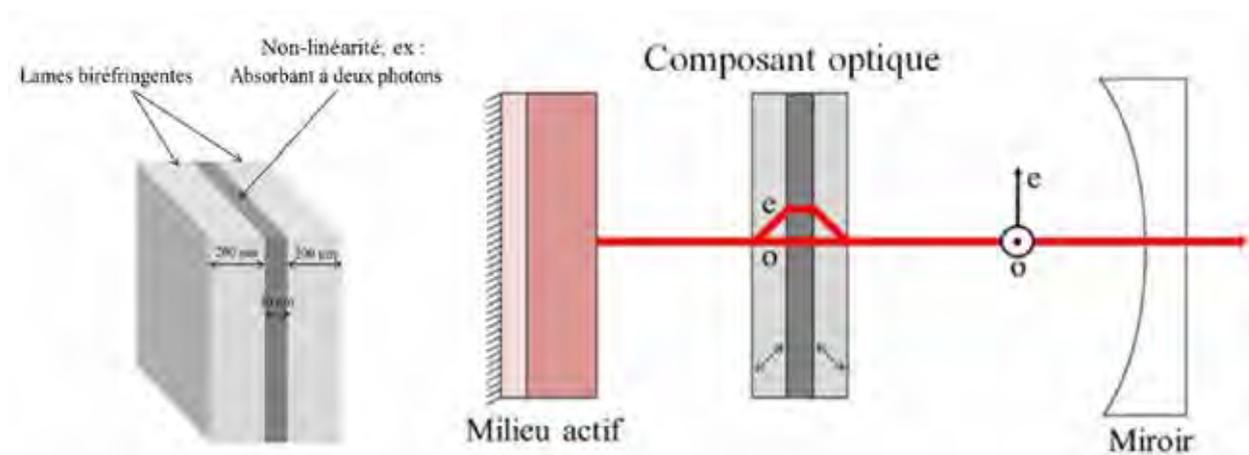
**EQUIPE DE RECHERCHE :** Axe 4 : Cibles diagnostiques et thérapeutiques dans les pathologies chroniques digestives et du cerveau

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**  
FR : FR1652150 - filed on the 03-15-2016  
WO - AU,CA,CN,EP,IN,JP,US

# Composant façonneur de laser bifréquence et faible bruit

Les lasers à état solide, mono- et bi-fréquences, à faible bruit constituent des sources de choix pour de nombreux domaines tels que les communications optiques, la photonique microonde, la spectroscopie haute résolution et la métrologie par exemple. La plupart de ces applications nécessite des sources lasers stables ayant de très faibles largeurs de raie mais aussi de très faibles niveaux de bruit d'intensité sur une large bande spectrale. Bien que les lasers à état solide aient l'avantage de présenter une faible largeur spectrale, ils souffrent néanmoins d'un excès de bruit d'intensité important, en particulier aux fréquences de résonance propres du laser.

L'invention proposée porte sur un composant optique monolithique dont l'insertion dans une cavité laser quelconque permet de façonner un laser bifréquence faible bruit. Ce composant permet à la fois de définir les axes de polarisation du laser, de le rendre monomode longitudinalement sur chaque état de polarisation, et de réduire simultanément les bruits d'intensité des deux polarisations qu'ils soient corrélés ou pas. L'insertion de ce composant dans le laser ne nécessite aucune modification préalable ni optimisation spécifique du laser.



## SES BÉNÉFICES

- Simplicité dans la réalisation
- Performances en termes de suppression de bruit
- Compatibilité avec tout type de laser

## SES APPLICATIONS

- Télécommunications optiques analogiques
- Télécommunications optiques cohérentes
- Optique hyperfréquence
- Horloges atomiques
- Spectroscopie ultra-résolue
- Oscillateurs opto-électroniques

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

### STADE DE DÉVELOPPEMENT :

Démonstrateur Pré-industriel  
TR6 - Démonstration du prototype

LABORATOIRE : UMR 6082 - FOTON

ÉQUIPE DE RECHERCHE : Équipe  
DOP - Dynamique des lasers, Optique-  
hyperfréquence, Polarimétrie, terahertz,  
imagerie

PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE: FR :  
FR1401044 - déposé le 09/05/2014  
WO

# Topographie plein champ et sans contact de films minces nanométriques par interférométrie numérique couleur

Le dispositif développé permet la réalisation de topographie plein champ et sans contact de films minces nanométriques par interférométrie numérique couleur.

Basé sur un arrangement de type interféromètre de Michelson (cf. figure), le dispositif dispose de deux écrans permettant d'obturer alternativement le faisceau issu du miroir ou du substrat.

Les interférences entre les deux ondes générées par réflexion sur la couche mince et le substrat (écran 1 en place, écran 2 enlevé) peuvent être modélisées considérant l'indice (complexe ou non) du film et du substrat.

Les interférences en couleur sont approchées par le modèle développé par l'équipe du LAUM en considérant la mesure des intensités laser obtenues avec le miroir uniquement, en tout pixel du capteur (écran 1 enlevé, écran 2 en place).

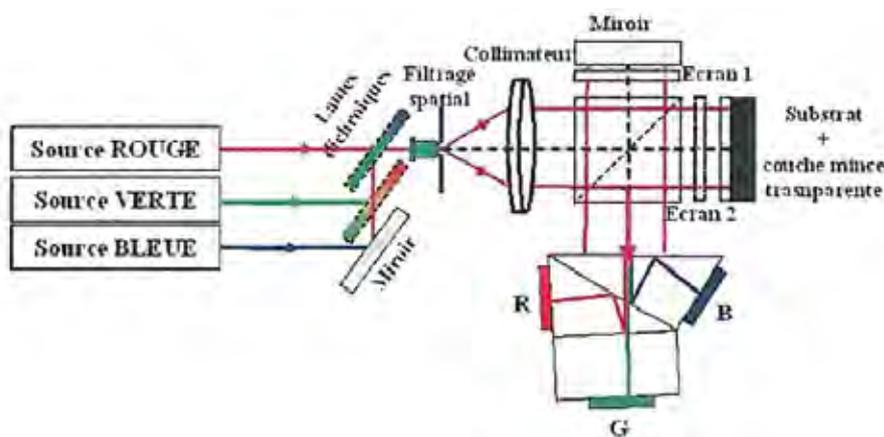
Le dispositif permet ainsi de mesurer l'épaisseur de films minces transparents ou légèrement absorbants (épaisseur < 1  $\mu\text{m}$ , si on utilise 3 longueurs d'onde Rouge-Vert-Bleu), déposés sur un substrat. Facilement industrialisable, le dispositif assure une mesure sans contact et sans aucun besoin de référence à la surface de l'échantillon.

## SES BÉNÉFICES

- Dispositif expérimental simple, robuste et compact
- Facilement industrialisable
- Un seul enregistrement et aucun scan pour mesure d'épaisseur de film mince sur surface étendue
- Mesure plein champ (de l'ordre de 75mm<sup>2</sup>)
- Délivre un histogramme de la répartition d'épaisseur sans création de référence sur la surface
- Démonstration de mesure d'épaisseur de 50nm sur des films de polymère déposés sur silicium

## SES APPLICATIONS

- Physique des matériaux : caractérisation de couches minces transparentes ou légèrement absorbantes
- Repérage de plots gravés sur des substrats
- Profilométrie de surface
- Imagerie biologique



## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**STADE DE DEVELOPPEMENT :** TRL5 - Montage expérimental

**LABORATOIRE DE RECHERCHE :** UMR 6613 - LAUM

**EQUIPE DE RECHERCHE :** Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Mans

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**  
FR : FR1462287 - déposé le 11/12/2014  
WO - EP

# Logiciel de dénombrement des cyanobactéries coloniales et filamenteuses

Les cyanobactéries sont des micro-organismes photosynthétiques connus du grand public sous le nom d'algues bleues. Si certaines d'entre elles sont connues pour leurs effets bénéfiques pour la santé ou l'environnement (Nostoc par exemple), de nombreux autres taxons produisent des toxines pouvant générer des troubles graves chez l'Homme et l'animal.

Les méthodes actuelles de dénombrement des cyanobactéries filamenteuses ou coloniales sont basées sur des mesures qualitatives (mesure de la quantité de chlorophylle  $a$ ) ou quantitatives (dénombrement manuel au microscope). Les mesures basées sur la teneur en chlorophylle sont souvent impactées par les conditions environnementales, donc peu reproductibles. Les mesures quantitatives sont fastidieuses et imprécises, voire inutilisables dans le cas des cyanobactéries filamenteuses.

Pour s'affranchir de ces limitations, un nouveau logiciel utilisant le microscope confocal a été mis en œuvre. Le microscope confocal permet de réaliser une image de très faible profondeur de champ ( $< 1 \mu\text{m}$ ) appelée "section optique". Un échantillon dont l'épaisseur est supérieure à  $1 \mu\text{m}$  peut donc être représenté sur l'ensemble de sa hauteur au moyen d'une série continue de sections optiques.

L'état de l'art indique que la localisation, la reconnaissance et l'extraction des éléments formant un filament ou une colonie reste très délicate. C'est pour cette raison que le logiciel "FilaCell" a été développé. Il a été testé avec succès sur la cyanobactérie filamenteuse du genre Anabaena (Nostoc), dont certaines espèce produisent des toxines.

## SES BÉNÉFICES

-  Rapidité et précision de la mesure
-  Bénéfice environnemental et de santé publique
-  Bénéfice industriel

## SES APPLICATIONS

-  Environnement : suivi de l'abondance des micro-organismes aquatiques (exigence de la directive 2000/60/CE du Parlement européen en date du 23 octobre 2000)
-  Biotechnologies : contrôle de la croissance des cyanobactéries dans un procédé de production (aquaculture, phytoculture)

### INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**STADE DE DEVELOPPEMENT :** TRL4 - Validation de la preuve de concept

**LABORATOIRE DE RECHERCHE :** EA 2160 - MMS

**EQUIPE DE RECHERCHE :** RSBE - Remote Sensing & Benthic Ecology

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**  
FR : IDDN.FR.001.330022.000.S  
.P.2016.000.21000 - déposé le 09/08/2016

# Dispositif de mesure de dépolarisation de la lumière avec ou sans déport par fibre optique adapté à l'imagerie temps réel

L'imagerie polarimétrique permet de connaître les caractéristiques physiques d'un matériau. Le principe des imageurs actifs consiste à éclairer un objet avec une onde lumineuse dont l'état de polarisation est connu, puis d'analyser la lumière rétrodiffusée.

Cependant, les systèmes actuels peuvent présenter des temps d'acquisition relativement longs, une impossibilité de réaliser une mesure déportée ou ces deux inconvénients à la fois.

Pour pallier ces difficultés, des chercheurs de l'Institut Foton ont développé un concept totalement nouveau utilisant non plus une mais deux ondes lumineuses de polarisations orthogonales et légèrement décalées en fréquences pour illuminer l'échantillon à analyser.

D'une part, la variation de cette orthogonalité permet une mesure directe du pouvoir dépolarisant de l'objet, d'autre part la mesure peut être réalisée en une fraction de  $\mu$ s voir à des échelles de ns. En outre, l'orthogonalité étant insensible aux perturbations engendrées par des fibres optiques, la mesure peut être déportée et rendue compatible avec l'endoscopie polarimétrique.

Les applications visées sont aujourd'hui la biologie et le domaine médical, la physique des matériaux et les mesures physiques déportées.

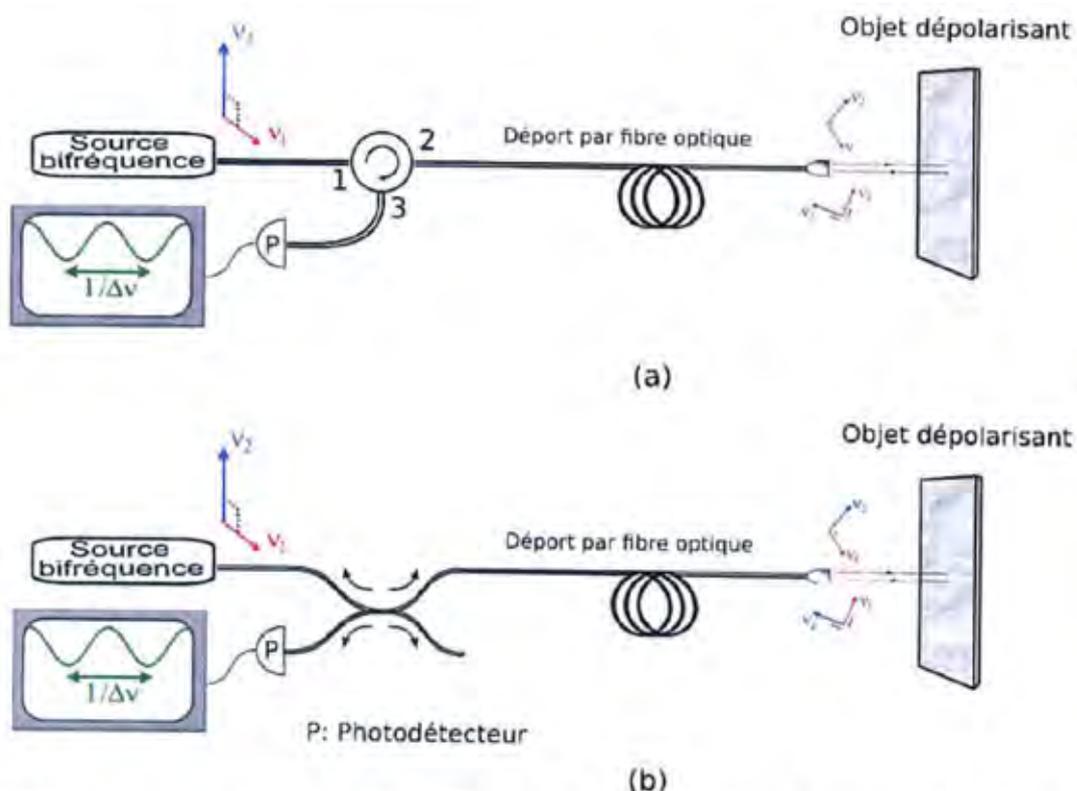


Fig.1: Exemple de réalisation du dispositif avec une source bifréquence, en mesure déportée par fibre optique en utilisant: (a) un circulateur fibré, (b) un coupleur fibré

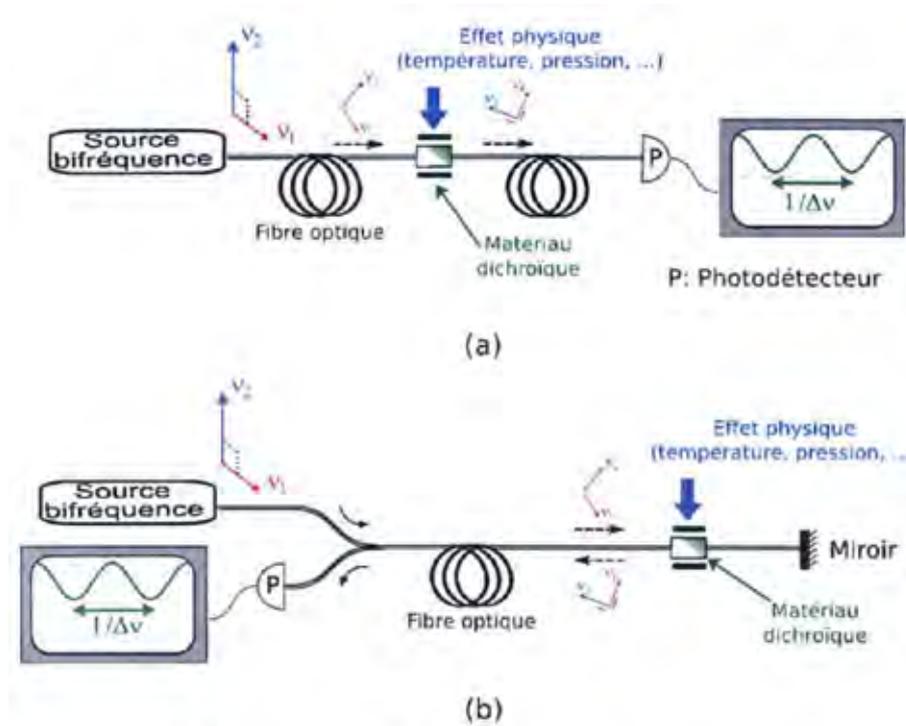


Fig.2: Exemple de réalisation d'une variante du dispositif pour la mesure d'effets physiques (capteur) introduisant un dichroïsme dans un matériau placé:  
 (a) dans une fibre (configuration en transmission)  
 (b) en extrémité d'une fibre (configuration en réflexion)

## SES BÉNÉFICES

-  Fort potentiel applicatif dans plusieurs domaines très distincts
-  Concept en rupture avec l'ensemble des approches habituelles
-  Dispositif simple, exploitation rapide dans des appareillages endoscopiques existants sur le marché
-  Invention en phase avec la réalité du terrain : temps de mesure extrêmement court ( $\ll \mu\text{s}$ ) et donc compatible avec l'imagerie endoscopique

## SES APPLICATIONS

-  Biomédical : endoscopie polarimétrique (exploration & aide au diagnostic) ; microscopie polarimétrique temps-réel
-  Caractérisation de matériaux : œuvres d'art, couches minces (mesures spectro-polarimétriques) ; détection de défauts mécaniques
-  Mesures physiques en environnements hostiles:

mesures déportées par fibre de pression de température etc...

-  Imagerie polarimétrique longue portée, sensibilité spectro-polarimétrique, doppler
-  Militaire : découpage, détection/identification de cible
-  Environnemental : télédétection

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**STADE DE DEVELOPPEMENT :** TRL4 - Validation de la preuve de concept Prototype

**LABORATOIRE DE RECHERCHE :** UMR 6082 - FOTON

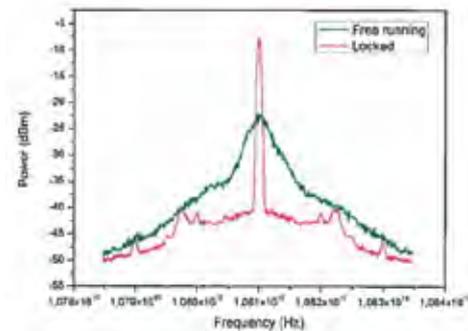
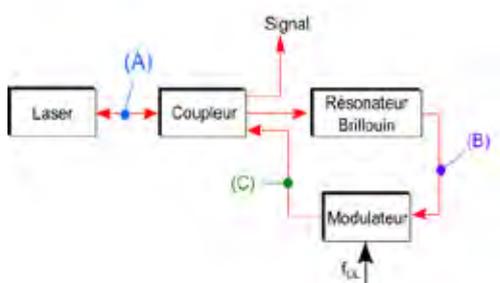
**EQUIPE DE RECHERCHE :** Equipe DOP - Dynamique des lasers, Optique-hyperfréquence, Polarimétrie, terahertz, imagerie

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**  
 FR : FR1155527 - déposé le 23/06/2011  
 WO - EP,US

# SLIM LINER – Source laser à haute pureté spectrale

De nombreuses applications nécessitent l'utilisation de lasers ayant de faibles largeurs de raie optique: la métrologie temps fréquence, le lidar, la spectroscopie, les horloges atomiques... Néanmoins, les sources actuelles restent limitées à des largeurs de raies de quelques centaines de Hz et mettent en oeuvre des mécanismes complexes. En outre, ces sources concilient difficilement forte puissance et faible largeur de raie optique.

L'invention porte sur un dispositif de stabilisation et d'affinement spectral de laser par réinjection Brillouin. La solution proposée repose sur l'utilisation conjointe d'un laser, d'un résonateur Brillouin, et d'un modulateur de lumière. Cette technologie permet d'obtenir de manière extrêmement robuste un faisceau lumineux avec une pureté spectrale meilleure que le Hz.



## SES BÉNÉFICES

-  Haute pureté spectrale (<10Hz)
-  Différentes longueurs d'ondes réalisables (780, 1550nm)
-  Différents niveaux de puissance
-  Accordable continument sur plusieurs GHz
-  Grande stabilité de la longueur d'onde
-  Produit intégrable / embarquable (compacité)

## SES APPLICATIONS

-  Telecom Optiques : communications cohérentes
-  Capteurs
-  Métrologie
-  Aérospatial /défense



## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**STADE DE DEVELOPPEMENT :** Prototype, scale-up / pré-industriel, TR6 - Démonstration du prototype

**LABORATOIRE DE RECHERCHE :** UMR 6082 - FOTON

**EQUIPE DE RECHERCHE :** Equipe DOP - Dynamique des lasers, Optique-hyperfréquence, Polarimétrie, terahertz, imagerie

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**  
FR : FR1655456 - déposé le 13/06/2016  
WO - CA,CN,EP,JP,US

# Source de lumière cohérente à polarisation accordable dynamiquement à très haute cadence

L'invention proposée répond à la problématique de la génération de faisceaux de lumière cohérente partiellement dépolarisée à degré et état de polarisation dynamiquement accordable à très haute cadence.

En effet, cette problématique se retrouve dans les domaines nécessitant le contrôle précis de la polarisation de la lumière qui représente un aspect essentiel dans des nombreuses techniques optiques et photoniques. Un faisceau de lumière polarisée est caractérisé par son état de polarisation (« State of Polarization », SoP) et par son degré de polarisation (« Degree of Polarization », DoP). Les différents types de lasers, dont l'utilisation est fortement répandue, constituent des sources de rayonnement optique cohérent émettant des faisceaux complètement polarisés (c'est-à-dire, caractérisés par un DoP égal à 1) en général. L'état de polarisation du faisceau émis peut être contrôlé et manipulé par des techniques classiques. A l'inverse, les sources de lumière naturelles et la plupart des sources d'éclairage artificielles sont incohérentes et complètement dépolarisées.

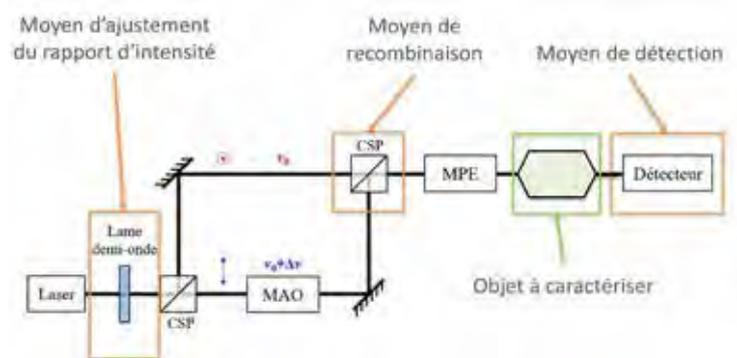
Ce nouvel instrument repose sur une dépoliarisation dans le domaine temporel réalisée à travers une source optique bifréquence dont le rapport d'intensité entre ses deux ondes de polarisations orthogonales et légèrement décalées en fréquence est ajustable. Cette invention permet notamment la réalisation de mesures à degré de polarisation d'illumination « multi-échelle », en ajustant le rapport entre les paramètres de la source et le temps d'intégration du photodétecteur (détecteur de lumière). Ce dernier étant utilisé soit pour détecter directement le faisceau, soit pour analyser le comportement d'un composant/échantillon après que celui-ci ait été traversé par le faisceau ainsi créé.

## SES BÉNÉFICES

- 🔧 Réalisation d'une source cohérente à état et degré de polarisation paramétrable
- 🔧 Approche simple avec des mesures rapides
- 🔧 Versatilité, diversité d'applicabilité

## SES APPLICATIONS

- 🔧 Etalonnage des polarimètres et calibration des caméras pour l'astronomie, la biologie et tous les domaines nécessitant de la télédétection
- 🔧 Optimisation des gyromètres à fibre dépolarisés
- 🔧 Génération de séquences d'états de polarisation
- 🔧 Analyse des effets du bruit sur les canaux dans des systèmes de communication et computation quantiques



## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**STADE DE DEVELOPPEMENT :** Prototype, TRL4 - Validation de la preuve de concept

**LABORATOIRE DE RECHERCHE :** UMR 6082 - FOTON

**EQUIPE DE RECHERCHE :** Equipe DOP - Dynamique des lasers, Optique-hyperfréquence, Polarimétrie, terahertz, imagerie

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**  
EP : EP17165383.5 - déposé le 06/04/2017  
WO

# F2COR : autocorrélateur à deux étages ultra-rapide de photons

L'analyse de solutions contenant des molécules/particules diffusant librement peut être faite par deux techniques connues de spectroscopie : la diffusion dynamique de la lumière (DLS) ou la spectroscopie à corrélation de fluorescence (FCS). L'échantillon est éclairé à l'aide d'un laser et la lumière réémise est détectée à l'aide d'un détecteur à comptage de photons. Au cœur de l'instrument, une analyse statistique du flux de photons reposant sur le calcul de la fonction d'autocorrélation permet de remonter à des caractéristiques précises de l'échantillon analysé.

L'objectif de ce code logiciel est le calcul ultra-rapide et en temps réel de la fonction d'autocorrélation de flux de photons.

En effet, cette version permet le calcul en temps réel de la courbe d'autocorrélation et des mesures résolues en temps. Elle permet également de calculer instantanément cette courbe sur une fenêtre temporelle dont la position et la largeur peuvent être choisies à posteriori. Ces fonctions sont réalisées sans qu'il soit nécessaire d'enregistrer le flux de photons, et ce grâce à une gestion parcimonieuse de l'espace mémoire. Cette version, sous forme de librairie dll est mise en oeuvre sous LabView et utilise un module d'acquisition de comptage d'événement National Instruments. Elle est donc associée à un ensemble de "VI" Labview.

Pour terminer, cette version met en oeuvre la "normalisation symétrique" qui a pour effet d'améliorer sensiblement la précision de la courbe pour les grandes valeurs de tau (fin de la courbe).

## SES BÉNÉFICES

- Plus rapide que les algorithmes existants
- Coût en mémoire restreint

## SES APPLICATIONS

- Caractérisation de particule (taille, distribution, potentiel Zeta, etc.)
- Spectroscopie à corrélation de fluorescence
- Diffusion dynamique de la lumière

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**STADE DE DEVELOPPEMENT** : Prototype, TR6 -  
Démonstration du prototype

**LABORATOIRE DE RECHERCHE** : UMR 6251 -  
IPR

**EQUIPE DE RECHERCHE** : Equipe DOP -  
Dynamique des lasers, Optique-hyperfréquence,  
Polarimétrie, terahertz, imagerie

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE** :  
FR : IDDN.FR.001.090032.001.S  
.P.2014.000.31230 - déposé le 10/02/2015

# Diagnostic rapide d'Infection pulmonaire précoce

L'utilisation massive d'antibiotiques est un problème de santé publique engendrant un phénomène d'antibiorésistance, l'une des principales menaces sanitaires au niveau mondial pour la décennie à venir.

La réduction des prescriptions d'antibiotiques non nécessaires est la manière la plus efficace pour éviter la résistance bactérienne (bénéfice collectif), mais aussi pour réduire les effets secondaires observés chez les patients (bénéfices individuels). Ce projet a pour but de développer une méthode de diagnostic sensible, spécifique, rapide et automatisée afin de mieux prendre en charge les patients chez qui on suspecte une infection pulmonaire.

Cette innovation repose sur une méthode in vitro permettant le diagnostic du stade d'infection à partir d'une prise sanguine (dosage des PolyNucléaires Neutrophiles ou globules blancs). La technologie développée par l'équipe de recherche utilise l'autofluorescence de ces cellules spécifiques du système immunitaire pour diagnostiquer la présence de bactéries et/ou de virus chez un patient à risque.

L'observation de la fluorescence est innovante car elle permet de distinguer la présence de cellules dans le fluide biologique qu'elles soient activées ou non par l'infection, de déterminer l'activation métabolique des neutrophiles ainsi qu'apporter une réelle valeur ajoutée via à vis des techniques existantes. De plus, cette technique est complémentaire aux pratiques actuelles des professionnels de santé.

## SES BÉNÉFICES

-  Un diagnostic rapide, fiable et peu coûteux, exploitable en routine basé sur la mesure de l'autofluorescence des PNNs
-  Une évaluation de l'activation du système immunitaire au site de l'infection
-  Une application automatisée sur tous les échantillons respiratoires sans prélèvement d'échantillons biologiques supplémentaires
-  Possibilité d'implémenter cette technique dans l'analyse bactérienne des fluides respiratoires sans prescription spécifique

## SES APPLICATIONS

-  Infections nosocomiales
-  Infections pulmonaires

### INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**STADE DE DEVELOPPEMENT :** IN VIVO - Preuve de concept

**LABORATOIRE DE RECHERCHE :** EA 3826

**EQUIPE DE RECHERCHE :** Axe 1: Rôle de l'immunité innée au cours d'une infection bactérienne

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**

FR : FR1152356 – déposé le 22/03/2011

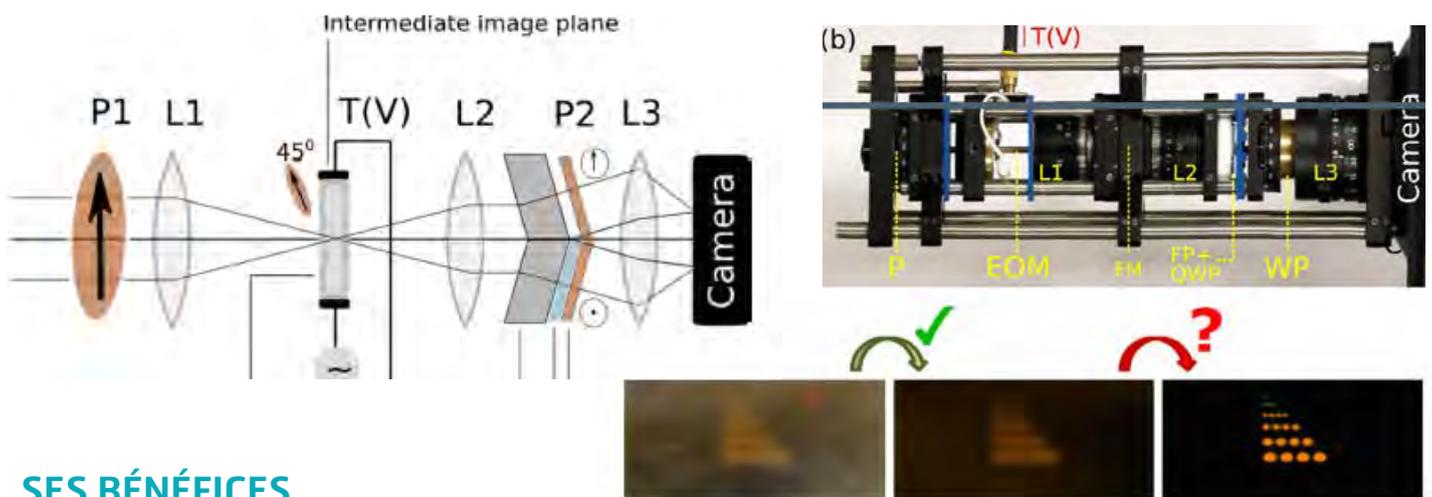
WO - AU,CA,CH,DE,DK,EP,ES,FR,GB,HK,IT,JP,NL,US

# Démodulation optique instantanée en quadratures pour l'imagerie plein champ

Le problème abordé par l'invention concerne la démodulation d'images (plein champ) en radiofréquences et hyperfréquences, c'est-à-dire la démodulation simultanée de signaux modulés dans le temps et répartis spatialement dans des images qui résultent de l'acquisition de champs électromagnétiques résolus spatialement à toute fréquence élevée (visible, infrarouge, UV, THz, etc.). Cette question est importante dans divers domaines tels que par exemple, la localisation et le suivi de cible par des sources de lumières modulées sous condition de faible visibilité ou dans un milieu trouble. En effet, la démodulation de signal à haute fréquence est un outil efficace pour la récupération de signal de faible niveau intégré (photon balistique) dans un environnement bruyant/éblouissant en limitant la sensibilité de détection à une région d'intérêt spectrale très étroite et filtrant ainsi toutes les composantes indésirables du spectre.

L'invention répond donc à cette problématique de la démodulation imageante et en quadrature de signaux optique à haute-fréquence grâce à une approche tout-optique opérable en temps-réel.

Cette invention permet d'envisager la détection simultanée de sources optiques modulées à très haute fréquence (jusqu'à quelques 10 GHz) distribuées dans une image, ne nécessitant qu'un seul et unique signal de référence électronique à la fréquence d'intérêt non nécessairement synchronisé en phase avec la source à détection. Cette performance est obtenue grâce à l'usage "en quadrature" par un moyen optique et sans nécessiter de déphaseur électronique. De plus, elle offre l'intérêt d'être adaptable sur un détecteur imageant (caméra) standard.



## SES BÉNÉFICES

- Récupération de signal de faible niveau présent dans un environnement bruité et trouble
- Produit à ajouter sur une caméra

## SES APPLICATIONS

- Transport
- Domaine utilisant le multimédia 3D
- Robotique
- Imagerie biomédicale

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**STADE DE DEVELOPPEMENT :** Prototype  
TRL3 - Recherche de la preuve de concept

**LABORATOIRE DE RECHERCHE :** UMR 6082 -  
FOTON

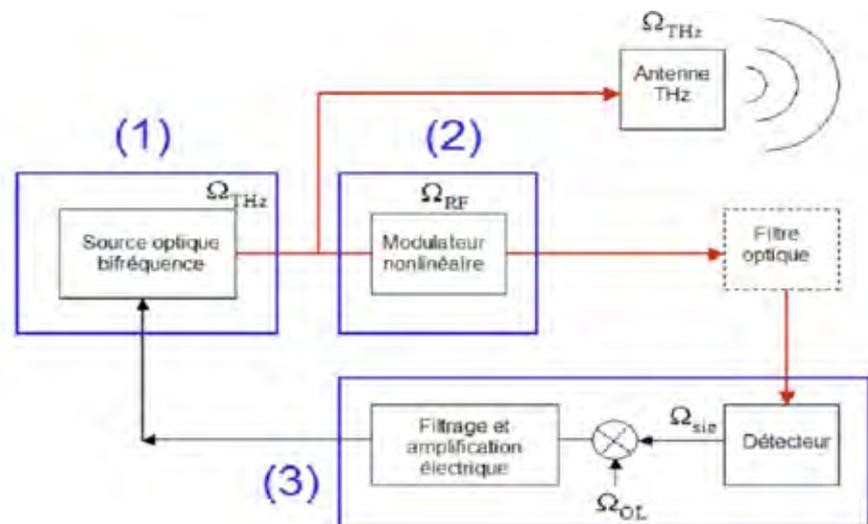
**EQUIPE DE RECHERCHE :** Equipe DOP -  
Dynamique des lasers, Optique-hyperfréquence,  
Polarimétrie, terahertz, imagerie

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**  
WO : PCT/FR2016/051086 - déposé le  
04/05/2016 - EP

# Oscillateur THz de grande stabilité asservi en phase et accordable

La génération et le contrôle d'ondes THz est un domaine qui connaît aujourd'hui un regain d'intérêt grâce aux progrès de la microélectronique, d'une part, et de l'optique ultra-brève d'autre part. Les ondes THz en question couvrent le spectre électro-magnétique compris entre les micro-ondes et l'infrarouge lointain. Cette région du spectre électromagnétique a été, jusqu'à présent, très peu explorée compte tenu des difficultés techniques que l'on rencontre, en particulier pour générer des ondes THz de grande pureté spectrale et de fréquence absolue stable.

L'invention repose sur l'utilisation conjointe d'un laser bifréquence THz, d'un dispositif de modulation d'amplitude ou de phase optique dont la fonction de transfert est non-linéaire, et d'une boucle d'asservissement de phase optoélectronique classique (OPLL) c'est-à-dire fonctionnant dans le domaine radiofréquence ou micro-onde.



## SES BÉNÉFICES

- Très grande stabilité (de l'ordre du Hz sur prototype actuel, perfectible)
- Accordabilité sur une large bande de fréquences THz
- Nombreuses applications possibles

## SES APPLICATIONS

- Imagerie
- Spectroscopie THz en : Santé/Biologie (études de protéines, de l'ADN, caractérisation de cellules cancéreuses...), Matériaux (caractérisation, contrôle qualité), Sécurité (détection d'explosifs, de ports d'armes, vision à travers les vêtements...)

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**STADE DE DEVELOPPEMENT :** TRL4 - Validation de la preuve de concept, Prototype

**LABORATOIRE DE RECHERCHE :** UMR 6082 - FOTON

**EQUIPE DE RECHERCHE :** Equipe DOP - Dynamique des lasers, Optique-hyperfréquence, Polarimétrie, terahertz, imagerie

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**  
FR : FR1054281 - déposé le 02/06/2010  
WO - DE,EP,FR,GB,US

# LES PLATES-FORMES TECHNOLOGIQUES

Les plates-formes sont des structures mettant à disposition des entreprises des équipements et compétences issus des établissements d'enseignement supérieur. Ainsi, les entreprises peuvent avoir recours à du matériel d'excellence et des compétences humaines à forte valeur ajoutée ou à une prestation clés en main.

Ces plates-formes permettent de mutualiser les moyens des universités avec ceux des entreprises.

La SATT Ouest Valorisation propose des ressources d'innovation issues de plus de 60 plates-formes. Sa mission est d'accroître le rayonnement des plates-formes en professionnalisant leur déploiement commercial.

Ci-contre les plates-formes expertes du domaine de la photonique :



## FOCUS INSTITUT FOTON

Pôle d'excellence académique en photonique pour les technologies de l'information, l'Institut foton « Fonctions Optiques pour les Technologies de l'information » est une unité mixte de recherche associant le CNRS (rattachement principal à l'INSIS, et secondaire à l'INP et l'INC), l'UR1 (l'Enssat, l'IUT de Lannion et l'UFR SPM), et l'INSA de Rennes.



## CCLO

### CENTRE COMMUN LANNIONNAIS D'OPTIQUE

Le Centre Commun Lannionnais d'Optique (CCLO) est une plate-forme technologique de recherche dédiée à la réalisation et aux caractérisations de circuits optiques intégrés.

Elle accompagne les projets de recherche sur les matériaux émergents pour la photonique et le développement de différents circuits optiques.

## DOMAINES DE COMPÉTENCES

### Procédés technologiques

- Fabrication de composants : guides d'onde (ruban, spirale, enterré), composants passifs (splitters, coupleurs, interféromètre Mach-Zehnder, tapers), micro-résonateurs (en anneaux ou hippodromes, disque sur piédestal)
- Photolithographie UV
- Gravure par voie humide ou sèche
- Traitements thermiques (hautes températures : 1200°C), sous O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>

### Elaboration de couches minces

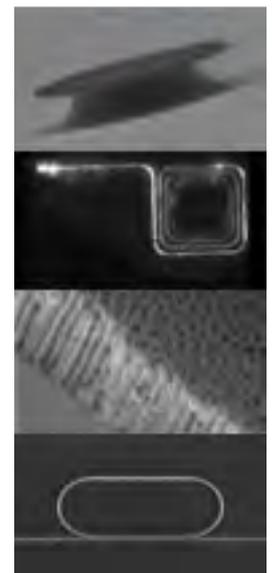
- Dépôt de couches minces métalliques, isolantes et semi-conductrices
- Photopolymérisation sous UV
- Formation de couches poreuses (Si ou SiO<sub>2</sub>)

### Caractérisation de matériaux

- Imagerie par microscopie optique et microscopie électronique à balayage
- Mesure d'épaisseur de couches minces

### Caractérisations optiques

- Spectrométrie dans les domaines du visible, proche IR et moyen IR
- Mesures spectroscopiques Raman
- Mesure d'indice de réfraction



## NANORENNES

La plate-forme NanoRennes est issue de la volonté du CNRS de mutualiser les équipements dédiés à la micro-nanofabrication. Cette plateforme consiste en la mutualisation des moyens technologiques et humains des laboratoires DMM-IETR (Département Microélectronique & Microcapteur-IETR) et FOTON-INSA de Rennes.

Les missions de NanoRennes consistent donc à réaliser des prestations en nano-micro-fabrication, en soutien des laboratoires académiques et industriels au niveau régional et national ainsi qu'aux plateformes du réseau Renatech, à hauteur de ses compétences et de son savoir-faire.

### DOMAINES DE COMPÉTENCES

- 🔬 Microtechnologie pour la réalisation de capteurs (MEMS, bio-chimiques)
- 🔬 Croissance de nanostructures quantiques (puits, fils et boîtes quantiques)
- 🔬 Croissance et le processing de composés silicium basse température (applications TFT, MEMs)
- 🔬 Microtechnologie photonique (lasers, micro-cavités, VCSELs, cellules solaires)
- 🔬 Intégration hétérogène et/ou homogène des filières optoélectroniques et microélectroniques (hétéroépitaxie de composés III-V sur Si, report par collage (bonding) sur Si)



## PERSYST

PERSYST (<http://persyst.foton.cnrs.fr/>) est une plateforme de l'institut Foton qui met à disposition son expertise ainsi que ses moyens techniques pour l'évaluation des systèmes, dispositifs et composants pour les communications optiques à haut débit. Ses domaines de compétence sont les tests de dispositifs et systèmes de télécommunications (des systèmes bas-coûts pour les réseaux d'accès et les centres de données aux systèmes très haut-débit employant la détection cohérente) ainsi que les caractérisations de composants d'optique intégrée, actifs ou passifs.

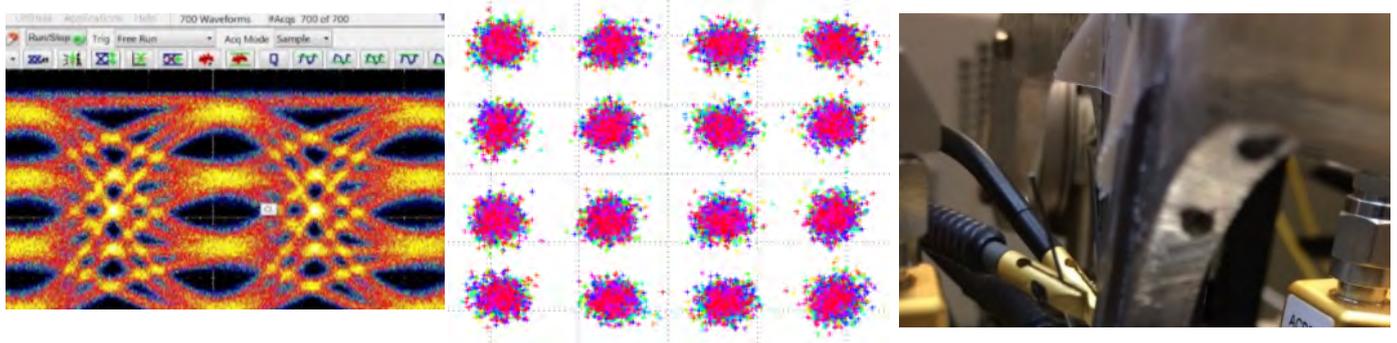
### DOMAINES DE COMPÉTENCES

🔗 Test de nouveaux dispositifs pour les communications optiques et le traitement du signal. Cela concerne par exemple le test de lasers semi-conducteurs, de modulateurs, de filtres optiques ou de dispositifs non linéaires. Nous sommes compétents pour tester les composants en boîtier mais aussi pour les mesures sous pointe de puces optoélectroniques.

Les principaux tests sont : les réponses statique, dynamique optique et électro-optique, les mesures petit signal, les mesures fort signal numérique ou analogique, les mesures de bruit (d'amplitude, de phase, de fréquence).

🔗 Test de liaisons optiques et de sous-systèmes. Nous sommes également pleinement équipés pour caractériser des liaisons et des sous-systèmes par des tests de taux d'erreur binaire ou de pénalité en puissance ou en rapport signal sur bruit.

Les principales caractérisations sont : la mise en œuvre de signaux optique haut débit utilisant des formats de modulation multi-niveaux en amplitude et en phase (RZ/NRZ-QPSK, 4PAM, 16QAM, OFDM) jusqu'à 50 GBaud, la détection de ces différents formats de modulation en détection directe, détection interférométrique ou détection cohérente, les mesures de taux d'erreur binaire en temps réel jusqu'à 50 GBaud, les lignes de transmission constituées de différents types de fibres (SSMF, DSF, NZDSF), compensation de dispersion chromatique (DCF), amplification optique (EDFAs, Raman).



## PHOTONICS BRETAGNE

La plateforme technologique de Photonics Bretagne est spécialisée dans le développement de composants optiques (fibres, capteurs, lasers) pour toutes applications : scientifique, télécom, défense, santé, usinage, mer, agroalimentaire, etc...

Elle conçoit, développe, produit et commercialise, sous la marque Perfos®, des fibres optiques spéciales (fibres optiques microstructurées), ainsi que des préformes, capillaires, tapers et composants fibrés divers. Elle possède également une activité dans le domaine de la biophotonique.

Photonics Bretagne, labellisée Centre de Ressources Technologiques, propose également des études pour des PME innovantes, souhaitant développer des systèmes basés sur la photonique : recherches bibliographiques, étude de marché, études de faisabilité...

### DOMAINES DE COMPÉTENCES

#### 🔬 Modélisation, Caractérisation et Etudes Techniques

Design et modélisation des propriétés de guidage des fibres optiques

- Profils et indices effectifs des modes guidés
- Pertes de confinement des modes guidés et pertes de courbures
- Biréfringence dans le cœur
- Propagation de la lumière dans les fibres optiques

#### Caractérisation

- Longueur d'onde de coupure du mode LP11 , diamètre de mode, ouverture numérique
- Mesure de pertes sur la plage 400 nm – 3400 nm
- Dispersion chromatique
- Profil d'indice de réfraction, analyse et optimisation d'épissure
- Analyse détaillée des contraintes dans une fibre

#### Etude technique et consulting

- Expertise sur les technologies laser et capteurs
- Recherche bibliographique
- Etude de faisabilité, réalisation de preuve de concept

#### 🔬 Fabrication de fibres optiques spéciales et de composants (marque PERFOS®)

Fibres microstructurées

- Fibre nonlinéaire
- Fibre à cœur creux (hollow core)
- Fibre à cœur suspendu
- Fibre infiniment monomode
- Fibre à maintien de polarisation
- Fibre pour source supercontinuum
- Fibre « airclad »

#### Fibres multi-cœurs et fibres faiblement multimodes

Fibres et préformes dopées (GeO<sub>2</sub>, SiF<sub>4</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Er, Yb, Tm...)

#### Tapers, combineurs, coupleurs

Capillaires et barreaux sur mesure (silice pure ou dopée)

#### Ingénierie biophotonique

- Etude de faisabilité, réalisation de preuve de concept en laboratoire
- Qualification optique : spectroscopie (UV, VIS-IR, Raman..)
- Transfert industriel et technologique



## LUMOMAT

Le RFI LUMOMAT (LUMière MOLécules MATière) est porté par 2 laboratoires de chimie ligériens (MOLTECH-Anjou (Angers), CEISAM (Nantes)), ce projet intègre également des équipes de chercheurs relevant de 5 autres laboratoires de la Région des Pays de la Loire (IMMM (Le Mans), IMN et CRCNA (Nantes), GEPEA (La Roche/Yon), LPhiA (Angers)).

Les partenaires développent, caractérisent ou étudient de nouvelles molécules organiques intégrables comme matériaux électro- ou photo-actifs dans des composants. LUMOMAT propose trois principaux domaines d'applications qui couvrent la chaîne complète de la molécule au composant : l'énergie, la santé et l'environnement, le stockage d'informations.

### DOMAINES DE COMPÉTENCES

#### ☛ Photovoltaïque 3ème génération, combustibles solaires et OLEDs : conception, élaboration, caractérisation, modélisation

- PV organique
- Cellules à colorants
- Cellules à gap intermédiaire
- OLEDs
- Spectroscopie théorique moléculaire prédictive et modélisation

#### ☛ Capteurs et sondes moléculaires pour la santé et l'environnement

- Surfaces fonctionnelles pour la détection d'entités biologiques (protéines, agents pathogènes) par voie optique

- Couches minces assemblées pour la détection de métabolites et prédiction de processus oxydatifs
- Assemblages supramoléculaires immobilisés pour la détection de polluants et d'ions métalliques
- Imagerie médicale, photothérapie dynamique

#### ☛ Nanosystèmes structurés pour le transport et le stockage optique de l'information

- Nanomatériaux hybrides photoluminescents
- Nanomatériaux hybrides photocommutables
- Nanomatériaux moléculaires auto-organisés pour la photonique



# La SATT Ouest Valorisation

Proposer aux entreprises des ressources d'innovation issues de la recherche publique





## TRANSFÉRER DES TECHNOLOGIES ÉPROUVÉES & DES EXPERTISES DE POINTE

La SATT Ouest Valorisation propose des technologies protégées, mûries et validées grâce à ses investissements massifs en R&D pour renforcer le leadership technologique des entreprises.

*L'équipe de la SATT apporte des réponses concrètes aux besoins de R&D et d'innovation des entreprises. Elle facilite l'accès aux laboratoires et simplifie la négociation des contrats.*



## FACILITER LES LIENS PUBLIC-PRIVÉ

La SATT Ouest Valorisation intensifie et diversifie les formes de coopération industrielle pour accélérer l'accès des entreprises aux technologies, compétences et équipements scientifiques des laboratoires de recherche publics.

*L'équipe construit les programmes de R&D pour passer du résultat de recherche au prototype préindustriel convaincant pour les entreprises et les faire gagner en compétitivité.*



## DÉTECTER & PROTÉGER LES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

La SATT Ouest Valorisation identifie des projets présentant un fort potentiel innovant, les évalue et élabore avec les chercheurs la meilleure stratégie de protection et de valorisation.

*L'équipe de la SATT accompagne au quotidien les chercheurs, développe le portefeuille de propriété industrielle des établissements et amplifie l'impact socio-économique de leurs recherches.*



A series of horizontal dotted lines for writing notes, spanning the width of the page.

RETROUVEZ-NOUS SUR :  
[www.ouest-valorisation.fr](http://www.ouest-valorisation.fr)



### Vos contacts au sein de la SATT Ouest Valorisation :



**Xavier Aduriz**

Ingénieur commercial  
SATT Ouest Valorisation  
[xavier.aduriz@ouest-valorisation.fr](mailto:xavier.aduriz@ouest-valorisation.fr)  
Tél : +33 (0)6 35 82 77 07



**Zakaria Guelilia**

Chef de projets thématiques  
SATT Ouest Valorisation  
[zakaria.guelilia@ouest-valorisation.fr](mailto:zakaria.guelilia@ouest-valorisation.fr)  
Tél : +33 (0)2 99 87 56 09



LE GRAND PLAN  
D'INVESTISSEMENT