

Photonics
France

Restitution de la journée

**PHOTONIQUE,
ENJEUX SOCIÉTAUX
ET RÉINDUSTRIALISATION**

22 JUIN 2023
PARIS



Actes de la journée de conférences et d'exposition sur la photonique
organisée par Photonics France le 22 juin 2023 à Paris
sous le parrainage d'Éric Bothorel, député des Côtes-d'Armor

Transcription et rédaction : Léa Hautefeuille et Prescyllia Dumas
Photographies : Fabrice Michel, Jeanne Bouligny et Prescyllia Dumas
Mise en page : Léa Hautefeuille
Impression : Frantz Rein - Studio Territoires

 Retrouvez l'enregistrement des interventions
sur notre chaîne YouTube.

Nous contacter : communication@photonics-france.org

Editorial



La photonique, qu'on définit simplement comme « la science et les technologies de la lumière », est en plein boom. Les usages sur l'ensemble des marchés d'application se développent : de nouveaux marchés apparaissent comme l'agriculture, l'agroalimentaire, l'environnement et l'industrie. Les grands industriels et les filières s'approprient la photonique comme technologie de rupture.

Nos excellents laboratoires français, de découvertes en innovations, sont récompensés par des Prix Nobel (2018, 2022, 2023 pour les plus récents) et nourrissent nos entreprises, en nouant de plus en plus de partenariats, clé de succès pour rester au top de l'innovation et de l'excellence technologique et industrielle comme nous savons le faire en France.

Nos entreprises, dont la croissance depuis deux ans est exceptionnelle (supérieure à 10 % par an), se consolident en diversifiant leurs marchés, voie indispensable pour ne pas être otage de marchés très changeants, voire volatils. Elles se consolident aussi en se regroupant, ce qui les renforce dans la compétition internationale sévère. On peut saluer leur agilité et leurs performances.

Pourtant, les obstacles sont déjà là, ou devant nous : recruter pour accompagner la croissance, attirer les jeunes vers les sciences et l'industrie, s'adapter aux conditions géostratégiques et financières actuelles.

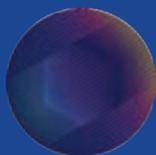
Il tient à nous, Photonics France, d'être à l'écoute de tous les acteurs et d'agir autant que possible pour les aider. L'État, avec lequel nous avons noué depuis quelques années des relations fortes et de confiance, y concourt également. Celui-ci nous soutient sur la formation, l'emploi et l'aide aux entreprises mais sa doctrine sur l'export et les rachats se durcit. Le « quoi qu'il en coûte » est derrière nous et il reste à gagner notre reconnaissance par une stratégie de filière bien identifiée, structurée et financée.

Photonics France s'est donnée pour mission de représenter, promouvoir, défendre, animer et coordonner la filière française de la photonique. Nos 200 adhérents industriels et académiques nous font confiance et je tiens à les remercier encore ici pour leur soutien, leur enthousiasme et leur appétit ! Un grand merci également aux associations Systematic, Photonics Bretagne, Alpha-RLH, Minalogic, Optitec, la SFO et le CLP qui animent, elles aussi, notre filière et soutiennent notre action.

Plus nos adhérents seront nombreux, plus la représentation de la filière sera légitime et plus nous aurons de moyens pour aller plus loin, plus vite !

La lumière va vite, la photonique aussi et notre énergie tend vers l'infini ! Vive la lumière, vive la photonique française !

Ivan Testart
Directeur Général de Photonics France



Photonics France est la fédération française de la photonique, représentant national unique et reconnu par les acteurs et les pouvoirs publics. Notre association a l'ambition de fédérer l'ensemble des acteurs de la filière pour représenter, promouvoir, défendre et développer la filière française de la photonique.

Aujourd'hui, près de 200 start-ups, PME, ETI et Grands Groupes, académiques et associations, fabricants ou distributeurs, nous font confiance pour les accompagner dans leur croissance et défendre leurs intérêts. Ainsi, Photonics France réunit les industriels spécialisés dans l'étude, le développement, la fabrication, l'intégration et la vente de composants, de produits ou systèmes intégrant des technologies photoniques mais également de nombreux organismes officiant dans le domaine. Ils adressent une grande diversité de domaines d'applications : santé, recherche, environnement, transports, bâtiments intelligents, éclairage, défense, et notamment la sécurité.

Sommaire

Ouverture : les politiques de soutien à la photonique

Animé par Thierry Georges et Thierry Dupoux, président et vice-président de Photonics France

Éric Bothorel, député des Côtes-d'Armor et parrain de l'évènement

Roland Lescure, ministre délégué chargé de l'Industrie

Cyril Moulin, chef de service de la stratégie, de la recherche et de l'innovation (SSRI), adjoint de la directrice générale de la recherche et de l'innovation (DGRI)

Thierry Dupoux, vice-président de Photonics France représentant du collège des industriels et des académiques et **Thierry Georges**, président de Photonics France

La photonique au service de la société et de la réindustrialisation

Animé par François Houbre, trésorier de Photonics France et directeur général de SAVIMEX

Présentation du projet Hélios : équipement agricole de stimulation par UV.

Baptiste Rouesné, CEO d'UV Boosting et **Jérôme Le Corre**, ingénieur optique

La spectroscopie pour l'analyse des microplastiques et le développement des polymères recyclables.

Denis Cattelan, directeur stratégique d'HORIBA France

La photonique chez Saint-Gobain pour améliorer la performance des vitrages.

Vincent Odent, chef de groupe R&D optique à Saint-Gobain

Applications industrielles du laser.

John Lopez, président du Club Laser et Procédés

Formation et emploi en photonique : réalisations et enjeux

Animé par Elisabeth Boéri et Thierry Chartier, co-présidents de la commission emploi et formation de Photonics France

Elisabeth Boéri et **Thierry Chartier**, co-présidents de la commission emploi et formation de Photonics France

La filière photonique au sein de l'Éducation nationale accompagnement et perspectives.

Emmanuel Serna, inspecteur général de l'Éducation, du Sport et de la Recherche

Exposition

Présentation de l'exposition des objets photoniques.

Souveraineté industrielle, enjeux de société... La filière photonique répond présent !

Les crises actuelles (sanitaire, économique et climatique) font de la souveraineté industrielle un sujet majeur du second quinquennat d'Emmanuel Macron. La filière photonique française répond à ces enjeux avec des solutions concrètes qu'elle présente aujourd'hui lors d'une conférence à l'Assemblée nationale à Paris.

Une journée de découverte des technologies photoniques

Photonics France organise aujourd'hui à Paris une conférence et une exposition sur les technologies photoniques au service des enjeux de société actuels.

La journée est parrainée par Éric Bothorel, député des Côtes-d'Armor, et soutenue par Roland Lescure, ministre délégué chargé de l'Industrie, et Bruno Bonnell, secrétaire général pour l'Investissement, qui ont salué à distance les participants.

Près de 150 acteurs et partenaires de la filière étaient rassemblés pour présenter leurs savoir-faire aux décideurs publics à travers des objets technologiques tangibles* : caméra rétinienne, miroir de télescope, casque de pompier...

L'enjeu climatique était notamment illustré par les interventions des sociétés UV Boosting (stimulation de végétaux sans pesticides) et HORIBA France (analyse et détection des microplastiques).*

La photonique au service de la société et de la souveraineté industrielle.

La photonique rassemble les sciences et technologies qui émettent, captent ou transforment la lumière, autrement dit les flux de photons. Laser, fibre optique, écran LED, caméra, télescope...

La photonique est partout ! Elle offre dès aujourd'hui des réponses concrètes aux problématiques de souveraineté industrielle.

Près de 1 150 entreprises françaises expertes dans les technologies de la lumière placent la France parmi les 5 leaders mondiaux. La photonique a été retenue par l'Union Européenne comme l'une des 6 technologies clés du 21^e siècle.

Un secteur clé en pleine croissance qui recrute massivement

La filière photonique est en plein développement. Elle rassemble 84 000 emplois et propose chaque année 8 000 nouveaux postes pour tous niveaux : opérateurs, techniciens, ingénieurs, doctorants...

Les entreprises photoniques rencontrent de nouveaux besoins en compétences techniques mais aussi marketing, industrielles et commerciales.

Pour y répondre, Photonics France travaille avec le ministère de l'Éducation nationale, les rectorats d'académie et l'OPCO 2i sur plusieurs projets :

- mise en place d'un bac pro « Optique Photonique : Technologies de la Lumière » à la rentrée 2024,
- refonte du BTS « Systèmes photoniques »,
- publication récente d'un Zoom ONISEP sur les métiers de l'électronique et la photonique.

Les sciences et technologies de la lumière offrent des solutions immédiates à la souveraineté industrielle et aux enjeux de société contemporains. Photonics France appelle les décideurs publics à se saisir des perspectives de développement apportées par une filière porteuse d'avenir.

** Présentation de l'exposition page 38*



Ouverture : les politiques de soutien à la photonique

Session animée par Thierry Georges et Thierry Dupoux, président et vice-président de Photonics France



*Démonstration de la caméra d'analyse et de surveillance bi-spectrale - Lynred et Senssight
Éric Bothorel, Ivan Testart et David Billon-Lanfred*

“Faire de la France un hub d’innovation mondial en photonique”



Eric Bothorel

Député des Côtes-d’Armor

C’est un plaisir de vous accueillir aujourd’hui à l’Assemblée nationale pour mettre en lumière une filière trop méconnue du grand public.

En tant que député des Côtes-d’Armor, j’essaie de suivre les travaux de Photonics Bretagne de manière aussi assidue que possible mais les députés n’ont pas forcément l’expertise et les connaissances que vous avez.

Vous faire connaître est l’un des enjeux que vous avez à traverser : vous êtes partout et parfois tellement partout qu’il nous arrive d’en oublier votre présence. Il suffit de regarder dans les stands de l’exposition présentée aujourd’hui : on y trouve des miroirs, des visières, des outils scientifiques... La photonique est en effet bien plus qu’une simple discipline scientifique : elle est une véritable clé qui ouvre la porte de l’innovation pour notre siècle.

J’en veux pour preuve le nombre de scientifiques récompensés par un prix Nobel pour leurs travaux sur la photonique ces dernières années. Pas moins de quatre Français se sont vu décerner le prestigieux prix Nobel de physique pour leurs travaux sur la photonique.

En 2022, Alain Aspect a ainsi reçu cette distinction pour ses recherches sur les photons intriqués. Au total, depuis la naissance de la science photonique dans les années 60, ce ne sont pas moins de 16 prix Nobel dont les travaux dans cette discipline ont été honorés. Il s’agit donc d’un domaine d’excellence, dans lequel la France est à l’avant-garde

La photonique est omniprésente dans notre vie quotidienne, bien que nous n’en ayons pas toujours conscience : des fibres optiques jusqu’aux écrans haute résolution de nos téléphones intelligents, en passant par les lasers qui révolutionnent la médecine et l’industrie. Elle est le moteur de nombreuses avancées technologiques.

Si la France est à l’avant-garde de ces innovations, c’est en partie grâce à nos formations et nos savoir-faire d’excellence. Un bac pro « Optique Photonique : Technologies de la Lumière » verra bientôt le jour, et viendra compléter nos cursus en écoles et universités déjà reconnues à l’international.

La photonique est un secteur d’avenir pour nos emplois et notre industrie.

Un exemple avec Lannion qui, dans l’imaginaire collectif, est le berceau des télécoms. Pour autant, la réalité des chiffres nous montre qu’aujourd’hui à Lannion l’écosystème photonique a dépassé en effectif celui des télécoms malgré la présence d’acteurs majeurs comme Orange, Nokia, Ericsson...

C’est sans précédent et représentatif de l’essor du secteur : la photonique, aujourd’hui, c’est plus de 1 000 entreprises, 20 milliards d’euros de chiffre d’affaires annuel, 80 000 emplois et 5 000 à venir dans les prochaines années rien qu’en France.

C’est pourquoi il est essentiel de mettre en lumière l’importance de ce secteur. Les investissements dans la recherche et le développement de la photonique doivent être soutenus et encouragés, je le répéterai à Bruno Bonnell.

En favorisant la collaboration entre les universités, les entreprises et le gouvernement, nous pouvons accélérer l’innovation et créer des écosystèmes dynamiques propices à la croissance du secteur.

C’est d’autant plus indispensable dans le contexte actuel de réindustrialisation impulsé par la France et par le président de la République. La photonique joue un rôle essentiel en permettant le développement de technologies de pointe, en favorisant l’automatisation des processus de production et en améliorant l’efficacité énergétique. La photonique est au carrefour d’un certain nombre des enjeux et des challenges que nous avons à relever pour les années à venir.

Le plan France 2030 nous a déjà permis de renforcer la dynamique du secteur. Aujourd’hui, nous devons accélérer pour faire de la France un hub d’innovation mondial en photonique.

L’Union européenne constitue également une bonne échelle pour ce combat. Dès 2009, elle a identifié la photonique comme l’une des six technologies clés pour l’Europe. La Commission européenne a également signé par le passé un partenariat public-privé avec la plateforme technologique européenne Photonics21. Cette dernière regroupe les principales industries photoniques et des acteurs de la recherche et du développement, concernés tout au long de la chaîne de valeur économique, et ce dans toute l’Europe.

Nous devons poursuivre cette stratégie de partenariat public-privé pour continuer à financer la recherche et l’innovation et ainsi cimenter le leadership industriel de l’Europe en photonique. C’est indispensable pour nos emplois, notre croissance et notre souveraineté.

Enfin, je remercie chacun d’entre vous pour votre soutien à ce secteur vital, pour votre volonté de promouvoir la recherche et l’innovation, et pour votre combat pour rappeler l’importance de la photonique dans nos vies. Il est temps, je crois, dans notre pays comme dans d’autres, de remettre la science au milieu du village après avoir occupé le village par bien d’autres choses.

Je terminerai par ces mots : « vive les technologies de la lumière ».



Éric Bothorel, Thierry Georges et Thierry Dupont



“La photonique est l’une des briques de notre souveraineté”

Roland Lescure

Ministre délégué chargé de l’Industrie

C’est un plaisir pour moi d’ouvrir cette après-midi de colloque dédiée à la photonique sous l’égide de Photonics France. Je voudrais d’abord saluer le parrain de votre événement, Éric Bothorel, député des Côtes-d’Armor, qui est aussi un ami. C’est un membre éminent de la commission des affaires économiques et je le sais très investi sur les questions de souveraineté industrielle et numérique.

La photonique est l’une des briques de notre souveraineté. Elle joue un rôle central dans notre industrie et il est particulièrement bienvenu de la faire connaître au plus grand nombre.

C’est ce que vous faites aujourd’hui en rassemblant parlementaires, décideurs publics, décideurs privés, industriels, écoles, étudiants, organismes de formation et médias.

La photonique est partout : c’est à la fois un immense atout et sans doute une difficulté pour se faire connaître en tant que filière. On la trouve dans les lasers, dans les écrans LED ou les fibres optiques. Ses technologies vont dans l’espace, équipent les pilotes de rafale ou sécurisent les transactions bancaires. Elle est aussi dans 1 150 entreprises qui génèrent 20 milliards d’euros de chiffre d’affaires,

dans des organismes de recherche de pointe et dans des associations qui la font rayonner sur nos territoires. Je pense par exemple à Lannion, ville chère à Éric Bothorel.

La photonique est une filière importante pour notre pays. D’abord parce que la France s’y place parmi les 5 leaders mondiaux et que l’Union européenne en a fait l’une des six technologies clés du 21^e siècle. Ensuite parce qu’elle offre dès aujourd’hui des solutions de haute technologie aux enjeux de souveraineté industrielle – décarbonation, transition écologique, digital - qui sont au cœur de l’action du gouvernement. Vous en aurez aujourd’hui preuve par l’exemple.

Enfin, cette filière est importante par les nombreuses opportunités de formation, d’emplois et de carrière qu’elle offre avec chaque année 8000 nouveaux postes pour tous les niveaux de qualification.

Sur tous ces enjeux, l’État est à vos côtés, notamment avec le plan « France 2030 » qui démontre chaque jour sa force de frappe et sa capacité de transformation des secteurs stratégiques de notre économie.

Je vous souhaite à tous une après-midi inspirée et des échanges très riches.



Samuel Bucourt, Ivan Testart, Éric Bothorel, Thierry Georges et Thierry Dupoux



Damien Deubel, Ivan Testart et Éric Bothorel





”Allier une recherche foisonnante et des objectifs appliqués”

Cyril Moulin

Chef du service de la stratégie, de la recherche et de l'innovation [SSRI]
Adjoint à la directrice générale de la recherche et de l'innovation [DGRI]

C'est un plaisir et un honneur d'être présent pour l'ouverture de cette après-midi sur les enjeux sociétaux et la réindustrialisation vu sous l'angle de la photonique. C'est important que la recherche publique fondamentale soit présente.

La photonique englobe toutes les sciences et les technologies de la lumière. C'est un domaine avec des applications présentes dans le quotidien de chacun : de l'éclairage aux images en passant par les communications par fibre optique ou l'usage de l'énergie photovoltaïque. Ses champs d'application sont immenses.

Quand nous parlons de photonique, nous pensons aux diagnostics médicaux avec l'imagerie. Nous pensons à la miniaturisation extrême en électronique, à la robotique et au contrôle de mouvement.

Cela concerne également tous les capteurs optiques utilisés dans les activités humaines : détection des polluants dans l'environnement, sécurité alimentaire,

navigation des véhicules autonomes, reconnaissance faciale. Tous ces domaines font appel à la photonique.

Si cette photonique est au cœur de tant d'applications, c'est aussi grâce à la recherche fondamentale qui a permis tous ces développements technologiques et donc toutes ces applications. J'ai l'honneur de représenter le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (MESRI). Nous contribuons au plan « France 2030 » qui axe fortement un certain nombre de recherches fondamentales et appliquées dans un continuum recherche et innovation assez novateur.

Le deuxième pilier pour la photonique est l'Agence nationale de la recherche (ANR) qui finance des projets beaucoup moins ciblés.

Au ministère, nous pensons que l'alliance d'une recherche foisonnante et d'objectifs appliqués fait le potentiel de l'industrie française, en particulier dans le domaine de la photonique.

Tous ces projets sont menés au sein de laboratoires de recherche dans les universités et des organismes tels que le CEA, le CNRS, l'Inserm pour la santé, l'Inria pour le numérique, etc. Ils sont souvent menés en partenariat avec des industriels. Un grand nombre de laboratoires de recherche en France travaillent soit sur la photonique en elle-même, soient sur ses potentialités pour mener à bien leurs travaux..

J'ai réalisé qu'à l'époque où j'étais chercheur, j'ai été un utilisateur acharné de technologies photoniques. Avant que le terme « photonique » ne soit utilisé, j'ai travaillé sur des capteurs spatiaux pour observer la terre et donc participé, il y a quelques décennies, à l'émergence de la filière.

Le MESRI finance et soutient des grandes infrastructures de recherche dont plusieurs sont basées sur des applications de la photonique, tel que les grands télescopes pour l'astronomie, l'astrophysique, les lasers de puissance ou les synchrotrons.

Ces infrastructures qui se placent au meilleur niveau international sont mises à disposition des chercheurs mais aussi des industriels. Elles forment le socle indispensable à toute recherche de pointe dans ces domaines.

Comment ne pas évoquer le quantique qui est un des grands défis de la décennie. La stratégie nationale pour les technologies quantiques a été lancée par le président de la République en janvier 2021 dans le cadre du plan « France 2030 ». Un grand programme de recherche fondamentale doté de près de cent-cinquante millions d'euros vise à préparer les solutions quantiques de demain dans le domaine à la fois du calcul, des communications, des capteurs. Celui-ci est déjà bien en route et va se poursuivre sur les six ou sept prochaines années.

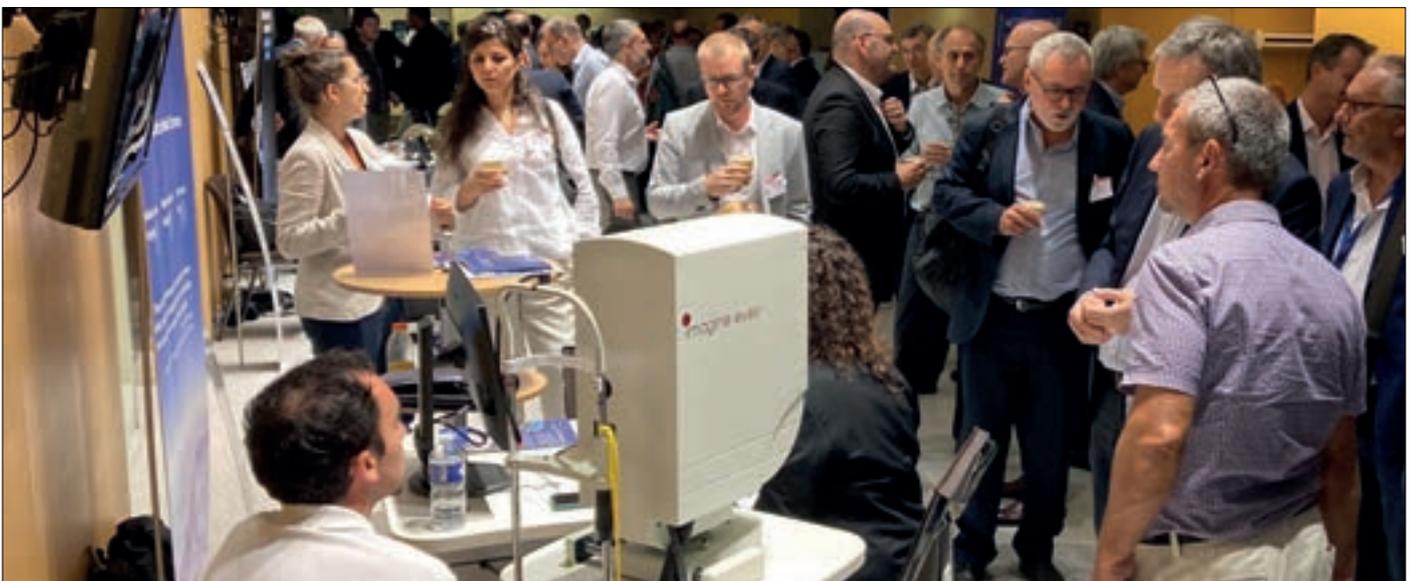
La photonique permet aussi des progrès en médecine et en biologie avec des instruments toujours plus performants en résolution, pour explorer en particulier l'intérieur des organes ou des cellules vivantes, et des applications en endoscopie, en chirurgie ou en thérapie photodynamique.

Le projet européen SCANnTREAT a été lancé en 2020. Il implique l'université Claude Bernard Lyon 1, l'Inserm et les Hospices civils de Lyon. Il propose de diagnostiquer et de traiter une tumeur cancéreuse, en combinant une imagerie par scanner et une thérapie photodynamique activée par rayon X.

Je m'arrêterai également sur les grandes récompenses récentes de la recherche française en photonique. En 2012, Serge Haroche obtient le prix Nobel pour ces méthodes expérimentales novatrices qui permettent la mesure et la manipulation des systèmes quantiques individuels. En 2018, le prix Nobel est décerné à Gérard Mourou pour ses travaux pionniers sur les lasers ultra brefs et ultra intenses. Et enfin Alain Aspect en 2022, avec son prix Nobel sur l'intrication des photons qui ont permis d'appréhender le cœur de la théorie quantique.

La photonique est à la fois un magnifique sujet de recherche et un puissant outil pour les différentes applications sur lesquelles vous travaillez. La recherche française y apporte une brique importante.

Si Bruno Bonnell participe à vos discussions sur une stratégie autour de la photonique, soyez sûrs que la recherche française y participera aussi bien au niveau national qu'international.



Caméra rétinienne - Imagine Eyes

”Il faut un maillage du territoire avec des savoir-faire photoniques”



Thierry Georges
Président de Photonics France



Thierry Dupoux
Vice-président de Photonics France

Nous allons vous dresser à présent un panorama de la filière photonique française.

La photonique est une deeptech au service des autres marchés applicatifs. C’est même souvent une deeptech au service des autres deeptech. Pour réaliser des nanostructures, il faut de la photonique. Pour créer les processeurs de demain avec des communications ultra haut débit, il faut de la photonique. L’intelligence artificielle ne va pas pouvoir fonctionner sans puce électronique ou sans données parallélisées.

Elle a besoin d’être nourrie et elle est souvent nourrie par des capteurs photoniques. La photonique n’est pas en position centrale mais c’est un élément essentiel de notre industrie.

Certains marchés applicatifs travaillent déjà avec la photonique depuis très longtemps notamment les télécommunications, la recherche, la mobilité et la défense.

Ce sont des technologies en fort développement : dans cinq ans sortiront des solutions que nous n’imaginons pas aujourd’hui, ou du moins, que nous n’imaginons pas en produit.

Nous devons continuer à évoluer dans ces domaines pour ne pas être devancés par les autres pays.

Notre mission est d’accompagner les marchés applicatifs qui n’ont pas l’habitude de travailler avec la photonique pour leur montrer qu’ils peuvent acquérir un avantage concurrentiel majeur sur les autres. Pour éviter une fracture photonique entre régions, avoir un maillage du territoire avec des savoir-faire photoniques est très important.

Nous sommes frappés par la vision large des pouvoirs publics sur les grandes filières industrielles autant que par l’absence de prise en compte des filières transverses, appelées également des « métiers », il y a de nombreux métiers historiques : l’électronique, la mécanique, l’optique... La photonique en est un.

En tant que filière transverse nous avons des enjeux et nous nous fixons des objectifs. Cependant, les pouvoirs publics considèrent que c’est à travers la mutualisation que nous pourrions nous pérenniser et que l’effort doit être porté de manière transverse pour nous permettre de nous développer et, à la fin, de préserver la souveraineté industrielle.

Un certain nombre de sujets nouveaux à la mode émergent tous les 6 mois et viennent percuter les métiers historiques : le numérique, le quantique, l'intelligence artificielle... Il faut savoir en faire le tri et éviter de créer de nouveaux ensembles qui apporteraient plus de complexité et de confusion. Dans le quantique par exemple, des sujets relèvent de la photonique et d'autres n'ont rien à voir. Il faut diagonaliser tous ces sujets pour les mettre dans le bon ordre.

Beaucoup de filières nous envient nos chiffres : 14 milliards de chiffre d'affaires pour notre industrie sur les 19 milliards au total de la filière, 300 laboratoires... Si nous en sommes là c'est grâce à la recherche et à sa qualité.

Cyril Moulin nous a présenté une recherche française incroyable qui fournit de nombreux prix Nobel. Nous sommes le deuxième pays détenteur de prix Nobel en photonique derrière les États-Unis. Beaucoup nous envient cette recherche mais, comme dans d'autres domaines, nous devons améliorer le transfert de technologies. C'est beaucoup mieux qu'il y a dix ans, mais ce n'est pas encore suffisant.

Notre place dans le top cinq mondial est significative. Malgré tout, rien n'est acquis car d'autres pays leaders investissent en ayant bien compris l'importance de cette filière (États-Unis, Asie, Allemagne...). Il faut continuer d'investir pour garder cette position et nous battre sur la réglementation internationale, notamment la gestion des licences d'exportation pour les biens à double usage.

On peut faire un rapide parallèle entre le plan « France 2030 » et la loi de programmation militaire qui vient d'être votée. Dans le domaine de la défense, les sujets de souveraineté sont encore plus critiques que dans le monde civil. Pourtant, les infrastructures, les moyens de transports sur la santé sont sûrement aussi critiques que ceux de la défense.

Nous avons un rôle à jouer dans la transition écologique et énergétique. Pour commencer, il nous faut être plus vertueux dans notre propre fabrication.

Nous pouvons surtout permettre aux autres secteurs d'être plus vertueux grâce à nos produits et à nos solutions, comme une LED à faible consommation ou un verre réduisant l'utilisation de la climatisation.

La formation est un point crucial. Aujourd'hui, les entreprises forment elles-mêmes leurs salariés faute d'un nombre suffisant de jeunes diplômés.

Cela reste insuffisant pour permettre aux entreprises de se développer comme elles le souhaitent. Nos métiers sont en tension, c'est une certitude, car nous avons du mal à recruter à tous les niveaux, du bac pro à l'ingénieur. Il y a un effort à faire sur ce sujet avec les pouvoirs publics pour développer les formations bac pro, BTS et BUT.

Aujourd'hui, les grands financements de l'État sont plutôt rendus par filière applicative. Or les filières applicatives ont besoin de la photonique et font appel à nous. Des petits financements sont disponibles pour les entreprises mais les gros financements sont plus difficiles à obtenir, à part sur le quantique.

Il faut développer des financements spécifiques sur des composants structurants. Avec une vision sur l'ensemble des applications, nous pourrions développer des composants plus versatiles, produits plus efficacement et en plus grande quantité.

En moyenne, 30 startups naissent chaque année. Ce ne sont pas des étoiles filantes : elles se consolident et se pérennisent. Nous avons tendance à vouloir préserver nos pépites mais cela rend plus difficile l'obtention de financements.

Nous aurions intérêt à multiplier par cinq le nombre de startups, quitte à en perdre une ou deux, les laisser se racheter, acheter des concurrents ou des compléments étrangers, pour continuer de stimuler les financements.

C'est à nous de convaincre l'ensemble de nos partenaires et les pouvoirs publics pour construire une véritable stratégie nationale concertée qui garantisse la souveraineté industrielle française.

Dans le passé, nous imaginions un Comité Stratégique de Filière. L'idée n'est peut-être plus à la mode mais le nom a peu d'importance : l'essentiel est de se demander comment mieux travailler ensemble.





La photonique au service de la société et de la réindustrialisation

*Session animée par François Houbre,
trésorier de Photonics France et directeur général de SAVIMEX*



François Houbre, Baptiste Rouesné, Jérôme Le Corre, Vincent Odent, John Lopez et Denis Cattelan



”Contribuer à rendre l’agriculture plus résiliente”

Baptiste Rouesné
CEO d’UV Boosting

Jérôme Le Corre
Ingénieur optique

UV Boosting est une start-up qui a 6 ans. Nous concevons et commercialisons une solution de stimulation des défenses des plantes grâce aux UV-C.

Le concept est assez simple : nous fabriquons des panneaux UV qui sont directement fixés sur le tracteur des agriculteurs ou des viticulteurs qui permettent de mieux protéger les plantes des maladies, du gel, du stress hydrique et de tout un tas d’agressions pour leur permettre d’être moins dépendant aux produits phytosanitaires et de mieux résister à certains impacts liés au changement climatique.

UV Boosting est née des recherches de l’université d’Avignon. Deux professeurs ont découvert le procédé au cœur de la démarche d’UV Boosting. Ils se sont associés à une start-up studio nommé Techno Founders dont la mission est de commercialiser des innovations issues de la recherche publique, d’universités, du CNRS ou de centres de recherche.

Nous avons également été aidés avant la création de la société par la SATT Sud-Est qui a financé un programme

de maturation pour vérifier que l’idée scientifique à la base d’UV Boosting avait la capacité de se transformer en startup. Ce qui est le cas aujourd’hui.

Nous concevons des panneaux UV que nous allons monter directement sur les tracteurs. Ces panneaux génèrent de la lumière UV-C. Pour les non-initiés, la lumière UV-C est une partie du spectre solaire qui est filtrée par la couche d’ozone. Il n’existe donc pas de rayonnement UV-C à l’état naturel sur terre.

Les plantes vont voir ce rayonnement UV-C sous forme de flash car le tracteur avance à une vitesse d’environ 4 km/h, ce qui pour les plantes représente une exposition de moins d’une seconde. L’exposition va déclencher la production d’acide salicylique : une hormone messagère universelle pour les plantes qui forme l’un des principaux composants de leur système immunitaire.

En passant régulièrement les machines que nous concevons, nous entraînons la plante à activer ses défenses immunitaires et donc à réagir plus rapidement aux différents stress de son environnement que ce soient les maladies ou les stress abiotiques.

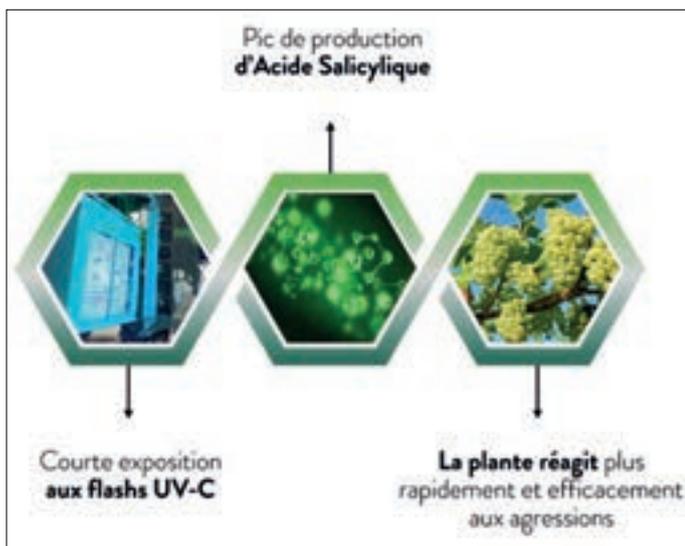
Les effets sont concrets pour les agriculteurs quelle que soit leur culture car l'acide salicylique est une hormone universelle. UV Boosting a déjà testé (au moins de manière expérimentale) son procédé sur une vingtaine de cultures en observant des effets significatifs.

Pour les maladies fongiques telles que le mildiou ou l'oïdium, nous réussissons à réduire la quantité de maladies de 50 %. Ce processus permet de combattre la maladie plus efficacement pendant les années où la maladie est très présente. Il permet également à des agriculteurs de se convertir à l'agriculture biologique en évitant de perdre trop de techniques de défense et d'avoir une arme complémentaire. On s'inscrit donc pleinement dans une agriculture plus vertueuse.

On constate une augmentation des événements climatiques extrêmes. Les gelées apparaissent dans les médias avec des images des viticulteurs qui utilisent de l'eau, des braseros ou des hélicoptères pour les combattre. La stimulation UV permet de réduire les dégâts liés au gel de 20 à 40 %.

La stimulation UV permet également de diminuer les pertes liées à la sécheresse et d'obtenir 40 % de rendement en plus sur les domaines où la vigne avait été stimulée.

Un dernier effet que l'on quantifie : l'amélioration de la nutrition des plantes ainsi que leur capacité à absorber les nutriments du sol.



Extrait de la présentation d'UV Boosting.

Tout cela contribue à rendre l'agriculture plus résiliente.

Aujourd'hui nos produits sont assemblés et conçus en France dans notre atelier de production dans les Yvelines. L'entreprise comprend 25 collaborateurs dans les



Hélios - UV Boosting

Yvelines mais aussi en Champagne et à Bordeaux. En période de pic de production, nous atteignons jusqu'à une dizaine de contrats courts.

Nous possédons trois brevets déposés en propre en plus du brevet initial de l'université d'Avignon que nous exploitons. UV Boosting s'étend sur 500 mètres carrés de production que nous espérons voir grandir dans les prochaines années avec également 500 mètres carrés de serres expérimentales sur notre site des Yvelines.

L'enjeu de la production en France reste très important pour nous. Nous avons à cœur de continuer à assembler et à produire nos équipements en France et pas seulement d'exercer une activité de commercialisation. Mais sur l'ensemble de notre chaîne d'approvisionnement, il est difficile d'obtenir certains composants en France.

C'est parfois une question de coût : si nous voulons garder un coût abordable pour les viticulteurs, nous ne pouvons pas toujours nous permettre de nous fournir auprès d'industriels français. C'est aussi tout simplement car les fournisseurs français n'existent pas ou n'existent plus. Il en existe encore en Allemagne ou en Italie comme c'est le cas pour la fabrication des ampoules LED UV-C.

On rencontre des difficultés à recruter des talents, notamment sur des profils de techniciens ou d'ingénieurs très expérimentés. Cet enjeu est loin d'être spécifique à UV Boosting.

Enfin, s'il y a plus d'opportunités que dans les années 90, les financements se raréfient depuis 18 mois avec notamment la guerre en Ukraine. Pour une jeune entreprise comme la nôtre, le climat est incertain et rend notre développement plus difficile.

”La photonique n’est pas loin d’être les yeux de l’industrie”



Denis Cattelan

Directeur stratégie d’HORIBA France

HORIBA France est une société assez ancienne. Anciennement appelée Jobin Yvon, la société a fêté ses deux cents ans. Un de nos premiers clients a été Augustin Fresnel à qui nous avons délivré les lentilles de Fresnel que l’on trouve dans les phares.

Nous avons continué l’activité autour du principe de proposer, à l’aide de composants photoniques, des solutions et des instruments de mesure qui sont utilisés dans la recherche ou dans l’industrie en tant que contrôle qualité et procédés. Nous venons proposer ces solutions à différents métiers : l’analyse des matériaux, l’environnement, le vivant et les semi-conducteurs.

Je vais vous parler plus spécifiquement de la partie environnement avec l’analyse des microplastiques ainsi que de la manière dont l’industrie de la chimie et des polymères fait évoluer ces techniques pour moins polluer et moins créer de microplastique. Il est capital de relier les enjeux dont nous parlions précédemment et la manière dont nos produits viennent y répondre. Il faut aujourd’hui être capable de caractériser les microplastiques en termes de détection, d’identification et de quantification.

Il faut aussi connaître l’impact qu’ils ont sur la santé. Ces études permettent de définir des normes pour nous protéger et s’assurer que la qualité des eaux que l’on boit est suffisamment bonne.

Mesurer et comprendre est important mais il faut aussi diminuer l’impact de la production de plastique. Toute l’industrie des polymères travaille à réduire les quantités utilisées et travaille au recyclage. Nous avons conscience que nous ne pourrions pas les faire disparaître complètement et nous travaillons donc à comprendre la toxicité qui va être issue de ces cycles de recyclage.

Il est essentiel de comprendre comment réduire l’impact des plastiques sur l’environnement, en utilisant par exemple des polymères biodégradables tout en conservant les fonctions premières des polymères et des plastiques en particulier pour faire de l’emballage. Nous allons maintenant faire le lien avec notre activité et plus particulièrement notre activité de spectroscopie et plus particulièrement la spectroscopie Raman.

Le principe de la spectroscopie Raman est la capacité à faire interagir un laser avec la molécule que nous souhaitons étudier.

La molécule reçoit le faisceau laser, vibre et renvoie de la lumière. Nous allons ensuite analyser la lumière réémise. Selon la forme qu'elle prend, nous sommes capables d'obtenir plusieurs informations : identifier la matière, la quantifier, comprendre la structure de cette molécule, son état de cristallinité ainsi que l'environnement dans lequel elle émet et la manière dont elle est stressée par son environnement. Toutes ses informations sont cruciales pour les industriels.

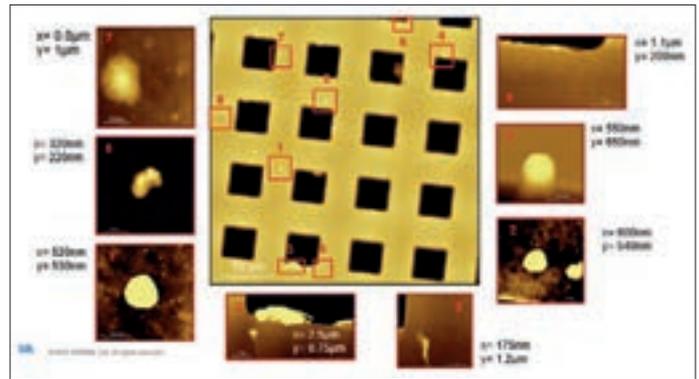
Nous apportons un protocole d'analyse à nos clients : comment récupérer des microplastiques dans de l'eau, en venant les récupérer sur un filtre, puis savoir les mesurer et les identifier. Nous avons 10 000 microplastiques identifiés, caractérisés, classés en fonction de leurs caractéristiques.

Ces informations sont cruciales car elles permettent de savoir combien il y a de microplastiques dans l'environnement de nos éléments d'analyse que ce soit pour des industriels tels que des fabricants d'eau mais également pour des fournisseurs d'eau potable tels que Suez, Véolia ou plein d'autres.

Ce qu'il va falloir faire demain, c'est fournir des outils industriels permettant de répondre aux normes qui seront en application d'ici quelques mois. Mesurer de manière automatisée les normes que nous allons nous imposer pour notre sécurité, notre santé... De fortes capacités d'analyse seront nécessaires pour réussir à développer ces systèmes et les délivrer à nos clients.

Nous devons ensuite apprendre à diminuer voire faire disparaître les microplastiques. Toute l'industrie de la chimie, qui en est le premier producteur et fournisseur, y travaille. Elle doit conserver les propriétés de résistance, de perméabilité que ce soit à l'eau ou à l'oxygène, fournir des éléments de traçabilités pour comprendre le parcours de vie d'un plastique et permettre un recyclage efficace.

Nous devons réussir à assurer que les plastiques finissant malgré tout dans l'environnement puissent disparaître. L'industrie chimique travaille sur des structures de plus en plus élaborées. Le packaging, par exemple, contient des structures multicouches de plus en plus complexes pour obtenir la fonction dont on a besoin pour le plastique.



Recherche sur les nanoplastiques

Nos outils de mesure leur permettent d'identifier et comprendre la structure moléculaire de la matière qu'ils viennent de réaliser et les aident à évaluer la cristallinité, la molécule, les défauts mais aussi les éléments d'épaisseur... Cela permettra d'avoir demain des plastiques et des emballages qui auront un impact bien moindre sur l'environnement.

Les perspectives d'amélioration de l'industrie des microplastiques sont notables mais nous ne pouvons pas faire sans. Actuellement nous savons identifier et mesurer des microplastiques jusqu'à un-demi-micron mais il y a des éléments bien plus petits qu'il va falloir mesurer et comprendre. La mesure et l'identification des nanoplastiques est un sujet clé. Nos recherches portent sur un produit permettant de détecter des nanoplastiques sur des filtres et de les identifier. Le but consiste à réussir à le développer pour pouvoir le proposer au plus grand nombre d'utilisateurs.

Nous allons diminuer l'impact et la quantité des plastiques mais il en restera. Nous devons également trier efficacement ce que nous mettons dans notre poubelle jaune. L'enjeu est d'être capable de fournir un tri à haut débit et à forte sélectivité. Il est crucial que les plastiques triés qui retournent dans la chaîne industrielle soient bien compris et bien maîtrisés, sinon nous ferons face à des plastiques de plus en plus néfastes pour notre santé.

L'industrie du tri a une appétence pour recevoir un produit ou un outil photonique qui sait interpréter. Nous devons l'aider à intégrer nos techniques. Derrière tous ces défis il reste beaucoup à investir en recherche et développement pour donner du sens à ce que nous mesurons en photonique.

La photonique n'est pas loin d'être les yeux de l'industrie. Aidons l'industrie à utiliser nos capteurs, nos technologies, pour répondre à leurs problèmes.

”La photonique est une clé pour réindustrialiser”



Vincent Odent

Chef de groupe R&D optique à Saint-Gobain

Le groupe Recherche et Développement Optique de Saint-Gobain se situe du côté de Compiègne qui est très orienté sur la partie verrière.

Saint-Gobain est une entreprise de plus de 350 ans créée par Colbert dont la première réalisation est la galerie des Glaces de Versailles. C'est aujourd'hui une multinationale présente dans 75 pays, qui comprend 8 centres de recherches et développement à travers le monde, près de 70 000 collaborateurs et 900 sites de production.

Il existe trois sites de recherche et développement en France : celui de Paris - le centre historique qui fait plus de la recherche fondamentale - et deux autres centres à Compiègne et à Cavaillon.

Saint-Gobain dépose environ 400 brevets par an que ce soit pour de l'innovation de produits ou d'amélioration de process dans nos usines.

Saint-Gobain est une entreprise très présente dans le bâtiment, l'aérospatial et, même si le grand public en

a moins conscience, nous sommes présents sur les sciences de la vie.

Nous avons du verre partout chez nous. C'est un matériau assez ancien mais nous pouvons encore faire de l'innovation dans ce domaine. La photonique est omniprésente soit pour ajouter des fonctionnalités, soit pour qualifier les produits, soit pour les améliorer les process.

La photonique est une clé pour réindustrialiser.

En termes de produits innovants, Saint-Gobain possède une entité qui s'appelle Sage Glass, basée aux Etats-Unis, qui produit des verres électrochromes permettant de teinter le verre par le dessus ou par le dessous.

Saint-Gobain se positionne beaucoup sur le confort de l'habitat notamment l'amélioration du confort visuel. Beaucoup d'études permettent de relier la mesure optique de la lumière à la perception humaine.

La partie verrière vient ajouter des solutions actives sur les verres standards avec des micros ou des nanomatériaux qui réagissent avec la lumière. Ce type de produits apporte aussi des solutions de confort thermique. La photonique et le thermique sont très liés dans le secteur du bâtiment. Il y a une forte demande de nos clients car ces produits peuvent apporter une plus-value et permettent de se démarquer des concurrents.

Pour améliorer les performances des verres, nous fabriquons du verre structuré ainsi que des couches minces qui apportent des fonctionnalités de diffusion de la lumière : meilleure transmission en optimisant les conditions de diffusion sur le verre ainsi que des niveaux de confidentialité qui sont apportés par la texturation du verre, avec des motifs travaillés en amont par des designers.

Dans le domaine de la confidentialité, nous avons créé le vitrage Priva-Lite qui permet de gérer l'opacité et la diffusion de la lumière à travers le vitrage. Il s'agit de cristaux liquides qui, dès que l'on applique un courant, vont se réorienter pour laisser passer la lumière. C'est aussi une solution active qui est intégrée dans le bâtiment.

Beaucoup d'innovations concernent les parebrises automobiles à travers l'affichage tête haute. Pour projeter des images de qualités, il faut un verre qui soit irréprochable. Nous sommes contraints de développer des nouvelles méthodes de détection et de mesure de qualité du verre que nous allons intégrer



Présentation des verres de confidentialité passive

sur les lignes de production. Un exemple avec le toit diffusant AmpliSky de la Renault Rafale : il est possible de choisir la partie que nous voulons opacifier.

Beaucoup d'innovations vont arriver dans ce domaine dans les prochaines années. Ce produit montre encore une fois l'importance du domaine du confort visuel pour Saint-Gobain.

Le groupe de recherche et développement en optique de Compiègne fabrique aussi des systèmes d'inspection pour les usines. Nous n'inventons pas de nouvelles technologies mais nous utilisons des technologies existantes en les intégrant dans nos usines :

- La technologie confocale chromatique permet de faire des mesures d'épaisseur du verre directement des lignes de production.
- La technologie de déflectométrie est fiable même si elle n'est pas récente. Elle est toujours utilisée pour mesurer et identifier des défauts de forme du verre.
- La mesure d'anisotropie pour les bâtiments qui est un enjeu important depuis environ 10 ans surtout pour les façadiers. En technologies de pointe, nous nous intéressons à la vision hyperspectrale. Nous regardons dans des longueurs d'onde très larges afin de choisir quelle longueur d'onde il faut observer pour nos usines.

La thermographie dans l'infrarouge permet de savoir ce qu'il se passe derrière la couche une fois que nous avons produit le verre quand il n'est pas transparent. Certaines normes nous obligent à contrôler ce qu'il se passe derrière une couche opaque.

La vision industrielle (caméra, capteur, éclairage) est très utilisée pour améliorer le contrôle qualité qui se fait encore avec des contrôles opérateur dans certains domaines. Nous cherchons à objectiver ces contrôles qualité en installant des caméras et des capteurs.

La photonique a un apport considérable dans nos industries :

- En termes de précision, les caméras et les capteurs apportent des valeurs objectives et répétables.
- En termes de durabilité, elle améliore la qualité des produits et le recyclage (pureté des produits à réinjecter dans les chaînes de production).
- En termes de rapidité, elle améliore le temps de cycle sur des lignes de production.
- Elle permet aussi la mise en place de l'automatisation dans l'industrie 4.0 afin d'être compétitif avec des industries qu'on peut trouver en Asie.

”Un marché en croissance qui crée des emplois en France”



John Lopez

Président du Club Laser & Procédés

Le Club Laser et Procédés est une association loi 1901 indépendante qui regroupe une soixantaine de membres. Elle essaie de développer le réseau professionnel de ses membres en leur donnant de la visibilité et en diffusant des informations qualifiées.

Le laser a été inventé au début des années 1960. Sa première application est le perçage de filières de diamants. C’est une source de lumière intense qui peut être utilisée pour transporter de l’information mais aussi de l’énergie.

L’essor du laser industriel a lieu dans les années 1995 avec le couplage des machines-outils à commande numérique et des technologies lasers.

Aujourd’hui, cette technologie a une réalité industrielle qui est présente dans beaucoup d’unités de production.

C’est une technologie transverse, omniprésente dans de nombreux secteurs de l’industrie et source d’innovation. Elle peut être utilisée pour illuminer,

voir, mesurer, communiquer et transformer la matière. Cette dernière application est l’objet de cette conférence.

Au niveau mondial, la technologie laser représente 22 milliards d’euros et la transformation de la matière en est la première application (environ un tiers de l’activité).

Nous avons en France quelques belles réalisations qui utilisent des technologies lasers françaises :

- perçage de chambres de combustion sur des moteurs d’avion ou d’hélicoptère pour améliorer leur performance,
- découpe de pièces de mouvement ou de décoration, en particulier dans l’horlogerie de luxe,
- réparation d’écrans LED d’ordinateur, tablette et téléphone,
- découpe d’écrans en verre ou d’implants intraoculaires.

La technologie laser est une partie de la filière photonique.

Nous couvrons toute la chaîne de valeur avec des fabricants de composants, des fabricants de lasers, des intégrateurs (fabricants de machine spéciale) généralistes ou dédiés à certains marchés, des spécialistes de procédés, des laboratoires de recherches des centres technologiques, des sous-traitants...

Nos utilisateurs relèvent de différents secteurs : automobile, aéronautique, cartes électroniques, sécurité, naval, ferroviaire, batteries, lunetterie...

Ainsi qu'environ 1 000 sociétés qui font de la découpe à plat pour la tôlerie fine.

Pour gagner en compétitivité, nous devons faire évoluer ces procédés afin de produire en étant plus efficient en consommation d'énergie et en utilisant moins de matières premières pour moins consommer mais également alléger les structures.

Ces procédés ont un faible impact environnemental : nous n'utilisons pas de chimie, pas de revêtement et pas d'effluent. Elles contribuent à retrouver une certaine souveraineté industrielle.

Quatre applications illustrent comment nous répondons aux enjeux de demain.

Structuration des surfaces

Donner de la valeur ajoutée à une surface en ajoutant ou améliorant une propriété

Avantages :
 Nouvelles fonctionnalités
 Modification de surface
 Pas de chimie

Transposer les procédés de micro-structuration à de **grandes pièces**

Domaines applications
 Métallurgie
 Aéronautique
 Automobile
 Electroménager
 Médical

Reproduction par moulage

Extrait de la présentation de John Lopez - CLP

Avec l'ingénierie de surface, nous allons modifier une surface à l'échelle nanométrique pour lui apporter une fonction ou l'améliorer : la rendre super hydrophobe ou antibactérienne...

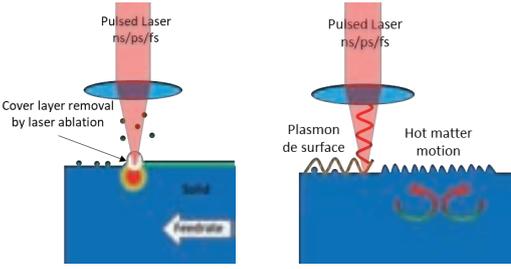
On trouve ces applications en aéronautique, dans l'électroménager (intérieur de lave-vaisselle) ou le médical. La structuration des surfaces permet de changer sa morphologie pour réduire par exemple la traînée d'un avion de plusieurs pourcents.

L'un des enjeux actuels est de le produire sur de grandes surfaces afin de gagner en compétitivité.

La structuration des surfaces permet de changer sa morphologie pour réduire par exemple la traînée d'un avion de plusieurs pourcents. L'un des enjeux actuels est de le produire sur de grandes surfaces afin de gagner en compétitivité.

Amélioration esthétique des surfaces

Valoriser la perception de la matière (esthétique, toucher) en traitant l'outil ou directement la pièce fonctionnelle



Domaines applications :
 Automobile
 Smart électronique
 Horlogerie
 Luxe



+GF+

ALPhA NOV
 Centre Technologique Optique et Lasers

L'ingénierie de surface permet de travailler sur le sensoriel.

On améliore la surface, soit d'un point de vue esthétique, soit sur le toucher. On traite l'outil ou la pièce par gravure laser, par fusion de la surface en contrôlant le bain fondu. On trouve ces applications en horlogerie ou en lunetterie.

Fabrication additive

2 technologies d'impression :

- Par apport de **matière métallique** DED (poudre, fil)
- Drapage / Dépôt de **fibres & résines** (composites)

Avantages :
 Production bonne géométrie/matière
 Gain de temps de conception
 Diminution des stocks / Maintenance
 Economie de **matière première**
 Allègement des structures
 Fabrication à la demande
 Grandes pièces

Domaines applications :
 Aéronautique / Spatial
 Conformal cooling / Moule
 Médical



MAUPTUIS

IREPALASER
 INSTITUT CARLOTTA MICHA

CORIOLIS

500 mm

450 mm

Grâce à l'impression mécanique, il est possible de réaliser des pièces de bonne géométrie et de bonne matière. Nous pouvons imprimer à la demande et donc diminuer le stock de pièces. Dans le secteur de l'aéronautique on peut envisager de faire diminuer ces stocks par cinq.

L'économie de matière première est importante. Pour fabriquer un moteur d'hélicoptère, nous partions habituellement d'un bloc de matière et nous en enlevions 90 %. Maintenant, nous pouvons partir d'une pièce de base et ajouter la matière nécessaire. Cette technique permet de concevoir des pièces que l'on ne sait pas usiner tel que des volumes creux (pièces fermées mais vides) permettant d'alléger les structures. L'enjeu actuel est de traiter des grandes pièces. Un exemple avec une cuve à vin conçue chez IREPA Laser.

Les matériaux composites sont directement imprimés : le robot dépose le faisceau de fibres ainsi que la résine et les diodes lasers viennent instantanément provoquer la polymérisation pour le durcissement. Les pièces en composite sont fabriquées en fibre de carbone pour des applications dans le spatial, l'aéronautique, le médical, l'odontologie... Les leaders dans le domaine sont Coriolis Composites et ArianeGroup.

Assemblage par soudage

Avantages du laser :
Soudage pénétrant, forte épaisseur (2 cm)
 Avec ou sans contact
 Avec ou sans apport de matière
Simplification des assemblages
Réduction du **temps de préparation** (joint, préchauffage)
 & de **parachèvement** (faible déformation)
Vitesse de soudage élevée (x10 à x100 soudage à l'arc)

Domaines applications :

Nucléaire	Médical
Aéronautique	Horlogerie
Automobile	Naval
Batteries	Hydrogène (électrolyseur)

L'avantage du soudage laser c'est qu'il chauffe de manière très intense et qu'il est très pénétrant.

Il y a 20 ans, nous soudions 2 mm en une seule passe. Aujourd'hui, nous sommes passés à 20 mm, soit dix fois plus. Nous pouvons souder bord à bord, par transparence, avec ou sans contact, avec ou sans apport de matière, selon les configurations. Le fait de chauffer de manière intense et très localisée permet de réduire le temps de préparation, notamment de joint et de préchauffage.

Sur le parachèvement ou les finitions, nous diminuons les déformations et nous gagnons du temps. Comparé à la vitesse d'un soudage à l'arc, le rapport est entre 10 et 100 : nous sommes au mètre par minute en soudage laser alors que les autres technologies sont plutôt au centimètre par minute.

Ces technologies sont utilisées dans l'automobile, dans le médical dans l'horlogerie.

La réduction du temps de préparation et la vitesse de soudage sont des points clés pour la réalisation de batteries pour la mobilité et les électrolyseurs des batteries à l'hydrogène.

Les technologies laser sont un marché en croissance avec une filière qui crée des emplois en France. Elles bénéficient d'une synergie évidente avec les technologies du numérique, l'intelligence artificielle et le machine learning.

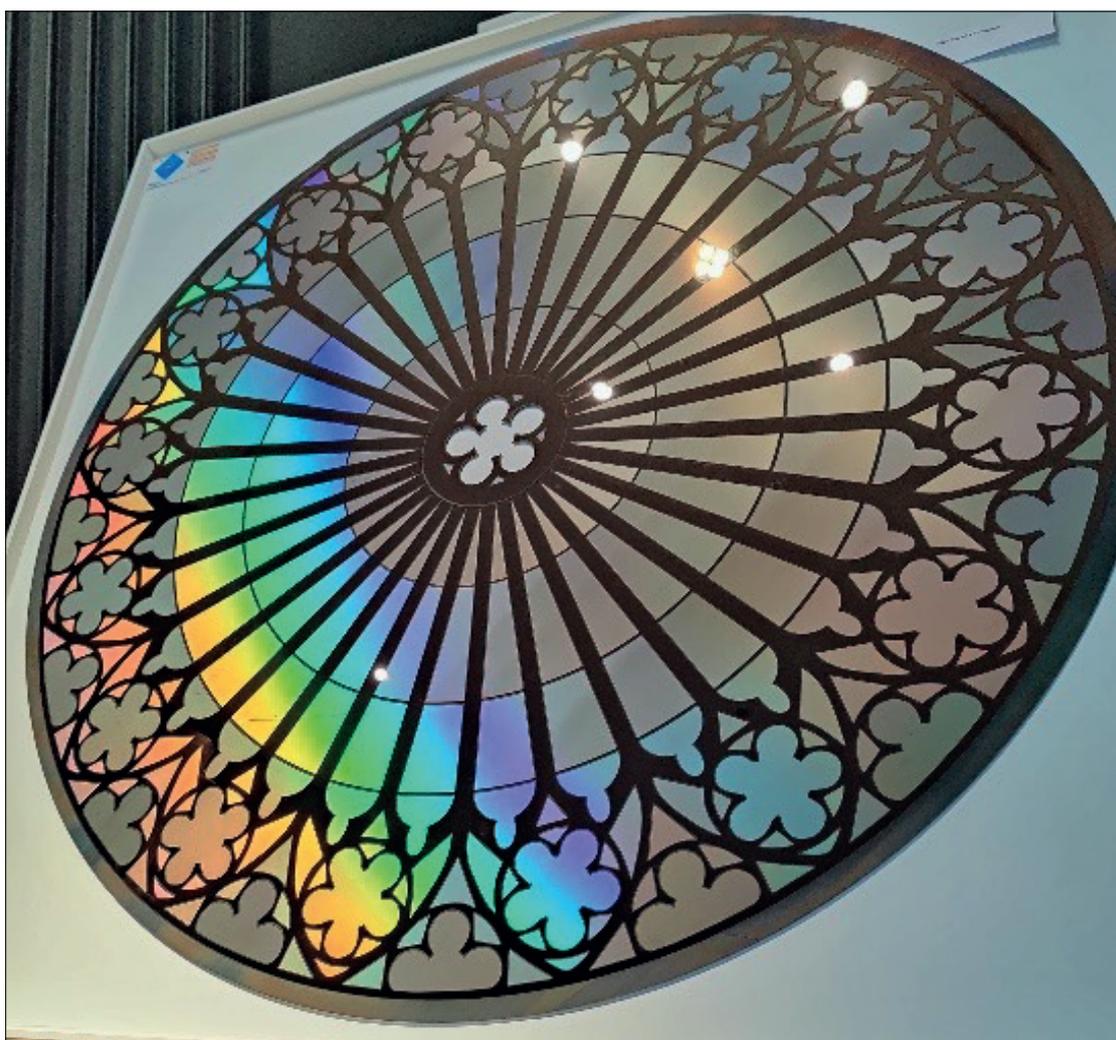
Elles permettent de relocaliser des outils de production en Europe et en France, par exemple dans l'automobile, les semi-conducteurs et l'électronique.

En se donnant les moyens, nous pouvons obtenir des innovations de rupture dans l'usage des composants et également dans les technologies propres au laser.

Nos métiers sont cependant en tension : il s'agit de procédés complexes faisant appel à des connaissances pluridisciplinaires pour lesquels nous avons besoin de personnel qualifié.

Nous faisons face à des difficultés d'approvisionnement de matière première mais aussi de composants. La concurrence mondiale est très importante et croissante, notamment depuis la période post-Covid. La Chine attaque le marché avec des technologies propres.

Il faut donc renforcer cette chaîne de valeur pour lui permettre d'innover avec l'aide des pouvoirs publics.



Reproduction avec les technologies lasers de la rosace de la cathédrale de Strasbourg par IREPA Laser Insitut Carnot Mica.



Présentation du display de lasers pour les sciences de la vie - Oxxius



Visière de casque de pompier - SAVIMEX
 Éric Bothorel, Ivan Testart, François Houbre et Laurent Coyon



Formation et emploi en photonique : réalisations et enjeux

Session animée par Élisabeth Boéri et Thierry Chartier, co-présidents de la commission emploi formation de Photonics France



Élisabeth Boéri, Thierry Chartier et Emmanuel Serna

”L'évolution des besoins en qualification est représentative de la maturité de la filière”



Élisabeth Boéri

Co-présidente de la commission emploi formation
Responsable ressources humaines chez ALPhANOV

La photonique est un domaine technologique en plein essor avec une forte croissance. Elle est soutenue par la diversité des technologies de l'innovation et par le nombre croissant d'applications et de secteurs d'activité qui s'en emparent.

Nous avons beaucoup d'entreprises françaises avec des produits qui sont conçus, fabriqués, développés en France sur certaines technologies et nous sommes présents sur l'ensemble de la chaîne de valeur.

Il faut répondre à des besoins en ressources humaines pour des emplois qualifiés à tous les niveaux : opérateur, technicien, ingénieur. Cela touche l'ensemble des fonctions de l'entreprise, que ce soit en recherche et développement, en production ou même en commercialisation.

Depuis plusieurs années, les adhérents de Photonics France nous font remonter leurs difficultés de

recrutement de main-d'œuvre qualifiée. Leurs besoins augmentent à la fois en termes quantitatifs, mais aussi en termes de profil de compétences et de niveau de qualification et de recrutement.

Des PME et des ETI qui fabriquent en France sont touchés de plein fouet par ces pénuries de recrutement. Je remercie David Billon-Lanfrey de la société Lynred qui a accepté de témoigner. *(voir encadré)*

Les entreprises s'emparent de la problématique des métiers en tension parce que derrière nous rencontrons des difficultés avec les coûts de main-d'œuvre. Les salaires augmentent avec la raréfaction des candidats, ce qui pose des problèmes de performance, de compétitivité et de capacité de croissance.

Les adhérents nous remontent ces questionnements depuis plusieurs années. Nous avons pu objectiver cette problématique récemment dans le cadre d'un EDEC, programme en partenariat avec le ministère du travail et l'OPCO 2i.

Nous avons pu réaliser une enquête par un cabinet indépendant auprès des entreprises de la photonique. L'enquête montre que dans les cinq prochaines années, c'est entre 8 000 et 10 000 emplois par an qui devront être pourvus avec une proportion croissante de besoins sur des métiers d'opérateurs et de techniciens.

Le niveau de qualification opérateur en France n'avait pas de filière de formation initiale jusque très récemment. L'évolution des besoins en qualification est représentative de la maturité de la filière. Il y a des technologies émergentes, mais aussi des technologies en pleine maturité. Nous avons besoin de niveaux de qualification moins élevés qu'une startup.

Nous les traitons ces sujets depuis plusieurs années au sein de la commission emploi et formation. Cette commission se structure peu à peu et se renforce en participants car ces sujets intéressent de plus en plus. C'est un lieu d'échange pour les différentes parties prenantes autour du sujet de l'emploi et de la formation.

Nous rassemblons des entreprises, des établissements d'enseignement, des organismes de formation, des organismes de recherche mais également des associations, pôles de compétitivité et clusters.

Nous interagissons avec des acteurs du recrutement et de l'emploi comme des cabinets de recrutement, mais aussi Pôle Emploi ou les OPCO qui s'intéressent à ces sujets.

Nous avons été rejoints récemment par Evosens qui est très actif sur des actions de promotion de la filière des métiers. L'IOGS (Institut d'Optique Graduate School) est de plus en plus impliquée. Nous travaillons aussi de manière étroite avec la SFO (société française d'optique), qui a une commission d'enseignement. Grâce à cette présence croisée dans les commissions, nous pouvons amplifier nos actions et nos réflexions.

Notre rôle en tant que commission est de faire émerger les sujets et les problématiques afin de définir et d'orienter les actions de Photonics France en matière de formation et d'emploi. Un énorme travail est réalisé en ce moment par les équipes de Photonics France pour développer toutes ces actions et les mener à bien.

L'attractivité de la filière est l'un des leviers pour répondre aux problématiques de métiers en tension : en formation initiale, à travers la création de nouvelles formations ou d'adaptation de formation ainsi qu'en formation continue, pour adapter les compétences des personnes qui sont déjà sur le marché du travail ou en reconversion professionnelle.

Il faut que nous renforçons nos actions, par du soutien, par l'appropriation des outils mis à disposition par Photonics France, ainsi qu'à travers la mobilisation des pôles, des clusters, des organismes de formations, des écoles faisant ainsi résonner au maximum les éléments de langage pour bien montrer que la photonique est passionnante.



David Billon-Lanfrey

Chief Strategy Officer (CSO) - Lynred

La société Lynred se situe dans la région Grenobloise. Nous développons des capteurs infrarouges.

Nous travaillons localement avec tous les partenaires industriels de la région comme STMicroelectronics.

C'est un bel écosystème de la photonique qui nous permet d'être présent au niveau mondial mais malgré lui, les besoins en ressources restent très tendus.

Nous faisons face à des problèmes de recrutement. Nous travaillons sur l'attractivité, sur la marque employeur afin d'attirer les jeunes vers la photonique.

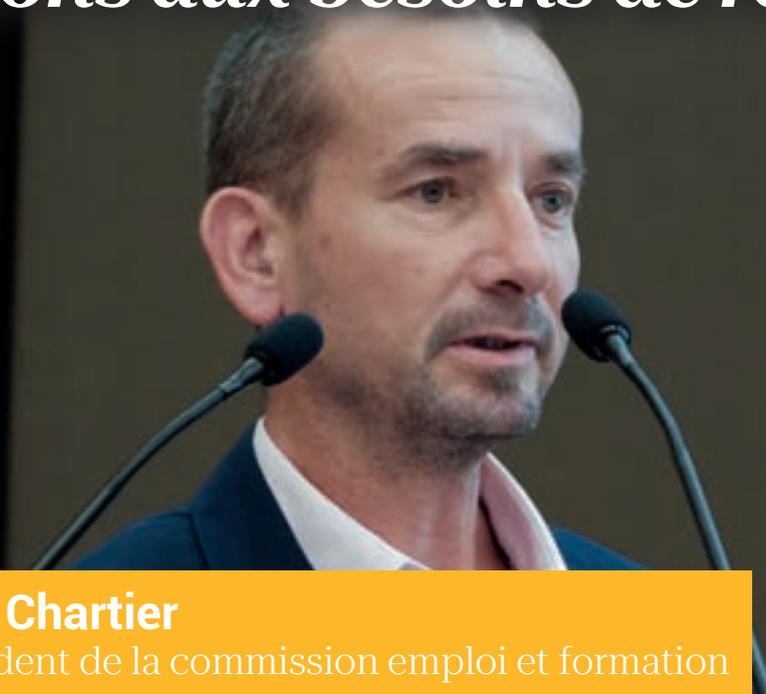
Pour cela, nous collaborons avec les universités et les écoles d'ingénieurs afin de faire de la photonique une filière attractive.

Il faut faire rêver les jeunes, faire en sorte qu'ils aient envie de se diriger vers les filières scientifiques. Nous travaillons également sur l'attractivité.

Nous nous interrogeons sur la diversité car il y a peu de femmes dans les filières scientifiques.

Nous accueillons des élèves de 3e en stage-découverte. Nous montons des partenariats avec des écoles d'ingénieur pour mettre en avant ce que l'on peut faire avec la photonique.

”Des outils pour apporter des solutions aux besoins de recrutement”



Thierry Chartier

Co-président de la commission emploi et formation

Enseignant-chercheur à l'ENSSAT

Les axes de travail de la commission emploi et formation de Photonics France tournent autour des actions structurantes et de l'attractivité des métiers.

Photonics France a travaillé plus spécifiquement ces trois dernières années pour un projet EDEC (Engagement, Développement, Emploi Compétences). C'est un partenariat avec le ministère du Travail et l'OPCO 2i qui vient de se terminer. Il représente un budget de 550 000 euros pour réaliser des actions de quantification des besoins des filières, de l'analyse de l'offre de formation sur le territoire national et la réalisation d'outils de promotion de la photonique.

La création d'un bac pro dédié à la photonique est un sujet qui a nécessité deux ans d'études. Il est maintenant officiel et ouvrira ses dix premières classes en 2024 dans dix établissements répartis sur le territoire national dans lycées qui proposent actuellement des BTS systèmes photoniques, avec l'objectif d'ouvrir 30 classes en 2027.

C'est un travail en collaboration avec l'Éducation nationale et ses établissements porteurs.

Photonics France travaille également sur la réforme du BTS systèmes photoniques à travers l'actualisation du référentiel compétence.

Nous travaillons avec Pôle Emploi et ses différents services pour que la photonique soit bien présente dans leurs dispositifs, notamment dans les fiches métiers, pour faciliter les référencements des offres d'emploi.

Nous sommes en relation avec les institutions, les pouvoirs publics, pour faire connaître la photonique et recueillir des soutiens.

Pour l'attractivité de la filière, notre vidéo de présentation de la Photonique comptait jusqu'à ces derniers jours plus de 19 000 vues. Elle est utilisée par l'ensemble des partenaires de la filière pour promouvoir les formations et métiers de la photonique. Le site orientation-photonique.org, mis en ligne fin 2019, est une très belle réalisation issue du projet EDEC.

Il a pour vocation d'être le portail éducatif de la filière photonique auprès du grand public, notamment les jeunes en recherche d'orientation.

Il présente la photonique à travers différents métiers, des vidéos, des témoignages et des outils ludiques. Certaines entreprises mettent en avant ce site sur leur page web.

Le Zoom métier de l'ONISEP sur les métiers de l'électronique et de la photonique est aussi issu du programme EDEC. Il met en valeur les différents métiers de la filière. Cette brochure est disponible gratuitement en ligne. À ce jour, il a été tiré en 5 000 exemplaires distribués dans les lycées, les collèges, les établissements formant à la photonique auprès des adhérents de Photonics France.

Un kit communication est en cours de création. Il contiendra des affiches, des flyers et d'autres outils de présentation des métiers de la photonique. Il est à destination des adhérents de Photonics France et de tous les acteurs de la filière.

Un certain nombre d'entreprises mènent déjà ce travail d'attractivité, notamment sur les réseaux sociaux, pour promouvoir la photonique et ainsi améliorer leur recrutement. Grâce à ces actions, ces entreprises contribuent à l'envie de rejoindre plus globalement la filière photonique.

Les pôles font des actions de promotion de la filière photonique tout comme les établissements de formation, les écoles d'ingénieurs et les universités. Certaines présentent des témoignages d'étudiants pour inciter à venir se former en photonique.

La SFO, à travers sa commission enseignement, valorise le kit Light Box qui permet des petites manipulations scientifiques sur la lumière auprès des scolaires.

Des actions de sensibilisation à la photonique sont organisées lors de journées spécifiques : les fêtes de la science, la journée internationale de la lumière (le 16 mai).

Certain campus des métiers et qualifications proposent des actions de valorisation de la photonique dès le collège pour les inciter à rejoindre les formations bac pro ou supérieures.

Les maisons de la science, créées au sein des universités, proposent des formations autour de la science aux professeurs des écoles, collèges et lycées. Certaines sont spécifiques à l'optique et la photonique.

Nous travaillons à répondre à l'Appel à manifestation d'intérêt - Compétences et métiers d'avenir (AMI-CMA) qui va renforcer toutes les actions que nous venons de présenter sur la formation initiale et continue, avec un accent particulier sur les opérateurs et les techniciens.

Nous travaillons sur la mise en place d'un réseau d'ambassadeurs régionaux en nous appuyant sur une action pilote qui va avoir lieu en Nouvelle-Aquitaine.

Ces outils sont à la disposition de tous les acteurs de la filière. Ils peuvent apporter des réponses aux besoins de recrutement car il n'y a pas assez de jeunes formés en photonique sur les différents niveaux, de l'opérateur à l'ingénieur.

Vous pouvez les utiliser, les partager afin de faire connaître les métiers et inciter les jeunes à s'engager vers ces études.



www.orientation-photonique.org



La brochure ONISEP sur les formations en photonique

”La photonique offre de nombreuses perspectives et des métiers valorisants”



Emmanuel Serna

Inspecteur général de l'Éducation, du Sport et de la Recherche

L'Inspection générale de l'Éducation du Sport et de la Recherche (IGESR), qui dépend de ces trois ministères, a pour rôle d'évaluer les politiques publiques.

L'IGESR a quatre types de missions :

- mission d'auto-saisine, comme l'audition des fédérations sportives en vue des jeux olympiques,
- mission de saisine de la part de la Première ministre sur des sujets particuliers,
- mission permanente de faire en sorte que nos diplômes et nos concours se déroulent le mieux possible,
- mission d'appui et de soutien.

À l'Inspection générale des Sciences et Techniques Industrielles, nous sommes six personnes et nous avons en charge 450 diplômés.

Ce que l'Éducation nationale met en place pour les industriels représente très peu par rapports aux besoins réels. Sur les 450 diplômés dont nous avons la charge, la photonique n'en propose qu'un seul : le BTS Systèmes photoniques qui date de 2015. Ce BTS représente 10 classes inégalement réparties sur

le territoire. Nous remarquons une bande de territoire sans formation.

Nous formons entre 170 et 200 élèves par an, il faut comparer ça avec des filières comme la maintenance qui diplôme chaque année environ 5 000 personnes. Nous sommes sur une toute petite structure qui ne demande qu'à se développer. Les effectifs sont stables mais les élèves ne savent pas ce qu'est la photonique.

Pour la session qui a eu lieu l'année dernière, nous pouvons observer 160 candidats présents au concours. Il y a des candidats non admis et les filles sont relativement nombreuses pour une filière STI (Sciences et Technologies de l'Ingénieur). On compte 33 filles sur 160 personnes et elles sont diplômées à 100 %. Nous remarquons également que la filière apprentissage est très petite avec 7 candidats l'année dernière.

La filière est en forte croissance. Nous avons un besoin de techniciens supérieurs très important mais la seule formation dispensée est la formation d'ingénieur. La seule formation pour les techniciens, le BTS Systèmes photoniques, est en rénovation. Le contenu du BTS est assez pointu en terme scientifique. Il se prête assez mal à la filière

professionnelle. Il faut des bases mathématiques et des bases physiques solides que n'ont pas les élèves de lycée professionnel.

Si la politique globale veut que nos élèves de BTS soient issus à 50 % de bacs pro, cela semble compliqué pour le moment. Sauf si, dès le départ, nous recrutons les bonnes personnes avec des aptitudes mathématiques et physiques qui soient plus conséquentes que les autres filières professionnelles.

Actuellement pour les BTS, le recrutement se fait dans les bacs pros les plus scientifiques : systèmes numériques et principalement STI2D, ce qui doit changer. Nous avons très peu de bacs généraux, nous nous retrouvons avec des gens qui ont une culture technologique plus forte que leur culture scientifique.

L'accompagnement par l'Éducation nationale de la filière photonique se découpe en deux équipes de travail.

Une première équipe est concentrée sur le BTS. Elle est composée d'environ 15 personnes (IGESR, IA-IPR, DDFPT, DGESCO, enseignants, industriels, experts handicap). Ce groupe est composé de l'Inspection générale, d'inspecteurs d'académie, de chefs de travaux, la direction de la scolarité, des enseignants, des industriels et de Photonics France.

Il est important qu'il y ait des professionnels pour créer les programmes afin de ne pas être déconnecté des besoins et de la réalité de la filière professionnelle.

Ce BTS est en rénovation pour s'harmoniser avec l'évaluation par compétence et la poursuite du bac Pro. Il portera le nom de « BTS Photonique, Technologie et Science de la Lumière. ».

Cenomest le fruit de nombreuses discussions. Pourquoi ajoute-t-on quelque chose derrière « photonique » ? Tout simplement car si nous parlons de « photonique » à beaucoup de personnes, cela ne leur évoque absolument rien. Si nous parlons de « lumière », cela devient plus simple à appréhender.

Nous avons ensuite arrêté l'ordre des mots : « Technologie et Sciences de la Lumière » plutôt que « Sciences et Technologie de la Lumière ». Tout d'abord, pour ne pas créer un « BTS STL » qui pourrait être assimilé au bac STL (Sciences et Techniques de Laboratoire). Nous voulions aussi

mettre en avant le caractère technologique du BTS, contrairement aux BUT qui seront davantage axés sur le côté scientifique. Cette rénovation est presque achevée.

La seconde équipe est concentrée sur la conception du bac pro. Il est composé de vingt personnes comprenant l'IGESR, l'IEN, la DDFPT, la DGESCO, des enseignants, des professionnels et des experts handicap.

Le bac pro est finalisé. Le décret de publication est sorti en février. L'ouverture est prévue pour la rentrée 2024.

L'année 2023 étant consacrée à d'autres types d'actions telle que la création des plateaux techniques (entre 700 000 et 800 000 euros qui doivent être réalisés par la région et les professionnels) et le développement des programmes selon les quatre pôles de compétences : fabrication, assemblage, installation et maintenance.

L'objectif principal est le doublement des flux d'entrée du BTS avec l'arrivée des bacs pros. Les classes sont très petites, ce qui nous permet d'envisager de doubler la capacité d'accueil en gardant la structure actuelle tout en espérant ouvrir de nouvelles classes d'ici 2027.

Ces formations restent malheureusement très confidentielles : il n'y en a pas une par académie. Une communication des entreprises et des fédérations est nécessaire afin que les élèves sachent ce qu'est la photonique.

La photonique offre de nombreuses perspectives et ce sont des métiers très valorisants. Nous avons également besoin d'aide pour former les enseignants qui sont sollicités pour des BUT par exemple.

Nous avons des filières qui vont fermer et nous espérons que les enseignants seront attirés par la filière photonique qui offre de grandes opportunités.

Nous avons également besoin d'aide pour les plateaux techniques. Nous attendons des régions qu'elles encouragent leur construction et qu'elles soutiennent l'AMI-CMA. Les élèves de bac pro sont très peu mobiles : ils restent dans leur ville ou dans leur région.

Comme nous n'avons pas un BTS par région, il faut absolument mettre les moyens pour qu'ils puissent se déplacer.

Exposition

Santé, environnement, mobilité, sécurité,
télécommunication, astronomie...

La photonique est partout.

Elle répond aux besoins actuels de la France :
enjeux sociétaux, souveraineté industrielle.

***Découvrez le potentiel de la science du
photon et ses formidables perspectives
d'avenir.***

METTRE LE FUTUR EN LUMIERE



Energie renouvelable

Génie civil

Corde optique pour mesure de déformation de structure

Monuments historiques



Conçue par la société française OSMOS Group, ce capteur breveté d'un mètre de long a une résolution micrométrique pour mesurer la déformation d'une structure.

Une fibre optique sert de senseur pour la mesure d'élongation.

Ce capteur est particulièrement adapté aux ouvrages de génie civil tels que ponts, bâtiments, églises et aux équipements industriels tels que les ponts roulants et les éoliennes.

Energies renouvelable

Contrôle d'éoliennes

Développement durable

Suivi de structures (pont par exemple),

Permet de prolonger la durée de vie des ouvrages d'art.



Photonic
France

METTRE LE FUTUR
EN LUMIERE



Environnement

LabRAM Soleil

Science du vivant

HORIBA

LabRAM Soleil, microscope Raman pour la caractérisation et l'identification des microplastiques.

Conçue et fabriquée par HORIBA France, cette solution comprend un microscope Raman et divers composants dont la technologie brevetée nanoGPS pour relocaliser les particules. Un e-book complète la solution avec l'ensemble des protocoles et méthodes utiles.

HORIBA France 200 ans d'innovation en optique.

Ce microscope permet la caractérisation et l'identification des microplastiques dans tous types de milieux : de l'eau au placenta en passant par l'ensemble de la chaîne alimentaire.



Photonics
France

METTRE LE FUTUR EN LUMIERE



Radiation Tcherenkov

Instrumentation

Miroirs de grande surface et haute réflectivité pour des réseaux de Télescopes Tcherenkov (CTA)

Astronomie Gamma



KERDRY
HEF[®] PHOTONICS

Métrie de hautes performances pour l'exploration de l'univers non thermique. Les miroirs s'intègrent dans un nouvel observatoire ayant une sensibilité au moins dix fois supérieure aux instruments actuels.

Cela permettra la découverte de sources de type encore inconnu ou insoupçonné comme la matière noire par exemple.



Photonics
France

METTRE LE FUTUR EN LUMIERE



Médical

Diagnostic

Imagerie rétinienne à l'échelle
cellulaire

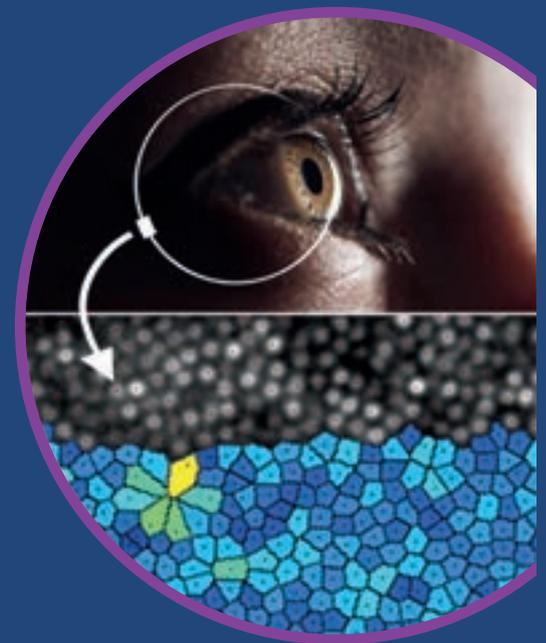
Vision



Aujourd'hui, l'ophtalmologie connaît une véritable révolution avec l'avènement de thérapies efficaces pour traiter les maladies de la rétine. Pour déployer ces nouveaux traitements, des outils de diagnostic de haute précision sont nécessaires. Imagine Eyes répond à ce besoin : grâce à sa caméra rétinienne, les médecins examinent le fond de l'œil avec un niveau de détail sans précédent. Les images à résolution cellulaire permettent une détection précoce des atteintes rétiniennes et un guidage précis des thérapies les plus avancées.

Fabriqué en France, le dispositif est homologué et commercialisé à 80% à l'export en Europe, en Amérique du Nord et en Asie. Ses performances, uniques en imagerie médicale, reposent sur une technologie biophotonique brevetée qu'Imagine Eyes a dérivée de l'astrophysique. Son adoption par la recherche médicale a déjà abouti à plus de 200 publications scientifiques.

Diagnostiquer plus tôt les maladies de la rétine et mieux guider leur traitement, pour préserver la vue de 400 millions de patients



Photonics
France

METTRE LE FUTUR EN LUMIERE



Agriculture

Ecologie

Projet Hélios

Climat

Helios est un équipement agricole qui utilise des panneaux équipés de lampes UV-C pour renforcer les défenses des plantes, les rendant ainsi plus résistantes à diverses agressions.

L'utilisation d'Helios permet de réduire jusqu'à 50 % la quantité de fongicides utilisés. L'équipement permet également une réduction des dommages causés par le gel et le stress hydrique (jusqu'à 40%), contribuant ainsi à maintenir des rendements agricoles stables dans un contexte de multiplication des événements météorologiques extrêmes dus au changement climatique.

Favorisation de la transition écologique

Réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires

Adaptation au changement climatique

Renforcement de la résilience agricole face aux événements climatiques extrêmes



Photonic
France

METTRE LE FUTUR EN LUMIERE



Industrie 4.0

Défense

Caméra d'analyse et de surveillance
bi-spectrale (thermique infrarouge et visible)

Sécurité



Cette caméra a la particularité de voir aussi bien le jour que la nuit grâce à l'association d'un imageur thermique infrarouge de la société Lynred et d'un imageur visible HD.

En plus de détecter des variations de température, des fuites de liquide, elle permet de détecter, de reconnaître et d'identifier précisément les objets et personnes qui l'entourent.

Reliée par un câble USB à une tablette Android, elle analyse et surveille une situation donnée et offre à son utilisateur une grande souplesse d'interprétation par de nombreux modes de visualisation de la scène.

Sécurité des biens et des personnes

Détection, reconnaissance et identification d'une anomalie/menace

Industrie 4.0

Observation de processus (température, fuite de liquide)



Photonics
France

METTRE LE FUTUR EN LUMIERE



Environnement

Display de lasers pour les sciences de la vie.

Sciences de la vie

OXXIUS

Display de 6 lasers (de 405nm à 785nm) pour la microscopie de super-résolution

Sciences de la vie :

- Microscopie de fluorescence
 - recherche
 - diagnostic de maladies dont le cancer
- Cytométrie en flux
 - diagnostic : analyse sanguine,
 - recherche : tri de cellules, analyse du picoplancton...
- Séquençage ADN
- Spectroscopie Raman : analyse chimique à distance



Photonics
France

METTRE LE FUTUR EN LUMIERE



Environnement

Sécurité civile

Ecran de casque de pompier

Protection professionnelle



Sécurité civile et sécurité de l'environnement requièrent des pompiers bien équipés partout dans le monde.

Cet écran assure plusieurs fonctions techniques :

Protection de la face

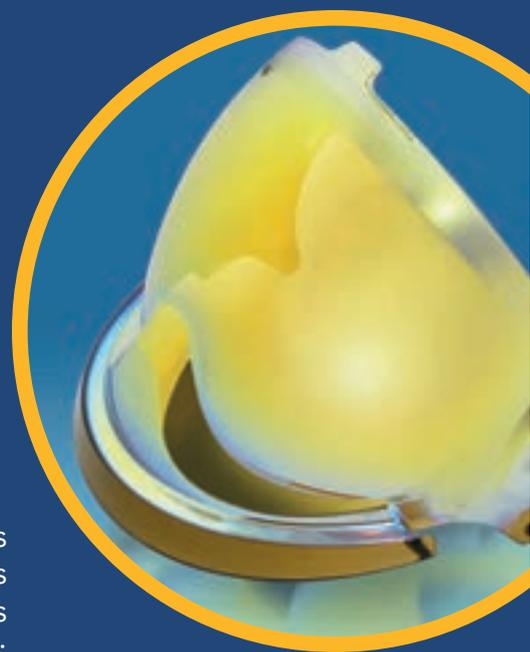
- Résistance aux chocs et aux particules cinétiques
- Protection au rayonnement infrarouge
- Protection aux courants électriques

Vision parfaite

- Aucune aberration induite
- Préservation de la perception des couleurs
- Traitement antibuée de la face interne

SAVIMEX est le premier producteur mondial d'écrans pour casques de pompiers, avec plus de 300 000 écrans produits par an en France. Nos clients sont les leaders mondiaux pour la vente de casques de pompiers : MSA (France), ROSENBAUER (Autriche), DRÄGER (Allemagne).

SAVIMEX étudie la possibilité d'utiliser des matières plastiques recyclées dans ses productions d'écrans.



Photonics
France

Merci à nos sponsors

Oxxius

exyte

imagine  optic™

 lavoix.
IP vibration



