

Photoniques

LA LUMIÈRE ET SES APPLICATIONS

N°105

TÉMOIGNAGES

P. Métivier - D. Lupinski

FOCUS

Suisse

BIOGRAPHIE

C.E. Bleeker

EXPÉRIENCE

Mesures photométriques

DOSSIER

RAYONNEMENT THERMIQUE

- Refroidissement radiatif diurne par revêtement de fibres de silice
- Rayonnement thermique infrarouge de nano-antennes plasmoniques individuelles
- Thermophotovoltaïque : des cellules PV pour convertir le rayonnement thermique
- Le rayonnement thermique en astrophysique



La loi de Kirchhoff



Acheter une caméra infrarouge



La Photonique en Suisse

La photonique est reconnue dans le monde entier comme l'une des technologies clés du 21^e siècle. La Suisse ne fait pas exception, bien au contraire. Ce petit pays au cœur de l'Europe, sans faire partie de l'Union, n'ayant que des ressources naturelles très modestes, a réussi à se distinguer au cours des siècles et surtout depuis le début du xx^e siècle par un fabuleux savoir-faire commercial, bancaire et technologique dans un environnement stable et paisible et par sa capacité à innover.



Jean-Jacques Goy
Président de GMP SA, Jean-Jacques.goy@gmp.ch

Pierre-Yves Fonjallaz
Resp. Romandie, Swissphotonics, fonjallaz@swissphotonics.net

La Suisse, grâce à sa position dominante dans la mécanique de précision et dans l'industrie des machines, a été très tôt active dans l'optique. Les optiques traditionnelles sont fabriquées par la mécanique de précision. Réciproquement, le laser est un outil idéal pour l'industrie de précision.

De même, la technique de précision, la microtechnique et les machines les plus sophistiquées ne peuvent être qualifiées que par des procédures de mesure et d'analyse optiques. C'est ainsi que l'industrie suisse de la photonique génère aujourd'hui, avec presque 10 000 collaborateurs, un chiffre d'affaires de 4 milliards de francs (4 B€), soit environ 5 % du marché européen et presque 1 % du marché mondial. Compte tenu de l'effet de levier des industries de la photonique sur l'ensemble de l'économie suisse, un chiffre d'affaires d'environ 40 milliards de francs est rendu possible par la photonique en Suisse. L'industrie liée à la photonique en Suisse est constituée de quelques grands acteurs comme Oerlikon, Leica, Trumpf, Bystronic et ASML, mais surtout par plus de 200 petites et moyennes entreprises très innovantes. Ces entreprises ont un très fort taux d'exportation et des produits à très haute valeur ajoutée. Rien de très original sans doute pour les connaisseurs du secteur mais ces caractéristiques sont poussées à l'extrême en Suisse. Malgré la cherté du franc suisse, les produits suisses, en particulier photoniques, sont très attractifs pour la clientèle étrangère.

Beaucoup de ces entreprises trouvent évidemment leur origine dans le monde académique et les instituts de recherche. En Suisse, les Écoles Polytechniques Fédérales de Zürich et de Lausanne (EPFZ et EPFL) et les instituts du CSEM, d'EMPA et du PSI (on peut y rajouter le centre de recherche d'IBM à Rüschlikon) sont les principaux moteurs de découvertes majeurs en photonique et de leur commercialisation. Les universités de Genève et Berne et un réseau de hautes écoles spécialisées jouent aussi un rôle très important (HES-SO). Nous nous focaliserons plus tard sur la région francophone de la Suisse, la Romandie. En attendant, voici quelques exemples d'entreprises notoires en Suisse germanophone et italophone : II-IV Laser Enterprise, Axetris, Cedex, Diamond, ESPROS, Exalos, Femtoprint, Fisba, NKT Photonics, Regent Lighting, Huber&Suhner, IMT, Optotune, Reichle de Massari, Safran, Volpi et WZW. Vers la fin des années 1990, la photonique Suisse a été fortement renforcée par des programmes nationaux du Conseil des Écoles Polytechniques Fédérales (CEPF) de financement de la recherche dans le domaine, ●●●

OPTIKI/II. Ces programmes avaient pour but de combler un retard de l'industrie avec l'aide des compétences académiques. La collaboration entre la recherche et l'industrie dans le domaine de la photonique a été encouragée et les technologies nécessaires ont été développées. C'est en particulier grâce à cet appui que la Suisse est devenue à l'époque un cluster photonique de rayonnement mondial. A suivi le collapse de la bulle télécom vers le tournant du millénaire et une forte diversification vers d'autres domaines d'application, mais ce type de financement public prit malheureusement fin malgré les bénéfices importants reconnus par toutes les parties impliquées. Pour citer le *White Paper – Photonics Switzerland* de Swiss MEM : « *Quand de nouvelles approches technologiques se développent rapidement et de façon disruptive, que par-là s'ouvrent des possibilités de produits entièrement nouveaux, et que simultanément d'autres domaines de la technique sont influencés, un programme national fondamental sur une large base, exécuté en commun, est alors nécessaire et utile* ».

Le côté disruptif est toujours présent et nous pensons qu'un soutien gouvernemental continue à être justifié, comme pas mal de pays dans le monde l'ont très bien compris (surtout Chine, Corée du Sud et Singapour). Le gouvernement suisse a en tout cas pris la décision récemment de continuer à soutenir la photonique suisse au travers des organisations Swiss MEM et Swissphotonics dans le cadre du programme d'Innosuisse intitulé « *National Thematic Network Innovation Booster* ». Swiss MEM est l'association suisse de l'industrie des machines, des équipements électriques et des métaux (industrie MEM), et la photonique en est l'une de ses composantes essentielles. Swiss MEM estime que la part des produits de ses membres qui présentent des fonctions photoniques devrait passer de 40 % en 2017 à 70 % en 2025. L'association Swissphotonics est la plateforme nationale de la photonique suisse et est principalement active dans le domaine du réseautage et du développement stratégique du domaine. L'association est parfaitement intégrée dans les efforts européens dans le cadre de la plateforme technologique européenne Photonics21 et d'EPIC, en particulier pour ce qui concerne l'organisation d'événements pour propager la photonique dans les principaux domaines d'application.

La photonique en Romandie

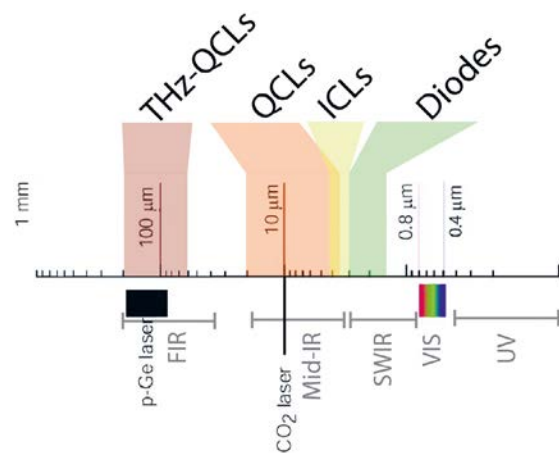
La Romandie francophone compte 2 millions d'habitants (un quart de la Suisse). Mis à part l'exemple fameux de la multinationale Logitech et quelques gros utilisateurs comme Bobst et Swatch Group, la photonique romande est surtout basée sur au moins 70-80 entreprises de petites tailles mais pas toujours à proprement parler des PME (CP Automation, LASEA, Sercalo, Solaronix, Synova, Silitec, Tech-Laser, etc.). Implantée dans toute la Romandie, l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), jeune université très haut placée

dans les rankings d'universités (3ème du WURR 2020), est un puissant moteur d'innovation et produit 2 start-ups photoniques par année (Abionic, Attolight, CREAL 3D, Fastree 3D, Gamaya, Innoview, Ligentec, Lyncee Tec, MicroR, Miraex, Morphotonix, Nanolive, Rayform, Samantree, Viventis, etc). Beaucoup de ces start-ups sont intégrées à l'Innovation Park de l'EPFL à Lausanne, ville où de fait plus de la moitié de toutes les entreprises photoniques romandes ont leur siège. Parmi une bonne trentaine de professeurs en photonique, Michael Graetzel, inventeur de la cellule solaire du même nom et Tobias Kippenberg avec ses composants quantiques, sont les plus connus. Les spécialités de l'EPFL en photonique sont la biophotonique, la nanophotonique, la micro-optique (l'héritage horloger du Jura y est pour quelque chose) et le photovoltaïque. Swissphotonics a une antenne à l'EPFL et vous donnera volontiers plus de détails sur les acteurs romands et suisses.

Portraits d'entreprises photoniques en Romandie

Alpes Lasers, St-Blaise

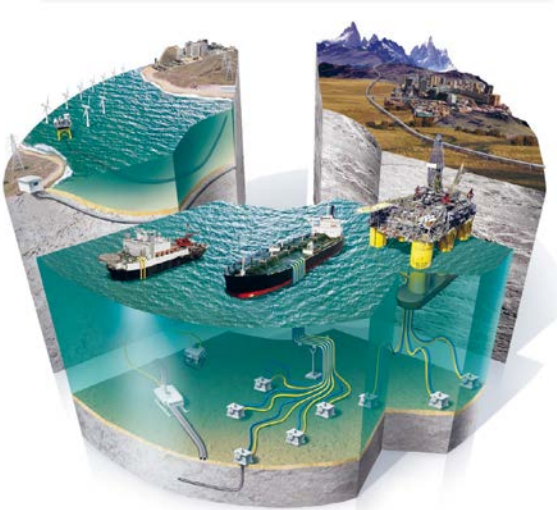
Alpes Lasers est une société d'ingénierie suisse qui



fait œuvre de pionnier dans le domaine des lasers, en particulier les lasers infrarouges utilisés dans diverses applications telles que la détection de gaz. En 1994, le Prof. Jérôme Faist (actuellement à ETH Zurich) fait pour la première fois la démonstration expérimentale avec ses collègues de Bell labs du laser à cascade quantique (QCL en anglais). De retour en Suisse, il démarre la startup Alpes Lasers, entreprise qui a admirablement réussi à croître organiquement et occupe une position centrale en Suisse et en Europe. Alpes Lasers s'efforce de promouvoir ses lasers, dans les domaines du moyen IR et des THz, auprès de ses clients actifs sur un large éventail de marchés, de la sécurité civile ou industrielle à la défense. Alpes Lasers participe à, ou coordonne, un grand nombre de projets européens ce qui lui permet d'investiguer en permanence de nouveaux horizons et de se connecter à beaucoup de nouveaux clients.

Omnisens SA, Morges

Omnisens produit des capteurs répartis à fibre optique et propose des solutions fiables de surveillance des infrastructures énergétiques permettant une détection précoce et une localisation précise d'événements pouvant porter préjudice à l'installation.



Ces techniques de mesure fournissent une information sur les conditions de fonctionnement et permettent une surveillance en mesurant des variations de température (DTS), de contraintes (DSS), de vibrations (DAS) le long de la fibre.

Omnisens est une entreprise suisse active au niveau mondial dans la génération éolienne offshore pour la surveillance des câbles électriques, dans l'industrie pétrolière pour la surveillance des oléoducs et gazoducs, tant terrestres que sous-marins. Elle est leader de la mesure répartie à fibre optique sur longue distance. Les produits d'Omnisens sont basés sur la diffusion Brillouin stimulée.

Ziemer Ophthalmic Systems AG, Port

Fabricant de dispositifs médicaux à la pointe de la technologie dans le domaine de l'ophtalmologie et la mécanique de précision pour l'industrie horlogère. La gamme de produits comprend actuellement des dispositifs pour la chirurgie réfractive et pour la chirurgie



de la cataracte par laser ainsi que des instruments de précision pour le diagnostic. Parmi les nombreuses innovations, Ziemer produit le seul laser femtoseconde mobile du marché.

Ce système est utilisé quotidiennement par le personnel médical dans des environnements stériles. L'utilisation du système requiert peu de formation car toutes les étapes essentielles du processus laser, guidé par imagerie, sont automatisées et contrôlées par ordinateur. Un procédé breveté lié à l'emploi d'une faible énergie laser donne d'excellents résultats cliniques qui ne peuvent être obtenus avec les instruments et techniques chirurgicales traditionnels.

GMP SA, Renens

Distributeur de systèmes et d'instruments de haute technologie dans les domaines lasers, spectroscopie, microscopie et anti-vibration. À côté de cela, GMP commercialise sa propre sphère d'intégration pour la mesure du rendement quantique.

Conçue par des spécialistes qualifiés et expérimentés en spectroscopie de l'EPFL, la sphère G8 a été développée pour présenter un excellent rapport signal/bruit, éviter la rétrodiffusion de la lumière d'excitation et toute contamination possible de la sphère lors de la manipulation de l'échantillon, et faciliter le processus de l'étalement. Le résultat est un dispositif soigné, pratique et facile à utiliser, destiné à des mesures de haute précision et répétables. Changement d'échantillon en quelques secondes. La sphère GMP SA G8 permet la détermination du rendement quantique avec une reproductibilité de quelques pour cent et une précision de moins de 10 %.



Insolight, Ecublens

Développe un nouveau type de panneau solaire destiné à l'agrivoltaïsme pour combiner production agricole et électrique sur un même terrain. Dans le cadre de la transition énergétique, un enjeu majeur est de déployer des centrales solaires sans pour autant sacrifier les terrains agricoles. L'agrivoltaïsme offre des perspectives de déploiement intéressantes aux installateurs, ainsi que des synergies sur les structures de montage (en serre). Les panneaux conventionnels dégradent cependant les rendements agricoles à cause de leur opacité et peinent à percer dans ce marché.



Les panneaux Insolight résolvent ce problème, en combinant haut rendement et translucidité. La technologie optique permet à la fois de récupérer la lumière directe avec 29 % de rendement tout en laissant passer la lumière diffuse souhaitable pour la photosynthèse.

La société, qui compte 15 collaborateurs, vient de lancer sa pré-série de modules destinés aux premières installations avec des clients, avec 1000 modules prévus en 2021. Elle se concentre sur le design et la commercialisation – tandis que la production est sous-traitée à des partenaires industriels en Europe.

Et encore:

Agie Charmilles New Technologies SA, Genève. Un expert mondial dans le secteur des machines à outils surtout électro-érosion, fraisage à haute vitesse et haute performance (avec système de fixation et de palettisation). Agie Charmilles a su innover avec sa gamme de machines pour la texturation laser 3D.

ID Quantique SA, Genève. Fondée par des scientifiques de l'Université de Genève, ID Quantique est le leader mondial dans le secteur de la cryptographie quantique pour l'encryption de réseaux, génération de clés sécurisées quantiquement et la génération de nombres aléatoires.

H. Glass SA, Villaz-Saint-Pierre et EPFL. Panneaux solaires esthétiques et transparents basés sur la technologie des cellules solaires colorées (DSSC) développées par M. Michael Grätzel (EPFL).

Suss Microoptics SA, Hauterive. Microoptiques réfractives et diffractives de haute qualité pour le couplage des fibres, la collimation et l'homogénéisation des faisceaux.

SCHOTT Suisse SA, Yverdon. Fabricant d'optiques de qualité utilisées dans les applications industrielles, par exemple systèmes laser, appareils optomécaniques et optoélectroniques, métrologie et appareils médicaux, ainsi que dans l'aéronautique, les applications spatiales et l'industrie horlogère. ●

NOUS REDIRIGONS LA LUMIÈRE LÀ OÙ VOTRE SYSTÈME OPTIQUE EN A BESOIN

PUBLI-RÉDACTIONNEL

Depuis 1999, Sercalo Microtechnology Ltd. est fournisseur de solutions MEMS pour l'industrie de la fibre optique. Sercalo est leader du marché de composants MEMS pour les équipements de tests et mesures et de surveillance des réseaux télécom. Les produits MEMS Sercalo, notamment les commutateurs à fibre optique, les atténuateurs et les filtres accordables, sont la solution de choix lorsqu'une fiabilité élevée et une stabilité à long terme sont requises. Depuis quelques années, Sercalo propose sur le marché de nouveaux modèles de micro-miroirs pour la direction et le balayage du faisceau lumineux. Ces miroirs MEMS sont utilisés dans les capteurs à balayage optique, comme par exemple la tomographie par cohérence optique, les LiDAR pour la conduite autonome et la communication inter satellites, pour n'en citer que quelques-uns.

LES MIROIRS MEMS SERCALO POUR VOS BESOINS SPÉCIFIQUES

Une technologie MEMS mature se traduit par l'absence de frottement et d'adhérence. Par conséquent, les miroirs ne connaissent ni fatigue ni usure. Les composants à fibre optique Sercalo sont qualifiés selon la norme Telcordia 1221 pour résister aux environnements extrêmes (chocs mécaniques, vibrations, chaleur humide, tests de cycle thermique, etc.) et le site de fabrication est certifié ISO 9001.

CONCEPTION, FABRICATION MEMS ET ASSEMBLAGE SUR UN MÊME SITE

Les compétences de Sercalo couvrent l'ensemble du processus de production, de la conception et de la qualification du MEMS, à la fabrication et l'assemblage final. Tous les produits sont conçus, fabriqués et certifiés « *Swiss Made* ».

SOLUTIONS MEMS OPTIQUES À PORTÉE DE CLIC

Sercalo propose une gamme de produits standards disponibles dans son nouveau magasin en ligne et à travers son réseau de distribution mondial. Sercalo propose également ses services pour la conception sur mesure de MEMS selon les besoins spécifiques du client. Contactez-nous, nous sommes prêts à créer avec vous des solutions optimales et durables! ●

CONTACT

DR. CORNEL MARXER | CEO
info@sercalo.com | www.sercalo.com



LA SPHÈRE D'INTÉGRATION G8 DE GMP SA

La sphère d'intégration G8 est le fruit d'une collaboration entre l'Ecole Polytechnique de Lausanne et GMP SA.

Un exemple de mesure parfaitement adapté à la sphère G8 est celle du rendement quantique des matériaux. Elle permet des mesures précises en utilisant de très petites quantités de matière en poudre ou liquide. L'utilisation d'une sphère nécessite d'accorder entre autres la plus grande attention au rapport signal/bruit, à la rétrodiffusion de la lumière d'excitation, à la contamination éventuelle de la sphère lors de la manipulation de l'échantillon et au processus d'étalonnage.

Conçue par des spécialistes qualifiés et expérimentés en spectroscopie, la sphère G8 répond à ces préoccupations.

Le résultat est un appareil soigné, avec un excellent rapport signal/bruit, pratique et facile à utiliser, destiné à des mesures de haute précision et répétables à quelque pourcent. A titre d'exemple la conception du porte échantillon avec une double enveloppe en quartz très pur permet de changer d'échantillon en quelques secondes tout en garantissant que la contamination du revêtement intérieur de la sphère soit



impossible. Nous avons aussi mis au point un guide détaillé pour nos clients sur comment réaliser la calibration ainsi que ces mesures de manière à obtenir le meilleur résultat possible.

Aux cours du temps le guide et la sphère ont subi des améliorations. Cet instrument fait actuellement l'objet de travaux de développement par GMP pour le rendre encore plus versatile et facile d'utilisation. La sphère G8 est utilisée par des chercheurs dans le monde entier, à leur plus grande satisfaction. Elle est parfaitement compatible avec les fluoromètres de Horiba et d'Edinburgh Instruments. ●



Menhir Photonics est une société en pleine croissance basée à Zurich (Suisse) et proposant des sources laser femtosecondes dont les caractéristiques ainsi que la robustesse sont mondialement reconnues.



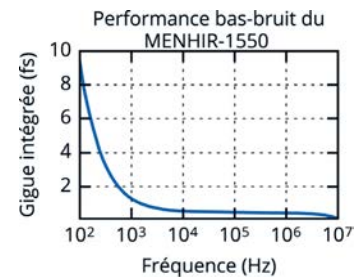
Le succès de Menhir Photonics repose sur des designs laser de haute qualité combinés avec une technique d'assemblage optimale offrant une très grande robustesse. La poli-

tique d'options permet de définir des lasers en cohérence totale avec les besoins des clients.

Le produit phare, MENHIR-1550, est un laser pulsé (< 250 fs) émettant à 1550 nm, avec des taux de répétition paramétrables (de 200 MHz à 2,5 GHz) et répondant à de nombreuses applications.

Ses caractéristiques techniques uniques (gigue inférieure à 10 fs sur une large plage de fréquence de bruit 1 kHz – 10 MHz, niveau de bruit

ultra-bas, capacité de génération de signaux périodiques...) en font un produit d'exception pour la synchronisation d'équipements ou pour l'utilisation dans des produits de pointe tels que des oscilloscopes



ultra-rapides, des analyseurs de réseau ou tout simplement pour une source de référence de fréquence fixe.

Nos équipes hautement qualifiées de Menhir Photonics en Suisse et de Wavetel en France sont à votre écoute pour définir la meilleure solution à votre besoin. À noter que Wavetel vient d'ouvrir une quatrième agence en France, à Lannion, afin d'accompagner l'expansion de son pôle d'expertise photonique. ●

CONTACT

WAVETEL – a Simac Group Company

Arnaud BOUT

FRANCE

+33 (0)6 83 55 19 47 | about@wavetel.fr

Menhir Photonics

Florian Emaury

SUISSE

+41 (0)61 331 45 45 | contact@menhir-photonics.com