

TÉMOIGNAGES

P. Métivier - D. Lupinski

**FOCUS** 

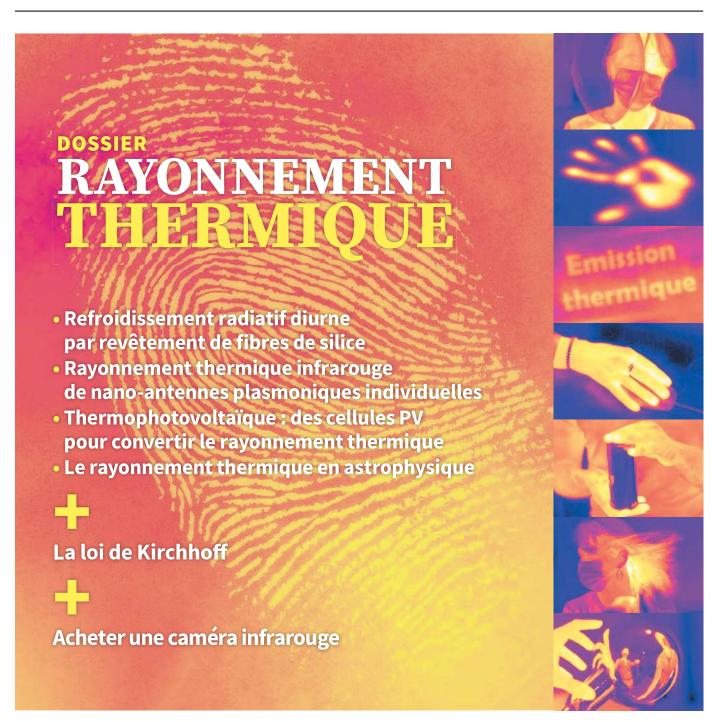
Suisse

BIOGRAPHIE

C.E. Bleeker

EXPÉRIENCE

Mesures photométriques





Photoniques est éditée par la Société Française de Physique, association loi 1901 reconnue d'utilité publique par décret du 15 janvier 1881 et déclarée en préfecture de Paris.

#### https://www.sfpnet.fr/

Siège social : 33 rue Croulebarbe, 75013 Paris, France Tél. : +33(0)1 44 08 67 10 CPPAP : 0124 W 93286

ISSN: 1629-4475, e-ISSN: 2269-8418

#### www.photoniques.com



Le contenu rédactionnel de Photoniques est élaboré sous la direction scientifique

de la Société française d'optique 2 avenue Augustin Fresnel 91127 Palaiseau Cedex, France mariam.mellot@institutoptique.fr Tél.:+33 (0)1 64 53 31 82

#### Directeur de publication

Jean-Paul Duraud, secrétaire général de la Société Française de Physique

#### Rédaction

Rédacteur en chef Nicolas Bonod nicolas.bonod@edpsciences.org

Journal Manager Florence Anglézio florence.anglezio@edpsciences.org

Secrétariat et mise en page Studio wake up! https://studiowakeup.com

#### Comité de rédaction

Pierre Baudoz (Observatoire de Paris), Azzedine Boudrioua (Institut Galilée, Paris 13), Émilie Colin (Lumibird), Céline Fiorini-Debuisschert (CEA), Riad Haidar (Onera), Wolfgang Knapp (Club laser et procédés), Patrice Le Boudec (IDIL Fibres Optiques), Christian Merry (Laser Components), François Piuzzi (Société Française de Physique), Marie-Claire Schanne-Klein (École polytechnique), Christophe Simon-Boisson (Thales LAS France), Costel Subran (F2S -Fédération des Sociétés Scientifiques), Ivan Testart (Photonics France).

#### Publicité

Annie Keller Mobile: +33 (0)6 74 89 11 47 Tél./Fax: +33 (0)1 69 28 33 69 annie.keller@edpsciences.org

International Advertising
Bernadette Dufour
Cell phone + 33 7 87 57 07 59
bernadette.dufour@edpsciences.org

Photoniques est réalisé par EDP Sciences, 17 avenue du Hoggar, P.A. de Courtaboeuf, 91944 Les Ulis Cedex A, France Tél.: +33 (0)1 69 18 75 75 RCS: EVRY B 308 392 687

**Gestion des abonnements** abonnements@edpsciences.org

#### Impression

Fabrègue imprimeur B.P. 10 87500 Saint-Yrieix la Perche Dépôt légal : Décembre 2020 Routage : STAMP (95)



# Éditorial



NICOLAS BONOD Rédacteur en chef

# Le Rayonnement Thermique : chaude actualité sur un sujet brûlant

a publication de ce dossier sur le rayonnement thermique trouve une résonance particulière avec l'actualité, à l'heure où la détection des températures corporelles contribue à lutter contre la propagation de l'épidémie, et où la découverte d'un trou noir massif au centre de notre galaxie, due en grande partie aux progrès réalisés en imagerie infrarouge, vient d'être récompensée par le prix Nobel de physique 2020.

L'émission thermique est un domaine de recherche passionnant mais très exigeant et dont les nombreuses applications ont motivé le développement de nombreuses filières de la photonique. Car détecter le rayonnement thermique, c'est détecter un signal couvrant tout le spectre de fréquence puisqu'émis par les sources les plus chaudes, les étoiles, comme les plus froides, le fond cosmique, et que les températures ordinaires voient leur spectre centré dans l'infrarouge moyen. Kirchhoff fit preuve d'une incroyable perspicacité en formulant en 1860 sa fameuse loi qui établit l'égalité entre l'émissivité d'un corps et son absorptivité pour une fréquence, polarisation et incidence donnés. Bien qu'énoncée avant la formulation des équations de Maxwell et de la loi de Planck, cette loi qui établit le pont entre thermodynamique et optique ondulatoire n'a depuis jamais été mise en défaut, ni son domaine d'application cessé de s'étendre. Vous découvrirez dans l'article Comprendre les fondements

de cette loi dont la simplicité de son énoncé n'a d'égale que sa richesse en termes de compréhension et d'application. Ce lien entre émissivité et absorptivité ouvre d'ailleurs des domaines de recherche passionnants dans le domaine de l'énergie : comment refroidir une surface ou un bâtiment sans apport d'énergie ? Comment convertir en électricité ce rayonnement thermique omniprésent? Chacune de ces questions fera l'objet d'un article dédié dans ce dossier. L'optimisation de l'absorption du rayonnement dans des domaines spectraux spécifiques s'appuie d'ailleurs souvent sur les nano et micro structurations. Or, la mesure du rayonnement thermique émis par des nanostructures plasmoniques individuelles soulève de nombreux défis et vous découvrirez les avancées les plus récentes sur ce domaine. Changement d'échelle en passant des nanostructures plasmoniques aux objets célestes. Le rayonnement thermique est la meilleure source d'information en astrophysique, mais son spectre extrêmement large, du visible aux micro-ondes, et la faiblesse de son signal ont contraint l'instrumentation optique à repousser ses limites.

Vous découvrirez aussi dans ce numéro les actualités de nos partenaires qui contribuent au rayonnement de la photonique et de ses acteurs, ainsi que des témoignages et entretiens dont l'un est consacré aux grands défis de la photonique.

Je vous souhaite une bonne lecture!





# 14

#### **TÉMOIGNAGES** Témoignage d'entrepreneur, interview de Philippe Métivier

# 28 Dossier: le rayonnement thermique

## 50 Acheter une caméra infrarouge



# Sommaire

www.photoniques.com

N° 105

#### ACTUALITÉS

**03** Éditorial et actualités de la SFO

**04** Informations partenaires

#### TÉMOIGNAGES

**15** Interview de Philippe Métivier

**16** Témoignage d'entrepreneur

#### **FOCUS**

**17** La Photonique en Suisse

#### BIOGRAPHIE

22 Caroline Émilie « Lili » Bleeker

#### **EXPÉRIENCE MARQUANTE**

**25** Premières mesures photométriques : de Léonard de Vinci à Pierre Bouguer

#### DOSSIER: RAYONNEMENT THERMIQUE

28 Refroidissement radiatif diurne par revêtement de fibres de silice

Rayonnement thermique infrarouge de nano-antennes plasmoniques individuelles

**37** Thermophotovoltaïque : des cellules PV pour convertir le rayonnement thermique

**41** Le rayonnement thermique en astrophysique

#### COMPRENDRE

**46** La loi de Kirchhoff

#### ACHETER

**50** Une caméra infrarouge

#### **PRODUITS**

**53** Nouveautés

### Annonceurs

Aérotech		49
Ardop		35
Edmund	Optics	03

EPIC	07
GMP SA	21
Imagine Optic	27
Laser components	45
Menhir Photonics	21

Opton laser International <b>IVº de co</b>	uv
Photonics France	12
Sercalo Microtechnology ltd	20
SFO	11
Spectrogon	33

Zuric	h Ins	trum	ents	II <sup>e</sup> d	e cou	V

Credit photo (couverture): © iStockPhoto & Isabelle Ribet

## L'édito de la SFO



PHILIPPE ADAM

Président de la SFO

# Bonjour à toutes et tous!

raditionnellement la fin d'année est l'heure du bilan ; l'année qui vient de s'écouler a été... spectaculaire!

Je ne reviendrai pas sur les conditions difficiles de l'exercice 2020. Je retiendrai par contre quelques lignes de force qui se sont clairement dessinées et qui nous ont permis de vivre presque normalement notre vie de Société Savante.

Malgré ces temps délicats, la SFO bénéficie d'un engagement permanent de tous ses membres. Des initiatives ont continué de fleurir. Un exemple parmi d'autres : la création d'un nouveau club, le club LIDAR. Cette initiative portée par Nicolas CEZARD, décrit bien votre investissement personnel et permet par la même d'assurer la pérennité de la SFO, de ses actions et de son rayonnement.

De fait, la voilure « événementiel en présentiel » a été réduite. La SFO s'est néanmoins mise en ordre de marche pour assurer des événements ONLINE. En témoigne l'organisation de la journée thématique « OPTIQUES FREEFORM » du club Calcul Optique organisée par la SFO avec la participation de l'IOGS et de l'association (FO-RS). Notre contribution s'adapte aux nouvelles exigences : la crise ne doit pas empêcher de penser positivement à l'avenir et c'est un rôle auquel la SFO tient particulièrement.

L'union fait la force : notre communauté a réagi à la situation présente par un resserrement significatif des liens avec l'ensemble des interlocuteurs structurels de notre communauté : EOS, ICO, OSA, Photonique France. Des structures nouvelles de « lobbying » au niveau national sont apparues, pour tenter de favoriser et valoriser la recherche fondamentale. Objectifs: montrer que la Science a des arguments dans les débats courants, que ses méthodes sont valides et robustes. Il faut impérativement préparer le futur.

Dans un avenir proche, la situation héritée de 2020 va laisser des traces : les gommer demande l'ouverture de chantiers prioritaires:

- · Assurer notre résilience économique: la respiration « naturelle » de la SFO sur deux années, a été quelque peu bouleversée. Reprendre notre souffle rapidement et sans séquelle sera une priorité.
- Assurer la réussite pleine et entière de la composante « événementiel » de notre activité. Les échéances sont claires et les moyens montent en puissance.

Fort de votre engagement pour la SFO, encore démontré par votre participation à l'AG du 22 octobre, nous serons tous sur le pont pour faire de 2021 une belle et fructueuse année.

> Optiquement vôtre Philippe ADAM

# L'OPTIQUE **EST NOTRE AVENIR**<sup>TM</sup> Séparateurs de faisceaux par Edmund Optics® Large gamme de longueurs d'ondes allant de 250 nm à 8 µm • Grande variété de formes, de tailles et de rapports de division • Options de polarisation avec des rapports d'extinction allant jusqu'à 10 000:1 · Vaste inventaire de pièces standard disponibles pour une livraison rapide. Edmund Optics® fabrique et fournit des séparateurs de faisceau standard et personnalisés pour une large gamme d'applications. Pour en savoir plus : www.edmundoptics.fr/ beamsplitters +33 (0) 820 207 555 sales@edmundoptics.fr

Edmund





#### Le Prix Fabry-De Gramont

Suite à la réunion de délibération, les membres du jury ont attribué le prix à deux talentueux chercheurs :
Frédéric Gérôme (XLIM), lauréat
2019, pour ses travaux autour de la photonique des gaz : de la conception des fibres creuses à la photonique des plasmas. Bertrand Kibler (ICB), lauréat
2020, pour ses travaux dans le domaine des ondes non-linéaires, notamment l'observation des ondes de respiration (breathers) et de leurs interactions, en tirant profit des technologies modernes de l'optique ultrarapide aux longueurs d'ondes télécoms.





■ OPTIQUE Dijon 2021, 5 au 9 juillet 2021 Palais des congrès de Dijon avec la participation de Gérard MOUROU, prix Nobel de Physique 2018 Inscription au congrès

Inscription au congrès Réservation des stands Bénéficiez du Tarif EarlyBird Jusqu'au mois de Mars.

■ École thématique 2021 Les Houches, 25 - 30 avril 2021 All-optical interrogation of neuronal networks in vivo Campagne de soumission ouverte

Tous les évènements de l'agenda SFO : www.sfoptique.org/agenda/

# FAIRE-PART DE NAISSANCE : Club Lidar UN NOUVEAU CLUB LIDAR À LA SFO

a SFO a le plaisir de vous annoncer la naissance de son « petit vingtième » ! Un nouveau Club Lidar est en effet venu récemment agrandir la famille des clubs thématiques animés au sein de notre société. Créé à l'initiative de chercheurs de l'Onera, et avec le soutien initial de plusieurs laboratoires (LATMOS, CNRM, LSCE, LMD, ILM, LPCA), ce nouveau club vise tout d'abord à rassembler, au sein de ce nouvel espace d'échange, la communauté scientifique nationale impliquée dans des activités de développement et d'exploitation des systèmes lidars. À ce titre, le club est bien entendu appelé à grandir : n'hésitez pas à nous contacter (1) si vous souhaitez vous en rapprocher.

Les missions du club seront notamment :

- **Promouvoir** les activités scientifiques et techniques de la communauté, à travers les canaux d'information de la SFO
- **Organiser** des journées scientifiques nationales ou des sessions de colloques focalisées sur les systèmes Lidars
- **Contribuer** à la formation des jeunes chercheurs dans ce domaine, *via* la tenue de formations, la création de contenus pédagogiques, et pourquoi pas, *via* la réactivation d'une école d'été dédiée (telle qu'il a pu en exister occasionnellement entre 2010 et 2015).

Forte d'un écosystème très riche, la communauté Lidar française est particulièrement active et innovante. A l'heure où la pandémie de Covid rend difficiles les déplacements en France (et plus encore à l'international), à l'heure aussi où la recherche, de plus en plus, se conçoit à l'échelle européenne, il semble plus que jamais faire sens de resserrer les liens scientifiques nationaux. Gageons que ce nouveau Club Lidar permettra, à l'instar des autres clubs SFO, d'œuvrer en ce sens!

(1) Contact: Nicolas CEZARD sfo.info@institutoptique.fr

En savoir plus: https://www.sfoptique.org/pages/les-clubs-sfo/club-lidar.html

## RETOUR SUR L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DIGITALE 15 OCTOBRE 2020

L'Assemblée générale de la Société Française d'Optique s'est tenue le 15 octobre 2020 à 10h00 exclusivement en mode digital *via* l'application Zoom.

Le rapport moral et le rapport financier de l'année 2019 présentés respectivement par le Président Philippe ADAM et par le trésorier Mehdi ALOUINI ont été approuvés.

Nous remercions vivement tous les membres qui ont assisté à ce temps fort de notre association. La version digitale de cette assemblée générale a permis une grande participation des membres éloignés géographiquement et a eu une bonne représentativité sur tout le territoire Français.

Nous remercions également tous les membres qui ont contribué à rendre vivante cette assemblée générale par leurs questions sur le tchat et par la prise de parole.

Fort de cette expérience digitale, la SFO lance sa première journée ONLINE avec la journée thématique du club calcul optique. Nous revenons vers vous très prochainement pour vous annoncer la programmation de futures conférences digitales.