

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](http://www.photoniques.com)



Le contenu rédactionnel de Photoniques est élaboré sous la direction scientifique de la Société française d'optique de la Société française d'optique  
2 avenue Augustin Fresnel  
91127 Palaiseau Cedex, France  
**Florence HADDOUCHE**  
Secrétaire Générale de la SFO  
[florence.haddouche@institutoptique.fr](mailto:florence.haddouche@institutoptique.fr)

#### Directeur de publication

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

#### Rédaction

Rédacteur en chef  
**Nicolas Bonod**  
[nicolas.bonod@edpsciences.org](mailto:nicolas.bonod@edpsciences.org)

Journal Manager  
**Florence Anglézio**  
[florence.anglezio@edpsciences.org](mailto:florence.anglezio@edpsciences.org)

Secrétariat de rédaction et mise en page  
**Agence de communication la Chamade**  
<https://agencelachamade.com/>

#### Comité de rédaction

Pierre Baudoz (Observatoire de Paris),  
Marie-Begoña Lebrun (Phasics),  
Adeline Bonvalet (CNRS),  
Benoît Cluzel (Université de Bourgogne),  
Sara Ducci (Université de Paris),  
Céline Fiorini-Debuisschert (CEA),  
Sylvain Gigan (Sorbonne Université),  
Aurélien Jullien (CNRS),  
Patrice Le Boudec (IDIL Fibres Optiques),  
Christophe Simon-Boisson (Thales LAS France).

#### Advertising

Annie Keller  
Cell phone : +33 (0)6 74 89 11 47  
Phone/Fax : +33 (0)1 69 28 33 69  
[annie.keller@edpsciences.org](mailto:annie.keller@edpsciences.org)

#### International Advertising

Bernadette Dufour  
Cell phone + 33 7 87 57 07 59  
[bernadette.dufour@edpsciences.org](mailto: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](mailto:abonnements@edpsciences.org)

#### Impression

Fabrègue imprimeur  
B.P. 10  
87500 Saint-Yrieix la Perche  
Dépôt légal : Août 2022  
Route : STAMP (95)



## Éditorial



**NICOLAS BONOD**

Rédacteur en chef

## Richesse spectrale

1974-Plateau de Coconino, Arizona. Deux scientifiques, Alexander Goetz et Michael Abrams, développent un imageur d'un genre nouveau. Leur objectif ? Tirer profit de la richesse du spectre solaire en mesurant la réflectance du sol terrestre sur la bande spectrale 0.4-2.5  $\mu\text{m}$ . Ces travaux sont associés à la mission Landsat d'observation spatiale de la Terre, mission qui a permis de développer plusieurs générations d'imageurs multispectraux. A. Goetz et ses coauteurs définirent cette nouvelle technique d'imagerie dans un article publié en 1984 par ces mots "Hyperspectral refers to the multidimensional character of the spectral data set... The value of this technique lies in its ability to acquire a complete reflectance spectrum for each picture element (pixel) in the image." Cette définition s'applique encore aujourd'hui remarquablement bien aux travaux menés dans cette discipline. Embarquons ensemble dans cet univers du datacube et découvrons les derniers progrès réalisés dans ce domaine, qui n'a eu de cesse depuis ces travaux pionniers d'étendre ses domaines applicatifs, des missions spatiales à l'agriculture et à la microscopie.

Vous l'aurez certainement remarqué, la place accordée aux entretiens s'est accrue dans les derniers numéros. Ce choix est motivé par le souhait

de mettre en avant les hommes et les femmes qui s'engagent pour faire avancer la photonique, que ce soit dans le monde académique ou celui des entreprises. Ces entretiens illustrent la diversité des parcours et des expertises des scientifiques au spectre large et riche dont l'engagement et l'implication dans l'optique et photonique ont contribué à faire progresser si rapidement cette filière.

La revue se nourrit de la richesse des personnalités et des expertises des membres de son comité qui a accueilli de nouveaux membres ces derniers mois. Je remercie l'ensemble des membres du comité, nouveaux et anciens, qui identifient les thématiques les plus pertinentes en veillant au renouvellement des sujets abordés. Je remercie enfin les auteurs qui consacrent un temps précieux à la rédaction d'articles à la fois rigoureux, techniques et pédagogiques. Je vous invite à aller découvrir l'article "Comprendre la réciprocité optique" de ce numéro qui illustre parfaitement cet équilibre subtile. Ces articles font avancer les connaissances de la communauté de l'optique-photonique et participent à la formation des plus jeunes. Nous allons encore accentuer nos efforts afin de proposer des contenus attractifs et participer à l'information, la formation et la promotion de la photonique.



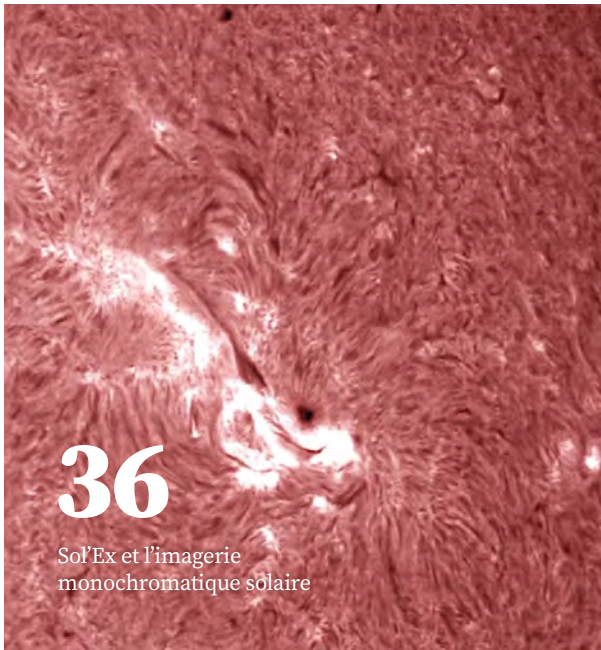
# Sommaire

www.photoniques.com

N° 120

## 23

**40 ANS DE LA SFO**  
Clubs et commissions,  
les forces vives de la SFO



## 36

Sol'Ex et l'imagerie  
monochromatique solaire

## 41

L'imagerie spectrale  
pour l'agriculture  
et les sciences végétales



### ACTUALITÉS

- 03 Éditorial et actualité de la SFO
- 05 Informations partenaires
- 14 Mots-croisés sur le thème  
de l'imagerie hyperspectrale
- 15 Actualités scientifiques
- 18 Entretien : Pascale Senellart, CNRS
- 21 Témoignage d'entrepreneur : Mathieu Ribes,  
POP® Photonics Open Projects

### 40 ANS DE LA SFO

- 23 Clubs et Commissions, les forces vives de la SFO

### FOCUS

- 28 La photonique en Île-de-France

### OSEZ L'OPTIQUE

- 36 Sol'Ex et l'imagerie  
monochromatique solaire

### DOSSIER : IMAGERIE HYPERSPECTRALE

- 41 L'imagerie spectrale pour l'agriculture  
et les sciences végétales
- 47 Exploiter les signatures de la matière grâce  
à l'imagerie hyperspectrale computationnelle
- 51 Apports et défis de l'acquisition codée  
pour l'imagerie hyperspectrale

### COMPRENDRE

- 56 Comprendre le théorème de réciprocité optique

### PRODUITS

- 61 Nouveautés

## Annonces

2B Lighting ..... 34  
ARDOP ..... 15  
Comsol ..... IV° de couv.  
Edmund Optics ..... 53

Edp Sciences ..... 09, 17  
EPIC ..... II° de couv.  
Exail ..... 31  
HTDS ..... 34  
HySpex ..... 45

Imagine Optic ..... 39  
Opton Laser ..... 33, 41  
Polytec ..... 35  
Scientec ..... 43  
Sedi-Ati ..... 35

Spectrogon ..... 59  
Trioptics ..... 55

Crédit photo (couverture) : ©EDP Sciences.  
Image de Nathalie Picqué et Theodor Hänsch.  
Image reproduite de Photoniques 113, 38-42 (2022).

# L'édito de la SFO

---



**ARIEL LEVENSON**

Président de la SFO

## Diffusons la lumière ensemble !

**N**ous continuons à célébrer les 40 ans de notre SFO avec un article dédié aux clubs et aux commissions. Ces quelques pages ne suffisent toutefois pas à rendre pleinement hommage aux nombreux collègues qui ont, tout au long de leur riche histoire, animé ses clubs, véritables cœurs battants de notre SFO. Cela me rassure de penser qu'à travers leurs actions ils sont, selon l'affinité de chacun, plutôt bien connus de notre communauté. Mais ... connaissez-vous nos commissions ? Elles constituent le fer de lance de nos engagements d'inclusion, parité et diffusion du savoir. J'ai eu l'occasion, dans Photoniques 118, de saluer et rappeler l'importance de l'action de la commission Réussir la parité en optique. J'évoquerai prochainement la commission Optique/Physique Sans Frontière qui contribue à diffuser les solutions optiques frugales dans divers pays d'Afrique, Asie et Amérique Latine.

Connaissez-vous notre commission Enseignement ? Sous l'égide de son président Christophe Daussy et de sa vice-présidente Estelle Blanquet, elle œuvre à mutualiser des ressources et à échanger sur les pratiques. Certains d'entre vous ont visité les stands d'expériences pédagogiques lors de nos conférences, ou participé aux échanges sur les programmes d'éducation, co-organisés avec les Rencontres Enseignement de l'Optique et Didactique, à OPTIQUE Nice 2022. Je tiens à saluer ici un autre aspect de ses activités. Son action pour favoriser l'émergence de vocations. L'optique est fascinante, mais pour que la fascination opère et se transforme en questionnement, voire en vocation, faut-il encore y être confronté et mieux encore accompagné. C'est l'objectif de notre programme LightBox, labélisé par l'International Day of Light et par l'Année de la Physique. Ce programme est développé par notre commission en partenariat avec l'association AtoutSciences. La LightBox est une « petite boîte » unique, adaptée à des publics très divers, de l'écolier, collégien, lycéen à l'étudiant et à tout curieux. Quelques éléments d'optique et quelques

fiches et ce sont de très nombreuses expérimentations qui deviennent possibles. J'ai moi-même assisté à une animation réalisée par Christophe et constaté les yeux des jeunes brillant de fascination en réussissant à produire un arc-en-ciel. Le programme LightBox reflète pleinement notre philosophie, une péréquation permanente pour atteindre le plus grand nombre. Les LightBox sont prêtées soit gratuitement, soit au coût de fabrication, selon nos possibilités et les moyens du partenaire. Car il s'agit bien d'un partenariat, avec pour seules obligations leur utilisation et la production d'un retour sur les expérimentations. C'est ainsi que 131 LightBox ont déjà donné lieu à 31 projets accompagnés par 13 référents locaux en France, au Sénégal, au Cameroun et au Niger. Bientôt la petite boîte sera déployée dans des musées pour accompagner des visites interactives. L'aventure LightBox ne fait que commencer !


Vous l'aurez compris, à travers ce type d'actions qui s'appuient sur nos commissions, sur des associations, sur des bénévoles et sur notre « structure », la SFO mutualise et fait œuvre utile.

Je souhaite conclure en vous faisant part d'une réflexion-sollicitation. Lorsque nous participons à des projets financés à l'échelle régionale, nationale ou européenne, nous sommes de plus en plus sollicités pour y inclure des actions de vulgarisation, de formation ou d'inclusion. Excellente chose, qui peut cependant être très chronophage, surtout lorsque l'on part de zéro. Pensez à la SFO, aux commissions, envisagez une collaboration, un partenariat, une sous-traitance, cela devrait se traduire par un gain en efficacité et en temps, la SFO fera grandir votre projet et le projet fera grandir notre SFO. Diffusons la lumière ensemble !

Photoniquement vôtre  
Ariel Levenson  
Directeur de recherche CNRS  
Président de la SFO



Nouvelle décennie  
Nouveau logo  
Même mission



## Accroître la compétitivité de l'industrie européenne de la photonique

EPIC est la principale association industrielle mondiale qui s'engage à promouvoir un développement durable des organisations travaillant dans le domaine de la photonique en Europe et dans le monde. Nous soutenons l'écosystème photonique en maintenant et consolidant un réseau solide et en agissant comme catalyseur et facilitateur du progrès technologique et commercial.