



# La lumière : sources et ressources

« La clarté, c'est une juste répartition d'ombres et de lumière »

Goethe, *Maximes et réflexions*

Nous sommes tous des enfants des Lumières, ce 18<sup>e</sup> siècle de révolution intellectuelle qui voulut placer la raison au cœur des actions humaines, dépassant les habitudes et les conformismes, contre les superstitions et plus encore contre les fanatismes. Les Lumières sont plurielles. Elles nous incitent à penser que nous avançons dans la connaissance et la maîtrise du monde tel qu'il nous apparaît, dans la lumière que la science projette sur les phénomènes, mais laissant dans l'ombre ceux que nous ne savons comment aborder, voire dont nous n'imaginons même pas l'existence. Les scientifiques aujourd'hui sont devenus à la fois modestes, sachant que leur travail n'éclaire qu'un pan restreint du grand chantier de la réalité, mais aussi ambitieux, car ils espèrent aider à relever les défis auxquels nos sociétés ont aujourd'hui à faire face.

Ce numéro spécial de *Reflets de la physique*, « La lumière : sources et ressources », est une contribution de la Société Française de Physique à la célébration de l'Année internationale de la lumière proclamée par l'ONU pour 2015, cent ans après la théorie de la relativité générale d'Einstein qui mit la lumière au centre du concept d'espace-temps.

**Michel Spiro**

Président de la Société Française de Physique

**Charles de Novion**

Rédacteur en chef de *Reflets de la physique*

**Michèle Leduc et Olivier Dulieu**

Coordinateurs de ce numéro

Les articles présentés dans ce numéro, évidemment trop peu nombreux, apportent des contributions très diverses au champ des connaissances qui se construit avec et autour de la lumière. Les auteurs sont des physiciens, des chimistes, des astronomes, des historiens des sciences, des spécialistes de la peinture. Nous espérons que cette variété aiguillonnera la curiosité des lecteurs familiers ou non des thèmes abordés.

Dans un entretien accordé à *Reflets de la physique*, Serge Haroche, le plus récent des prix Nobel de physique français, projette des lumières très personnelles sur l'état actuel de notre discipline et sur ses perspectives : quels en sont les enjeux, a-t-elle suffisamment de moyens, comment la situer en France par rapport à l'Allemagne ou aux États-Unis, pays que l'auteur connaît bien ? Et surtout : où se dirige-t-elle, où porter les efforts de demain ? Il s'exprime avec franchise à l'intention de ses collègues mais aussi des politiques qu'il conseille, sortant délibérément des sentiers battus.

La connaissance de la lumière, onde ou particule, en constante évolution, a une histoire. Les conceptions du monde s'y affrontent en même temps que celles de la science, au fil des siècles où les plus grands esprits étaient autant philosophes qu'astronomes, géomètres ou opticiens. Bernard Maitte nous raconte comment les découvertes successives depuis l'an mille ont été dépendantes à la fois des croyances, du perfectionnement des instruments d'observation et du développement des théories, ce que confirme la recension des récentes rééditions des ouvrages de Newton et Huygens, commentés par Michel Blay. Jean Eisentaedt ajoute à ce panorama historique un corpus de travaux peu connus de la fin du 18<sup>e</sup> siècle sur l'interaction de la matière avec les corpuscules lumineux, préambule prémonitoire de la relativité générale. James Lequeux déroule le fil des expériences et des théories qui ont marqué tout le 19<sup>e</sup> siècle, avec les questions récurrentes et obsédantes : de quoi dépend la vitesse de la lumière, et si c'est une onde, quel est ce milieu appelé éther dans lequel elle se propage ? Remontant jusqu'aux âges les plus reculés de l'Univers, Michel Spiro recadre l'ensemble de nos connaissances sur la lumière avec la vision fascinante du physicien des particules, familier des grands programmes cosmologiques.

Composés organophosphorés émissifs pour le développement de diodes organiques électroluminescentes (OLED).

À partir des années 1970, les expériences de pensée de la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle deviennent réalité : la lumière fournit l'outil qui permet de voir l'univers microscopique à l'échelle des particules individuelles. Antoine Browaeys nous montre comment piéger avec des pinces laser des atomes froids un à un pour les intriquer au sens de la mécanique quantique. Capter des photons uniques dans des cavités de grande finesse devient possible dans les expériences d'une spectaculaire habileté décrites par Jean-Michel Raimond. Très quantiques aussi sont les mesures de constantes atomiques d'une précision extrême réalisées par Saïda Guellati-Khélifa, dont un portrait tout en finesse est brossé par Mathieu Grousseau. S'ouvre alors le fascinant monde en plein développement des technologies quantiques, riches d'applications pour le domaine des communications qui seront sans doute elles aussi quantiques, comme l'annonce Thierry Chanelière dans sa présentation de mémoires optiques à base de cristaux de terres rares.

Mais revenons aux sources... Les sources de lumière sont aussi ressources. La lumière baigne la vie des êtres vivants sur Terre. C'est ce que démontrent les explications de Claude Weisbuch sur l'émission des LEDs bleues, merveilles d'intelligence technologique et porteuses de progrès immenses pour l'éclairage des régions déshéritées du monde. Le laser femtoseconde géant de 10 pétawatts du projet Apollon, présenté par François Amiranoff, permettra d'ouvrir de nouveaux champs de recherche, comme la physique des champs forts et celle des plasmas relativistes. Le vivant offre lui aussi des ressources insoupçonnées : Jean-Pierre Henry met en lumière la bioluminescence de certaines espèces qui, au-delà de la curiosité à élucider, est un filon à exploiter pour les biotechnologies. Les sources de lumière peuvent aussi se faire énormes : Jean-Louis Pinçon et Sébastien Célestin nous surprennent avec ces gigantesques bouffées lumineuses générées par les orages et la physico-chimie complexe de l'atmosphère qui s'y déroule.

De l'infiniment grand à l'infiniment petit, la lumière est l'outil de choix pour observer le monde et détecter ses plus infimes soubresauts, comme viennent de le démontrer brillamment les détecteurs d'ondes gravitationnelles LIGO, qui font l'objet d'un article court dans ce numéro (p. 7). Braqués vers le ciel, les télescopes, toujours plus grands et sophistiqués, fournissent

des informations sur les objets qui peuplent l'Univers, des plus petites planètes aux galaxies les plus monstrueuses. Daniel Rouan nous fait rêver avec les performances surpassant celles de Hubble du futur télescope géant européen E-ELT, qui sera pourvu d'une optique adaptative de conception très originale. Pierre Cox, l'actuel directeur du grand interféromètre submillimétrique ALMA au Chili, confie son enthousiasme pour la beauté des résultats obtenus et raconte la vie au quotidien des personnels travaillant en haute altitude. Pourtant, l'astronomie a autant besoin d'ombre que de lumière : Denis Burgarella, dans un article aux illustrations éloquentes, met en garde contre la pollution du ciel nocturne par les activités urbaines, handicapant les astronomes et privant les hommes du plaisir de contempler le ciel. À l'opposé de ces recherches sur les grandes structures de l'Univers, l'extrême miniaturisation des méthodes de fabrication des composants électroniques offre des possibilités d'applications inédites pour la vie pratique, comme les nano-antennes optiques décrites par Sébastien Bidault et Nicolas Bonod. La mesure du temps est parvenue à une exactitude incroyable avec les horloges atomiques : l'équipe d'Anne Amy-Klein nous entraîne à transférer sans erreur ces repères de temps sur des centaines de kilomètres à travers le réseau Internet, une révolution pour la métrologie.

Si nos lecteurs sont passionnés de science, ils sont certainement aussi amoureux des arts, comme l'indique le compte-rendu enthousiaste de Costel Subran sur l'Année de la lumière en France, dominée par des événements « art et science ». Ce numéro se conclut par deux brillants articles merveilleusement illustrés de reproductions de tableaux : Lucile Beck d'une part, Laurence de Viguerie, Matthias Alfeld et Philippe Walter d'autre part, nous révèlent tout ce que la lumière, utilisée avec les technologies les plus élaborées, peut apporter à la connaissance des substrats ou des pigments d'un tableau. Ils nous font ainsi pénétrer au cœur des mystères de l'élaboration de l'œuvre, de l'intention de l'artiste et de la beauté du monde.

**Michèle Leduc** (leduc@lkb.ens.fr)

Directrice de recherches émérite au CNRS, Laboratoire Kastler Brossel, Paris

**Olivier Dulieu** (olivier.dulieu@u-psud.fr)

Directeur de recherches au CNRS, Laboratoire Aimé Cotton, Orsay