

Organisation des Nations
Unies pour l'éducation,
la science et la culture



Journée internationale
de la lumière

L'HISTOIRE
DE LA RECHERCHE
ET DE L'ENSEIGNEMENT
DE L'OPTIQUE
À L'UNIVERSITÉ DE
FRANCHE-COMTÉ

Permanents et associés du laboratoire d'optique 1963-2023

AEBISCHER Nicole	GUIGNARD Michel
BAIDA Fadi	GUIZAL Brahim
BAINIER Claudine	HANNA Marc
BERNAL Maria-Pilar	HARAGUS Mariana
BEUGNOT Jean-Charles	HAUDEN Jérôme
BIGOURD Damien	HERITIER Carole
BINDER Jean-Claude	JACQUOT Maxime
BITSCHENE Denis	JACQUOT Muriel
COURJAL Nadège	KONNE Olivier
BONNOT Liliane	LACOURT Alain
BOYER Philippe	LACOURT Pierre-Ambroise
BRUNNER Daniel	LAFON Belinda
BULABOIS Jean	LANTZ Eric
BUTTERLIN Nadia	LARGER Laurent
CARQUILLE Bernard	LIGIER André
CHAGROT Aline	MAILLOTTE Hervé
CHAMBAUDET Danièle	MAIRE Christian
CHARRAUT Daniel	MARTHOURET Nadège
CHAUVET Mathieu	MEROLLA Jean-Marc
CHEMBO Yanne	MOEC Samuel
CLERC Jacques	MOLLIER Pascal
COURJON Daniel	MONNERET Jacques
COURVOISIER François	MOSSET Alexis
DAUMET Joëlle	NEIRAS Jean
DEVAUX Fabrice	PASTEUR Jacques
DEVILLERS Robert	PERRIN Georges
DJAOUTI Sarah	PHAN HUY Kien
DORDOR Emmanuel	PIERALLI Christian
DUDLEY John	PORTE Henri
DUFFIEUX Pierre-Michel	PRENEL Jean-Pierre
DUVERNOY Jacques	RAUCH Jean-Yves
EDOUARD-GUICHARDAZ Blandine	RENAUD Jean-Claude
FANJOUX Gil	ROLLAND Jacques
FAUVEZ Valérie	SALUT Roland
FERRIERE Richard	SALVI Jérôme
FOURNIER Jean-Marc	SANDOZ Patrick
FROEHLI Claude	SUAREZ Miguel
FROEHLI Luc	SYLVESTRE Thibaut
FURFARO Lucas	TRIBILLON Gilbert
GAUTHIER-MANUEL Ludovic	ULLIAC Gwenn
GHARBI Tijani	VALOT-DEGUEURCE Marie-Odile
GIUST Remo	VANLABEKE Daniel
GOEDGEBUER Jean-Pierre	VENDEVILLE Jacques
GORECKI Christophe	VIENOT Jean-Charles
GROSJEAN Thierry	WACOGNE Bruno

Ce document est dédié à toutes les personnes qui ont contribué à la recherche et à l'enseignement en optique à l'Université de Franche-Comté, hier et aujourd'hui. Nous nous souvenons tout particulièrement de ceux qui ne sont plus parmi nous. En préparant ce bref historique, il est presque certain que nous avons omis des détails importants et nous accueillons volontiers toutes les corrections et tous les compléments d'information. Equipe de rédaction: Jeanne Magnin, Luc Froehly, John M. Dudley, Maxime Jacquot, Université de Franche-Comté, Institut FEMTO-ST, CNRS UMR 6174, Besançon, France.

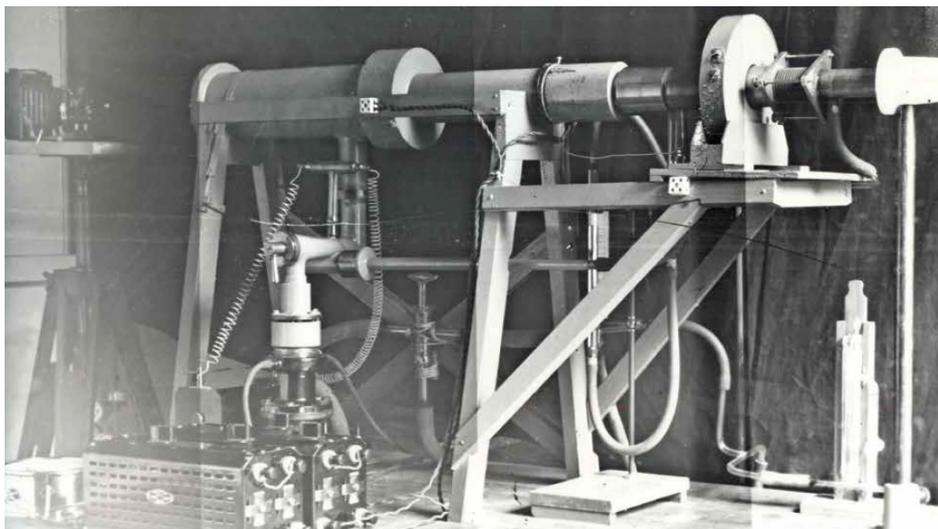
Publié à l'occasion de la Journée Internationale de la lumière de l'UNESCO, le 16 mai 2023.

Origines

L'Université de Franche-Comté a été créée à Dole par Philippe Le Bon en 1423 avant d'être ensuite transférée à Besançon en 1691 par Louis XIV [1]. Sa structure académique initiale était organisée autour des seuls domaines du droit, de la théologie et de la médecine, et ce n'est que bien plus tard, en 1845, qu'une Faculté des Sciences a été instaurée. La Chaire de physique de la faculté était en premier lieu occupée par Charles-Cléophas Person (1801-1884), et on peut supposer que c'est lui qui a effectué les premières recherches en optique à l'Université, avec une brève publication en 1847 sur le mécanisme d'imagerie d'un « miroir magique chinois » [2]. Parmi d'autres travaux d'optique menés à Besançon au cours du XIX^e siècle, on peut citer : les études en 1856 sur la diffraction de Jean-Antoine Quet (1810-1884), le Recteur de l'Académie de Besançon [3] ; la publication en 1882 d'un ouvrage sur la théorie des lentilles épaisses par Marcel Croullebois (1843-1886), professeur à Besançon de 1876-1885 [4] ; ainsi que les recherches photométriques sur le spectre de l'hydrogène par Henri Lagarde (1856-1890) professeur à Besançon de 1885-1890 [5].

Tout au long du XIX^e siècle, la Faculté des Sciences de Besançon reste une petite structure, située au centre-ville dans des locaux modestes. Un enseignant par discipline, assisté d'un préparateur, suffit pour les quelques dizaines d'étudiants, mais pour la plupart, ces enseignants ne restent pas longtemps en poste. En 1886, le doyen de la faculté Alexandre Vézian (1821-1903), lors de son discours de rentrée, « regrette de voir les professeurs faire d'ordinaire un séjour si court que la faculté de Besançon peut être considérée comme une faculté de passage ou d'attente » [6]. Il est intéressant de noter que dans le même discours, Vézian aborde un thème qui sera également récurrent à l'avenir en demandant un soutien financier local de la municipalité afin d'assurer réellement la « nourriture intellectuelle » de la région.

Au cours du XX^e siècle, de nombreux résultats pionniers en optique et dans les domaines connexes sont issus de l'Université de Franche-Comté. L'un des premiers est le travail de Jean-Jacques Trillat (1899-1987), nommé professeur de physique à Besançon en 1933 [7]. Trillat a été formé par Maurice de Broglie (le frère de Louis de Broglie qui a reçu le prix Nobel de 1929) et il a apporté à Besançon une partie de l'équipement de Maurice de Broglie et une expertise hors pair dans le domaine de la diffraction des rayons X. Malgré des installations expérimentales initialement spartiates à son arrivée avec des « vastes pièces vides où l'on n'avait même pas du courant alternatif », Trillat a pu construire avec son assistant Remi Fritz en 1935 le premier microscope électronique en France [7]. Cependant, cette « première » sur le plan national n'a pas fait l'objet d'une grande attention, probablement en raison du fait que Trillat lui-même n'a jamais rien publié à l'époque sur le dispositif, et que la seule description contemporaine se trouve dans un article de Fritz (qui malheureusement n'inclut aucune micrographie produite par l'instrument) [8]. Néanmoins, l'importance de cette contribution originale à la microscopie électronique française est aujourd'hui reconnue [9,10].



Photographie du microscope électronique de Trillat et Fritz dans leurs laboratoires à Besançon [9].



Pierre-Michel Duffieux et Jacques Clerc en 1965 devant le chantier de construction du laboratoire « Labo E », bâtiment qui a été spécialement conçu par Duffieux pour la métrologie optique avec caractéristiques antivibratoires et isolation thermique.

Duffieux

La première structure de recherche dédiée exclusivement à l'optique a été établie par Pierre-Michel Duffieux (1891-1976) qui s'installa à Besançon en 1946 après un début de carrière à l'Université de Rennes [11]. Duffieux est alors reconnu comme un des pionniers de l'optique moderne grâce à ses travaux depuis 1940 [12], et en particulier grâce à son livre sur l'optique de Fourier sorti en 1946 [13]. Cependant, à cause de ses publications uniquement en français (dans un environnement scientifique de plus en plus anglophone), l'impact de ses travaux a été relativement mineur en dehors de la France jusqu'à 1959. Sa reconnaissance devra attendre que Born et Wolf citent ses travaux dans leur monographie de référence *Principles of Optics* [14].

Duffieux a pu faire émerger l'optique comme une discipline clé à la fois pour la physique fondamentale ainsi que pour la technologie. Il a naturellement créé un centre de métrologie optique dont les objectifs initiaux concernaient la mesure des fonctions de transfert optique et l'étude du contenu en information des images photographiques [15]. Duffieux a également anticipé que les recherches futures en optique nécessiteraient de nouveaux locaux, car les salles dont il disposait au centre-ville de Besançon étaient en mauvais état comme il l'a remarqué en 1960 : « ... une ancienne cave abandonnée de tous, qui est trop courte, mal protégée contre les courants d'air et les inondations » [16]. C'est à cette époque que Duffieux organise le déménagement de ses activités vers le nouveau campus de la Bouloie en train d'être bâti à l'ouest de Besançon et où était déjà installé depuis les années 1880 un observatoire astronomique, météorologique et chronométrique.

Les nouveaux bâtiments, plus grands et mieux adaptés aux études expérimentales, permettront ensuite de nombreux développements dans les salles d'expériences du *Laboratoire de Physique générale et Optique* de l'Université de Besançon, créé en 1963. En effet, le moment était idéal pour tirer profit de l'invention du laser en 1960. Bien entendu, la science est avant tout une aventure humaine, et les succès du laboratoire au cours de cette période sont dus aux nouvelles nominations d'universitaires, de chercheurs et d'ingénieurs, sans parler des nombreux étudiants qui voyaient la discipline « optique » comme un domaine d'ouverture à l'avenir. Les effectifs vont ainsi tripler entre 1960 et 1970, avec l'arrivée en premier lieu de Jean-Charles Viénot (1930-2022), puis de Jacques Pasteur, Jean Bulaboïs, Nicole Aebischer, Claude Froehly, Jacques Monneret et encore beaucoup d'autres par la suite. Après le départ en retraite de Duffieux en 1963, la direction du laboratoire d'optique est reprise par Jean-Charles Viénot qui a ajouté un accent particulier sur la structuration des activités de recherche autour de domaines à l'état de l'art sur le plan international, et sur la nécessité de veiller à ce que les excellents résultats des travaux issus du laboratoire reçoivent le rayonnement mondial que leurs qualités méritaient.

Évolution

Vu le nombre d'évolutions thématiques depuis 1960, il est difficile de sélectionner des faits marquants particuliers. Néanmoins, certains résultats pendant la période de 1960-1980 méritent d'être spécifiquement reconnus : la fabrication et la caractérisation d'un des premiers lasers au sein d'une université française en 1962 [17-19] ; la démonstration des effets d'optique non linéaire en 1965 [20] ; la mise au point de la technologie de l'holographie [21-24] ainsi que la réalisation des plus grands hologrammes au monde [25] ; le traitement optique de l'information [26, 27] ; les idées novatrices sur les analogies espace-temps dans l'optique [28, 29]. Les activités dans le domaine de l'holographie ont fait l'objet d'une attention particulière en 1970 lorsque l'Université de Franche-Comté a accueilli 400 participants du monde entier à une grande conférence internationale sur le sujet [30]. Cette période de croissance du *Laboratoire d'Optique de Besançon (LOBE)* a vu des associations formelles aux différents niveaux avec le CNRS, des collaborations avec d'autres universités nationales et internationales, et des contrats provenant de diverses sources privées et publiques.

Pierre-Michel Duffieux est décédé en 1976 mais son héritage a été commémoré par le changement de nom du laboratoire. Le *Laboratoire d'Optique P. M. Duffieux (LOPMD)* portera son nom jusqu'en 2004, date à laquelle le laboratoire est devenu le Département Optique, membre fondateur de l'Institut FEMTO-ST, unité mixte de recherche sous la tutelle du CNRS, de l'Université de Franche-Comté, de l'ENSMM et de l'UTBM. La création de FEMTO-ST était basée sur des collaborations existantes au sein de la structure fédérative régionale IMFC (Institut des Microtechniques de Franche-Comté) où la photonique était souvent identifiée comme la clé du développement de projets technologiques multidisciplinaires. En effet, les années 1980 puis 1990 ont vu émerger plusieurs nouveaux thèmes technologiques dans le paysage de la recherche bisontine, tels que l'optique intégrée à base de Niobate de Lithium (par Jean-Pierre Goedgebuer) et l'optique du champ proche (par Daniel Courjon). En plus des nombreux moments de réussite et de célébration, avec une si longue histoire, il y eût bien sûr des moments de deuil profond, notamment le décès inattendu en 1989 de Jacques Duvernoy qui avait pris la direction du laboratoire après le départ de Jean Charles Vienot à Caen en 1983.



En juillet 1970, une des premières conférences internationales sur l'holographie s'est tenue à l'Université de Franche-Comté. Parmi les 400 participants figurent un futur lauréat du prix Nobel, de futurs membres de l'Académie des Sciences, et les futurs présidents des sociétés savantes d'optique américaine, française et européenne.



Expérience en imagerie cohérente vers 1970. De gauche à droite : J. Duvernoy, J. Bulabois, N. Aebischer et J.C. Renaud. Photo : Michel Brignot

Visibilité

Les activités de recherche continuent à se diversifier aujourd'hui avec des résultats de premier plan au niveau mondial dans de nombreux domaines : physique des lasers ultrarapides et optique non linéaire ; dynamique non linéaire ; nanophotonique ; opto-électronique ; micro-optique ; techniques d'imagerie avancée par holographie ; optique et technologies quantiques ; intelligence artificielle en photonique. Le succès de nombre de ces projets actuels provient de la compréhension profonde des concepts de Fourier qui restent au cœur des activités du laboratoire [31].

Il est à remarquer que les membres du laboratoire d'optique ont toujours regardé vers l'extérieur et ont joué des rôles majeurs dans les instances des recherches nationales et internationales, malgré le fait qu'un laboratoire localisé à Besançon était (et est toujours) beaucoup moins visible par rapport aux laboratoires plus notoires situés en région parisienne ou dans les grandes villes de France. En effet, depuis les années 1960, des membres du laboratoire ont été impliqués dans la gouvernance d'organismes et de sociétés savantes majeurs tels que la Commission Internationale d'Optique (ICO) et la Société Européenne de Physique, et ont été souvent appelés pour assurer des fonctions de conseil et d'expertise auprès d'instances internationales telles que la Commission Européenne et l'UNESCO. L'une des actions de ce type la plus remarquable est sans doute celle du professeur Jean Bulabois, qui a été Président fondateur de la Société Française d'Optique en 1983 [32]. Cette tradition de soutien aux sociétés savantes se poursuit aujourd'hui. Ce n'est pas une coïncidence si cette visibilité s'accompagne d'une reconnaissance associée à de nombreuses distinctions et récompenses nationales et internationales. Ajoutons également le succès remarquable du transfert du savoir-faire scientifique du laboratoire vers la société à travers de nombreux partenariats industriels et la création d'entreprises en pointe au niveau mondial dans le secteur de la photonique.

Pour conclure, il est éclairant de reprendre mot à mot la remarque générale qui termine le courrier du Professeur Duffieux adressé au Professeur Jacquemain (1898 1994), doyen de la Faculté des Sciences, en 1960 [16] :

« Rien dans les laboratoires ou ateliers d'optique ne correspond à ce qui est normalement prévu dans les programmes pédagogiques. Mais cela rentre moralement dans ces programmes si l'on admet que l'enseignement supérieur est inséparable de la recherche. Des organismes industriels et le CNRS sont, je le sais, disposés à nous aider. Mais tout le monde attend que l'Université et l'Enseignement supérieur fassent honnêtement et résolument leur part. »

En peu de phrases, Pierre-Michel Duffieux résume des décennies d'évolution et de transformation toujours en cours de nos universités, tout en pointant les liens essentiels et incontournables que doivent entretenir la recherche, la formation et l'innovation dans l'enseignement supérieur. C'est un sujet toujours d'actualité, qui préoccupait déjà nos collègues en 1960 ! C'est un héritage précieux que le département Optique continue de cultiver et de revendiquer encore aujourd'hui.

Références

1. *L'université de Besançon*. Dans: Revue internationale de l'enseignement, **87**, 173-179, 1933.
2. M. Person. *Observations faites sur un des miroirs chinois dits miroirs magiques*. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences **24**, 1110-1111, 1847 ; Voir aussi J. Wisniak, *Charles Cléophas Person*. Revista CENIC Ciencias Químicas, **48**, 76-82, 2017.
3. J-A. Quet. *Sur un phénomène nouveau de diffraction et sur quelques lois de la diffraction ordinaire*. Annales de Chimie et de Physique, 3ème série, **XLVI**, 385-414, 1856.
4. M. Croullebois. *Théorie élémentaire des lentilles épaisses, interprétation géométrique et exposition analytique des résultats de Gauss*. Gauthier-Villars, Paris, 1882
5. H. Lagarde. *Recherches photométriques sur le spectre de l'hydrogène*. Annales de Chimie et de Physique, 6ème série, **Tome IV** 248-370, 1885
6. *Chronique de l'enseignement. Renseignements sur les facultés et écoles supérieures. Besançon*. Revue internationale de l'enseignement. **13**, 176-186, janvier-juin, 1887.
7. J. J. Trillat. *Some Personal Reminiscences*. Dans P. P. Ewald (eds) *Fifty Years of X-Ray Diffraction*. Springer, Boston, 1962. Edition originale publiée pour l'International Union of Crystallography, N.V.A. Oosthoek's Uitgeversmaatschappij, Utrecht, The Netherlands, 1962.
8. R. Fritz. *Le microscope électronique, principe, réalisation et emploi*. Revue Générale des Sciences Pures et Appliquées **47**, 338-342, 1936.
9. P. W. Hawkes. *Trillat-Fritz : a very early electron microscope*. infocus Magazine (Royal Microscopical Society), **31**, 24-25, septembre 2013
10. P. Grivet, P. Hawkes. *Chapter Eleven - The French electrostatic electron microscope (1941-1952)*. Advances in Imaging and Electron Physics (P. W. Hawkes, M. Hÿtch Eds), **220** 369-419, Elsevier, 2021.
11. P. Mesnage. *Pierre Michel Duffieux 21 février 1891-3 juin 1976*. Extrait de l'Annuaire des Anciens Elèves de l'Ecole Normale Supérieure, 1977; voir aussi J. Rolland. *Une histoire de la Faculté des sciences de Rennes, place Pasteur*. Les Cahiers de "Rennes en Sciences" février 2018.
12. P.-M. Duffieux. *Analyse harmonique des images optiques (remarques sur le pouvoir de résolution)*. Annales de Physique **11**(14), 302-338, 1940; voir aussi P. Hawkes et N. Bonnet, *A symposium in honour of Pierre-Michel Duffieux*. Microscopy Microanalysis Microstructures **8**(1) ix-xiv, 1997.
13. P. M. Duffieux. *L'intégrale de Fourier et ses Applications à l'Optique*. Faculté des Sciences, Besançon; Société Anonyme des Imprimeries Oberthur, Rennes, 1946.
14. M. Born & E. Wolf. *Principles of Optics*. Pergamon, Oxford, 1959. Emil Wolf a reçu la distinction de *Docteur Honoris Causa* de l'Université de Franche-Comté en 1999.
15. J.-C. Viénot. *The LOBE in Optics*. Optica Acta: International Journal of Optics, **24**, 789-793, 1997.
16. P.-M. Duffieux. *Rapport sur les laboratoires isothermes et isobares demandés par les services de Physique, courrier du Professeur P.-M. Duffieux au Professeur Jacquemain, 15 mars 1960*. Archives du département Optique de FEMTO-ST, 1960.
17. J.-C. Viénot, N. Aebischer et J. Bulabois. *Sur la détermination de la largeur de la raie R1 ($\lambda=6943 \text{ \AA}$) émise par un laser à rubis*. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences **254**, 1596-1598, 1962.
18. J.-C. Viénot, J. Pasteur. *Some comments on stimulated emission from particular rubies ($Al_2O_3; Cr^{3+}, Eu^{3+}$)*, Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik ZAMP **16**, 71-72, 1965.
19. Ch. Hirlimann. *The starting of laser activities in France*. Archives Ouvertes HAL, hal-03339484 (2014)
20. J.-C. Viénot, Cl. Froehly. *Interprétation des phénomènes liés à l'émission du second harmonique dans un cristal non-linéaire excité par la raie R1 d'un laser à rubis*. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, **261**, 91-93, 1965.
21. J.-C. Viénot, J. Monneret. *Application de l'holographie au contraste de phase et à la strioscopie*. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, **262**, 671-673, 1966.
22. J.-C. Viénot, G. Perrin. *Transmission des hologrammes au moyen d'une chaîne de télévision*. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, **267**, 1137-1140, 1968.
23. J.-C. Viénot, J. Duvernoy, G. Tribillon. *Problèmes du traitement optique de l'information: (Considérations sur des systèmes mettant en œuvre les hologrammes et les concepts de bandes spectrales et de ressemblance des formes)*. Nouvelle Revue d'Optique Appliquée **2** 269-278, 1971.
24. J.-M. Fournier, J.-C. Viénot. *Fourier transform holograms used as matched filters in Hebraic paleography*. Israel Journal of Technology **9**, 281-287, 1971.
25. G. Tribillon, J.M. Fournier. *Large-sized Holographic Interferometry in Real Image*. Optica Acta: International Journal of Optics, **24**, 893-896, 1977; C. Bainier, G. Tribillon. *Holography and Art in a Research Laboratory: A Retrospective*, Leonardo (MIT Press) **22**, 349-352, 1989.
26. J.-C. Viénot, J. Duvernoy, G. Tribillon, J.-L. Tribillon. *Three Methods of Information Assessment for Optical Data Processing*. Applied Optics **12**, 950-960, 1973.
27. J.-C. Viénot, J. Duvernoy. *Optical computing and investigations on writing*. Applied Optics **15**, 523-529, 1976.
28. Cl. Froehly, A. Lacourt, and J. Ch. Viénot, *Time impulse response and time frequency response of optical pupils. Experimental confirmations and applications*, Nouvelle Revue d'Optique **4**, 183-96 (1973).
29. J.-C. Viénot, J.P. Goedgebuer, A. Lacourt. *Space and time variables in optics and holography - recent experimental aspects*. Applied Optics **16**, 454-461, 1977.
30. J.-Ch. Viénot, J. Bulabois et J. Pasteur. (Ed.) *Applications de l'holographie. Comptes rendus du Symposium international d'holographie. Applications of holography; proceedings of the International Symposium of Holography. Besançon 6-11 juillet 1970*. Laboratoire de physique générale et optique, Université de Besançon, 1970. Voir aussi J.-C. Viénot. *Proceedings of the International Symposium on the Applications of Holography*. Nouvelle Revue d'Optique Appliquée **1** 1-32, 1970.
31. L. Froehly, F. Courvoisier, D. Brunner, L. Larger, F. Devaux, E. Lantz, J. M. Dudley, M. Jacquot. *Advancing Fourier: space-time concepts in ultrafast optics, imaging, and photonic neural networks*. Journal of the Optical Society of America A **36**, C69-C77, 2019.
32. J. Bulabois. *La Société française d'optique est née il y a un quart de siècle*. Photoniques **37**, 10 septembre-octobre 2008

