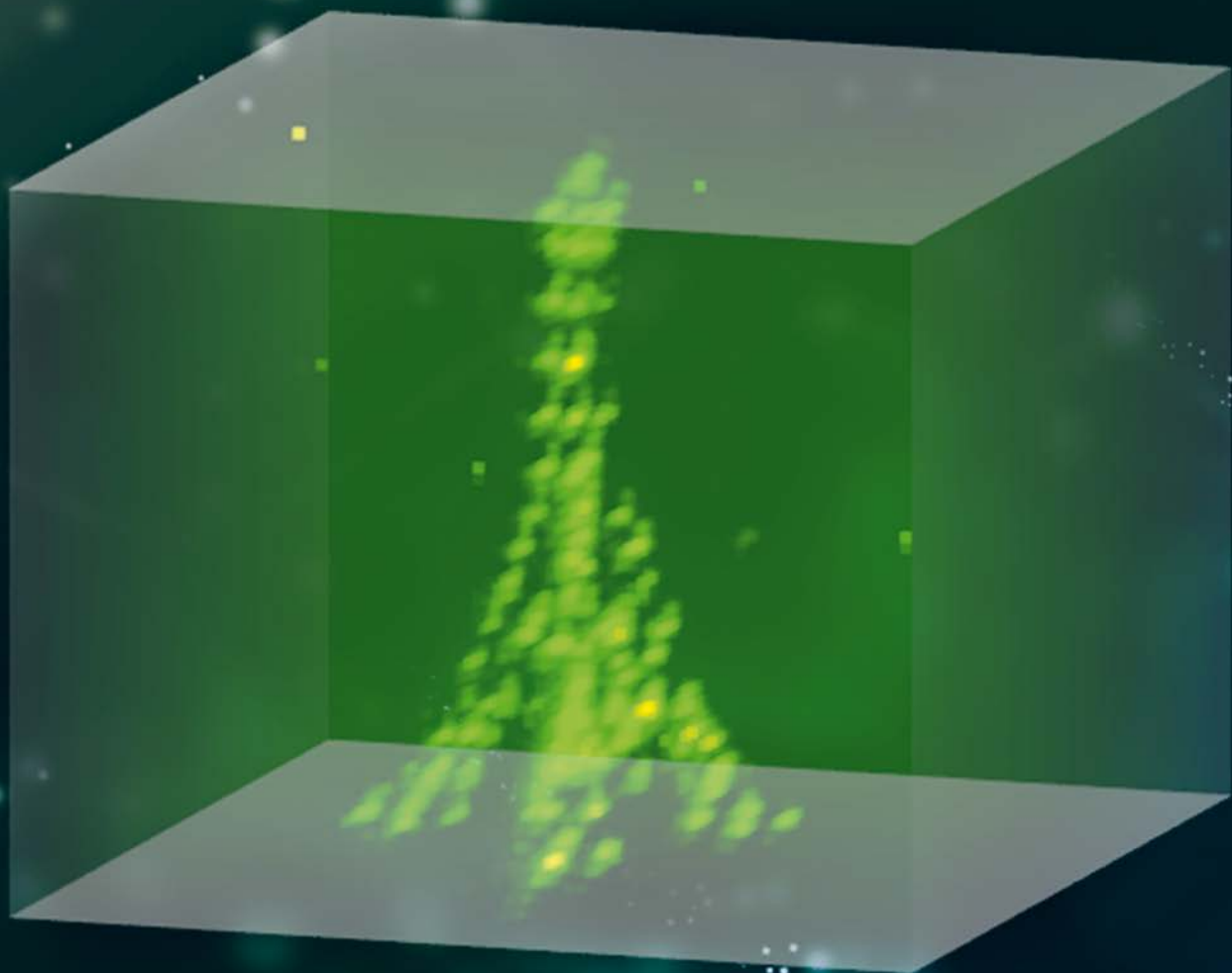


2020-2021



**Formation  
Continue**

Continuing  
Education



**UNE NÉCESSITÉ POUR LES ENTREPRISES  
UNE MISSION MAJEURE DE L'INSTITUT D'OPTIQUE**



LES FONDAMENTAUX



CONCEPTION OPTIQUE ASSISTÉE PAR ORDINATEUR



INSTRUMENTATION, COMPOSANTS OPTIQUES, FABRICATION



SOURCES, ÉCLAIRAGE, LASER, SÉCURITÉ



IMAGERIE, MESURE, COMMUNICATION



INFRAROUGE, OPTRONIQUE



ÉCLAIRAGE AUTOMOBILE



DÉVELOPPEMENT DURABLE

# Sommaire

Présentation de l'Institut d'Optique Graduate School  
Formation continue  
Calendrier des stages

p.4-5  
p.6-9  
p.10-11

## LES FONDAMENTAUX

▶ EF1	L'optique sans calcul	p.12-13
▶ EF2	Bases de l'optique	p.14-15
▶ EF3	Radiométrie et photométrie	p.16-17
▶ EF4	Infrarouge thermique : principes	p.18-19
▶ EF5	Colorimétrie	p.20-21
▶ EF6	Métrologie visuelle	p.22-23
▶ EF7	Mise en œuvre d'un imageur	p.24-25
▶ EF8	Concepts optiques pour comprendre l'apparence des matériaux - prédiction et mesure	p.26-27
▶ EF9	Formation Sécurité LED & autres R.O.A.	p.28-29
▶ EF10	Formation Sécurité Laser – Niveau 2 – Personnel Technique, Scientifique & de Maintenance	p.30-31
▶ EF11	Formation Sécurité Laser – Niveau 3 – Personne Compétente – Responsable Sécurité Laser	p.32-33

## CONCEPTION OPTIQUE ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

▶ C01	Conception optique de systèmes d'imagerie avec Zemax® / OpticStudio - Initiation	p.34-35
▶ C02	Conception optique de systèmes d'imagerie avec Zemax® / OpticStudio - Avancé – <b>Nouveau programme</b>	p.36-37
▶ C03	Conception optique avec Code V®	p.38-39
▶ C04	Ingénierie photométrique avec Lighttools®	p.40-41
▶ C05	Couches minces optiques – <b>Nouveau programme</b>	p.42-43
▶ C06	Conception de systèmes optiques sous Zemax® avec des composants commerciaux – <b>Nouveau</b>	p.44-45

## SOURCES, COMPOSANTS ET SYSTÈMES OPTIQUES

▶ SC1	Optomécanique	p.46-47
▶ SC2	Méthode de fabrication et contrôle des systèmes optiques – <b>Nouveau programme</b>	p.48-49
▶ SC3	Comprendre les sources laser	p.50-51
▶ SC4	LED : performances, applications, éclairage	p.52-53
▶ SC5	Fibres optiques et applications – <b>Nouveau programme</b>	p.54-55
▶ SC6	Interférométrie optique : principes et applications	p.56-57
▶ SC7	Mesures de front d'onde	p.58-59
▶ SC8	Holographie : de la mesure au display 3D	p.60-61
▶ SC9	Systèmes optiques d'imagerie	p.62-63
▶ SC10	Acquisition, perception et traitement d'images	p.64-65
▶ SC11	Anatomie d'une caméra infrarouge	p.66-67
▶ SC12	Systèmes optroniques	p.68-69
▶ SC13	Vision bas niveau de lumière et imagerie à comptage de photons	p.70-71
▶ SC14	Capteurs à fibres optiques : principes, technologies et applications en surveillance des structures	p.72-73
▶ SC15	Optoélectronique	p.74-75
▶ SC16	Détecteurs pour l'instrumentation – <b>Nouveau</b>	p.76-77
▶ SC17	Optique et développement durable – <b>Nouveau</b>	p.78-79
▶ SC19	Vision industrielle	p.80-81
▶ SC20	Comprendre et utiliser le Speckle dans les dispositifs d'imagerie – <b>Nouveau</b>	p.82-83
▶ SC21	Pratique de l'optique adaptative : du principe aux applications – <b>Nouveau</b>	p.84-85

## MASTÈRE SPÉCIALISÉ® Embedded Lighting Systems/modules

▶ MS1	Diplôme de Mastère Spécialisé® Embedded Lighting Systems	p.86-87
▶ MS11	Fundamentals of optics for lighting	p.88-89
▶ MS12	Fundamentals of photometry for lighting	p.90-91
▶ MS21	Light sources: properties & performances	p.92-93
▶ MS22	Optical design for lighting systems	p.94-95
▶ MS41	Visual appearance of surfaces: concepts and metrology	p.96-97
▶ MS42	Physically realistic and real time rendering of appearance, visual and cognitive aspects in relation with design	p.98-99

Informations générales / Organisation des stages

p.100

Plans d'accès

p.101

Bulletin d'inscription

p.102

Conditions générales de vente / Dispositions contractuelles

p.103

*L'Institut d'Optique Graduate School, établissement d'enseignement supérieur et de recherche, est un acteur international majeur en optique et photonique. Implanté sur trois sites, Paris-Saclay, Rhône-Alpes et Aquitaine, il se déploie en recherche, innovation-entrepreneuriat, formation initiale et formation continue.*

## Une école d'ingénieurs de très haut niveau

Membre fondateur de Paristech, l'Institut d'Optique Graduate School est une Grande École d'Ingénieurs physiciens dont les diplômés occupent des positions appréciées depuis les métiers de la recherche amont à la commercialisation en passant par le développement, le marketing stratégique et l'industrialisation.

## Un pôle recherche internationalement reconnu

L'Institut d'Optique intègre un laboratoire de réputation internationale, le Laboratoire Charles Fabry (LCF), qui couvre les différents domaines de l'optique photonique de l'amont à l'aval, du plus fondamental (optique quantique) au plus appliqué (composants et systèmes optiques). Il poursuit les mêmes objectifs avec les équipes et laboratoires qui s'implantent à Bordeaux et Saint-Étienne.

## Des liens étroits avec l'industrie

Depuis sa création en 1917 et de par sa mission, l'Institut d'Optique a des liens étroits avec l'industrie, présente à tous les niveaux de sa structure : formation continue et en apprentissage, innovation et entrepreneuriat, contrats de recherche des laboratoires, partenariats autour de plates-formes technologiques et laboratoires communs avec des entreprises.

## L'optique photonique omniprésente dans l'industrie

L'optique photonique s'étend rapidement, depuis les industries dont elle constitue un cœur de métier (Essilor, Thales, Sagem, ONERA, CEA, CNES...) vers de nouveaux secteurs où elle est composante innovante au sein de systèmes complexes. Elle pénètre ainsi de nombreux domaines comme les télécommunications, l'aérospatial, les transports (fabricants automobiles : PSA ou équipementiers ; Valeo), l'agro-alimentaire (sécurité alimentaire et traçabilité), l'énergie (nucléaire et photovoltaïque) ou la santé et les biotechnologies (imagerie médicale, diagnostics, analyses). Les technologies de l'optique photonique deviennent omniprésentes dans des systèmes dont le caractère quotidien cache la complexité (appareils photos dans la téléphonie mobile, traitement d'image en milieu industriel, capteur optique en domotique, etc.). Son rôle est croissant dans l'environnement et les éco-industries (analyse et traitement de l'eau, de l'air, des déchets). Son impact sur la société devient ainsi de plus en plus important.





## Recherche : trois sites, trois laboratoires

### • Laboratoire Charles Fabry

une unité mixte de recherche Institut d'Optique Graduate School-CNRS, associée à l'Université Paris-Sud au sein de Paris-Saclay. Huit groupes de recherche de visibilité internationale.

### • Laboratoire LP2N

ouverture depuis janvier 2011 d'une unité mixte de recherche du CNRS, de l'Institut d'Optique Graduate School et de l'Université de Bordeaux 1.

### • Laboratoire Hubert Curien

unité mixte de recherche Institut d'Optique Graduate School, CNRS et Université Jean Monnet à Saint-Étienne.

## Formation initiale

- Cycle d'ingénieur – 3 filières : classique, innovation-entrepreneur, par apprentissage
- Cycles Master recherche et Mastère Spécialisé®
- Études doctorales
- CFA-SupOptique, centre de formation par apprentissage

## Formation continue

À l'Institut d'Optique Graduate School et au sein des entreprises, le Service de Formation Continue propose des formations courtes ou sur plusieurs mois, ainsi qu'une formation diplômante de type Mastère Spécialisé®.



La formation continue dans tous les domaines de l'optique et de la photonique est, depuis sa création, l'une des missions majeures de l'Institut d'Optique Graduate School.

# LA FORMATION CONTINUE

[www.fc.institutoptique.fr](http://www.fc.institutoptique.fr)



Une nécessité pour les entreprises,  
une mission majeure de l'Institut d'Optique

Dès 1927, des cours du soir sont organisés pour répondre aux besoins des industriels. Cette activité est formalisée par la création en 1975 du Service de Formation Continue de l'Institut d'Optique, sous l'impulsion du professeur Michel Cagnet.

Les formations s'adressent à tout type de public : ingénieurs, techniciens supérieurs, technico-commerciaux, ou chercheurs, concepteurs, utilisateurs ou décideurs, désireux d'acquérir aussi bien des notions de base que des compléments de formation dans des domaines plus spécialisés.



L'optique et la photonique intègrent un nombre important de secteurs d'activités :

- Spatial
- Défense
- Imagerie
- Contrôle industriel
- Énergie solaire
- Transport / Automobile
- Biomédical
- Développement durable et environnement
- Agroalimentaire
- Cosmétique
- Astronomie
- Fibres et télécommunications optiques
- Visualisation
- Vision industrielle
- Éclairage
- Médical
- Sécurité
- Matériaux
- Pharmaceutique
- Électronique

# Démonstrations expérimentales et mesures sur instruments sont au cœur de la formation



J'entends, j'oublie  
Je vois, je me souviens  
Je fais, je comprends.

*Confucius*

## ► Une diversité unique de montages expérimentaux

Le Laboratoire d'Enseignement Expérimental (LEnSE) réalise et fait évoluer les très nombreuses démonstrations expérimentales et les mesures sur instruments de haut niveau de l'école d'ingénieur et de la formation continue. Ces ressources sont développées en lien étroit avec nos formateurs et les besoins des entreprises. Ces enseignements par l'expérimentation sont une aide précieuse pour l'acquisition des connaissances dans tous les domaines de l'optique photonique.

## ► Proposer des formateurs experts reconnus

L'Institut d'Optique s'appuie sur son expérience unique en optique, photonique et innovation, sur son réseau et ses partenaires, pour proposer des formateurs expérimentés et en prise avec le monde de l'entreprise. Industriels, consultants ou enseignants-chercheurs, ont une expertise reconnue et sont appréciés pour leur pédagogie. Ils ou elles aident les stagiaires à acquérir efficacement le socle des connaissances et des compétences immédiatement utilisables dans le contexte de leurs travaux et de leurs projets en entreprise.

## ► Accompagner l'évolution et l'innovation technologiques des entreprises

L'Institut d'Optique est au cœur d'un réseau dynamique :

- Expertise des anciens élèves de l'Institut d'Optique
- Dynamisme de la Filière Innovation-Entrepreneurs et du 503, le centre entrepreneurial de l'Institut d'Optique
- Rayonnement du CFA-SupOptique (centre de formation par apprentissage)
- Déploiement sur trois sites géographiques (Région parisienne, Rhône-Alpes, Aquitaine)



# Formations inter-entreprises

## ► Des stages pour toutes les catégories de personnels

La formation continue de l'Institut d'Optique propose, *via* son catalogue, un très large panel de stages inter-entreprises. Ces stages s'adressent aussi bien aux entreprises du domaine de l'optique photonique toujours demandeuses de formations pointues, qu'aux entreprises d'autres secteurs d'activité souhaitant former des personnels pas ou peu initiés à l'optique par leur formation d'origine.

## ► Acquérir les concepts fondamentaux

Les formations concernant les bases de l'optique moderne sont regroupées sous la thématique « Les Fondamentaux ». Elle couvre les domaines de l'optique instrumentale, l'optique ondulatoire, la radiométrie et la photométrie dans le domaine visible et infrarouge thermique, la colorimétrie...

## ► Se perfectionner ou se spécialiser

Des formations plus spécialisées de ce catalogue sont proposées dans deux thématiques générales :

- « Conception optique assistée par ordinateur », où sont proposés des stages avec ZEMAX®, CODE V®, TFCalc®
- « Sources, composants et systèmes optiques », qui comprend les composants, les sources, les instruments d'optiques, les systèmes d'imagerie et le traitement d'images associés, les systèmes de mesures et contrôles industriels et les systèmes optiques complexes.



## Formation diplômante

### ► MASTÈRE SPÉCIALISÉ® Embedded Lighting Systems

Une thématique nouvelle fait son entrée au catalogue : le diplôme de Mastère Spécialisé® ELS – systèmes d'éclairage embarqué – labellisé par la Conférence des Grandes Écoles, qui est délivré conjointement par l'Institut d'Optique Graduate School, l'ESTACA, et STRATE – École de design.

Tous les aspects de l'éclairage embarqué sont abordés : design,

conception optique et mécanique, intelligence et puissance embarquées, certification.

La formation est dispensée en anglais. Les unités d'enseignement sont composées de modules qui peuvent être suivis indépendamment d'une inscription au Mastère.





## Formations sur-mesure

### ► Une formation adaptée à vos besoins, une organisation optimisée

Le Service de Formation Continue répond également à des demandes de formations spécifiques et vous conseille sur les choix techniques et pédagogiques. Il peut s'agir de :

- Reproduire un stage du catalogue à d'autres dates ou dans vos locaux
- Adapter un ou plusieurs stages du catalogue à vos exigences
- Créer de nouvelles formations incluant par exemple des thématiques non représentées au catalogue.

Une formation sur-mesure (ou intra-entreprise) présente donc plusieurs intérêts : réalisation à la demande, caractère potentiellement original, coûts de formation réduits lorsque plusieurs stagiaires sont inscrits.

### ► Un programme de formation qui répond à vos exigences

Les objectifs, le programme et la forme du stage sont définis en concertation avec vous :

- Approfondissement ou acquisition de nouvelles compétences, reconversion en tenant compte des niveaux et attentes des participants
- Choix de la méthode pédagogique : cours, exercices, démonstrations expérimentales et mesures sur instruments avec le matériel de l'Institut d'Optique ou celui de votre entreprise.

### ► Des formations en anglais ou en français, sur une journée ou plusieurs mois

Toutes les formations peuvent être réalisées en anglais, y compris pour des programmes de plusieurs mois. Les formations peuvent être organisées à l'étranger. Lorsque des démonstrations expérimentales sont prévues, elles peuvent être alors réalisées en une séquence groupée à l'Institut d'Optique.

## Site web, lettre d'information

### ► Sur internet, toutes les informations mises à jour au cours de l'année

Toutes les informations présentes dans ce catalogue sont mises à jour sur [fc.institutoptique.fr](http://fc.institutoptique.fr), le site de la Formation Continue, adapté à tout support mobile. N'hésitez pas à flasher les QR codes pour y accéder directement.

### ► Notre lettre d'information : nouveautés, événements, promotions

Recevez au plus une fois par mois notre courriel d'information, et soyez à jour des évolutions, nouveautés et promotions. Inscrivez-vous sur le site web <http://fc.institutoptique.fr/newsletter/> ou flashez le code ci-dessous.



## Référencement DATADOCK

### ► Notre service est référencé DATADOCK

Pour permettre aux financeurs de la formation professionnelle de vérifier la conformité des organismes de formation, une base de données unique sur la formation professionnelle sous l'angle de la qualité a été créée : le Datadock.

### ► Et valide les 21 indicateurs de qualité

La Formation Continue de l'Institut d'Optique valide les 21 indicateurs dérivés des 6 critères de qualité définis par la loi du 5 mars 2014 :

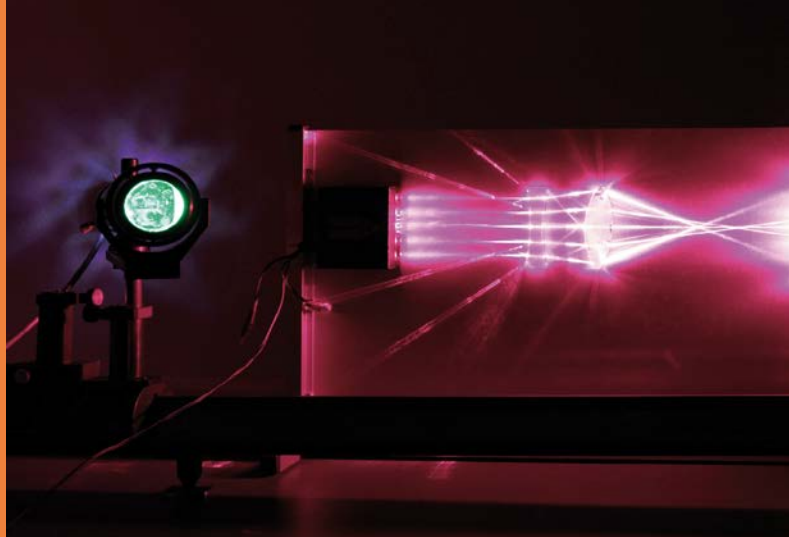
- L'identification précise des objectifs de la formation et son adaptation au public formé
- L'adaptation des dispositifs d'accueil, de suivi pédagogique et d'évaluation aux publics de stagiaires
- L'adéquation des moyens pédagogiques, techniques et d'encadrement à l'offre de formation
- La qualification professionnelle et la formation continue des personnes chargées des formations
- Les conditions d'information du public sur l'offre de formation, ses délais d'accès et les résultats obtenus
- La prise en compte des appréciations rendues par les stagiaires





# AGENDA DES SESSIONS DE FORMATION 2020-2021

LES FONDAMENTAUX		
L'optique sans calcul	EF1	1 au 3 décembre 2020 10 au 12 mai 2021 7 au 9 décembre 2021
Bases de l'optique	EF2	24 au 27 novembre et 8 au 11 décembre 2020 16 au 19 mars et 30 mars au 2 avril 2021 16 au 19 novembre et 30 novembre au 3 décembre 2021
Radiométrie et photométrie	EF3	17 au 21 mai 2021
Infrarouge thermique : principes	EF4	4 au 7 mai 2021
Colorimétrie	EF5	1 au 2 avril 2021
Métrologie visuelle	EF6	8 au 9 mars 2021
Mise en œuvre d'un imageur	EF7	3 au 5 mars 2021
Concepts optiques pour comprendre l'apparence des matériaux - prédiction et mesure	EF8	22 au 23 juin 2021
Formation Sécurité LED & autres R.O.A.	EF9	1 au 2 février 2021
Formation Sécurité Laser - Niveau 2 - Personnel Technique, Scientifique & de Maintenance	EF10	28 au 29 septembre 2020 3 au 4 février 2021
Formation Sécurité Laser - Niveau 3 - Personne Compétente - Responsable Sécurité Laser	EF11	28 au 30 septembre 2020 3 au 5 février 2021
CONCEPTION OPTIQUE ASSISTÉE PAR ORDINATEUR		
Conception optique de systèmes d'imagerie avec Zemax® / OpticStudio - Initiation	C01	2 au 4 décembre 2020 25 au 27 mai 2021
Conception optique de systèmes d'imagerie avec Zemax® / OpticStudio - Avancé - Nouveau programme	C02	8 au 10 juin 2021
Conception optique avec Code V	C03	14 au 18 juin 2021
Ingénierie photométrique avec Lighttools	C04	19 au 21 mai 2021
Couches minces optiques : initiation - Nouveau programme	C05	1 au 2 juin 2021
Conception de systèmes optiques à partir de composants commerciaux à l'aide de Zemax - Nouveau	C06	10 au 12 mai 2021
SOURCES, COMPOSANTS ET SYSTÈMES OPTIQUES		
Optomécanique	SC1	25 au 28 mai 2021
Méthode de fabrication et contrôle des systèmes optiques - Nouveau programme	SC2	10 au 12 mars 2021
Comprendre les sources laser	SC3	31 mai au 4 juin 2021
LED : performances, applications, éclairage	SC4	12 au 13 novembre 2020 18 au 19 octobre 2021
Fibres optiques et applications - Nouveau programme	SC5	14 au 18 juin 2021
Interférométrie optique : principes et applications	SC6	6 au 9 octobre 2020 12 au 15 octobre 2021
Mesures de front d'onde	SC7	22 au 23 mars 2021
Holographie : de la mesure au display 3D	SC8	14 au 17 décembre 2020 13 au 16 décembre 2021
Systèmes optiques d'imagerie	SC9	24 au 26 mars et 7 au 9 avril 2021
Acquisition, perception et traitement d'images	SC10	21 au 24 septembre 2020 27 au 30 septembre 2021
Anatomie d'une caméra infrarouge	SC11	29 septembre au 2 octobre 2020 5 au 8 octobre 2021
Systèmes optroniques	SC12	4 au 6 novembre et 18 au 20 novembre 2020 8 au 10 novembre et 24 au 26 novembre 2021
Vision bas niveau de lumière et imagerie à comptage de photons	SC13	14 au 16 décembre 2020 13 au 15 décembre 2021
Capteurs à Fibres Optiques : Principes, Technologies et Applications en Surveillance des Structures	SC14	7 au 8 juin 2021
Optoélectronique	SC15	9 au 11 juin 2021
Détecteur pour l'instrumentation - Nouveau	SC16	31 mai au 2 juin 2021
Optique et développement durable - Nouveau	SC17	12 au 13 avril 2021
Vision industrielle	SC19	6 au 8 avril et 14 au 16 avril 2021
Comprendre et utiliser le Speckle dans les dispositifs d'imagerie - Nouveau	SC20	16 au 18 septembre 2020 22 au 24 septembre 2021
Pratique de l'optique adaptative : du principe aux applications - Nouveau	SC21	14 au 16 octobre 2020 20 au 22 octobre 2021
MASTÈRE SPÉCIALISÉ® Embedded Lighting Systems / modules		
Diplôme de Mastère Spécialisé® Embedded Lighting Systems	MS1	Rentrée le 7 septembre 2020 Rentrée septembre 2021 (nous consulter)
Fundamentals of optics for lighting	MS11	14 au 17 septembre 2020 Septembre 2021 (nous consulter)
Fundamentals of photometry for lighting	MS12	21 au 24 septembre 2020 Septembre 2021 (nous consulter)
Light sources: properties & performances	MS21	19 au 22 octobre 2020 Octobre 2021 (nous consulter)
Optical Design for Lighting Systems	MS22	2 au 5 novembre 2020 Novembre 2021 (nous consulter)
Visual appearance of surfaces: concepts and metrology	MS41	30 novembre au 3 décembre 2020 Décembre 2021 (nous consulter)
Physically realistic and real time rendering of appearance, visual and cognitive aspects in relation with design	MS42	7 au 10 décembre 2020 Décembre 2021 (nous consulter)



## L'OPTIQUE SANS CALCUL

### OBJECTIFS

- ▶ Acquérir rapidement et simplement les notions de base de l'optique
- ▶ Communiquer de façon efficace dans le domaine de l'optique
- ▶ Comprendre un cahier des charges
- ▶ Utiliser au mieux les instruments optiques courants
- ▶ Concevoir et mettre en place un montage simple

### PUBLIC

Toute personne désirant utiliser des instruments optiques ou se familiariser avec l'optique

### THÈMES ABORDÉS

**Nature de la lumière (onde / corpuscule), sources de lumière et spectre optique**

Propagation de la lumière (espace libre, optique guidée, fibre optique...)

**Formation d'images par des lentilles et des miroirs**

**Phénomènes d'interférences, de diffraction et de polarisation**

**Fonctionnement et utilisation d'instruments optiques**

L'œil et ses défauts

Instruments simples (lunette, viseur, collimateur...)

### PRÉ-REQUIS

Aucun

# L'OPTIQUE SANS CALCUL

## PROGRAMME

### NATURE DE LA LUMIÈRE, PHÉNOMÈNES DE RÉFLEXION ET RÉFRACTION

- ▶ Ondes et particules (rayons lumineux)
- ▶ Diversité des sources lumineuses, spectre ultraviolet, visible, infrarouge, lumière blanche, laser
- ▶ Propagation libre et guidée (fibres optiques)
- ▶ Miroir plan : chemins des rayons incidents et réfléchis
- ▶ Indice de réfraction d'un milieu transparent
- ▶ Trajet de la lumière dans une lame à faces parallèles et dans un prisme (dispersion)

### DE LA LENTILLE SIMPLE AU FONCTIONNEMENT D'UN INSTRUMENT OPTIQUE

- ▶ Tracé de rayons élémentaires dans une lentille
- ▶ Lentilles convergentes, divergentes
- ▶ Position d'un objet et de son image, grandissement
- ▶ Œil, objectif photo, loupe, lunette, microscope

### PHÉNOMÈNES ONDULATOIRES

- ▶ Interférences : principe, sommation de deux ondes vibratoires
- ▶ Illustrations : lames minces (bulles de savon, films d'huile), traitements optiques, filtres
- ▶ Diffraction : origine du phénomène (sources d'ondelettes)
- ▶ Illustrations : diffraction par une fente, réseau, compact disque, hologramme

### DÉMONSTRATIONS EXPÉRIMENTALES ET MESURES SUR INSTRUMENTS

- ▶ Le guidage de la lumière
- ▶ La propagation des rayons lumineux dans un milieu homogène, inhomogène
- ▶ Les lois de la réflexion, la réfraction
- ▶ Les spectres continus, les spectres de raies
- ▶ L'imagerie par un objectif (milieux réels, virtuels), par un miroir sphérique
- ▶ Les aberrations géométriques et chromatiques
- ▶ La diffraction en champ proche, en champ lointain
- ▶ Les interférences (interféromètre de Michelson)

## MESURES SUR INSTRUMENTS

Cours et exercices

Démonstrations expérimentales interactives

Mesures sur instruments

### + Aller plus loin

EF2 - Bases de l'optique

EF6 - Métrologie visuelle

EF7 - Mise en œuvre d'un imageur

SC1 - Optomécanique

SC3 - Comprendre les sources laser

SC10 - Acquisition, perception et traitement d'images

# EF1

### DURÉE

3 jours - 21 h

### PRIX

1380 € HT

### DATES

1 au 3 décembre 2020

10 au 12 mai 2021

7 au 9 décembre 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

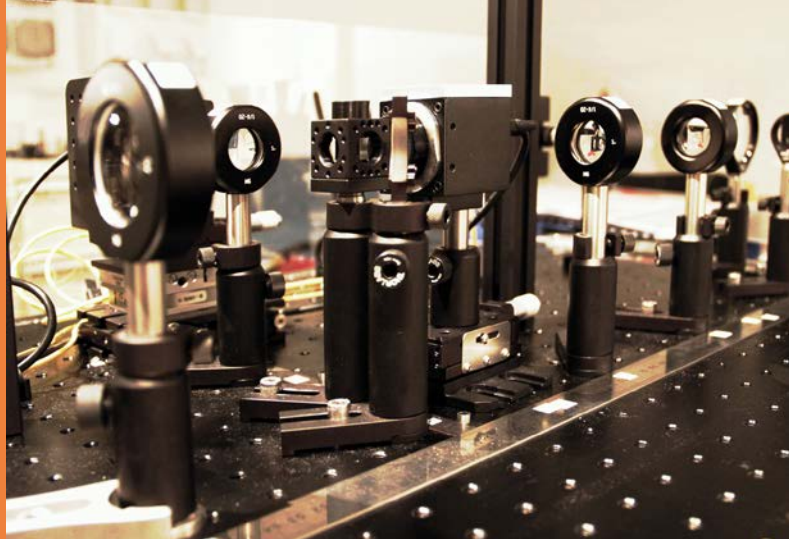
### NIVEAU

Base

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Gilles le Boudec

*Expert consultant*



## BASES DE L'OPTIQUE

### OBJECTIFS

- ▶ Comprendre et approfondir les principes de l'optique
- ▶ Concevoir et mettre en place un montage optique simple
- ▶ Participer à l'élaboration du cahier des charges d'un instrument optique

### PUBLIC

Ingénieurs ou techniciens désireux de mettre à jour leurs connaissances en optique ou de maîtriser les bases de l'optique

### THÈMES ABORDÉS

#### Optique géométrique

Réflexion et réfraction des rayons lumineux  
Notions de stigmatisme rigoureux et approché  
Éléments optiques simples et leurs associations

#### Optique instrumentale

Propriétés générales des instruments  
Instruments fondamentaux (lunette, microscope, objectif de projection)  
Bases de la photométrie dans les systèmes optiques

#### Optique physique

Aspect ondulatoire de la lumière  
Interférences et diffraction  
Lumière polarisée

### PRÉ-REQUIS

Bases de mathématiques et de géométrie

# BASES DE L'OPTIQUE

## PROGRAMME

### OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

- ▶ Lois fondamentales de la propagation de la lumière - Réflexion, réfraction
- ▶ Approximation de l'optique linéaire (optique de Gauss) - Miroirs, lentilles
- ▶ Propriétés de base des systèmes centrés (focaux, afocaux, ouverture)
- ▶ Démonstrations expérimentales : réflexion totale, formation des images, imagerie dans les conditions de Gauss...

### OPTIQUE INSTRUMENTALE

- ▶ Propriétés générales des instruments d'optique, exemples
- ▶ Notion de longueur focale, grandissement, grossissement
- ▶ Pupille d'un instrument, champs en largeur et profondeur
- ▶ Éléments de photométrie des instruments
- ▶ Démonstrations expérimentales : microscope, lunette afocale, objectif de projection

### OPTIQUE PHYSIQUE

- ▶ Aspect ondulatoire, champ électromagnétique, vibration lumineuse
- ▶ Lumière naturelle, polarisée
- ▶ Interférences : application à la caractérisation de systèmes optiques par interférométrie
- ▶ Diffraction et influence sur la résolution des systèmes optiques
- ▶ Influence des aberrations sur la résolution des systèmes optiques
- ▶ Démonstrations expérimentales : polarisation, interférences et diffraction de la lumière, aberrations

### MESURES SUR INSTRUMENTS

- ▶ Mesures paraxiales sur des systèmes optiques - Formation d'images par des lentilles et des miroirs
- ▶ Instruments d'optique de base : lunette, viseur, collimateur, microscope
- ▶ Mesure d'aberrations géométriques et chromatiques
- ▶ Mesures interférométriques sur un Michelson, un interféromètre Fizeau (Zygo)

### VISITE

- ▶ Atelier d'optique de précision

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours et exercices

Démonstrations expérimentales interactives

Mesures sur instruments

✓ Acquérir les bases EF1 - L'optique sans calcul

✚ Aller plus loin EF3, C01, C05, SC1, SC2, SC3, SC5, SC9, SC10

# EF2

### DURÉE

2 x 4 jours - 56 h

### PRIX

2960 € HT

### DATES

24 au 27 novembre et 8 au 11 décembre 2020

16 au 19 mars et 30 mars au 2 avril 2021

16 au 19 novembre et

30 novembre au 3 décembre 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLES PÉDAGOGIQUES

Thierry Avignon - Responsable du L'EnsE,  
chargé de cours à l'Institut d'Optique

Sébastien de Rossi - Enseignant-  
chercheur à l'Institut d'Optique



## RADIOMÉTRIE ET PHOTOMÉTRIE

### OBJECTIFS

- ▶ Comprendre et approfondir les bases de la radiométrie et de la photométrie
- ▶ Savoir choisir et utiliser des appareils de mesure commerciaux (luxmètres, luminancemètres, spectroluminancemètres, spectrocolorimètres)
- ▶ Être capable de développer des bancs de test dédiés (caractérisation de sources ou de composants optiques, métrologie, étalonnage d'instruments...)

### PUBLIC

Ingénieurs ou techniciens désirant maîtriser les problématiques liées à la radiométrie pour des applications en matériaux, aéronautique, surveillance, défense, biologie médicale, transports...

### THÈMES ABORDÉS

Bases de la radiométrie et de la métrologie  
Spectrophotométrie  
Sources, surfaces/milieus, détecteurs  
Colorimétrie  
Applications industrielles ou commerciales

### PRÉ-REQUIS

Notions d'optique correspondant au programme du stage EF2 - Bases de l'optique



# RADIOMÉTRIE ET PHOTOMÉTRIE

## PROGRAMME

### RADIOMÉTRIE

- Bases de la radiométrie : lois générales, grandeurs d'intérêt, unités, relations entre grandeurs
- Métrologie pour la radiométrie et principaux types de photomètres
- Sources
- Spectrophotométrie
- Propriétés des surfaces et milieux
- Détecteurs : généralités, paramètres de base
- Colorimétrie
- Travaux dirigés de radiophotométrie et éclairage
- Matériels, spécifications, relations aux applications

### MESURES SUR INSTRUMENTS

- Mesures de luminance et d'intensité
- Caractérisation de lampes pour l'éclairage
- Caractérisation photométrique de 2 objectifs

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours et exercices

Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire

Mesures sur instruments

# EF3

### DURÉE

5 jours - 35 h

### PRIX

2150 € HT

### DATES

17 au 21 mai 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base / Perfectionnement

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Isabelle Ribet

*Experte Onera, chargée de cours  
à l'Institut d'Optique*

✓ Acquérir les bases EF2 - Bases de l'optique

✚ Aller plus loin EF5 - Colorimétrie  
SC9 - Systèmes optiques d'imagerie  
SC11 - Anatomie d'une caméra infrarouge  
SC12 - Systèmes optroniques



## INFRAROUGE THERMIQUE : PRINCIPES

### OBJECTIFS

- ▶ Découvrir et comprendre les spécificités de l'infrarouge thermique
- ▶ Savoir choisir et utiliser des équipements pour l'infrarouge thermique
- ▶ Comprendre la conception et la caractérisation des équipements pour l'infrarouge thermique

### PUBLIC

Ingénieurs ou techniciens désirant maîtriser les principes de l'infrarouge thermique

### THÈMES ABORDÉS

Radiométrie infrarouge

Détecteurs

Conception mécanique orientée système

Conception et caractérisation d'équipements infrarouges

### PRÉ-REQUIS

Notions d'optique correspondant au programme du stage EF2 - Bases de l'optique

# INFRAROUGE THERMIQUE : PRINCIPES

## PROGRAMME

### RADIOMÉTRIE INFRAROUGE

- Rappels de radiophotométrie, applications de l'infrarouge
- Propriétés infrarouges de l'atmosphère et des milieux
- Exercices de radiométrie infrarouge

### DÉTECTEURS

- Caractéristiques et classes de détecteurs

### CONCEPTION MÉCANIQUE ORIENTÉE SYSTÈME

### CONCEPTION ET CARACTÉRISATION D'ÉQUIPEMENTS INFRAROUGES

- Éléments de conception
- Caractérisation de la scène
- Rapport signal à bruit et optimisation
- Caractérisations d'équipements infrarouges : NETD, MRTD

### MESURES SUR INSTRUMENTS

- Caméra infrarouge
- Mesure de FTM

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours et exercices

Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire

Mesures sur instruments

# EF4

### DURÉE

4 jours - 28 h

### PRIX

1820 € HT

### DATES

4 au 7 mai 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base / Perfectionnement

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Isabelle Ribet

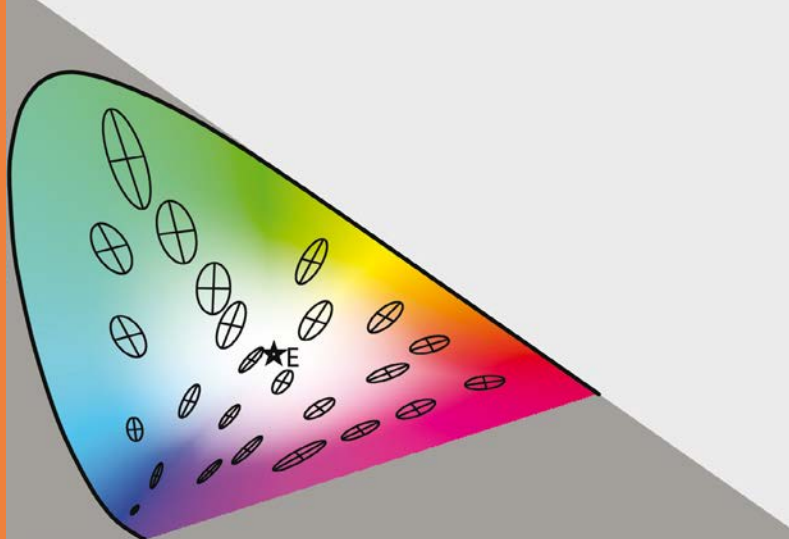
Experte Onera, chargée de cours  
à l'Institut d'Optique

### ✓ Acquérir les bases

EF2 - Bases de l'optique  
EF3 - Radiométrie et photométrie

### ✚ Aller plus loin

SC9 - Systèmes optiques d'imagerie  
SC11 - Anatomie d'une caméra infrarouge  
SC12 - Systèmes optroniques



## COLORIMÉTRIE

### OBJECTIFS

- ▶ Comprendre les fondements de la perception colorée de la vision humaine
- ▶ Maîtriser la colorimétrie CIE (espaces XYZ, xy,  $L^*a^*b^*$ ,  $L^*u^*v^*$ ,  $u'v'...$ )
- ▶ Comprendre les principes et manipuler différents types de colorimètres
- ▶ Découvrir les notions d'illuminants, de température de couleur proximale...

### PUBLIC

Techniciens et ingénieurs devant manipuler les concepts et les instruments de mesure en colorimétrie

### THÈMES ABORDÉS

Photométrie et spectroradiométrie

Bases physiologiques /lois de Grassmann

Fonctions colorimétriques CIE 1931 et 1964, espaces XYZ et coordonnées xy

Espaces uniformes CIE 1976 (CIELAB, CIELUV)

Méthodes de mesures et principes des colorimètres

Sources et illuminants

### PRÉ-REQUIS

Des notions préalables de photométrie, radiométrie et spectroradiométrie (grandeurs et unités...) peuvent être utiles mais une séance de présentation/rappels est faite en début du stage

# COLORIMÉTRIE

## PROGRAMME

### INTRODUCTION/RAPPELS DE PHOTOMÉTRIE ET SPECTRORADIOMÉTRIE

### LES FONDEMENTS DE LA COLORIMÉTRIE

- Base physiologique, lois de Grassmann, observateur standard et norme XYZ CIE 1931

### SYNTHÈSE ADDITIVE ET SOUSTRACTIVE

### MESURE DE LA COULEUR ET NOTIONS AVANCÉES

- Géométries de mesure, principe des colorimètres et spectrocolorimètres
- Observateur CIE 1964, espaces uniformes CIE 1976, sources et illuminants, TCP, IRC...

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours et exercices

Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire

Mesures sur instruments

# EF5

### DURÉE

2 jours - 14 h

### PRIX

1100 € HT

### DATES

1 au 2 avril 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base / Perfectionnement

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Hervé Sauer

*Enseignant-chercheur*

*à l'Institut d'Optique*

✓ Acquérir les bases EF3 - Radiométrie et photométrie

✚ Aller plus loin EF8 - Couleur, brillant, texture : comprendre, mesurer et prédire l'apparence des matériaux

# EF6

2 jours

S'inscrire en ligne



## MÉTROLOGIE VISUELLE

### OBJECTIFS

Maîtriser les principes, les méthodes et les instruments associés aux mesures visuelles

### PUBLIC

Ingénieurs ou techniciens devant effectuer des mesures optiques visuelles

### THÈMES ABORDÉS

Optique instrumentale  
Optique ophtalmique  
Expérimentations sur bancs, microscopes et lunettes

### PRÉ-REQUIS

Des notions correspondant au stage EF1 - L'optique sans calcul seront utiles

# MÉTROLOGIE VISUELLE

## PROGRAMME

### RAPPELS SUR L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE ET LES ABERRATIONS

#### PROPRIÉTÉS OPTIQUES DE L'ŒIL

- ▶ Performances, limitations

#### LES DIVERS INSTRUMENTS VISUELS

- ▶ Oculaires, lunettes, viseurs (objectifs)

#### CHOIX ET MISE EN ŒUVRE D'UN INSTRUMENT VISUEL

- ▶ Optimisation de la résolution et de la profondeur de champ

#### ÉTUDE DES INCERTITUDES DE MESURES

#### MESURES SUR INSTRUMENTS

- ▶ Mise en œuvre d'un goniomètre (mesures d'angles et d'indices)
- ▶ Mesures de distances focales et de rayons de courbures
- ▶ Mise en œuvre d'un microscope et d'une lunette afocale

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours et exercices d'application. Nombreux exemples  
Démonstrations sur matériel de laboratoire, selon souhaits des stagiaires  
Mesures sur instruments

# EF6

#### DURÉE

2 jours - 14 h

#### PRIX

1100 € HT

#### DATES

8 au 9 mars 2021

#### LIEU

Palaiseau

#### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

#### NIVEAU

Base

#### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Lionel Jacubowicz

*Chargé de cours*

*à l'Institut d'Optique*

✓ Acquérir les bases EF1 - L'optique sans calcul

✚ Aller plus loin SC7 - Mesures de front d'onde



## MISE EN ŒUVRE D'UN IMAGEUR

### OBJECTIFS

- Acquérir les notions de base permettant la mise en œuvre d'un système imageur à partir de composants sur étagère

### PUBLIC

Ingénieurs ou techniciens désirant comprendre, spécifier et utiliser un système optique formant une image sur un capteur CMOS

### THÈMES ABORDÉS

Optique physique (diffraction)  
Optique de Fourier (Point Spread Function, Fonction de Transfert de Modulation)  
Aberrations (Wave Front Error, rapport de Strehl, polynômes de Zernike)  
DéTECTEURS matriciels et linéaires

### PRÉ-REQUIS

Des notions correspondant au stage EF1 - L'optique sans calcul seront utiles



# MISE EN ŒUVRE D'UN IMAGEUR

## PROGRAMME

### RAPPELS

- Nature des ondes lumineuses, propagation

### PRINCIPAUX RÉSULTATS SUR LA DIFFRACTION (FRAUNHOFER, FRESNEL)

- Image d'un point source, effet des aberrations
- Image d'un objet étendu, isoplanétisme, notion de fonction de transfert de modulation

### NUMÉRISATION D'UNE IMAGE, ADAPTATION DU DÉTECTEUR

### CRITÈRES DE CHOIX DE L'OBJECTIF

### MESURES SUR INSTRUMENTS

- Image d'un point source : effet du diamètre pupillaire, des aberrations
- Étude d'un capteur CMOS
- Montage d'un banc de vision industrielle

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours et exercices d'application. Nombreux exemples  
Démonstrations sur matériel de laboratoire, selon souhaits des stagiaires  
Mesures sur instruments

# EF7

### DURÉE

3 jours - 21 h

### PRIX

1380 € HT

### DATES

3 au 5 mars 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Frédéric Cassaing  
*Expert Onera*

✓ Acquérir les bases EF1 - Optique sans calcul

✚ Aller plus loin EF2 - Bases de l'optique  
SC9 - Systèmes optiques d'imagerie  
SC19 - Vision industrielle

# EF8

2 jours

S'inscrire en ligne



## CONCEPTS OPTIQUES POUR COMPRENDRE L'APPARENCE DES MATÉRIAUX - PRÉDICTION ET MESURE

### OBJECTIFS

- ▶ Comprendre les phénomènes lumineux liés à l'apparence (couleur, brillant...)
- ▶ Comprendre les limites de la colorimétrie
- ▶ Dresser un panorama des techniques de mesure d'apparence

### PUBLIC

Techniciens et Ingénieurs

### THÈMES ABORDÉS

Couleur de matériaux  
Brillance de surfaces  
Techniques de mesure pour l'apparence

### PRÉ-REQUIS

Notions de colorimétrie (facultatif)

# CONCEPTS OPTIQUES POUR COMPRENDRE L'APPARENCE DES MATÉRIAUX - PRÉDICTION ET MESURE

## PROGRAMME

INTRODUCTION : APPARENCE ET ATTRIBUTS VISUELS

COULEUR : PRINCIPES ET LIMITES DE LA COLORIMÉTRIE

NOTIONS DE PHOTOMÉTRIE POUR LES SURFACES ET MATÉRIAUX

NOTIONS D'OPTIQUE POUR LES SURFACES ET MATÉRIAUX

- ▶ L'indice de réfraction
- ▶ La réflexion de surface (reflet brillant)
- ▶ La diffusion de surface (reflet mat)
- ▶ L'absorption spectrale (couleurs transparentes)
- ▶ Absorption et diffusion spectrales (couleurs translucides et opaques)

TECHNIQUES DE MESURE POUR LA COULEUR ET LE BRILLANT

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours

Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire

# EF8

### DURÉE

2 jours - 14 h

### PRIX

1100 € HT

### DATES

22 au 23 juin 2021

### LIEU

Saint-Étienne

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Mathieu Hébert

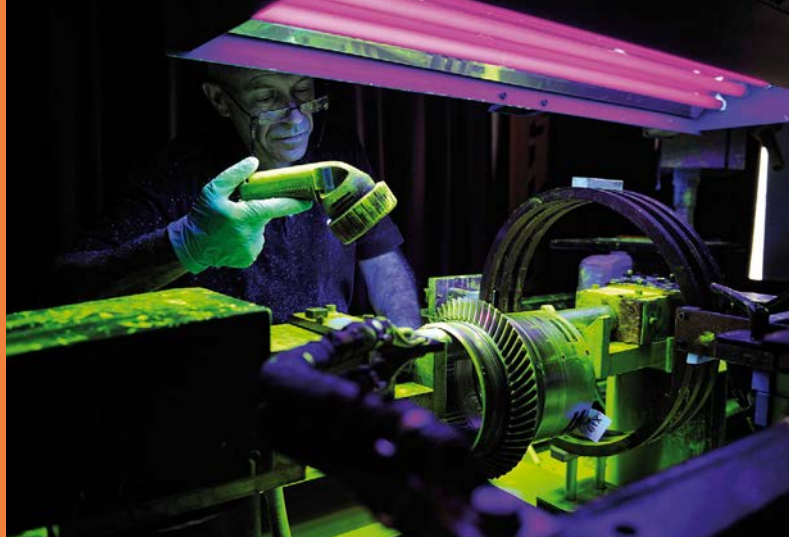
*Enseignant-chercheur*

*à l'Institut d'Optique*

✓ Acquérir les bases EF3 - Radiométrie et photométrie



S'inscrire en ligne



## FORMATION SÉCURITÉ LED & AUTRES RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS (ROA)

### OBJECTIFS OBJECTIFS

- Connaître le fonctionnement d'une source LED & des autres sources ROA
- Identifier et évaluer les niveaux des risques d'une installation à LED & autres ROA
- Déterminer les moyens de protection et de prévention
- Rédiger et faire appliquer les consignes de sécurité (Notices de postes)
- Superviser l'application et le respect des règles de sécurité

### PUBLIC

Personnel amené à travailler sur les postes à LED & autres ROA ou à proximité (Qualité, Sécurité & Expert)

### THÈMES ABORDÉS

- Les caractéristiques des LED & des autres ROA
- La technologie et les applications
- La réglementation et la normalisation
- Les risques liés au rayonnement des LED & des autres ROA et les effets biologiques
- Les risques associés aux LED & aux autres ROA
- Les mesures de prévention et les moyens de protection
- Les outils de contrôle
- Les accidents - la surveillance médicale
- Le responsable sécurité

### PRÉ-REQUIS

Aucun

EN PARTENARIAT AVEC



LASER SAFETY & OPTICAL SERVICES

Institut d'Optique Graduate School  
2 avenue Augustin Fresnel  
91127 Palaiseau Cedex France

# FORMATION SÉCURITÉ LED & AUTRES RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS (ROA)

## PROGRAMME

Principe de l'émission des sources à LED & des autres ROA

Les grandeurs, unités et définitions utilisées pour les rayonnements à LED & des autres ROA

La technologie des systèmes à LED & des autres ROA

Les principales applications à LED & des autres ROA

Les éléments constituant d'une installation à LED & des autres ROA, le recensement et l'évaluation des risques

La réglementation et la normalisation des systèmes à LED & des autres ROA

Les risques des rayonnements à LED & des autres ROA :

- ▶ Effets cutanés
- ▶ Effets oculaires

Les valeurs limites d'exposition et calculs + T.D. + T.P. (en salle et en laboratoire)

Les mesures de prévention et les moyens de protection (protection intégrée, collective et les E.P.I.) (mesures en laboratoire)

Les outils de contrôle (luxmètre, radiomètre, ROA mètre, etc)

Les risques en phase de maintenance

Les autres risques

Contrôle des connaissances (Q.C.M.), bilan & synthèse

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours & ateliers (visite, analyse et mesures de rayonnement optique)

# EF9

### DURÉE

2 jours - 14 h

### PRIX

1100 € HT

### DATES

1 au 2 février 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Alain Le Floc'h

*Expert Consultant Laser Conseil*

### + Aller plus loin

EF10 - Formation Sécurité Laser - Niveau 2 - Personnel Technique, Scientifique & de Maintenance

EF11 - Formation Sécurité Laser - Niveau 3 - Personne Compétente - Responsable Sécurité Laser

# EF10

2 jours

S'inscrire en ligne



## FORMATION SÉCURITÉ LASER - NIVEAU 2 - PERSONNEL TECHNIQUE, SCIENTIFIQUE & DE MAINTENANCE

### OBJECTIFS

- ▶ Connaître le fonctionnement d'un laser
- ▶ Identifier les risques liés à l'utilisation des lasers
- ▶ Adapter les moyens de protection et de prévention
- ▶ Analyser et appliquer les consignes de sécurité (Notices de postes)
- ▶ Travailler sur les systèmes laser dans les meilleures conditions de sécurité

### PUBLIC

Personnel amené à travailler sur les postes laser et participant aux actions de réglage et de maintenance  
(Classe 1 à classe 4)

### THÈMES ABORDÉS

Les caractéristiques de l'émission laser - la technologie - les applications  
La réglementation et la normalisation laser  
Les risques liés au faisceau laser et les effets biologiques  
Les risques associés au laser  
Les mesures de prévention et les moyens de protection  
Les accidents - la surveillance médicale

### PRÉ-REQUIS

Aucun

EN PARTENARIAT AVEC



LASER SAFETY & OPTICAL SERVICES

Institut d'Optique Graduate School  
2 avenue Augustin Fresnel  
91127 Palaiseau Cedex France

# FORMATION SÉCURITÉ LASER - NIVEAU 2 - PERSONNEL TECHNIQUE, SCIENTIFIQUE & DE MAINTENANCE

## PROGRAMME

### PRINCIPE DE L'ÉMISSION LASER

### LES UNITÉS ET GRANDEURS EN PHYSIQUE DU LASER

### LA TECHNOLOGIE DES PRINCIPAUX LASERS

### LES PRINCIPALES APPLICATIONS DES LASERS

### LE RECENSEMENT DES RISQUES

### LA RÉGLEMENTATION ET LA NORMALISATION

### LES RISQUES DU RAYONNEMENT LASER :

- ▶ Paramètres d'exposition
- ▶ Effets oculaires
- ▶ Effets cutanés

### LES LIMITES D'EXPOSITION :

- ▶ Limites d'Émission Accessible (L.E.A.)
- ▶ Expositions Maximales Permisses (E.M.P.)
- ▶ Distance Nominale de Risque Oculaire (D.N.R.O.)

### LES MESURES DE PRÉVENTION ET LES MOYENS DE PROTECTION VIS-À-VIS DU RISQUE RAYONNEMENT LASER

### LA PROTECTION INDIVIDUELLE :

- ▶ Numéro d'échelon des protecteurs lasers

### LA MAÎTRISE DES RISQUES ASSOCIÉS AUX ÉQUIPEMENTS LASERS (ÉLECTRIQUE, INCENDIE, MÉCANIQUE, ETC)

### LA SÉCURITÉ PENDANT LES PHASES DE MAINTENANCE ET DE RÉGLAGE LASER

### ANALYSE D'ACCIDENTS LASER :

- ▶ Statistiques d'accidents
- ▶ Conduite à tenir en cas d'accident

### VISITE D'INSTALLATIONS LASER

### CONTRÔLE DES CONNAISSANCES

### ÉVALUATION - BILAN - SYNTHÈSE

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours & ateliers (visite, analyse et mesures de rayonnement optique)

# EF10

### DURÉE

2 jours - 14 h

### PRIX

1100 € HT

### DATES

28 au 29 septembre 2020

3 au 4 février 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Alain Le Floc'h

*Expert Consultant Laser Conseil*

 [Aller plus loin](#)

EF11 - Formation Sécurité Laser - Niveau 3 - Personne Compétente - Responsable  
Sécurité Laser



## FORMATION SÉCURITÉ LASER – NIVEAU 3 – PERSONNE COMPÉTENTE – RESPONSABLE SÉCURITÉ LASER

### OBJECTIFS

- ▶ Connaître le fonctionnement d'un laser
- ▶ Identifier et évaluer les niveaux des risques d'une installation laser
- ▶ Déterminer les moyens de protection et de prévention
- ▶ Rédiger et faire appliquer les consignes de sécurité (Notices de postes)
- ▶ Superviser l'application et le respect des règles de sécurité

### PUBLIC

Personnel de maintenance, d'encadrement, responsable sécurité, médecin du travail, membre du C.H.S.C.T., etc.

### THÈMES ABORDÉS

- Les caractéristiques de l'émission laser – la technologie – les applications
- La réglementation et les normes laser
- Les risques liés au faisceau laser et les effets biologiques
- Les risques associés au laser
- Les mesures de prévention et les moyens de protection
- Les accidents – la surveillance médicale
- Le responsable sécurité laser

### PRÉ-REQUIS

Aucun

EN PARTENARIAT AVEC



LASER SAFETY & OPTICAL SERVICES



# FORMATION SÉCURITÉ LASER - NIVEAU 3 - PERSONNE COMPÉTENTE - RESPONSABLE SÉCURITÉ LASER

## PROGRAMME

### PRINCIPE DE L'ÉMISSION LASER

### LES UNITÉS ET GRANDEURS EN PHYSIQUE DU LASER

### LA TECHNOLOGIE DES PRINCIPAUX LASERS

### LES PRINCIPALES APPLICATIONS DES LASERS

### LE PRINCIPE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES

### LA RÉGLEMENTATION ET LES NORMES

### LES RISQUES DU RAYONNEMENT LASER :

- ▶ Paramètres d'exposition
- ▶ Effets oculaires
- ▶ Effets cutanés

### LES LIMITES D'EXPOSITION (CALCULS -T.D.) :

- ▶ Limites d'Émission Accessible (L.E.A.)
- ▶ Expositions Maximales Permisses (E.M.P.)
- ▶ Distance Nominale de Risque Oculaire (D.N.R.O.)

### LES MESURES DE PRÉVENTION ET LES MOYENS DE PROTECTION VIS-À-VIS DU RISQUE RAYONNEMENT LASER

### LA PROTECTION INDIVIDUELLE (CALCULS -T.D.) :

- ▶ Calcul et détermination des numéros d'échelon des protecteurs lasers

### LA MAÎTRISE DES RISQUES ASSOCIÉS AUX ÉQUIPEMENTS LASERS (ÉLECTRIQUE, INCENDIE, MÉCANIQUE, ETC)

### LA SÉCURITÉ PENDANT LES PHASES DE MAINTENANCE ET DE RÉGLAGE LASER

### ANALYSE D'ACCIDENTS LASER :

- ▶ Statistiques d'accidents
- ▶ Conduite à tenir en cas d'accident

### VISITE D'INSTALLATIONS LASER

### CONTRÔLE DES CONNAISSANCES

### LE RESPONSABLE SÉCURITÉ LASER (COMPÉTENCES, FONCTION, RESPONSABILITÉS)

### ÉVALUATION - BILAN - SYNTHÈSE

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours & ateliers (visite, analyse et mesures de rayonnement optique)

# EF11

### DURÉE

3 jours - 21 h

### PRIX

1400 € HT

### DATES

28 au 30 septembre 2020

3 au 5 février 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

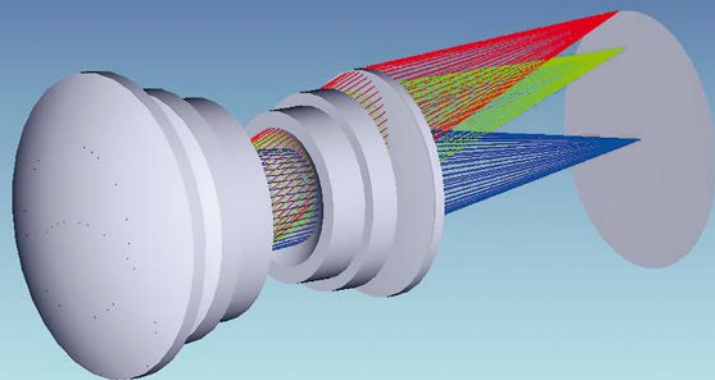
Alain Le Floc'h

*Expert Consultant Laser Conseil*

# C01

3 jours

S'inscrire en ligne



## CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE AVEC ZEMAX<sup>®</sup>/OPTICSTUDIO - INITIATION

### OBJECTIFS

- ▶ Être capable de concevoir et/ou analyser un système d'imagerie simple
- ▶ Connaître les aberrations optiques, les critères de qualité d'un système optique, les méthodes de la conception optique
- ▶ Savoir utiliser Zemax<sup>®</sup>/OpticStudio en mode séquentiel

### PUBLIC

Technicien, ingénieur, chercheur, enseignant, doctorant : toute personne amenée à concevoir un système d'imagerie optique, à partir d'une spécification

### THÈMES ABORDÉS

Les aberrations optiques géométriques et chromatiques  
Les critères de qualité d'une image  
Qu'est-ce qu'un logiciel de calcul optique ?  
Spécification, point de départ, optimisation, tolérancement  
Méthodes de conception

### PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en optique géométrique

# CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE AVEC ZEMAX®/OPTICSTUDIO - INITIATION

## PROGRAMME

### RAPPELS D'OPTIQUE

- Optique géométrique
- Théorie des aberrations géométriques et chromatiques

### ÉTUDES DE CAS AVEC LE LOGICIEL ZEMAX®/OPTICSTUDIO

- Prise en main du logiciel : le doublet achromatique et son tolérancement
- Le télescope de Newton ou de Cassegrain (au choix), correcteurs de champ associés
- Un objectif photographique : le triplet de Cooke

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposé

Applications avec le logiciel Zemax®

# C01

### DURÉE

3 jours - 21 h

### PRIX

1380 € HT

### DATES

2 au 4 décembre 2020

25 au 27 mai 2021

### LIEU

Saint-Étienne ou Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Thierry Lépine

*Enseignant-chercheur*

*à l'Institut d'Optique*

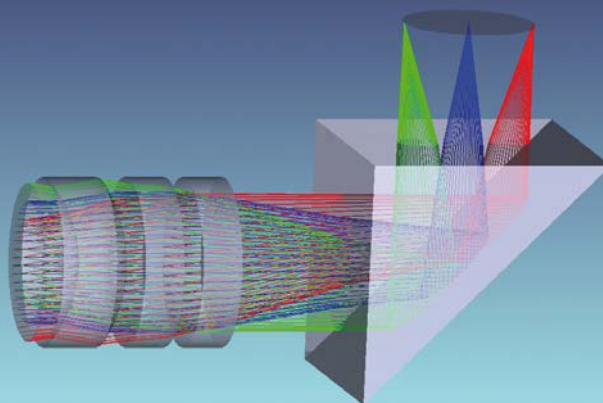
✓ Acquérir les bases EF2 - Bases de l'optique

✚ Aller plus loin C02 - Conception optique avec Zemax® - Avancé  
C04 - Ingénierie photométrique avec Lighttools®

# C02

4 jours

S'inscrire en ligne



## CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE AVEC ZEMAX<sup>®</sup>/OPTICSTUDIO - AVANCÉ

### OBJECTIFS

- ▶ Être capable de concevoir et/ou analyser un système d'imagerie complexe
- ▶ Connaître les aberrations optiques, les critères de qualité d'un système optique, les méthodes de la conception optique. Savoir analyser des spécifications
- ▶ Savoir utiliser Zemax<sup>®</sup>/OpticStudio en mode séquentiel
- ▶ Savoir analyser une spécification. Connaître les méthodes de la conception optique

### PUBLIC

Technicien, ingénieur, chercheur, enseignant, doctorant : toute personne amenée à concevoir un système optique d'imagerie complexe (par exemple, objectifs d'imagerie à 8 ou 10 lentilles)

### THÈMES ABORDÉS

Les aberrations optiques  
Les méthodes de conception  
L'analyse des spécifications

### PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en optique géométrique et en conception optique avec Zemax<sup>®</sup>/OpticStudio

# CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE AVEC ZEMAX®/OPTICSTUDIO – AVANCÉ

## PROGRAMME

### RAPPELS D'OPTIQUE

- ▶ Optique géométrique
- ▶ Théorie des aberrations (géométriques et chromatiques)

### ÉTUDES DE CAS AVEC LE LOGICIEL ZEMAX®/OPTICSTUDIO

- ▶ Étude d'un objectif vidéo de projection, analyse des spécifications, méthodes spécifiques de correction des aberrations chromatiques
- ▶ Étude d'un télescope à 3 miroirs hors-axe (TMA), surfaces "freeform"
- ▶ Étude d'un spectrographe basé sur un réseau de diffraction

# C02

### DURÉE

4 jours - 28 h

### PRIX

1820 € HT

### DATES

8 au 10 juin 2021

### LIEU

Saint-Étienne

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Perfectionnement

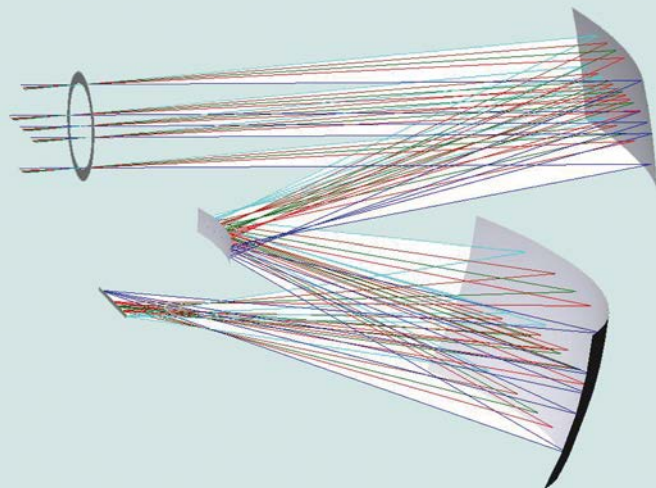
### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Thierry Lépine

*Enseignant-chercheur*

*à l'Institut d'Optique*

✓ Acquérir les bases C01 - conception optique de systèmes d'imagerie avec Zemax®/OpticStudio - Initiation



## CONCEPTION OPTIQUE AVEC CODE V®

### OBJECTIFS

- ▶ Prendre en main le logiciel Code V®
- ▶ Savoir analyser la qualité d'un système optique
- ▶ Connaître les bases de l'optimisation d'un système optique
- ▶ Découvrir des exemples classiques de systèmes optiques pour l'imagerie

### PUBLIC

Ingénieurs devant concevoir des systèmes optiques d'imagerie avec le logiciel Code V®

### THÈMES ABORDÉS

Analyse d'un système optique  
Optimisation d'un système avec contraintes plus ou moins complexes  
Notion de tolérancement  
Présentation des fonctionnalités plus avancées de Code V®

### PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en optique géométrique (systèmes centrés en optique paraxiale, notions de pupilles d'entrée et de sorties...) et notions élémentaires sur les aberrations des systèmes optiques réels

# CONCEPTION OPTIQUE AVEC CODE V®

# C03

## PROGRAMME

### RAPPELS ET PREMIERS PAS

- Rappels sur conjugaison, pupilles, aberrations, diffraction...
- Prise en main du logiciel sur un exemple simple (triplet de Cooke)

### SYSTÈME OPTIQUE

- Aberrations et critères de qualité d'un système optique sur différents exemples
- Introduction de miroirs, surfaces asphériques, obturation, décentrement et basculements, multiconfiguration...

### APPLICATIONS ET NOTIONS AVANCÉES

- Optimisation : mise en œuvre pratique et application sur un exemple (oculaire avec contraintes)
- TD d'application (conception d'un système catadioptrique)
- Tolérancement, options plus avancées de Code V
- TD final au choix du stagiaire

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours/TD en salle informatique

Introduction des concepts et méthodes essentiellement par des exemples

Utilisation guidée puis autonome du logiciel

Sujet de TD au choix du stagiaire

### DURÉE

5 jours - 35 h

### PRIX

2150 € HT

### DATES

14 au 18 juin 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

10 personnes

### NIVEAU

Perfectionnement

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Hervé Sauer

*Enseignant-chercheur*

*à l'Institut d'Optique*

### ✓ Acquérir les bases

EF2 - Bases de l'optique

SC9 - Systèmes optiques d'imagerie

### + Aller plus loin

C02 - Conception optique avec Zemax® - Avancé

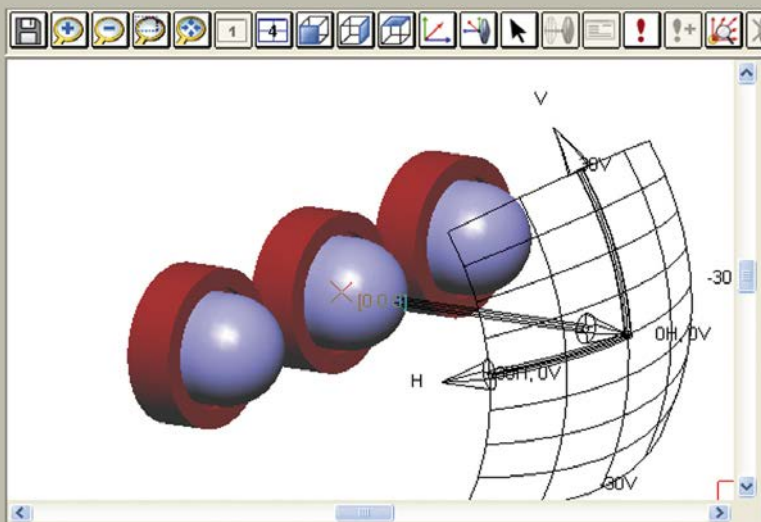
C04 - Ingénierie photométrique avec Lighttools®

C05 - Couches minces optiques : Initiation

# C04

3 jours

S'inscrire en ligne



## INGÉNIERIE PHOTOMÉTRIQUE AVEC LIGHTTOOLS®

### OBJECTIFS

- ▶ Acquérir des compétences en photométrie et en optique non imageante
- ▶ Concevoir la photométrie d'un système optique avec le logiciel Lighttools
- ▶ Savoir optimiser la photométrie des systèmes optiques

### PUBLIC

Ingénieur ou technicien supérieur en bureau d'étude, R&D, désirant se spécialiser dans le domaine de l'éclairage, domestique ou public

### THÈMES ABORDÉS

#### Sources, surfaces et milieux

Modélisation des propriétés physiques et visuelles (surfaces, sources de lumière...)

#### SIMULATIONS AVEC LIGHTTOOLS®

Principe des tracés de rayons non séquentiels

Étude des cartes d'éclairement et des indicatrices d'intensité

#### APPLICATIONS EN OPTIQUE NON IMAGEANTE

Optiques pour éclairage à LED

Etude de systèmes d'affichages

Guides de lumière, concentrateurs

### PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en optique géométrique, notions de radiophotométrie et d'éclairage



# INGÉNIERIE PHOTOMÉTRIQUE AVEC LIGHTTOOLS®

## PROGRAMME

### RAPPELS DE PHOTOMÉTRIE

- ▶ Flux, éclairage, intensité, luminance, étendues géométriques
- ▶ Propriétés physiques des surfaces et des milieux, diffusion, absorption, réfraction, réflexion spéculaire, BRDF
- ▶ Photométrie visuelle (éclairage) et radiométrie

### CONCEPTION PHOTOMÉTRIQUE ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

- ▶ Bases du logiciel Lighttools : définitions des sources, des structures opto-mécaniques, des systèmes optiques
- ▶ Principe du tracé de rayons non séquentiel. Méthode de Monte Carlo
- ▶ Simulation des cartes d'éclairage et des indicatrices d'intensité. Rendement photométrique
- ▶ Analyse des résultats, méthodes d'optimisation, définitions des fonctions de mérite

### QUELQUES APPLICATIONS D'OPTIQUE NON IMAGEANTE

- ▶ Simulations de sources, d'optiques plastiques pour LED : collimateurs, concentrateurs
- ▶ Obtention de cartes d'éclairage uniformes : utilisation de guides de lumière et de matrices de microlentilles
- ▶ Vidéoprojecteur, rétroéclairage d'un écran LCD (Backlight illumination)
- ▶ Simulations de l'influence de la lumière parasite

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

### Exposés

Exercices de formation à Lighttools

Études d'applications avec Lighttools

Sujet de TD au choix du stagiaire

# C04

### DURÉE

3 jours - 21 h

### PRIX

1380 € HT

### DATES

19 au 21 mai 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Spécialisation

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Lionel Jacobowicz

Chargé de cours

à L'Institut d'Optique

### ✓ Acquérir les bases

EF2 - Bases de l'optique  
EF3 - Radiométrie et photométrie

### + Aller plus loin

C02 - Conception optique avec Zemax® - Avancé  
C03 - Conception optique avec Code V®  
C05 - Couches minces optiques : Initiation

# C05

2 jours

S'inscrire en ligne



## COUCHES MINCES OPTIQUES : INITIATION

### OBJECTIFS

- ▶ Comprendre les principes physiques des composants optiques à base de couches minces
- ▶ Apprendre à spécifier un cahier des charges pour les différents composants couches minces optiques
- ▶ Concevoir des empilements de couches minces optiques pour des fonctions simples
- ▶ Estimer la robustesse d'un composant vis à vis des erreurs expérimentales et le rendement de production associé
- ▶ Choisir une méthode de dépôt ou de caractérisation appropriée pour répondre à un problème spécifique

### PUBLIC

Techniciens supérieurs ou ingénieurs désirant spécifier, concevoir, réaliser, caractériser ou utiliser des composants couches minces optiques

### THÈMES ABORDÉS

#### PRINCIPES FONDAMENTAUX DES COUCHES MINCES OPTIQUES

##### FONCTIONS OPTIQUES

Antireflets, miroirs multidiélectriques, filtres, dichroïques, séparatrices, polariseurs

##### TECHNIQUES DE DÉPÔT DES COUCHES MINCES OPTIQUES

Méthodes PVD et CVD

##### MÉTHODES DE CARACTÉRISATION DES COUCHES MINCES OPTIQUES

### PRÉ-REQUIS

Aucun

# COUCHES MINCES OPTIQUES : INITIATION

## PROGRAMME

### NOTIONS FONDAMENTALES SUR LES COUCHES MINCES OPTIQUES

- Calculs des propriétés optiques des couches minces
- Dépôts de couches minces optiques : comparaison des principales méthodes.
- Techniques d'analyse des couches minces optiques

### CONCEPTION DE REVÊTEMENTS COUCHES MINCES OPTIQUES

- Les matériaux pour les substrats et les couches minces
- Les principaux composants couches minces optiques
- Spécification et optimisation de revêtements optiques
- Contrôle des revêtements optiques

### MISE EN PRATIQUE AVEC UN LOGICIEL DE SIMULATION

- Simulation numérique des principales fonctions optiques
- Optimisation de revêtements couches minces optiques pour répondre à un cahier des charges

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés et exercices

Travaux Pratiques sur ordinateur

Visite d'un laboratoire de couches minces optiques

# C05

### DURÉE

2 jours - 14 h

### PRIX

1100 € HT

### DATES

1 au 2 juin 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Franck Delmotte

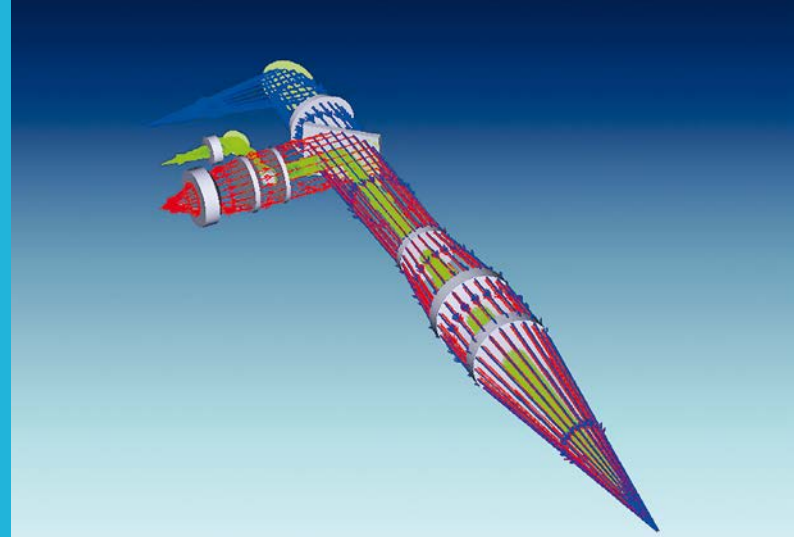
*Enseignant-chercheur*

*à l'Institut d'Optique*

# C06

3 jours

S'inscrire en ligne



## CONCEPTION DE SYSTÈMES OPTIQUES SOUS ZEMAX® AVEC DES COMPOSANTS COMMERCIAUX

### OBJECTIFS

- ▶ Être capable de concevoir un système optique utilisant des lentilles du commerce (e.g. système de collimation, de focalisation, de projection)
- ▶ Être capable de concevoir un système optique utilisant des miroirs (e.g. afocal laser, télescopes simples)
- ▶ Être capable de concevoir un système optique avec de multiples faisceaux utilisant des séparateurs de faisceaux (e.g. systèmes avec plusieurs faisceaux, systèmes d'émission/réception)
- ▶ Être capable de concevoir un système d'illumination (e.g. systèmes avec condenseurs, avec diffuseurs)

### PUBLIC

Techniciens, ingénieurs, thésards, postdocs.

### THÈMES ABORDÉS

#### OPTIQUE

Aberrations optiques, aberrations associées avec les composants commerciaux, leviers de conception disponibles avec les composants commerciaux.

#### CONCEPTION OPTIQUE AVEC ZEMAX®/OPTICSTUDIO

Mode séquentiel, fonction de mérite, optimisation, fitting avec les composants commerciaux. Systèmes à symétrie de révolution dans Zemax®, systèmes 3D et multiconfiguration avec Zemax®. Mode non séquentiel de Zemax®.

#### COMPOSANTS COMMERCIAUX

Types, disponibilité, spécifications, principaux fournisseurs.

### PRÉ-REQUIS

Connaissance générale de l'optique (optique géométrique, notion d'aberrations optiques, front d'onde). Connaissance générale des types de composants commerciaux (lentilles sphériques simples, lentilles asphériques, doublets, miroirs, beamsplitters...)

NOUVEAU

# CONCEPTION DE SYSTÈMES OPTIQUES SOUS ZEMAX® AVEC DES COMPOSANTS COMMERCIAUX

## PROGRAMME

### CONCEPTION DE SYSTÈMES À SYMÉTRIE DE RÉVOLUTION

- Types de systèmes, applications, et composants associés
- Zemax® séquentiel, fonctions de mérite, optimisation, fitting avec des composants commerciaux

### CONCEPTION DE SYSTÈMES À MIROIR

- Types de systèmes, applications, et composants associés
- Zemax® 3D

### CONCEPTION DE SYSTÈMES MULTIFAISCEAUX

- Types de systèmes, applications, et composants associés
- Zemax® multiconfiguration

### CONCEPTION DE SYSTÈMES D'ILLUMINATION

- Types de systèmes, applications, et composants associés
- Zemax® mode non séquentiel

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés (30%) et exercices (70%)  
Travaux Pratiques sur ordinateur

# C06

### DURÉE

3 jours - 21h

### PRIX

1380 € HT

### DATES

10 au 12 mai 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Nicolas Lefaudeux

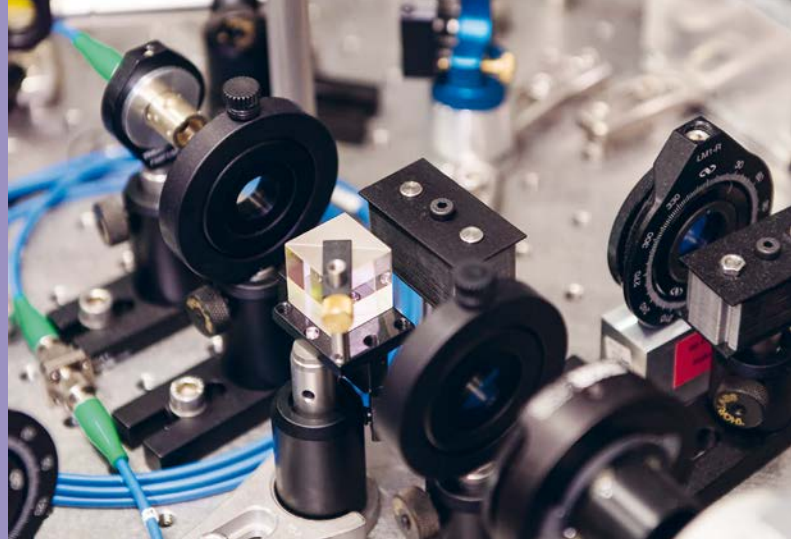
*Expert Imagine Optic*

✓ Acquérir les bases EF2 - Bases de l'optique

# SC1

4 jours

S'inscrire en ligne



## OPTOMÉCANIQUE

### OBJECTIFS

- Acquérir les méthodes et les moyens pour spécifier, concevoir et caractériser un système optomécanique

### PUBLIC

Ingénieur ou technicien supérieur en bureau d'étude, R&D, désirant se spécialiser en optomécanique

### THÈMES ABORDÉS

Optique  
Fabrication optique  
Mécanique  
Optomécanique

### PRÉ-REQUIS

Bases d'optique et de mécanique

# OPTOMÉCANIQUE

## PROGRAMME

### OPTIQUE

- Lois fondamentales en optique des rayons
- Formation des images
- Grandeurs et paramètres géométriques des instruments d'optiques pour l'imagerie
- Fabrication et contrôle de surfaces optiques

### MÉCANIQUE

- Mécanique générale
- Thermique
- Propriétés mécaniques de matériaux
- Motorisation

### CONCEPTION OPTOMÉCANIQUE

- Du cahier des charges à la définition optomécanique
- Étapes de la conception optomécanique
- Matériaux
- Modélisation et dimensionnement
- Mise en plans

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés et exercices

Visite de l'atelier de fabrication et de métrologie optique de l'Institut d'Optique

# SC1

### DURÉE

4 jours - 28 h

### PRIX

1820 € HT

### DATES

25 au 28 mai 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base / Perfectionnement

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Sébastien de Rossi

*Enseignant-chercheur*

*à l'Institut d'Optique*

✓ Acquérir les bases EF2 - Bases de l'optique

✚ Aller plus loin SC2 - Fabrication et contrôle optique  
CO3 - Conception optique avec code V®

# SC2

3 jours

S'inscrire en ligne



## MÉTHODES DE FABRICATION ET CONTRÔLE DE SYSTÈMES OPTIQUES

### OBJECTIFS

---

- ▶ Découvrir les grandes étapes de la fabrication d'éléments optiques
- ▶ Apprendre les techniques de contrôle des pièces optiques
- ▶ Intégrer des notions de démarche qualité

### PUBLIC

---

Ingénieur ou technicien supérieur amené à travailler avec des opticiens dans le domaine de la fabrication optique

### THÈMES ABORDÉS

---

Procédés de fabrication  
Métrologie de composants optiques

### PRÉ-REQUIS

---

Bases d'optique



# MÉTHODE DE FABRICATION ET CONTRÔLE OPTIQUE

## PROGRAMME

### MÉTHODES DE FABRICATION

- ▶ Introduction à la fabrication optique : applications, besoins, matériaux, stratégies de fabrication
- ▶ Usinage, Ébauchage : les mécanismes du rodage. Équipements industriels de production associés.
- ▶ Doucissage - Polissage : procédés conventionnels pour sphères et plans. Équipements industriels de production associés.
- ▶ PAO : polissage assisté par ordinateur, principes, mise en œuvre et application à la fabrication de dioptries asphériques
- ▶ Procédés spéciaux :
  - Usinage ionique (IBF)
  - Polissage par magnéto-rhéologie (MRF)
- ▶ Moyens de fabrication inspirés de la mécanique : usinage à l'outil diamant (SPDT)

### MÉTROLOGIE OPTIQUE

- ▶ Mesures interférométriques, applications, performances, limitations
- ▶ Mesures par stitching : principes, avantages, inconvénients
- ▶ Mesures interféromètres : configurations de test classiques pour surfaces concaves/convexes, sphériques/asphériques, hors d'axe/sur l'axe
- ▶ Analyseurs de fronts d'onde : introduction au capteur Shack-Hartmann\*

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours illustrés  
Démonstrations expérimentales  
Visite d'un atelier d'optique

# SC2

### DURÉE

3 jours - 21 h

### PRIX

1380 €

### DATES

10 au 12 mars 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Spécialisation

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Sébastien De Rossi  
Enseignant-chercheur  
à l'Institut d'Optique

✓ Acquérir les bases EF2 - Bases de l'optique

# SC3

5 jours

S'inscrire en ligne



## COMPRENDRE LES SOURCES LASER

### OBJECTIFS

- ▶ Connaître les principes des lasers et des technologies associées
- ▶ Acquérir un savoir-faire expérimental de base sur les sources lasers
- ▶ Être capable d'utiliser un laser dans de bonnes conditions pour différentes applications
- ▶ Savoir interagir avec des spécialistes des sources lasers
- ▶ Comprendre les spécifications techniques d'une source laser

### PUBLIC

Techniciens supérieurs et ingénieurs (bureau d'Étude, R&D, fabrication/production, support fabrication, industrialisation...) ayant besoin d'une première approche pour travailler avec des lasers

### THÈMES ABORDÉS

Physique des lasers, optique non linéaire

Propriétés, technologies, applications

Lasers impulsionnels

Sécurité laser, contraintes environnementales

Réglage d'une cavité laser

Caractérisations expérimentales d'un laser

Propagation d'un faisceau laser à travers un système optique, alignement laser

### PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en physique et optique

# COMPRENDRE LES SOURCES LASER

## PROGRAMME

### PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

- Interaction matière-rayonnement, émission spontanée, stimulée, absorption, section efficace, amplification, gain, seuil d'oscillation, puissance de sortie

### OPTIQUE NON LINÉAIRE

- Notions de base et applications au doublement et à la somme de fréquence

### PROPRIÉTÉS DES LASERS, FAISCEAUX GAUSSIENS

- Lasers à gaz, lasers à matériaux massifs, lasers pompés par diode, lasers à semiconducteur, lasers à fibre
- Marché des lasers

### APPLICATIONS

- Traitement des matériaux, télécommunications optiques, instrumentation, mesures, médecine...

### LASERS IMPULSIONNELS

- Principe du régime déclenché (nanoseconde) et verrouillage de modes (picoseconde et femtoseconde) et technologies associées

### SÉCURITÉ LASER : EFFET SUR LES TISSUS, NORMES, PRÉCAUTIONS À PRENDRE...

### DÉMONSTRATIONS ET MESURES SUR INSTRUMENTS

- Laser He Ne : réglage de la cavité, observation et caractérisations spatiales et spectrales des modes longitudinaux et transversaux
- Diode laser : caractérisation du rayonnement, émission angulaire et spectrale, influence de la température et du courant d'alimentation
- Étude du doublement de fréquence dans un cristal de KDP
- Laser Nd:YAG : caractérisation énergétique et temporelle, réglages, fonctionnement en régime relaxé et déclenché
- Laser Nd:YVO4 picoseconde pompé par diode laser : mesure de durée d'impulsion par autocorrélation
- Propagation d'un faisceau laser à travers un système optique

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

La formation est basée sur trois axes : des principes de base, une vue générale des technologies et une solide formation expérimentale autour des lasers

✓ **Acquérir les bases** EF1 - L'optique sans calcul

⊕ **Aller plus loin** EF9 - Formation Sécurité LED & autres ROA  
EF10 - Formation sécurité laser - niveau 2 - personnel technique, scientifique & de maintenance  
EF11 - Formation sécurité laser - niveau 3 - personne compétente - responsable sécurité laser

### DURÉE

5 jours - 35 h

### PRIX

2150 € HT

### DATES

31 mai au 4 juin 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base / Perfectionnement

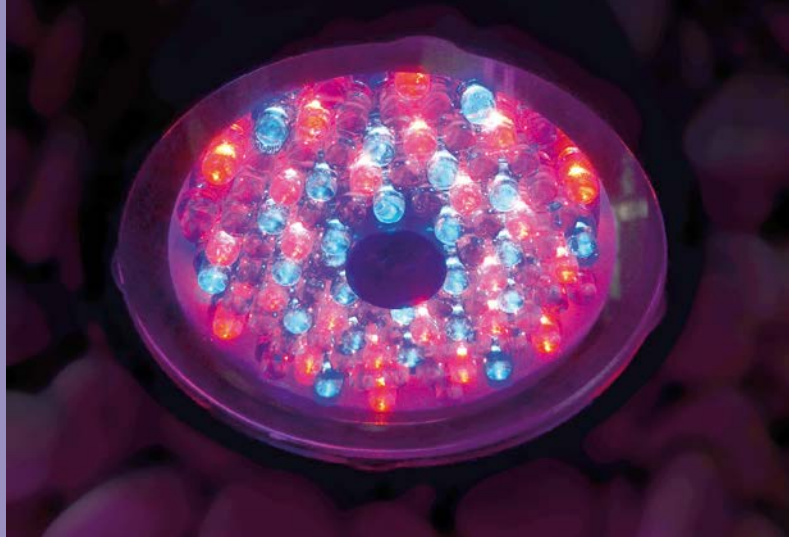
### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

François Balembois  
Enseignant-chercheur  
à l'Institut d'Optique

# SC4

2 jours

S'inscrire en ligne



## LED : PERFORMANCES, APPLICATIONS, ÉCLAIRAGE

### OBJECTIFS

- ▶ Evaluer les performances d'un éclairage à LED
- ▶ Dimensionner un éclairage à LED
- ▶ Concevoir, mettre en place et optimiser un montage utilisant des LED

### PUBLIC

Toute personne désirant s'initier aux LED et à leur utilisation

### THÈMES ABORDÉS

#### PHOTOMÉTRIE

Grandeurs photométriques  
Notions de colorimétrie

#### LES LED AUJOURD'HUI

Technologie des LED  
Performances des LED

#### SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE À LED

Alimentation et optique pour les LED

### PRÉ-REQUIS

Base d'électrocinétique (courants, loi d'Ohm, générateurs, récepteurs, puissance électrique)  
Nature de la lumière (spectre, photons, base physiologique de la perception des couleurs)  
Propriétés basiques des milieux matériels (réfraction, absorption)

# LED : PERFORMANCES, APPLICATIONS, ÉCLAIRAGE

## PROGRAMME

### PHOTOMÉTRIE DES LED

- Rappel de photométrie
- Notions de colorimétrie
- Mesures photométriques
- Rendements visuel et global
- Sécurité oculaire

### LES LED AUJOURD'HUI

- Rappel sur les semiconducteurs (nitrides et autres)
- Principe des diodes électroluminescentes
- Spectres des LED "monochromes"
- Les phosphores à base de Ce, les LED blanches
- Comportement thermique des LED

### MESURES SUR INSTRUMENTS

- Mesures de flux, luminances, indicatrices et spectres des LED

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours  
Mesures sur instruments

# SC4

### DURÉE

2 jours - 14 h

### PRIX

1100 € HT

### DATES

12 au 13 novembre 2020

18 au 19 octobre 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLES PÉDAGOGIQUES

Henri Benisty

*Enseignant-chercheur  
à l'Institut d'Optique*

✓ Acquérir les bases EF3 - Radiométrie et photométrie

+ Aller plus loin C04 - Ingénierie photométrique avec Lighttools®

# SC5

5 jours

S'inscrire en ligne



## FIBRES OPTIQUES ET APPLICATIONS

### OBJECTIFS

- ▶ Comprendre les caractéristiques et le fonctionnement des fibres optiques monomodes et multimodes
- ▶ Connaître les technologies et grands domaines d'application
- ▶ Savoir mettre en œuvre un système à base de fibre optique

### PUBLIC

Opérateur, technicien supérieur ou ingénieur

### THÈMES ABORDÉS

#### NOTIONS ÉLÉMENTAIRES D'OPTIQUE GUIDÉE.

Réflexion totale. Modes guidés

#### LES FIBRES OPTIQUES MULTIMODES, MONOMODES. TECHNOLOGIE DES FIBRES

Fonctionnement et caractérisation

#### APPLICATIONS DES FIBRES OPTIQUES

Transmission numérique sur fibre

Amplificateur à fibre optique dopée Erbium. Amplificateur à fibre Raman

Capteurs à fibres

### PRÉ-REQUIS

Principes de base en optique

## FIBRES OPTIQUES ET APPLICATIONS

## PROGRAMME

## RAPPELS D'OPTIQUE

- La lumière : aspects corpusculaire et ondulatoire
- Notions élémentaires d'optique guidée
- Instruments de mesure

## LES FIBRES OPTIQUES

- Structure générale et caractéristiques des fibres
- Fibres monomodes et multimodes à saut d'indice et à gradient d'indice  
Longueur d'onde de coupure. Atténuation. Dispersion chromatique
- Fibres à dispersion décalée et à compensation de dispersion, fibres à maintien de polarisation. Dispersion des modes de polarisation. Fibres à cristal photonique
- Optique non linéaire dans les fibres optiques : effets Kerr, mélange à 4 ondes, diffusions Raman et Brillouin

## APPLICATIONS DES FIBRES OPTIQUES

- Transport de faisceau laser. Diodes lasers fibrées
- Transmission numérique : rappels sur les bruits de photodétection, liaisons WDM et DWDM et composants associés
- Amplificateur à fibre optique dopée Erbium : architectures typiques et caractéristiques. Source large spectre
- Fibre en optique non-linéaire. Amplificateur à fibre optique Raman  
Propagation en régime soliton : effet Kerr optique, solitons temporel et spatial.  
Source très large bande
- Capteurs à fibres optiques : Mesures de contraintes, température, pression, accélération.
- Montages interférométriques

## MESURES SUR INSTRUMENTS

- Amplification optique et laser sur fibre optique dopée Erbium. Réflectométrie. Mesure de dispersion de fibres optiques monomodes
- Effet Raman dans une fibre en silice. Effet Brillouin dans une fibre optique : amplification, effet de ralentissement de la lumière. Gyroscope à fibre optique : mesure de la rotation de la Terre
- Réalisation et test d'une transmission numérique sur fibre optique : facteur de qualité, taux d'erreurs binaires

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés  
Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire  
Mesures sur instruments

## DURÉE

5 jours - 35 h

## PRIX

2150 € HT

## DATES

14 au 18 juin 2021

## LIEU

Palaiseau

## NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

## NIVEAU

Base

## RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Nicolas Dubreuil

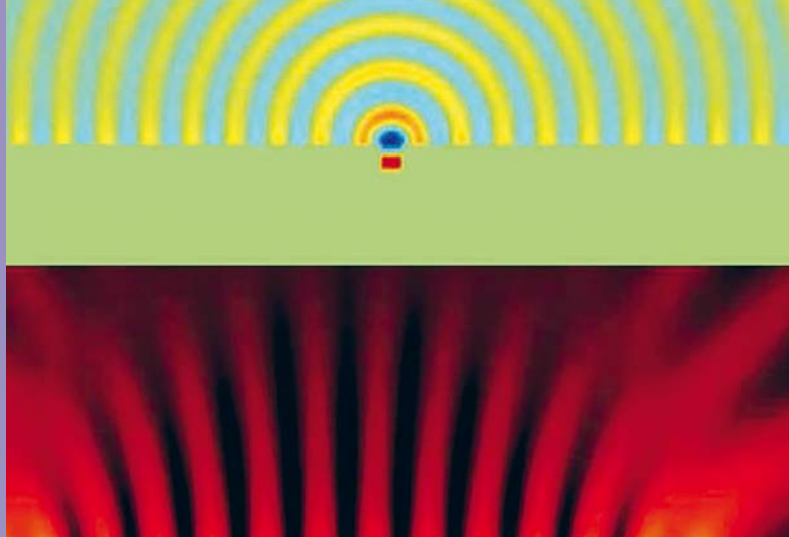
*Enseignant-chercheur**à l'Institut d'Optique*

✓ Acquérir les bases EF2 - Bases de l'optique

# SC6

4 jours

S'inscrire en ligne



## INTERFÉROMÉTRIE OPTIQUE : PRINCIPES ET APPLICATIONS

### OBJECTIFS

Comprendre l'interférométrie optique

Découvrir l'utilité de cette technique dans diverses applications, de l'industrie au laboratoire

### PUBLIC

Ingénieurs ou techniciens désirant spécifier, concevoir, utiliser ou optimiser un interféromètre pour des mesures de phase ou d'amplitude, dans les secteurs industriel ou recherche

### THÈMES ABORDÉS

Optique physique

Cohérence

Composants

Traitement du signal

Applications industrielles ou commerciales

### PRÉ-REQUIS

Une connaissance préalable des nombres complexes et de la transformation de Fourier est un plus



# INTERFÉROMÉTRIE OPTIQUE : PRINCIPES ET APPLICATIONS

## PROGRAMME

### PRINCIPE ET MISE EN ŒUVRE D'UN INTERFÉROMÈTRE, COHÉRENCE ET APPLICATIONS

- Analyse de l'interférence à 2 ondes et des pertes de contraste.  
Interférences à N ondes - Grandissement - Ouverture - Résolution - Champ
- Sous-systèmes (séparation, recombinaison, modulation, démodulation), types (Young, Michelson, Mach-Zehnder, Fizeau...) et exploitation (polynômes de Zernike)
- Étude détaillée de la cohérence spatiale et temporelle
- Techniques interférométriques et utilisation (métrologie longitudinale ou de surface, spectroscopie, vélocimétrie, capteurs fibrés, détection cohérente, télescopes multipupilles...)
- Travaux dirigés : support direct ou prolongement du cours, étude de systèmes

### MESURES SUR INSTRUMENTS

- Interféromètre de Michelson
- Interféromètre de Fizeau de type Zygo
- Détection homodyne/hétérodyne (modulateur acousto-optique)
- Interférométrie de speckle (déformation/vibration)

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours et exercices

Démonstrations sur matériel de laboratoire, selon souhaits des stagiaires

Mesures sur instruments

# SC6

### DURÉE

4 jours - 28 h

### PRIX

1820 € HT

### DATES

6 au 9 octobre 2020

12 au 15 octobre 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base / Perfectionnement

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Frédéric Cassaing

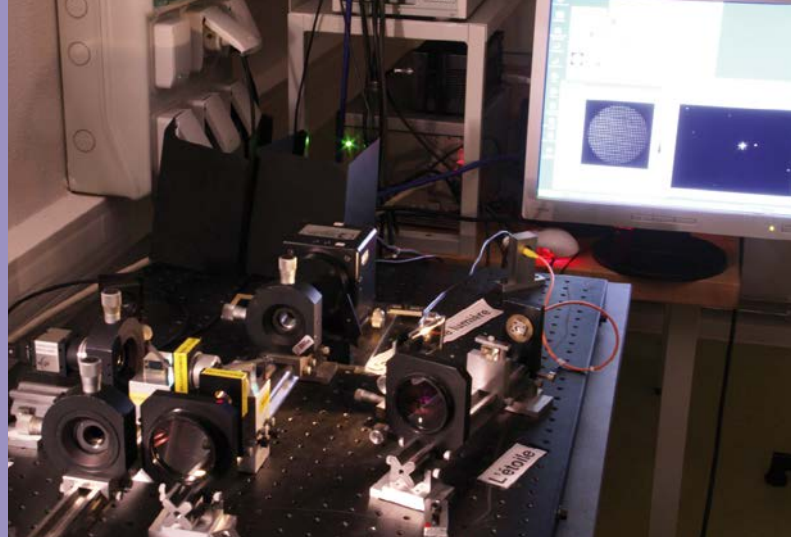
Expert Onera

✓ Acquérir les bases EF2 - Bases de l'optique

# SC7

2 jours

S'inscrire en ligne



## MESURES DE FRONT D'ONDE

### OBJECTIFS

► Comprendre les spécificités de la mesure de front d'onde et les instruments associés

### PUBLIC

Ingénieurs ou techniciens désirant effectuer des mesures de forme, intégrer des systèmes ou mettre en œuvre des boucles d'optique adaptative

### THÈMES ABORDÉS

Rappels d'optique physique et interférométrie  
Principe et disponibilité des analyseurs de surface d'onde  
Intérêt d'une analyse modale

### PRÉ-REQUIS

Connaissances des bases de l'optique

# MESURES DE FRONT D'ONDE

## PROGRAMME

RAPPELS SUR LA LUMIÈRE, LA DÉTECTION, LES ABERRATIONS

LES ERREURS DE FRONT D'ONDE

- Unités ( $\lambda$ , nm, rad), impact (WFE, rapport de Strehl)

LA PROBLÉMATIQUE DE L'ANALYSE DE FRONT D'ONDE

LES PRINCIPAUX ANALYSEURS DE SURFACE D'ONDE

LES POLYNÔMES DE ZERNIKE ET LEURS LIENS AVEC LES DÉFAUTS USUELS

EXEMPLES D'APPLICATION

- Mesures dimensionnelles, astronomie, chaînes laser, médecine

MESURES SUR INSTRUMENTS

- Mesure de forme avec un interféromètre Zygo
- Optique adaptative avec un analyseur de Hartmann-Shack

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours et exercices

Démonstrations sur matériel de laboratoire, selon souhaits des stagiaires

Mesures sur instruments

# SC7

### DURÉE

2 jours - 14 h

### PRIX

1100 € HT

### DATES

22 au 23 mars 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Perfectionnement

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

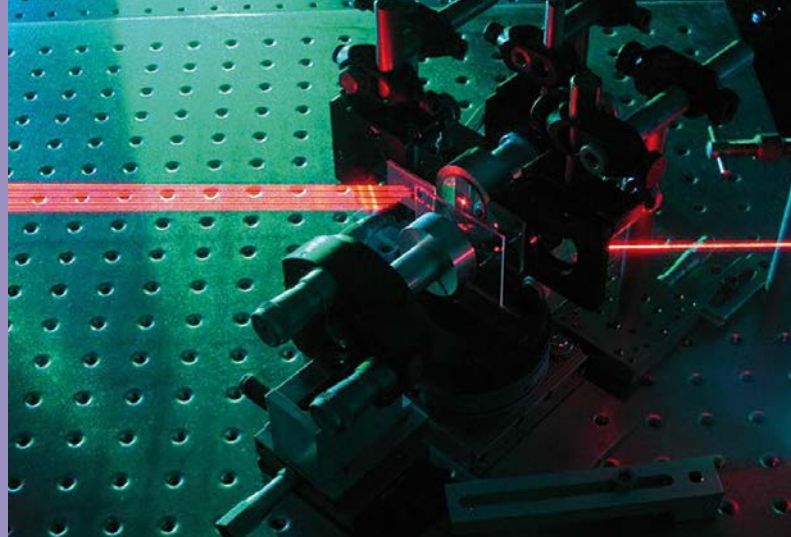
Frédéric Cassaing  
*Expert Onera*

✓ Acquérir les bases EF2 - Bases de l'optique

# SC8

4 jours

S'inscrire en ligne



## HOLOGRAPHIE : DE LA MESURE AU DISPLAY 3D

### OBJECTIFS

- ▶ Découvrir / redécouvrir le principe de l'holographie
- ▶ Acquérir les connaissances sur les différents champs d'application de l'holographie
- ▶ Appréhender le calcul numérique d'hologrammes
- ▶ Comprendre les principes de la microscopie holographique et connaître ses domaines d'applications
- ▶ Réaliser et traiter des hologrammes

### PUBLIC

Technicien supérieur, ingénieur ou chef de projets ayant des notions de bases en optique et désirant investir le vaste domaine de l'holographie et de ses applications

### THÈMES ABORDÉS

Optique ondulatoire, diffraction, interférences

Holographie : principe, enregistrement, restitution

Holographie numérique, calcul d'hologrammes de synthèse.

Mesures et métrologie holographique

Microscopie holographique et imagerie quantitative de phase-tomographie diffractive

Affichage 3D par techniques holographiques et autres approches géométriques

### PRÉ-REQUIS

Notions de base en optique souhaitées : Optique géométrique, diffraction de la lumière, interférences lumineuses, traitement numérique du signal, notions sur les transformées de Fourier

# HOLOGRAPHIE : DE LA MESURE AU DISPLAY 3D

## PROGRAMME

### OPTIQUE DIFFRACTIVE ET HOLOGRAPHIQUE

- Rappels d'optique ondulatoire
- Diffraction - Interférences
- Principe de l'holographie
- Matériaux et composants
- Démodulation et traitement numérique des hologrammes

### APPLICATIONS DE L'HOLOGRAPHIE

- Microscopie holographique et imagerie quantitative de phase-tomographie diffractive
- Affichage 3D par techniques holographiques et autres approches géométriques
- Mesures et métrologie-holographie appliquée à la mécanique, l'acoustique et la mécanique des fluides
- CGH (Computed Generated Holograms)-application à la mise en forme de faisceau, phasage de laser, pinces optiques, télécommunication, et à la sécurisation d'information

### MESURES SUR INSTRUMENTS

- Modulateur spatial de lumière
- Imagerie sans lentille et interférométrie speckle
- Holographie en réflexion
- Holographie numérique-algorithmes et reconstruction numérique

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours, illustrations et exercices

Travaux Pratiques sur ordinateur avec logiciel de calcul

Applications de l'holographie

# SC8

### DURÉE

4 jours - 28 h

### PRIX

1820 € HT

### DATES

14 au 17 décembre 2020

13 au 16 décembre 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base / Perfectionnement

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Pascal Picart

*Enseignant-chercheur*

*à Le Mans Université*

✓ Acquérir les bases EF2 - Bases de l'optique

✚ Aller plus loin SC4 - LED : performances, applications, éclairage

# SC9

2 x 3 jours

S'inscrire en ligne



## SYSTÈMES OPTIQUES D'IMAGERIE

### OBJECTIFS

- ▶ Connaître les combinaisons optiques classiques et leurs applications
- ▶ Spécifier ou dimensionner un système optique, rédiger un cahier des charges
- ▶ Évaluer les performances d'un système optique et les optimiser

### PUBLIC

Technicien supérieur, ingénieur, chef de projet en bureau d'étude ou R&D désirant spécifier et concevoir des systèmes optiques d'imagerie

### THÈMES ABORDÉS

Les divers systèmes optiques  
Photométrie et radiométrie  
Analyse d'un système optique  
Limite de résolution des systèmes optiques  
Les combinaisons optiques classiques  
Systèmes dioptriques et catadioptriques, zoom, optiques IR

### PRÉ-REQUIS

Connaissances en optique géométrique

# SYSTÈMES OPTIQUES D'IMAGERIE

## PROGRAMME

### RAPPELS D'OPTIQUE INSTRUMENTALE

- ▶ Caractéristiques géométriques des systèmes optiques
- ▶ Grandissement - ouverture - résolution - champ
- ▶ Quelques rappels sur les aberrations

### PHOTOMÉTRIE DES INSTRUMENTS

- ▶ Rappels des notions de base : flux, éclairement, intensité, luminance, étendue géométrique
- ▶ Photométrie des instruments
- ▶ Quelques rappels sur les détecteurs matriciels

### ANALYSE D'UN SYSTÈME OPTIQUE

- ▶ Critères de qualité d'un système optique d'imagerie : défauts du front d'onde, PSF, FTM
- ▶ Méthodes de mesures de ces critères : star test, analyseurs de front d'onde
- ▶ Principe de base de l'optique adaptative

### ÉTUDE DES COMBINAISONS OPTIQUES CLASSIQUES

- ▶ Systèmes dioptriques : de la lentille simple aux objectifs photos haut de gamme
- ▶ Systèmes catadioptriques : télescope à 2 ou 3 miroirs, on- et off-axis
- ▶ Objectifs à focales variables
- ▶ Systèmes optiques pour l'infrarouge thermique

### MESURES SUR INSTRUMENTS

- ▶ Études des aberrations (star test)
- ▶ Analyse de fronts d'onde (Zygo, Haso)
- ▶ Mesures de FTM (Banc Acofam, PSF, LSF, méthode Foucault)

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés et exercices

Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire

Mesures sur instruments

### ✓ Acquérir les bases

EF2 - Bases de l'optique  
EF7 - Mise en œuvre d'un imageur  
EF3 - Radiométrie et photométrie

### + Aller plus loin

C01 - Conception optique avec Zemax® - Initiation  
C03 - Conception optique avec Code V®  
C04 - Ingénierie photométrique avec Lighttools®  
SC11 - Anatomie d'une caméra infrarouge  
SC12 - Systèmes optroniques  
SC13 - Vision bas niveau de lumière et imagerie à comptage de photons

# SC9

### DURÉE

2 x 3 jours - 42 h

### PRIX

2560 € HT

### DATES

24 au 26 mars et 7 au 9 avril 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Perfectionnement

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Éric Ruch

Expert Safran Reosc

# SC10

4 jours

S'inscrire en ligne



## ACQUISITION, PERCEPTION ET TRAITEMENT D'IMAGES

### OBJECTIFS

- ▶ Acquérir rapidement et simplement les notions de base de l'image (perception, acquisition, visualisation)
- ▶ Avoir un aperçu des différentes formes d'imagerie numérique et de leurs applications
- ▶ Acquérir les bases du traitement d'image
- ▶ Permettre un meilleur dialogue avec les experts du domaine

### PUBLIC

Technicien supérieur, ingénieur, chef de projet

### THÈMES ABORDÉS

Acquisition, visualisation et perception des images  
Les modes d'imagerie numérique et leurs applications  
Le traitement d'image : notions de base et vocabulaire

### PRÉ-REQUIS

Avoir un minimum de connaissances de base en physique et mathématiques (bac+2 à +3)



# ACQUISITION, PERCEPTION ET TRAITEMENT D'IMAGES

## PROGRAMME

### INTRODUCTION

- L'image et ses applications

### LA CHAÎNE IMAGE

- Acquisition, transmission, visualisation, perception humaine

### MODÈLE DE FORMATION D'IMAGE PAR UN CAPTEUR OPTIQUE

### OPÉRATIONS DE BASE DU TRAITEMENT D'IMAGE ET VOCABULAIRE DE LA VISION PAR ORDINATEUR

### INTRODUCTION AUX MODES D'IMAGERIE NON CONVENTIONNELS

- Multispectral, polarimétrie, imagerie active (lidar, radar)

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours

Démonstrations et exercices d'application sur logiciel de traitement d'image

# SC10

### DURÉE

4 jours - 28 h

### PRIX

1820 € HT

### DATES

21 au 24 septembre 2020

27 au 30 septembre 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base / Perfectionnement

### RESPONSABLES PÉDAGOGIQUES

Guy Le Besnerais

*Expert Onera*

Matthieu Boffety

*Enseignant-chercheur  
à l'Institut d'Optique*

 Aller plus loin

EF2 - Bases de l'optique

EF7 - Mise en œuvre d'un imageur

SC11 - Anatomie d'une caméra infrarouge

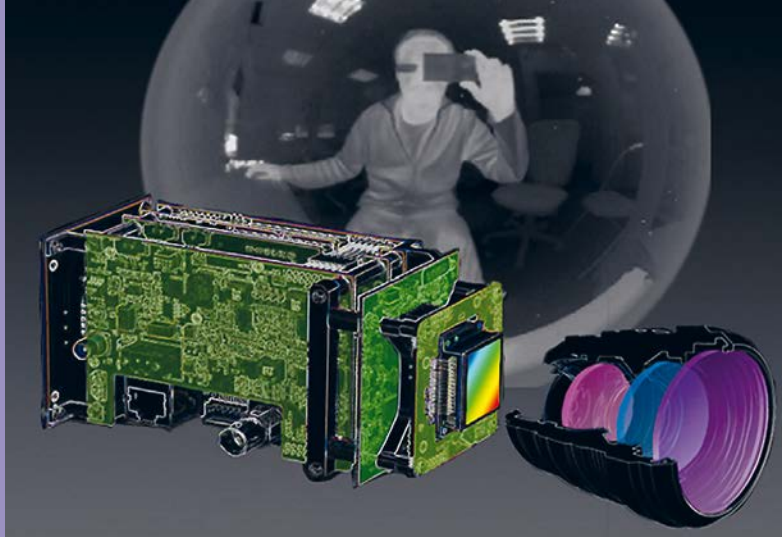
SC12 - Systèmes optroniques

SC19 - Vision industrielle

# SC11

4 jours

S'inscrire en ligne



## ANATOMIE D'UNE CAMÉRA INFRAROUGE

### OBJECTIFS

- ▶ Avoir une vision d'ensemble de la problématique du dimensionnement d'une caméra infrarouge
- ▶ Découvrir les paramètres clés associés au dimensionnement
- ▶ Découvrir l'état de l'art des différents composants et modules
- ▶ Être capable de spécifier, concevoir et évaluer des caméras infrarouges (refroidies ou non refroidies)

### PUBLIC

Ingénieurs d'entreprises et administrations du domaine militaire, surveillance, aérospatial, astronomie, désirant maîtriser l'analyse et la conception de caméras infrarouges

### THÈMES ABORDÉS

#### RADIOMÉTRIE INFRAROUGE

Infrarouge thermique

#### DÉTECTEURS INFRAROUGES

Principales filières (refroidies et non refroidies)

Caractérisation électro-optique

Électroniques de proximité et de pilotage

#### DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME INFRAROUGE, BILAN DE LIAISON

Conception d'une optique infrarouge

Visualisation de l'image infrarouge

### PRÉ-REQUIS

Notions d'optique correspondant au stage EF2 - Bases de l'optique

# ANATOMIE D'UNE CAMÉRA INFRAROUGE

## PROGRAMME

### DÉTECTION INFRAROUGE

- ▶ Radiométrie / Rappels sur l'infrarouge thermique
- ▶ Grandes filières de détecteurs infrarouge matriciels (refroidies et non refroidies)
- ▶ Circuits de lecture
- ▶ Électroniques de pilotage
- ▶ Caractérisation des détecteurs infrarouges – méthodologie

### DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME INFRAROUGE

- ▶ Conception d'une optique infrarouge
- ▶ Visualisation de l'image infrarouge
- ▶ Dimensionnement d'un système infrarouge
- ▶ Bilan de liaison
- ▶ Cas concret : dimensionnement d'une caméra refroidie

### MESURES SUR INSTRUMENTS

- ▶ Imagerie infrarouge avec une caméra non refroidie, mesures de NETD / MRTD
- ▶ Caractérisation d'un détecteur refroidi

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés et exercices

Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire

Mesures sur instruments

# SC11

### DURÉE

4 jours - 28 h

### PRIX

1820 € HT

### DATES

29 septembre au 2 octobre 2020  
5 au 8 octobre 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

120 personnes

### NIVEAU

Spécialisation

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Isabelle Ribet

Experte Onera, chargée de cours  
à l'Institut d'Optique

### ✓ Acquérir les bases

EF2 - Bases de l'optique  
EF3 - Radiométrie et photométrie  
EF4 - Infrarouge thermique : principes  
SC9 - Systèmes optiques d'imagerie  
SC12 - Systèmes optroniques

### + Aller plus loin

SC10 - Acquisition, perception et traitement d'images  
SC13 - Vision bas niveau de lumière et imagerie à comptage de photon

# SC12

2 x 3 jours

S'inscrire en ligne



## SYSTÈMES OPTRONIQUES

### OBJECTIFS

- ▶ Avoir une vision d'ensemble de la problématique du dimensionnement d'un système optronique (passif ou actif)
- ▶ Comprendre les paramètres clés associés à ce dimensionnement
- ▶ Découvrir l'état de l'art des différents composants et modules d'un système optronique
- ▶ Être capable de spécifier, concevoir et évaluer des systèmes optroniques (passifs ou actifs)

### PUBLIC

Ingénieurs d'entreprises et d'administrations du domaine militaire, surveillance, aérospatial, désirant maîtriser l'analyse et la conception de systèmes optroniques

### THÈMES ABORDÉS

#### PRINCIPALES BRIQUES DE LA CHÂÎNE OPTRONIQUE

Sources, milieux de propagation  
Systèmes optiques, détecteurs

#### SYSTÈMES INFRAROUGES

Caméra thermique, imagerie proche IR

#### SYSTÈMES LASER

Télémètre, Lidar  
Désignation d'objectif

#### INTENSIFICATEURS DE LUMIÈRE

### PRÉ-REQUIS

Notions d'optique correspondant au stage EF2 - Bases de l'optique

# SYSTÈMES OPTRONIQUES

## PROGRAMME

### RADIOMÉTRIE ET SYSTÈMES OPTIQUES

- Rappels de radiométrie
- Systèmes optiques
- Transmission atmosphérique
- Exercices d'application

### DÉTECTEURS

- Filières de la détection infrarouge
- Intensificateurs de lumière

### CONCEPTION ET ÉVALUATION DE SYSTÈMES OPTRONIQUES

- Conception de systèmes optroniques
- Évaluation de systèmes optroniques
- Systèmes laser
- Systèmes infrarouges
- Traitement d'images infrarouges

### MESURES SUR INSTRUMENTS

- Caméra infrarouge
- Mesure de FTM
- Télémétrie laser

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés et exercices  
Démonstrations sur matériel de laboratoire  
Mesures sur instruments

# SC12

### DURÉE

2 x 3 jours - 42 h

### PRIX

2560 € HT

### DATES

4 au 6 novembre et  
18 au 20 novembre 2020  
8 au 10 novembre  
et 24 au 26 novembre 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Perfectionnement / Spécialisation

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Isabelle Ribet  
*Experte Onera, chargée de cours  
à l'Institut d'Optique*

### ✓ Acquérir les bases

EF2 - Bases de l'optique  
EF3 - Radiométrie et photométrie

### + Aller plus loin

SC10 - Acquisition, perception et traitement d'images  
SC11 - Anatomie d'une caméra infrarouge  
SC13 - Vision base niveau de lumière et imagerie à comptage de photons

# SC13

3 jours

S'inscrire en ligne



## VISION BAS NIVEAU DE LUMIÈRE ET IMAGERIE À COMPTAGE DE PHOTONS

### OBJECTIFS

- ▶ Découvrir les technologies d'imagerie à bas niveau de lumière de  $0,4 \mu\text{m}$  à  $2 \mu\text{m}$  de longueur d'onde
- ▶ Être capable de concevoir un système d'imagerie à bas niveau de lumière en choisissant ses composants
- ▶ Pouvoir spécifier des composants bas niveau de lumière et les recetter
- ▶ Identifier des nouvelles technologies permettant de faire évoluer des systèmes d'imagerie

### PUBLIC

Personnels des entreprises et administrations du domaine militaire, surveillance, microscopie, imagerie biologique et astronomique

### THÈMES ABORDÉS

Enjeux et besoins

Contributeurs à l'éclairage nocturne, technologies de détection, intensification de lumière

Imagerie vidéo numérique bas niveau de lumière, imagerie active par illumination laser

Applications et perspectives

### PRÉ-REQUIS

Bases en optique

Notions de radiométrie ou photométrie

Notions en imagerie ou en vidéo ou en photographie

# VISION BAS NIVEAU DE LUMIÈRE ET IMAGERIE À COMPTAGE DE PHOTONS

## PROGRAMME

### LA VISION DE NUIT

- Imagerie visible
- La vision de l'œil
- Les contributeurs aux éclairagements nocturnes et niveaux de nuit

### LES TECHNOLOGIES DE DÉTECTION EN IMAGERIE

- Les tubes intensificateurs de lumière
- Les capteurs digitaux intensifiés
- Les capteurs CCD
- Les capteurs CMOS
- Les capteurs SWIR de 1 à 2  $\mu\text{m}$
- Les perspectives des technologies d'imagerie BNL à comptage de photons
- Lectures de data sheets

### L'IMAGERIE ACTIVE

- Les principes de l'imagerie active
- Les sources d'illumination
- Les capteurs d'image adaptés
- Speckle et propagation atmosphérique
- Albedos, SEL, effet œil de chat

### LES APPLICATIONS ET LES ENJEUX

- Démonstrations
- Calcul de bilan de portée
- Applications militaires
- Surveillance et sécurité
- Imagerie scientifique de l'astronomie à la microscopie
- Enjeux technologiques pour le futur

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés par des experts industriels et laboratoires  
Démonstrations interactives expérimentales  
Travaux dirigés sur des feuilles de calculs

- ✓ **Acquérir les bases** EF2 - Bases de l'optique  
SC12 - Systèmes optroniques
- + **Aller plus loin** SC11 - Anatomie d'une caméra infrarouge

# SC13

### DURÉE

3 jours - 21 h

### PRIX

1380 € HT

### DATES

14 au 16 décembre 2020

13 au 15 décembre 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Perfectionnement / Spécialisation

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

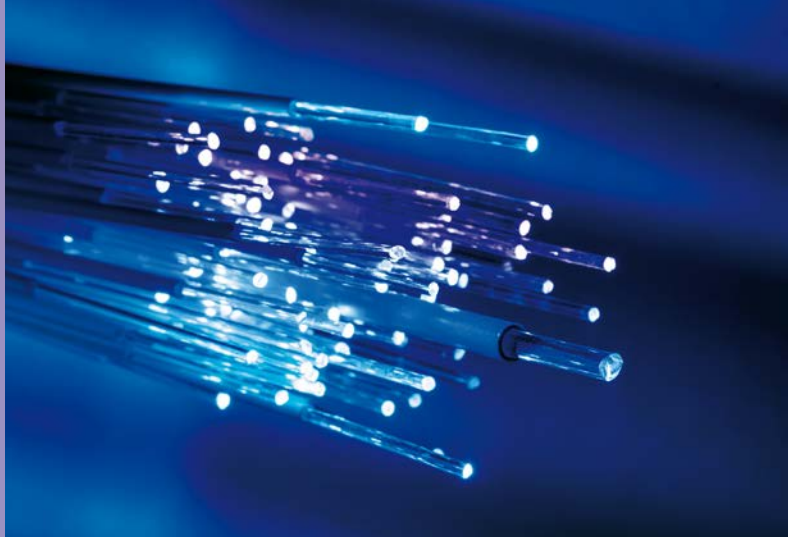
Thierry Midavaine

Expert Thalès Optronique SAS

# SC14

2 jours

S'inscrire en ligne



## CAPTEURS À FIBRES OPTIQUES : PRINCIPES, TECHNOLOGIES ET APPLICATIONS EN SURVEILLANCE DES STRUCTURES

### OBJECTIFS

- ▶ Se sensibiliser à ces nouvelles technologies de mesure par fibres optiques
- ▶ Mieux comprendre les avantages, spécificités et performances
- ▶ Disposer de connaissances pour échanger, proposer, mettre en œuvre ces technologies

### PUBLIC

Cette formation s'adresse aux ingénieurs, techniciens, utilisateurs ou chefs de projet souhaitant mieux connaître ces nouvelles technologies d'instrumentation, en particulier les réseaux de capteurs optiques aux fonctionnalités innovantes

### THÈMES ABORDÉS

#### Les fibres optiques

Rappels concernant les principales caractéristiques.

Spécificités pour le domaine des capteurs

#### Les capteurs à fibres optiques

Différents types de mesures, principes de fonctionnement, avantages, configurations, spécificités...

#### Les Réseaux de capteurs à fibres optiques

Capteurs distribués (réseaux de Bragg, etc)

Capteurs répartis (phénomènes de rétrodiffusion, de Rayleigh, Raman et Brillouin)

Performances, avantages

#### Les applications industrielles

### PRÉ-REQUIS

Notions de base ou connaissances en instrumentation, voire une pratique de la mesure, et idéalement quelques notions d'optique en imagerie ou en vidéo ou en photographie



# CAPTEURS À FIBRES OPTIQUES : PRINCIPES, TECHNOLOGIES ET APPLICATIONS EN SURVEILLANCE DES STRUCTURES

## PROGRAMME

### FIBRES OPTIQUES

- ▶ Rappel concernant les termes métrologiques requis pour caractériser un capteur - Critères d'appréciation des utilisateurs
- ▶ Qu'est-ce qu'une fibre, différents types, marchés
- ▶ Principales caractéristiques (atténuation, dispersion, conservation de polarisation...) et performances
- ▶ Méthodes de fabrication
- ▶ Fibres spéciales capteurs ; Composants « tout-fibre » (coupleur, polariseur...)
- ▶ Raccordements

### CAPTEURS À FIBRES OPTIQUES (CFO)

- ▶ Petit historique du domaine des capteurs à fibres optiques
- ▶ Le paradoxe sous-jacent aux différentes modes d'utilisation des fibres
- ▶ Éléments constitutifs d'un CFO, leurs avantages ; Quels types de mesure par CFO
- ▶ Exemples détaillés des différents modes d'interaction
- ▶ Différents types de modulation de la lumière

### RÉSEAUX DE CAPTEURS À FIBRES OPTIQUES ET CAPTEURS DISTRIBUÉS

- ▶ Deux grandes familles de RCFO (les réseaux de CFO distribués vs répartis)
- ▶ Les CFO à réseaux de Bragg (principe, photo-inscription, caractéristiques, sensibilités...)
- ▶ Capteurs à transducteurs de Bragg et systèmes de mesure/démultiplexage pour CFO à réseaux de Bragg
- ▶ Exemples détaillés d'applications (génie civil, travaux publics, secteur pétrolier, divers domaines d'emploi des matériaux composites, ferroviaire...)

### RÉSEAUX DE CAPTEURS À FIBRES OPTIQUES DE TYPE RÉPARTI

- ▶ Les RCFO de type réparti et la philosophie sous-jacente
- ▶ Principe de multiplexage des points de mesure
- ▶ Applications militaires
- ▶ Les phénomènes de diffusion élastique/inélastique dans la fibre (Rayleigh, Raman et Brillouin)
- ▶ Principes des instruments de mesure Raman, performances
- ▶ Exemples détaillés d'applications de surveillance d'ouvrages
- ▶ Principes des instruments de mesure Brillouin, performances
- ▶ Câbles de mesure continûment sensibles
- ▶ Exemples d'applications en surveillance d'ouvrages

### BILAN

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés et exercices

# SC14

### DURÉE

2 jours - 14 h

### PRIX

1100 € HT

### DATES

7 au 8 juin 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base / Perfectionnement

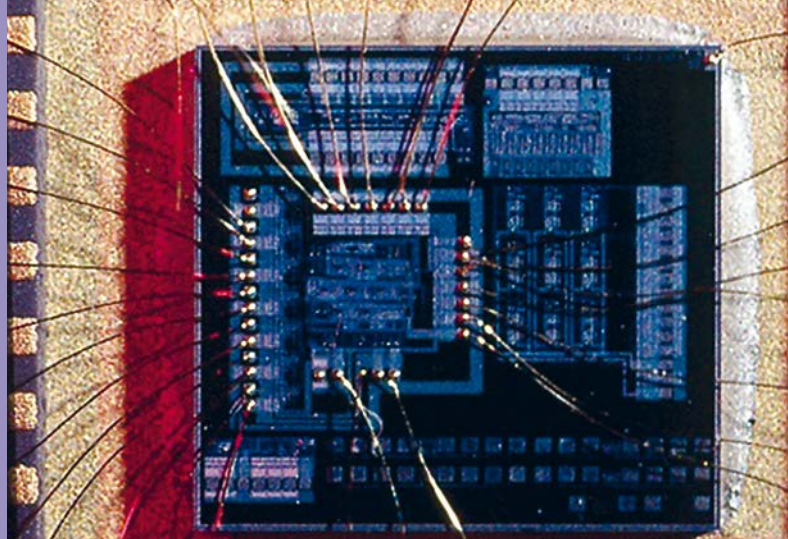
### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Pierre Ferdinand

# SC15

3 jours

S'inscrire en ligne



## OPTOÉLECTRONIQUE

### OBJECTIFS

- ▶ Acquérir rapidement et simplement les notions de base de l'optoélectronique
- ▶ Communiquer de façon efficace dans le domaine de l'optoélectronique
- ▶ Comprendre un cahier des charges
- ▶ Utiliser au mieux les instruments et composants optoélectroniques courants
- ▶ Concevoir et mettre en place un montage simple

### PUBLIC

Technicien ou ingénieur désirant comprendre le fonctionnement des systèmes optoélectroniques et de leurs composants

### THÈMES ABORDÉS

Optique physique  
Émission, modulation, guidage  
Composants à semi-conducteurs  
DéTECTEURS matriciels  
Transmission

### PRÉ-REQUIS

Notions d'optique correspondant au stage EF1 - L'optique sans calcul

# OPTOÉLECTRONIQUE

## PROGRAMME

### INTRODUCTION À L'OPTOÉLECTRONIQUE

- Rappels d'optique, diffraction, diffusion et propagation de la lumière
- Les systèmes optoélectroniques

### FONCTIONS OPTIQUES

- Émission, détection de la lumière, déflexion
- Modulation : effets accousto-optique, électro-optique, exemple de modulateurs optiques
- Guidage de la lumière : guides d'onde, fibres optiques

### COMPOSANTS À SEMI-CONDUCTEURS

- Quelques éléments sur les matériaux semi-conducteurs
- Photodiodes PIN et avalanche : principe, caractéristiques, source de bruit
- Diodes électro-luminescentes : principe, caractéristiques
- Diodes laser de type Fabry-Perot, DFB, DBR, VCSEL... : principe, caractéristiques, comparatif

### DÉTECTEURS MATRICIELS

- Capteurs CCD/CMOS visibles : principes, architectures, caractéristiques, applications
- Capteurs infrarouges (thermiques et quantiques) : principes, architectures, caractéristiques, applications

### MESURES SUR INSTRUMENTS ET DÉMONSTRATIONS

- Caractérisations d'une diode électroluminescente et d'une diode laser
- Bruit de détection
- Caractérisation d'une caméra CMOS
- Liaison optique en espace libre
- Transmission sur fibre optique : formats de modulation, modulateurs électro-optiques, démonstration d'une transmission à 10 Gbit/s

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés et exercices

Mesures sur instruments

✓ **Acquérir les bases** EF1 - L'optique sans calcul

✚ **Aller plus loin** SC3 - Comprendre les sources laser  
SC5 - Le domaine des fibres optiques  
SC12 - Systèmes optroniques  
SC13 - Vision bas niveau de lumière et imagerie à comptage de photons  
SC19 - Vision industrielle

# SC15

### DURÉE

3 jours - 21 h

### PRIX

1380 € HT

### DATES

9 au 11 juin 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Perfectionnement / Spécialisation

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Nicolas Dubreuil

*Enseignant-chercheur*

*à l'Institut d'Optique*

# SC16

3 jours

S'inscrire en ligne



## DÉTECTEURS POUR L'INSTRUMENTATION

### OBJECTIFS

- ▶ Découvrir les différentes filières de détecteurs pour le visible et l'infrarouge
- ▶ Caractériser les performances de ces détecteurs
- ▶ Choisir un détecteur pour réaliser un instrument
- ▶ Traiter et interpréter les images délivrées par un instrument

### PUBLIC

Ingénieurs ou techniciens désirant maîtriser la brique "détecteur" pour des applications liées à l'instrumentation (notamment astronomie).

### THÈMES ABORDÉS

Détecteurs (pour le visible et l'infrarouge)  
Optique, radiométrie  
Instrumentation  
Bruits et traitement d'images

### PRÉ-REQUIS

Notions d'optique sur la formation des images

EN PARTENARIAT AVEC



# DÉTECTEURS POUR L'INSTRUMENTATION

## PROGRAMME

### DÉTECTEURS

- Principales filières : CCD et CMOS dans le visible, quantique et thermique dans l'infrarouge
- Caractérisation électro-optique de détecteurs
- Enjeux de la détection : prospective et développements en cours

### INSTRUMENTATION

- Rappels d'optique : longueur focale, nombre d'ouverture, limite de diffraction, aberrations...
- Radiométrie : sources, calculs de flux...
- Quel détecteur pour quelle application ?
- Techniques cryogéniques
- Conception d'un instrument

### TRAITEMENT DES DONNÉES

- Sources de bruit
- Signatures de l'instrument : dark, flat
- Traitement d'images

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

### Cours

Démonstrations interactives et manipulations sur matériel de laboratoire à l'IOGS

Observations solaires à l'Observatoire de Paris-Meudon, sur des télescopes de 35cm de diamètre

En option (sous conditions) : Observations nocturnes à l'Observatoire de Paris-Meudon

# SC16

### DURÉE

3 jours - 21 h

### PRIX

1380 € HT

### DATES

31 mai au 2 juin 2021

### LIEU

Palaiseau / Observatoire de Meudon

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLES PÉDAGOGIQUES

Isabelle Ribet

*Experte Onera, chargée de cours  
à l'Institut d'Optique*

Pascal Gallais

*Chercheur CEA, Enseignant affilié  
à l'Observatoire de Paris*

✓ Acquérir les bases EF2 - Bases de l'optique

+ Aller plus loin SC10 - Traitement d'images  
SC20 - Comprendre et utiliser le Speckle dans les dispositifs d'imagerie

# SC17

2 jours

S'inscrire en ligne



## OPTIQUE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

### OBJECTIFS

- ▶ Comprendre le contexte de l'urgence climatique
- ▶ Comprendre la place de la photonique au sein de la transition écologique
- ▶ Identifier les contraintes et opportunités stratégiques au sein de sa structure
- ▶ Pouvoir appliquer concrètement une démarche responsable et durable dans son entreprise ou équipe de recherche

### PUBLIC

Managers, ingénieurs ou toute personne désirant se renseigner et se former aux questions stratégiques des enjeux climatiques

### THÈMES ABORDÉS

État des lieux climatique et ses conséquences  
Veille technologique de la photonique pour l'environnement  
Vision stratégique horizon 2030 (normes, cadre légal, incitations)  
Les clés pour initier une démarche responsable au sein de sa structure  
Estimer et réduire son impact environnemental (carbone, ressources)

### PRÉ-REQUIS

Aucun

EN PARTENARIAT AVEC



# OPTIQUE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

## PROGRAMME

### ÉTAT DES LIEUX CLIMATIQUES

- Comprendre le changement climatique
- Des enjeux sociétaux et industriels
- Considérations énergétiques

### OPTIQUE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

- Veille technologique (énergie, éclairage, détection...)
- Comparaison et eco-impact des techniques photoniques
- Opportunités et risques pour le secteur

### LE DÉVELOPPEMENT DURABLE EN MILIEU PROFESSIONNEL

- Pourquoi initier une démarche responsable ?
- Tour d'horizon du cadre légal, certifications
- Normes en vigueur - ISO 2600, 14001, 50001
- Valorisation de son activité de développement durable

### CAS PRATIQUE : METTRE EN OEUVRE UNE DÉMARCHE ENVIRONNEMENTALE POUR SA STRUCTURE

- Les outils du développement durable en entreprise
- Analyse de son impact
- Bilan carbone : réduction et compensation de ses émissions
- Bonnes pratiques

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés interactifs

Formats ateliers-débats

Prise en main des outils numériques pour le développement durable

Étude de cas pratique personnalisée

# SC17

### DURÉE

2 jours - 14 h

### PRIX

1100 € HT

### DATES

12 au 13 avril 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

15 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLES PÉDAGOGIQUES

Guillaume Pakula

Clément Reynaud

*Experts Consultants Projet Celsius*

# SC19

2 x 3 jours

S'inscrire en ligne



## VISION INDUSTRIELLE

### OBJECTIFS

- ▶ Avoir une vision d'ensemble de la problématique du dimensionnement d'un système de vision industrielle
- ▶ Comprendre les paramètres clés associés à ce dimensionnement
- ▶ Découvrir les différents composants et modules d'un système de vision industrielle
- ▶ Être capable de spécifier, concevoir et évaluer des systèmes de vision industrielle

### PUBLIC

Ingénieurs d'entreprises et d'administrations désirant maîtriser l'analyse et la conception de systèmes de vision industrielle

### THÈMES ABORDÉS

#### DOMAINES D'APPLICATION DE LA VISION INDUSTRIELLE

#### PHOTOMÉTRIE / COLORIMÉTRIE

Vision humaine - Rappels de photométrie - Propriétés des surfaces - Colorimétrie

#### OPTIQUE

Formation des images - Différents types d'objectifs / combinaisons optiques classiques - Optique instrumentale  
Aberrations - FTM

#### CAMÉRAS

Types de caméras - Paramètres clés - Interfaces

#### OUTILS LOGICIELS ET TRAITEMENT D'IMAGES

#### DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME DE VISION INDUSTRIELLE



# VISION INDUSTRIELLE

## PROGRAMME

### PHOTOMÉTRIE / COLORIMÉTRIE / ÉCLAIRAGE

#### OPTIQUE ET CAMÉRAS

- Optique géométrique
- Optique instrumentale
- Caméras

#### TRAITEMENT D'IMAGES ET LOGICIELS

- Outils de prétraitement
- Outils de détection de contours/régions
- Outils de reconnaissance des formes
- Outils d'identification et de vérification
- Autres outils de vision : calibration, recalage...
- Reconstruction 3D/super-résolution

#### CONCEPTION / DIMENSIONNEMENT

- Définition du cahier des charges
- Choix matériel : éclairage, optique, caméra
- Choix logiciel : outils de traitement
- Étude de cas : vision matricielle (2D), vision linéaire (1D)

#### MANIPULATIONS EXPÉRIMENTALES ET MESURES SUR INSTRUMENTS

- Photométrie
- Éclairage
- Objectif bitélécentrique
- 3D/super-résolution

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés et exercices  
Démonstrations sur matériel de laboratoire  
Manipulations expérimentales

# SC19

### DURÉE

2 x 3 jours - 42 h

### PRIX

2560 € HT

### DATES

6 au 8 avril et 14 au 16 avril 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base / Perfectionnement

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Julien Villemejeane  
Chargé de cours  
à l'Institut d'Optique

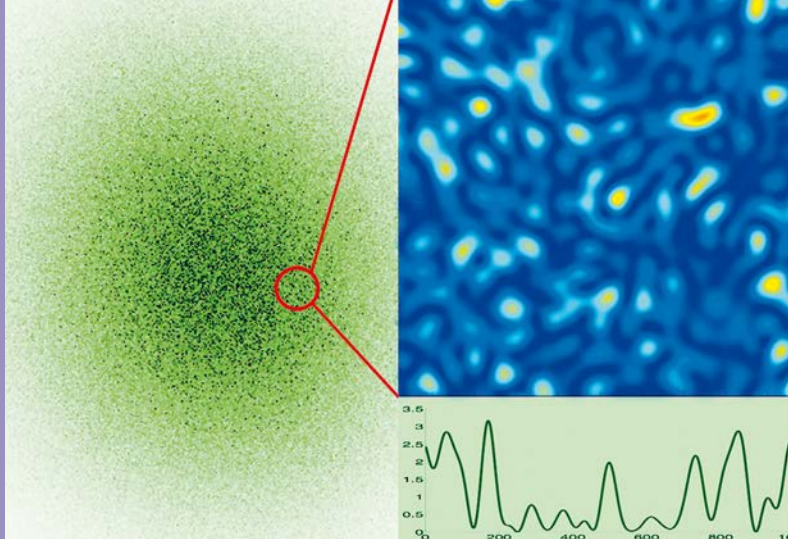
### ✓ Acquérir les bases

EF7 - Mise en œuvre d'un imageur  
SC10 - Acquisition, perception et traitement d'images

# SC20

3 jours

S'inscrire en ligne



## COMPRENDRE ET UTILISER LE SPECKLE DANS LES DISPOSITIFS D'IMAGERIE

### OBJECTIFS

- ▶ Comprendre simplement l'origine physique du speckle
- ▶ Connaître ses propriétés principales (taille des grains, taille du halo, loi de distribution)
- ▶ Comprendre les applications du speckle dans les dispositifs d'imagerie (du speckle de Fourier au speckle subjectif)

### PUBLIC

Personnels des entreprises et administrations du domaine militaire, surveillance, microscopie, imagerie biologique et astronomique

### THÈMES ABORDÉS

Optique physique

Speckle de Fourier et speckle subjectif

Imagerie cohérente et incohérente

Applications à l'imagerie à travers des milieux complexes et à la mesure des défauts de surfaces

### PRÉ-REQUIS

Connaissance de base en optique physique (diffraction et interférences)

# COMPRENDRE ET UTILISER LE SPECKLE DANS LES DISPOSITIFS D'IMAGERIE

## PROGRAMME

### RAPPELS D'OPTIQUE PHYSIQUE

- Principe de Huyghens-Fresnel
- Propagation de Fresnel vs propagation de Fraunhofer
- Cohérence spatiale (définition et compréhension intuitive)

### PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DU SPECKLE

- Compréhension intuitive du speckle
- Lien avec la cohérence spatiale
- Étude des propriétés statistiques (distribution, taille du halo et taille des grains)
- Influence du milieu diffuseur sur les propriétés du speckle

### LE SPECKLE DANS LES DISPOSITIFS D'IMAGERIE

- Le speckle de Fourier : cas d'une perturbation (diffuseur) entre l'objet et l'image. Exemple caractéristique : turbulences atmosphériques en astronomie
- Le speckle subjectif : speckle superposé à l'image dans le cas de l'imagerie d'un objet diffusant. Exemple canonique associé : imagerie radar cohérente

### MANIPULATIONS EXPÉRIMENTALES

- Étude des propriétés élémentaires du speckle (speckle de Fourier et speckle subjectif)
- Utilisation du speckle pour la mesure des défauts de surface (interférométrie de speckle)

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours et exemples pédagogiques - Approche intuitive des propriétés du speckle  
Démonstrations expérimentales interactives  
Mesures sur instruments

# SC20

### DURÉE

3 jours - 21h

### PRIX

1380 € HT

### DATES

16 au 18 septembre 2020

22 au 24 septembre 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base

### RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Vincent Josse

*Enseignant-chercheur  
à l'Institut d'Optique*

✓ Acquérir les bases EF2 - Bases de l'optique

✚ Aller plus loin SC8 - Holographie : de la mesure au display 3D

# SC21

2 jours

S'inscrire en ligne



## PRATIQUE DE L'OPTIQUE ADAPTATIVE : DU PRINCIPE AUX APPLICATIONS

### OBJECTIFS

- ▶ Comprendre le principe de l'optique adaptative et du dimensionnement système
- ▶ Connaître les applications actuelles de cette technique et en comprendre les enjeux
- ▶ Apprécier les performances réelles et potentielles dans différents domaines applicatifs
- ▶ Être capable d'apprécier la pertinence d'utilisation pour des applications nouvelles

### PUBLIC

Techniciens, ingénieurs, utilisateurs, concepteurs, chefs de projet

### THÈMES ABORDÉS

#### PROPAGATION À TRAVERS LA TURBULENCE

#### ANALYSE DE FRONT D'ONDE

#### ASSERVISSEMENT

Commande, critères de performance

#### MÉTRIQUES DE PERFORMANCE

FTM, rapport de Strehl, flux couplé dans une fibre monomode...

#### APPLICATIONS DE L'OPTIQUE ADAPTATIVE

Haute résolution angulaire en astronomie, imagerie et chirurgie de l'oeil, liens optiques pour les télécoms, mise en forme de lasers de puissance

### PRÉ-REQUIS

Quelques bases en optique physique sont préférables

# PRATIQUE DE L'OPTIQUE ADAPTATIVE : DU PRINCIPE AUX APPLICATIONS

## PROGRAMME

### PRINCIPE DE L'OPTIQUE ADAPTATIVE

- Limitation des performances en présence d'aberrations
- Correction temps-réel des aberrations par optique adaptative
- Applications actuelles

### ANALYSE ET CORRECTION DE FRONT D'ONDE

- Analyseurs Shack-Hartmann, Pyramide...
- Approches "sensorless"
- Miroirs déformables, modulateurs (SLM)
- Asservissements

### SPÉCIFICATION ET DIMENSIONNEMENT DES OPTIQUES ADAPTATIVES

### ENJEUX ET APPLICATIONS

- Astronomie
- Télécommunication
- Imagerie
- Chirurgie de l'œil
- ...

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Exposés et exercices  
Démonstrations expérimentales interactives  
Mesures sur instruments

# SC21

### DURÉE

2 jours - 14h

### PRIX

1100 € HT

### DATES

14 au 16 octobre 2020

20 au 22 octobre 2021

### LIEU

Palaiseau

### NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

### NIVEAU

Base/Perfectionnement

### RESPONSABLES PÉDAGOGIQUES

Jean-Marc Conan

*Expert Onera*

Caroline Kulcsár

*Enseignante-chercheure*

*à l'Institut d'Optique*

✓ **Acquérir les bases** EF1 - L'optique sans calcul

✚ **Aller plus loin** SC7 - Mesures de front d'onde  
SC13 - Vision bas niveau de lumière et imagerie à comptage de photon



## DIPLÔME DE MASTÈRE SPÉCIALISÉ® EMBEDDED LIGHTING SYSTEMS

### OBJECTIFS

- ▶ Former des ingénieurs capables d'appréhender l'ensemble des technologies liées aux systèmes d'éclairage embarqué dans les transports, et en particulier pour l'automobile, depuis le design qui caractérise la marque et le style, jusqu'à l'industrialisation

### PUBLIC

Ingénieurs (ou niveau équivalent) souhaitant se former à tous les aspects de l'éclairage embarqué pour l'automobile

### THÈMES ABORDÉS

#### OPTIQUE-PHOTONIQUE POUR L'ÉCLAIRAGE

Formation de base en optique et photonique

Connaissances et compétences expérimentales sur les sources : physique des sources lumineuses (lampes à incandescence et halogènes, tubes à décharge, Leds et Oleds, Lasers...)

Mesures et caractérisation photométrique des sources et des systèmes pour l'automobile. Colorimétrie

Conception et dimensionnement des systèmes optiques associés : mise en forme de l'éclairage (surfaces complexes, guides de lumière, optique diffractive)

Conception optique assistée par ordinateur pour l'éclairage embarqué

Simulation, rendu réaliste et physico-réaliste. Vision et cognitive

#### SYSTÈMES EMBARQUÉS

Électronique embarquée pour le pilotage et la régulation des sources, dimensionnement hardware, asservissement, actionneurs, capteurs (y compris cameras dans le visible et l'infrarouge), gestion embarquée de l'énergie

Systèmes : architecture électrique /électronique véhicule, intelligence embarquée (éclairage intelligent, aides à la conduite...), compatibilité électromagnétique, Conception et CAO

#### TECHNOLOGIES DU TRANSPORT

Mécanique et matériaux : Conception et CAO, Process (injection, outillage, assemblage/soudure plastique, traitements de surface)

Simulation de l'environnement (humidité, thermique, chocs et vibrations), conception intégrée des systèmes d'éclairage embarqués, prototypage, industrialisation

Contraintes réglementaires (réglementation et normes propriété intellectuelle)

#### DESIGN DES SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE

Design industriel et esthétique, sensibilisation, vocabulaire, créativité

### PRÉ-REQUIS

Master scientifique ou équivalent, 4 ans d'expérience professionnelle, niveau B2 d'anglais

# DIPLÔME DE MASTÈRE SPÉCIALISÉ® EMBEDDED LIGHTING SYSTEMS

## PROGRAMME

### CONNAISSANCE DU SECTEUR INDUSTRIEL

- ▶ Découverte de l'industrie de l'éclairage dans l'automobile
- ▶ Approfondissement des connaissances du secteur industriel de l'éclairage

### FONDAMENTAUX POUR COMPRENDRE LES SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE EMBARQUÉ

- ▶ Fondamentaux de l'optique pour l'éclairage
- ▶ Fondamentaux de la photométrie pour l'éclairage
- ▶ Ingénierie Système basée sur les modèles, sécurité fonctionnelle
- ▶ Fondamentaux de la modélisation mécatronique pour l'éclairage
- ▶ Design et conception d'optiques dans l'automobile

### CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE

- ▶ Les sources lumineuses : propriétés et performances, intégration, fiabilité
- ▶ Conception photométrique assistée par ordinateur pour l'éclairage

### INGÉNIERIE ET INTÉGRATION SYSTÈME POUR L'ÉCLAIRAGE

- ▶ Intégration des contraintes d'environnement physique système et de production
- ▶ Modélisation et simulation d'un système mécatronique d'éclairage
- ▶ Système d'informations embarquées

### ASPECTS VISUELS ET COGNITIFS

- ▶ Caractérisation, aspect et simulation photométrique des surfaces
- ▶ Vision et cognitive, rendu visuel réaliste et temps réel

### PROJET

### THÈSE EN ENTREPRISE

## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Cours, séminaires, travail personnel tuteuré, travaux expérimentaux, projets  
La formation est en anglais

# MS1

### DURÉE

1 an

### PRIX

13 000 € HT

### DATES

Rentrée le 7 septembre 2020

Rentrée septembre 2021 (nous consulter)

### LIEU

ESTACA-IOGS-STRATE

### NIVEAU

Débutant

### RESPONSABLES PÉDAGOGIQUES

Bertrand Barbedette

*Enseignant-chercheur à l'ESTACA*

Gaëlle Lucas-Leclin

*Correspondante IOGS*

*Enseignante-chercheure*

Mike Levy

*Correspondant STRATE École de Design*



## FUNDAMENTALS OF OPTICS FOR LIGHTING

### OBJECTIVES

- Being able to describe and analyse optical lighting systems using ray optics, physical optics and basic notions on light sources

### AUDIENCE

Senior technicians or engineers wishing to initiate themselves to optics for lighting

### COVERED TOPICS

#### GEOMETRICAL AND PHYSICAL OPTICS

Geometrical optics main physical principles, in relation to the design of optical systems (reflection, refraction, sequential and non-sequential ray tracing)

Basic notions of imaging optics (paraxial optics, optical aberrations)

Basic notions of physical optics in relation to the design of optical systems (interferences, diffraction)

#### LIGHT SOURCES PHYSICS

Basic physical properties of light

Physics of light emission

### PREREQUISITES

Basic trigonometry and mathematical calculus



# FUNDAMENTALS OF OPTICS FOR LIGHTING

# MS11

## PROGRAM

### GEOMETRICAL AND PHYSICAL OPTICS

- ▶ Physical principles of geometrical optics
- ▶ Snell-Descartes' laws
- ▶ Ray tracing (sequential, non-sequential)
- ▶ Imaging optics
- ▶ Paraxial optics (description, characterization and representation of an optical system)
- ▶ Optical aberrations

### LIGHT SOURCES PHYSICS

- ▶ Physical optics principles applied to lighting
- ▶ Interferences, diffraction, PSF, MTF
- ▶ Physical properties of light
- ▶ Physics of light emission

### LAB WORK

- ▶ Visual optical measurements
- ▶ Alignment of an optical table, precision of measurements
- ▶ Focal length, back focal length, radius of curvature
- ▶ Using Snell-Descartes' laws (refraction, reflection)
- ▶ Applying geometrical and physical optics notions on dedicated softwares
- ▶ Ray tracing in optical design softwares (ex : Code V)
- ▶ Simple simulations on optimization and design softwares (ex : LightTools®)

## TEACHING METHODS

Courses and tutorials

Lab work

### DURATION

4 days

### PRICE

€ 1720 VAT free

### DATES

September 14-17, 2020

September 2021 (Consult us)

### LOCATION

Palaiseau

### NUMBER OF TRAINEES

12 persons

### LEVEL

Beginner

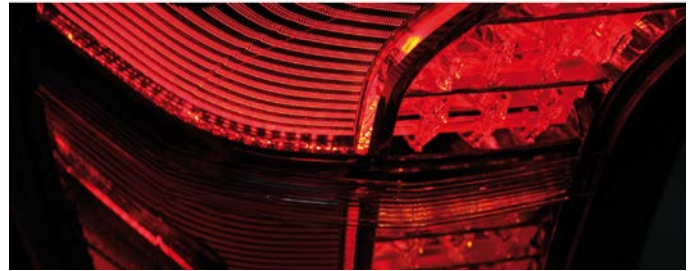
### PEDAGOGICAL SUPERVISOR

Gaëlle Lucas-Leclin  
*Assistant professor  
at Institut d'Optique*

### + Go further

MS21 - Light sources: properties & performances

MS22 - Optical Design for Lighting Systems



## FUNDAMENTALS OF PHOTOMETRY FOR LIGHTING

### OBJECTIVES

- ▶ Being able to describe and analyse the photometry of optical lighting system
- ▶ Being able to master photometric measurement equipment

### AUDIENCE

Senior technicians or engineers wishing to initiate themselves to photometry for lighting

### COVERED TOPICS

#### PHOTOMETRY

Photometric quantities

Non imaging optics (Radio-photometry and colorimetry)

Existing systems (condenser, prism, reflector, waveguide etc)

Photometric performances of an optical system

Principles of colorimetry to study an optical system and predict its performances

#### OPTICAL TABLE AND PHOTOMETRIC MEASUREMENTS

Photometric measurement instruments

Detectors (thermal, photonics), photodiode, spectrometer, spectro-colorimeter, integrating sphere, illuminance and luminance measurement equipments

Measurement technics

Photometric measurement technics (flux, illuminance, luminance etc)

Performances and limitations of a photometric measurement

Precision, accuracy and reliability of a measurement

Comparison of theoretical and experimental results

### PREREQUISITES

Basic trigonometry and geometrical optics notions. Basic knowledge on statistics (average, standard deviation etc)

# FUNDAMENTALS OF PHOTOMETRY FOR LIGHTING

## PROGRAM

### BASICS OF PHOTOMETRY

- ▶ Photometric quantities (flux, illuminance, intensity, luminance) and their relations
- ▶ Non-imaging systems radio-photometry (Description of existing systems, Photometric performances)

### BASICS OF COLORIMETRY

- ▶ Definition of basic relations
- ▶ Colorimetric performances

### IMPLEMENTATION OF COLORIMETRIC AND PHOTOMETRIC MEASUREMENT TECHNIQUES

- ▶ Measurement tools description
- ▶ Measurement limitations (Precision, accuracy, reliability)
- ▶ Ocular and lab safety

### LAB WORK

- ▶ Visual luminance and intensity measurement
- ▶ Calibration of a visual photodetector, accuracy and precision
- ▶ Pupil and etendue
- ▶ Using luminance and spectroluminance measurement tools
- ▶ Lighting lamps performances
- ▶ Characterization of a standard source and an integrating sphere
- ▶ Flux and lighting sources efficiency measurements with and integrating sphere

## TEACHING METHODS

Courses and tutorials  
Lab work

# MS12

### DURATION

4 days

### PRICE

€ 1720 VAT free

### DATES

September 21-24, 2020  
September 2021 (Consult us)

### LOCATION

Palaiseau

### NUMBER OF TRAINEES

10 persons

### LEVEL

Beginner

### PEDAGOGICAL SUPERVISOR

Julien Moreau  
Assistant Professor  
at Institut d'Optique

 Go further

MS21 - Light sources: properties & performances



## LIGHT SOURCES: PROPERTIES & PERFORMANCES

### OBJECTIVES

- Being able to select the light sources according to technical specifications of the lighting systems under constraints

### AUDIENCE

Senior technicians or engineers wishing to deepen the different issues related to light sources and their integration in an embedded lighting system

### COVERED TOPICS

#### SCOPE STATEMENT FOR LIGHTING

Analysing a scope statement for lighting and translating it in terms of light sources and their configuration

#### CHOOSING A LIGHT SOURCE

Different technologies of light sources

Light sources meeting the requirements of a scope statement

#### IMPLEMENTING A LIGHT SOURCE

Thermal effects and consequences on the performances

Reliability and life span

Communication/modulation

Collimation technics and implementation

### PREREQUISITES

Fundamentals of photometry and optics for lighting, basic knowledge on light sources, basic knowledge on photometric measurements

# LIGHT SOURCES: PROPERTIES & PERFORMANCES

## PROGRAM

### SCOPE STATEMENT FOR LIGHTING SYSTEMS

- ▶ Analysis of a scope statement for lighting systems
- ▶ Translating a lighting scope statement in terms of light sources and their photometric configuration

### CHOOSING A LIGHT SOURCE

- ▶ Description and comparison of the main lighting sources technologies
- ▶ Choosing light sources that meet the requirements of a scope statement
- ▶ Case study

### IMPLEMENTING A LIGHT SOURCE

- ▶ Thermal effects and consequences on the performances
- ▶ Reliability and life span
- ▶ Using light sources for communication and modulation
- ▶ Collimation technics and implementation

### LAB WORK

- ▶ Laser diodes
- ▶ Characterization
- ▶ Properties (Coherence, Spectrum, Divergence, Directivity etc)
- ▶ Speckle
- ▶ Limitations (noise, thermal effects etc)
- ▶ Communication by LED : Li-fi network
- ▶ Communication, modulation
- ▶ Collimation and flux capitation
- ▶ Detectors and noise

## TEACHING METHODS

Courses and tutorials  
Lab work

# MS21

### DURATION

4 days

### PRICE

€ 1720 VAT free

### DATES

October 19-22, 2020

October 2021 (Consult us)

### LOCATION

Palaiseau

### NUMBER OF TRAINEES

10 persons

### LEVEL

Advanced

### PEDAGOGICAL SUPERVISOR

Gaëlle Lucas-Leclin

*Assistant Professor*

*at Institut d'Optique*

 Go further

MS22 - Optical Design for Lighting Systems



## OPTICAL DESIGN FOR LIGHTING SYSTEMS

### OBJECTIVES

- ▶ Having a broad knowledge of the main optical components and sub systems used in lighting and signaling
- ▶ Being able to design and optimise the photometry of a lighting system using a dedicated software

### AUDIENCE

Senior technicians or engineers wishing to design illumination systems

### COVERED TOPICS

#### COMPUTER-AIDED PHOTOMETRIC DESIGN AND PHOTOMETRIC OPTIMIZATION

Methods of photometric design outside existing softwares (introduction to the optimization of free surfaces)  
Methods used in design and computer-aided optimization photometrics

#### DESIGN AND PHOTOMETRIC OPTIMIZATION TOOLS

Implementing design and computer-aided optimization methods in photometrics  
Main lighting systems, their principles, their characteristics, advantages and disadvantages

#### TRANSVERSAL SKILLS

Deepening knowledge of some light sources (LED, OLED, Laser) and optical components (SLM, micro display)  
Deepening of instrumental optics and physical optics knowledge

### PREREQUISITES

Basic geometrical optics - Basic use of radiometry

# OPTICAL DESIGN FOR LIGHTING SYSTEMS

## PROGRAM

### PHOTOMETRIC OPTIMIZATION AND DESIGN

- ▶ Methods of photometric design outside existing softwares
- ▶ Light sources modelization (Led, HBO lamp, laser etc)
- ▶ Optical systems modelization and photometric calculation (flux, illuminance, luminous intensity, colorimetry, polarization)
- ▶ Generating surfaces and optical components based on their geometrical and optical properties (diffusion, transmission, albedo, BRDF etc)
- ▶ Introduction to complex (free) surfaces optimization

### COMPUTER AIDED PHOTOMETRIC OPTIMIZATION AND DESIGN

- ▶ Computer aided photometric optimization and design methods
- ▶ Photometric rendering optimization
- ▶ Back lighting uniformisation
- ▶ Stray light
- ▶ Comparison of design and optimization tools
- ▶ Monte Carlo method and non-sequential ray tracing
- ▶ Merit function fluctuations and noise
- ▶ Choice of a well suited optimization and design tool

### COMPUTER AIDED PHOTOMETRIC OPTIMIZATION AND DESIGN METHODS IMPLEMENTATION

- ▶ Main embedded lighting systems
- ▶ Parabolic systems, elliptical, complex surfaces, Matrix Beam

### LAB WORK

- ▶ Introduction to design and non-sequential ray tracing
- ▶ Modelization of light sources, surfaces and simple optical components
- ▶ Surface and intensity receptors (illuminance), simulation
- ▶ Non sequential ray tracing and ray properties
- ▶ Simple optical system design
- ▶ Optimization and merit function
- ▶ Advanced simulations and optimizations
- ▶ Parabolic reflector and micro-lenses matrix simulation and optimization
- ▶ Monte Carlo method and optimization

## TEACHING METHODS

Courses and tutorials, Lab work

# MS22

### DURATION

4 days

### PRICE

€ 1720 VAT free

### DATES

November 2-5, 2020

November 2021 (Consult us)

### LOCATION

Palaiseau

### NUMBER OF TRAINEES

10 persons

### LEVEL

Advanced

### PEDAGOGICAL SUPERVISOR

Lionel Jacobowicz

*Assistant Professor*

*at Institut d'Optique*

**+** Go further

MS21 - Light sources: properties & performance

Register online



## VISUAL APPEARANCE OF SURFACES: CONCEPTS AND METROLOGY

### OBJECTIVES

- ▶ To use advanced tools for realistic simulation of photometry, and visual aspect of a lighting system
- ▶ To be able to relate the characteristics of surfaces to their expected and observed visual aspect
- ▶ To know how to use the relevant characterisation tools

### AUDIENCE

Senior technicians or engineers wishing to deepen the different issues related to characterization and simulation of surfaces

### COVERED TOPICS

#### LIGHT-MATTER INTERACTIONS ON SURFACES

Absorption, diffusion in mediums, reflection/transmission at rough or plane interfaces

Appearance of a spectrum and color properties (luminance, tint, colorfulness...)

Visual appearance of surfaces (colorimetric aspect, diffused aspect, brightness, gonio-chromatic aspect, BRDF)

#### CHARACTERIZATION OF SURFACES (BRDF), VISUAL ASPECT

BRDF representations, models and their applications (Empirical model for image synthesis (Phong, Blinn-Phong),

Physical model for simulation (He, Cook-Torrance)

Characterizing BRDF and converting datas to models (characterization tools, tools precision limits, optimization methods (fitting) and precision)

### PREREQUISITES

Fundamentals of photometry and optics for lighting, basic knowledge on computer sciences softwares such as Matlab



# VISUAL APPEARANCE OF SURFACES: CONCEPTS AND METROLOGY

## PROGRAM

### SURFACE CHARACTERIZATION AND VISUAL ASPECT OF MATERIALS

- ▶ Appearance and visual attributes
- ▶ Radiometric characterization of materials
- ▶ Light absorption and scattering in materials
- ▶ Surface reflection and scattering (parameters and models)
- ▶ Layered surfaces (extended two-flux models)

### BRDF & METROLOGY

- ▶ Practical realization of a goniospectrophotometer
- ▶ Classical designs for gonio
- ▶ Illumination
- ▶ Sample holder (robot based, Rotation stage based)
- ▶ Illuminated area and the consequences for the design
- ▶ Detection
- ▶ Metrology and good measurement practices

### OPTICAL SURFACE CHARACTERIZATION

- ▶ Definitions, measurement methods, sample overview, application human factor and Human centered design
- ▶ Human brain, human behavior, human groups
- ▶ Usability
- ▶ Interface inspection
- ▶ Heuristic, ergonomic criteria & validation methods
- ▶ User experience

## TEACHING METHODS

Courses and tutorials

# MS41

### DURATION

4 days

### PRICE

€ 1720 VAT free

### DATES

November 30 to December 10, 2020  
December 2021 (Consult us)

### LOCATION

Palaiseau

### NUMBER OF TRAINEES

10 persons

### LEVEL

Beginner

### PEDAGOGICAL SUPERVISOR

Mathieu Hébert  
Assistant Professor  
at Institut d'Optique

### + Go further

MS22 – Optical Design for Lighting Systems

MS42 – Physically realistic and real time rendering of appearance,  
visual and cognitive aspects in relation with design



## PHYSICALLY REALISTIC AND REAL TIME RENDERING OF APPEARANCE, VISUAL AND COGNITIVE ASPECTS IN RELATION WITH DESIGN

### OBJECTIVES

- Understand the relationship between the physical reality and the perceived aspect
- Specify the needs in terms of real time rendering by virtual or augmented reality as well as by valid images through the filters of vision and cognition

### AUDIENCE

Senior technicians or engineers wishing to deepen the different issues related to rendering of appearance

### COVERED TOPICS

#### VISION AND COGNITICS

Vision physiology, day and night visions (human visual system, colorimetry and trichromy)

Cognitics and brain functions (attention, masking, recognition)

Design

#### PHOTOMETRIC SIMULATION

Realistic photometric simulations (advanced offline radiophotometric simulation methods, limits, interpretation of results)

Real time simulation for presentations (main methods, limits, approximations)

#### VISUAL RENDERING

File formats best suited for photometrics (colorimetric and radiometric quantities (LDR/HDR), images and light fields)

Visual/sensor adaptation (shade correction and contrast for HDR)

Visual rendering tools

### PREREQUISITES

Fundamentals of photometry and optics for lighting, basic knowledge on computer sciences softwares such as Matlab and image processing

# PHYSICALLY REALISTIC AND REAL TIME RENDERING OF APPEARANCE, VISUAL AND COGNITIVE ASPECTS IN RELATION WITH DESIGN

## PROGRAM

### VISION AND COGNITICS

- ▶ Vision physiology
- ▶ Human visual system
- ▶ Colorimetric aspects and trichromy
- ▶ Cognitics and brain functions
- ▶ Attention, masking and recognition
- ▶ Patterns and colors perception
- ▶ Night vision

### SIMULATION METHODS FOR PRESENTATION

- ▶ Real time simulations
- ▶ Limitations and approximations

### VISUAL ADAPTATION AND SENSORS

- ▶ Physiological shade correction
- ▶ Contrast for the analysis and use of HDR images

### LAB WORK

- ▶ Design and ergonomics
- ▶ Real time photometric simulations

## TEACHING METHODS

Courses and tutorials

Lab Work

# MS42

### DURATION

3 days

### PRICE

€ 1720 VAT free

### DATES

December 7-10, 2020

December 2021 (Consult us)

### LOCATION

Palaiseau

### NUMBER OF TRAINEES

10 persons

### LEVEL

Beginner

### PEDAGOGICAL SUPERVISOR

Yvan Sortais

*Professor at Institut d'Optique*

### + Go further

MS22 - Optical Design for Lighting Systems

MS41 - Visual appearance of surfaces: concepts and metrology

## Informations pratiques et plan d'accès

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS  
INSTITUT D'OPTIQUE GRADUATE SCHOOL  
Service Formation Continue  
2 avenue Augustin Fresnel - 91127 PALAISEAU Cedex  
Téléphone : +33 1 64 53 32 36 - Télécopie : +33 1 64 53 32 01  
e-mail : fc@institutoptique.fr - web : fc.institutoptique.fr



### Vos contacts

Émilie Éricher : +33 1 64 53 32 36 - Annie Keller : +33 1 64 53 32 15  
Un bulletin d'inscription est disponible dans ce catalogue ou sur le site web.

## ORGANISATION DES STAGES

### LIEU

Les stages se déroulent pour la plupart dans les bâtiments de l'Institut d'Optique Graduate School (voir plan sur le site web) à l'adresse suivante :

**Institut d'Optique Graduate School, 2 avenue Augustin Fresnel  
91127 PALAISEAU Cedex France**

Certains stages ont lieu sur nos antennes de Saint-Étienne, de Bordeaux ou dans les locaux de nos partenaires.

### PRIX DES STAGES

- ▶ Le prix d'un stage dépend de son sujet et de sa durée. Il est précisé sur chaque fiche descriptive de la formation.  
**L'établissement est assujetti à la TVA.**

### HORAIRES

- ▶ Ils sont communiqués aux stagiaires au moins 2 semaines avant le début du stage.
- ▶ Une journée de stage comporte 7 heures d'enseignement.
- ▶ Les cours sont donnés en séances de trois heures et demie, avec une pause d'un quart d'heure en milieu de matinée et d'après-midi.
- ▶ Une séance de TP correspond généralement à un bloc d'une demi-journée sans interruption.

### REPAS DE MIDI

- ▶ Les frais de restauration sont inclus dans le prix de la formation, sauf pour le Mastère ELS et ses modules.
- ▶ Ils sont pris au restaurant administratif, ou dans un restaurant situé à proximité immédiate du lieu du stage.

### DOCUMENTATION

- ▶ Un ensemble de documentations (photocopie des présentations, bibliographie de livres ou articles de référence, clés USB...) est remis à chaque stagiaire en début ou en cours de stage.

### ÉVALUATION DU STAGE

- ▶ À la fin du stage, une réunion de synthèse est organisée et un questionnaire électronique est envoyé à chaque participant. C'est ainsi l'occasion de recueillir commentaires et suggestions.
- ▶ Cette démarche nous permet de prendre efficacement en compte la satisfaction des stagiaires quant au contenu et à la qualité pédagogique des enseignements.



## ANTENNE DE PARIS-SACLAY

2 avenue Augustin Fresnel  
91127 Palaiseau Cedex

**Coordonnées GPS**

48°42'51.5"N 2°12'09.1"E  
48.714306, 2.202536

## ANTENNE DE SAINT-ÉTIENNE

18 rue Benoît Lauras  
42000 Saint-Étienne

**Coordonnées GPS**

45°27'09.0"N 4°23'12.9"E  
45.452509, 4.386912

## ANTENNE DE BORDEAUX

1 rue François Mitterrand  
33405 Talence Cedex

**Coordonnées GPS**

44°48'18.1"N 0°36'17.4"W  
44.805040, -0.604819

## SITE WEB

Toutes les informations d'accès sur  
<http://fc.institutoptique.fr/infos>  
ou en flashant le QR code ci-dessous



## ▶ À RETOURNER AU SERVICE FORMATION CONTINUE

Institut d'Optique Graduate School - Formation Continue  
2 avenue Augustin Fresnel - 91127 PALAISEAU Cedex  
ou par e-mail : [fc@institutoptique.fr](mailto:fc@institutoptique.fr) / fax au : +33 1 64 53 32 01  
ou inscription en ligne sur [fc.institutoptique.fr](http://fc.institutoptique.fr)



Une confirmation de l'inscription vous sera envoyée dès réception du bulletin d'inscription.  
Le délai d'inscription est d'un mois avant le début du stage.

Intitulé du stage : .....

Dates du stage : .....

## ENTREPRISE

Raison sociale : .....

N° de Siret : .....

Adresse : .....

Personne en charge du dossier : .....

Tél. : ..... Fax : ..... Mail : .....

## STAGIAIRE

Nom : ..... Prénom : .....

Date de naissance : .....

Adresse professionnelle : .....

Tél. : ..... Mail : .....

Poste occupé / Fonction : .....

Service : .....

## FACTURATION

Cochez ici si identique à l'adresse « entreprise » ci-dessus

Dénomination : .....

Adresse : .....

Personne à contacter : .....

Tél. : ..... Mail : .....

N° dossier ou de prise en charge (**à indiquer impérativement avant le début du stage**) :  
.....

Les informations recueillies font l'objet d'un traitement informatique et sont destinées à un usage interne à l'Institut d'Optique Graduate School. Conformément à la loi « informatique et libertés » du 6 janvier 1978, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent. Si vous souhaitez exercer ce droit et obtenir communication des informations vous concernant, veuillez vous adresser à :  
[administrateur.base@institutoptique.fr](mailto:administrateur.base@institutoptique.fr)

## CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE

### ► INSCRIPTIONS ET RENSEIGNEMENTS

Institut d'Optique Graduate School, Formation Continue,  
2 avenue Augustin Fresnel – 91127 PALAISEAU Cedex  
Téléphone : +33 1 64 53 32 36 – Télécopie : +33 1 64 53 32 01  
e-mail : fc@institutoptique.fr – web : fc.institutoptique.fr

- **Réservation** : par téléphone, par e-mail ou sur fc.institutoptique.fr, l'inscription ne devenant définitive qu'à réception du courrier ou de la télécopie de l'organisme employeur.
- **Inscription** : par courrier ou par télécopie de l'organisme employeur. Un bulletin d'inscription est disponible dans le catalogue ou sur le site web.
- **Confirmation** : l'Institut d'Optique Graduate School confirme l'inscription par écrit dès réception du courrier ou de la télécopie.
- **Convocation** : au plus tard deux semaines avant le début du stage, une convocation est adressée aux participants par l'intermédiaire du Service Formation de leur entreprise. Elle est accompagnée de l'emploi du temps, d'un plan d'accès au lieu du stage, des horaires de bus et d'une liste d'hôtels.

## DISPOSITIONS CONTRACTUELLES

### ► Convention

L'Institut d'Optique Graduate School est habilité à passer avec les organismes employeurs des conventions de formation permanente dans un cadre inter ou intra-entreprise. Dans le cadre inter-entreprise ou pour des actions ponctuelles, il est établi une convention personnalisée.

### ► Déclaration au SERVICE DE CONTRÔLE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE : Forme juridique

L'Institut d'Optique Graduate School, établissement privé reconnu d'utilité publique, bénéficie de la taxe d'apprentissage pour cadres supérieurs et cadres moyens par la règle du cumul.

Code APE : 8542Z – Numéro SIRET : 784 616 989 000 33 – Numéro intracommunautaire : FR 91784616989 – Numéro Immatriculation : 1191P002691

### ► Facturation

La facture est établie à la fin du stage. En cas de prise en charge partielle par un organisme collecteur, l'organisme employeur s'acquittera du solde du coût de la formation.

### ► Participation et déroulement des stages

Les stages ne peuvent être fractionnés : les stagiaires ne peuvent être inscrits que pour la durée totale du stage. Cependant, ils ne sont pas tenus d'assister à toutes les activités. Au cas où un stagiaire souhaite suivre plusieurs stages la même année, il peut être dispensé des séances concernant les sujets exposés dans les stages précédents. Tout stage commencé par un stagiaire est dû. Les journées qui n'ont pu être suivies dans un stage pourront l'être lors d'une présentation ultérieure du stage considéré, sans frais supplémentaires dans la limite des places disponibles.

### ► Annulation d'inscription

Toute annulation faite moins de 7 jours avant le début du stage fera l'objet d'une facturation égale à 50 % du montant du stage, à moins que l'entreprise n'envoie un autre stagiaire pour le même stage en remplacement du démissionnaire. Toute annulation faite le jour même du début du stage ainsi que tout stage commencé entraînent une facturation égale à la totalité du montant du stage. La facture devra être réglée dès sa réception.

### ► Annulation de stage

L'Institut d'Optique Graduate School se réserve la possibilité d'annuler un stage si le nombre d'inscrits est insuffisant, auquel cas le Service de Formation Continue prévient au plus tôt les personnes inscrites pour essayer de définir avec elles une solution de remplacement. L'annulation d'un stage est annoncée au plus tard 3 semaines avant la date de démarrage.

### ► Attestation de stage

À l'issue du stage, une attestation est adressée au Service Formation de l'entreprise, certifiant que le stagiaire a bien suivi la formation correspondante.

A series of horizontal dotted lines for writing notes.



# Perspectives d'évolution

Figure 1.3 Laser Revenue by Segment 2012-2017 (US\$M)



Source: Strategic Initiatives



Campus de Saint-Étienne

Campus de Paris – Saclay

Campus de Bordeaux



Mise en lumière en collaboration avec l'artiste Éric Michel – Centenaire 2017

## COORDONNÉES

---

Institut d'Optique Graduate School  
Formation Continue

2 avenue Augustin Fresnel  
91127 Palaiseau Cedex France  
Tél. : +33 1 64 53 32 36 • Fax : +33 1 64 53 32 01  
E-mail : [fc@institutoptique.fr](mailto:fc@institutoptique.fr)



[fc.institutoptique.fr](http://fc.institutoptique.fr)

---