



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



PHOTO DE COUVERTURE :

La photo en première de couverture utilise la technique de light painting, qui consiste à agiter une source lumineuse devant l'objectif d'un appareil photo réglé sur pause longue. La source en question a été développée par le LEnsE : il s'agit d'une lampe torche couplée à des réglettes colorées en plastique fluorescent de différentes tailles, couleurs, motifs.

EN 2023, NOTRE CATALOGUE SE RÉINVENTE !

L'année 2023 aura été marquée par une réflexion approfondie sur notre offre de formation continue en optique et photonique... et cette nouvelle édition de notre catalogue en est l'aboutissement !

Nous avons opéré deux modifications importantes : tout d'abord, nos stages sont désormais classés dans six grandes thématiques :

- Fondamentaux de l'optique ;
- Conception, fabrication et contrôle de systèmes optiques ;
- Conception de systèmes optiques assistée par ordinateur ;
- Optoélectronique ;
- Systèmes optroniques, infrarouge et vision industrielle ;
- Traitement d'images ;
- Sécurité laser.

L'objectif de cette nouvelle classification est d'améliorer la lisibilité de notre offre de formation.

Ensuite, nous vous proposons désormais des parcours de formation, c'est-à-dire des enchaînements de plusieurs stages pour monter progressivement en compétences dans un domaine particulier. Ils vous aideront à répondre à des questions telles que «Quel stage puis-je suivre après celui sur les bases de l'optique ?», «Comment puis-je découvrir pas à pas le métier de la conception optique ?» ou encore «Comment puis-je devenir un expert en systèmes optroniques ?».

Mais le cœur de notre offre de formation reste le même : les stages qui ont fait la renommée de notre service n'ont pas été modifiés : Optique sans calcul (EF1), Bases de l'optique (EF2), Conception optique avec Ansys-Zemax/Opticstudio (CO1, CO2vis, CO2ir...), Conception optomécanique (SC1), Systèmes optiques d'imagerie, (SC9), Optoélectronique (SC15), Anatomie d'une caméra infrarouge (SC11), Systèmes optroniques (SC12)...

Enfin, nous proposons toujours de réaliser des formations sur mesure, pour répondre à vos demandes spécifiques et vous former dans nos locaux, dans les vôtres ou à distance. Nos responsables pédagogiques sont à votre écoute pour concevoir la formation qui répondra à vos attentes.

Nous avons hâte de vous accompagner dans votre projet de formation... D'ici là, bonne lecture !

Isabelle RIBET

Responsable du service de formation continue de l'IOGS

SOMMAIRE

L'INSTITUT D'OPTIQUE	04
LE SERVICE DE FORMATION CONTINUE	06

NOUVEAU PROPOSITIONS DE PARCOURS DE FORMATION	10
--	----

STAGES SPÉCIALISÉS / SUR-MESURE	14
---------------------------------	----

LES FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE

OPTIQUE SANS CALCUL - EF1	16
BASES DE L'OPTIQUE - EF2	18
ACQUISITION D'IMAGES AVEC UNE CAMÉRA - EF13	20
PHOTOMÉTRIE & RADIOMÉTRIE - EF3	22
COLORIMÉTRIE - EF5	24
INTERFÉROMÉTRIE OPTIQUE : PRINCIPES ET APPLICATIONS - SC6	26
INTERFÉROMÈTRE À ATOMES FROIDS - EF14	28
COUCHES MINCES OPTIQUES - INITIATION - CO5	30

CONCEPTION, FABRICATION ET CONTRÔLE DE SYSTÈMES OPTIQUES

SYSTÈMES OPTIQUES D'IMAGERIE (VISEURS, OBJECTIFS, ZOOMS, TÉLESCOPES, LUNETTES) - SC9	32
CONCEPTION OPTOMÉCANIQUE - SC1	34
FABRICATION ET CONTRÔLE DE SYSTÈMES OPTIQUES - SC2	36
MESURE DE FRONT D'ONDE - SC7	38

CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

AVEC ANSYS-ZEMAX / OPTICSTUDIO :

CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE AVEC ANSYS-ZEMAX®/OPTICSTUDIO - INITIATION - CO1	40
CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE VISIBLE AVEC ANSYS-ZEMAX®/OPTICSTUDIO - AVANCÉ - CO2 VIS	42
CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE INFRAROUGE AVEC ANSYS-ZEMAX®/OPTICSTUDIO - AVANCÉ - CO2 IR	44
CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE AVEC ANSYS-ZEMAX®/ OPTICSTUDIO : UTILISATION DE COMPOSANTS COMMERCIAUX - CO6	46

AVEC CODE V :

CONCEPTION OPTIQUE AVEC CODE V® - CO3	48
---------------------------------------	----



OPTOÉLECTRONIQUE

LES FONDAMENTAUX DE L'OPTOÉLECTRONIQUE : COMPOSANTS ET APPLICATIONS - SC15	50
---	----

OPTOÉLECTRONIQUE AVANCÉE

SOURCES LASERS : PRINCIPES ET APPLICATIONS - SC3	52
FIBRES OPTIQUES : PRINCIPES ET APPLICATIONS - SC5	54
CAPTEURS À FIBRES OPTIQUES : PRINCIPES, TECHNOLOGIES ET APPLICATIONS EN SURVEILLANCE DES STRUCTURES - SC14	56
DÉTECTEURS MATRICIELS POUR LE VISIBLE ET L'INFRAROUGE - SC16	58

SYSTÈMES OPTRONIQUES, INFRAROUGE ET VISION INDUSTRIELLE

INFRAROUGE THERMIQUE : CHOIX ET UTILISATION D'UNE CAMÉRA - EF4	60
ANATOMIE D'UNE CAMÉRA INFRAROUGE, CONCEPTION DE CAMÉRAS SUR MESURE - SC11	62
SYSTÈMES OPTRONIQUES (IMAGERIE, APPLICATIONS DÉFENSE, LIDAR...) - SC12	64
INGÉNIERIE DES SYSTÈMES OPTRONIQUES - DÉVELOPPEMENT DES SYSTÈMES COMPLEXES - SC24	66
VISION BAS NIVEAU DE LUMIÈRE ET IMAGERIE À COMPTAGE DE PHOTONS - SC13	68
VISION INDUSTRIELLE - SC19	70

TRAITEMENT D'IMAGES

APPROCHE CONTEMPORAINE DES FONDAMENTAUX DU TRAITEMENT D'IMAGE ET DE LA VISION PAR ORDINATEUR - SC10	72
DEEP LEARNING POUR LE TRAITEMENT D'IMAGES PAR LA PRATIQUE - SC23	74

SÉCURITÉ LASER

NIVEAU 2 : PERSONNEL TECHNIQUE, SCIENTIFIQUE ET DE MAINTENANCE - EF10	76
NIVEAU 3 : PERSONNE COMPÉTENTE, RESPONSABLE SÉCURITÉ LASER - EF11	78

INFORMATIONS PRATIQUES ET PLAN D'ACCÈS	80
CALENDRIER GÉNÉRAL DES FORMATIONS 2022/2023	82
AGENDA DES SESSIONS DE FORMATIONS 2022/2023	3° DE COUV



L'Institut d'Optique a pour ambition de réunir dans un même établissement l'ensemble des activités liées à la photonique : recherche, formation, innovation, création d'entreprises, conseil et valorisation industrielle. Avec 450 étudiants et étudiantes, l'Institut d'Optique Graduate School – aussi connu sous le nom de Supoptique – est le premier centre occidental de formation à ce niveau en sciences physiques pour l'optique et la photonique.

UNE ÉCOLE D'INGÉNIEURS DE HAUT NIVEAU

L'Institut d'Optique Graduate School (IOGS) est une Grande École d'ingénieurs physiciens dont les diplômés occupent des positions appréciées dans les métiers de la recherche amont à la commercialisation en passant par le développement, le marketing stratégique et l'industrialisation.

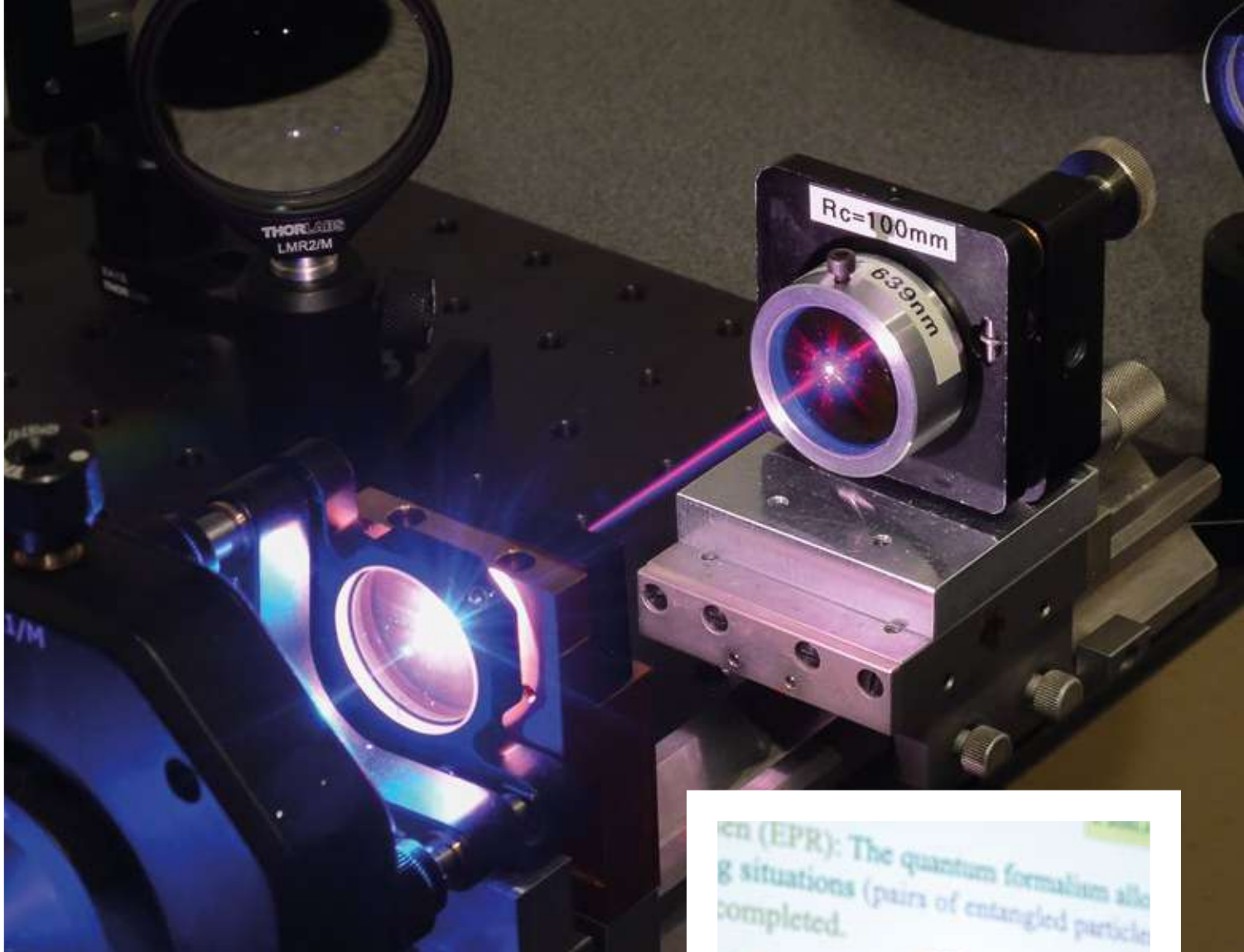
L'école est implantée sur trois sites : Paris-Saclay, Saint-Etienne et Bordeaux. La scolarité s'étale sur trois ans, et offre aux étudiants trois cursus : la filière classique, la filière innovation-entrepreneur (FIE) et la filière par apprentissage (CFA). De plus, des accords de doubles diplômes en France et à l'étranger ouvrent de nombreuses possibilités de parcours personnalisés.

UN PÔLE RECHERCHE INTERNATIONALEMENT RECONNU

À chaque site son laboratoire de recherche de réputation internationale :

- À Palaiseau, le Laboratoire Charles Fabry (LCF), unité mixte de recherche IOGS-CNRS, associé à l'université Paris-Saclay. Le LCF a récemment été mis à l'honneur grâce au prix Nobel de physique attribué à Alain Aspect pour ses travaux sur l'intrication quantique.
- À Saint-Étienne, le Laboratoire Hubert Curien, unité mixte de recherche CNRS, et de l'université Jean-Monnet à Saint-Etienne.
- À Bordeaux, le Laboratoire LP2N, unité mixte de recherche du CNRS, de l'IOGS et de l'université de Bordeaux.





DES LIENS ÉTROITS AVEC L'INDUSTRIE

L'optique et la photonique ont permis ces dernières décennies des progrès fulgurants dans les domaines des télécommunications, du spatial, de la défense, de l'automobile, de la robotique, de l'agro-alimentaire, de la cosmétique, de la médecine ou encore des biotechnologies, de l'audiovisuel, de l'énergie ou de l'environnement. Les métiers de l'optique et de la photonique sont ainsi au cœur d'un tissu industriel de premier plan mondial qui va des start-ups aux grands groupes internationaux.

Depuis sa création en 1917 et de par ses missions, l'Institut d'Optique entretient des liens étroits avec l'industrie : formation continue et apprentissage, innovation et entrepreneuriat, contrats de recherche des laboratoires et laboratoires communs avec des entreprises.

UNE OFFRE COMPLÈTE DE FORMATION PROFESSIONNELLE

La formation professionnelle est au cœur de nos préoccupations. Le service de la formation continue organise ainsi des stages courts, sur catalogue ou sur mesure, et propose des enchaînements de formations. Un salarié peut par ailleurs valider ses acquis par l'expérience (VAE) par un mémoire et la délivrance d'un diplôme par l'IOGS.



QU'EST-CE QUE LA PHOTONIQUE ?

La photonique, mot forgé à partir de photon, est à la fois la branche de la science et le domaine d'activité économique liés à la lumière.

LA FORMATION CONTINUE

La formation continue est une mission essentielle de l'Institut d'Optique. Elle propose une offre complète s'adressant à tous les professionnels de l'optique et de la photonique.



Stages au catalogue

La formation continue de l'IOGS, c'est avant tout un ensemble d'une trentaine de formations récurrentes:

- **des stages sur les fondamentaux de l'optique**, qui s'adressent aux personnes qui souhaitent découvrir cet univers passionnant ;
- **des stages plus spécialisés pour les experts** qui veulent approfondir leurs connaissances.

Ces formations sont dispensées à l'IOGS et en français, mais il est également possible de demander la programmation d'une session en anglais et/ou en distanciel.



Stages sur mesure

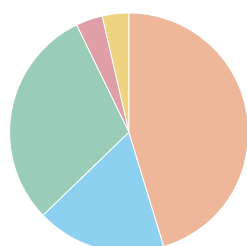
Nous répondons aussi à des demandes spécifiques en créant des formations sur mesure. Ce type de formations présente plusieurs intérêts : **élaboration du programme pédagogique** avec le client, **adaptation des méthodes pédagogiques** et des exemples traités en fonction des spécificités de l'entreprise demandeuse, **coûts de formation réduits** lorsque plusieurs stagiaires sont inscrits.

Ces formations sur mesure peuvent avoir lieu dans les locaux de l'entreprise demandeuse ou sur l'un des campus de l'IOGS.



Une équipe de formateurs experts et pédagogues

Nos formations se démarquent par leur qualité scientifique et par la pédagogie de nos intervenants. Nous nous appuyons en effet sur une équipe de plus de 60 formateurs et formatrices qui sont tous des experts reconnus dans leur domaine. Certains sont issus du monde académique, d'autres du monde industriel, garantissant ainsi la diversité des points de vue et des expériences.



Industrie
Centres de recherches (ONERA, CEA, ISL...)
I OGS
Autres universités
Retraités



Un enseignement par la pratique

Convaincus qu'une mise en pratique immédiate des notions vues en cours aide à mieux comprendre et à prendre du recul, nous proposons pour la quasi totalité de nos formations des séances de travail expérimental s'appuyant sur les moyens du LEnsE, le Laboratoire d'Enseignement Expérimental de l'I OGS.

Ce sont ainsi plus de 70 montages expérimentaux à la pointe de la technologie qui sont accessibles.



Une équipe à votre écoute

L'équipe de formation continue est constituée de 5 personnes :

- Chargée administrative.
- Apprentie.
- Attachée commerciale.
- Chargée des outils numériques.
- Responsable du service.

CONTACT :

Tél. 01 64 53 32 36

Mail : fc@institutoptique.fr

Site : www.fc.institutoptique.fr



La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'actions suivantes :
ACTIONS DE FORMATION

CERTIFICATION QUALIOPi

Le service de formation continue de l'I OGS a obtenu en octobre 2022 la certification Qualiopi au titre de ses actions de formation. Cette certification atteste de la qualité du processus mis en place pour accompagner nos clients dans leur développement de compétences.

Cette certification repose sur les 7 critères du Référentiel National Qualité. Elle valide notamment la qualité de l'information donnée à nos clients, la démarche de conception d'une formation en fonction des besoins exprimés, la qualité de l'accueil des stagiaires en situation de handicap, et la prise en compte de la satisfaction des participants.

RETOUR D'EXPÉRIENCE

Nos formations, ce sont nos clients qui en parlent le mieux : voici quelques « paroles de stagiaires » recueillies à l'issue de nos formations :



SATISFACTION GÉNÉRALE

“ Une formation intéressante, complète et utile, qui offre une vision globale de la problématique. ”



ACCUEIL

“ L'organisation du stage est vraiment excellente. ”



QUALITÉ DES INTERVENANTS :

“ Des formateurs experts, passionnés par leur domaine et pédagogues. ”



ALTERNANCE COURS / EXPÉRIENCE :

“ Il y a une très bonne alliance entre les cours et les manip expérimentales. Les TP sont pertinents, parlants, très efficaces et se rapprochent de ce que l'on fait en entreprise. ”



DISPONIBILITÉ DES INTERVENANTS :

“ Des enseignants très attentifs, qui adaptent le contenu du cours aux points d'intérêts spécifiques de l'auditoire. ”



APPLICATION À DES CAS CONCRETS :

“ Les exercices permettent d'assimiler les nouveaux concepts, ils sont très variés et couvrent plusieurs types d'applications. ”

SATISFACTION DES CLIENTS

La satisfaction de nos clients est bien sûr notre priorité. Voici quelques chiffres sur l'année 2022 :

95%

de nos stagiaires se disent satisfaits du stage suivi.

98%

d'entre eux sont prêts à le recommander à leurs collègues.



Suivez-nous !



Site web

www.fc.institutoptique.fr

Sur internet, les informations mises à jour tout au long de l'année.

Le site de la Formation Continue est adapté à tout support mobile. N'hésitez pas à flasher le QR code pour y accéder directement.



Notre lettre d'information annonce les nouveautés, les événements et nos promotions. Flashez ce QR code pour vous y inscrire.



LinkedIn

www.linkedin.com/company/formation-continue-institut-optique/

Le service de la formation continue de l'IOGS a désormais sa page LinkedIn !

Pour suivre les actualités du service, connaître les dates des stages à venir, être prévenu(e) de l'ouverture de nouvelles sessions...

PARCOURS DE FORMATION

Vous hésitez entre plusieurs formations ? Vous avez suivi et apprécié une première formation et vous souhaitez revenir ? Cette rubrique est faite pour vous !

Nous y présentons six exemples de parcours permettant de monter progressivement en compétence dans différents domaines de l'optique.



PARCOURS

« DÉCOUVERTE DE LA CHAÎNE IMAGE »

✓ Pour les débutants en optique.



Avec **Optique sans calcul** et **Bases de l'optique**, découvrez progressivement les fondements de l'optique, puis prenez du recul et considérez la chaîne image dans son ensemble avec **Acquisition d'images avec une caméra**.

À l'issue de ce parcours vous saurez comment fonctionnent les caméras, comment les spécifier, évaluer leurs performances et les utiliser.

**Optique
sans calcul**
(EF1)

**Bases
de l'optique**
(EF2)

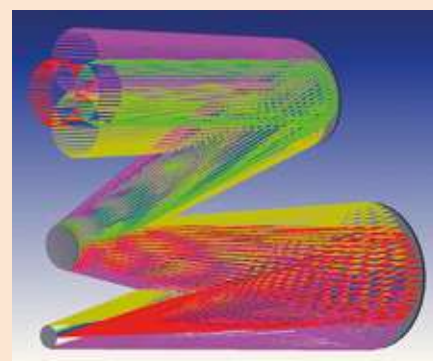
**Acquisition d'images
avec une caméra**
(EF13)

PARCOURS

« DES BASES DE L'OPTIQUE À LA CONCEPTION DE SYSTÈMES OPTIQUES »

Après un rappel des caractéristiques des instruments optiques avec **Bases de l'optique**, découvrez les principaux **Systèmes optiques d'imagerie** : viseurs, objectifs, zooms, télescopes, lunettes... Vous pourrez ensuite passer derrière l'ordinateur et concevoir vous-mêmes votre système d'imagerie.

À l'issue de ce parcours vous connaîtrez les principales méthodes de la conception optique et vous serez à-même de les appliquer à votre domaine.



**Bases
de l'optique**
(EF2)

**Systèmes
optiques
d'imagerie**
(SC9)

**Initiation
à Ansys-
Zemax**
(CO1)

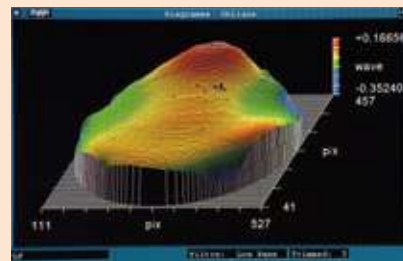
**Ansys-Zemax
avancé**
(CO2vis
ou CO2IR)

PARCOURS

« OPTIQUE, CONCEPTION MÉCANIQUE, FABRICATION ET CONTRÔLE »

Après un rappel des propriétés des instruments optiques avec **Bases de l'optique**, découvrez comment on conçoit un système opto-mécanique, comment on le fabrique et comment on mesure la qualité d'un système optique avec **Fabrication et contrôle de systèmes optiques**. Vous pourrez enfin approfondir la partie contrôle avec **Mesure de front d'onde**.

À l'issue de ce parcours, vous serez capables de concevoir un système opto-mécanique en prenant en compte les contraintes environnementales et industrielles, de le fabriquer et de contrôler sa qualité.



**Bases
de l'optique**
(EF2)

**Conception
optomécanique**
(SC1)

**Fabrication
et contrôle de
systèmes optiques**
(SC2)

**Mesure
front
d'onde**
(SC7)

PARCOURS

« SYSTÈMES OPTRONIQUES ET CAMÉRAS INFRAROUGE »

Après un rappel des **Bases de l'optique**, découvrez les **Systèmes optroniques** au sens large (dans le visible ou l'infrarouge, en passif ou en actif) utilisés pour l'imagerie, les LIDAR ou les applications de défense. Spécialisez-vous dans l'infrarouge passif avec **Anatomie d'une caméra infrarouge**, puis apprenez comment optimiser, traiter et interpréter les images avec **Fondamentaux du traitement d'image et de la vision par ordinateur**.

À l'issue de ce parcours, vous aurez une vision d'ensemble des principaux systèmes optroniques, avec une spécialisation dans la conception et l'évaluation des performances des caméras infrarouge.



**Bases
de l'optique**
(EF2)

**Systèmes
optroniques**
(SC12)

**Anatomie
d'une caméra
infrarouge ***
(SC11)

**Fondamentaux du
traitement d'image
et de la vision
par ordinateur**
(SC10)

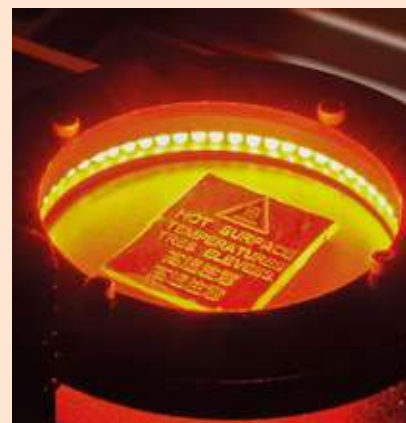
***À NOTER :** le stage **Anatomie d'une caméra infrarouge** peut être remplacé par **Vision bas niveau de lumière et imagerie à comptage de photons** (SC13) ou par **Ingénierie des systèmes optroniques** (SC24).

PARCOURS

« VISION INDUSTRIELLE »

Après un rappel des **Bases de l'optique**, découvrez comment fonctionnent les caméras avec **Acquisition d'images avec une caméra**, puis appliquez ces connaissances aux choix des composants et à la mise en œuvre de bancs de **Vision industrielle**. Enfin, apprenez comment optimiser, traiter et interpréter les images avec les **Fondamentaux du traitement d'image et de la vision par ordinateur**.

À l'issue de ce parcours, vous aurez une vision d'ensemble du dimensionnement d'un système de vision industrielle et vous saurez les spécifier, les évaluer et les utiliser.



**Bases
de l'optique**
(EF2)

**Acquisition
d'images avec
une caméra**
(EF13)

**Vision
industrielle**
(SC19)

**Fondamentaux du
traitement d'image
et de la vision
par ordinateur**
(SC10)

PARCOURS

« RADIOMÉTRIE ET COLORIMÉTRIE »

Après un rappel des **Bases de l'optique**, découvrez les lois générales et les grandeurs d'intérêt de la photométrie et de la radiométrie. Approfondissez le sujet en vous focalisant sur la **Colorimétrie** et ses applications.

À l'issue de ce parcours, vous saurez développer des bancs de mesures dédiés à la caractérisation des instruments, des sources ou des surfaces.



**Bases
de l'optique**
(EF2)

**Photométrie
et radiométrie**
(EF3)

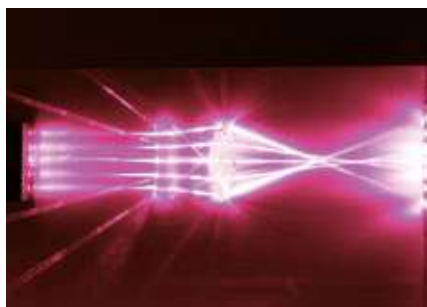
Colorimétrie
(EF5)

STAGE SUR MESURE

Vous souhaitez faire former plusieurs personnes de votre entreprise simultanément, avec un programme adapté à vos problématiques particulières ? Vous aimeriez que le stage se déroule dans vos locaux ou encore en anglais ? Vous êtes à la recherche d'une formation en optique et photonique sur un sujet qui n'est pas proposé dans ce catalogue ? Alors, optez pour un stage sur mesure !

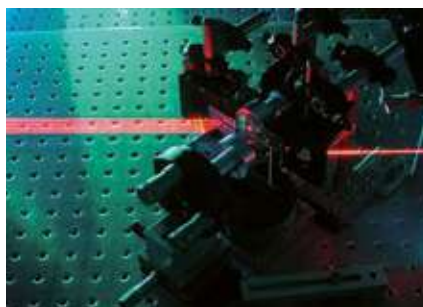
**VOUS SOUHAITEZ
UN STAGE SUR MESURE ?
RIEN DE PLUS SIMPLE :**

Utilisez le formulaire de contact
de notre site web ou appelez-nous
au 01 64 53 32 36.



STAGE OPTIQUE SANS CALCUL

Inspirée du stage EF1 de ce catalogue, cette formation est réalisée dans les locaux de l'entreprise demandeuse, tout en maintenant une partie importante de démonstrations expérimentales sur du matériel amené par le formateur.



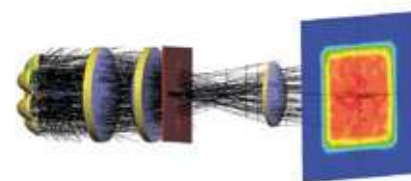
STAGE HOLOGRAPHIE : DE LA MESURE AU DISPLAY 3D

Ce stage rappelle les principes de l'holographie.

Il présente les différents champs d'application, notamment :

- la microscopie holographique,
- l'affichage 3D,
- la métrologie
- la mise en forme
- le phasage de faisceaux laser.

Cette formation est réalisée en nos locaux à Palaiseau pour bénéficier de nos bancs de mesure et apprendre par la pratique.



STAGE INGÉNIERIE PHOTOMÉTRIQUE AVEC LIGHTTOOLS®

Après quelques rappels de photométrie, ce stage montre comment **effectuer le bilan photométrique complet d'un système optique** par des simulations avec le logiciel Lighttools®, et présente différentes applications utilisant l'optique non imageante.

ILS NOUS ONT FAIT CONFIANCE :



STAGE **SYSTÈMES OPTRONIQUES** **ET CAMÉRAS INFRAROUGE**

Un stage inspiré des formations SC12 et SC11 de ce catalogue mais réalisable dans les locaux de l'entreprise demandeuse.

Il donne une vue d'ensemble des systèmes optroniques fonctionnant dans l'infrarouge et explique comment concevoir une caméra infrarouge répondant à un besoin spécifique.

Plusieurs cas concrets sont étudiés, en s'appuyant sur un outil de prédiction des performances de caméras infrarouge.



Et nous sommes également en mesure de réaliser rapidement des formations sur les sujets suivants :

— L'œil et les instruments optiques.

Dans ce stage, vous découvrirez les propriétés de l'œil humain et le principe de fonctionnement de différents instruments visuels : oculaires, lunettes, viseurs (objectifs). Vous aurez l'occasion de mesurer des distances focales et des rayons de courbure et vous mettrez en œuvre un microscope et une lunette afocale.

— LED : principes, applications et pollution lumineuse.

À l'issue de ce stage vous saurez dimensionner un éclairage à LED, en particulier dans le contexte de l'éclairage urbain (problématique de la pollution lumineuse). Vous saurez également évaluer expérimentalement les performances d'éclairages à LED.

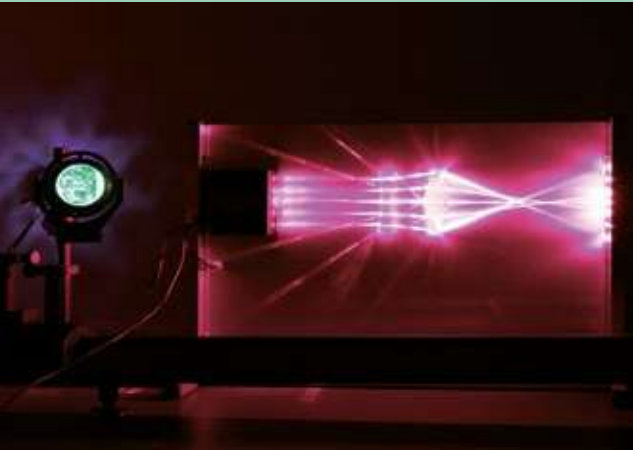
— Sécurité laser niveau 1 : opérateurs, manipulateurs, personnels occasionnellement exposés (EF9). **— Sécurité LED et autres rayonnements optiques artificiels (ROA).**

Stages qui complètent les stages proposés au catalogue (sécurité laser niveau 2 et 3).

L'OPTIQUE SANS CALCUL

3 JOURS

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, ...)

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

PRÉ-REQUIS

Aucun

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

L'OPTIQUE SANS CALCUL

PROGRAMME | 21H

NATURE DE LA LUMIÈRE, PHÉNOMÈNES DE RÉFLEXION ET RÉFRACTION

- Ondes et particules (rayons lumineux)
- Diversité des sources lumineuses, spectre UV, visible, IR, 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 disc, 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)

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

DATE

Du 05/12/2023 au 07/12/2023

Du 13/05/2024 au 15/05/2024

Du 03/12/2024 au 05/12/2024

DURÉE

3 jours – 21h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Gilles le Boudec

Expert consultant / Ingénieur R&D

PRIX

1 480 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Cours et exercices
- Démonstrations expérimentales interactives

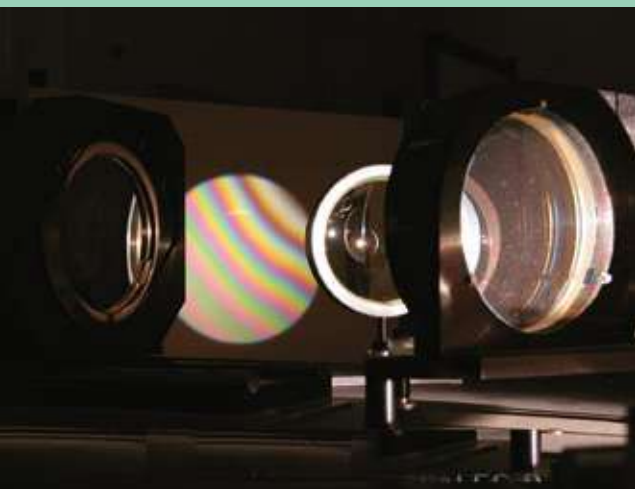
+ POUR ALLER PLUS LOIN

- BASES DE L'OPTIQUE | EF2
- ACQUISITION D'IMAGES AVEC UNE CAMÉRA | EF13

BASES DE L'OPTIQUE

GÉOMÉTRIQUE, INSTRUMENTALE ET ONDULATOIRE

2 x 4 JOURS



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

OBJECTIFS

- **COMPRENDRE ET APPROFONDIR LES PRINCIPES DE L'OPTIQUE**
- **CONCEVOIR ET METTRE EN PLACE UN MONTAGE OPTIQUE SIMPLE**

PUBLIC

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

PRÉ-REQUIS

Bases de mathématiques et de géométrie

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

BASES DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE, INSTRUMENTALE ET ONDULATOIRE

PROGRAMME | 56 H

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 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 système optique 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, aberration

DÉMONSTRATIONS EXPÉRIMENTALES ET 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

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

DATE

Du 14/11/2023 au 17/11/2023

Et 28/11/2023 au 01/12/2023

Du 12/03/2024 au 15/03/2024

Et 26/03/2024 au 29/03/2024

Du 12/11/2024 au 15/11/2024

Et 26/11/2024 au 29/11/2024

DURÉE

2 x 4 jours – 56 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

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

PRIX

3 110 € HT

✓ ACQUÉRIR LES BASES

• L'OPTIQUE SANS CALCUL | EF1

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- ACQUISITION D'IMAGES
AVEC UNE CAMÉRA | EF13
- SYSTÈMES OPTIQUES D'IMAGERIE | SC9
- OPTOMÉCANIQUE | SC1
- COMPRENDRE LES SOURCES LASER | SC3
- PHOTOMÉTRIE ET RADIOMÉTRIE | EF3
- CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES
D'IMAGERIE AVEC ANSYS-ZEMAX
/ OPTICSTUDIO : INITIATION | CO1
- COUCHES MINCES OPTIQUES :
INITIATION | CO5
- MÉTHODE DE FABRICATION ET
CONTRÔLE DE SYSTÈMES OPTIQUES | SC2
- FIBRES OPTIQUES : PRINCIPES
ET APPLICATIONS | SC5

MÉTHODOLOGIE

- Cours et exercices
- Démonstrations expérimentales interactives
- Travaux pratiques sur instruments

ACQUISITION D'IMAGES AVEC UNE CAMÉRA

3 JOURS



THÈMES ABORDÉS

- Radiométrie
- Sources, milieux de propagations
- Systèmes optiques
- Détecteurs
- Optimisation et visualisation de l'image
- Performances de caméras
- Démarche de conception d'une caméra

OBJECTIFS

- **AVOIR UNE VISION D'ENSEMBLE DE LA CHAÎNE IMAGE**
- **COMPRENDRE LA LOGIQUE DE DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME OPTIQUE D'IMAGERIE**
- **CONNAÎTRE LES CRITÈRES DE PERFORMANCES D'UNE CAMÉRA**

PUBLIC

Ingénieurs, techniciens, commerciaux souhaitant découvrir la chaîne image et l'acquisition d'images avec une caméra

PRÉ-REQUIS

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

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

ACQUISITION D'IMAGES AVEC UNE CAMÉRA

PROGRAMME | 21 H

BASES DE LA RADIOMÉTRIE ET DE LA COLORIMÉTRIE

- Grandeurs physiques, unités associées
- L'œil humain
- Colorimétrie et principaux appareils de mesure

SOURCES ET ÉCLAIRAGE

SURFACES ET MILIEUX

SYSTÈMES OPTIQUES

- Optique géométrique
- Limite de diffraction et tache d'Airy
- Fonction de transfert de modulation (FTM)
- Aberrations et optimisation de la qualité image d'un système optique
- Optimisation de la qualité photométrique d'un système optique (lumière parasite)

DÉTECTEURS MATRICIELS

OPTIMISATION ET VISUALISATION DE L'IMAGE : PROCESSING PIPELINE

CRITÈRES DE PERFORMANCE D'UNE CAMÉRA

- Sensibilité et résolution
- Color accuracy et échantillonnage

DÉMARCHE DE CONCEPTION D'UNE CAMÉRA

DÉMONSTRATION AVEC UNE CAMÉRA : MESURE DE FTM, RAPPORT SIGNAL À BRUIT ET COULEUR DANS UNE IMAGE

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

MÉTHODOLOGIE

- Exposés et exercices
- Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire
- Mesures sur instruments

DATE

Du 27/02/2024 au 29/02/2024

DURÉE

3 jours – 21 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Isabelle Ribet
Experte Onera, professeure
associée à l'Institut d'Optique

PRIX

1 480 € HT

✓ ACQUÉRIR LES BASES

• BASES DE L'OPTIQUE | EF2

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- VISION INDUSTRIELLE | SC19
- SYSTÈMES OPTRONIQUES | SC12
- APPROCHE CONTEMPORAINE
DES FONDAMENTAUX
DU TRAITEMENT D'IMAGE
ET DE LA VISION
PAR ORDINATEUR | SC10
- DEEP LEARNING POUR
LE TRAITEMENT D'IMAGES
PAR LA PRATIQUE | SC23

PHOTOMÉTRIE ET RADIOMÉTRIE

PHOTOMÉTRIE DES INSTRUMENTS,
MESURES D'ÉCLAIREMENT, COLORIMÉTRIE...

4 JOURS

THÈMES ABORDÉS

- Bases de la radiométrie et de la métrologie
- Photométrie des instruments, mesures d'éclairement
- Spectrophotométrie
- Sources, surfaces/milieus, détecteurs
- Colorimétrie
- Applications industrielles ou commerciales



OBJECTIFS

- **COMPRENDRE ET APPROFONDIR LES BASES DE LA PHOTOMÉTRIE ET DE LA RADIOMÉTRIE**
- **SAVOIR CHOISIR ET UTILISER DES APPAREILS DE MESURE COMMERCIAUX (LUXMÈTRES, LUMINANCEMÈTRES, SPECTROLUMINANCEMÈTRES)**
- **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 photométrie et la radiométrie pour des applications dans le domaine des matériaux, de l'aéronautique, de la surveillance, de la défense, de la biologie médicale, des transports...

PRÉ-REQUIS

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

NIVEAU DE LA FORMATION

Intermédiaire

PHOTOMÉTRIE ET RADIOMÉTRIE

(PHOTOMÉTRIE DES INSTRUMENTS, MESURES D'ÉCLAIREMENT, COLORIMÉTRIE)

PROGRAMME | 28 H

PHOTOMÉTRIE ET RADIOMÉTRIE

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

ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL (2 DEMI-JOURNÉES)

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

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

DATE

Du 17/10/2023 au 20/10/2023
Du 17/09/2024 au 20/09/2024

DURÉE

4 jours – 28 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Isabelle Ribet
Experte Onera, professeure associée
à l'Institut d'Optique

PRIX

1 950 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Cours et exercices
- Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire
- Mesures sur instruments

✓ ACQUÉRIR LES BASES

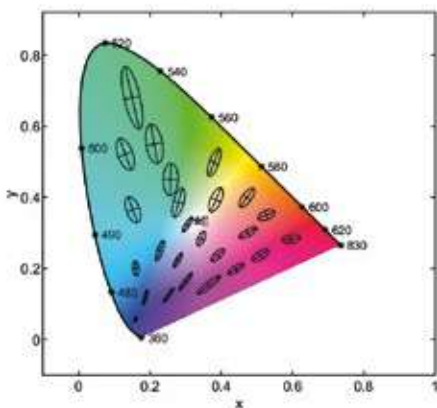
• BASES DE L'OPTIQUE | EF2

+ POUR ALLER PLUS LOIN

• COLORIMÉTRIE | EF5

COLORIMÉTRIE

2 JOURS



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...

OBJECTIFS

- **COMPRENDRE LES FONDEMENTS DE LA PERCEPTION COLORÉE DE LA VISION HUMAINE**
- **MAITRISER LA COLORIMÉTRIE CIE (ESPACES XYZ, XY, $L^*A^*B^*$, $L^*U^*V^*$, $U'V'$, ΔE , ...)**
- **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

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 de stage

NIVEAU DE LA FORMATION

Intermédiaire

COLORIMÉTRIE

PROGRAMME | 14 H

INTRODUCTION / RAPPELS DE PHOTOMÉTRIE ET DE 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, température de couleur, IRC...

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

DATE

Du 30/05/2024 au 31/05/2024

DURÉE

2 jours – 14 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Mathieu Hébert
Enseignant-chercheur
à l'Institut d'Optique

PRIX

1 160 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Cours et exercices
- Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire
- Mesures sur instruments

✓ ACQUÉRIR LES BASES

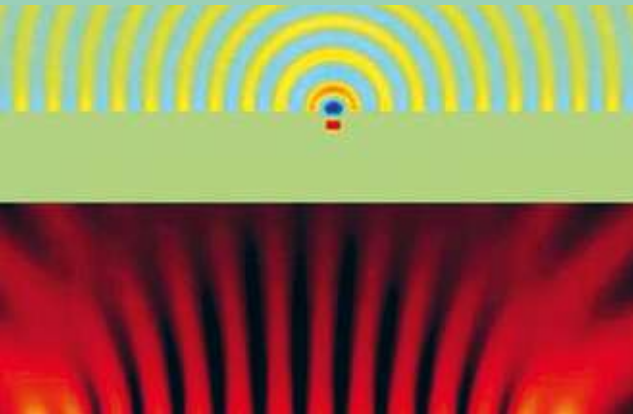
- PHOTOMÉTRIE ET RADIOMÉTRIE | EF3

INTERFÉROMÉTRIE OPTIQUE : PRINCIPES ET APPLICATIONS

4 JOURS

THÈMES ABORDÉS

- Optique physique
- Cohérence
- Composants
- Traitement du signal
- Applications industrielles ou commerciales



OBJECTIFS

- **COMPRENDRE L'INTERFÉROMÉTRIE OPTIQUE**
- **DÉCOUVRIR L'UTILITÉ DE CETTE TECHNIQUE DANS DIVERSES APPLICATIONS, DE L'INDUSTRIE AU LABORATOIRE**

PUBLIC

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

PRÉ-REQUIS

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

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

INTERFÉROMÉTRIE OPTIQUE : PRINCIPES ET APPLICATIONS

PROGRAMME | 28H

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.
- Sous-systèmes (séparation, recombinaison, modulation, démodulation), types d'interféromètres (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, imagerie multipupille,...)
- Travaux dirigés : support direct ou prolongement du cours, étude de systèmes

ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL

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

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 10/10/2023 au 13/10/2023
Du 08/10/2024 au 11/10/2024

DURÉE

4 jours – 28 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Frédéric Cassaing
Ingénieur expert Onera

PRIX

1950 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Cours et exercices
- Démonstrations sur matériel de laboratoire, selon souhaits des stagiaires
- Mesures sur instruments

✓ **ACQUÉRIR LES BASES**

• BASES DE L'OPTIQUE | EF2

INTERFÉROMÈTRE À ATOMES FROIDS

3 JOURS



THÈMES ABORDÉS

- Piégeage d'atomes, refroidissement et condensation
- Capteurs inertiels à interféromètre atomique
- Composants et sous-systèmes d'un banc d'interférométrie atomique
- Embarquabilité d'un interféromètre atomique

OBJECTIFS

- AVOIR UNE VISION GLOBALE SUR LES PRINCIPES PHYSIQUES DU PIÉGEAGE, DU REFROIDISSEMENT ET DE LA CONDENSATION D'ATOMES
- COMPRENDRE LE FONCTIONNEMENT D'UN INTERFÉROMÈTRE ATOMIQUE COMME CAPTEUR INERTIEL
- IDENTIFIER SUR BANC LES COMPOSANTS ET SOUS-SYSTÈMES ESSENTIELS QUI CONSTITUENT LES DÉCLINAISONS EXPÉRIMENTALES D'UN INTERFÉROMÈTRE ATOMIQUE, ET UTILISER PLUSIEURS TECHNIQUES EXPÉRIMENTALES SIMPLES POUR LES METTRE EN ŒUVRE
- IDENTIFIER LES ENJEUX SPÉCIFIQUES LIÉS À L'EMBARQUABILITÉ DES SYSTÈMES D'INTERFÉROMÉTRIE ATOMIQUE, À TRAVERS LES PROBLÉMATIQUES SOULEVÉES PAR LES SPÉCIFICATIONS

PUBLIC

Ingénieurs, chercheurs désirant découvrir l'interférométrie atomique et ses applications

PRÉ-REQUIS

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

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

INTERFÉROMÈTRE À ATOMES FROIDS

PROGRAMME | 21 H

REFROIDISSEMENT D'ATOMES :

- Principe du refroidissement d'atomes par laser
- Condensats de Bose-Einstein

INTRODUCTION À L'INTERFÉROMÉTRIE EXPÉRIMENTALE

CAPTEURS INERTIELS :

- Principe et critères de performances
- Embarquabilité des systèmes d'interférométrie

MANIPULATIONS EXPÉRIMENTALES :

- Sources laser fibrées, amplification laser, doublage de fréquence
- Absorption saturée
- Asservissement laser sur une référence
- Piégeage d'un nuage d'atomes froids

VISITE D'EXPÉRIENCES EN LABORATOIRE

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

DATE

Du 15/10/2024 au 17/10/2024

DURÉE

3 jours – 21 h

LIEU

Talence

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Benjamin Vest
enseignant-chercheur à l'Institut d'Optique

PRIX

1 480 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Exposés et exercices
- Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire
- Mesures sur instruments
- Visite de laboratoires

✓ **ACQUÉRIR LES BASES**

• BASES DE L'OPTIQUE | EF2

COUCHES MINCES OPTIQUES : INITIATION

2 JOURS



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

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

PRÉ-REQUIS

Aucun

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

COUCHES MINCES OPTIQUES

INITIATION

PROGRAMME | 14 H

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 LE LOGICIEL TFCALC

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

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 16/05/2024 au 17/05/2024

DURÉE

2 jours – 14 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Franck Delmotte
Enseignant-chercheur
à l'Institut d'Optique

PRIX

1 160 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Exposés et exercices
- Travaux Pratiques sur ordinateur et visite d'un laboratoire de Couches Minces Optiques

✓ **ACQUÉRIR LES BASES**

• BASES DE L'OPTIQUE | EF2

SYSTÈMES OPTIQUES D'IMAGERIE

(VISEURS, OBJECTIFS, ZOOMS, TELESCOPES, LUNETTES)

4,5 JOURS

THÈMES ABORDÉS

- Analyse d'un système optique
- Principaux systèmes optiques et combinaisons classiques
- Photométrie et radiométrie
- Aberrations et métrologie



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, R&D désirant spécifier et concevoir des systèmes optiques d'imagerie

PRÉ-REQUIS

Connaissances en optique géométrique

NIVEAU DE LA FORMATION

Intermédiaire

SYSTÈMES OPTIQUES D'IMAGERIE

(VISEURS, OBJECTIFS, ZOOMS,
TELESCOPES, LUNETTES)

PROGRAMME | 31,5H

RAPPELS D'OPTIQUE INSTRUMENTALE

- Caractéristiques paraxiales
- Rappels sur les aberrations

ANALYSE D'UN SYSTÈME OPTIQUE

- Critères de qualités d'un système optique d'imagerie : défauts du front d'onde, PSF, FTM

ETUDE DES COMBINAISONS OPTIQUES CLASSIQUES

- Systèmes optiques dioptriques : lentille simple, doublet, objectif de Petzval et objectif de Gauss
- Autres optiques dioptriques : téléobjectifs, rétrofocus, objectifs de microscopes, systèmes afocaux,
- Systèmes à miroirs : télescope à 2 ou 3 miroirs, télescopes centrés et off-axis
- Systèmes catadioptriques
- Systèmes optiques pour l'infrarouge thermique

PHOTOMÉTRIE DES INSTRUMENTS

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

ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL

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

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 22/04/2024 au 26/04/2024

DURÉE

4,5 jours – 31,5 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Éric Ruch
Ingénieur expert à Safran REOSC

PRIX

2 060 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Exposés et exercices
- Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire
- Mesures sur instruments

✓ ACQUÉRIR LES BASES

- BASES DE L'OPTIQUE | EF2

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE AVEC ANSYS-ZEMAX® /OPTICSTUDIO - INITIATION | CO1
- CONCEPTION OPTIQUE AVEC CODE V® | CO3

CONCEPTION OPTOMÉCANIQUE

4 JOURS

THÈMES ABORDÉS

- Optique
- Fabrication optique et mécanique
- Mécanique
- 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

PRÉ-REQUIS

Optique/mécanique de base

NIVEAU DE LA FORMATION

Intermédiaire

CONCEPTION OPTOMÉCANIQUE

PROGRAMME | 28 H

OPTIQUE

- Lois fondamentales en optique des rayons
- Formation des images
- Grandeurs et paramètres géométriques des instruments optiques pour l'imagerie

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

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 11/06/2024 au 14/06/2024

DURÉE

4 jours – 28 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

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

PRIX

1 950 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Exposés, exercices, démonstrations expérimentales interactives

✓ ACQUÉRIR LES BASES

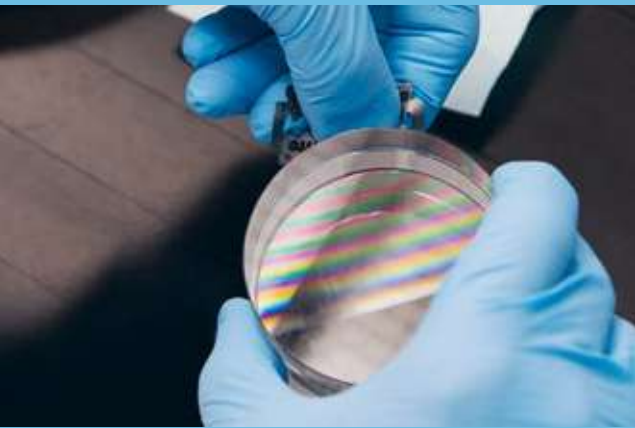
- BASES DE L'OPTIQUE | EF2

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE AVEC ANSYS-ZEMAX®/ OPTICSTUDIO | CO1
- CONCEPTION OPTIQUE AVEC CODE V® | CO3
- MÉTHODES DE FABRICATION ET CONTRÔLE DE SYSTÈMES OPTIQUES | SC2

FABRICATION ET CONTRÔLE DE SYSTÈMES OPTIQUES

3 JOURS



THÈMES ABORDÉS

- Procédés de fabrication
- Métrologie de composants optiques

OBJECTIFS

- DÉCOUVRIR LES GRANDES ÉTAPES DE LA FABRICATION D'ÉLÉMENTS OPTIQUES
- APPRENDRE LES TECHNIQUES DE CONTRÔLE DES PIÈCES OPTIQUES

PUBLIC

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

PRÉ-REQUIS

Bases d'optique

NIVEAU DE LA FORMATION

Intermédiaire

FABRICATION ET CONTRÔLE DE SYSTÈMES OPTIQUES

PROGRAMME | 21 H

RAPPELS D'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE ET ONDULATOIRE

- Principe général d'un interféromètre (démonstration)

PRÉSENTATION D'UN ENSEMBLE D'APPLICATIONS INDUSTRIELLES, SCIENTIFIQUES ET GRAND PUBLIC

- Ordres de grandeur associés concernant les performances, les coûts
- Description de la norme optique ; objectifs, comment la lire et l'interpréter, cas d'usage

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES GRANDES ÉTAPES DE LA FABRICATION D'UNE OPTIQUE

- Procédés traditionnels d'ébauchage, doucissage et polissage : principes des processus physiques impliqués, principales caractéristiques, limites intrinsèques, risques
- Polissage assisté par ordinateur : principes mathématiques, exécution sur les différents types de moyens existants
- Métrologie optique : surfaces doucies, surfaces polies, machines 3D CMM, interféromètres pour surfaces sphériques, CGH pour les surfaces asphériques, mesures par sous-pupilles (stitching)
- Finition : 2 procédés particulièrement précis pour « finir » les optiques les plus précises, Magneto-Rheological-Finishing & Usinage Ionique
- Autres procédés : description succincte

VISITE D'UN ATELIER D'OPTIQUE DE PRÉCISION

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 06/03/2024 au 08/03/2024

DURÉE

3 jours – 21 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

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

PRIX

1 480 €

MÉTHODOLOGIE

- Cours illustrés et démonstrations expérimentales
- Visite d'un atelier d'optique

✓ ACQUÉRIR LES BASES

- BASES DE L'OPTIQUE | EF2
- CONCEPTION OPTOMÉCANIQUE | SC1

+ POUR ALLER PLUS LOIN

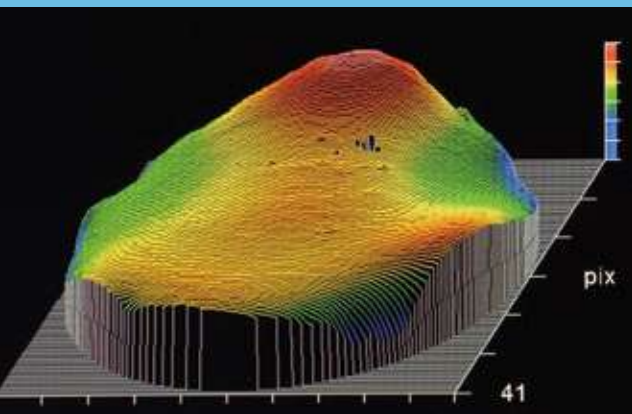
- MESURE DE FRONT D'ONDE | SC7

MESURE DE FRONT D'ONDE

2 JOURS

THÈMES ABORDÉS

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



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.

PRÉ-REQUIS

Connaissances des bases de l'optique

NIVEAU DE LA FORMATION

Intermédiaire

MESURE DE FRONT D'ONDE

PROGRAMME | 14H

RAPPELS SUR LA LUMIÈRE, LA DÉTECTION, LES ABERRATIONS

LES ERREURS DE FRONT D'ONDE

- Unités (λ , 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

ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL

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

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 21/03/2024 au 22/03/2024

DURÉE

2 jours – 14 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Frédéric Cassaing
Ingénieur expert Onera

PRIX

1 160€ HT

MÉTHODOLOGIE

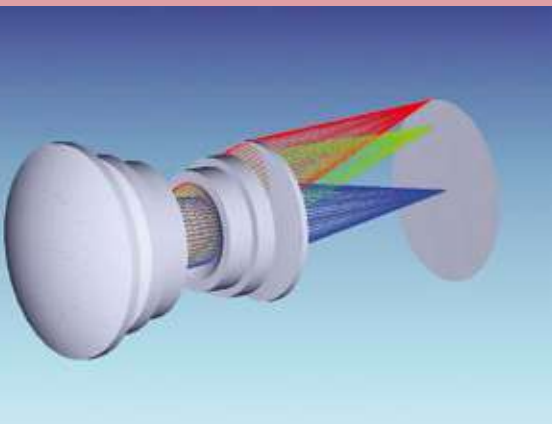
- Cours et exercices
- Démonstrations sur matériel de laboratoire, selon souhaits des stagiaires
- Mesures sur instruments

✓ ACQUÉRIR LES BASES

• BASES DE L'OPTIQUE | EF2

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

4 JOURS



THÈMES ABORDÉS

- Les aberrations optiques (géométriques et chromatiques)
- Les critères de qualité d'une image
- Qu'est-ce qu'un logiciel de calcul optique ?
- Les spécifications, le choix du point de départ, l'optimisation, le tolérancement
- Les méthodes de conception

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 ANSYS-ZEMAX®/OPTICSTUDIO EN MODE SÉQUENTIEL

PUBLIC

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

PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en optique géométrique

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

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

INITIATION

PROGRAMME | 28 H

RAPPELS ACADÉMIQUES :

- Optique géométrique
- Théorie des aberrations géométriques et chromatiques

ÉTUDES DE CAS AVEC LE LOGICIEL ANSYS-ZEMAX®/OPTICSTUDIO :

- Prise en main du logiciel : le doublet achromatique et son tolérancement
- Le télescope de Cassegrain, associé à un correcteurs de champ
- Un objectif photographique : le triplet de Cooke

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

MÉTHODOLOGIE

- Exposé
- Applications avec le logiciel Ansys-Zemax®/ OpticStudio

DATE

Du 21/11/2023 au 24/11/2023

Du 14/05/2024 au 17/05/2024

DURÉE

4 jours – 28 h

LIEU

Palaiseau, Saint-Etienne, distanciel

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Thierry Lépine
Enseignant-chercheur
à l'Institut d'Optique

PRIX

1 950 € HT

✓ ACQUÉRIR LES BASES

- BASES DE L'OPTIQUE | EF2
- SYSTÈMES OPTIQUES
D'IMAGERIE | SC9

+ POUR ALLER PLUS LOIN

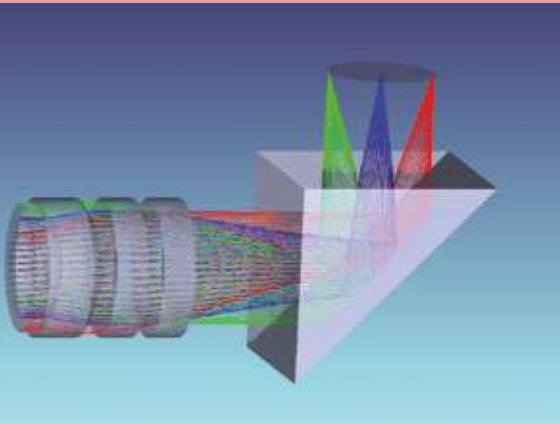
- CONCEPTION OPTIQUE
DE SYSTÈMES D'IMAGERIE
INFRAROUGE | CO2 IR
- CONCEPTION OPTIQUE
DE SYSTÈMES D'IMAGERIE
VISIBLE | CO2 VIS

CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE VISIBLE AVEC ANSYS-ZEMAX®/ OPTICSTUDIO : AVANCÉ

3 JOURS

THÈMES ABORDÉS

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



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 ANSYS-ZEMAX/OPTICSTUDIO EN MODE SÉQUENTIEL
- 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)

PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en optique géométrique et en conception optique avec Ansys-Zemax®/OpticStudio

NIVEAU DE LA FORMATION

Intermédiaire

CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE VISIBLE AVEC ANSYS-ZEMAX® / OPTICSTUDIO AVANCÉ

PROGRAMME | 21 H

RAPPELS D'OPTIQUE

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

ÉTUDES DE CAS AVEC LE LOGICIEL ANSYS-ZEMAX®/ OPTICSTUDIO

- Étude d'un objectif vidéo de projection, analyse des spécifications, méthode originale 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
- Utilisation du mode multiconfigurations

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

MÉTHODOLOGIE

- Exposé
- Applications avec le logiciel Ansys-Zemax/OpticStudio via de nombreux exercices effectués avec l'enseignant

DATE

Du 12/12/2023 au 14/12/2023
Du 28/05/2024 au 30/05/2024

DURÉE

3 jours – 21h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Thierry Lépine
Enseignant chercheur
à l'Institut d'Optique

PRIX

1 480 € HT

✓ ACQUÉRIR LES BASES

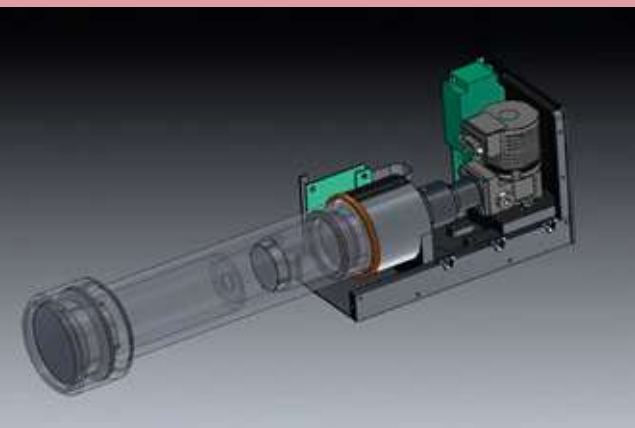
• CONCEPTION OPTIQUE
DE SYSTÈMES D'IMAGERIE
AVEC ANSYS-ZEMAX®
OPTICSTUDIO | CO1

+ POUR ALLER PLUS LOIN

• CONCEPTION OPTIQUE
DE SYSTÈMES D'IMAGERIE
INFRAROUGE AVEC ANSYS-
ZEMAX®/OPTICSTUDIO | CO2 IR
• CONCEPTION OPTIQUE
AVEC CODEV® | CO3

CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE INFRAROUGE AVEC ANSYS- ZEMAX® / OPTICSTUDIO : AVANCÉ

3 JOURS



THÈMES ABORDÉS

- Les méthodes de conception
- L'analyse des spécifications
- L'athermalisation
- Le tolérancement
- Les spécificités de l'infrarouge par rapport au domaine de l'imagerie visible

OBJECTIFS

- ÊTRE CAPABLE DE CONCEVOIR ET/OU ANALYSER UN SYSTÈME D'IMAGERIE INFRAROUGE
- CONNAÎTRE LES CRITÈRES DE QUALITÉ D'UN SYSTÈME OPTIQUE, LES MÉTHODES DE LA CONCEPTION OPTIQUE, LES SPÉCIFICITÉS DE L'INFRAROUGE. SAVOIR ANALYSER DES SPÉCIFICATIONS
- SAVOIR UTILISER ANSYS-ZEMAX®/OPTICSTUDIO EN MODE SÉQUENTIEL ET ACQUÉRIR DE BONS RÉFLEXES ET DE L'AISANCE

PUBLIC

Technicien, ingénieur, chercheur, enseignant, doctorant : toute personne amenée à concevoir un système optique d'imagerie infrarouge, à partir d'une spécification (utilisant soit un détecteur cryogénique, soit un détecteur non refroidi).

PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en optique géométrique et en conception optique avec Ansys-Zemax®/OpticStudio

NIVEAU DE LA FORMATION

Intermédiaire

CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE INFRAROUGE AVEC ANSYS- ZEMAX® / OPTICSTUDIO AVANCÉ

PROGRAMME | 21 H

RAPPELS ACADÉMIQUES

- Accueil et présentation
- Rappels des grands principes de l'optimisation optique et des spécificités de l'infrarouge

ÉTUDES DE CAS AVEC LE LOGICIEL ANSYS-ZEMAX/ OPTICSTUDIO :

- Étude d'un bloc optique infrarouge (cambrure, achromatisation, athermalisation, optique diffractive, asphérisation, position du diaphragme)
- Étude d'une lunette de Kepler avec implémentation d'un miroir de balayage, d'une lame séparatrice, d'un cube séparateur ou d'un prisme
- Étude de systèmes optiques pour caméras utilisant un détecteur cryogénique (lanscape lens, réimageur avec conjugaison de pupilles)
- Étude de systèmes optiques pour caméras utilisant un détecteur non refroidi (notamment Petzval, Retrofocus, conception d'un imageur pour une application drone)
- Réflexion sur un zoom afocal

INITIATION AU TOLÉRANCEMENT D'UN SYSTÈME OPTIQUE AVEC LE LOGICIEL ANSYS-ZEMAX®/ OPTICSTUDIO

- Rappel des principes de base
- Tolérancement d'une lentille simple
- Réflexion à la désensibilisation d'un système plus complexe

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

MÉTHODOLOGIE

- Exposé
- Applications avec le logiciel Ansys-Zemax®/OpticStudio via de nombreux exercices effectués avec l'enseignant

DATE

Du 13/11/2023 au 15/11/2023
Du 18/06/2024 au 20/06/2024

DURÉE

3 jours – 21h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Guillaume Druart
Directeur de recherche Onera

PRIX

1 480 € HT

✓ ACQUÉRIR LES BASES

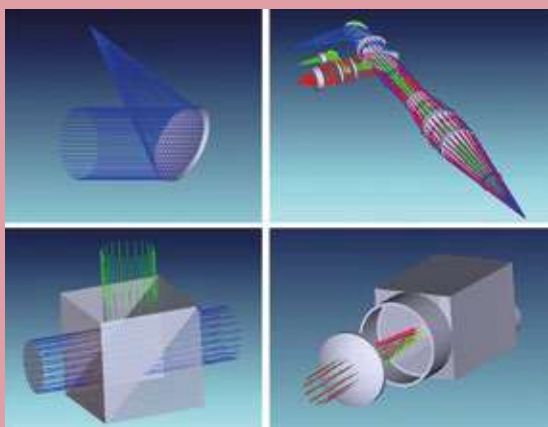
- CONCEPTION OPTIQUE
DE SYSTÈMES D'IMAGERIE
AVEC ANSYS-ZEMAX® /
OPTICSTUDIO INITIATION | CO1

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- CONCEPTION OPTIQUE
AVEC CODEV® | CO3
- CONCEPTION OPTIQUE
DE SYSTÈMES D'IMAGERIE
INFRAROUGE AVEC ANSYS-
ZEMAX®/OPTICSTUDIO | CO2 VIS

CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE AVEC ANSYS-ZEMAX / OPTICSTUDIO : UTILISATION DE COMPOSANTS COMMERCIAUX

2 x 2 JOURS



THÈMES ABORDÉS

CONCEPTION OPTIQUE AVEC ANSYS-ZEMAX / OPTICSTUDIO®

- Mode séquentiel, diagnostics de performance, fonction de mérite par défaut et personnalisée, optimisation, 3D et multiconfiguration, Non séquentiel, Physical Optics, tolérancement.

COMPOSANTS COMMERCIAUX

- Types, disponibilité, spécifications, principaux fournisseurs, leviers de conception disponibles avec les composants commerciaux

OBJECTIFS

- **SAVOIR METTRE EN PLACE ET DIAGNOSTIQUER UN SYSTÈME OPTIQUE**
- **SAVOIR OPTIMISER UN SYSTÈME OPTIQUE AVEC SES PROPRES FONCTIONS DE MÉRITE**
- **SAVOIR UTILISER LA "3D" (COORDINATE BREAKS), LE MODE "MULTICONFIGURATION"**
- **SAVOIR CONCEVOIR AVEC DES COMPOSANTS COMMERCIAUX ET SAVOIR ADAPTER LEURS PERFORMANCES**
- **AVOIR DES NOTIONS DE DESIGN OPTIQUE ET DE TOLÉRANCEMENT**
- **APPROFONDISSEMENTS: PROPAGATION DE FAISCEAUX LASER (POP), MODE "NON-SÉQUENTIEL"/MIXTE**

PUBLIC

Ingénieurs, chercheur, enseignant, doctorant, toute personne amenée à concevoir et réaliser des systèmes optiques, en particulier en utilisant des composants commerciaux.

PRÉ-REQUIS

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

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE AVEC ANSYS-ZEMAX® / OPTICSTUDIO : UTILISATION DE COMPOSANTS COMMERCIAUX

PROGRAMME | 28 H

JOUR 1 : INTRODUCTION AU DESIGN OPTIQUE ET À ANSYS-ZEMAX®

- Tracé de systèmes à lentilles et à miroirs, mise en place d'un système (types de pupilles et de champs), diagnostics d'un système optique (exposé et exercices)

JOUR 2 : UTILISATION HABITUELLE DE ANSYS-ZEMAX®

- Fonction de mérite par défaut et personnalisées, Optimisation (exposé et exercices)
- Apertures, Coordinate Breaks, systèmes "3D" (exposé et exercices)
- Surfaces non-standard, composants commerciaux (exposé et exercices)

JOUR 3 : DESIGN AVEC OPTIQUES COMMERCIALES

- Fournisseurs, choix des composants, stratégie de conception, modification et adaptation des performances (exposé)
- Exercices: décalage de spectre, modification des performances, correction de champ... (exercices)
- Multiconfiguration: systèmes à beamsplitter et faisceaux multiples (exposé et exercices)

JOUR 4 : APPROFONDISSEMENTS, DESIGN OPTIQUE PUIS EXERCICES AU CHOIX OU TRAVAIL ACCOMPAGNÉ SUR LE SUJET DU STAGIAIRE

- Physical Optics Propagation, Non-séquentiel, optimisation non-séquentielle (exposé et exercices)
- Design optique: principes généraux, analyse de designs, optimisation sur les verres, optiques sur mesures, tolérancement (exposé et exercices)
- Exercices au choix OU accompagnement sur le sujet de travail du stagiaire

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 27/05/2024 au 28/05/2024
Et 04/06/2024 au 05/06/2024

DURÉE

2 × 2 jours – 28 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Nicolas Lefaudeux
Expert Imagine Eyes

PRIX

1 950 € HT

MÉTHODOLOGIE

Exposés (30%) et nombreux exercices pratiques de complexité croissante sur Ansys-Zemax/OpticStudio (70%). Les fichiers de tous les exercices corrigés sont fournis à l'issue du stage pour servir de base de travail.

✓ ACQUÉRIR LES BASES

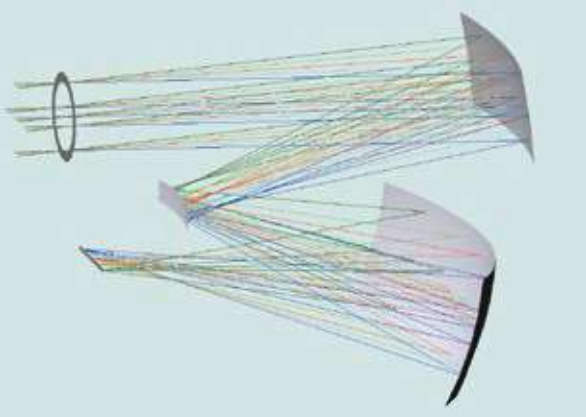
• BASES DE L'OPTIQUE | EF2

CONCEPTION OPTIQUE AVEC CODEV®

5 JOURS

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



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®

PRÉ-REQUIS

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

NIVEAU DE LA FORMATION

Intermédiaire

CONCEPTION OPTIQUE AVEC CODE V®

PROGRAMME | 35H

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 CodeV
- TD final au choix du stagiaire

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

DATE

Du 24/06/2024 au 28/06/2024

DURÉE

5 jours – 35 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

François Riguet
Expert Safran Reosc

PRIX

2 260 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Cours/TD en salle informatique
- Introduction des concepts et méthodes essentiellement par des exemples
- Utilisation guidée puis autonome du logiciel

✓ ACQUÉRIR LES BASES

- SYSTÈMES OPTIQUES
D'IMAGERIE | SC9

+ POUR ALLER PLUS LOIN

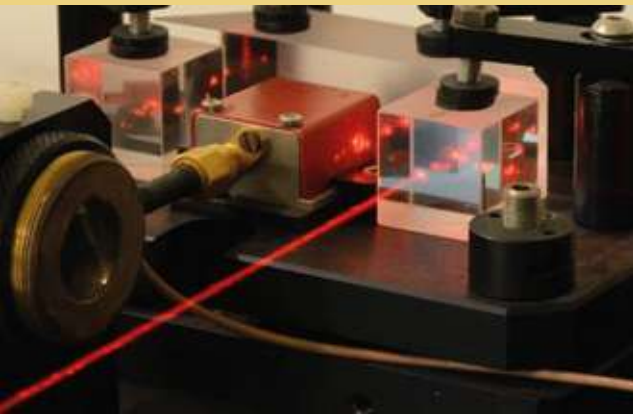
- COUCHES MINCES OPTIQUES :
INITIATION | CO5

LES FONDAMENTAUX DE L'OPTOÉLECTRONIQUE : COMPOSANTS ET APPLICATIONS

3 JOURS

THÈMES ABORDÉS

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



OBJECTIFS

- **ACQUÉRIR 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

PRÉ-REQUIS

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

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

LES FONDAMENTAUX DE L'OPTOÉLECTRONIQUE : COMPOSANTS ET APPLICATIONS

PROGRAMME | 21 H

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
- Liaison optique en espace libre
- Transmission sur fibre optique : formats de modulation, modulateurs électro-optiques, démonstration d'une transmission à 10 Gbit/s.

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 27/09/2023 au 29/09/2023
Du 29/05/2024 au 31/05/2024

DURÉE

3 jours – 21h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Nicolas Dubreuil
Enseignant-chercheur
à l'Institut d'Optique

PRIX

1 480 € HT

✓ ACQUÉRIR LES BASES

• OPTIQUE SANS CALCUL | EF1

+ POUR ALLER PLUS LOIN

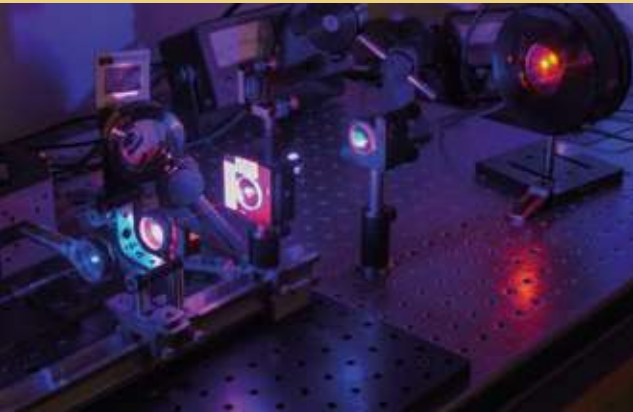
- COMPRENDRE
LES SOURCES LASER | SC3
- FIBRES OPTIQUES
ET APPLICATIONS | SC5
- DÉTECTEURS POUR
L'INSTRUMENTATION | SC16
- VISION INDUSTRIELLE | SC19

MÉTHODOLOGIE

Exposés et exercices
Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire
et mesures sur instruments

SOURCES LASERS : PRINCIPES ET APPLICATIONS

5 JOURS



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

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.

PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en physique et optique

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

SOURCES LASERS : PRINCIPES ET APPLICATIONS

PROGRAMME | 35H

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 fréquences

PROPRIÉTÉS DES LASERS, FAISCEAUX GAUSSIENS

- Technologies des sources lasers : 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 BIOLOGIQUES, NORMES, PRÉCAUTIONS À PRENDRE....

DÉMONSTRATIONS EXPÉRIMENTALES 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 d'un laser visible pompé par diode (laser praséodyme)
- Laser Nd:YAG : caractérisation énergétique et temporelle, réglages, fonctionnement en régime relaxé et déclenché.
- Laser Nd:YVO₄ picoseconde pompé par diode laser
- Propagation d'un faisceau laser à travers un système optique

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 03/06/2024 au 07/06/2024

DURÉE

5 jours – 35 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

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

PRIX

2 260 € HT

MÉTHODOLOGIE

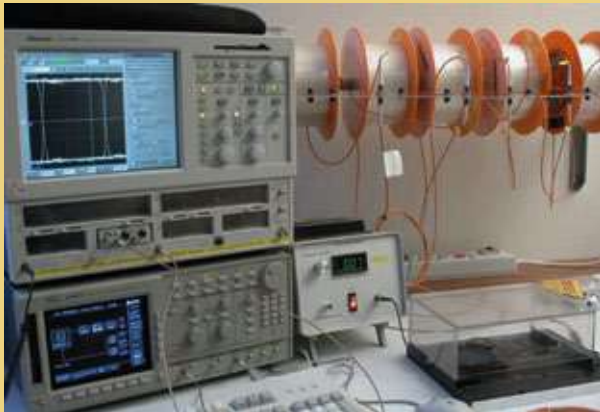
La formation est basée sur trois axes : des principes de base, une vue générale des technologies et une solide formation expérimentale autour des lasers

✓ ACQUÉRIR LES BASES

• OPTIQUE SANS CALCUL | EF1

FIBRES OPTIQUES : PRINCIPES ET APPLICATION

5 JOURS



THÈMES ABORDÉS

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES D'OPTIQUE GUIDÉE

- Réflexion totale. Modes guidés

LES FIBRES OPTIQUES MULTIMODES, MONOMODES. TECHNOLOGIE DES FIBRES

- Caractéristiques des fibres
- Fabrication, injection et caractérisations des fibres

APPLICATIONS DES FIBRES OPTIQUES

- Transmission numérique sur fibre
- Amplificateur à fibre optique dopée Erbium
- Amplificateur à fibre Raman
- Capteurs à fibres

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

PRÉ-REQUIS

Principes de base en optique

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

FIBRES OPTIQUES : PRINCIPES ET APPLICATION

PROGRAMME | 35H

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.
- Méthodes de fabrication des fibres optiques, clivage et polissage de l'extrémité d'une fibre. Raccords par épissure et connecteurs

APPLICATIONS DES FIBRES OPTIQUES

- Transport de faisceau laser. Couplage efficace. Exemple de systèmes optiques d'injection. 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.

ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL

- 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 .

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 10/06/2024 au 14/06/2024

DURÉE

5 jours – 35 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Nicolas Dubreuil
Enseignant-chercheur
à l'Institut d'Optique

PRIX

2 260 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Exposés et exercices
- Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire
- Mesures sur instruments

✓ ACQUÉRIR LES BASES

• BASES DE L'OPTIQUE | EF2

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

2 JOURS



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 DIVERSES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

OBJECTIFS

- **SE SENSIBILISER AUX NOUVELLES TECHNOLOGIES DE MESURE PAR FIBRES OPTIQUES**
- **MIEUX COMPRENDRE LEURS 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 à Fibres Optiques aux fonctionnalités innovantes.

PRÉ-REQUIS

Ingénieurs et techniciens ayant déjà des notions de base ou des connaissances en instrumentation, voire une pratique de la mesure, et idéalement quelques notions d'optique.

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

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

PROGRAMME | 14H

FIBRES OPTIQUES

- Rappel concernant les termes métrologiques requis pour caractériser un capteur - Critères d'appréciation des utilisateurs
- Qu'est-ce qu'une fibre optique, 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 CFO
- Le paradoxe sous-jacent aux différents modes d'utilisation des fibres
- Éléments constitutifs d'un CFO, leurs avantages
- 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
- Les phénomènes de diffusion élastique/inélastique dans la fibre (Rayleigh, Raman et Brillouin)
- Principes et des instruments de mesure Raman, performances
- Principes et des instruments de mesure Brillouin, performances
- Câbles de mesure continûment sensibles
- Exemples d'applications en surveillance d'ouvrages

BILAN

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 06/05/2024 au 07/05/2024

DURÉE

2 jours – 14 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Pierre Ferdinand
Consultant expert

PRIX

1 160 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Exposés et exercices
- Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire et mesures sur instruments

✓ ACQUÉRIR LES BASES

• BASES DE L'OPTIQUE | EF2

DÉTECTEURS MATRICIELS POUR LE VISIBLE ET L'INFRAROUGE

3 JOURS

THÈMES ABORDÉS

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



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).

PRÉ-REQUIS

Notions d'optique sur la formation des images.

NIVEAU DE LA FORMATION

Intermédiaire

EN PARTENARIAT AVEC

FOCUS
Focal Plane Array for Universe Sensing

l'Observatoire
de Paris

DÉTECTEURS MATRICIELS POUR LE VISIBLE ET L'INFRAROUGE

PROGRAMME | 21 H

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 : 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

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 04/06/2024 au 06/06/2024

DURÉE

3 jours – 21h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Isabelle Ribet
Experte Onera, enseignante
à l'Institut d'Optique

PRIX

1 480 € HT

MÉTHODOLOGIE

- 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

✓ ACQUÉRIR LES BASES

- BASES DE L'OPTIQUE | EF2

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- APPROCHE CONTEMPORAINE DES FONDAMENTAUX DU TRAITEMENT D'IMAGE ET DE LA VISION PAR ORDINATEUR | SC10
- DEEP LEARNING POUR LE TRAITEMENT D'IMAGE PAR LA PRATIQUE | SC23

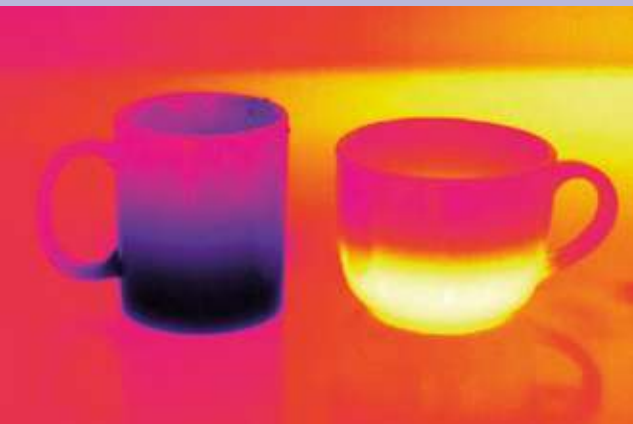
INFRAROUGE THERMIQUE :

CHOIX ET UTILISATION D'UNE CAMÉRA

4 JOURS

THÈMES ABORDÉS

- Radiométrie infrarouge
- Détecteurs
- Conception mécanique orientée système
- Conception et caractérisation d'équipements infrarouges



OBJECTIFS

- DÉCOUVRIR ET COMPRENDRE LES SPÉCIFICITÉS DE L'INFRAROUGE THERMIQUE
- SAVOIR CHOISIR ET UTILISER DES ÉQUIPEMENTS POUR L'INFRAROUGE THERMIQUE
- COMPRENDRE LA DÉMARCHE DE CONCEPTION D'UNE CAMÉRA INFRAROUGE
- SAVOIR CARACTÉRISER UNE CAMÉRA INFRAROUGE

PUBLIC

Ingénieurs ou techniciens désirant utiliser ou acheter une caméra infrarouge

PRÉ-REQUIS

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

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

INFRAROUGE THERMIQUE : PRINCIPES

PROGRAMME | 28 H

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 de caméra infrarouge : NETD, MRTD

ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL (2 DEMI-JOURNÉES)

- Caméra infrarouge
- Mesure de FTM

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

DATE

Du 02/04/2024 au 5/04/2024

DURÉE

4 jours – 28 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Isabelle Ribet
Experte Onera, enseignante associée
à l'Institut d'Optique

PRIX

1 950 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Cours et exercices
- Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire
- Mesures sur instruments

✓ ACQUÉRIR LES BASES

• BASES DE L'OPTIQUE | EF2

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- SYSTÈMES OPTIQUES
D'IMAGERIE | SC9
- ANATOMIE D'UNE CAMÉRA
INFRAROUGE | SC11
- SYSTÈMES
OPTRONIQUE | SC12

ANATOMIE D'UNE CAMÉRA INFRAROUGE : CONCEPTION DE CAMÉRAS SUR MESURE

4 JOURS

THÈMES ABORDÉS

RADIOMÉTRIE INFRAROUGE

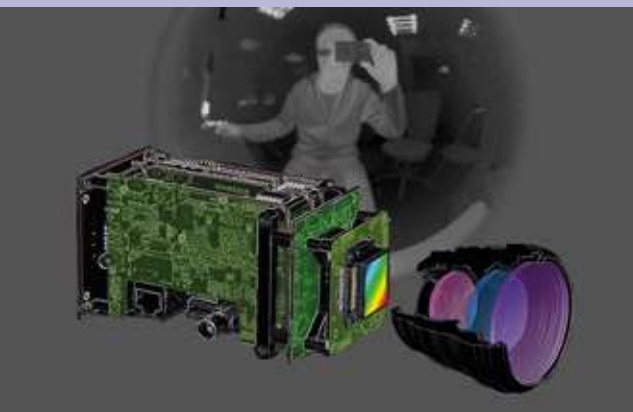
- Infrarouge thermique

DÉTECTEURS INFRAROUGE

- Caractérisation, filières principales (refroidies et non refroidies)
- Électroniques de proximité et de pilotage
- Cryogénie

DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME INFRAROUGE, BILAN DE LIAISON

- Conception d'une optique infrarouge
- Bilan de portée



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 INFRAROUGE (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

PRÉ-REQUIS

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

NIVEAU DE LA FORMATION

Avancé

ANATOMIE D'UNE CAMÉRA INFRAROUGE : CONCEPTION DE CAMÉRAS SUR MESURE

PROGRAMME | 28 H

DÉTECTION INFRAROUGE

- Rappels sur l'infrarouge thermique
- Grandes filières de la détection infrarouge (refroidie et non refroidie)
- Circuits de lecture et électroniques de proximité
- Caractérisation des détecteurs infrarouge - méthodologie

DIMENSIONNEMENT D'UNE CAMÉRA INFRAROUGE

- Conception d'une optique infrarouge
- Dimensionnement d'un système infrarouge
- Bilan de liaison
- Exercice : dimensionnement d'une caméra infrarouge refroidie

ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL (1/2 JOURNÉE)

- Caractérisation d'une photodiode infrarouge refroidie
- Caractérisation d'une caméra infrarouge non refroidie

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 03/10/2023 au 06/10/2023
Du 01/10/2024 au 04/10/2024

DURÉE

4 jours – 28 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Isabelle Ribet
Experte Onera, enseignante associée
à l'Institut d'Optique

PRIX

1 950 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Exposés et exercices
- Démonstrations interactives sur matériel de laboratoire
- Mesures sur instruments

✓ ACQUÉRIR LES BASES

- BASES DE L'OPTIQUE | EF2
- SYSTÈMES OPTRONIQUES | SC12

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- ACQUISITION, PERCEPTION ET TRAITEMENT D'IMAGES | SC10
- DEEP LEARNING POUR LE TRAITEMENT D'IMAGES PAR LA PRATIQUE | SC23

SYSTÈMES OPTRONIQUES

(IMAGERIE, APPLICATIONS DÉFENSE, LIDAR...)

2 x 3 JOURS

THÈMES ABORDÉS

SOUS-ENSEMBLES OPTRONIQUES

- Sources, milieux de propagation
- Systèmes optiques, détecteurs

SYSTÈMES INFRAROUGE

- Caméra thermique, imagerie proche IR

SYSTÈMES LASER

- Télémètre, Lidar
- Désignation d'objectif

INTENSIFICATEURS DE LUMIÈRE



OBJECTIFS

- **AVOIR UNE VISION D'ENSEMBLE DE LA PROBLÉMATIQUE DU DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME OPTRONIQUE (PASSIF OU ACTIF, VISIBLE OU INFRAROUGE)**
- **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 (PASSIF OU ACTIF, VISIBLE OU INFRAROUGE)**

PUBLIC

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

PRÉ-REQUIS

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

NIVEAU DE LA FORMATION

Intermédiaire

SYSTÈMES OPTRONIQUES (IMAGERIE, APPLICATIONS DÉFENSE, LIDAR...)

PROGRAMME | 42H

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
- Bilan de portée
- Systèmes laser
- Systèmes infrarouge
- Traitement d'images infrarouge

ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL (2 DEMI-JOURNÉES)

- Caméra infrarouge
- Mesure de FTM

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 08/11/2023 au 10/11/2023
et 22/11/2023 au 24/11/2023

Du 06/11/2024 au 08/11/2024
et 20/11/2024 au 22/11/2024

DURÉE

2 x 3 jours – 42 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Isabelle Ribet
Experte Onera, enseignante associée
à l'Institut d'Optique

PRIX

2 740 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Exposés et exercices
- Démonstrations sur matériel de laboratoire
- Mesures sur instruments

✓ ACQUÉRIR LES BASES

- PHOTOMÉTRIE
ET RADIOMÉTRIE | EF3

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- APPROCHE CONTEMPORAINE
DES FONDAMENTAUX
DU TRAITEMENT D'IMAGE
ET DE LA VISION
PAR ORDINATEUR | SC10
- ANATOMIE D'UNE CAMÉRA
INFRAROUGE | SC11
- VISION BAS NIVEAU
DE LUMIÈRE ET IMAGERIE
À COMPTAGE DE PHOTONS | SC13
- DEEP LEARNING POUR
LE TRAITEMENT D'IMAGE
PAR LA PRATIQUE | SC23

INGÉNIERIE DES SYSTÈMES OPTRONIQUES

DÉVELOPPEMENT DE SYSTÈMES COMPLEXES

3 JOURS



THÈMES ABORDÉS

INTRODUCTION À L'INGÉNIERIE SYSTÈME, SUR LA BASE DU SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK DE L'INCOSE

- Cycle de vie d'un système , cycle de développement
- Gestion de configuration
- Pilotage du développement
- Process qualité

OBJECTIFS

- DÉCOUVRIR LE PROCESS DE DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME COMPLEXE INTÉGRANT DES ÉQUIPEMENTS OPTRONIQUES
- ÊTRE CAPABLE DE COMPRENDRE LE BESOIN, SPÉCIFIER, CONCEVOIR, TESTER : PRINCIPES, APPLICATION À DES ÉTUDES DE CAS PRATIQUES
- MAITRISER LES ÉCHANGES AVEC LES PLATFORMISTES (AÉRONAUTIQUES, NAVALS, TERRESTRES) INTÉGRANT DES SYSTÈMES OPTRONIQUES
- MAITRISER LES BASES DE LA GESTION D'UN PROJET OPTRONIQUE

PUBLIC

Ingénieurs d'entreprises et d'administrations du domaine militaire, surveillance, aérospatial, désirant maîtriser le process de développement de systèmes optroniques

PRÉ-REQUIS

SC12- Équipements et systèmes optroniques (imagerie, applications défense, LIDAR...)

NIVEAU DE LA FORMATION

Avancé

INGÉNIERIE DES SYSTÈMES OPTRONIQUES - DÉVELOPPEMENT DE SYSTÈMES COMPLEXES

PROGRAMME | 21 H

L'INGÉNIERIE SYSTÈME

- Définitions, principes, exemples de systèmes optroniques dans les domaines naval, terrestre et aéronautique

CYCLE DE VIE D'UN SYSTÈME , CYCLE DE DÉVELOPPEMENT

- Cycle en V, développement itératif, développement AGILE

L'EXPRESSION DU BESOIN, LES CONCEPTS D'EMPLOI

LA PHASE DE SPÉCIFICATION

- Identification des exigences, gestion des exigences et traçabilité

LA CONCEPTION

- Décomposition fonctionnelle, description des interfaces, architecture statique et dynamique

L'INTÉGRATION/VÉRIFICATION/VALIDATION

LA GESTION DE CONFIGURATION

LE PILOTAGE DU DÉVELOPPEMENT : ESTIMATION, PLANIFICATION, SUIVI

LE PROCESS QUALITÉ

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 23/09/2024 au 25/09/2024

DURÉE

3 jours – 21h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Arnaud Boca

Directeur technique de projet - CSEP

(Certified System Engineering

Professional de l'International Council on
Systems Engineering - INCOSE)

PRIX

1 480 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Exposés et exercices
- Études de cas

✓ **ACQUÉRIR LES BASES**

• **SYSTÈMES OPTRONIQUES** | SC12

VISION BAS NIVEAU DE LUMIÈRE ET IMAGERIE À COMPTAGE DE PHOTONS

3 JOURS

THÈMES ABORDÉS

- Enjeux et besoins
- Contributeurs à l'éclairage nocturne, technologies de détection, intensification de lumière
- Imagerie vidéo numérique BNL, imagerie active par illumination laser
- Applications et perspectives



OBJECTIFS

- DÉCOUVRIR LES TECHNOLOGIES D'IMAGERIE À BAS NIVEAU DE LUMIÈRE DE 0,4 μm À 2 μm DE LONGUEUR D'ONDE
- ÊTRE CAPABLE DE CONCEVOIR UN SYSTÈME D'IMAGERIE À BAS NIVEAU DE LUMIÈRE EN CHOISSANT 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.

PRÉ-REQUIS

Bases en optique
Notions de radiométrie ou photométrie
Notions en imagerie ou en vidéo ou en photographie.

NIVEAU DE LA FORMATION

Intermédiaire

VISION BAS NIVEAU DE LUMIÈRE ET IMAGERIE À COMPTAGE DE PHOTONS

PROGRAMME | 21 H

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 μm
- 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

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 12/12/2023 au 14/12/2023

DURÉE

3 jours – 21 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Thierry Midavaine
Consultant expert

PRIX

1 480 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Exposés et exercices
- Démonstrations interactives expérimentales
- Travaux pratiques

✓ ACQUÉRIR LES BASES

- BASES DE L'OPTIQUE | EF2
- SYSTÈMES OPTRONIQUES | SC12

+ POUR ALLER PLUS LOIN

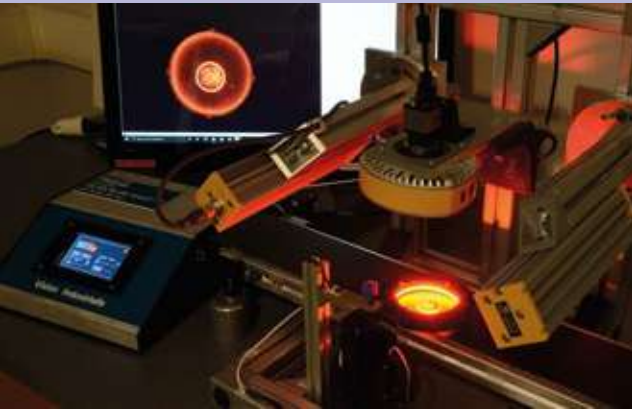
- ANATOMIE D'UNE CAMÉRA INFRAROUGE | SC11

VISION INDUSTRIELLE : CHOIX DES COMPOSANTS ET MISE EN ŒUVRE D'UN BANC

3 JOURS

THÈMES ABORDÉS

- Domaines d'application de la vision industrielle
- Photométrie, colorimétrie, éclairages
- Optiques
- Caméras
- Outils logiciels et traitement d'images



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 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.

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

VISION INDUSTRIELLE : CHOIX DES COMPOSANTS ET MISE EN ŒUVRE D'UN BANC

PROGRAMME | 21 H

BANC DE VISION INDUSTRIELLE

- Lister les éléments constitutifs d'une chaîne de VI et leurs intérêts

ÉLÉMENTS D'OPTIQUE INSTRUMENTALE

- Fabriquer une image à l'aide de l'optique

COLORIMÉTRIE / PHOTOMÉTRIE

- Caractériser les sources et le rendu colorimétrique

CAMÉRAS / INTERFACES

- Caractériser une caméra CMOS et comprendre les caractéristiques d'une interface de transfert

ÉCLAIRAGES

- Choisir un éclairage en fonction de l'application

TRAITEMENT D'IMAGES

- Découvrir les briques de base d'OpenCV pour la VI

AUTRES APPLICATIONS (SELON SOUHAITS DES STAGIAIRES)

- Polarisation / UV / Lentilles liquides / télécentrique

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 18/03/2024 au 20/03/2024

DURÉE

3 jours – 21 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

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

PRIX

1 480 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Exposés et exercices
- Démonstrations sur matériel de laboratoire et sur un banc de vision industrielle
- Manipulations expérimentales

✓ ACQUÉRIR LES BASES

- BASES DE L'OPTIQUE | EF2
- ACQUISITION D'IMAGES
AVEC UNE CAMÉRA | EF13

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- FONDAMENTAUX DU TRAITEMENT D'IMAGE ET DE LA VISION PAR ORDINATEUR | SC10

APPROCHE CONTEMPORAINE DES FONDAMENTAUX DU TRAITEMENT D'IMAGE ET DE LA VISION PAR ORDINATEUR

3 JOURS

THÈMES ABORDÉS

- Traitement d'image
- Vision par ordinateur
- Utilisation de l'intelligence artificielle pour les images



OBJECTIFS

- ACQUÉRIR RAPIDEMENT ET SIMPLEMENT LES NOTIONS DE BASE DE L'IMAGERIE NUMÉRIQUE
- S'INITIER AU TRAITEMENT D'IMAGE ET À LA VISION PAR ORDINATEUR
- COMPRENDRE ET UTILISER LE VOCABULAIRE PROPRE AU TRAITEMENT D'IMAGE
- APPRÉHENDER LES ÉVOLUTIONS RÉCENTES ET L'INTRODUCTION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE
- PERMETTRE UN MEILLEUR DIALOGUE AVEC LES EXPERTS DU DOMAINE

PUBLIC

Technicien supérieur, ingénieur, chef de projet

PRÉ-REQUIS

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

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

APPROCHE CONTEMPORAINE DES FONDAMENTAUX DU TRAITEMENT D'IMAGE ET DE LA VISION PAR ORDINATEUR

PROGRAMME | 21 H

INTRODUCTION

- L'image et ses applications
- La chaîne image

QUALITÉ IMAGE ET FILTRAGE

- Filtrage
- Super résolution, recalage

MULTI-IMAGES

- Traitement vidéo
- Stéréoscopie, 3D

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE APPLIQUÉE À L'IMAGE

- Machine Learning
- Traitements "bas Niveau de la formation"

RECONNAISSANCE ET APPRENTISSAGE

- Vision par ordinateur
- Classification, segmentation, détection, pistage

APPLICATIONS ET DÉMONSTRATIONS

- Outils logiciels modernes
- Mise en oeuvre d'une chaîne de traitement sur quelques cas pratiques

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 21/05/2024 au 23/05/2024

DURÉE

3 jours – 21h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Philippe Cornic
Ingénieur expert Onera

Stéphane Herbin
Directeur de recherche Onera

PRIX

1 480 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Cours
- Démonstrations et exercices d'application sur logiciel de traitement d'image (python et/ou Matlab)

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- DEEP LEARNING POUR LE TRAITEMENT D'IMAGE PAR LA PRATIQUE | SC23
- VISION INDUSTRIELLE | SC19

DEEP LEARNING POUR LE TRAITEMENT D'IMAGES PAR LA PRATIQUE

3 JOURS

THÈMES ABORDÉS

- Classification
- Segmentation d'images
- Apprentissage machine



OBJECTIFS

- DÉCOUVRIR LES BASES DU MACHINE LEARNING
- ÊTRE CAPABLE DE CONSTRUIRE UN RÉSEAU DE NEURONES POUR UNE APPLICATION EN TRAITEMENT D'IMAGES

PUBLIC

Ingénieurs d'entreprises et d'administrations désirant maîtriser l'analyse et la conception de réseaux de neurones pour le traitement d'images.

PRÉ-REQUIS

Avoir un minimum de connaissances de base en physique et mathématiques (bac +2 à 3) et en traitement d'images.

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation

EN PARTENARIAT AVEC



DEEP LEARNING POUR LE TRAITEMENT D'IMAGES PAR LA PRATIQUE

PROGRAMME | 21 H

BASES DU MACHINE LEARNING (1 JOURNÉE)

- Types d'apprentissage (supervisé, non supervisé, par renforcement)
- Tâches d'apprentissage (régression, classification)
- Test et validation d'un algorithme d'apprentissage (notions de crossvalidation, batch, epoch, overfitting)
- Grandes familles d'algorithmes (SVM, arbres de décision, Random Forest, réseaux de neurones)
- Illustration sous Python

BASES DU DEEP LEARNING (1 JOURNÉE)

- Principales architectures de réseaux de neurones (convolutif, récurrent, autoencodeurs).
- Optimisation d'une architecture (transfer learning, data augmentation)
- Initiation à Tensor FLOW
- Travaux pratiques sur la base d'images pour la reconnaissance de caractères MNIST

TP (1 JOURNÉE)

- Mise en application des principes étudiés sur des exemples d'imagerie computationnelle

ÉVALUATION DES ACQUIS

- QCM en fin de formation

DATE

Du 25/09/2024 au 27/09/2024

DURÉE

3 jours – 21h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

David Rousseau
Enseignant-chercheur
à l'Université d'Angers

PRIX

1 480 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Cours
- Travaux pratiques sur machine

✓ ACQUÉRIR LES BASES

- ACQUISITION D'IMAGES AVEC UNE CAMÉRA | EF13
- APPROCHE CONTEMPORAINE DES FONDAMENTAUX DU TRAITEMENT D'IMAGES ET DE LA VISION PAR ORDINATEUR | SC10

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- ANATOMIE D'UNE CAMÉRA INFRAROUGE | SC11
- SYSTÈMES OPTRONIQUES | SC12

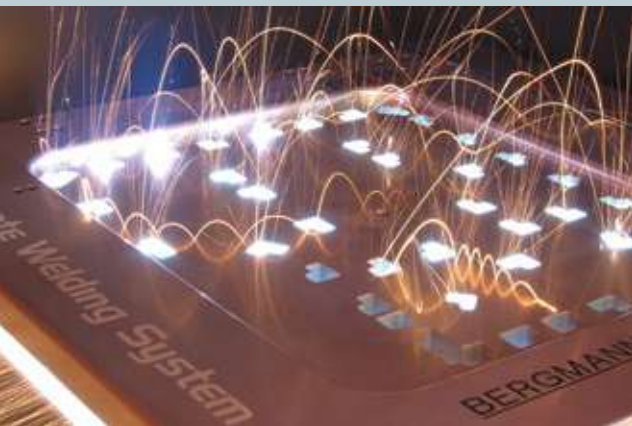
FORMATION SÉCURITÉ LASER : NIVEAU 2

PERSONNEL TECHNIQUE, SCIENTIFIQUE ET DE MAINTENANCE

2 JOURS

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



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)

PRÉ-REQUIS

Aucun

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation



FORMATION SÉCURITÉ LASER

NIVEAU 2

**PERSONNEL TECHNIQUE,
SCIENTIFIQUE ET DE MAINTENANCE**

PROGRAMME | 14H

PRINCIPE DE L'ÉMISSION LASER

LES UNITÉS ET GRANDEURS EN PHYSIQUE DU LASER

LES TECHNOLOGIES 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 Permissibles (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

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

DATE

Du 13/12/2023 au 14/12/2023

DURÉE

2 jours – 14 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Alain Le Floc'h
Consultant Laser Conseil

PRIX

990 € HT

MÉTHODOLOGIE

- Cours & ateliers (Visite et analyse des installations)

+ POUR ALLER PLUS LOIN

- FORMATION SÉCURITÉ LASER :
NIVEAU 3 | EF11

FORMATION SÉCURITÉ LASER : NIVEAU 3

PERSONNE COMPÉTENTE, RESPONSABLE SÉCURITÉ LASER

3 JOURS

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
- Le.la 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.

PRÉ-REQUIS

Aucun

NIVEAU DE LA FORMATION

Initiation



FORMATION SÉCURITÉ LASER

NIVEAU 3

**PERSONNE COMPÉTENTE,
RESPONSABLE SÉCURITÉ LASER**

PROGRAMME | 21 H

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 LA NORMALISATION

LES RISQUES DU RAYONNEMENT LASER :

- Paramètres d'exposition
- Effets oculaires
- Effets cutanés

LES LIMITES D'EXPOSITION (CALCULS – T.D.) :

- Limites d'Emission Accessible (L.E.A.)
- Expositions Maximales Permissibles (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.) :

- Calculs et détermination des numéros d'échelon des protecteurs

LA MAÎTRISE DES RISQUES ASSOCIÉS AUX ÉQUIPEMENTS LASERS (ELECTRIQUE, 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 ET ANALYSE DE SÉCURITÉ D'INSTALLATIONS LASER

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

CONTRÔLE DES CONNAISSANCES

EVALUATION – BILAN – SYNTHÈSE

ÉVALUATION DES ACQUIS

QCM en fin de formation

DATE

Du 13/12/2023 au 15/12/2023

DURÉE

3 jours – 21 h

LIEU

Palaiseau

NOMBRE MAXIMUM

12 personnes

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Alain Le Floc'h
Consultant Laser Conseil

PRIX

1 380 € HT



+ À L'ISSUE DE LA FORMATION

Validation de l'Acquisition
de la compétence de Responsable
Sécurité Laser.

Enregistrement au FNSO
(Fichier National de Sécurité Optique)

MÉTHODOLOGIE

- Cours & ateliers (Visite et analyse des installations)

ORGANISATION DES STAGES



INSCRIPTION ET DÉLAIS D'ACCÈS

Le nombre de places pour chaque stage est limité. Les inscriptions se font si possible 4 semaines avant le début du stage et de préférence sur notre site web ou simplement par un message à : fc@institutoptique.fr. Nous contacter pour des inscriptions hors de ce délai.



LIEU

Les stages se déroulent dans les bâtiments de l'Institut d'Optique (voir plan ci-joint ou sur le site web) à l'adresse suivante :

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

Sur demande, les antennes de l'IOGS à Saint-Etienne et Bordeaux peuvent mettre à disposition des salles de formation. Les stages sur-mesure peuvent se dérouler dans les locaux de votre entreprise.



ACCESSIBILITÉ

Nos locaux sont entièrement accessibles aux Personnes à Mobilité Réduite (PMR). Si vous êtes en situation de handicap ou si vous souhaitez des aménagements particuliers, vous pouvez contacter notre référente handicap **Madame Fabienne Bernard** : 01 64 53 32 17 fabienne.bernard@institutoptique.fr



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.



REPAS DE MIDI

Les frais de restauration sont inclus dans le prix de la formation. Les repas 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.



LES TARIFS

Ils sont précisés sur la fiche descriptive de chaque formation. Pour un stage sur-mesure ou une formation spécifique, nous contacter pour obtenir un devis. L'établissement est assujéti à la TVA.



SITE WEB

Toutes les informations d'accès sur :

<https://fc.institutoptique.fr/infos>
ou en flashant le QR code ci-dessus.

SITE FC IOGS PARIS-SACLAY

**Formation initiale
et formation continue**

2 avenue Augustin Fresnel
91127 Palaiseau Cedex
GPS : 48°42'51.5"N 2°12'09.1"E
48.714306, 2.202536

ANTENNE DE SAINT-ÉTIENNE

**Formation initiale
et salles de formation continue**

18 rue Benoît Lauras
42000 Saint-Étienne
GPS : 45°27'09.0"N 4°23'12.9"E
45.452509, 4.386912

ANTENNE DE BORDEAUX

**Formation initiale
et salles de formation continue**

1 rue François Mitterrand
33405 Talence Cedex
GPS : 44.805040, -0.604819
17,4" W44.805040, -0.604819

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

Inscription sur le site web :
fc.institutoptique.fr

PLAN D'ACCÈS ANTENNE PARIS-SACLAY



CALENDRIER GÉNÉRAL DES FORMATIONS 2023/2024

			2023																			
LES FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE	N° de stage	DURÉE /NBR DE JOURS	SEPT.					OCT.					NOV.					DEC.				
N° de la semaine			35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
Optique sans calcul	EF1	3																				
Bases de l'optique	EF2	2×4																				
Acquisition d'images avec une caméra	EF13	3																				
Photométrie et radiométrie	EF3	4																				
Colorimétrie	EF5	2																				
Interférométrie optique : principes et applications	SC6	4																				
Interféromètre à atomes froids	EF14	3																				
Couches minces optiques : initiation	CO5	2																				
SYSTÈMES OPTIQUES		DURÉE /NBR DE JOURS	SEPT.					OCT.					NOV.					DEC.				
Systèmes optiques d'imagerie	SC9	4,5																				
Conception optomécanique	SC1	4																				
Fabrication et contrôle des systèmes optiques	SC2	3																				
Mesures de front d'onde	SC7	2																				
CONCEPTION OPTIQUE ASSISTÉE PAR ORDINATEUR		DURÉE /NBR DE JOURS	SEPT.					OCT.					NOV.					DEC.				
Conception optique de systèmes d'imagerie avec Ansys-Zemax® / OpticStudio - Initiation	CO1	4																				
Conception optique de systèmes d'imagerie visible avec Ansys-Zemax® / OpticStudio - Avancé	CO2 VIS	3																				
Conception optique de systèmes d'imagerie infrarouge avec Ansys-Zemax®/OpticStudio - Avancé	CO2 IR	3																				
Conception optique de systèmes d'imagerie avec Ansys-Zemax® / OpticStudio : utilisation de composants commerciaux	CO6	2×2																				
Conception optique avec Code V®	CO3	5																				
OPTOÉLECTRONIQUE		DURÉE /NBR DE JOURS	SEPT.					OCT.					NOV.					DEC.				
Les fondamentaux de l'optoélectronique	SC15	3																				
Sources lasers : principes et applications	SC3	5																				
Fibres optiques : principes et applications	SC5	5																				
Capteurs à Fibres Optiques	SC14	2																				
Détecteurs matriciels pour le visible et l'infrarouge	SC16	3																				
SYSTÈMES OPTRONIQUES, INFRAROUGE...		DURÉE /NBR DE JOURS	SEPT.					OCT.					NOV.					DEC.				
Infrarouge thermique	EF4	4																				
Anatomie d'une caméra infrarouge	SC11	4																				
Systèmes optroniques	SC12	2×3																				
Ingénierie des systèmes optroniques développement des systèmes complexes	SC24	3																				
Vision bas niveau de lumière et Imagerie à comptage de photons	SC13	3																				
Vision industrielle	SC19	3																				
TRAITEMENT D'IMAGES		DURÉE /NBR DE JOURS	SEPT.					OCT.					NOV.					DEC.				
Fondamentaux du traitement d'image et de la vision par ordinateur	SC10	3																				
Deep learning pour le traitement d'images par la pratique	SC23	3																				
SÉCURITÉ LASER		DURÉE /NBR DE JOURS	SEPT.					OCT.					NOV.					DEC.				
Sécurité laser : niveau 2	EF10	2																				
Sécurité laser : niveau 3	EF11	3																				

De nouvelles dates peuvent être proposées en cours d'année. Visitez notre site : www.fc.institutoptique.fr

Page 10 of 10

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

INFORMATIONS GÉNÉRALES

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 formulaire du site web ou par mail.

► Inscription

Via le formulaire du site web ou par mail à fc@institutoptique.fr

► Confirmation

Le Service Formation Continue confirme l'inscription par mail au plus tard 48h après réception de la demande.

► Convocation

Au plus tard deux semaines avant le début du stage, une convocation est adressée aux participants. Elle est accompagnée du planning de formation ainsi que d'un livret d'accueil (liste d'hôtels, plan d'accès...).

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 intra-communautaire : 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 30 jours après 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.

► Certificat de réalisation

À l'issue du stage, un certificat de réalisation est adressé au Service Formation de l'entreprise, certifiant que le stagiaire a bien suivi la formation correspondante.

LES FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE

Optique sans calcul	EF1	Du 05/12/2023 au 07/12/2023
		Du 13/05/2024 au 15/05/2024
		Du 03/12/2024 au 05/12/2024
Bases de l'optique	EF2	Du 14/11/2023 au 17/11/2023 Et 28/11/2023 au 01/12/2023
		Du 12/03/2024 au 15/03/2024 Et 26/03/2024 au 29/03/2024
		Du 12/11/2024 au 15/11/2024 Et 26/11/2024 au 29/11/2024
Acquisition d'images avec une caméra - Nouveau	EF13	Du 27/02/2024 au 29/02/2024
Photométrie & radiométrie - Nouveau programme	EF3	Du 17/10/2023 au 20/10/2023
		Du 17/09/2024 au 20/09/2024
Colorimétrie	EF5	Du 30/05/2024 au 31/05/2024
Interférométrie optique : principes et applications	SC6	Du 10/10/2023 au 13/10/2023
		Du 08/10/2024 au 11/10/2024
Interféromètre à atomes froids - Nouveau	EF14	Du 15/10/2024 au 17/10/2024
Couches minces optiques : initiation	CO5	Du 16/05/2024 au 17/05/2024

CONCEPTION, FABRICATION ET CONTRÔLE DE SYSTÈMES OPTIQUE

Systèmes optiques d'imagerie - Nouveau programme	SC9	Du 22/04/2024 au 26/04/2024 (4.5 jours)
Conception optomécanique	SC1	Du 11/06/2024 au 14/06/2024
Fabrication et contrôle des systèmes optiques	SC2	Du 06/03/2024 au 08/03/2024
Mesures de front d'onde	SC7	Du 21/03/2024 au 22/03/2024

CONCEPTION OPTIQUE DE SYSTÈMES D'IMAGERIE ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

Conception optique de systèmes d'imagerie avec Ansys-Zemax® / OpticStudio - Initiation	CO1	Du 21/11/2023 au 24/11/2023
		Du 14/05/2024 au 17/05/2024
Conception optique de systèmes d'imagerie visible avec Ansys-Zemax® / OpticStudio - Avancé	CO2 VIS	Du 12/12/2023 au 14/12/2023
		Du 28/05/2024 au 30/05/2024
Conception optique de systèmes d'imagerie infrarouge avec Ansys-Zemax® / OpticStudio - Avancé	CO2 IR	Du 13/11/2023 au 15/11/2023
		Du 18/06/2024 au 20/06/2024
Conception optique de systèmes d'imagerie avec Ansys-Zemax® / OpticStudio : utilisation de composants commerciaux	CO6	Du 27/05/2024 au 28/05/2024 Et 04/06/2024 au 05/06/2024
Conception optique avec Code V	CO3	Du 24/06/2024 au 28/06/2024

OPTOÉLECTRONIQUE

Les fondamentaux de l'optoélectronique	SC15	Du 27/09/2023 au 29/09/2023
		Du 29/05/2024 au 31/05/2024
Sources lasers : principes et applications	SC3	Du 03/06/2024 au 07/06/2024
Fibres optiques : principes et applications	SC5	Du 10/06/2024 au 14/06/2024
Capteurs à Fibres Optiques : Principes, Technologies et Applications en Surveillance des Structures	SC14	Du 06/05/2024 au 07/05/2024
Détecteur matriciels pour le visible et l'infrarouge - Nouveau	SC16	Du 04/06/2024 au 06/06/2024

SYSTÈMES OPTRONIQUES, INFRAROUGE ET VISION INDUSTRIELLE

Infrarouge thermique : principes	EF4	Du 02/04/2024 au 05/04/2024
Anatomie d'une caméra infrarouge	SC11	Du 03/10/2023 au 06/10/2023
		Du 01/10/2024 au 04/10/2024
Systèmes optroniques	SC12	Du 08/11/2023 au 10/11/2023 et 22/11/2023 au 24/11/2023
		Du 06/11/2024 au 08/11/2024 et 20/11/2024 au 22/11/2024
Ingénierie des systèmes optroniques - Nouveau	SC24	Du 23/09/2024 au 25/09/2024
Vision bas niveau de lumière et imagerie à comptage de photons	SC13	Du 12/12/2023 au 14/12/2023
Vision industrielle - Nouveau programme	SC19	Du 18/03/2024 au 20/03/2024

TRAITEMENT D'IMAGES

Approche contemporaine des fondamentaux du traitement d'images et de la vision par ordinateur - Nouveau	SC10	Du 21/05/2024 au 23/05/2024
Deep learning pour le traitement d'images par la pratique- Nouveau	SC23	Du 25/09/2024 au 27/09/2024

SÉCURITÉ LASER

Formation sécurité laser : niveau 2	EF10	Du 13/12/2023 au 14/12/2023
Formation sécurité laser : niveau 3	EF11	Du 13/12/2023 au 15/12/2023

Campus de Saint-Étienne

Campus de Paris – Saclay

Campus de Bordeaux



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



La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'actions suivantes :

ACTIONS DE FORMATION

COORDONNÉES

Institut d'Optique Graduate School Formation Continue

2 avenue Augustin Fresnel
91127 Palaiseau Cedex France
Tél. : +33 1 64 53 32 36 • Tél. : +33 1 64 53 32 15
E-mail : fc@institutoptique.fr



fc.institutoptique.fr

